



مركز دراسات الدكتوراه: اللغات والتراث والتهيئة المحلية

المختبر: الدراسات الجيوسياسية والتهيئة والتنمية المستدامة

تكوين الدكتوراه: الموارد والتهيئة المحلية والتنمية المحلية

محور: الجغرافيا

أطروحة لنيل الدكتوراه في الآداب والعلوم الإنسانية

في موضوع:

التغيرية المطرية والهيدرولوجية بحوض إيناون: دراسة تأثير الحالات
المناخية القصوى للتصريف المائي وطرق تديرها

تحت إشراف الأستاذ:
الدكتور عبد الحميد جناتي إدرسي

إعداد الطالب الباحث:
الياداري صديق

تاريخ المناقشة: 05 يوليوز 2021

لجنة المناقشة:

الدكتور يوسف بنبراهيم (كلية الآداب والعلوم الإنسانية سايس فاس) / رئيسا

الدكتور عبد الغني الهواري (كلية الآداب والعلوم الإنسانية سايس فاس) / عضوا

الدكتور عبد العزيز باحو (المدرسة العليا للأساتذة بالرباط) / عضوا

الدكتور محمد الرفيق (الكلية متعددة التخصصات تازة) / عضوا

الدكتور عبد الحميد جناتي إدرسي (كلية الآداب والعلوم الإنسانية سايس فاس) / مشرفا ومقررا

السنة الجامعية: 2020-2021

إهداء

إلى أستاذي الدكتور عبد الحميد جناتي إداريسي

إلى والدي الكريمين أطل الله في عمرهما

إلى زوجتي الوفية التي تحملت اضطرابات هذا البحث

إلى إخوتي وإخواني الأعزاء وكافة أبناءهم

إلى جميع أساتذتي الأفاضل اللذين درسته على أيديهم

إلى جميع أساتذة وطلبة وموظفي كلية الآداب والعلوم الإنسانية سايس-فاس

إلى جميع زملائي وأصدقائي المخلصين

أهدي إليكم ثمرة هذا العمل المتواضع

الإداري صديق

كلمة شكر

أتقدم بأسمى آيات الشكر والامتنان إلى أستاذي المحترم الدكتور عبد الحميد جناتي إداريسي، أطل الله في عمره. والذي مدني بالتوجيه والإرشاد طوال فترة إعداد هذا العمل، فقد وجدت فيه دائما نعمة الأستاذ المرشد، والباحث النصح، ولم يتوانى قط في استقبالي بصدق ورحبة. فكان له بذلك، بعد الله تعالى، الفضل الكبير في إخراج هذا البحث إلى حيز الوجود.

كما لا يفوتني أن أشكر جميع أساتذة مسلك الجغرافيا اللذين تتلمذت على أيديهم بالكلية متعددة التخصصات بتأز و بكلية الآداب والعلوم الإنسانية سايس فاس لما قدموه لنا من تكوين علمي وعملي، طوال سنوات الدراسة الجامعية، فلمن منا جزل الشكر والعرفان.

الشكر الجزيل لأعضاء لجنة المناقشة على تحملهم عناء قراءة وفحص الأطروحة، وعلى إبداء ملاحظاتهم وآرائهم حول الموضوع.

كما أوجه الشكر والامتنان العميق لجميع من ساعدني في إنجاز هذا العمل سواء بإهداء فكرة أو تنبيه إلى عنوان وأخص بالذكر أصدقائي: محمد المازي، سعيد البوط، ولحسن ويعقوب.

الشكر لجميع المصالح الإدارية التي أمدتنا بالمعلومات ومن بينها وكالة الحوض المائي لسبو بفاس، المديرية الإقليمية للفلاحة بتازة، عمالة إقليم تازة....

وشكري كذلك إلى كل من ساعدني على تجاوز العقبات التي واجهتني في مسيرتي الدراسية، والشكر موصول إلى جميع من ساهم من قريب أو بعيد في إنجاز هذا البحث، وكلمة شكر متواصلة أيضا إلى كل الأصدقاء والأطر الإدارية العاملة بكلية الآداب والعلوم الإنسانية سايس فاس ...

الملخص:

تشكل الدراسات المناخية والهيدرولوجية محورا أساسيا في البحث الجغرافي بالمغرب، نظرا لكون المناخ يؤثر بشكل كبير على مختلف القطاعات الاجتماعية والاقتصادية، خاصة فيما يتعلق بالنشاط الزراعي. ولقد عرف المغرب منذ سنوات الثمانينيات والتسعينيات فترات طويلة من الجفاف، أثرت بشكل كبير على موارده المائية، التي عرفت تناقصا كبيرا داخل الأحواض المائية. كما بدأ يعرف في السنوات الأخيرة زيادة في حدة التساقطات المطرية، مرفوقة بتركز مجالي مما نتج عنه تزايد تأثير المخاطر المناخية. وعلى هذا الأساس تشكل ظاهرة التغيرية المناخية الميزة الأساسية لمناخ المغرب، بفعل وجوده في منطقة انتقالية، بين النطاق البيمداري الجاف جنوبا والنطاق المعتدل والرطب شمالا؛ فالبلاد تعتبر على الدوام عرضة لتناوب فترات الجفاف وفترات الفيض المطري.

في هذا العمل، حاولنا تحديد الخصائص الفيزيائية والمناخية لحوض إيناون، التي تلعب دورا كبيرا في طبيعة النظام الهيدرولوجي. ثم قمنا بدراسة التغيرية الهيدرومترية من خلال أبعادها الزمنية والمكانية، كما تطرقنا إلى العوامل الجوية التي تحدد مناخ الحوض، بما في ذلك الآليات الجوية التي تتحكم في الطقوس الجوية الجافة والممطرة خلال السنة، وكذا الفترات المتطرفة خلال الفترة المناخية المدروسة. ومن أجل تحقيق أهداف هذه الدراسة، استخدمنا منهجيات ووسائل البحث الجغرافي والخرائطي، بما في ذلك على الخصوص المعالجة الإحصائية للمعطيات الهيدرومترية، التي تحتل مكانا مهما في هذا العمل الذي قمنا فيه بالاعتماد على العديد من قوانين الاحتمالات واختبارات الاتجاه والانقطاع. من جهة أخرى يظل تحليل أوضاع الدورة الهوائية فوق المغرب، من بين أهم المحاور المدروسة لتفسير الأنظمة المطرية والظواهر المناخية المتطرفة، وذلك من خلال استعمال عدة مواقع ميتورولوجية تساعد في دراسة الخرائط الجوية للحالات المدروسة. وعلى هذا الأساس بحثنا في ارتباط الخصائص المطرية للحوض بذبذبات الدورة الهوائية العامة، فوق بلادنا حيث استنتجنا أن ذبذبة شمال الأطلسي NAO لها تأثير كبير على مناخ الحوض خلال الفترة الرطبة داخل السنة، مقارنة بذبذبة غرب البحر الأبيض المتوسط WeMO.

ومن خلال النتائج المتوصل إليها من خلال التحليل الإحصائي، للسلاسل الزمنية لمعدلات التساقطات المطرية والصبيب المائي في منطقة الدراسة، للفترة الممتدة من سنة 1970-71 إلى سنة 2011-12 رصدنا وجود ثلاث فترات: الأولى امتدت من سنة 1970-71 إلى سنة 1979-80 و تميزت بكونها رطبة، الفترة الثانية من سنة 1980-81 إلى سنة 1994-95 عرفت استقرار لأوضاع الجفاف المناخي، وتراجعت فيها التساقطات المطرية والصبيب المائي إلى أدنى مستوى لهما، أما الفترة الأخيرة فقد امتدت من سنة 1995-96 إلى سنة 2011-12 وشهدت تناوبا بين السنوات الجافة والرطبة. وتجدر الإشارة إلى أن التساقطات المطرية والجريان المائي بالحوض عرفا تراجعا هاما في معدلاتهما منذ سنة 1979-80، كما لوحظ أيضا تزايد في تردد التساقطات المطرية المتطرفة المركزة زمنيا ومجاليا منذ سنة 1995-96، مما أدى إلى حدوث عدة فيضانات تسببت في خسائر كبيرة، خاصة وأن حوض إيناون يتميز بضعف مواجهته لهذه المخاطر، إذ لا زال يعتمد بشكل كبير على الإجراءات الظرفية والآنية في تدبير هذه الظواهر. وفي نفس السياق مكنت عملية

الاستقصاء الميداني والإتصال المباشر بسكان مجال الدراسة من تأكيد هذه النتائج. في الأخير كان من بين الأهداف الرئيسية لهذه الدراسة، المساهمة قدر الإمكان في تشخيص التغيرية المطرية والهيدرولوجية داخل الحوض وكذا دراسة الظواهر المناخية القصوى وتفسيرها، من خلال ربطها بالآليات الجوية المسؤولة عنها ومعرفة بعض طرق تدبيرها، بإحدى أهم المناطق الاستراتيجية بالمغرب (حوض إيناون باعتباره يضم رابع أكبر سد في المغرب والذي يلعب دورا أساسيا في توفير المياه لسقي مزروعات سهل الغرب). الكلمات المفتاحية: حوض إيناون، التغيرية الهيدرومترية، الجفاف المناخي، الفيض المطري، الصبيب المائي، الفيضانات، الدورة الهوائية، تدبير الفيضانات، التكيف مع الجفاف.

Résumé

Les études climatiques et hydrologiques plus précisément, font partie actuellement des axes fondamentaux de recherches adoptés par le Maroc dans le processus de son développement, surtout que le climat impacte de façon notable les différents secteurs socio-économiques en particulier le domaine agricole. De plus le Maroc a connu depuis les années 80 et 90 de longues périodes de sécheresse alternées avec des phases de précipitations extrêmes aggravant les effets des risques climatiques. La variabilité climatique est une caractéristique principale du climat du Maroc qui se trouve dans une zone de transition entre la zone subtropicale chaude au sud et sèche et la zone tempérée au nord humide et froide. De ce fait, il est soumis à une alternance de types de temps sèches et humides avec une fréquence variée selon les années.

Dans ce travail nous avons déterminé d'abord les particularités physiques et climatiques du bassin versant d'Inaouène dont les effets sont très importants sur la nature du régime hydrologique. Puis nous avons étudié les caractéristiques de la variabilité pluviométrique et hydrologique dans ses dimensions spatio-temporelles et traité les facteurs atmosphériques qui déterminent le climat du bassin y compris les mécanismes aérologiques qui influencent les phases pluviométriques et hydrologiques extrêmes. Afin de réaliser ses objectif plusieurs méthodes géographiques et cartographiques de recherches sont utilisées. Cependant le traitement statistique des données pluvio-hydrologiques occupe une place essentielle avec l'emploi de plusieurs lois de probabilité et de tests de tendance et de ruptures.

L'analyse de la circulation atmosphérique sur le Maroc reste également une des axes les plus importants dans le but d'expliquer les régimes hydro-pluviométriques et les phénomènes climatiques extrêmes. Dans ce sens plusieurs sites d'archivage et d'analyses de cartes météorologiques sont consultés pour déterminer les mécanismes aérologiques responsables de phases de sécheresses et d'humidité dans le bassin. Afin d'interpréter cette variabilité de précipitations, nous avons recherché la corrélation de celle-ci avec les oscillations atmosphériques. Il s'est avéré ainsi que l'oscillation nord-atlantique ONA a un impact important sur les précipitations du bassin par rapport à l'oscillation Méditerranéenne d'Ouest OMO, en particulier pendant la période pluvieuse de l'année.

Ainsi, l'étude statistique de séries pluvio-hydrologiques a été réalisé selon la période 1970-71/2011-12, pendant laquelle nous avons pu distinguer trois grandes phases : la première s'étend de 1970-71 à 1979-80 qui avait en général un climat plus humide. La deuxième, de 1980-81 à 1994-95, à l'inverse est caractérisée par des conditions climatiques très sèches, dont les répercussions étaient très néfastes sur les ressources en eau du bassin qui ont connu une baisse notable. Quant à la dernière période 1995-96/2011-12 elle marquée par une alternance d'années sèches et humides, ce qui signifie que les totaux annuels sont plus proches de la valeur moyenne de toute la période étudiée. Par ailleurs depuis l'année 1995-96 on a pu constater une augmentation importante des intensités pluviométriques surtout pendant la phase de 2008-09/2010-2011. Ces précipitations extrêmes, concentrées dans le temps et l'espace, sont responsables de grandes inondations aggravées par les installations humaines sur les lits des oueds. Finalement nous avons finaliser notre travail en étudiant les modes de gestion des risques hydro-climatiques dans le bassin où se situe le quatrième plus grand barrage au Maroc (Idriss I),

qui joue un rôle majeur dans l'approvisionnement en eau d'irrigation de la plaine du Gharb. Malheureusement la gestion de ces risques dans le bassin s'avère insuffisante et moins efficace, car elle s'appuie sur des mesures de nature circonstancielle pour faire face à de tels phénomènes.

Mots-clés : bassin d'Inaouen, variabilité climatique, sécheresse, inondations, débit, oscillations atmosphériques, gestion des inondations, l'adaptation avec la sécheresse.

Abstract

Climatic and hydrological studies constitute the fundamental research in Morocco in the process of its development, because the climate significantly impacts the various socio-economic sectors, like agricultural activity. Indeed, Morocco has known since the 80s and 90s long periods of drought alternated with phases of extreme precipitation produced climatic risks. Climatic variability is a main feature of Morocco's climate, which is located between dry subtropical zone in the south and the wet temperate zone in the north. As a result, we can distinguish an alternation of different types of dry and wet weather with annual frequency variation.

In this work, we first determined the physical and climatic characteristics of the Inaouène watershed, whose effects are very important on the nature of the hydrological regime. Then we studied the pluviometry and hydrological variability in its spatio-temporal dimensions and treated the atmospheric factors, which determine the climate of the basin including the areological mechanisms, which influence the extreme pluviometry and hydrological phases. In order to achieve its objectives, several geographic and cartographic research methods are used. However, the statistical processing of pluvio-hydrological data occupies an essential place with the use of several probability laws and trend and break tests.

Atmospheric circulation analysis on Morocco also remains one of the most important axes in order to explain hydro-rainfall regimes and extreme climatic phenomena. In this sense, several archiving and analysis sites of meteorological maps are consulted to determine the areological mechanisms responsible for phases of drought and humidity in the basin. In order to interpret this variability in precipitation, we looked for its correlation with atmospheric oscillations. It results that the North Atlantic Oscillation NAO has a large impact on the basin's precipitation compared to the Western Mediterranean Oscillation WeMO, especially during the rainy months within year.

Thus, the statistical study of pluvio-hydrological series was concerned period 1970-71/2011-12, during which we were able to distinguish three main phases: the first extends from 1970-71 to 1979-80 which had generally a more humid climate. The second, from 1980-81 to 1994-95, on the other hand, is characterized by very dry climatic conditions, responsible of declined water resources of the basin. The last period 1995-96 / 2011-12, was marked by an alternation of dry and wet years, which signifies that annual precipitation was nearby the average of the entire period studied. Moreover, since 1995-96, a significant increase in rainfall intensities has been observed, especially during the 2008-09/2010-2011 phase. This extreme precipitation, concentrated in time and space, is responsible for major flooding aggravated by human settlements on the alluvial terraces of wadis. Finally, we completed our work by studying the methods of managing hydro-climatic risks in the basin where the fourth largest dam in Morocco is located (Idriss I), which plays a major role in the supply of irrigation water to the plain of Gharb. Unfortunately, the management of these risks in the basin is insufficient and less effective, because is based on measures of a circumstantial nature to deal with such phenomena.

Keywords: Inaouen basin, climate variability, drought, floods, flow, atmospheric oscillations, flood management, adaptation with drought.

1. مقدمة عامة

أصبحت التغيرات المناخية، رغم تهوين البعض من أهميتها، واقعا ملموسا تظهر آثاره في مختلف مناطق العالم. من ارتفاع سنوي لدرجة حرارة الأرض الذي بلغ في المتوسط 0.75 درجة مئوية مقارنة بـ سنة 1860، وارتفاع مستوى البحر بما يقارب 1.8 ملم سنويا منذ 1961 و 3.1 ملم سنويا منذ 1993. وتزايد وتيرة الظواهر المناخية القصوى، وما ينتج عنها من خسائر مادية وبشرية، كموجات الحرارة المفرطة والجفاف والأعاصير والفيضانات. وتتوقع مجموعة الخبراء الحكوميين حول تطور المناخ، أن يزداد ارتفاع درجة حرارة الأرض في أفق 2100 بما يتراوح بين 1.8 و 4 درجات مئوية. وبالتالي تعتبر ظاهرة التغيرات المناخية ظاهرة عالمية إلا أن تأثيراتها محلية، أي تختلف من مكان لآخر على سطح الكرة الأرضية. فهناك بعض المناطق مسها الجفاف وأخرى تعرف فيضانات، ومناطق أخرى مهددة بغمر المحيطات لها، ومناطق أخرى عرفت فيضانات بعد فترات جفاف طويلة. وبهذا يشكل تغير المناخ أكبر تحدي تواجهه البشرية، وذلك بالنظر إلى التحولات الكارثية الكبرى التي من المحتمل أن تنتج عنه إقتصاديا، وإجتماعيا (PNUD, 2010)، وبيئيا (GIEC / OMM & PNUE, 2002). فالنماذج المناخية تنبؤنا بأن الأرض تشهد إحترارا ملحوظا منذ عقد الثمانينيات، ومن المحتمل أن يزداد حدة خلال القرن 21 بفعل تنامي ظاهرة الإحتباس الحراري.

بناء عليه يعتبر المغرب من الدول الأكثر عرضة لمخاطر التغيرات المناخية في القارة الإفريقية، حيث يتميز بسياق هيدرولوجي يطبعه غياب الانتظام في الكميات المتوفرة من المياه في الزمن والمكان. وذلك بفعل تعاقب السنوات الجافة مند الثمانينيات. فخلال الثلاث عقود الأخيرة عرف المغرب سنوات جافة كانت فيها كميات التساقطات المطرية المحصل عليها في بعض الأحيان أقل من العادية، حيث حدث عجز في كميات التساقطات مقارنة مع المعدل. وحسب مديرية الأرصاد الجوية الوطنية (D.M.N) يتضح بأن تطور معدل التساقطات المطرية بالمغرب بين الفترتين الممتدتين من سنة 1961 إلى 1985 و 1986 إلى 2005، عرف امتداد مجال المناخ الجاف على حساب مجال المناخ شبه الرطب (Driouech. F 2005).

فالإقتصاد المغربي يعتمد على الثروة الطبيعية خاصة المائية في الأنشطة الزراعية والسياحية، حيث يتلقى سنويا 140 مليار متر مكعب من التساقطات المطرية. أغلبيةها تتبخر ولا يبقى منها سوى ما يناهز 22 مليار متر مكعب كموارد مائية طبيعية، ما بين 18 مليار متر مكعب على شكل مياه سطحية، و 4 مليارات متر مكعب من الموارد المائية الجوفية، وفق آخر الإحصائيات. وتقدر مجموع الموارد المائية السطحية والباطنية بحوالي 22 مليار متر مكعب منها 18% مياه باطنية و 82% مياه سطحية (الحافيط، 2015). وينتظر أن يبلغ الطلب على الماء 16,2 مليار متر مكعب في أفق 2030، وسيصل العجز المائي مستقبلا إلى 5 مليارات من الأمتار المكعبة. ومن جهة أخرى لازال قطاع الماء يواجه عددا من التحديات الكبرى، المرتبطة أساسا بندرة الموارد المائية واستفحال الظواهر المناخية القصوى (الجفاف والفيضانات)، تحت تأثير التغيرات المناخية وحسب المؤشر العالمي للمخاطر المناخية، ويعتبر المغرب من الدول الأكثر عرضة لهذه الظواهر حيث جاء ضمن الدول المنحصرة رتبها ما بين 51 و 100 (Indice mondial des risques climatiques Germanwatch 2018). ومن جهة أخرى يعتبر المغرب عرضة لخطر الفيضانات، حيث عرف في الفترة ما بين سنتي 1995 و 2008

العشرات منها، التي تسببت في مقتل 1068 شخص دون إحتساب الخسائر المادية (Ministère de E.M.E.E, 2008)، ومنها فيضان أورिका سنة 1995، وفيضان سنة 2002 ب (المحمدية، الجديدة، تازة، الدارالبيضاء، تطوان، أكادير، سطات، برشيد) وكذلك فيضان 2009 ب (تازة، الدارالبيضاء، الرباط، طنجة، خنيفرة، الصويرة (Tramblay et al., 2012)).

وبناء عليه يعرف المناخ بدراسته للحالات الجوية التي تحدث بمكان معين، وذلك من خلال تعاقبها المعتاد (Pedelaborde, 1991)، يتبين من خلال هذا التعريف أن تحديد مناخ منطقة معينة يتم بناء على إحصاء سلسلة من الحالات الجوية التي حدثت في الماضي، وقد حددت المنظمة العالمية للأرصاد الجوية فترة زمنية لا تقل عن ثلاثين سنة. والجدير بالذكر أن الحالة الجوية هي نتاج لتدرجات في عناصر المناخ من رياح وحرارة وتساقطات مطرية... إلخ، وذلك في الطبقة الأولى من الغلاف الجوي، ينبثق عن هذه الحالة الجوية قيم مختلفة لعناصر المناخ (حرارة، رياح، تساقطات... إلخ) التي يصطلح عليها بالطقس. وقد دفعت المخاطر المصاحبة للتغير المناخي، المناخيين والمتروولوجيين إلى زيادة الاهتمام بدراسة التغيرات المناخية، نظرا لما تخلفه من آزمات إقتصادية وإجتماعية وبيئية.

هكذا أصبحت التغيرات المناخية المعاصرة خلال الثلاث العقود الأخيرة، حقلا خصبا للأبحاث المناخية، الأساسية منها أو التطبيقية. فعلى المستوى الوطني ابتدأت هذه الأبحاث منذ فترة الحماية، حيث إهتمت بدراسة الخصائص العامة لمناخ المغرب. وفي فترة الإستقلال عرفت الإنتاجات في هذا المجال ركودا باستثناء بعض المقالات، واستمرت هذه الوضعية إلى غاية عقدي الثمانينات والتسعينات، حيث بعد موجة الجفاف التي عرفها المغرب في أواسط الثمانينات وما خلفته من آثار سلبية على المستوى البيئي والاجتماعي. أدى ذلك إلى إثارة الانتباه من جديد إلى ضرورة الاهتمام بتعميق الأبحاث المناخية، حول خصائص مناخ البلاد وانعكاساته. وتجلى ذلك من خلال إنجاز مجموعة من الرسائل الجامعية والمقالات وتنظيم ندوات وطنية حول التغيرات المناخية، وتأسيس مجموع من المؤسسات من بينها المجلس الأعلى للماء والمناخ، المرصد الوطني للجفاف... إلخ. وفي الوقت الحالي تعتبر الدراسات المناخية من بين الأسس الهامة التي يعتمد عليها المغرب في مسلسل التنمية. وذلك بالنظر لطبيعة مناخه وتأثيره على تطور الأوساط الطبيعية وعلى مختلف الأنشطة الاقتصادية والاجتماعية. فتاريخه يبين أن التوترات السوسيواقتصادية التي عرفها، ناتجة في الغالب عن بعض الظواهر المناخية من قبيل الجفاف.

انطلاقا مما سبق ذكره، أتى هذا العمل حول التغيرات الهيدرولوجية ومطرية وما يصاحبها من ظواهر مناخية قصوى، على اعتبار أن ظاهرة التغيرات المناخية، تشكل الميزة الأساسية لمناخ حوض إيناون الذي هو مجال دراستنا. بفعل وجوده في منطقة انتقالية بين النطاق الحار جنوبا والمعتدل شمالا. وفي واقع الأمر نجد أن مجموعة من المناطق التي تنتهي إليه تتعرض بكيفية مستمرة، لهذا النوع من المخاطر حيث تعتبر على الدوام عرضة لتناوب فترات الجفاف وفترات الفيض المطري. إذ تعتبر مجالا خصبا لتشكيل الفيضانات من خلال تظافر مجموعة من الإكراهات؛ كالانحدارات القوية والطبوغرافية المعقدة والبنية الصخرية الهشة وندرة الغطاء النباتي، كل

هذه العوامل تؤدي إلى حدوث خطر الفيضانات. التي تمتد إلى مناطق مأهولة بالسكان (مدينة تازة، بلدية واد أمليل، جماعة بني فتاح... إلخ). كما أن حوض إيناون خلال السنوات الأخيرة عرف من حين لآخر تردد الجفاف المناخي والهيدرولوجي، مما يؤثر على الموارد المائية التي أصبحت تعاني من خصاص دائم.

2. تحديد موضوع البحث وأهميته العلمية

وقع الاختيار على موضوع "التغيرية المطرية والهيدرولوجية بحوض إيناون: دراسة تأثير الحالات المناخية القصوى للتصريف المائي وطرق تديرها" لاعتبارات عدة، تمثلت في كون هذا العمل امتدادا وتعميقا للبحث المنجز سابقا لنيل شهادة الماستر، الذي تم فيه التطرق لخصائص التغيرية الهيدرولوجية بعالية حوض ورغة، إضافة كذلك إلى:

الدوافع الذاتية: تتمثل في معاينتنا لمجال الدراسة، وهو ما مكننا من فهم المجال ومختلف إمكانياته الطبيعية والبشرية ودرايتنا بمختلف الترابطات والميكانيزمات التي تحكمه.

الدوافع الموضوعية: تتلخص بالأساس في كون الدراسة تصب في تخصص الجغرافيا الطبيعية والتهيئة، والمعارف التي اكتسبناها خلال سنوات التكوين خاصة في مرحلة الماستر، إضافة إلى معرفتنا المتواضعة بتقنيات البحث الجغرافي (نظم المعلومات الجغرافية، البرامج والمناهج الإحصائية... إلخ) بالإضافة إلى الرغبة في الوقوف على أهم التأثيرات التي أحدثتها التغيرية المناخية والظواهر المناخية القصوى المصاحبة لها على مكونات الوسط (البيئة، والمجتمع) بحوض إيناون. حيث أضحت هذه الظواهر تثير اهتماما كبير لدى الرأي العام الوطني، كما أنها بأبعادها المختلفة أصبحت تستقطب شيئا فشيئا اهتمام المخططين والمتدخلين في المجال. فعقب تزايد حدتها وتأثيراتها خلال السنوات الأخيرة، انتقل النظر إلى هذه الظواهر من معطى طبيعي صرف إلى اقتناع مفاده أنه يجب التعامل معها كمعطى بنوي. لذا من الضروري دراستها دراسة علمية مستفيضة لأخذها بعين الاعتبار في مخططات التنمية الاقتصادية والاجتماعية التي تقوم بها الدولة.

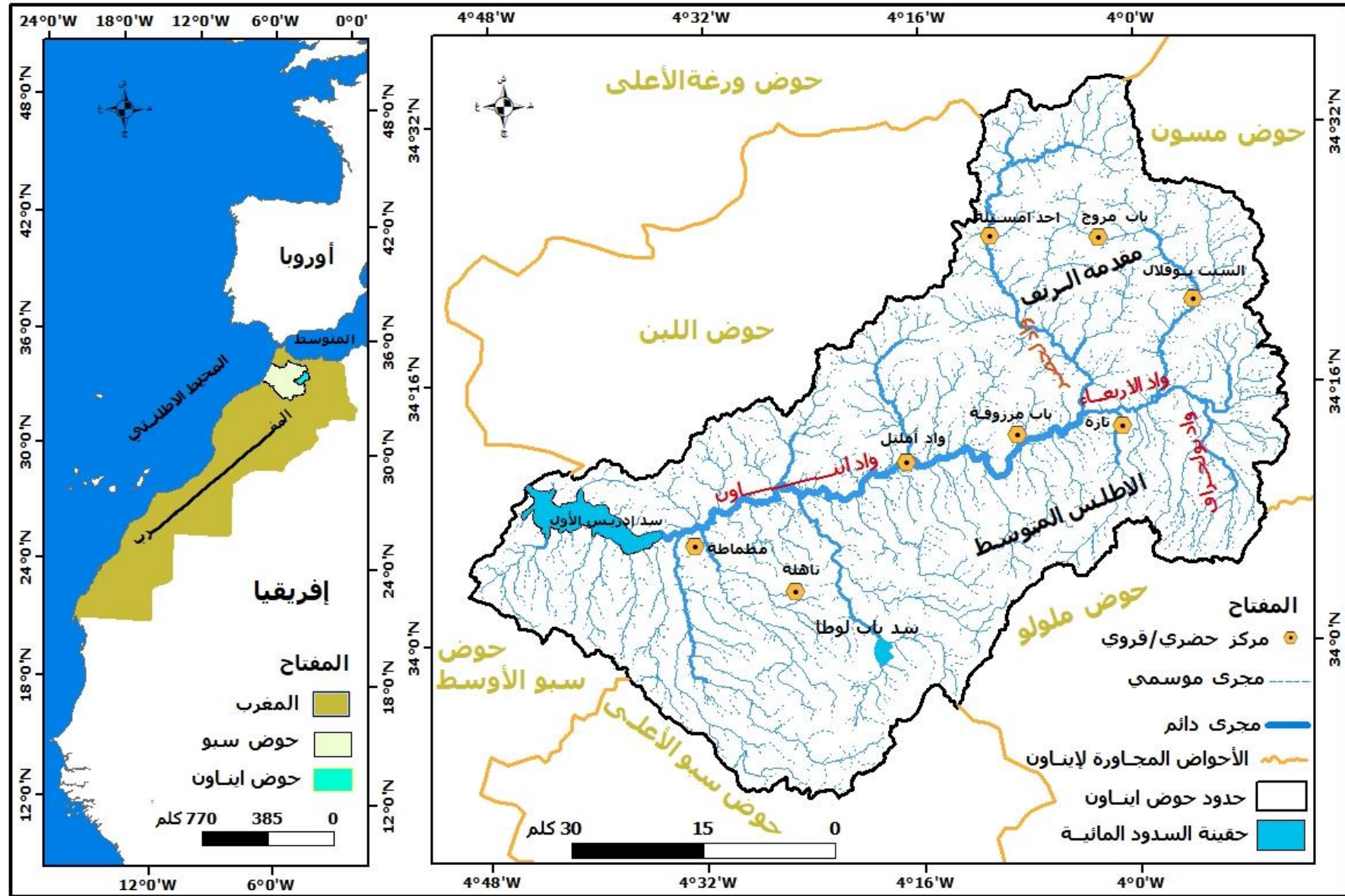
تتجلى أهمية الموضوع في كونه يرمي إلى إجراء دراسة جغرافية وصفية وتفسيرية، لظاهرة التغيرية الهيدرولوجية (التساقطات المطرية والصبيب المائي) والظواهر المتطرفة المصاحبة لها، التي تردد على الحوض من حين لآخر، وتحليل علاقاتها بميكانيزمات الدورة الهوائية العامة. وسنستحضر في هذا الصدد مستجدات الأبحاث المناخية والهيدرولوجية التي أجريت على نفس الموضوع، في مجموعة من البلدان كدول البحر الأبيض المتوسط وأمريكا الشمالية... إلخ. إذ تندرج هذه الدراسة في إطار تعميق الأبحاث الهيدرولوجية الهادفة إلى ضبط خصائص التغيرية المطرية وتأثيرها على الجريان السطحي بحوض إيناون، وكذلك الظواهر المتطرفة المصاحبة لها وتفاعلاته مع بعض الظواهر الطبيعية الأخرى، كحركية الدورة الهوائية العامة والترابطات البعيدة المدى وذلك وفق منهج تركيبي.

كما ستشكل هذه الدراسة إضافة نوعية في البحث الجغرافي المناخي والهيدرولوجي بالمجال المغربي وحوض إيناون كنموذج، وفق رؤية تطبيقية ضمن علم المناخ التطبيقي، عبر إجراء تشخيص علمي دقيق ومعمق للمختلف الوضعيات المناخية المتطرفة، المتمثلة في السنوات الجافة والسنوات المطيرة المتعاقبة

على حوض إيناون من 1970-71 إلى 2012-13 وتحليل الآثار الناجمة عنها من أحداث للجفاف والفيضانات، وكذلك وضع مقترحات عملية لتدبير الأخطار الهيدرولوجية بحوض إيناون، التي يمكن الاستفادة منها في وضع البرامج والإجراءات في مجال التخطيط والتنمية الترابية من أجل التأقلم مع هذه الأخطار والتخفيف من تداعياتها الاقتصادية والاجتماعية والبيئية. إذ ستشكل هذه الأطروحة قوة اقتراحية يمكن استثمار نتائجها مستقبلا في وضع برامج التهيئة الترابية خاصة بالنسبة لحوض إيناون، نظرا لكون هذا الأخير من الأكثر الأحواض المغربية تأثرا بالتغيرات المطرية والهيدرولوجية وتعاقبا للجفاف والفيضانات التي تخلف أضرارا كبيرة بالمجال، بفعل وضعيته المناخية والطبوغرافية والجيولوجية والجيومورفولوجية التي تجمع بين مجالين مختلفي الخصائص: السفح الريف في الشمال والأطلسي في الجنوب.

3. تقديم مجال الدراسة

ينتشر المجال الجغرافي لحوض إيناون، عند الحدود الشمالية للأطلس المتوسط والنطاق الريف، بمساحة تقدر ب 3601 كلم² وبمحيط يقدر ب 376 كلم، أي ما يناهز 12.92% من مساحة حوض سبو. خرائطيا يمكن أن نحدد الحوض بين خطي طول 4° 91' و 3° 78' غربا وخطي عرض 34° 58' و 33° 84' شمالا خريطة رقم 1 يحاط الحوض المائي لإيناون شرقا بحوض ملوية، وسبو الأوسط غربا، وبالشمال الغربي يحد بورغة الأعلى وواد البن، وجنوبا بسبو الأعلى، وينتمي الحوض إلى جهة فاس - مكناس. ويمتد حوض إيناون فوق أجزاء أربعة أقاليم هي جرسيف، تازة، تاوانات، مولاي يعقوب وصفرو، حيث تتوزع ساكنة الحوض على أزيد من 802 دوار متفاوتة الأحجام (47 جماعة قروية وجماعة حضرية)، تضم عدة قبائل أهمها، التسول، غياثة، بني وراين، أيت سغروشن، بالإضافة إلى قبيلة بني سادن بالجنوب الغربي.



خريطة رقم 1: الموقع الجغرافي لحوض إيناون

ينبع واد إيناون انطلاقا من جبل أمسيف وينتهي عند سد إدريس الأول، إذ يعتبر ثاني أهم روافد واد سبو بعد واد ورغة ويمتد على طول 157 كلم، كما يتغذى على روافد مهمة آتية من المنطقة الريفية وأخرى من الأطلس المتوسط كما هو مبين في الخريطة 1.

4. إشكالية البحث

يعتبر حوض إيناون من أهم الأحواض الثانوية لحوض سبو. ونظرا لخصائصه المناخية (إنتماؤه إلى المناخ المتوسطي الذي يخضع للتأثيرات الأطلنטיكية والمتوسطية والجنوبية الصحراوية)، والجغرافية (الارتفاعات المهمة والتوجيه الجيد للسفوح). التي تجعله يستقبل كميات مهمة من التساقطات المطرية حيث تصل إلى 1200 ملم بمحطة باب بودير. فهو يعد رافدا مهما لواد سبو ويتوفر على موارد مائية مهمة تساعد على تلبية حاجيات السكان، من الماء ومختلف الأنشطة الاقتصادية داخل حوض، ومن جهة أخرى فواد إيناون يغذي رابع أكبر سد في المغرب وهو سد إدريس الأول. الذي يعتبر منشأة مائية هامة توفر مياه الري لأكبر منطقة فلاحية في المغرب (سهل الغرب). لكن رغم الإمكانيات المائية التي يتوفر عليها هذا الحوض إلا أنها تتعرض للاستنزاف والاستغلال المكثف من طرف السكان.

ويزيد من حدة هذا الاستغلال، التغيرية المجالية الكبيرة (400 ملم بمحطة عين بوقلال و1200 ملم بمحطة باب بودير) والزمنية (291 ملم سنة 1994-95 و854 ملم سنة 1995-96 بمحطة باب مرزوقة) في التساقطات المطرية التي يعرفها هذا الحوض. إذن، تأسيسا على ما سبق، يمكن القول أن الإشكالية المركزية لموضوع هذا البحث تتمحور حول دراسة المشكل الكبير الذي يعاني منه حوض إيناون دائما وباستمرار، وتكون له انعكاسات على شتى مناحي الحياة به ألا وهو مشكل التغيرية الهيدرولوجية وما يصاحبها من ظواهر مناخية متطرفة (جفاف وفيضانات)، ويعتبر التحدي الأكبر الذي يواجهه الحوض لأنه يعرقل جهود التنمية أولا، وثانيا يساهم في استفحال الخصائص المائي من جهة والتسبب في خسائر مادية وبشرية من جهة أخرى التي أبانت عن مدى هشاشة بنيانه والأسس التي يقوم عليها. وإذا كانت هذه الظاهرة المناخية ليست بجديدة، بحكم أنها شكلت على الدوام، منذ القديم، السمة البارزة لتطور مناخ الحوض على جميع مستويات الزمن، فإنها أصبحت أكثر حدة وتردد منذ مطلع الثمانينات من القرن 20. ومن تجليات هذه التغيرية أيضا خاصة خلال العقود الأخيرة أي ابتداء من سنة 1980 حدوث خلل في توزيع التساقطات المطرية على المستوى الزمني والمجالي المعتاد، وتردد أكثر للسنوات الجافة على حساب المطيرة، حيث أثبتت الملاحظات الرصدية لمناخ المغرب، وجود تغيرية مناخية كبيرة. ففي هذه الفترة حدثت عدت إشارات تتمثل في تردد أوضاع الجفاف، وحدثت فيضانات مركزة ومفاجئة. إذ خلال الفترة الممتدة من 1960-61 إلى 07-2006 عرف المغرب أزيد من 20 حالة فيضان، كان نصيب مجال الدراسة منها 8 حالات، كما حدث خلل في التساقطات المطرية الفصلية (التساقطات الشتوية أصبحت مركزة في فترة قصيرة).

يمكن التعبير عن هذه الإشكالية من خلال الطرح التالي: في الوقت الذي يسعى المغرب والجهات المعنية بالحوض إلى وضع الإجراءات والتدابير لمواجهة التغيرية المناخية والظواهر المناخية القصوى كبناء السدود

ووضع برامج التهيئة للوقاية من الفيضانات، استجابة لمتطلبات النمو السكاني المتسارع، فإن هذه الظواهر المتكررة والمتوقعة تقوم بعرقلة هذه الجهود وتجعلها في بعض الأحيان دون جدوى إذن:

- ما هي خصائص التغيرية المجالية والزمنية للتساقطات المطرية والصبيب المائي بحوض إيناون خلال الأربعين سنة الماضية أي في الفترة الممتدة بين 1970-71 و2012-13؟
- ما هو اتجاه (Tendance) التساقطات المطرية والصبيب المائي وهل هناك انقطاع (Rupture) فيهما بحوض إيناون خلال الفترة المدروسة؟
- ما هي خصائص الظواهر المناخية القصوى (الجفاف والفيضانات) من حيث اتجاهها وترددتها وكذا الانعكاسات المترتبة عنها داخل المجال المدروس؟
- ماهي مختلف العوامل الطبيعية والبشرية المسؤولة عن حدوث هذه الظواهر؟ ما علاقة التغيرية المطرية بالحوض بآليات الدورة الهوائية وبأنظمة التآرجح المهيكله لها؟
- كيف يتم تدبير الظواهر المناخية القصوى بحوض إيناون؟ وما موقع المغرب في هذا الشأن مقارنة مع الدول المتقدمة (إسبانيا وفرنسا كنموذج)؟

5. أهداف البحث وفرضياته

بشكل عام، يهدف هذا العمل إلى التحقق من مجموعة من الفرضيات، والتي يمكن صياغتها كالآتي:

- إن الهشاشة التي يتسم بها حوض إيناون على مستوى خصائصه الطبيعية والبشرية هي التي تزيد من تأثير الأخطار الهيدرومناخية التي يتعرض لها هذا الحوض والتي زادت حدتها خلال الأربع عقود الأخيرة.

- يتسم حوض إيناون بتغيرية هيدرومناخية قوية وحادة زمنية ومكانية وهذا ما يزيد من احتمال تعرض هذا الحوض للأخطار الهيدرومناخية المتطرفة على الجفاف والفيضانات.

- ترجع التغيرية الهيدرومناخية الزمنية والمجالية لعوامل مرتبطة بالمجال المدروس وعوامل أخرى مرتبطة بالتأثير المتباين لأصناف الطقوس وبآليات الدورة الهوائية العامة وبالذبذبات المناخية.

- في الآونة الأخيرة أصبح حوض إيناون يعرف ترددا أكثر للظواهر المناخية القصوى (الفيضانات والجفاف). مما يؤدي الى حدوث أضرار كبيرة بالمجال المدروس.

- يبقى تدخل الجهات المعنية للتكيف مع هذه الظواهر ضعيفا لا يرقى إلى المستوى المطلوب وإلى مستوى الدول المتقدمة. بفعل تفاقم عوامل هشاشة المجال وكذا بطء إنجاز برامج الوقاية وضعف الساكنة في مواجهتها للظواهر الهيدرومناخية القصوى.

اعتبارا لما تم ذكره من استفحال لأوضاع الجفاف منذ عقدي الثمانينات والتسعينات، والتردد المتزايد والمستمر للتساقطات الاستثنائية. وما يترتب عليهما من مخاطر، نتيجة حدوث تغيرية كبيرة في التساقطات المطرية. الشيء الذي انعكس سلبا على الخصائص الهيدرومناخية لمنطقة الدراسة، تتجلى الأهداف المتوخاة من هذا العمل فيما يلي:

- تحديد الخصائص الطبيعية والبشرية لحوض إيناون ومعرفة مدى تأثيرها وتأثرها بالتغيرات الهيدرولوجية؛
 - دراسة تغيرية التساقطات المطرية والصبيب في بعدهما الزمني والمجالي، بحوض إيناون لمعرفة الخصائص الحالية التي أصبحت تغطي عليهما؛
 - معرفة مدى تأثير الخصائص المحلية على نظام التساقطات المطرية (العامل الأوروغرافي، توجيه السفوح)؛
 - معرفة تأثير التغيرات المطرية على الجريان السطحي بحوض إيناون؛
 - تشخيص مختلف الظواهر المناخية القصوى التي تهم حوض إيناون من حيث ترددها الماضي والمستقبلي وتطورها الزمني؛
 - تفسير هذه الظواهر من خلال ربطها بالآليات الجوية المسؤولة عنها؛
 - معرفة الآثار الناجمة عن المخاطر الهيدرولوجية بحوض إيناون؛
 - التطرق إلى التدابير المتخذة من طرف السكان والجهات المعنية، لمواجهة الظواهر المناخية القصوى ومقارنتها مع الدول المتقدمة لمعرفة مستوى تقدم المغرب في هذا المجال؛
 - تطوير منهجية لدراسة التغيرات المطرية والهيدرولوجية والظواهر المناخية القصوى المصاحبة لها؛
6. منهجية البحث وطريقة تحليله والأدوات المعتمدة فيه

1.6. المناهج المعتمدة في البحث

وللإجابة على إشكالية الأطروحة، سنعتمد على المنهجيات التالية:

- **المنهجية التحليلية الوصفية:** الهدف الأساسي لهذه الطريقة هي تكوين نظرة حول الخصائص المناخية التي يتصف بها مناخ معين. تركز في ذلك على إجراء دراسة تحليلية لعناصر المناخ كالحرارة والتساقطات المطرية (Estienne & Godard 1970). من خلال توظيف مناهج إحصائية متنوعة وبرامج معلوماتية مخصصة لهذا الغرض، التي ستمكننا من رصد وتشخيص مظاهر التغيرات الهيدرولوجية على المستوى المكاني والزمني، وتردد الظواهر المناخية والهيدرولوجية القصوى التي تهم حوض إيناون.
- **المنهجية التركيبية أو الديناميكية:** تعتمد على دراسة تأثير التغيرات الزمنية للتساقطات المطرية على الصبيب المائي وإيجاد العوامل المتحكممة فيهما، وكذلك إعطاء تفسير علمي دقيق لتطور الظروف الجوية في علاقتها مع هذه التغيرات. فهي تعتمد على تحليل أحوال الجو العامة بدراسة تردد أصناف الطقس ودينامية الدورة الهوائية. كما تفسر الآليات المسؤولة عن حالة جوية معينة.

من المنظور الجغرافي تعتبر المقاربتين متكاملتين فيما بينهما، بحكم أن الجغرافيا تجمع بين الوصف والتفسير، وبين التحليل والتركيب. إذ تركز الطريقة التحليلية الوصفية على الدراسة التفصيلية بغية

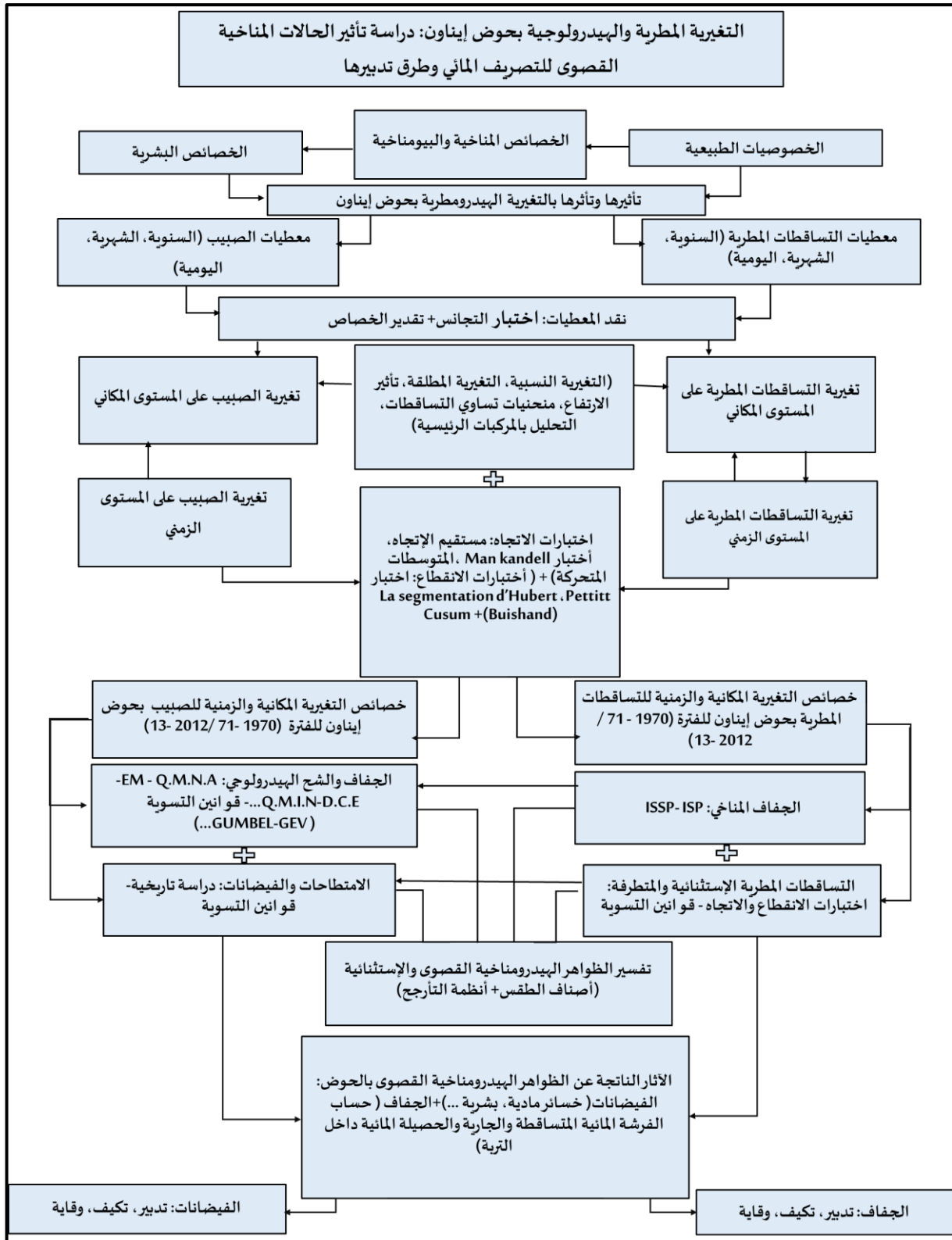
تحديد خصائص المناخ. بعدها تأتي الطريقة التركيبية التي تعتمد على التفسير، معتمدة في ذلك على دراسة الآليات الجوية المؤثرة خلال طقس جوي معين.

في خطوة أولى من هذا البحث، سنقوم بإجراء دراسة إحصائية تحليلية ووصفية للتغيرات الهيدرومطرية والظواهر المناخية القصوى بأبعادها الزمنية والمجالية، على اعتبار أن تحليل الأبعاد المجالية للإشكالية المدروسة سيمكن من تحديد موطئها، ومواصفاتها، وأنماط أو أشكال توزيعها عبر المجال الجغرافي المدروس. ثم سننتقل بعد ذلك إلى تحليل الأبعاد والخصائص الزمنية للظواهر المدروسة لرصد التغيرات الهيدرومطرية وكيفية تطور التساقطات المطرية والصبيب المائي عبر الزمن.

وسنهتم في الخطوة الثانية بتفسير التغيرات المناخية التي عرفها المجال المدروس، والكشف عن بعض العوامل الجوية المتحكمة في حدوث وتعدد الظواهر المناخية القصوى، بحيث سنبرز العلاقة الموجودة بين هذه الظواهر ودينامية الدورة الهوائية والذبذبات المناخية بمختلف أنواعها، وما ينتج عن ذلك من طقوس مختلفة تتواتر على المجال المدروس. وفي الأخير سنعمل على إبراز آثار هذه الظواهر على مجال الدراسة والتدابير المتخذة للوقاية والتكيف معها، والشكل رقم 1 يوضح المنهجية المتبعة في إنجاز الأطروحة.

- **المنهج المقارن:** من خلاله سنجري مقارنة بين مجال مقدمة الريف والسفح الأطلسي، على مستوى التغيرات الزمنية للتساقطات المطرية وكذا أنظمتها وأصناف الطقس المؤثرة بكل منهما، بالإضافة إلى تردد وتأثير الظواهر الهيدرومناخية القصوى، نظرا لكونهما يختلفان في البنية الجيولوجية. كما سنعمل على مقارنة النتائج المتوصل إليها باعتماد التحليل الإحصائي مع نتائج الاستبيان الشفوي وكذلك مع نتائج الدراسات التي همت بعض الأحواض بالمغرب وبعض الدول المجاورة.
- **المنهج التاريخي:** والذي تكمن أهميته في دراسة الظواهر وتشخيص التطورات التي عرفتھا والبحث عن جذورها وسيرورتھا التاريخية، وقد عملنا من خلاله على تعقب مجموعة من الظواهر التي تخدم إشكالية البحث؛ كتاريخ الفيضانات والجفاف والتطورات الديموغرافية.
- **منهجية دراسة الحالة:** حاولنا من خلالها دراسة الجوانب المتعلقة بالظواهر الهيدرومناخية القصوى من قبيل الفيضانات والجفاف، وقد استحضرنّا في هذا الصدد بعض الحالات الأكثر تمثيلية، التي عملنا على وصفها، عبر التطرق لظروف نشأتها وللخسائر المترتبة عنها، وكذلك تفسيرها بربطها بالعوامل المسؤولة عن تشكلها.

شكل رقم 1: خطاطة توضح المنهجية المتبعة في الأطروحة



المصدر: إنجاز شخصي، 2018.

2.6 الأدوات المعتمدة في الأطروحة

- العمل الإحصائي: والتي سنحاول من خلالها دراسة معطيات التساقطات المطرية والصبيب. بالاعتماد على مناهج إحصائية متنوعة، ومنها اختبارات الاتجاه والانقطاع ومعامل الانحراف النسبي ومعامل التغيرية (شكل رقم 1). وستشكل هذه المقاربة حيزا كبيرا ضمن هذه الدراسة نظرا لما تتضمنه

من معطيات رقمية. وفي نفس السياق سنعتمد على بعض البرامج الإحصائية من قبيل Excel ، Excel ، Stat ، khronostat ، Hyfran ، إذ ستسمح لنا بمعالجة المعطيات بشكل سريع وستقدم نتائج بدقة عالية.

- **العمل الكارطوغرافي:** عن طريق توظيف تقنيات نظم المعلومات الجغرافية (SIG)، إذ بها سنحدد حدود المجال المدروس وكذلك خصائصه الطبيعية والبشرية، وإبراز مختلف التوزيعات لاسيما المرتبطة بالتساقطات المطرية.
- **العمل البيبليوغرافي:** في بداية هذه الدراسة عملنا على جمع أكبر قدر ممكن من الدراسات والأبحاث (كتب، مقالات، أطروحات، تقارير)، خاصة التي تناولت عناصر الإشكالية. وقد شكلت الدراسة البيبليوغرافية الأساس النظري لدراسة الموضوع في شموليته. من خلال التعرف على ما تم كتابته في الموضوع وذلك بدءا بالدراسات التي تناولت حوض البحر الأبيض المتوسط، ثم بعد ذلك المغرب وأخيرا حوض إيناون. من أجل الانطلاق من النتائج المتوصل إليها، وإدراج العديد من العناصر التي لم يتم التطرق إليها من قبل خاصة بمجال الدراسة.
- **الاعتماد على الخرائط الطبوغرافية وصور الأقمار الصناعية والصور الفوتوغرافية:** في هذا الصدد سنعمل على استغلال الخرائط الطبوغرافية لمعرفة حدود مجال الدراسة، كما ستمكننا من وضع مجموعة من الخرائط المرتبطة بأشكال استغلال التربة وخريطة الأصناف النباتية. ومن جهة أخرى سنوظف صور الأقمار الصناعية لمعرفة مؤشر التغطية النباتية (NDVI). كما سيتم توظيف الصور الفوتوغرافية سواء التي سنقوم بالتقاطها، وتلك التي سنحصل عليها من مختلف المصالح الإدارية. إذ ستمكننا على سبيل المثال من رصد حجم الفيضانات التي يعرفها مجال الدراسة وكذلك الوقوف على أساليب التهيئة المنجزة للوقاية من المخاطر المدروسة.
- **العمل الميداني:** سنعتمد فيه على الملاحظة والمقابلة الشفوية، فالأولى وعبر الزيارات المتكررة للمجال ستمكننا من معرفة طبوغرافيته ووحداته الكبرى. لاسيما وأن التضاريس تلعب دورا مهما في الفوارق الحرارية وفي توزيع التساقطات المطرية. أما الثانية ومن خلال الإستجابات الشفوية التي سنقوم بها مع الساكنة المحلية. سنبرز أثر التغيرية الزمنية للتساقطات المطرية لاسيما على الموارد المائية وكذلك سبل التكيف مع المخاطر المرتبطة بالجفاف والفيضانات.

7. مضامين ومحتويات البحث

انطلاقا من الإشكالية وتماشيا مع الأهداف المسطرة، قسمنا هذا العمل إلى أربعة أقسام أساسية مترابطة ومتكاملة فيما بينها (الخطاطة رقم 2) حيث في:

القسم الأول: في هذا القسم سنتطرق إلى الأبحاث التي تناولت موضوع الدراسة، على مستوى حوض البحر الأبيض المتوسط والمغرب، وعلى مستوى حوض إيناون. كما قدمنا من خلاله وضعية المعطيات المعتمدة في هذا البحث، والطرق المعتمدة لتقدير الخصائص والثغرات المتواجدة فيها. بالإضافة إلى ذلك حاولنا معرفة المميزات الطبيعية لحوض إيناون، المتمثلة في الخصائص المورفومترية،

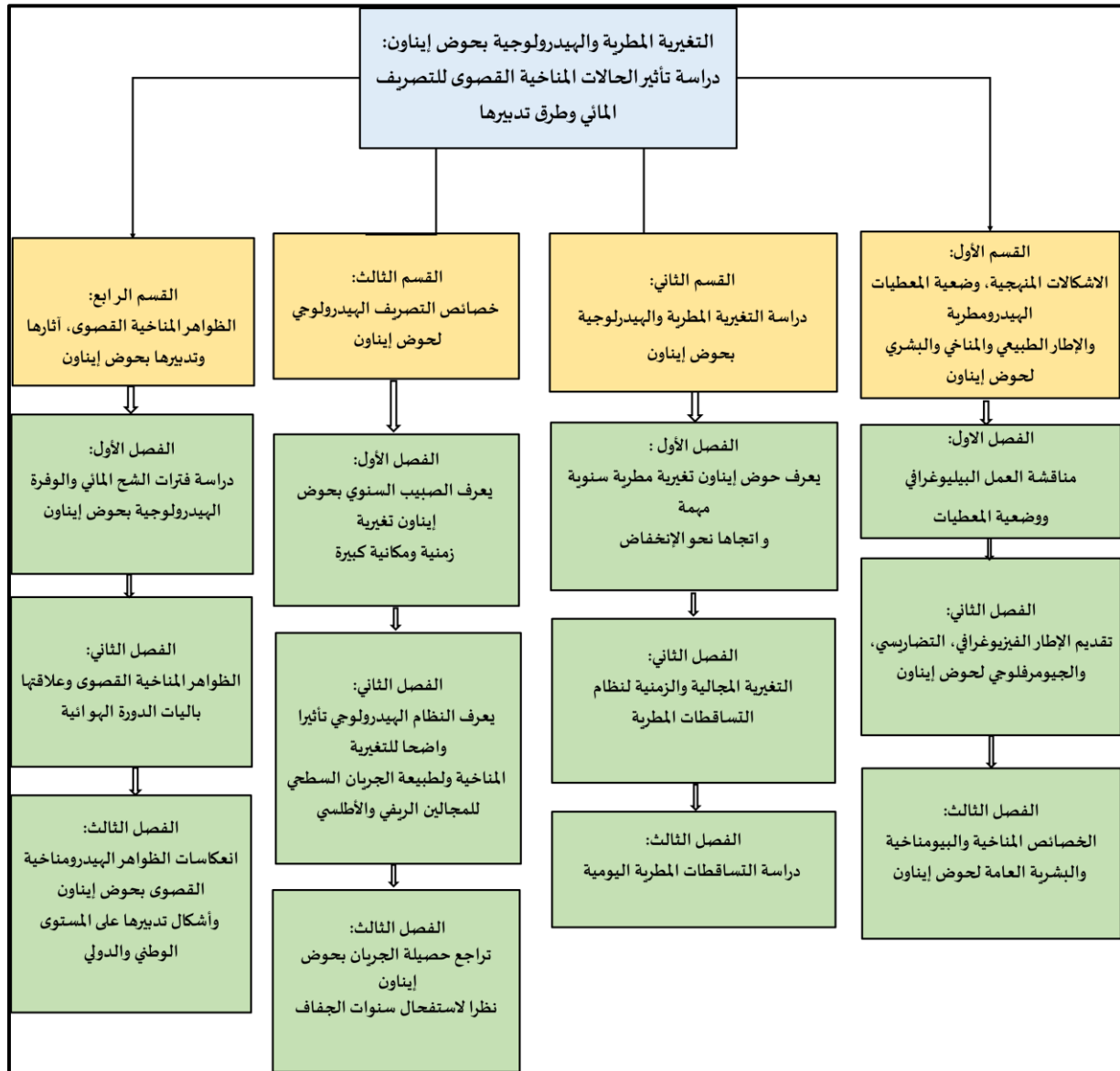
الجيومورفولوجية والجيولوجية نظرا لأهميتها في الدراسة الهيدرولوجية. كما سنعمل أيضا في هذا القسم على دراسة الخصائص المناخية والبيومناخية للحوض بحيث سنتطرق إلى العوامل المؤثرة في مناخ المغرب. وفي الأخير سيتم الوقوف على الجوانب البشرية للحوض والأنشطة التي تمارس داخله، نظرا لإرتباطها بمختلف الظواهر التي يعرفها والتي تؤدي في غالب الأحيان، إلى الإخلال بالتوازن البيئي عامة.

القسم الثاني: سيخصص هذا القسم لدراسة التغيرات الهيدرولوجية بحوض إيناون، في أبعادها الزمنية (على المستوى اليوسني، الفصلي، الشهري، واليومي) والمكانية (مقارنة بين مختلف أجراء الحوض). بحيث سيتضمن ثلاث فصول (الخطاطة رقم 2).

القسم الثالث: سنتطرق في هذا القسم لخصائص التصريف الهيدرولوجي، من خلال التعرف على التغيرات الزمنية والمكانية للصبيب السنوي بالحوض، وكذلك عبر دراسة النظام الهيدرولوجي الشهري في السفح الربي والأطلسي. بالإضافة إلى التطرق لأوضاع التصريف اليومي بالحوض، وفي الأخير سنقوم بحساب حصيلة الجريان بمختلف مكوناتها.

القسم الرابع: سندرس فيه الظواهر المناخية القصوى التي يعرفها حوض إيناون، المتمثلة في الجفاف والفيضانات من حيث ترددتها وفترة عودتها. كما سيتم التطرق أيضا لأصناف الطقوس المسؤولة عنها وتتبع أشكال الدورة الهوائية المحدثة لها. كما سنعمل على رصد مختلف التأثيرات الناتجة عن هذه الظواهر بالحوض. وبالموازاة مع ذلك سنبين التدابير المتخذة، من طرف الجهات المعنية والسكان للتخفيف من حدة الظواهر المناخية التي يعرفها حوض إيناون. كما إنتهينا بمقارنة هذه التدابير مع دول الجوار خاصة إسبانيا وفرنسا.

شكل رقم 2: بنية الأطروحة



المصدر: إنجاز شخصي، 2018.

8. المفاهيم المؤطرة للبحث

تتضمن هذه الدراسة مجموعة من المفاهيم الأساسية، التي وجب الوقوف عليها وتفسيرها في البداية

لتسهيل قراءة وفهم الأطروحة، ومنها:

- المناخ Climat: هو الوضعية المكونة من سلسلة من الحالات الجوية فوق مكان ما في تداولها العادي خلال فترة زمنية طويلة (30 سنة على الأقل).
- الطقس Temps : حالة الجو في مكان ما في فترة زمنية محددة وقصيرة خلال يوم واحد أو لعدة أيام، إذ يمثل التركيب الحاصل ما بين الحالة الجوية أي بنية الطبقات السفلى والمتوسطة من الغلاف الجوي من جهة والظواهر الجوية من جهة أخرى.

- **الظواهر المناخية القصوى Événements climatiques extrêmes**: هي ظواهر جوية متطرفة (شديدة القوة) أو سابقة لأوانها، وتتميز بحدوث تغيرات جوية مفاجئة أو غير فصلية. كما تشمل الأحوال الجوية الشديدة طقسًا غير متوقع، غير عادي، القاسية والحادة. ومن الأمثلة على ذلك التساقطات المركزة زمنيا ومجاليا، حدوث الجفاف في الفترة المطرة من السنة... الخ.

- **تغير المناخ Changement climatique**: يشير تغير المناخ حسب (الفريق الحكومي الدولي المعني بتغير المناخ G.I.E.C) إلى تغير في حالة المناخ يمكن تحديده عن طريق استخدام نماذج رياضية تساعد في تتبع التغيرات التي تطرأ على معدل عدة عناصر مناخية، طبيعية ومؤشرات بشرية واقتصادية، هذه الظاهرة تستمر لفترة طويلة تدوم عادة لعقود أو لفترات أطول. وقد يعزى تغير المناخ إلى عمليات داخلية طبيعية أو تأثيرات خارجية مثل عمليات التغير في الدورة الشمسية، وحالات ثوران البراكين، والتغيرات المستمرة البشرية المنشأ التي تحدث في تركيب الغلاف الجوي أو في استخدام الأراضي. وتعرف اتفاقية الإطار الأمم المتحدة بشأن تغير المناخ (UNFCCC) في مادتها الأولى بأن "التغير في المناخ يعزى بصورة مباشرة أو غير مباشرة إلى النشاط البشري الذي يغير من التركيب الكيميائي للغلاف الجوي حيث يشكل معطى يضاف إلى تحولات المناخ الطبيعية الملاحظة خلال فترات زمنية متماثلة".

- **التغيرية الهيدرولوجية Variabilité hydroclimatique**: تشير إلى التباينات في متوسط حالة المناخ والصبيب وغير ذلك من الإحصاءات المناخية) مثل الانحرافات المعيارية، وحدث ظواهر متطرفة، وما إلى ذلك)، بجميع النطاقات المكانية والزمنية. وقد تعزى هذه التغيرية إلى عمليات داخلية طبيعية في إطار النظام المناخي وتسمى بالتغيرية الداخلية، أو إلى تباينات في التأثير الطبيعي أو الخارجي البشري المنشأ (التغيرية الخارجية).

- **الاتجاه أو النزعة العامة Tendence générale**: هي عبارة عن حركة وتطور زمني لظاهرة مناخية معينة، خلال فترة زمنية طويلة الأمد. فالنزعة العامة للمناخ هي منحى اتجاهي إما نحو الارتفاع أو نحو الانخفاض في القيم الرصدية (التساقطات المطرية، الحرارة، قيم الضغط... إلخ) لمدة تصل إلى بضعة عقود. ومن الناحية الإحصائية تعبر النزعة التطورية عن الارتباط الموجود بين متغير تابع الذي يتجسد في التساقطات المطرية والحرارة مثلا ومتغير مستقل متمثل في الزمن (سنة، شهر، يوم)، وبهذا فإن الاتجاه أو النزعة العامة يراد منها رصد حركة التطور العام، الذي سلكته الظاهرة في تسلسلها الزمني خلال الفترات السابقة (باحو، 2002؛ Grisolle et al., 1973).

- **انقطاع أو انكسار Rupture**: ويقصد به تغير في قانون توزيع المتغيرات العشوائية، التي تعرفه السلاسل الزمنية المتتالية (Lubes et al., 1994)، خلال فترة زمنية طويلة، ونظرا لكون قيم التساقطات المطرية متغيرة غير منتظمة عبر الزمن يمكن أن يقع عليها انقطاع أو كسر، الذي يمكن أن ينتج عن تغيير في مكان المحطة الرصدية أو عن تحول الظروف المناخية.

- الهشاشة أو سرعة التأثر **Vulnérabilité**: مدى كون النظام الطبيعي الإحيائي عرضة للآثار الضارة أو أنه غير قادر على مواجهة الآثار المترتبة على تغير المناخ، بما في ذلك تعاقب الظواهر الجوية المتطرفة. ومدى التأثر يتوقف على سمات وحجم ومعدل تغير المناخ الذي يتعرض له النظام وعلى حساسية ذلك النظام وقدرته على التكيف (الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ، 2014).
 - التكيف **Adaptation**: يتمثل في المبادرات والتدابير التي ترمي إلى الحد من تعرض الأنظمة الطبيعية والبشرية لتأثيرات تغير المناخ الحالية أو المتوقعة. ويمكن التمييز بين أنواع عديدة من التكيف، مثل التكيف الاستباقي والتفاعلي، والتكيف الخاص والعام، والتكيف المستقل والمخطط. ومن الأمثلة عليه، إنشاء السدود على الأنهار أو مصدات الفيضانات على السواحل، وإستبدال المنشآت الحساسة بمنشآت أكثر مقاومة للحرارة والصدمات، وما إلى ذلك (الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ، 2007).
 - القدرة على التعافي (أو على الصمود) **Résilience** : قدرة نظام اجتماعي -إيكولوجي على التعايش مع ظاهرة خطيرة أو اضطراب خطر، بحيث يستجيب أو يعيد تنظيم نفسه بطرق تحافظ على وظيفته الأساسية وهويته وهيكله، مع الحفاظ أيضاً على القدرة على التكيف التعلم والتحول (الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ، 2014) .
- وفي الأخير تجدر الإشارة إلى أن هناك مفاهيم أخرى سيتم شرحها داخل مضمون الأطروحة.

القسم الأول:

الإشكالات المنهجية، وضعية المعطيات الهيدرومطرية
والإطار الطبيعي والمناخي والبشري لحوض إيناون

مقدمة القسم الأول

لإنجاز دراسة جغرافية ينبغي التحديد المسبق للإطار المجالي الذي يجب أن يكون منحصر الأبعاد، حيث يعتبر أرضية الأبحاث الجغرافية، إذ عليه تتكون وتتطور كل المظاهر البسيطة والمعقدة التي تحدد عوالمه، وتنشأ هذه الأخيرة نتيجة مجموعة من أشكال التهيئة التي ينجزها الإنسان بهدف ضمان الاستقرار والعيش، من خلال المراقبة والتحكم والاستغلال اللامتناهي للوسط الطبيعي. إذن فالخصائص الطبيعية والبشرية للمجال، تتحدد نتيجة تداخل مجموعة من العناصر الداخلية والخارجية. كما أن الإعتناء بالأبعاد المجالية والزمنية للظواهر الجغرافية يشكل صلب التحليل الجغرافي، نظرا لكون هذه الظواهر منتمة للمجال ومتغيرة في الزمن، والمكان والزمن عنصران مترابطان لأن الظاهرة الجغرافية تحدث فيهما معا في نفس الآن، من هنا تتضح الأهمية القصوى لهذين البعدين في دراسة أية ظاهرة جغرافية.

انطلاقا مما سبق وإرتباطا بموضوع البحث، فإن التغيرات المطرية والهيدرولوجية وما يرتبط بها ظواهر قصوى، تتخذ مظهرين الأول مكاني والثاني زمني، لذا كان لابد أن ننطلق من تحديد مجال البحث، في المكان من خلال فهم الخصائص الطبيعية والبشرية لحوض إيناون ثم بعد ذلك الزمن. ولكن كان من الضروري في بداية هذا القسم، أن نتطرق إلى بعض الأبحاث التي تناولت موضوع الدراسة، وذلك على مستوى حوض البحر الأبيض المتوسط والمغرب وعلى مستوى حوض إيناون، لمعرفة أهم النتائج المتوصل إليها في مجال التغيرات الهيدرولوجية، بهدف الانطلاق منها، ووضع هذه الدراسة ضمن سياق هذه الأبحاث. كما عملنا على تقديم المحطات المناخية والهيدرولوجية المدروسة، وبيننا من خلاله أيضا وضعية المعطيات المعتمدة في هذا البحث، والطرق المعتمدة لتقدير الخصائص والثغرات، الموجودة في السلاسل الزمنية للتساقطات المطرية والصبيب.

وفي الفصل الثاني سيتم التطرق للمميزات الطبيعية لحوض إيناون، المتمثلة في الخصائص المورفومترية والجيومورفولوجية والجيولوجية؛ نظرا لأهميتها في الدراسة الهيدرولوجية. على اعتبار أن الخصائص المورفومترية للأحواض النهرية هي نتاج مباشر وغير مباشر للعوامل الطبيعية والأحوال المناخية والنباتية والتربة وتدخل الإنسان، بالإضافة إلى تأثير الخصائص المورفومترية نفسها، إذ تؤثر هذه الخصائص على الجريان من حيث كبحه وتسريعه واختزان الموارد المائية. وتساعد أيضا على تفسير التغيرات المطرية والهيدرولوجية، لكون مجالنا يتسم بالتعقد الطبوغرافي، كما يجمع ما بين مجالين مقدمة الريف في الشمال والسفح الأطلسي في الجنوب.

كما سيتم العمل في آخر هذا القسم، على دراسة الخصائص المناخية والبيومناخية للحوض بحيث سنتطرق لخصائص الحرارة، وللعوامل المؤثرة في مناخ المغرب لاسيما منها المرتبطة بالعوامل الجغرافية وبالدورة الهوائية العامة، وكذلك للجوانب البشرية للحوض والأنشطة التي تمارس داخله، نظرا لإرتباطها بمختلف الظواهر التي يعرفها الحوض والتي تؤدي في غالب الأحيان، إلى الإخلال بالتوازن البيئي عامة.

الفصل الأول:

مناقشة العمل البيبليوغرافي ووضعية المعطيات

مقدمة

لقد أنجزت مجموعة من الأبحاث والدراسات حول موضوع الأطروحة من طرف عدة باحثين في المغرب، في إطار المجهودات المبذولة في تتبع الظواهر الهيدرولوجية من تغيرية وفيضانات وجفاف، كان لزاما الانطلاق من هذه الدراسات والأبحاث للوقوف على المناهج المعتمدة والنتائج التي تم التوصل إليها. وللقيام بهذه الدراسة والإجابة على الإشكالية على أكمل وجه، لابد من توفر مجموعة من العناصر الأساسية، أولها وجود محطات قياس التساقطات المطرية، الصبيب والحرارة بمجال الدراسة، ثانيا التوفر على المعطيات الإحصائية اللازمة التي من الأفضل أن تغطي فترة زمنية طويلة تفوق 30 سنة؛ لهذا سنحاول خلال هذا الفصل القيام بمهمتين، الأولى تتجلى في تقديم أهم المحطات المكونة للحوض والثانية تتمحور حول عملية نقد المعطيات، وملء الفراغات بالنسبة للمحطات التي تعرف نقصا وفراغا في هذه المعطيات.

1.1. مناقشة العمل البيبليوغرافي

1.1.1. مناقشة البيبليوغرافيا التي تناولت التغيرية الهيدرولوجية

1.1.1.1. تغيرية التساقطات المطرية

تتميز دراسة التساقطات المطرية بالتعقيد نظرا لمظاهرها المختلفة، ليس فقط من حيث كميتها وإنما أيضا من حيث ترددها، حدتها ومدتها، ومتغيراتها المرتبطة بالتوزيع المكاني الفصلي والبيفصلي. وهناك مجموعة من الدراسات بينت أن هناك نزوع أو ميل ملحوظ نحو الارتفاع في التساقطات المطرية (New et al., 2001, Folland et al., 2001)، على المستوى الكوني وسجل ذلك بين الفترة الممتدة من سنة 1901 إلى سنة 2005 (Trenberth et al., 2007). وعلى مستوى النصف الشمالي من الكرة الأرضية لوحظ أن هناك ارتفاع في التساقطات المطرية المسجلة في شمال أوروبا وانخفاضها في المناطق شبه مدارية، (Trenberth, 2007 ; Trenberth et al., 2011).

منذ سنة 1900 انخفضت كمية التساقطات المطرية بـ 5 % في معظم البلدان المحاذية للبحر الأبيض المتوسط، باستثناء الشريط الممتد ما بين تونس إلى ليبيا الذي عرف ارتفاعا خفيفا في كمياتها (Nicholls et al., 1996). وفي خضم هذا الاتجاه العام (Tendance) كان هناك تناوب منتظم بين الفترات الرطبة و الفترات الجافة ، فالتسجيلات المطرية في حوض البحر الأبيض المتوسط الغربي تبين ظهور فترات رطبة هامة من سنة 1900-01 إلى سنة 1920-21 ، 1930-31 إلى 1956-57 ، ومن سنة 1968-68 إلى 1980-81 مع ظهور فترات جافة لاحقا (Maheras et Kolyva-Machera, 1990)، وابتداء من 1951 بينت التسجيلات أن هناك اتجاه خفيف نحو الانخفاض في التساقطات المطرية في بلدان البحر الأبيض المتوسط ،على امتداد جميع الفصول (Palutikof et al., 1996)، مع وجود اتجاه طفيف في الارتفاع في شرق المتوسط خلال فصل الخريف .

إن دراسة اتجاه التساقطات المطرية محليا، يعطي صورة مفصلة عن النزوع العام لهذا المعطى المناخي، فخلال الفترة الممتدة ما بين 1979-80 و1994-95 انخفضت التساقطات المطرية بـ 17 % مقارنة مع العقدين السابقين، على امتداد جزء كبير من الشمال الغربي لأفريقيا، إسبانيا، إيطاليا واليونان أيضا، (Nicholls et al., 1996). وخلال الفترة الحديثة الممتدة من 1979 - 80 إلى 2005-06، ارتفعت التغيرات الجوية خاصة في المناطق المتباينة طبوغرافيا والقريبة من الساحل، حيث عرف فيها معدل التساقطات المطرية تغيرية مهمة (Trenberth et al., 2007 ; 1998, Turkes, 1996).

وتجدر الإشارة إلى أن تنبؤات الاتجاه العام للتساقطات المطرية، في منطقة البحر الأبيض المتوسط يبقى غير واضح، بسبب ضعف مصداقية النماذج المناخية العالمية، في ظل إعطاء تصور مقبول حول التساقطات المطرية الجوية. هذه النماذج تعطي أدلة عكسية حول الكيفية التي يمكن أن تتغير بها التساقطات المطرية في منطقة حوض البحر الأبيض المتوسط. فبعض النماذج تفترض ارتفاع عام في التساقطات المطرية في هذه المنطقة والبعض الآخر يفترض، انخفاض كميات التساقطات المطرية بين 1.5 و7.3 % (Rosenzweig et Tubiello., 1997).

إن غالبية هذه النماذج تبين ارتفاع التساقطات المطرية في فصل الشتاء، و انخفاضها في فصل الصيف، في معظم مناطق البحر الأبيض المتوسط إلى حين سنة 2100، انطلاقا من المتوسطات المحصل عليها والمدرسة من طرف (Palutikof et al, 1992). بينما نجد نقطة مشتركة بين نماذج متعددة تتمثل في انخفاض التساقطات المطرية السنوية، على مستوى معظم مناطق البحر الأبيض المتوسط جنوبا بين 40 و45 درجة شمالا، وارتفاعها في الشمال (Cubasch et al., 1996 ; Palutikof et Wigley., 1996).

إذا كانت نتائج النماذج المستعملة في تغيرية التساقطات المطرية، صحيحة في استشراف الإستجابة للغازات المسببة للاحتباس الحراري، فنمذجة الجفاف في منطقة البحر الأبيض المتوسط يمكن أن يكون سببه هو التأثير المتزايد للإنسان على مناخ هذه المنطقة، والحالات الرطبة يمكن أن تعكس التأثير الكبير للهباء الجوي les aérosols على تكوين الأنظمة السحابية. على المدى القصير يمكن لهذه الشوائب أن تقاوم تأثير تزايد الغازات الدفيئة في بعض المناطق، والنماذج المستعملة في هذه المنطقة تفترض على المدى البعيد ابتداء من سنة 2050، انخفاض للتساقطات المطرية موازاة مع تزايد تأثير الغازات المسببة لاحتباس الحراري (Palutikof et al., 1996). أخيرا تبقى الكيفية التي ستتغير بها التساقطات المطرية غير أكيدة، لأنها تظل رهينة بتغير مكونات الغلاف الجوي فوق منطقة البحر الأبيض المتوسط، لكن بعض النماذج تقرر أن هناك تناقص في كمية التساقطات المطرية، على مستوى مجالات كبرى داخل النطاق المناخي، مع احتمال وجود فترة انتقالية في بعض المناطق نتيجة التأثير العكسي للجزيئات الصلبة العالقة في الجو Les aérosols .

في نفس السياق أنجزت مجموعة من البحوث في المغرب في إطار الدراسات المناخية الاستشرافية، التي وضعتها من بين الدول الأكثر عرضة للتغيرات المناخية التي يشهدها العالم (Driouech., 2010 : Hulme

(et al. 1999)، هذه الدراسات المستقبلية من بين نتائجها أنه سيكون انخفاض في المعدل العام للتساقطات المطرية، إلى حدود نهاية القرن 21 (IPCC, 2007)، بالإضافة إلى ارتفاع في درجة الحرارة بـ4 درجات حسب تنبؤات نموذج الدورة العامة (Saloui, 2000).

وحسب بعض الدراسات هذا الانخفاض في التساقطات المطرية، إبتدأ منذ نهاية سبعينيات القرن الماضي، حيث هم المناطق الشمالية و الشمالية الشرقية من المملكة (Hanchane, 2013؛ جناتي، 2017)، إذ يلاحظ وجود انقطاع في التساقطات المطرية على مستوى المغرب بأكمله. وقد حدد هذا الانقطاع أو الانكسار ما بين سنة 1975-76 و 1979-80 وابتداء من هذه الفترة بدأت التساقطات المطرية تعرف انخفاض ملحوظ (Sebbar, A. 2013؛ Zamrane, 2017).

كما أن هناك مجموعة الباحثين أكدوا من خلال دراستهم للانحراف المعياري و متوسط التساقطات المطرية بالمغرب، وجود عدم انتظام في الهطول المطري (Amraoui et al., 2004, Saloui., 2000). فالتطور الزمني للتساقطات المطرية، يتميز بتذبذبات و بتغيرية كبيرة و بتناوب مستمر بين الفترات الجافة و الرطبة (Bahou, A. 2002؛ جناتي، 2004). خلال القرن الماضي عرف المغرب فترات جفاف حادة، خلال سنوات الثمانينات و التسعينات (Hanchane, 2013). مما أثر سلبا على الموارد المائية خاصة في حوض سبو وعلى القطاع الفلاحي والقطاعات السوسيواقتصادية الأخرى. بشكل عام خلال القرن 20 عرف المغرب ذبذبات مناخية يمكن تقسيمها إلى 3 فترات: الأولى امتدت بين سنة 1945-46 و 1962-63 تميزت بعجز في التساقطات المطرية، الثانية بين 1963-64 و 1979-80 التي كانت نسبيا رطبة، والفترة الأخيرة امتدت من نهاية السبعينات إلى حدود بداية القرن 21، تميزت بخصائص استثنائية في التساقطات المطرية (Sebbar, 2013؛ Meddi et al., 2009). وفي نفس السياق نجد بعض الدراسات أنجزت على المغرب (2005 Norrant)، خلصت إلى أن هناك انخفاض في التساقطات المطرية الشهرية في بعض الفصول والمناطق.

وبالانتقال إلى مجال دراستنا، نجد أن معظم الدراسات التي أنجزت على هذا المجال أكدت ما سبق ذكره، حيث خلصت انطلاقا من تحليل معطيات التساقطات المطرية، إلى استنتاج فترتين متباينتين: الأولى تميزت بوفرة التساقطات المطرية خلال سنوات الخمسينات إلى حدود نهاية سبعينيات القرن الماضي، أما الفترة الثانية التي امتدت خلال سنوات الثمانينات والتسعينات تميزت بتردد سنوات جافة. و بمقارنة متوسط التساقطات المطرية السنوية للفترتين السابقتين، نجد مثلاً أن في مدينة تازة التي تنتهي إلى المجال المدروس وصل العجز المطري بها إلى 236.8 ملم بنسبة بلغت 31.3% (جناتي عبد الحميد، 2005، 2017؛ Nouaceur., et al, 2014). بهذه المنطقة تقلصت التساقطات السنوية بشكل ملحوظ حيث انتقلت من 847 ملم سنة 1961-62 إلى 470 ملم سنة 1991-92 بنسبة 45% (Hanchane, 2011).

ونتيجة لذلك أن نجد الفترة الممتدة بين 1980-81 و 2008-09 ترددت فيها 23 سنة جافة، في حين أن الفترة العادية لم تتعدى سنتين. هذا العجز في التساقطات المطرية الذي بلغت نسبته 20% (Sebbar, 2013) ناتج عن تناقص كمية التساقطات المطرية، التي طرأت على المجال المدروس في العقود الأخيرة.

2.1.1.1. تغييرية الصبيب

بحكم مناخه الجاف وشبه الجاف، يعاني المغرب من مشكل الخصاص في الموارد المائية، التي تصبح في بعض الأحيان نادرة وصعبة الاستغلال، خاصة وأن المغرب يعرف تغييرية زمنية ومكانية كبيرة على مستوى التساقطات المطرية (Riad, 2003)، هذه الموارد قيمة متوسطها السنوي تصل إلى 18 مليار متر مكعب، حيث يختلف هذا المتوسط حسب السنوات من 5 إلى 50 مليار متر مكعب، ففي المناطق التي يسود بها المناخ المتوسطي تتوصل بتساقطات مطرية مهمة وجريان مائي منتظم نسبيا، خاصة بأودية الأطلسين المتوسط والكبير والريف، بينما المناطق التي تخضع للمناخ الصحراوي تقل بها التساقطات المطرية عن 150 ملم، وبالتالي يسجل بها عجز مائي كبير. كما أن عدم انتظام التساقطات المطرية في الزمن يدل على تعاقب سنوات جافة وأخرى رطبة مما يجعل الاختلاف والتباين في الحصيلة المائية يميز سنة عن أخرى.

على هذا الأساس فإن تغييرية الصبيب، لها علاقة مباشرة بتباين التساقطات المطرية عبر التراب المغربي. وكنتيجة لذلك عرف معامل الجريان المائي، انخفاضا انطلاقا من نهاية السبعينات، التي تتطابق مع الانكسار أو الانقطاع الذي حدث في التساقطات المطرية، خلال نفس هذه الفترة (1980-79). وهذا ما توصلت إليه الدراسة التالية (Singla, et al, 2010) التي أنجزت على 27 حوض مائي بهدف التعرف على نظامها الهيدرومتري. وقد لوحظ أن تقلص الصبيب السنوي والشهري، تم بموازاة مع السنوات التي أنجزت فيها السدود المائية الكبرى، وتم التأكيد على أن هذا التراجع سببه انخفاض التساقطات المطرية الذي سجل ابتداء من نهاية السبعينات، وكذلك الدور الذي لعبته السدود في تعبئة الموارد المائية، هذه النتيجة تم التوصل إليها أيضا من طرف (Zamrane, 2016 ; Khomsi 2014 ; Riad, 2003).

على مستوى حوض سبو وبعد الفترة الرطبة التي امتدت من سنة 1970-71 إلى 1979-80، عرف الصبيب تراجعا مهما (nejjari, 2004 ; Zamrane, 2016 ; Haida, et al, 1999)، تراوح هذا العجز ما بين 50 % بسافة الحوض و 70 % بسبو الأوسط (Yoli Baudet Eudes et al., 2017). ومن الأسباب المؤدية إلى ذلك، نجد الجفاف المناخي المطول الذي عاشه الحوض بفعل التراجع المطري الذي حدد تاريخ بدايته سنة 1979، (Singla et al., 2010, Agoumi & Debbarh, 2006; Knippertz et al., 2003). وفي ارتباط مباشر مع هذا العجز تمثلت الانحرافات السلبية عن المتوسط العام 16 سنة هيدرولوجية في الفترة 1979-80 / 1999-20 مقارنة مع الفترة الممتدة من 1950-51 إلى 1978-79 وذلك بنسب تعدت 30 % - في أغلب الأحيان، وبهذا أصاب المعدل العام للتصريف عجزا بينا فاقت نسبته 40 % بمحطات الحوض خاصة بعالية مشرع بلقاصيري (جناتي، 2017).

وبالنسبة لحوض إيناون الذي هو مجال دراستنا أكدت الدراسات، أن قيم الصبيب بدأت في الانخفاض منذ بداية الثمانينات (El garouani et Tribak, 2006 ; 2014)، وذلك نتيجة لانخفاض الذي حصل في التساقطات المطرية، في الفترة الممتدة من سنة 1950-51 إلى 1978-79 حيث كانت انحرافات الصبيب عن المعدل في معظم السنوات إيجابية. في حين خلال الفترة ما بين 1979-80 و1999-00 طغت

الانحرافات السلبية بنسب تجاوزت -80 % في بداية التسعينيات، إذ تقلص الصبيب ما بين الفترتين بنسب تراوحت بين 25 % و 59 % (جناتي، 2017).

2.1.1 مناقشة البيبليوغرافيا التي تناولت الظواهر المناخية القصوى

نتيجة للتغيرات المناخية التي حصلت بالحوض البحر الأبيض المتوسط، طرأ تغيير على تردد الظواهر المناخية القصوى، فلقد بينت الدراسة المنجزة من طرف (Gregory et Mitchell, 1997) أن احتمالية حصول جفاف، بمدة تصل إلى 30 يوم بجنوب أوروبا ارتفعت من 2 إلى 5 مرات كنتيجة غير مباشرة للاحتباس الحراري. و من جهة أخرى نجد دراسة (Palutikof et al., 1992) باليونان التي قدر انخفاض التساقطات المطرية الصيفية بـ 10 %، بينما نجد زيادة في الفترة الرطبة بنسبة 15 %. بشكل أصبحت هذه المنطقة تعرف انخفاض في التساقطات المطرية وتزداد أكثر للفترات الجافة، موازاة مع ذلك هناك ارتفاع في احتمال عودة هذه الفترات بمدد أطول، و بالمقابل نجد العكس في المناطق التي تعرف ارتفاع في التساقطات المطرية (Khoms, 2014).

وبالانتقال إلى المغرب هناك مجموعة من الدراسات أكدت هشاشة المجال المغربي، اتجاه الظواهر المناخية والهيدرولوجية القصوى (Douglas et al, 2008)، حيث نجد أنه عرف في السنوات الأخيرة فيضانات نتجت عنها خسائر بشرية وإقتصادية مهمة، مثل أوركا سنة 1995 ومدن المحمدية، الجديدة، تازة، تطوان، سطات، برشيد، سنة 2002 ومدن الرباط، طنجة، الدار البيضاء، خنيفرة، الناظور، أكادير والصويرة وذلك سنة 2009، كلميم سنة 2014. (Tramblay et al., 2012) بالإضافة إلى ذلك نجد أن بلادنا عرفت سنوات من الجفاف الحاد نذكر منها 1944- 45-1982، 1983-1998، 1995-2000 و 2006-2007 (Bouaicha et Benabdelfadel, 2010).

وبناء عليه، فالجفاف حاضر بشكل مستمر في مناخ المغرب. هذا ما بينته أيضا الدراسات المعتمدة على علم تحديد عمر الأشجار (Dendrochronologie)، حيث انطلاقا من 10 قرون من الملاحظة (1000-2000 م) تبين أن الفترات الأشد جفافا خلال هذه الفترة، هي تلك التي همت فترتي 1237-1256م و 1981-2000م (Esper and al, 2007)، هذا الجفاف نجده أيضا قد شمل دول البحر الأبيض المتوسط خاصة الجنوب الأوربي (Kutiel et al., 1996). كما ذهب بعض الباحثين إلى البحث حول أسبابه خاصة بعد بداية الثمانينات وربطه بالدورة الهوائية العامة، إذ تم الوصول إلى تأثير نظام تاراج شمال المحيط الأطلسي الذي عرف خلال هذه الفترة استقرار الذبذبات الإيجابية بجنوب أوروبا وشمال إفريقيا (Lamb, 1987 ; Xoplaki et al., 2004).

وفيما يخص الدراسات الحديثة التي تناولت هذه الظواهر (Filahi et al., 2015)، حول تطور الظواهر المناخية القصوى، بالاعتماد على معطيات التساقطات المطرية اليومية، فلقد خلصت إلى أن المناطق الشمالية والوسطى من المغرب تعرف ارتفاعا في التساقطات المطرية القوية، رغم وجود اتجاه نحو انخفاض عام فيها، هناك أيضا بعض الدراسات (Khoms, 2014، Khoms et al, 2013، Donat et al, 2014،

2012. Tramblay ، Raymond, 2017) التي تناولتها من جوانب متعددة لكن إجمعت في الأخير إلى أن هناك تطور في الظواهر المناخية القصوى، من حيث ترددها في مختلف أنحاء المغرب ، و تشير هذه الدراسات أيضا إلى وجود علاقة وثيقة بين هذه الظواهر و الذبذبات المناخية) الذبذبة الشمالي الأطلسي ، تذبذب حوض البحر الأبيض المتوسط).

أما فيما يتعلق بالدراسات التي أنجزت حول مجال الدراسة، نجد (Nouaceur et al.,2014، 2016 Hanchane، 2015، Boudad et al.، 2017؛ Janati، 2004)، أثبتت هذه الدراسات أنه ابتداء من نهاية سبعينيات القرن الماضي، أصبح حوض إيناون يعرف تردد أكثر لفترات الجفاف الحادة، تتخللها في بعض الأحيان حدوث تساقطات مطرية استثنائية تتسبب في فيضانات مدمرة.

3.1.1. الببليوغرافيا التي تناولت المجال المدروس

بالرغم من اختلاف مواضيع الأطروحات (Ofkir ، 1985؛ Sabiri، 2002؛ El Mizani، 2006 ؛ جناتي إدريسي عبد الحميد، 2004 ؛ مونية بريكة ، 2007؛ Naoura، 2012) التي تناولت مجال الدراسة، إلا أنها اجتمعت حول الدراسة الهيدرولوجية لحوض إيناون، وخلصت إلى أنه عرف في السنوات الماضية تردد فترات جفاف المناخي والهيدرولوجي اختلفت حدتها من سنة إلى أخرى، ولقد كانت هذه الفترات في تناوب مستمر مع حدوث تساقطات مطرية استثنائية التي كانت تتسبب في غالب الأحيان في حدوث الفيضانات. من خلال الاتجاه العام لاحظنا من جهة أخرى وجود انقطاع في التساقطات المطرية على مستوى الحوض، حيث حدد هذا الانقطاع منذ سنة 1979-80 إذ ابتداء من هذه السنة بدأت التساقطات المطرية تعرف انخفاضا ملحوظ (مونية بريكة، 2007؛ جناتي عبد الحميد إدريسي، 2005). لقد تم التأكيد من خلال هذه الدراسات، وجود عدم انتظام في التهاطل المطري، نظرا لأن التناوب الزمني للتساقطات المطرية يتميز بالذبذبة وبتغيرية كبيرة وبتناوب مستمر بين الفترات الجافة والرطبة. فخلال القرن الماضي عرف حوض إيناون فترات جفاف حادة خلال سنوات والثمانينات والتسعينات، هذه الدراسات ستشكل نتائجها نقطة انطلاق للإشكاليات التي سنحاول الإجابة عنها من خلال هذا العمل.

2.1. وضعية المعطيات ودرجة تمثيليتها

1.2.1. محطات قياس التساقطات المطرية

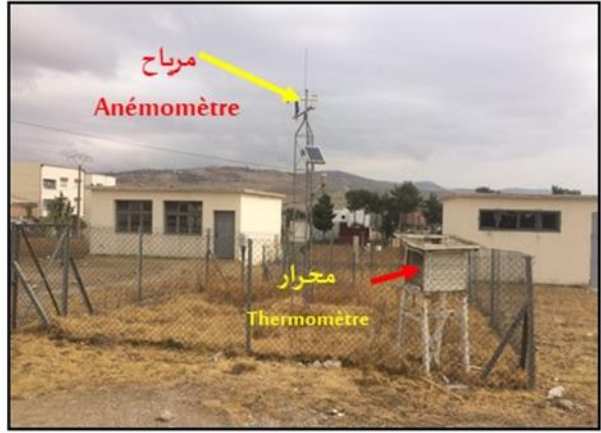
يتوفر حوض إيناون على عدد من محطات قياس التساقطات المطرية، هذه الأخيرة تم الحصول على قياساتها الرصدية والمناخية، المستعملة في هذا البحث، من وكالة الحوض المائي لسبو والمديرية الإقليمية للفلاحة، وأيضا المندوبية السامية للمياه والغابات ومعطيات هذه المحطات المعتمدة في هذا البحث مبينة في الجدول رقم 1 كما توضح الصور من 1-6 الأجهزة المعتمدة والخريطة رقم 2 تبين موقعها في حوض إيناون.

جدول رقم 1: المعطيات الشهرية والسنوية المعتمدة في الدراسة

الإحداثيات الجغرافية			المصدر	مدة الرصد	المحطة الرصدية	
الارتفاع (م)	العرض	الطول				
السفح الأطلسي						
458	34°13	4°2′	الأرصاء الجوية + الفلاحة	2012-13	1970-71	تازة
368	34°12	4°9′	و.ح.م سبو	2012-13	1970-71	باب مرزوقة
750	34° 4′	4° 16	المياه والغابات	2002/03	1970-71	باب ازهار
560	34°4	4°24	الفلاحة	2012-13	1970-71	تاهلة
1568	34° 4′	4° 7′	و.ح.م سبو	2012-13	1973-74	باب بودير
السفح الريفي						
540	34°29′	4°12′	الفلاحة	2014-13	1972-71	أحد امسيلة
550	34°17′	4°	و.ح.م سبو	2012-13	1970-71	إبن هيثم
1200	34° 33′	4° 8′	الفلاحة	2013-14	1973-74	تايناست
285	34°12′	4°17′	الفلاحة	2012-13	1978-79	واد امليل
402	34°15′	4°6′	و.ح.م سبو	2013-14	1992-93	باب شهبوب
200	34°12′	4°46	و.ح.م سبو	2006-07	1974-75	سد إدريس الأول
230	34°11′	4°29′	و.ح.م سبو	2001-02	1970-71	الكوشات

المصدر: إنجاز شخصي اعتمادا على معطيات التساقطات المطرية، 2017.

صورة رقم 1 : محطة الرصد المناخي بتازة



صورة رقم 2 : المحطة الهيدرولوجية بباب مرزوقة



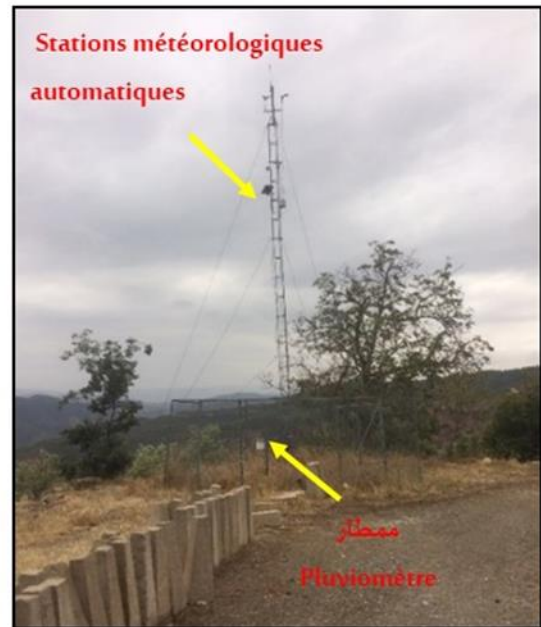
صورة رقم 3 : محطة احد امسيلة



صورة رقم 4 : المحطة الهيدرولوجية باب الشهبوب



صورة رقم 5 : محطة الرصد المناخي بتايناست



صورة رقم 6 : محطة باب بودير



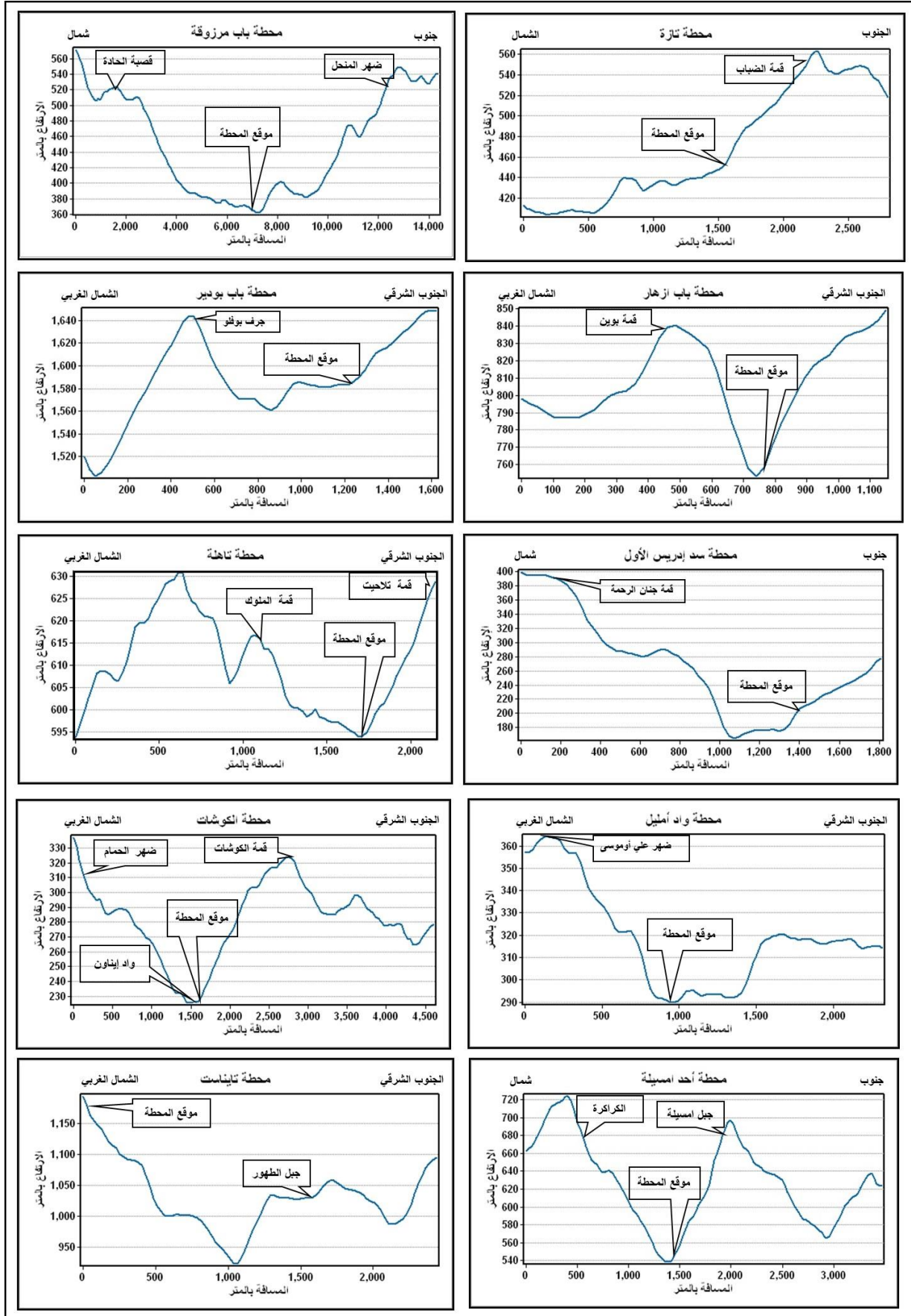
مصدر الصور: تصوير شخصي بتاريخ 26-27 شتنبر 2017

2.2.1. محطات القياس لا تغطي الحوض بشكل أمثل

اعتمدنا في هذا الصدد على عدد مهم، من المحطات التابعة أغلبها لوكالة الحوض المائي سبو والمديرية الإقليمية للفلاحة بتازة، والمياه والغابات بتازة أيضا، وبلغ عددها 12 محطة وفر لنا هذا العدد تغطية مجالية لا بأس بها، أعنتنا في إنجاز هذا العمل. غير أنه بمعاينة الخريطة رقم 2 يتضح أن محطات القياس تتميز بتوزيع غير متكافئ عبر الحوض، لأننا نلاحظ غيابها خاصة بالشمال الشرقي (تلال مقدمة الريف) وبالجنوب الشرقي والغربي للحوض (الأطلس المتوسط)، ويرجع ذلك لسببين: الأول يتمثل في توقف بعض المحطات عن العمل مثل باب مروج بمنطقة الريف، وكذلك قصر السلاسل الزمنية للمعطيات كما هو الشأن بمحطة الزراردة (الجنوب الغربي)، التي تم إحداثها سنة 1998-99. السبب الثاني يمكن في صعوبة الحصول على المعطيات ونموذج ذلك محطة بني فراسن.

كما تجدر الإشارة أن معظم المحطات التابعة لوكالة حوض سبو، توجد في سافلة الأحواض المائية وهذا يعتبر عائقا، إذ لا يسمح بالتعرف على المقادير المطرية المتهاطلة في عاليتها، وتجاوزنا ذلك بالاعتماد على محطتي تايناست وإحد امسلية بالسفح الريفي وباب بودير وباب أزهار في السفح الأطلسي. أما فيما يخص الوضع الطبوغرافي للمحطات، فيلاحظ من خلال الشكل رقم 3، أن معظم المحطات خاصة بمقدمة الريف توجد تحت تأثير المخبأ التضاريسي، الشيء الذي يؤثر على معطيات التساقطات المطرية المسجلة بها، ويغيب شيئا ما هذا التأثير بمحطات السفح الأطلسي التي لا توجيه جيد للمؤثرات المحيطية الرطبة.

شكل رقم 3: المقاطع الطبوغرافية للمحطات المعتمدة في الدراسة



المصدر: النموذج الرقمي للأراضي (MNT) ، 2019.

3.2.1. جرد مقاييس التساقطات المطرية الناقصة (الثغرات)

تعاني القياسات المطرية لبعض المحطات، من وجود ثغرات ومعطيات ناقصة. ويظهر ذلك خلال بعض الأيام والشهور، وأحيانا خلال مجموعة من السنوات (جدول رقم 3). ويعزى السبب في ذلك، إلى أحد العوامل الآتية:

- أولا، حدوث توقف مؤقت في تشغيل بعض المحطات، أو غياب المراسد، وبالأخص الثانوية منها. وهذا ما تكرر في كثير من الأحيان في السنوات الأولى من الإستقلال، أي في نهاية الخمسينات وبداية الستينات. والسبب في ذلك هو قلة عدد الأطر التقنية الوطنية المكلفة بالرصد، بعد رحيل التقنيين الفرنسيين.

- ثانيا، حدوث تلف أو عطل في آلات ومعدات الرصد الجوي، وتوقفها عن الرصد قبل التمكن من إستبدالها.

- ثالثا، تلف وفقدان وثائق وسجلات الرصد، أثناء نقلها إلى مراكز التوثيق بالإدارات المركزية.

4.2.1. تقدير مقاييس التساقطات المطرية الناقصة بالمحطات المعتمدة

في إجراء أولي، تم جرد المحطات التي تتضمن ثغرات في القياسات الشهرية لكميات التساقطات. وقد جمعت هذه المحطات في الجدول رقم 2، ويلاحظ أن معظمها عبارة عن محطات رصدية ثانوية مسيرة من طرف بعض المصالح، كالمياه والغابات، والمديريات الإقليمية للفلاحة، ووكالة الحوض المائي لسبو... إلخ. وفي الخطوة الثانية، تم ملء البعض من هذه الثغرات بتقدير القياسات المطرية اليومية والشهرية والسببية الناقصة. وهناك طرق كثيرة ومتنوعة تستعمل لتقدير المعطيات الناقصة، لعل أبرزها وأكثرها "علمية" طريقة التراجع الخطي البسيط (Dubreuil, 1974)، ويمكن التعبير عن هذه الطريقة بالصيغة التالية:

$$Y = ax + b$$

بحيث:

X: القيمة الكاملة؛

Y: القيمة الناقصة؛

a و b: ثابتان.

إذ تسمح هذه الطريقة بتقدير قيم قريبة من الواقع، ومن أجل ذلك تم تطبيقها على المحطات المتقاربة بينها والمتشابهة من حيث الخصائص المناخية. لكن قبل ذلك بحثنا في مدى الارتباط الموجود بين المحطات المعتمدة وذلك باستخراج معامل الترابط، بالاعتماد على برنامج Excel (شكل رقم 4) من خلال (Nuage de point)، فإذا إقترب هذا المعامل من 1 أو -1 فإن العلاقة تعتبر قوية، وفي التالي يمكن البدء في عملية تقدير المعطيات الناقصة، أما إذا كانت هذا المعامل يبعد عن 1 أو -1 ويقترب من الصفر، فإن ذلك يدل على العلاقة ضعيفة بين المحطتين، مما يتطلب البحث عن محطة مرجعية أخرى تكون لها نفس

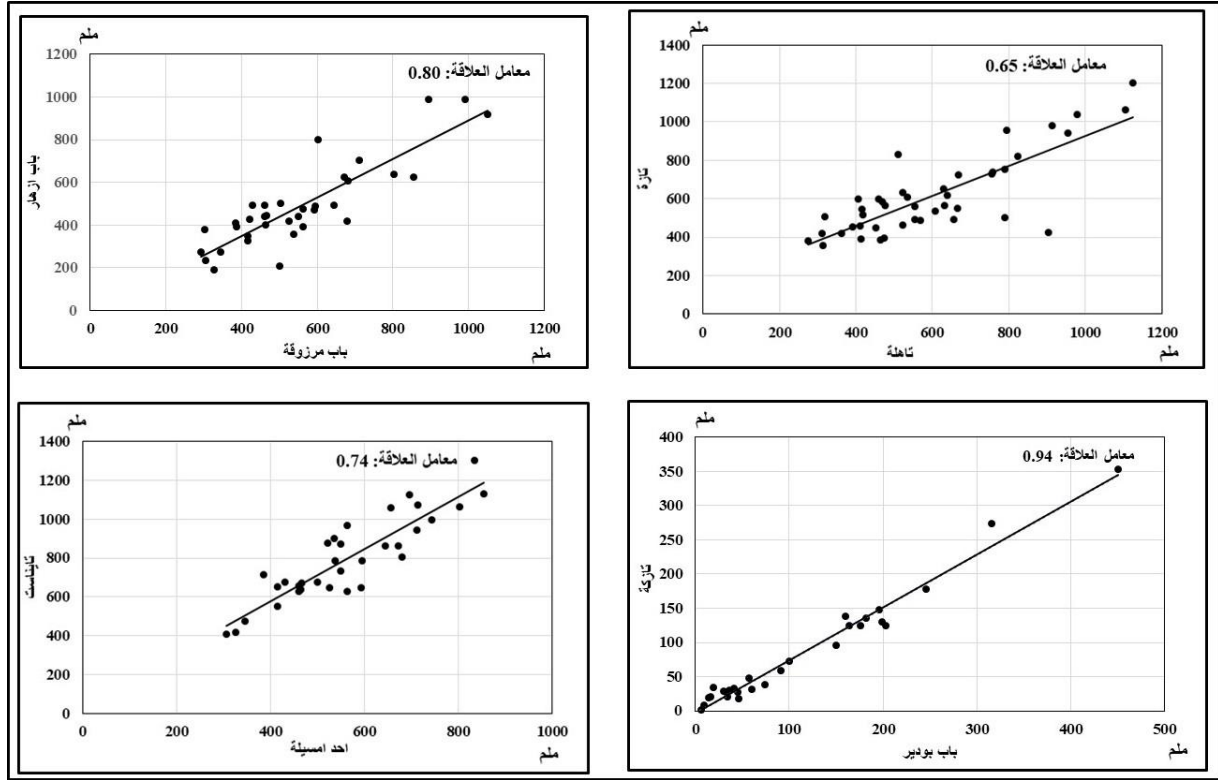
خصائص المحطة المراد تقدير الخصائص فيها. وتجدر الإشارة إلى أن جل عميات التكميم التي تم المرور منها ارتكزت على معامل الارتباط تراوح ما بين 0.65 و0.94.

جدول رقم 2 : المعطيات الناقصة في السلاسل الزمنية للتساقطات المطرية المعتمدة في الدراسة

المقاييس الناقصة			مدة الرصد		المحطة الرصدية
اليوم	الشهور	السنة			
غياب الثغرات	غياب الثغرات	غياب الثغرات	2013-14	1979-80	تازة
معطيات غير متوفرة	1-2-3-4 سنة 1987	من سنة 2003- 04 الى سنة 13- 2012	2002-03	1962-63	باب أزهار
معطيات غير متوفرة	9-10-11-12	1979	2006-07	1970-71	تاهلة
	1-2-3-4-5	1985			
معطيات غير متوفرة	7-8-9-10-11-12	2002	2001-02	1979-78	تازكة
	من 8-9	2003			
	من 8-9	2004			
	من 8-9	2006			
	من 12-7	2007			
11 يوم 1978	9-10-11-12 سنة 1976	من سنة 1970- 71 الى 73-1972	2012-13	1998-99	باب بودير
5 أيام 1979	1-2-3-4-5-6-7-8 سنة 1977				
13 يوم 1980	1-2-3-4-5-6-7-8 سنة 1983				
7 أيام 1990	1-2-3-4-5-6-7-8 سنة 1992				
معطيات غير متوفرة	غياب الثغرات	غياب الثغرات	2013-12	1971-70	أحد امسيلة
معطيات غير متوفرة	غياب الثغرات	غياب الثغرات	2012-13	1959-60	عين بوقلال
12 يوم 1998	من 8-9	2000	2013-14	1992-93	إبن هيثم
20 يوم 2007	من 8-9	2005			
15 يوم 1980	1-2-3-4-5-6-7-8 سنة 1996	من سنة 1970/71 الى 1972/73	2006-07	1973-74	تايناست
17 يوم 1987	9-10-11-12 سنة 1996				
20 يوم 2007	9-10-11-12 سنة 1999				
20 يوم 2001	4-5-6-8	2008	2013-14	1993-94	باب شهبوب
غياب الثغرات	غياب الثغرات	غياب الثغرات	2013-14	1970-71	باب مرزوقة
معطيات غير متوفرة	4-5-6-7-8 سنة 2005	من سنة 1970- 71 الى 77-1978	2005-06	1978-79	واد أمليل
20 يوم 1984	من 8-9 سنة 1987	من سنة 2007- 08 الى سنة 12- 2013	2006-07	1974-75	سد إدريس الأول
23 يوم 1987	من 8-9 سنة 1989				
20 يوم 1990	3-4-5-6 سنة 1987	من سنة 1970- 71 الى 74-1975	2001-02	1970-71	الكوشات
19 يوم 1989	9-10-11-12 سنة 1996	من سنة 02- 2003 الى سنة 12-2013			

المصدر: إنجاز شخصي اعتمادا على معطيات التساقطات المطرية، 2018

شكل رقم 4: خط التراجع بين بعض المحطات داخل حوض إيناون



المصدر: إنجاز شخصي اعتمادا على معطيات التساقطات المطرية، 2018.

ولقد عملنا قدر الإمكان، على توحيد فترات القياس السنوية بواسطة عملية التقدير هذه، وذلك من أجل تحقيق أهداف المقارنة المجالية والزمنية المتوخاة من هذه المعطيات، كما أن الدراسة الهيدرومناخية والمناهج الإحصائية المعتدة فيها، تتطلب معطيات للتساقطات المطرية يصل امتدادها الزمني إلى 30 سنة على الأقل. وتجدر الإشارة إلى أنه حاولنا جاهدين الحصول على معطيات جديد تغطي الفترة الحديثة إلا أنه تعذر ذلك لكون المعطيات أصبحت توضع للبيع، من طرف وكالة الحوض المائي لسبو وثمانها مابين في الملحق 1.

5.2.1. الدراسة النقدية للمعطيات المستعملة

قبل الاستغلال المباشر للقياسات المناخية الخامة في الدراسة، تم التأكد أولا، من أن القياسات تتميز بالتجانس، وذلك بإخضاعها للدراسة النقدية. وتطلب ذلك، فحص سلاسل التساقطات المطرية في للمحطات الرصدية، قصد التأكد من أن معطياتها موثوق بها، وأنها لا تتوفر على قياسات خاطئة، أو غير متجانسة. وتوجد طرق وتقنيات إحصائية كثيرة جدا، تستعمل لفحص درجة التجانس في سلاسل القياسات المناخية. وتصنف على العموم هذه الطرق إلى مجموعتين: الطرق البيانية والطرق الرياضية (الإحصائية).

أ - الطرق البيانية: تضم طريقتين أساسيتين:

• الطريقة التراكمية:

تبنى الطريقة التراكمية على حساب الكميات المطرية السنوية المتراكمة تصاعديا، من سنة لأخرى. ثم بعد تمثيل في مبيان بالمنحنى، حيث توضع السنوات في محور الأفاصيل، والقيم المطرية المتراكمة في محور الأرتايب. وتظهر سلسلة القياسات المطرية متجانسة إذا كان المنحنى مستقيما، أو قريبا من المستقيم، بحيث لا يجب أن تظهر به إعوجاجات قوية. وقد عملنا على تطبيق هذه الطريقة، للتأكد من تجانس سلاسل القياسات المطرية، الخاصة ببعض المحطات المعتمدة في البحث. ويتضح من خلال الشكل رقم 5 أسفله أن كل المنحنيات الخاصة بهذه المحطات الرصدية ترسم خطا مستقيما، أو قريبا من المستقيم. مما يؤكد أن قياساتها المطرية السنوية متجانسة وجيدة، أو على الأقل لا تتضمن قياسات متنافرة جدا.

• طريقة التراكم المزدوج:

إن هدف طريقة التراكم المزدوج هو ضبط تجانس القياسات المطرية، اعتمادا على المقارنة بين سلسلة محطتين مناخيتين: المحطة الأولى (المرجعية) يشترط فيها، التوفر على سلسلة طويلة من المعطيات المتجانسة والصحيحة، ومحطة مناخية ثانية المراد فحص تجانس قياساتها. ولكي تكون عملية المقارنة صحيحة يجب أن تنتمي المحطتين إلى نفس الإقليم المناخي، إذ يجب أن يكون الترابط الإحصائي بينهما مهم، كما يتطلب أن تتوفر المحطتين على سلسلتين متزامنتين، من القياسات تغطيان نفس المدة الزمنية.

تقوم هذه الطريقة على جمع القياسات المطرية السنوية جمعا تصاعديا، لكل محطة من المحطتين. ثم تمثل مجاميع هذه القياسات في مبيان بالمنحنى، حيث توضع المحطة المرجعية في محور الأرتايب (العمودي)، والمحطة المفحوصة في محور الأفاصيل (الأفقي). ثم تحدد نقط التقاطع المعبرة عن قيم التساقطات المطرية المتوافقة زمنيا بين المحطتين، ويتم الربط بينهما بواسطة منحنى (شكل رقم 6). فإذا أخذ هذا الأخير خط مستقيم أو شبه مستقيم، دل ذلك على أن مقادير المحطة المفحوصة، صحيحة ومتجانسة. وفي الحالة التي يغير فيها هذا المنحنى من اتجاهه بشكل مفاجئ، أشار ذلك إلى وجود انكسار في القياسات. ويكون ذلك إما بسبب انعدام التجانس، أو بسبب حدوث التغيرية المناخية، أو لأسباب أخرى.

1.5.2.1 البحث في درجة تجانس المعطيات المعتمدة

للتأكد من مصداقية معطيات التساقطات المطرية المعتمدة في هذه الدراسة، كان لابد من فحص تجانسها. عن طريق مقارنة القيم المتراكمة بين المحطات، التي تتوفر على نفس الخصائص المناخية والجغرافية، حيث يجب أن تكون المحطتين موضوع المقارنة قريبتين ما أمكن من بعضهما البعض.

في بادئ الأمر عملنا على استخراج السلاسل المتراكمة لأهم المحطات التي سيتم مقارنتها، ثم بعد ذلك تم وضع رسم بياني للتساقطات المطرية المتراكمة، ففي الطريقة التراكمية يخصص محور الأرتايب لقيم التساقطات المطرية والأفاصيل للسنوات، وفي طريقة التراكم المزدوج نمثل

في محور الأرتاب الم محطة (أ) والمحطة (ب) على محور الأفاصيل، بعد ذلك نضع نقطاً وسط الرسم تعبر عن القيم المتوافقة زمنياً للمحطتين. كما يجب أن تكون هيئة النقط على شكل خط مستقيم لكي تعد القياسات متجانسة بين المحطتين.

انطلاقاً من الشكل رقم 5 يتضح أن المنحنى التراكمي يأخذ شكلاً مستقيماً، حيث يعطينا فكرة عن تجانس قيم التساقطات المطرية داخل المحطات. كما يتبين أيضاً من خلال الشكل رقم 6 أن جل النقط موزعة بشكل محاذ للخط المستقيم، مما يدل على وجود علاقة جيدة بين المحطات التي تمت مقارنتها إذ يطبق ذلك بمحطتي تازة وابن هيثم، باب مرزوقة وتاهلة، باب أزهار وباب بودير، باب الشهب وتازة، أحد امسيلة وتايناست. وهناك بعض الرسوم يلاحظ من خلال نقط سنواتها وجود انحرافات خفيفة عن الاتجاه العام، خاصة بمحطة باب مرزوقة وواد أمليل، تازة وتاهلة، سد إدريس الأول والكوشات، ويفسر ذلك بتغيير أمكنة بعض المحطات كمحطة سبت بوقلال التي تم نقلها بثلاثة كيلومترات وأصبحت تسمى ابن هيثم حيث ينتج عن ذلك تغيير للظروف الطبوغرافية المحلية، التي تلعب دوراً أساسياً في التأثير على عناصر المناخ والطقس. وكذلك بعامل البعد الجغرافي بين المحطتين أو إلى أوضاع المخبأ التضاريسي الذي يبناه من خلال المقاطع الطبوغرافية لمواقع المحطات المناخية (شكل رقم 3).

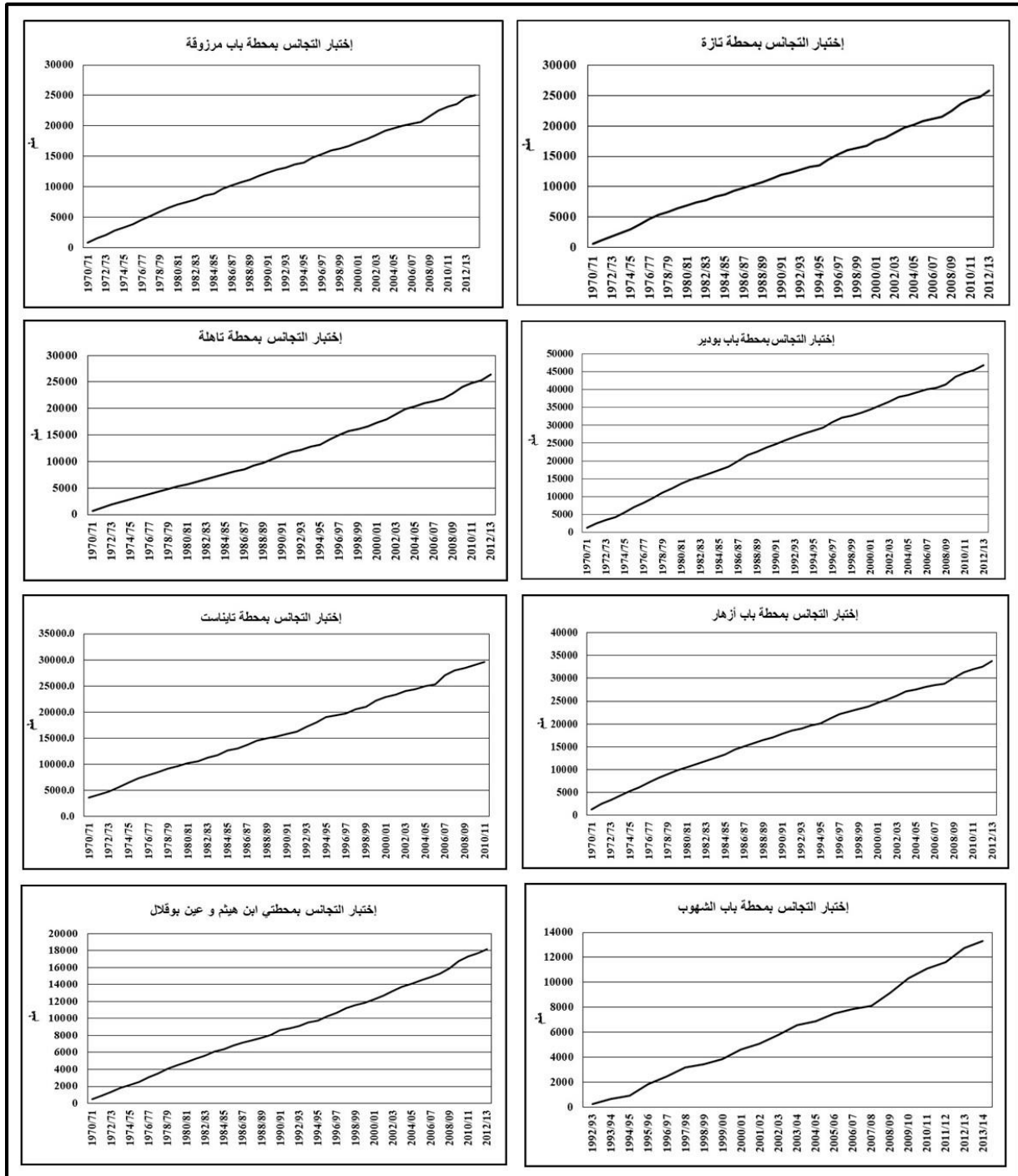
وهناك أسباب أخرى مسؤولة عن هذه الانحرافات ويمكن تلخيصها فيما يلي:

- الأسباب المناخية: وترتبط أساساً بعامل تغير المناخ المحلي بفعل تغير ظروف المحيط البيئي المحلي، بفعل نمو غطاء نباتي كثيف ومن النماذج على ذلك محطة تايناست، باب بودير وباب أزهار.

- الأسباب التقنية: وترتبط بقدّم الأجهزة والأدوات المستعملة في الرصد الجوي، مما ينجّم عنه فسادها، وعدم صلاحيتها للرصد. وقد ترتبط كذلك بالتغيير المستمر للأدوات ذات نوعيات مختلفة، من حيث دقة القياس، فالأجهزة الكلاسيكية مثلاً أقل دقة، من الأجهزة الإلكترونية المعاصرة. هناك مجموعات من المحطات التابعة للحوض تم تحديثها كمحطة تايناست، تاهلة.

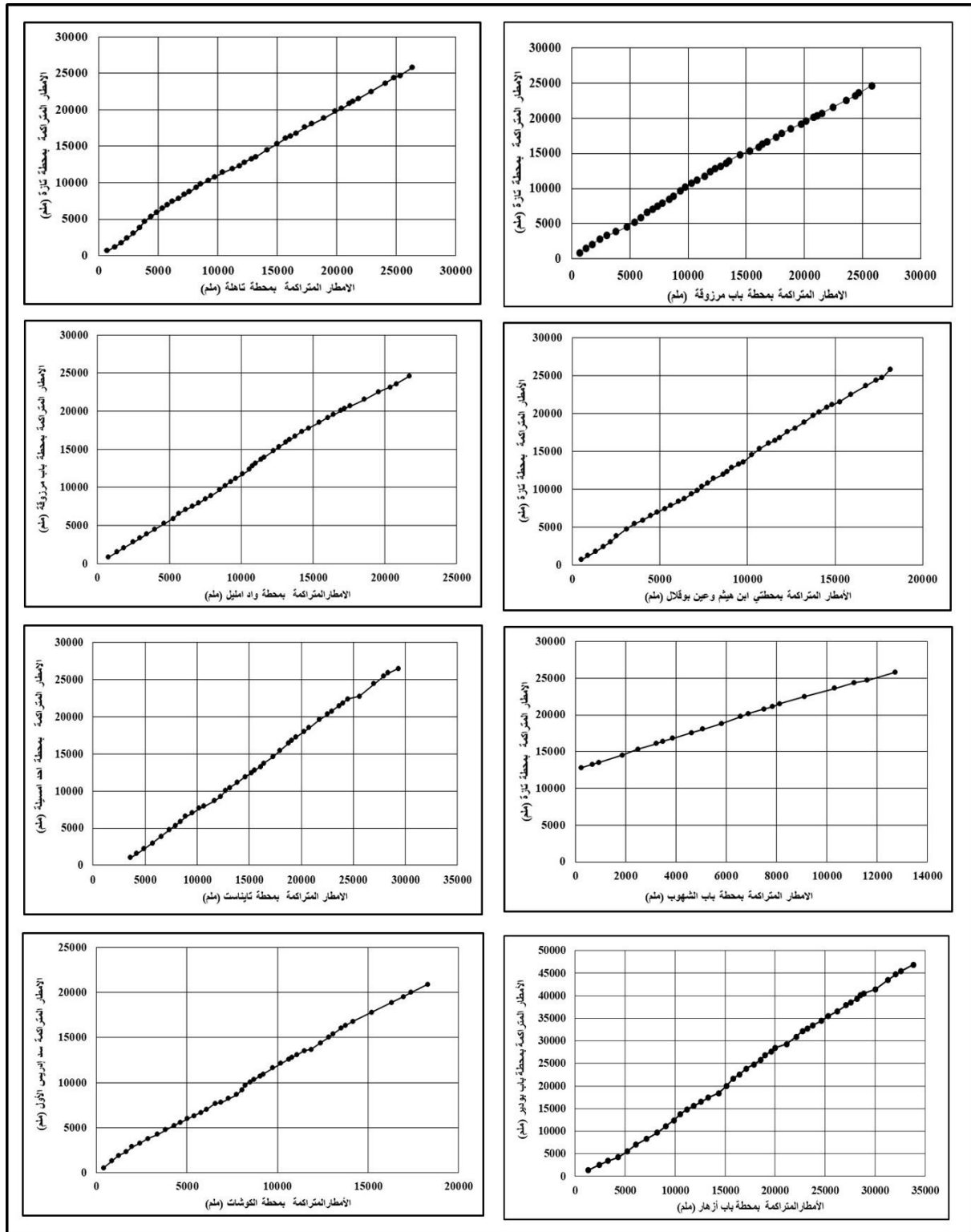
- الأسباب البشرية: وتتمثل في التأثير الذي يمارسه العنصر البشري على ظروف وشروط عملية الرصد الجوي. ويتجلى ذلك في التغيير المستمر للمراقدين الجويين، ذوي كفاءة وتأهيل مختلفين (تدخل عامل الذاتية في عملية القياس والرصد). ويبرز دور العامل البشري أكثر في التغييرات والتحولات التي يدخلها الإنسان على خصائص وظروف البيئة المحلية، المحيطة بالمحطات ومن النموذج على ذلك محطة تازة التي توجد وسط البنايات مما يؤثر على المقاييس المسجلة بها.

شكل رقم 5: اختبار تجانس المعطيات المعتمدة بالاعتماد على الطريقة التراكمية



المصدر: إنجاز شخصي اعتمادا على معطيات التساقطات المطرية، 2018.

شكل رقم 6: اختبار تجانس المعطيات المعتمدة بالاعتماد على طريقة تراكم المزدوج



المصدر: إنجاز شخصي اعتمادا على معطيات التساقطات المطرية، 2018.

بحكم خصائصه المناخية شبه الجافة، يتعرض حوض إيناون بشكل دوري للخصائص المائي، الذي يزداد حدته بفعل التغيرية المطرية، إذ تشكل معرفة الخصائص الهيدرولوجية والحصيلة المائية أهمية قصوى لتقييم الموارد المائية المتاحة والتأثيرات الناتجة عن المخاطر المناخية.

للقيام بهذه الدراسة تم الاعتماد على سلاسل زمنية للصبيب (السنوي، الشهري، اليومي)، وأيضا المعطيات المرتبطة بالامتطاحات والشح المائي، ولكي تكون هذه الدراسة أكثر تمثيلية حولنا اعتماد فترة زمنية طويلة انحصرت بين 42 سنة و15 سنة.

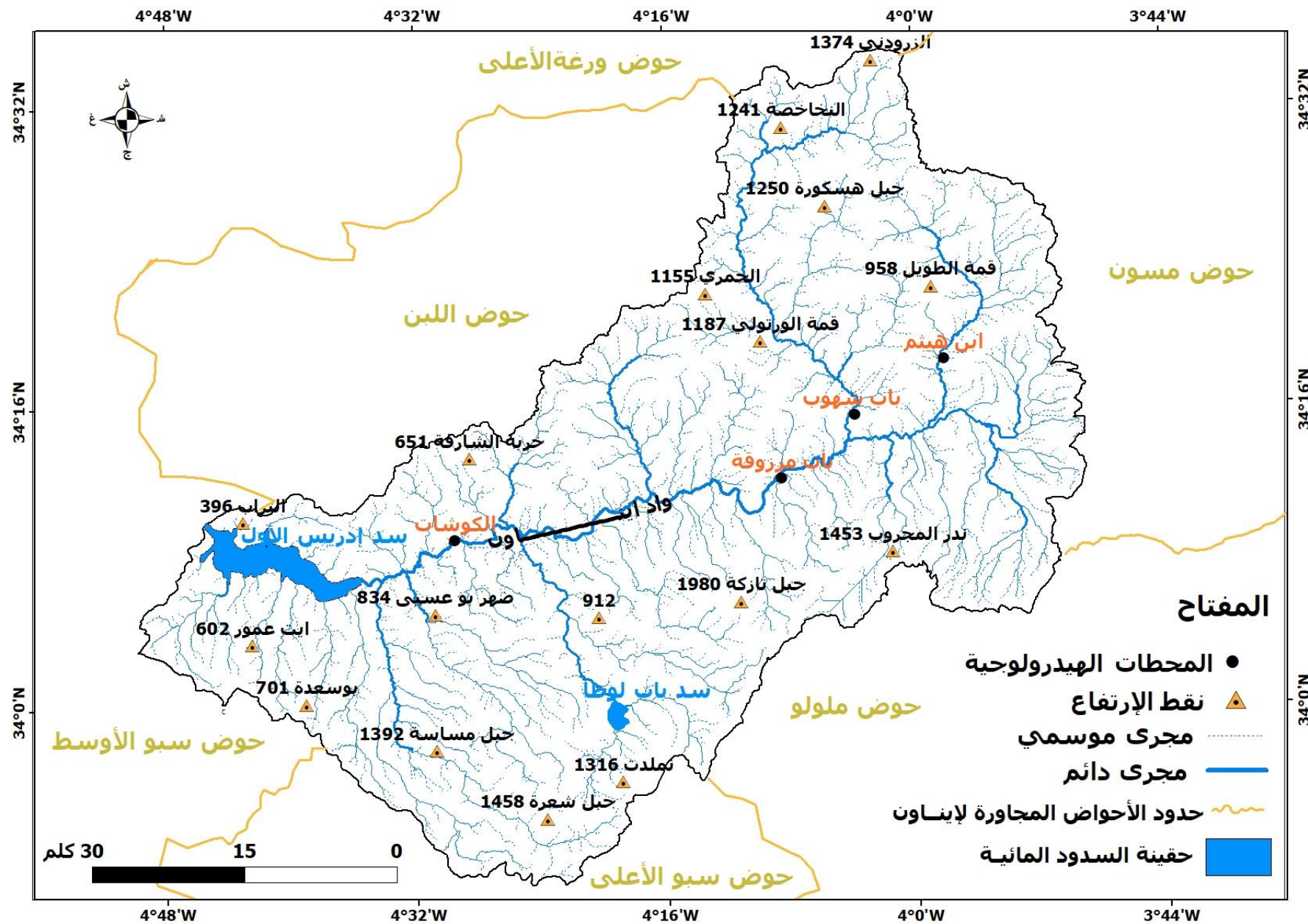
2.5.2.1. وضعية معطيات الصبيب المعتمدة ومددها الزمنية

يعتبر حوض إيناون نظرا لتموقعه في مناخ شبه جاف، أكثر عرضة لندرة المياه الناتجة عن التغيرية المناخية السنوية والبيسنوية. فمعرفة إمكاناته المائية يعتبر ضرورة ملحة للتكيف مع الندرة وتدير الوفرة من هذه المادة الحيوية. انطلاقا مما سبق ولتشخيص تغيرية الصبيب، يجب الانطلاق من سلسلة إحصائية طويلة الأمد للصبيب السنوي، الشهري ثم اليومي. وذلك لدراسة الخصائص والظواهر الهيدرولوجية القصوى كالفيضانات والجفاف، ومراقبة الصبيب لواد إيناون يتم بشكل دائم على مستوى المحطة الهيدرولوجية لباب مرزوقة في العالية ومحطة الكوشات بالسافلة (جدول رقم 3 خريطة رقم 3). وهناك محطات هيدرولوجية أخرى مخصصة لمراقبة الصبيب موزعة على روافد واد إيناون، كمحطة ابن هيثم (الصورة رقم 7) التي تسجل صبيب واد الأربعاء ومحطة باب الشهبوب الموضوعة على واد لحضر (الصور رقم 8 و9).

جدول رقم 3: معطيات الصبيب المعتمدة في البحث

المحطة الهيدرولوجية	الصبيب اللحظي	الصبيب اليومي		المصدر	الإحداثيات الجغرافية		
					الطول	العرض	الارتفاع (م)
باب مرزوقة	1970-71	2010-11	1970-71	و.ح.م. سبو	4°9'	34°12'	368
الكوشات	1977-76	2002-01	1977-76	و.ح.م. سبو	4°29'	34°11'	230
ابن هيثم	1987-86	2010-11	1988-87	و.ح.م. سبو	4°	34°17'	550
باب شهبوب	1988-89	2010-11	1988-87	و.ح.م. سبو	4°6'	34°15'	402

المصدر: إنجاز شخصي، 2018



المصدر: المغرب + Shapefile + الخرائط
الطبوغرافية لحوض إيناون (بتصرف)

خريطة رقم 3: التوزيع الجغرافي للمحطات الهيدرولوجية بحوض إيناون

صورة رقم 7: المحطة الهيدرولوجية إبن هيثم



صورة 9 : جهاز قياس الصبيب بباب الشهبوب



صورة 8 : المحطة الهيدرولوجية باب الشهبوب



مصدر الصور: تصوير شخصي 26 غشت 2017

يتضح من خلال الجدول أن هناك قصر في السلاسل الزمنية المتوفرة، وذلك راجع إلى إغلاق محطة الكوشات حيث توقفت عن تسجيل المعطيات منذ 2002 نتيجة ارتفاع منسوب سد إدريس الأول، والإنشاء الحديث لمحطتي باب الشهبوب وإبن هيثم 1988-89، وفي الأخير تبقى محطة باب مرزوقة المحطة الوحيدة الأكثر تمثيلية، من حيث طول السلاسل الزمنية للصبيب وجودتها. والجدير بالذكر أنه حاولنا جاهدين عدة مرات الحصول، على معطيات جديد تغطي الفترة الحديثة إلا أنه تعذر ذلك لكون المعطيات أصبحت تباعها وكالة الحوض المائي لسبو (ملحق 1).

وبمعاينة الخريطة رقم 3، التي تبرز التوزيع الجغرافي لمحطات لقياس الصبيب يتضح أن هناك غياب لهذه المحطات خاصة بالسفح الأطلسي، التي كانت ستمكننا من معرفة السلوك الهيدرولوجي

للمجاري المائية بهذا السفح، وكذلك موقع محطة إين هيثم الذي كان من الأحسن أن يكون في سافلة حوض واد الأربعاء.

3.5.2.1. معطيات هيدرولوجية تشوبها عدة معوقات

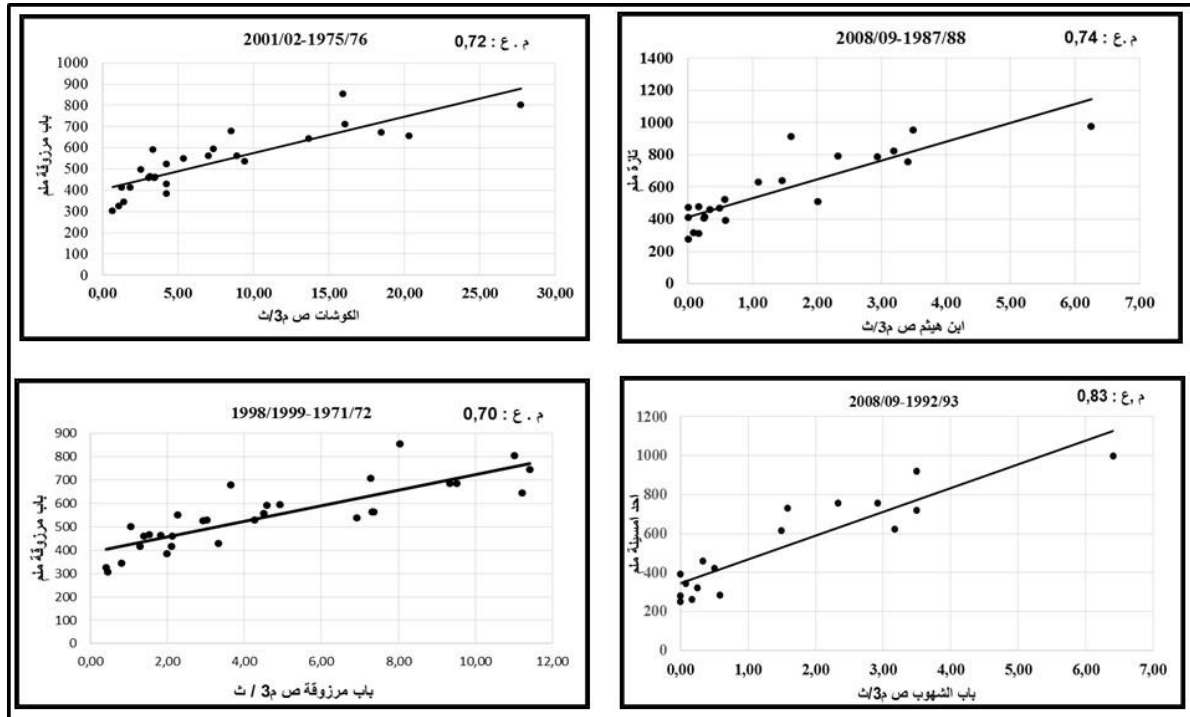
تتأثر مصداقية المعطيات الهيدرولوجية بعدة عوامل من بينها:

- نوعية التجهيزات المستعملة في عملية القياس؛
- صعوبة الإضطلاع على سلم القياسات عند حدوث الامتطاحات مما يؤدي إلى حدوث أخطاء في المعطيات؛
- يتعرض عمق المقطع المائي الذي يحصل به القياس إلى عدة تغيرات خاصة عند حدوث الامتطاحات، الشيء الذي يؤدي إلى حدوث تعرية بموضع السلم، كما أنه في أوقات تراجع الامتطاح تتوضع المواد الصلبة المنقولة مما يجعل قراءة السلم غير صحيحة.

4.5.2.1. التحقق من مصداقية المعطيات الهيدرولوجية

للتأكد من تمثيلية المعطيات المعتمدة في هذه الدراسة، تم البحث عن العلاقة التي تجمع ما بين التهاطل المطري والجريان المائي، ففوة الارتباط تعني أن مصداقية المعطيات جيدة، وتدل على وجود توافق في قياس هذين العنصرين، وبملاحظتنا للشكل رقم 7 الذي أوردنا فيه بيانات لحالات الارتباط للمحطات الهيدرولوجية المعتمدة مع التهاطل المطري، تبين وجود علاقة مهمة ما بين مجاميع التهاطل السنوي ومدد الرصد الزمنية المدروسة ومتوسط صبيبها.

شكل رقم 7: علاقة متوسط الصبيب بمجاميع التساقطات المطرية السنوية بالمحطات المدروسة



المصدر: إنجاز شخصي اعتمادا على معطيات الصبيب والتساقطات المطرية

يظهر من خلال نفس الشكل أن معامل العلاقة، ما بين مجاميع التهاطل السنوي ومتوسط صبيبها قوية داخل حوض إيناون، حيث بلغ 0.74 ما بين محطتي إبن هيثم وتازة، و0.72 بين محطتي باب مرزوقة والكوشات، كما نجد 0.83 بين محطتي باب الشهبوب وأحد امسيلة، و0.70 عند محطة باب مرزوقة، يمكن أن يدل هذا المعامل أيضا على وجود إستجابة سريعة للتصريف المائي إزاء التهاطل المطري، نتيجة أهمية الإنحدار وتراجع نفاذية الصخور الشيستية الصلصالية الهشة خاصة بمقدمة الريف. وتجدر الإشارة إلى أن المعطيات التي تم اعتمادها في هذه الأطروحة (جدول رقم 3)، وضعيتها حسنة بحيث لم نلجأ لعمية تقدير الخصاص.

خلاصة الفصل الأول

تبين من خلال الدراسة البيليوغرافية التي همت التغيرية الهيدرومطرية، وجود تغيرية مناخية مهمة خلال الثلاثين سنة الأخيرة بالمغرب وبمجال الدراسة، من بين تجلياته تردد أوضاع الجفاف وحدوث فيضانات مركزة ومفاجئة، وحدوث خلل في التوزيع المعتاد للتساقطات المطرية داخل السنة. كما تعتبر عملية نقد المعطيات عملية مهمة، يجب على كل باحث الإمام بها حتى يكون عمله ذو طابع علمي محض، وحتى تكون نتائج بحثه قريبة من الواقع. إن النتائج التي حصلنا عليها تبقى على العموم مرضية، وقد اتضح ذلك من خلال الطريقة التراكمية، وأيضا من خلال طريقة التراكم المزدوج. مع الإشارة إلى أن ملئ هذه الثغرات يعطي هامش معين للخطأ، ولكن يعطي نسبة كبيرة للصحة وللتأكد من هذه المعطيات العلمية قبل الاعتماد عليها في أي دراسة. لذا فبعد هذه العملية وملئ كل الفراغات يمكننا الآن الاعتماد على هذه المعطيات لمحاولة الإجابة على إشكالية هذه الدراسة، وفي الأخير تجدر الإشارة إلى أننا حاولنا جاهدين، الحصول على معطيات محينة للتساقطات والصبيب وذلك لتغطية الفترة التي تلت سنة 2012-13، إلا أنه تم رفض طلبنا الموجه لوكالة الحوض المائي سبو بدعوى أن المعطيات يتم بيعها، لذلك إكتفينا فقط بالمعطيات السالفة الذكر.

ومن جهة أخرى سنعتمد في الدراسة الهيدرولوجية لحوض إيناون، التي مضمونها التغيرية الزمنية والمكانية للصبيب السنوي والشهري واليومي، على المحطات الأربع السالفة الذكر مع إعطاء الأهمية أكثر لمحطتي الكوشات وباب مرزوقة لأنهما يتوفران على سلسلة زمنية طويلة شيئا ما، كما تم التحقق أيضا من مصداقيتها إذ بحثنا في علاقتها بالتساقطات المطرية والتي كانت في معظمها قوية.

الفصل الثاني:

تقديم الإطار الفيزيوجرافي، التضاريسي، والجيومورفولوجي لحوض إيناون

مقدمة

ينتمي مجال الدراسة إلى حوض سبو الذي يعد أكبر حوض نهري بالمغرب، ينتهي جزء منه إلى الأطلس المتوسط وجزء آخر إلى الريف، يتميز هذا الحوض بتنوع تضاريسه، التي يغلب عليها طابع الجبال المرتفعة. كما يعرف مجال الدراسة تقطعا تضاريسيا كبيرا، الأمر الذي يوجي بوجود إنحدارات متوسطة إلى شديدة، هذا بالإضافة إلى وجود بنية جيولوجية معقدة تفسرها بوضوح التكوينات الصخرية المختلفة.

1.2. الخصائص الفيزيوجرافية لحوض إيناون

منذ بداية الدراسات المورفومترية لشبكات التصريف النهري، تعددت طرق ووسائل البحث فيها لمواكبة الوسائل العلمية المتاحة، إذ تنحصر في مقاييس الخرائط الطبوغرافية المتوفرة في كل بلد والصور الجوية. وحديثا بدأ دخول نظم المعلومات الجغرافية في الدراسات الجيومورفولوجية والمورفومترية. وقد زاد الاهتمام بالدراسات المورفومترية لشبكات الأنهار، بعض الدراسات الرائدة لهورتون في النصف الأول من القرن الماضي 1945 Horton، وتبعه في ذلك مجموعة من الباحثين أمثال Maxwell، 1955، حيث أظهرت جل تلك الدراسات (Abrahams, 1984، Strahler, 1957، Schumm 1945، عن El Ghachi. M) (Taous, 2005 ; 2007)، أن الخصائص المورفومترية للأحواض النهرية هي نتاج مباشر وغير مباشر لجميع العوامل الطبيعية، والبشرية متمثلة في الخصائص الجيولوجية، والأحوال المناخية والنباتية والتربة وتأثير الإنسان، بالإضافة إلى تأثير الخصائص المورفومترية نفسها، إذ أنها تؤثر على خصائص الجريان. تمثل الدراسات المورفومترية إذن، أحد الاتجاهات الحديثة لدراسة الأحواض النهرية، ومن بين العناصر الأساسية التي تساعد من جهة على فهم أليات نشأة الامتطاح الفيضي، ومن جهة أخرى معرفة مدى تطور مورفولوجية الواد (مساحة، شكل، محيط، درجة الانحدار، طول وعرض الحوض.... إلخ). لكونها تساعد على الفهم الدقيق لكل مكون على حدة.

1.1.2. الخصائص الهندسية للحوض

تختلف الخصائص الهندسية من حوض لآخر، مما يعني أن لكل حوض خصائصه التي تميزه عن الأحواض الأخرى، منها على سبيل المثال: شكل الحوض، المساحة، الشبكة المائية، الصخارة، البنائية، الانحدارات، الغطاء النباتي، المناخ، ومنها ما هو مرتبط بدرجة تدخل الإنسان في المجال... إلخ.

1.1.1.2. المساحة والمحيط

إن لمساحة الحوض أهمية كبيرة، لأنها تؤثر بشكل مباشر في حجم الجريان المائي، ومن الطبيعي أن تتباين الأحواض المائية في مساحتها، كما أن الأحواض المائية تميل إلى الزيادة في مساحتها بزيادة نشاط الحت المائي في ظل أحوال مناخية رطبة، لاسيما إذا كانت الصخور هشة يسهل تعريتها.

وفيما يتعلق بمساحة حوض إيناون فتصل إلى 3601 كلم² ومحيطه 376 كلم، هذه القيم حصلنا عليها من خلال اعتماد إحدى تقنيات نظم المعلومات الجغرافية (Arc GIS).

2.1.1.2 مؤشر التراص

يؤثر الشكل الهندسي للأحواض بشكل مباشر على السلوك الهيدرولوجي، حيث كلما إقترب معدل الحوض إلى 1 كلما كانت سرعة الجريان مهمة والعكس صحيح، عندما يكون المعدل أكبر من 1. وتشير هذه النسبة إلى معرفة شكل الحوض، ويعني ارتفاع القيم باتجاه الواحد أن شكل الحوض يقترب من الدائرة، والعكس كلما ابتعدت عنه. وذلك ما توضحه أيضا معادلة العالم الهيدرولوجي Gravelius 1419، وثابت الشكل للعالم (Schumm, 1469)، (Horton, 1932). ولحساب دليل تماسك الأحواض النهرية لابد من حساب كل من مساحة ومحيط هذه الأحواض، باعتبارهما يشكلان أساس المعادلة المعتمدة:

تكتب خاصية مؤشر التراص L'indice de compacité على النحو التالي:

$$KG=0, 28.376/\sqrt{3601}$$

مؤشر التراصية = 0.28 * محيط الحوض ب كلم / الجذر المربع لمساحة الحوض ب كلم²

وبتطبيق هذه القاعدة فمؤشر التراصية هو Kg = 1.75 وبهذا نستطيع أن نقول حوض إيناون ذو شكل طولي.

3.1.1.2 المستطيل المعادل

بعد حساب المساحة والمحيط، لابد أيضا من حساب الطول والعرض باعتبارهما أحد المتغيرات المورفومترية المهمة، التي ترتبط بالعديد من الخصائص الأخرى الخاصة بالحوض النهرية. فطول الحوض يقصد به طول مسافة الخط المستقيم، الذي يرسم بين أعلى نقطة ضمن منطقة تقسيم المياه بأعلى الحوض، ونقطة المصب النهرية. والعرض هو معدل طول الخط المتعامد على الخط المستقيم، الذي يمثل طول الحوض وقد تستخدم عوضا عن ذلك المعادلة التالية، والتي اعتمدنا عليها في تحديد طول وعرض حوض إيناون:

الطول:

$$L = \frac{1,75\sqrt{3601}}{1,12} * (1 + \sqrt{1 - (1,12/1,75)^2})$$

العرض:

$$I = \frac{1,75\sqrt{3601}}{1,12} * (1 - \sqrt{1 - (1,12/1,75)^2})$$

وبتطبيق القاعدتين فطول المستطيل المعادل 165.8 كلم وعرض المستطيل المعادل 21.7 كلم.

2.2. العناصر التضاريسية لحوض إيناون

يلعب عامل التضاريس دورا مهما في تزايد أو في تناقص الموارد المائية، فالإنحدارات القوية تساهم في تسريع الجريان. ومن ثم حدوث فيضانات على نطاق واسع، وفي وقت وجيز، في حالة التساقطات الغزيرة والمركزة. تعد إذن دراسة الخصائص التضاريسية، ذات أهمية كبيرة في دراسة الأحواض المائية وخصائصها المورفومترية والجيومورفولوجية، لأنه من خلال نتائجها يمكن معرفة وفهم طبوغرافية المنطقة، وطبيعة الأشكال المرتبطة بها، وذلك من خلال الآتي.

1.2.2. توزيع الوحدات التضاريسية

تتمتاز تضاريس الحوض بنوع من التعقد والتداخل والتنوع، حيث تحكمت فيها البنية الليتولوجية الأطلسية والريفية، تتميز هذه الأشكال بنقط الارتفاع، البعد المجالي لكل وحدة تضاريسية، قوة الإنحدار وتوجيه السفوح. ولقد نتجت عنها أربعة أشكال جيومورفولوجية أساسية (حسن افقيير 1985) لها بالغ الأثر على السلوك البشري وطبيعة تعامله مع المجال، وكذا نوعية التضاريس آليات التدخل وميكانيزمات التكيف مع الظروف العامة للوسط (مونية بريكة 2007) وهي كالتالي:

- الوحدة الأطلسية: جبال تازكة، كوس تاهلة.
- المجال الريفي: تلال مقدمة الريف (صورة رقم 10).
- مجال الحادورات يشمل عالية الحوض والمجال الأسفل لحوض بوزملان.
- مجال سهلي منبسط على طول مجرى واد إيناون (صور رقم: 11) ترافقه تكوينات الدرجات الرباعية (خريطة رقم 4).

صورة رقم 11 : إنبساط المجال ببلاد بوحلو بجنابات

واد إيناون



المصدر: تصوير شخصي بتاريخ 2018 /02/25

صورة رقم 10 : مجال منبسط بجنابات واد لحضر على

ارتفاع 459 متر



المصدر: تصوير شخصي بتاريخ 2019 /07/25

1.1.2.2 المجال الأطلسي

أ. سلسلة تازكة: تمتد على مسافة 425 كلم مربع، تمتاز بإنحدارات قوية و سفوح طويلة تفصلها أودية ضيقة أحيانا و تتسع أحيانا أخرى حسب توجيه السفوح و طبيعة التكتونية (صورة رقم 12) فالسفوح ذات اتجاه غرب و جنوب -غرب، هي سفوح شديدة الإنحدار أكثر من 20 % في حين أن السفوح الشمالية و ذات اتجاه شمال شرق أقل إنحدارا ، و تفسح المجال لتكوين ضفاف الأودية وتوسيع المجرى. وكلما توغلنا داخل كتلة تازكة إلا ونجد نسقا من المشهد التضاريسي المتكامل والمعقد، في حين تنتهي الأعراف ويضعف الإنحدار يفسح المجال للشكل الهضبي ذو أودية متعمقة، وقد وفرت تازكة الظروف الملائمة لتكوين محمية طبيعية تضمن نسل حيواني متجدد، كما تعتبر مجالا طبيعيا يجلب عددا كبيرا من السياح على المستوى الوطني نظرا لمؤهلاتها الإحيائية والإيكولوجية.

صورة رقم 12: توضيح كتلة جبل تازكة



المصدر: تصوير شخصي 2020/08/09

ب. هضبة تاهلة: تغطيها طبقة كلسية على امتداد 400 كلم مربع بالجنوب الغربي لحوض إيناون، ويقل إنحدارها نحو الشمال لتحفظ بآثار تكوينات قديمة، تعرضت لكل أنواع التعرية المائية من حفر وإذابة وردم خلال فترة الرباعي. الارتفاعات بالهضبة الكلسية تتميز بالتناسق العام بحيث تتأرجح في الغالب بين 500 و 600 م.

2.1.2.2 المجال الريفي

يمتاز المجال الريفي حسب Maurer . إ بنية جيولوجية غير متجانسة و تركيبة جيومورفولوجية معقدة، الشيء الذي يشكل تنوعا في النماذج و الأشكال التضاريسية. هذا الاختلاف أعطى لهذه السفوح ثلاث رتب دنيا، متوسطة وعليا لكل منها خصائصها الجيومورفولوجية وتفصلها أودية غرينية.

أ. التلال: وهي عبارة وحدات تضاريسية منسجمة (حسن أفقي 1985)، تقف كحد فاصل بين واد إيناون وبقيّة مقدمة الريف (صورة رقم 13)، قممها دائرية وتحملها تشكيلات إلى حد أدنى ذات سمك

كبير، أما السفوح فإنحدارها ضعيف، أقل من 15 % لكنها تبدو متقطعة وتسمح بإقامة الزراعة (خريطة رقم 4).

صورة رقم 13: التلال المنخفضة لمقدمة الريف



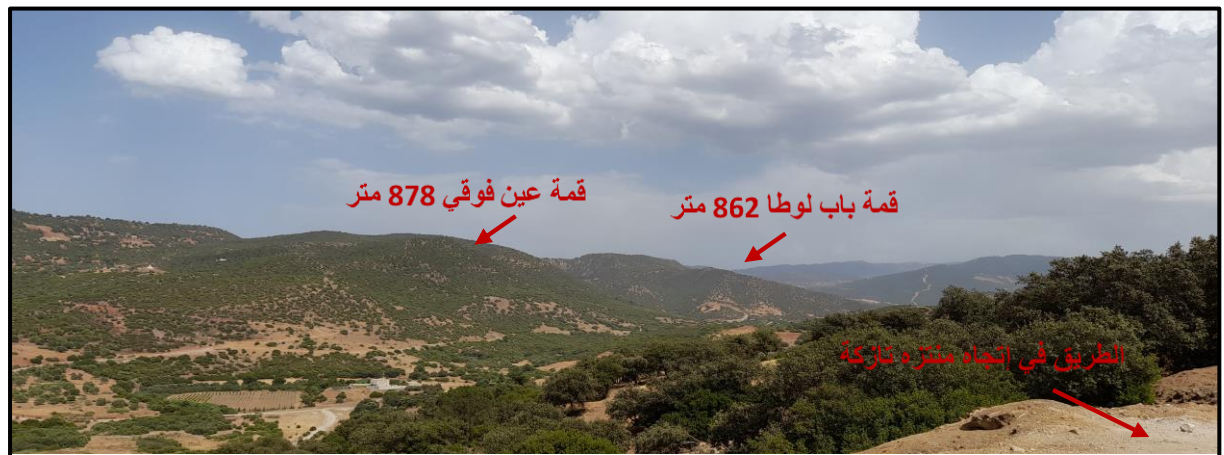
المصدر: تصوير شخصي بتاريخ 2020/08/17

صورة رقم 14: الجبال السفلى بالمجال الريفي



المصدر: تصوير شخصي بتاريخ 2020/08/17

صورة رقم 15: الجبال السفلى بالسفح الأطلسي



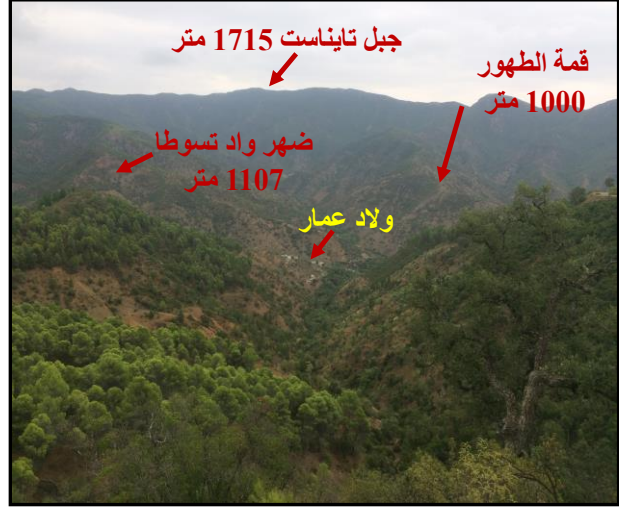
المصدر: تصوير شخصي بتاريخ 2020/08/17

ب. الجبال السفلى: تترجمها التكوينات الطفلية للزمن للثالث وتختلف (صور رقم 14 و 15)،
جيومرفولوجيا وهيدروولوجيا عن نظيرتها من التلال العليا.

صور رقم 17 : التلال العليا بمقدمة الريف (منطقة
كهف الغار)

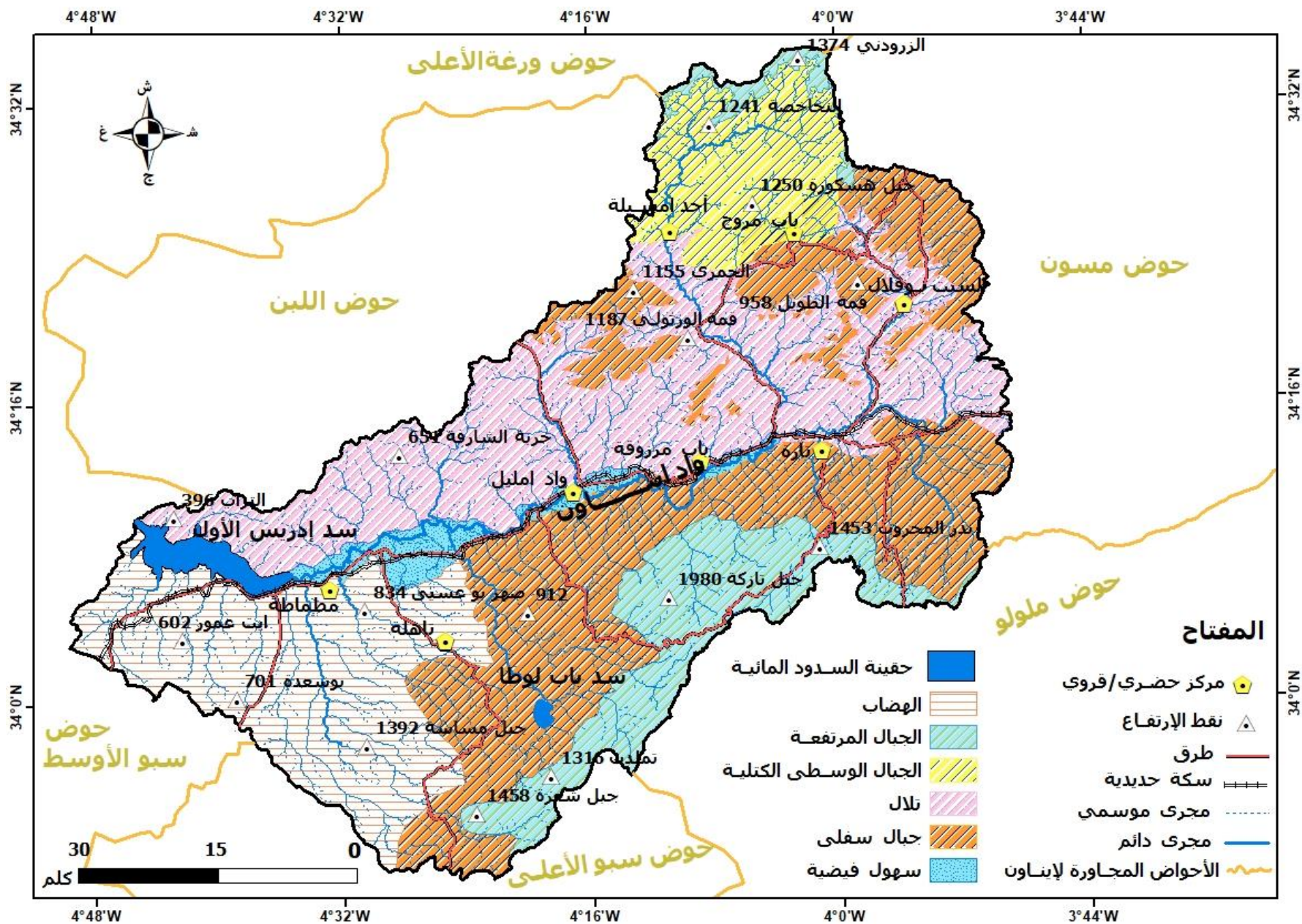


صور رقم 16 : الجبال الوسطى الكتلية بالمجال الريفي
(منطقة تايناست)



المصدر: تصوير شخصي 2017/08/26

ج. الجبال الوسطى الكتلية: تهيمن على المنطقة الريفية من حوض إيناون (صور رقم 16-17)، بتكوينات
شيسيتية وحثية من اللياس، وتكوينات كلس-طفلي كرتاسيه مقاومة لعملية التعرية. ارتفاعات الجبال
الوسطى الكتلية تفوق 1200 م تتخللها شعاب تفرز على سفوحها طابع اللاتماثل، بحيث نميز بين
سفوح تتعدى إنحدارات 40 % وأخرى اقل من ذلك.



المصدر: الخرائط الطبوغرافية لمجال الدراسة
السابق ذكرها والمعاينة الميدانية، 2021.

خريطة رقم 4 : خريطة مبسطة لتضاريس حوض إيناون

2.2.2. يتميز حوض إيناون بارتفاعات مهمة

في هذه المرحلة تم العمل على تفكيك الارتفاعات، من أجل تحديد وتوزيع هذه الفئات وبالتالي إستخلاص الفئة الارتفاعية المهيمنة داخل مجال الدراسة، والتي ستكون مسؤولة أولا عن خصائص مناخ الحوض وثانيا عن الجريان في علاقته بالإنحدارات.

1.2.2.2. توزيع مستويات الارتفاع بالحوض

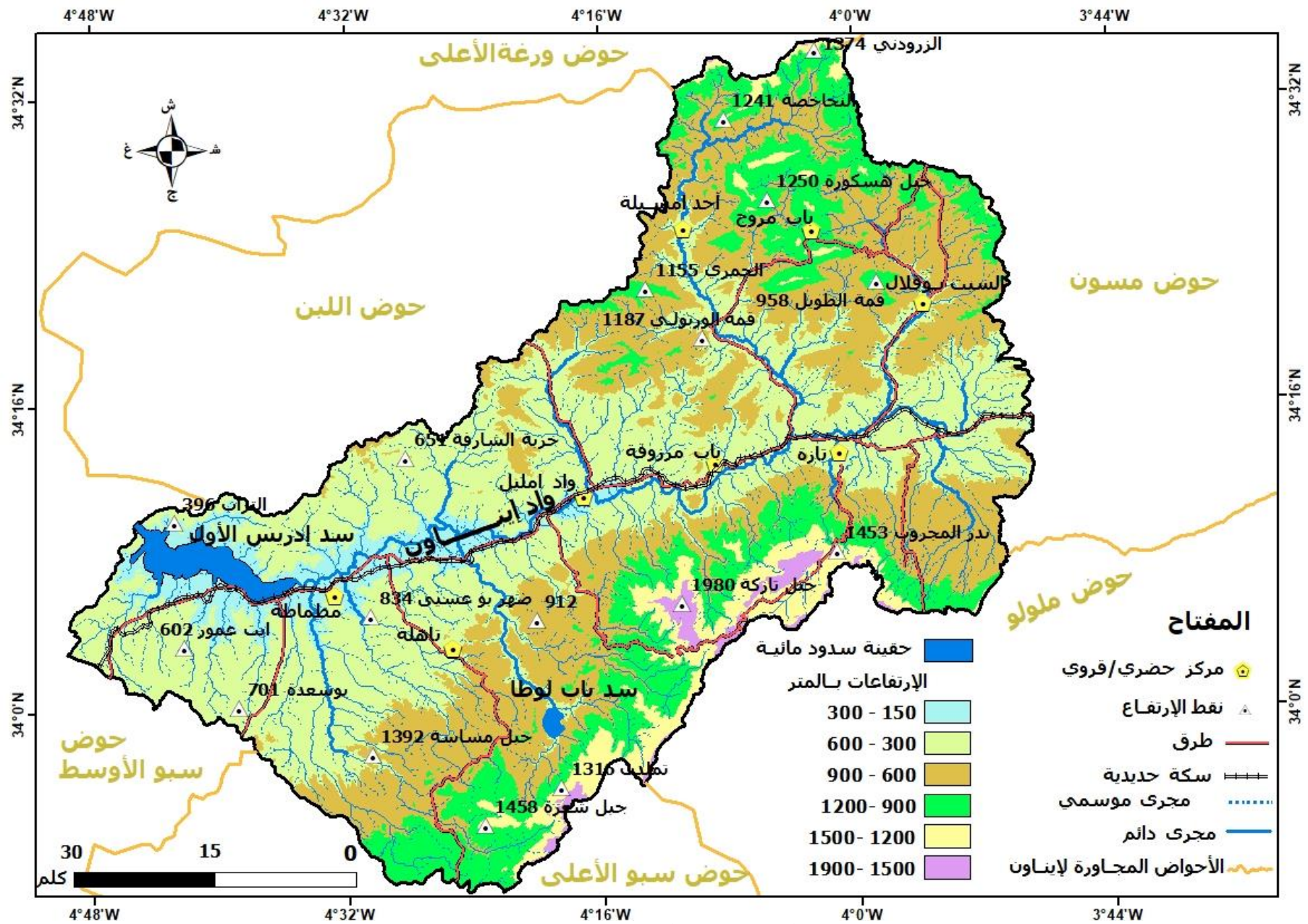
لقد تم الحصول على الفئات الارتفاعية، عن طريق تقسيم الحوض المائي إلى ست فئات، وذلك بفعل التباعد الكبير بين الارتفاعات العليا والدنيا داخل الحوض، وليكون التوزيع متكافئ بحيث يشمل كل المستويات الارتفاعية (جدول رقم 4)، وقد اعتمدنا في ذلك على برنامج نظم المعلومات الجغرافية Arc GIS حيث تبين لنا أن الحوض يتميز بوجود مجموعة من الارتفاعات المختلفة على طول الحوض. ويتضح ذلك جليا من خلال خريطة الارتفاعات (خريطة رقم 5). إن توزيع فئات الارتفاع بالحوض، يفرز وجود تأثير وحدتين جبليتين (الريف في الشمال والأطلس المتوسط في الجنوب)، وهكذا نجد أن الارتفاعات العليا (أكثر من 1900 متر) تشغل الجنوب الشرقي والشمال الشرقي للحوض، على العكس من ذلك نجد المناطق المنبسطة تمتد على طول ممر تازة فاس التي يشغلها واد إيناون.

جدول رقم 4: توزيع فئات الارتفاع بحوض إيناون

فئة الارتفاع بـ م	المساحة بـ كم ²	النسبة التي تشغلها بالحوض بـ %	الجمع التراكمي
150-300	1006.0	27.9	100
300-600	1300.6	36.1	72
600-900	558.7	15.5	36
900-1200	525.2	14.6	20
1200-1500	192.6	5.3	6
1500-1981	18.2	0.5	1
المجموع	3601	100	0.00

المصدر: النموذج الرقمي للأراضي (MNT) مع الاعتماد على برنامج Global Mapper

كما يتضح من خلال الجدول، وكما سبق الإشارة أن فئات الارتفاع تتوزع بشكل متفاوت، حيث تبرز لنا كل من المساحة والنسب المئوية بالجدول رقم 3، أن الفئة المهيمنة بشكل كبير داخل الحوض هي الفئة التي توجد بين 300-600 متر.

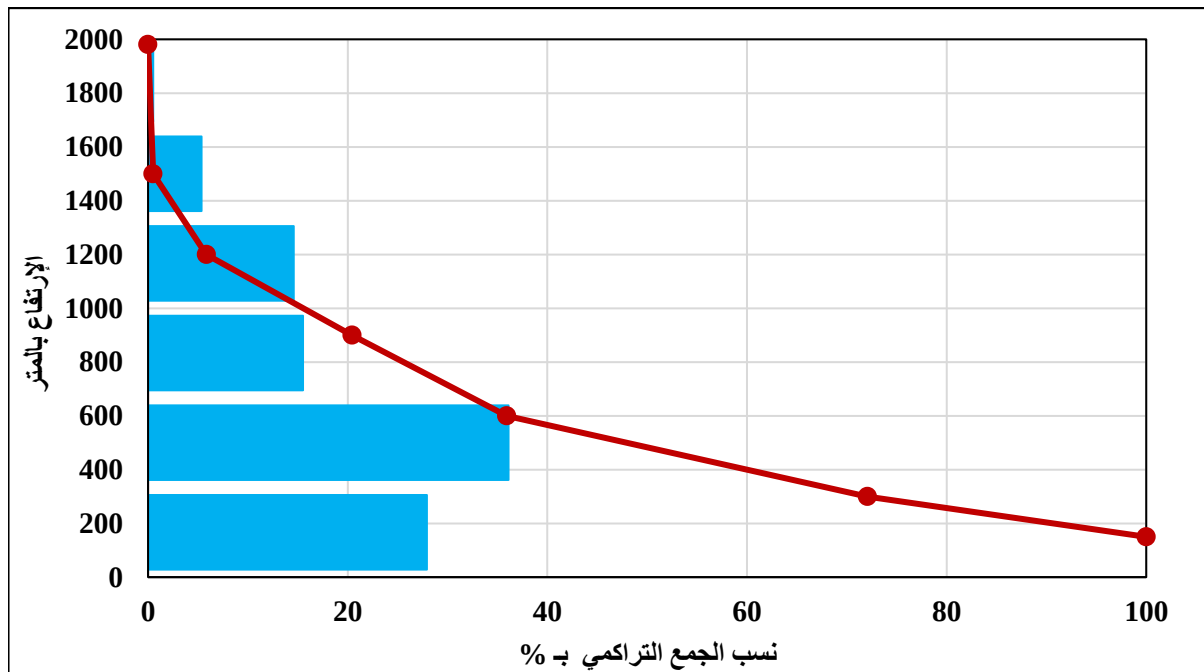


المصدر: النموذج الرقمي للأراضي ، 2017.

1.2.2.2. دراسة منحنى الارتفاع

بعد تحديد توزيع فئات الارتفاع داخل الحوض، حولنا أيضا استخلاص منحنى الارتفاع (La Hypsométrique Courbe)، حيث يلعب هذا الأخير دورا مهما في المقارنة بين أحواض مختلفة (شكل رقم 8)، أو بين أقسام الحوض الواحد. ويعتمد المنحنى الارتفاع في حسابه على العلاقة بين النسب المساحية المحصورة في ارتفاعات مختلف (Strahler, 1957) عن (Taous, 2005). كما يلعب هذا الأخير دورا مهما في تحديد متوسط التساقطات المطرية داخل الحوض النهري، كما يحدد في تفاعله مع الآليات الأخرى توجيه السلوك الهيدرولوجي وتحديد نظام التصريف للحوض.

شكل رقم 8: منحنى فئات الارتفاع لحوض إيناون



المصدر: النموذج الرقمي للأراضي ، 2017.

يصل أعلى ارتفاع بمجال الدراسة كما سبقت الإشارة، إلى 1981 م بجبل تازكة و 150 م كأدنى ارتفاع داخل المجرى، أي بفارق 1831 م من خلال تطبيق القاعدة التالية (Dt = H max – H min) (شكل رقم 12)، ويتبين لنا كذلك من خلال المنحنى الارتفاع (شكل رقم 8)، أن واسط فئات الارتفاع (H50) بالحوض 490 هو متر. وللحصول على متوسط الارتفاع في الحوض سنستخدم القاعدة التالية:

$$H_{\text{مoy}} = \sum \frac{A_i \cdot h_i}{A}$$

علما أن:

Ai : المساحة التي تفصل بين خطي تسوية ب كلم مربع؛

Hi : متوسط الارتفاع بين خطي تسوية بالمتر؛

A : مساحة الحوض ب كلم مربع ؛

وبتطبيق هذه القاعدة يكون متوسط الارتفاع بحوض إيناون هو 590.21 متر

3.2.2.3. تغطي على الحوض إنحدارات قوية

تعتبر الإنحدارات بدورها عنصرا مهما يجب دراسته ومعرفته، نظرا لأهميتها الكبيرة في الدراسات الجغرافية بصفة عامة، والهيدرولوجية بصفة خاصة. كما تعتبر إحدى أهم مظاهر السطح التي يستدعي تحليلها استخدام أساليب قياسية وتحليلية، لأنها ذات علاقة وطيدة بالسلوك الهيدرولوجي لكل حوض. كما يلعب الإنحدار دورا مهما في تسريع وتيرة الجريان، فكلما كان الإنحدار قويا كلما كانت إستجابة الجريان للتساقطات سريعة، وكلما كان ضعيفا أصبحت هذه الإستجابة بطيئة، ولفهم دور الإنحدار في تفعيل الجريان السطحي، سنعمل على دراسة بعض مؤشرات هذا الحوض.

1.3.2.2 متوسط الإنحدار داخل الحوض

هو مؤشر لفهم خاصية كل حوض مائي على حدة، وبالاعتماد على هذا العامل يمكننا تكوين فكرة حول طبوغرافية الحوض الهيدرولوجي، وللحصول على هذا المؤشر يجب أولا تحديد معاملا التضاريس " الارتفاع الأقصى والارتفاع الأدنى للحوض، وذلك بعد تحديد منحنى فئات الارتفاع (Courbe Hypsométrique) وللحصول على النتيجة المتوخاة يجب تطبيق الصيغة التالية:

$$I_m = \frac{D.L}{S}$$

I_m : متوسط الانحدار في الحوض

L: الطول العام لمنحنيات التسوية بكلم ؛

D: فارق الارتفاع بين خطي تسوية بالمتر؛

S: مساحة الحوض بكلم²

$$I_m = \frac{100 \times 164,1}{3601} = 4,55$$

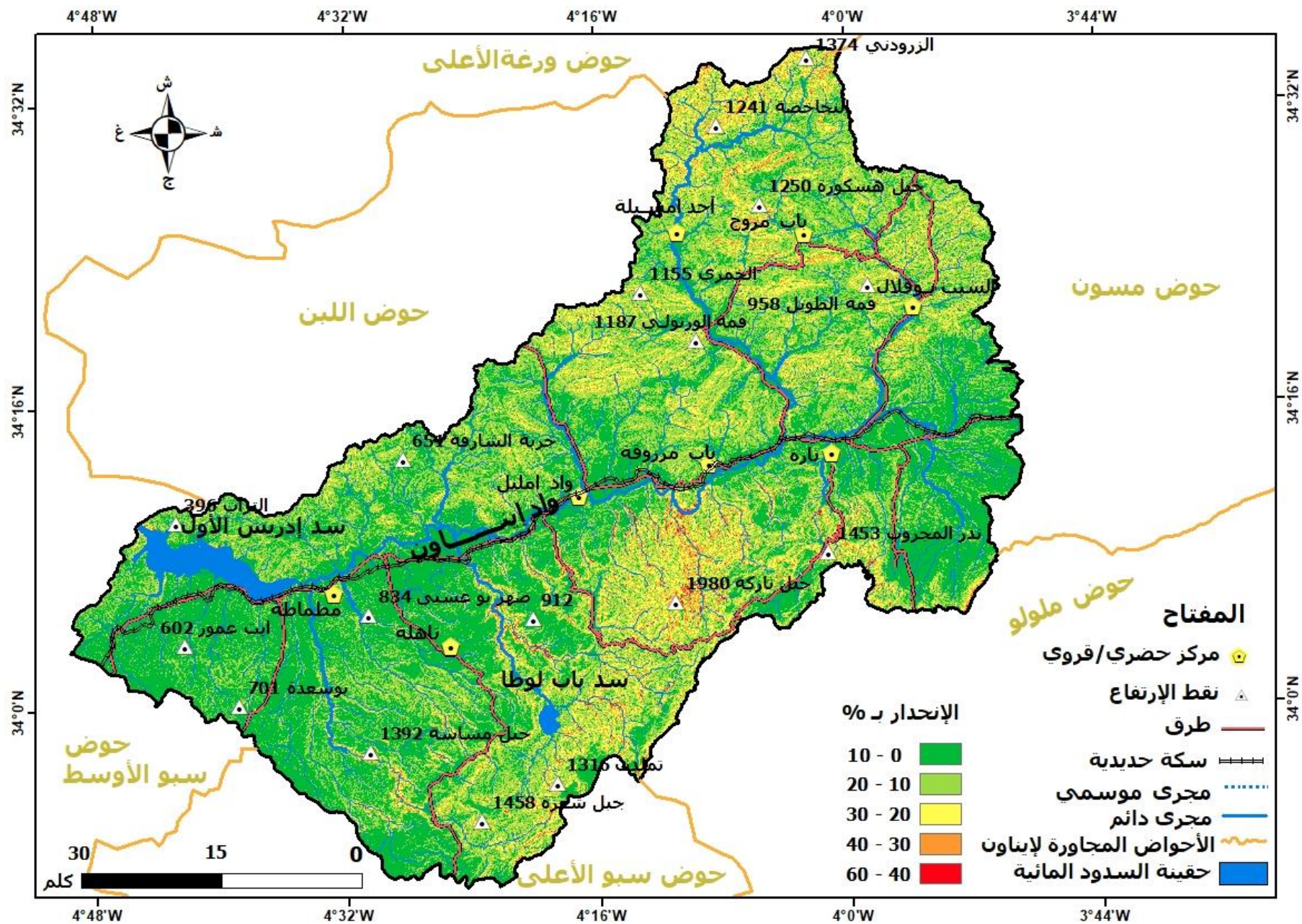
وبتطبيق هذه القاعدة نجد أن متوسط الإنحدار 4,55 كلم، فهو يعطي إشارة قوية حول مسار الجريان المباشر، أي زمن التركيز ويؤثر بشكل مباشر على الصبيب عندما يكون ناتجا على زخة مطرية بطيئة.

ومن خلال خريطة الإنحدارات المنجزة لحوض إيناون بالاعتماد على النموذج الرقمي للأراضي (خريطة رقم

6)، نلاحظ أن الانحدارات تتوزع بشكل متفاوت على الحوض تبعا للارتفاعات النسبية للوحدات

التضاريسية، كما أن الإنحدارات الضعيفة والمتوسطة (بين 0 و 20%) نجدها تمثل 69 % من مساحة

وتنشر خاصة في سافلته وبالقرب من مجرى واد إيناون وكذلك في جنوبه الشرقي.



المصدر: النموذج الرقمي للأراضي، 2017.

خريطة رقم 6: توزيع الإنحدارات بحوض إيناون

أما الإنحدارات القوية (ما بين 20% و 40%) تشغل كلا من الشمال الشرقي والجنوب الشرقي للحوض، بنسبة 27% وتنتشر في مرتفعات السفح الأطلسي وتلال مقدمة الريف، وأخيرا الإنحدارات القوية جدا ما بين 40% و 60% فتمثل 4% إذ نجدها في سفوح الجبال العالية بالجزء الأطلسي والريفي.

2.3.2.2 معامل الانحدار العام

يتم الحصول على هذا المعامل من خلال منحى توزيع الارتفاعات، وذلك بعد استخراج الارتفاع الذي يساوي 5% من مساحة الحوض، والارتفاع الذي يوازي أو يتعدى 95% من المساحة الكلية للحوض الهيدرولوجي، هذا المعامل يعطينا نظرة شاملة عن الانحدار العام لكل حوض، وبالتالي معرفة الانحدار الذي يسلكه كل مجرى مائي من المنبع إلى المصب، يتم حسابه بالاعتماد على الطريقة التالية:

$$I_g = \frac{D}{L}$$

علما أن:

I_g : مؤشر الإنحدار العام بالمتر أو الكلم؛

D : H5% - H95% (الارتفاع الذي يساوي 5% من مساحة الحوض) و(الارتفاع الذي يوازي أو يتعدى 95% من المساحة الكلية للحوض الهيدرولوجي)؛

L : طول المستطيل المعادل؛

في البداية يجب تحديد D بالمتر بحيث:

$$D = 1200 - 300 = 900$$

إذن لدينا

$$I_g = \frac{900}{165,8} = 5,42 \quad \text{إذن} \quad L = 165,8 \text{ كلم} \quad D = 900 \text{ متر}$$

وبهذا يكون مؤشر الانحدار العام بحوض إيناون هو: 5,42

انطلاقا من هذا مؤشر واعتمادا تصنيف (Dubreuil, 1966)، الذي يصنف التضاريس حسب مؤشر الانحدار العام (جدول رقم 5) يتضح أن تضاريس حوض إيناون قوية جدا .

جدول رقم 5: تغير معامل الانحدار العام ب كلم / م

مؤشر الانحدار العام I_g (م/كلم)	خصائص التضاريس
$I_g < 0.002$	تضاريس ضعيفة جدا
$0.002 < I_g < 0.005$	تضاريس ضعيفة
$I_g < 0.01 > 0.005$	تضاريس ضعيفة نوعا ما
$I_g < 0.02 > 0.01$	تضاريس معتدلة
$I_g < 0.05 > 0.02$	تضاريس قوية نوعا ما
$I_g < 0.1 > 0.05$	تضاريس قوية
$I_g > 0.1$	تضاريس قوية جدا

المصدر: (Dubreuil, 1966)

3.3.2.2 الإشراف النوعي

نستطيع من خلاله أن نقارن الأحواض النهرية بعضها ببعض، ويحدد من خلال المعادلة التالية:

$$Ds = Ig \times \sqrt{A}$$

Ds : الإشراف النوعي بالمتر؛

Ig : معامل الإنحدار العام ب م / كلم؛

A : مساحة الحوض النهرى بالكلم؛

إذن:

$$Ds = 5,42 \times \sqrt{3601}$$

$$= 325,2$$

باتباع هذه القاعدة يصل مؤشر الإشراف النوعي إلى 325.2 متر، انطلاقا من هذه القيمة وبالاعتماد على تصنيف (Dubreuil, 1966) للتضاريس من خلال الإشراف النوعي، يتضح أن تضاريس حوض إيناون قوية جدا (جدول رقم 6) وهي النتيجة نفسها التي تم الحصول عليها من خلال مؤشر الإنحدار العام.

جدول رقم 6: تغير مؤشر الإشراف النوعي ب كلم / م

الاشراف النوعي	خصائص التضاريس
$DS < 10m$	تضاريس ضعيفة جدا
$10m \leq DS < 25m$	تضاريس ضعيفة
$25m \leq DS < 50m$	تضاريس ضعيفة نوعا ما
$50m \leq DS < 100m$	تضاريس معتدلة
$100m \leq DS < 250m$	تضاريس قوية نوعا ما
$250m \leq DS < 500m$	تضاريس قوية
$DS > 500m$	تضاريس قوية جدا

المصدر: (Dubreuil, 1966)

4.2.2. توجيه السفوح وأثاره الرطوبة والحرارية

يتدخل عامل التضاريس بواسطة عنصري الارتفاع الطبوغرافي والتوجيه، فكلما زاد الارتفاع تزايدت كمية الأمطار. لكن هذه الزيادة تتوقف عند علو يتراوح ما بين 2 500 م و 3000م، وذلك نظرا لقلّة الرطوبة في طبقات الجو العليا. أما التوجيه، فهو الآخر يؤثر على كمية الأمطار داخل السفوح الجبلية. فالسفوح المواجهة للرياح الرطبة تكون الأكثر إستقبالا للتساقطات المطرية، بخلاف السفوح التي تقع في ظل المطر. وتلعب التضاريس دورا رئيسيا في تحديد خصائص مناخ المغرب وتباينه الجهوي من منطقة لأخرى، فانتصاب السلاسل الجبلية وسط البلاد، أدى إلى خلق مجالين مختلفين: المغرب الشمالي الغربي

المنفتح على الرياح الممطرة، والمغرب الشرقي والجنوبي الخاضعين للتأثيرات الصحراوية. فالجبال تشكل حاجزا طبيعيا رئيسيا يحد من تسرب الكتل الهوائية الباردة والرطوبة الآتية من المحيط في اتجاه شرق وجنوب السلسلة الأطلسية، كما تحد من توغل الكتل الهوائية الحارة والجافة نحو الشمال الغربي.

يعتبر توجيه السفوح إذن أحد العوامل الأساسية، التي تؤدي إلى وجود تناقضات حرارية محلية، سواء من حيث فترة التشميس أو حدة حرارة الإشعاع الذي يتلقاه سطح الأرض، فمدة التشميس عند قعر الأودية تبقى قصيرة نسبيا إذا ما قارناها بالمرتفعات. كما أن السفوح الموجهة نحو الجنوب (الشمسية) تعرف ارتفاع حراري مقارنة مع السفوح الموجهة نحو الشمال (الظليلة)، لكون زاوية سقوط الأشعة على السفوح الشميشة تكون شبه قائمة وبالتالي تكون الطاقة الحرارية المكتسبة جد مركزة. ومن خلال النموذج الرقعي للأراضي (خريطة رقم 7) يتضح أن توجيه السفوح على مستوى حوض إيناون يشمل جميع الاتجاهات، لكن أغلبها موجهة نحو الشمال والشمال الغربي.

وبخصوص مجال الدراسة، فيلاحظ في الجزء الذي ينتمي للأطلس المتوسط، هيمنة السفوح الموجهة للغرب وللشمال غربي بنسبة 51,8 %، أما السفوح ذات اتجاه شمالي وشمالي شرقي فمثلت 21,8 %، بينما السفوح الجنوبية والجنوبية الغربية والشرقية والجنوب الشرقية شكلت نسبة بلغت 17,3 % في الأولى و9,1 % في الثانية. هذا ما جعل السفح الأطلسي منفتح على الرياح الرطبة المحيطية، حيث يستفيد شتاء من كميات مطرية وثلجية مهمة عبر إمتصاص قسط وافر من الرطوبة الجوية. أما الجزء الذي ينتمي لمقدمة الريف فتغلب عليه السفوح ذات اتجاه جنوبي وجنوبي غربي بـ 40,5 %، متبوعة بالسفوح الشرقية والجنوبية الشرقية بـ 24,8 %، ثم السفوح الغربية والشمالية الغربية بـ 22,3 % وأخيرا السفوح الشمالية والشمالية بـ 12,4 %. لذلك يتميز هذا الجزء بضعف انفتاحه على المؤثرات المحيطية التي تكون محملة بالرطوبة، مما ينعكس على كميات التساقطات المطرية المسجلة به التي تأتي في مرتبة ثانية بعد السفح الأطلسي.

3.2. الخصائص الجيولوجية والبنية للحوض

1.3.2. تمتاز جيولوجيا الحوض بالتنوع

يمتد حوض إيناون على ثلاث ميادين جيولوجية مختلفة، جزء تابع لكتلة الأطلس المتوسط جنوباً وهو الأهم، من حيث ارتفاعه وموارد مياهه وغطاءه النباتي. تكوينه الجيولوجي قديم وبنيته بركانية وشيئية نشأت خلال الزمن الأول، مكونة قاعدة جيولوجية للمنطقة. وذلك بصخور تعلوها رواسب من سجيل وكلس، تعود في نشأتها للزمن الجيولوجي الثاني مُحدثة معظم النتوءات الظاهرة (جبال). أما تلال مقدمة جبال الريف شمالاً كجزء ثان من بنية ممر تازة، فهي تتكون من طبقات صلصالية ومن رواسب سجيلية تراكمت خلال الزمن الجيولوجي الثالث، وعليه فبمجال قبيلة البرانس بالمنطقة شمالاً هناك مقاطع غنية بمادة الملح، التي لا تزال تستغل باعتبارها نوعاً جيداً مقارنة مع ما هو موجود بجهات أخرى. ويلتقيان هذين الجزأين في ممر تازة حيث يشكل حاجز طبيعي مرتفع يتوسطه خانق عميق نتج عن عمليتي نحت وحفر بواسطة مياه وادي إيناون، شبيه بأجراف أخرى نجدها موزعة على روافد وادي إيناون، خاصة المنحدرة من مرتفعات مجاورة لمنطقة تازكة.

ومرتفع ما يُعرف بـ "الطواهر" من الناحية الجيولوجية هو بمثابة نقطة التقاء بين تكوينين طبيعيين، الأول يعود إلى الزمن الجيولوجي الثاني "الجوراسي" والثاني يعود إلى الزمن الجيولوجي الثالث، أما الخانق الذي يجري فيه وادي إيناون فيوجد في منطقة شستية. وحسب بعض الدراسات يتنمي هذا الممر إلى القارة الإفريقية ويشكل في نفس الوقت حداً فاصلاً مع سلسلة جبال الريف التي كانت متصلة مع شبه جزيرة إيبيريا (Vidal, 1977).

2.3.2. التكوينات الصخرية داخل الحوض

حسب (Combe M., 1971؛ Martin J., 1981) يمكن تقسيم الحوض إلى مجالين متباينين من حيث البنية الجيولوجية :

1.2.3.2. تكوينات السفح الريفي

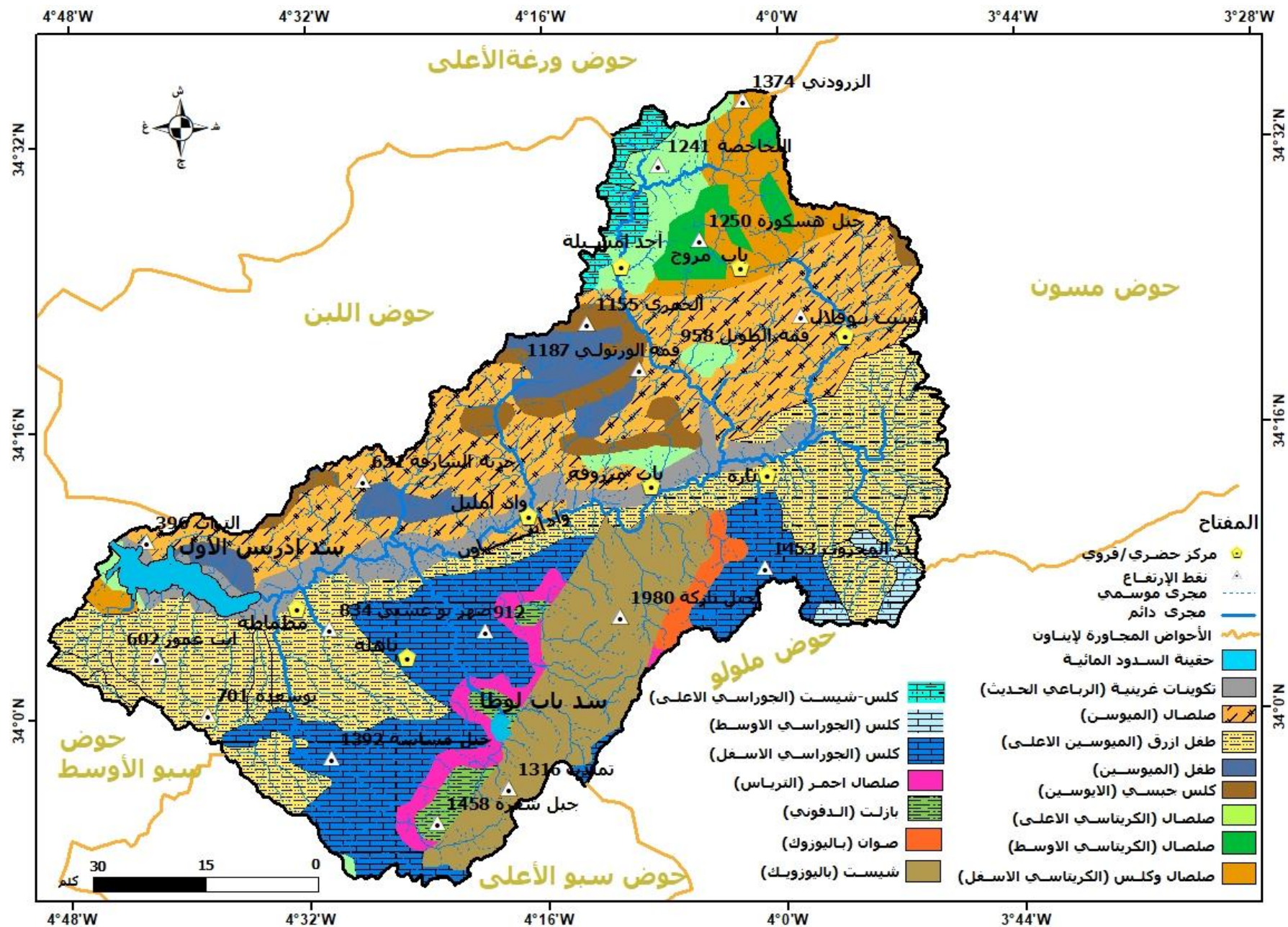
يتكون هذا الحيز عموماً من غطاء الزمن الجيولوجي الثاني و الثالث، في أسفل هذه التكوينات نجد الجوراسي كأقدم تكوينات المنطقة وتظهر عند جبال تيناست على شكل صخور شستية، ثم الكريتاسي الأسفل المتكون من الصلصال والكلس يليه الكريتاسي الأعلى و الأيوسين، وتظهر طبقات من الصلصال المشوب (مختلط) بالحجر الرملي المؤرخ في زمن الأوليوسين و الميوسين و الأيوسين ، كما تتخللها بالممر الجنوبي لتلال مقدمة الريف بعض التكوينات اللياسية و الترياسية، و نجد كذلك طبقات رسوبية من الملح يتسغلها ساكنة المنطقة كما هو الشأن لمنجم قرب تازة ، أو التي تظهر عند واد لحضر.

كما أن الانتشار الواسع لطبقات الصلصال الضعيف النفاذية بهذه المنطقة، يفسر إلى حد كبير قوة الامتطاحات التي تشهدها الأودية ومدى عنفها.

2.2.3.2. تكوينات سفوح الأطلس المتوسط

تختلف التكوينات الجيولوجية للأطلس المتوسط عن تكوينات مقدمة الريف، وهكذا يمكن أن نميز بين طبقات جيولوجية متنوعة الأصل الجيولوجي من الزمن الأول والثاني والثالث. وهكذا تنتشر تكوينات ما قبل الكامبري بمنقطة تازكة على شكل كتل قديمة، تتكون من الشست خصوصاً والحث و صخور متحولة و بالناحية الشرقية نجد طبقات من البازلت و الميكرو غرانيت و الشيست الأحمر المنتميان إلى الترياس، كما ينتشر الكلس الدولوميتي بالجهة الغربية لكتلة تازكة إلى حدود رباط الخير، حيث يظهر غطاء صخري للشيست الصلصالي المنتمي إلى الميوسين الأوسط، أما في ضواحي تاهلة نجد تكوينات اللياس الأسفل بصخور كلسية و دولوميتية تمتد حتى كوس الأطلس (خريطة رقم 8).

ويعود الوضع الحالي لكتلة تازكة للفترة الألبية حيث تم رفع ركيزة الزمن الأول لتظهر لنا على شكل طية محدبة تحيط بها تكوينات الزمن الثاني. وتعتبر واحدة من بين الحوادث الأربع المميزة للأطلس المتوسط، تتموقع بجزئه الشمالي الشرقي، حيث تعزل الأطلس المتوسط الهضبي بالجزء عن الأطلس المتوسط الملتيوي بالجزء الشرقي. وتمتد على طول 50 كلم وعرض يتراوح بين 10 و 12 كلم، وتتراوح ارتفاعاتها بين 500 و 1980 متر، وهي كتلة محدبة تعود للزمن الأول Paléozoïque، تتكون من الشيست، كما تتخللها نتوءات كرانيتية محاطة بتكوينات الزمن الثاني الممثلة في الطين الترياسي والدولوميت للياس الأسفل والكلس والصلصال اللياسي الأوسط والعلوي (الخريطة رقم 8). وخلال الزمن الرابع أدى النشاط البركاني إلى ظهور تكوينات بركانية (Hoepffner, 1989) لازالت فوهته شاهدة على ذلك، خاصة بالجهة الغربية للمنتزه وخصوصاً قرب المجموعة الغابوية لباب أزهار.



وبالجهة الشرقية لهذه الكتلة، ساعد تواجد مجموعة من العوامل، على انتشار نشاط كارستي مميز للمنطقة يمكن إجمالها في: امتداد الصخور الجوراسية الكارستية كما هو مبين في الخريطة رقم 8 وتوضعها فوق التكوينات الترياسية غير النافذة، طي وميلان الطبقات وكثرة نقط الضعف بها رفع من نفاذيتها وجعلها تلعب دور مجاري مائية سطحية، على مستوى محاور الطيات المقعرة ليتحول إلى جريان باطني عبر مناطق الضعف. وخير مثال على ذلك الحبيسة الزراعية لضاية شيكر. ونتج عن هذا النشاط الكارستي مجموعة من المظاهر السطحية والباطنية، على شكل شخاريب، دولينات، أوفالات، بالوعات، كهوف، أعمدة صاعدة وأخرى نازلة، الجوبات، كهوف، مدرجات الترافيرتين حول ينابيع العيون الكارستية.

4.2. الخصائص الهيدروغرافية لحوض إيناون

1.4.2. شبكة هيدروغرافية متباينة حسب نوعية السطح

ينبع واد إيناون من جبل أمسييف وينتهي عند سد إدريس الأول، حيث يصب في واد سبو. يعتبر واد إيناون ثاني أهم روافد حوض سبو بعد واد ورغة إذ يمتد على طول 157 كلم وتقدر مساحة حوضه بـ 3601 كلم²، حيث يتغذى على روافد مهمة آتية من المنطقة الريفية وأخرى من الأطلس المتوسط، كما هو مبين في (الخريطة رقم 9) والصور رقم 18 توضح شكل واد إيناون في السافلة.

صورة رقم 18: مجرى واد إيناون



المصدر: تصوير شخصي 12 أبريل 2018

1.1.4.2. روافد الضفة اليمنى لواد إيناون

تضم الروافد المنبعثة من المجال الريفي الذي يتميز بتكوينات صخرية غير نافذة و هشة (الطفل، الطين ..) وهي ذات تصريف غير منتظم:

- واد لحضر: يعتبر أحد أهم الروافد الريفية لواد إيناون بطول 58 كلم ومساحة تصل إلى 614 كلم². حيث يصرف المياه المنحدرة من السفوح الشمالية لحوض إيناون، ونظرا لطول مجراه نجده يتخذ عدة

أسماء محلية، فعند المنبع يسمى بواد السبت، وبالوسط يسمى بواد مرتيشة، وفي السافلة يطلق عليه إسم واد لحضر قبل التقائه بواد إيناون جنوب محطة باب شهبوب. يتميز واد لحضر بكثافة روافده الموسمية، التي تجف خلال فصل الصيف من أهمها واد أسريف وواد الورتزا (صوررقم 19 - 20).

صورة رقم 20: واد لحضر في الفترة الربيعية بالعالية



صورة رقم 19: واد لحضر في الفترة الربيعية بالسافلة



المصدر: تصوير شخصي 2016/04/30

- واد الأربعاء (صور رقم 21 - 22): ينبع من تلال مقدمة الريف، وبالضبط من عين الخميس، على طول 12 كلم، وتمتد مجاريه على حوض مساحته 281 كلم²، و ينحدر في اتجاه الجنوب حيث يلتقي مع واد بولجراف، الذي يعد أهم روافده. ويعتبر واد الأربعاء ثاني أهم روافد واد إيناون بعد واد لحضر. ويتميز بمرفولوجية مزدوجة من العالية في اتجاه السافلة، حيث يتخذ شكلا طوليا مع تعمق المجرى المائي وقوة الانحدار.

صورة رقم 22: واد الأربعاء في العالية



المصدر: تصوير شخصي 2016/01/12

صورة رقم 21: واد الأربعاء في السافلة



المصدر: تصوير شخصي 2016/04/12

- واد أمليل: يمتد واد أمليل في الضفة اليمنى لواد إيناون، شمال منطقة أولاد أزباير، على طول يقدر ب22.28 كلم ودرجة إنحدار 3.8 %. يتميز واد أمليل بكثافة روافده من الرتبة 1 و 2 لكن جريانه غير

منتظم كباقي أودية المنطقة الريفية، حيث يجف خلال فصل الصيف، و يعرف فيضانات مهولة تلحق أضرار كبيرة بالمحاصيل الزراعية خلال السنوات الرطبة.

2.1.4.2. روافد الضفة اليسرى لواد إيناون

تتميز المنطقة الأطلسية بارتفاعات مهمة تصل إلى 1981 م، وبالتالي فهي تلتقي تساقطات مهمة، تتجاوز 1000 ملم، بالإضافة إلى التساقطات الثلجية فوق القمم، وهذا ما جعل أغلب المجاري المائية لهذه المنطقة دائمة. كما تتميز السفوح الشمالية للأطلس المتوسط الملتوي ببنية كارستية نافذة، تعمل على تخزين كميات كبيرة من المياه في الفرشة الباطنية، وبالتالي تساهم العيون في ضمان الجريان السطحي الدائم والمنتظم، لروافد واد إيناون المنحدرة من هذه السفوح وهي كالتالي:

- واد بولجراف: أحد أهم الروافد الأطلسية لواد إيناون، الذي يمتد حوضه بالجزء الشرقي للضفة اليسرى على مساحة تقدر بـ 295,6 كلم²، تتميز شبكته الهيدرولوجية بكثرة المسيلات والروافد وبشكله الذي يشبه نصف الدائرة، والذي يساعد على تجمع المياه بسرعة، ووصولها إلى المصب في نفس الوقت، حيث يمثل أهم روافد واد الأربعاء.
- واد جعونة: ينبع واد الجعونة من جبال الأطلس المتوسط الشمالي الملتوي، ويمتد على طول 20.17 كلم، حيث يلتقي مع واد الأربعاء وواد بولجراف في عالية حوض إيناون. يتميز بجريان موسمي، وتمتد مجاريه على حوض صغيرا جدا، تقدر مساحته بحوالي 53.34 كلم²، كما أن ضفافه متوسطة الارتفاع.
- واد الدفالي: ينبع هذا الواد بدوره من الأطلس المتوسط الشمالي الملتوي، ويمتد على مسافة صغيرة جدا بحوالي 7.02 %، كما أن مجراه يمتد على حوض صغير جدا بمساحة لا تتعدى 28.28 كلم²، ويحده شرقا حوض واد جعونة وغربا حوض تازة.
- واد تازة: من خلال تسمية هذا الواد يتضح أنه يتمركز بالقرب من المجال شبه الحضري لمدينة تازة. يتميز بمورفولوجية ضيقة في العالية واتساع كبير عند إختراقه للمجال شبه الحضري لتازة، خاصة عند دوار الجزارين، دوار عياد وحي المرابطين. تمتد المجاري المائية لواد تازة على حوض مساحته 81.44 كلم²، وعلى مسافة طولها حوالي 13 كلم، ويعرف المجرى الأكبر لهذا الواد تركيز مهما للغطاء النباتي.
- واد بوزملان: يتميز واد بوزملان بتعمق مجراه في الجزء العلوي من حوضه، وذلك لوجود صخور كلسية ترجع إلى فترة اللياس مغطاة بمسكات من التربة الحمراء. وبعض التكوينات الرسوبية. يتميز بغطاء نباتي كثيف يعمل على منع حدوث الفيضانات أثناء الفترات المطيرة. ينبع واد بوزملان الذي يصل طوله إلى 33 كلم²، من مشرع أكيدان، ويأخذ اسم بوسعادة من المنبع إلى مركز أيت سغروشن، ثم واد بوزملان في السافلة، باتجاه جريان من الجنوب الشرقي نحو الشمال الغربي.
- واد مطماطة: أصل واد مطماطة عين لجزيرة الأطلس المتوسط الملتوي، الذي يتميز بتكوينات صخرية كلسية لياسية نافذة، الذي تترجمها كثرة العيون التي تغذي واد مطماطة باستمرار كعين السخونة و عين بوسماع. يمتد واد مطماطة على طول 35 كلم. يتجه من الجنوب الشرقي نحو الشمال الغربي. وقبل

التقائه بواد إيناون، غرب مركز مطماطة، يوسع من مجراه نظرا لوجود صخور شيدستية وطفلية تسمح بالحث الجانبي عوض الحث الرأسي، وهو ما يوفر مجالا خصبا مناسب لإقامة زراعات موسمية.

- واد بوحلو: ينبع واد بوحلو من المنطقة الكلسية الجيرية المرتفعة للأطلس المتوسط الذي يتميز ببنية جيولوجية نافذة، وهكذا تكون العيون هي المغذي الرئيسي لواد بوحلو (عين البحيرة 'عين كاوات ، عين الكبيرة) إضافة إلى هطول كميات كبيرة ومهمة من التساقطات المطرية و الثلجية فوق القمم . يمتد واد بوحلو وروافده على حوض مساحته 303.8 كلم²، أما طول المجرى الرئيسي فيقدر ب 25 كلم حيث يغذي واد إيناون بكميات كبيرة من المياه بالقرب من سد إدريس الأول. يطلق على واد بوحلو في العالية إسم واد بوسبعة، وفي الجزء الأوسط واد بوسافو ثم واد بوحلو في السافلة.

وتجدر الإشارة إلى أن حوض إيناون، يتوفر على سدين مائيين الأول سد إدريس الأول، الذي أسس سنة 1973 على واد إيناون ويضم حقينة مائية تصل إلى 1.186 مليون م³ (صورة رقم 23)، والثاني إسمه سد باب لوطا تم تأسيسه سنة 1999 ويعد أهم سد في إقليم تازة بمساحة تقدر 124 كلم² تصل وارداته إلى 23 مليون م³ وحجم الحقينة يبلغ 35 مليون م³ (صورة رقم 42).

صورة رقم 24: سد باب لوطا

صورة رقم 23: سد إدريس الأول



المصدر: تصوير شخصي 08 غشت 2020



المصدر: تصوير شخصي 21 يوليوز 2019

2.4.2. مميزات شبكة التصريف المائي داخل الحوض

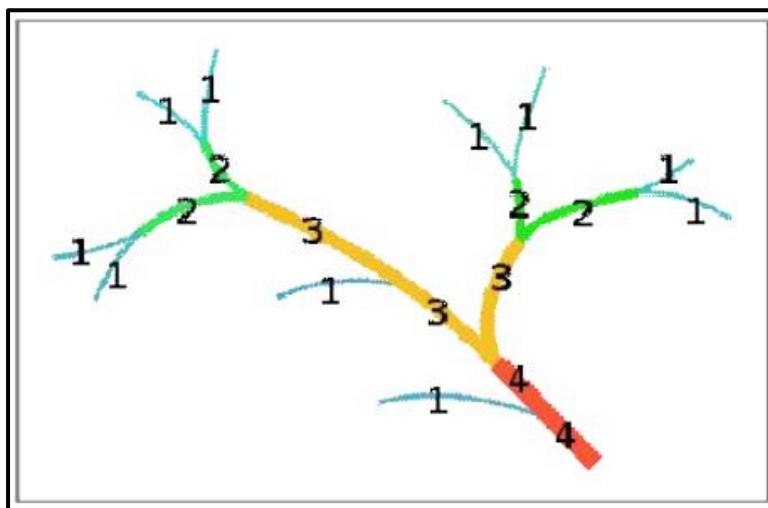
1.2.4.2. طريقة اختيار الرتب النهرية

تساهم دراسة الرتب النهرية في معرفة حجم الحوض واتساعه، ومعرفة كمية التصريف المائي وإمكانية التنبؤ به في أي جزء من أجزاء الحوض، وتقدير سرعة الجريان وإمكانية التنبؤ بمخاطر الفيضانات المائية، وما لهذا من ارتباط في زيادة حجم الحت والترسيب داخل الحوض المائي. وفي معرفة شدة التضرس والانحدار وتفيد في تحديد استخدامات الأرض المختلفة وإمكانية التخطيط لإستثمار الموارد الطبيعية، وبناء السدود والخزانات.

ولتحديد رتبة الحوض انطلاقا من شبكة الروافد التي يحتوي عليها كل مجرى مائي، هناك العديد من الطرق المستعملة في دراسة هذا الترتيب أهمها: طريقة هورتون 1945، Horton، طريقة سترايلر Strahler 1957، طريقة شراف 1966، Shreve. وتعتبر طريقة سترايلر Strahler 1957 أكثر الطرق المورفومترية استعمالا، نظرا لبساطة تطبيقها، وسهولة إجراء مقارنات بواسطتها للأحواض النهرية (شكل رقم 9). وترتكز هذه الطريقة على ثلاثة قواعد أساسية.

القاعدة الأولى: أي رافد لا يتوفر على روافد نهريّة أخرى يعتبر من الدرجة 1؛
القاعدة الثانية: التقاء رافدين من نفس الرتبة n يعطينا رافد من الرتبة الثانية أي $n+1$ ؛
القاعدة الثالثة: التقاء رافدين من رتبتين مختلفتين، فالرافد الموالي يأخذ رتبة الرافد ذو الرتبة الأعلى؛

شكل رقم 9: الرتب النهريّة حسب تقسيم سترابلر Strahler



إن التعرف على رتب المجاري المائية، تفيد في عملية دراسة كمية التصريف المائي الخاصة بالحوض، حيث أن أعلى الرتب غالبا ما تدل على أنها تسير في مناطق ضعيفة الانحدار. ذلك أن الجريان بها يتم بشكل بطيء مقارنة مع الرتب الأقل منها والتي تدل على أن الانحدار مهم، لأن المياه تسير بسرعة في هذه المجاري. وهذا ما أكدته النتائج التي حصلنا عليها، عند تطبيق طريقة (strahler, 1957) على خريطة الشبكة المائية السابقة، حيث تحددت رتبة واد إيناون في الرتبة 6 (جدول رقم 7) .

جدول رقم 7: رتب وأطوال المجاري بحوض إيناون

الرتبة	عدد المجاري المائية	اطوال المجاري
1	3313	1819,24
2	1515	921,72
3	942	604,22
4	657	224,01
5	95	30,53
6	323	115,62

المصدر: إنجاز شخصي اعتمادا على النموذج الرقمي للأراضي وبرنامج Arc Map ، 2017.

تبرز رتب وأطوال المجاري المائية أن حوض إيناون يتميز بكثافة متوسطة في الشبكة المائية، التي تنقسم إلى شبكة مائية دائمة وموسمية، لكن ترجع الهيمنة للثانية بـ 84.3 % مقابل 15,7 % للثانية.

2.2.4.2. كثافة التصريف

يقصد بكثافة التصريف حسب (Laborde, 2009)، مجموع أطوال المجاري المائية المتفرعة والمنتشرة ضمن مساحة حوض نهري معين. وتقاس انطلاقاً من قسمة حاصل مجموع أطوال المجاري، $\sum L$ على المساحة الكلية للحوض النهري A، حيث أن كثافة الشبكة المائية (طبيعة الجريان) في الحوض تتأثر بعدة عوامل، أهمها كما سبقت الإشارة: الغطاء النباتي، الصخرة والانحدار، بالإضافة إلى طبيعة المناخ السائد. فمثلاً المنطقة التي تعرف تدهور للغطاء النباتي، وضعف في النفاذية، بالإضافة إلى شدة الانحدار، غالباً ماتكون شبكتها المائية ذات كثافة عالية. ولحساب كثافة التصريف نطبق المعادلة التالية:

$$Dd = \sum Li / S$$

بحيث:

Dd: كثافة التصريف ب كلم أو كلم²؛

Li: مجموع أطوال المجاري المائية ب كلم؛

S: مساحة الحوض ب كلم².

$$Dd = 3715.3 / 3601$$

$$= 1.03$$

بحيث :

في حوض إيناون بلغت كثافة التصريف 1,03 كلم/كلم² وهي قيمة ضعيفة شيئاً ما، يرجع ذلك إلى وجود طبقات نافذة في الضفة اليسرى من الحوض (الأطلس المتوسط) لا تسمح بالجريان السطحي، أما في الضفة اليمنى فنجد طبقات غير نافذة مما يؤدي إلى تكون مجاري سطحية مهمة.

3.2.4.2. التكرار النهري

تشير التكرارية النهرية إلى مدى تكرار المجاري المائية بوحدة مساحية ثابتة، ويعبر عنها عادة بعدد المجاري المائية في الكيلومتر مربع. ونحصل على هذه الأخيرة بقسمة العدد الإجمالي للمجاري المائية على مساحة الحوض، وذلك طبقاً للصيغة التالية.

$$F = \sum Ni / S$$

بحيث:

F: تردد المجاري المائية بالكلم²؛

Ni: عدد المجاري المائية؛

S: مساحة الحوض بالكلم.

$$F = 685 / 3601$$

بحيث :

$$= 1,9$$

وصل تردد المجاري المائية إلى 1,9 مجرى / كلم²، وعموما فمعرفة كثافة التصريف وتكرار المجاري المائية، تكتسي أهمية بالغة بالنسبة لكل حوض نهري كيف ما كان. حيث تساهم في معرفة السلوك الهيدرولوجي السائد في المنطقة. وبالتالي تعطينا فكرة عن طبيعة وقوة الجريان، وعن تأثيرها على الظواهر الهيدرولوجية القصوى (الفيضان، الشح) التي يمكن أن تهدد المنطقة، بتظافرها مع عوامل أخرى بشرية، تساهم بدورها في تسريع هذه الظواهر وتفاقمها.

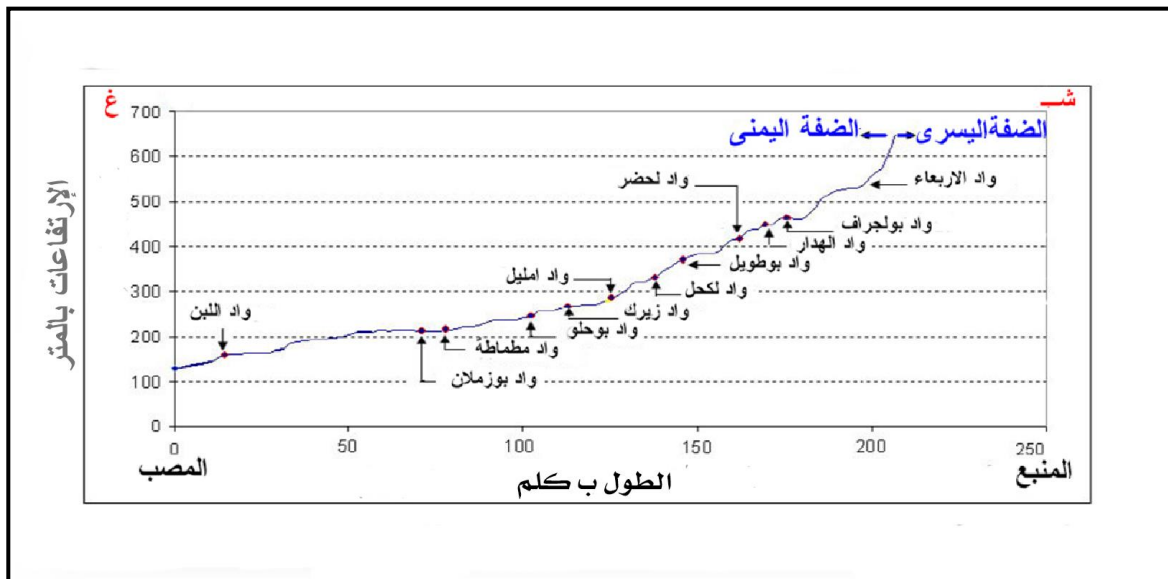
4.2.4.2. المقطع الطولي

يرتبط شكل المقطع الطولي للوادي بنوعية التكوينات الصخرية، من حيث درجة صلابتها والفعل الحثي للمياه الجارية والحركات الأرضية، ولهذه العوامل تأثير في مدى إنسيابية المقطع الطولي للوادي. يمثل المقطع الطولي للوادي القوس الذي يحدد إنحدار المجرى الرئيسي على طول امتداده من منبعه إلى مصبه، وشكل المقطع الطولي له مدلولات وصفية توضح المراحل الجيومورفولوجية التي تمر بها الأودية، إذ تدل المقاطع المحدبة على مرحلة الشباب، والمنتظمة على مرحلة النضج، والمقعرة على مرحلة الشيخوخة.

ويتضح من خلال الشكل 10 الذي يمثل المقطع الطولي لواد إيناون، أنه يمر في مرحلة الشباب المبكر، حيث لازالت عوامل النحت والإرساب مستمرة، ونشطة، إذ لازلت التعرية تنشط بمناطق القاع والجوانب. وهذا يرتبط بحجم وكمية الأمطار المتساقطة سنويا على الحوض، حيث السفوح تتباين إنحداراتها ما بين المنتظمة وغير المنتظمة، والتي يتخللها تنوع صخاري مهم ما بين مجالي الأطلس المتوسط ومقدمة الريف. إضافة إلى كون المنطقة ذات صخور هشة وهي صخور كلسية.

إن التغيرات التي تحصل في درجة إنحدار الوادي، والتي أثرت على مقطعه الطولي تعود إلى طبيعة الصخور الموجودة في الحوض التي تجري عليها المراتب النهرية بجميع رتبها، وإلى وجود التراكيب الخطية، والصدوع، والشقوق، التي تؤثر في طبيعة الانحدار وشكل الوادي، فضلا عن الخصائص الطبوغرافية للحوض وطبيعة الانحدار، وللمناخ السائد إثر في تغير مجرى الوادي، لاسيما فيما يتعلق بكمية الأمطار المتهاطلة التي تجري في الوادي حيث يؤدي نشاط التصريف المائي إلى تعميق مسارات الشبكة المائية.

شكل رقم 10: المقطع الطولي لواد إيناون



وهكذا يوضح المقطع الطبوغرافي (الشكل رقم 10) أن الانحدار العام لواد إيناون، يعرف تباينا كبيرا بين العالية والسافلة، حيث نجد الانحدار ينخفض تدريجيا من الشرق نحو موقع سد إدريس الأول. إضافة إلى ذلك نلاحظ أن أغلب روافد واد إيناون تتواجد بالضفة اليسرى (الجنوب)، رغم ذلك نجد أن روافد الضفة اليمنى هي التي تعرف كميات تصريف مهمة.

خلاصة الفصل الثاني:

من خلال دراستنا للخصائص الطبيعية لحوض إيناون يمكن إبداء الملاحظات التالية:

- باستعمال نظم المعلومات الجغرافية، توصلنا لبعض الخصائص الفيزيوجرافية لحوض إيناون والمتمثلة في المساحة (3601 كلم²)، المحيط (376 كلم)، فمؤشر التراصية ($Kg = 1.75$)، طول المستطيل المعادل (165.8 كلم)، وعرض المستطيل المعادل 21.7 كلم.
- تنوع الوحدات التضاريسية وتتميز بالتعقد والتداخل والتنوع، ويشمل جزء من جبال الأطلس المتوسط في جنوب الحوض وتلال مقدمة الريف بشماله ومجال الحادورات، يشمل عالية الحوض والمجال الأسفل لحوض بوزملان وأخيرا مجال سهلي، منبسط بالقرب من المجاري المائية الرئيسية.
- تتباين الخصائص الطبوغرافية لمجال الدراسة، حيث يصل أعلى ارتفاع إلى 1981 متر في حين أدناه يبلغ 150 متر، وتمثل فئة الارتفاعات المنحصرة ما بين 150 و 600 متر حوالي 64 % من مساحة الحوض، في حين الارتفاعات المتوسطة التي تتراوح ما بين 1500 متر و 1981 متر تشمل 5,8 %، كما ويبلغ متوسط الارتفاع 590.2 متر.
- يغلب على مجال الدراسة إنحدارات قوية يصل متوسطها إلى 4,55 كلم، كما أن الانحدارات المتوسطة المنحصرة بين 0 % و 20% نجدها تمثل 69 % تشغل نسبة مهمة من الحوض، بينما تشغل الانحدارات القوية ما بين 20% و 40 % نسبة لا بأس بها من مساحة الحوض إذ تقدر بـ 27 % وبحساب مؤشر الإشراف النوعي الذي قيمته 325.2 متر يتضح أن المجال تغطي عليه التضاريس قوية نسبيا. كما أنه معظم السفوح للسفح الأطلسي أغلبها موجهة نحو الغرب والشمال الغربي وهو ما يجعلها تستقبل كميات مهمة من التساقطات المطرية الآتية من المحيط الأطلسي. في حين السفح الريمي نجد هيمنة السفوح ذات اتجاه جنوبي وجنوبي غربي مما يجعل هذه المنطقة غير موجهة بشكل جيد للمؤثرات المحيطية الرطبة.
- تنقسم البنية الجيولوجية للحوض، إلى منطقة مقدمة الريف التي تكونت خلال الزمن الجيولوجي الثاني والثالث، وما يميزها هو الانتشار الواسع لطبقات الصلصال الضعيفة النفاذية التي لا تساعد على اختزان الموارد المائية بهذه المنطقة، كما تساهم في تكون الامتطاحات التي تشهدها أودية الحوض. والمنطقة الأطلسية ذات أصل جيولوجي يرجع للزمن الأول والثاني والثالث التي تتميز بوجود الصخور الكلسية التي تشكل خزاناً للماء في هذه المنطقة.

- توجد بحوض إيناون شبكة هيدروغرافية مهمة، خاصة بالجزء الذي ينتمي للأطلس المتوسط نظرا لوجود فرشاة مائية مهمة به تدعم الجريان، مما يجعلها دائمة الجريان طلية السنة في بعض الأحيان، في حين تبقى معظم الشبكة الهيدروغرافية ذات طابع موسمي، خاصة بالقسم الذي ينتمي للريف نظرا لغياب الفرشات المائية الباطنية، كما تشكل كثافة الشبكة الهيدروغرافية أحد الأسباب التي تؤدي إلى تكون الامتطاحات بالحوض، لكن رغم أهمية هذه الشبكة إلا أنها لا تنعكس على كثافة التصريف التي تبلغ 1,03 كلم²/كلم وهي قيمة ضعيفة شيئا ما، ويرجع ذلك إلى وجود طبقات نافذة في الضفة اليسرى من الحوض (الأطلس المتوسط) التي تسمح بتكوين جريان سطحي مهم.

الفصل الثالث:

الخصائص المناخية والبيومناخية

والبشرية العامة لحوض إيناون

مقدمة

من خلال هذا الفصل سنتطرق إلى الخصائص المناخية والبيومناخية للحوض، للتعرف على نظام التساقطات المطرية والحرارة والتصنيفات البيومناخي. كما سنوضح العوامل المتحكممة في مناخ المغرب بشكل عام مناخ حوض إيناون على الوجه الخصوص، هذا بالإضافة إلى تسليط الضوء على الغطاء النباتي من حيث كثافته والتشكيلات التي تكونه. إذ يعتبر هذا الفصل توطئة للإشكاليات التي سنجيب عنها من خلال هذه الأطروحة.

1.3. العوامل الجغرافية والجوية المؤثرة في مناخ الحوض

1.1.3. أثر العوامل الجغرافية في العناصر المناخية

1.1.1.3. تأثير الموقع العرضي في الحرارة والتساقطات المطرية

إن الامتداد العرضي الشاسع يؤثر في تحديد خصائص مناخ الحوض، سواء من حيث توزيع كمية الأمطار أو درجة الحرارة. فبحكم موقعه بين خطي عرض $34^{\circ}58'$ و $33^{\circ}84'$ شمالا، فإنه ينتهي إلى العروض شبه المدارية. التي تعتبر منطقة انتقالية بين نطاقين مناخيين كبيرين: النطاق المعتدل في الشمال والنطاق المداري الجاف في الجنوب. فخلال الفترة الرطبة من السنة، يتلقى الحوض كتلا هوائية باردة مصدرها المنطقة المعتدلة شمالا. ترافق في معظم الحالات الاضطرابات الجوية، التي تنتقل إلى المجال المدروس من البحر الأبيض المتوسط والمحيط الأطلسي، مع تنقل كتل هوائية رطبة مدارية انطلاقا من المحيط.

وفي الفترة الجافة، يتعرض الحوض لتأثير كتل هوائية حارة وجافة أو رطبة قادمة من المنطقة شبه المدارية جنوبا. ومن جهة أخرى يتمخض عن تمركز المرتفع الأصوري قبالة السواحل المغربية، طقس مستقر وحار داخل الحوض. أما الكتل الصحراوية الجافة فأنها تكتسح منطقة الدراسة، خلال فصل الصيف عندما يصعد المنخفض الصحراوي نحو الشمال مما يؤدي إلى هبوب رياح شرقية حارة في اتجاه الحوض الذي يعتبر ممرا لها نظرا لتواجده بين وحدتين جبليتين الأطلس المتوسط والريف.

2.1.1.3. تأثير عامل القارية في الفوارق الحرارية

تعتبر البحار والمحيطات المصدر الرئيسي لبخار الماء المحمل في الهواء، فمنها يستمد الغلاف الجوي الجزء الأكبر من رطوبته، كما يمكن اعتبارها خزاناً للحرارة، بحيث تساهم في اعتدال الجو بالمناطق الساحلية. وبحكم الموقع الجغرافي للمغرب، فإنه يفتح بشكل واسع على المؤثرات البحرية المتوسطة في الشمال، والمحيطية في الغرب ونظرا لوجود منطقة الدراسة في الشمال فهي تتأثر أيضا بنفس المؤثرات البحرية السابقة الذكر. هذه المؤثرات تساعد على اعتدال المناخ بالمناطق الساحلية، حيث تقوم بتلطيف

درجة حرارة فصل الصيف، والتخفيف من قساوة برودة الشتاء. لكن كلما إبتعدنا عن السواحل وتوغلنا شيئا فشيئا داخل البلاد تضعف التأثيرات البحرية، حيث تزداد ظاهرة القارية. وهكذا يكون المدى الحراري السنوي منخفضا بالمناطق الساحلية ومرتفعا بالمناطق الداخلية (محمد صباحي، 2009).

3.1.1.3. تأثير عامل التضاريس في الاختلافات الحرارية والمطرية

يتميز حوض إيناون بالتنوع الطبوغرافي مما يؤثر ذلك على توزيع درجة الحرارة والتساقطات المطرية، حيث ينخفض متوسطها في المجالات المتوسطة الارتفاع إلى $11,3^{\circ}\text{C}$ بمحطة باب بودير، $12,6^{\circ}\text{C}$ بتاهلة و $12,4^{\circ}\text{C}$ بتايناست، في حين المجالات المنخفضة يبلغ $27,6^{\circ}\text{C}$ بمحطة تازة و $27,1^{\circ}\text{C}$ باب الشهب. كما تزداد أهمية التساقطات المطرية مع الارتفاع ففي السفح الأطلسي وعند محطتي باب بودير (1568 م) وباب أزهار (750 م) يصل معدلها إلى 1089 ملم بالمحطة الأولى و 787 ملم بالمحطة الثانية، بينما لا تتجاوز في سافلة هذا السفح 601 ملم بمحطة تازة (458 م)، 614 ملم بمحطة تاهلة (560 م). وفي السفح الريفي يبلغ معدل التساقطات المطرية بمحطة تاينسات (1200 م) 676 ملم، وعند مستويات منخفضة منه وبمحطة أحد امسيلة (540 م) يصل الى 682 ملم، 422 ملم بإبن هيثم (550 م)، 492 ملم الكوشات (230 م).

2.1.3. خصائص الدورة الهوائية العامة فوق الحوض

بحكم موقعه في العروض شبه مدارية، يتأثر المغرب بحركات التيار النفاث شبه المداري في الأجواء العليا (ما بين 8 و 18 كلم)، وذلك من حيث ترحلاته وسرعته، ومن النتائج المترتبة عن ذلك وضعية مراكز التأثير، وكذلك تحرك الكتل الهوائية، وتكون الجبهات والاضطرابات الجوية وتطورها (Pedelaborde P & Delannoy H, 1957). وبذلك فإن الظروف الجوية السائدة في الأجواء العليا، وخصوصا عند مستوى 500 هكتوبسكال، هي المتحكمة في تطور أحوال الطقس والمناخ، بالمغرب وسائر شمال إفريقيا.

1.2.1.3. تعتبر التيارات الغربية العلوية أهم محرك للدورة الهوائية

يتأثر التيار النفاث بالحركة الظاهرية للشمس حيث يصعد صيفا نحو العروض الشمالية إلى حدود 40° أو 45° شمالا، ففي هذا الفصل تصبح الحقول الضغطية المرتفعة شبه المدارية ذات الهواء المداري الحار، مهيمنة على الأجواء العليا المغربية. وعندما ينزل شتاء نحو الجنوب تتسرب إلى البلاد كتل هوائية قطبية باردة مما يسمح بتكوين اضطرابات ممطرة في بعض الأحيان. كما تتغير سرعة هذا التيار أيضا حسب الفصول، حيث يكون أسرع في فصل الشتاء مقارنة مع الصيف، مما يكون له تأثير على تطور حالة الطقس في المغرب، وعليه تتخذ سرعة هذا التيار ثلاث وضعيات متباينة: الأولى حيث يكون سريعا تتردد هذه الوضعية أكثر في فصل الشتاء، بفعل تباين الفوارق الحرارية العرضية وشدة الممال الضغطي بالأجواء العليا. فينتج عن ذلك تشكل دورة هوائية نطاقية سريعة فوق المغرب، مما يعمل على تقوية الضغوط المرتفعة بالأجواء العليا شبه مدارية، وتصاحب هذه الوضعية ثلاث أنواع طقسية مختلفة وهي: الاضطرابات

الغربية السريعة، ونظام المؤخرات الجنوبية للإضطرابات الغربية، ثم الضهرة ضد الإعصارية النطاقية (امتداد المرتفع الأصوري بشكل مواز لخطوط العرض من الغرب نحو الشرق).

الثانية تكون فيها سرعة التيار النفاث متوسطة، بفعل تناقص الفوارق الحرارية والممال الضغطي ما بين العروض المدارية والعروض المعتدلة والقطبية، فيرسم تموجات التي ينتج عنها تكون مرتفعات أو قمم ضغطية وأودية جوية فوق أجواء البلاد، في هذه الحالة تهيمن الدورة الهوائية الطولية، التي تعمل على نقل الكتل الهوائية من العروض الشمالية نحو الجنوبية، أو العكس. تتولد عن هذا النوع من الدورة الهوائية أصنافا طقسية عديدة في المغرب، وتكون أحيانا مضطربة وأحيانا أخرى مستقرة. الوضعية الثالثة توافق ضعف سرعة التيار النفاث شبه المداري بفعل تلاشي الممال الضغطي، مما يزيد من تموجاته، فتتسبب ذلك في انفصال القطرات الهوائية الباردة، التي تتوغل جنوبا نحو العروض الدنيا، وسط الهواء المداري الحار. وتسبب في نشوء إستعصارات فوق البلاد أو قرب سواحلها، مولدة أصنافا طقسية عاصفية في المغرب.

2.2.1.3. تعد العروض شبه المدارية أهم المكونات الجوية تأثيرا في شمال غرب إفريقيا

يتمركز المرتفع الأصوري في العروض شبه المدارية، ما بين 25 و 40° شمالا. ويغطي مساحة شاسعة فوق المحيط الأطلسي الشمالي، فهو يمتد من سواحل البرتغال، إلى السواحل الموريتانية ثم جزيرة برمودة في الغرب، يتغير وضعه وامتداده الجغرافي حسب الفصول، تبعا للحركة الظاهرية للشمس. فخلال فصل الشتاء ينزح نحو الجنوب أو الجنوب الغربي، الشيء الذي يفسح المجال، إما لتسرب كتل هوائية باردة وإضطرابات قطبية نحو البلاد، أو نشوء إستعصارات محلية. بينما يهاجر نحو العروض المتوسطة صيفا، فتغزو البلاد كتل هوائية مدارية حارة وجافة، لذا يصبح الطقس حارا ومستقرا وصحوا (باحو، 2002). عموما يتخذ المرتفع الأصوري عدة وضعيات حسب سرعة التيار النفاث شبه المداري؛ عند تكون عرف جوي أو قمة ضغطية في الأجواء العليا فوق المحيط الأطلسي الشمالي، يزداد حجم المرتفع الأصوري بسبب اندماجه مع خلية ثانوية ومؤقتة للضغط المرتفع الأطلسي، ولهذا فإن مجاله الجغرافي يشمل كافة المحيط، وفي هذه الحالة يوجه عبر واجهته الشرقي تيارا شماليا وشماليا غربيا يمكن أن يكون مضطربا وممطرا، لأنه يتكون من كتل هوائية قطبية باردة.

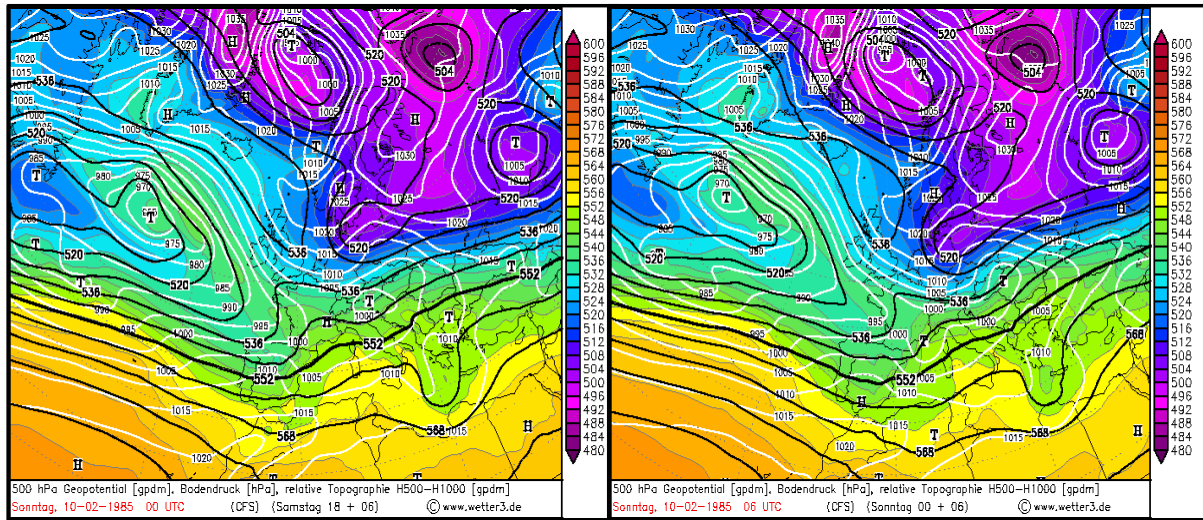
وفي بعض الأحيان يتزحج مرتفع الأصور في اتجاه الشرق نحو شمال إفريقيا وأوروبا الغربية، إذ يلتحم مع مرتفعين جويين ثانويين مستقرين فوق المناطق القارية الباردة شتاء، وينتج عن ذلك تشكل خلية ضد إعصارية واحدة قوية وشاسعة، بحيث تغطي شمال غرب إفريقيا والبحر الأبيض المتوسط الغربي وأجزاء من أوروبا الغربية، غالبا ما تعلو هذه المرتفعات السطحية قمة ضغطية في الأجواء العليا، في هذه الوضعية يتميز الطقس بسيادة الجفاف الشتوي وبرودة الجو، بفعل التيارات الهوائية القارية الآتية من الشرق أو الجنوب الشرقي.

3.2.1.3. مراكز التأثير الجوية المتحكممة في مناخ المغرب

1.3.2.1.3. مرتفع الأصويعتبر أهم مركز فعال في أنواع الطقس المستقرة

الطقس الذي يعرفه المغرب في هذه الحالة هو طقس ضد إعصاري نطاق، مسؤول عن دورة هوائية نطاقية من الشرق في اتجاه الغرب، يبرزها امتداد خطوط تساوي الضغط بشكل شبه متوازي مع دوائر العرض. إن امتداد الذروة المرتفعة فوق المغرب وشمال إفريقيا يجعل اضطرابات الجبهة القطبية متمحورا حول القارة الأوروبية. عند حدوث هذا النوع من الطقس تتميز حالة الجو بالاستقرار ويخضع الحوض لتيار هوائي شرقي وغربي لذلك يكون الجو رطبا والسما قليل السحب، بفعل نزول الهواء كما تعتدل درجات الحرارة ويتلطف الجو (جناتي، 2017).

والمثال هنا ننقله من خريطة السطح ليوم 10 فبراير 1985 (خريطة رقم 10) على الساعة السادسة صباحا ومساء، حيث تمتد ذروة المرتفع الأصوري (1025 هيكوبسكال) بشكل عرضي. الضغط على مستوى الحوض يتراوح ما بين 1015 و 1020 هيكوبسكال. على أثر هذه الحالة يتلقى الشمال المغربي هواء مداري بحري رطب أت من الشمال الغربي. هذا الأخير سوف يبرد أكثر بفعل نزول هواء قطبي بحري على السفح الشمالي الشرقي للمرتفع خاصة خلال المساء.



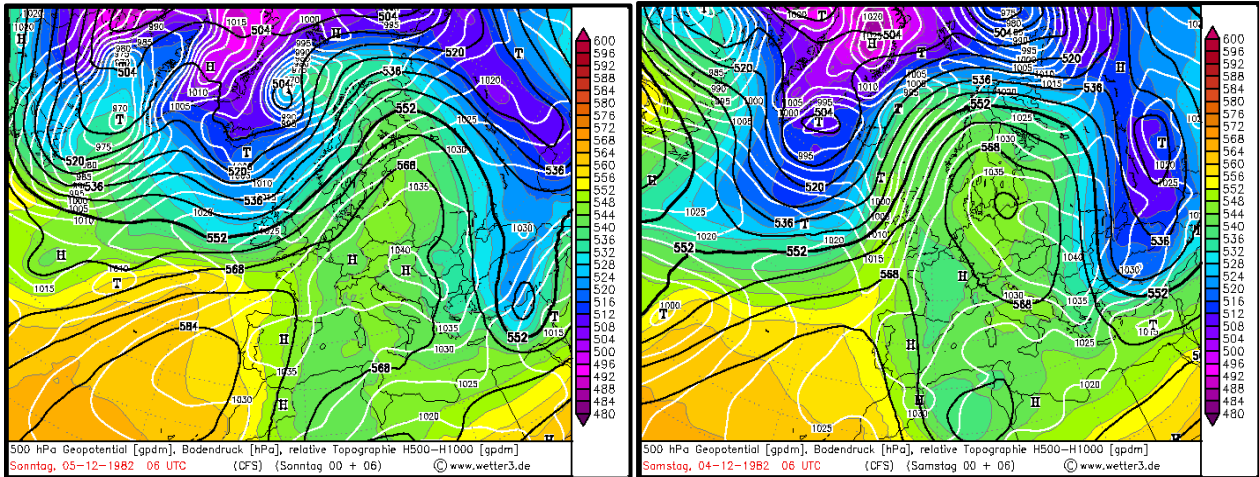
خريطة رقم 10: الحالة الجوية على مستوى السطح و 500 هيكوبسكال ليوم 10 فبراير 1985¹

¹ شرح لمكونات خريطة أصناف الطقس: الخطوط السوداء: منحنيات تساوي الضغط بالأجواء العليا عند مستوى 500 هيكوبسكال ب (décamètres géopotentiels) – الخطوط البيضاء: منحنيات تساوي الضغط على مستوى سطح البحر بالهيكوبسكال – طبقات الألوان: سمك طبقة التروبوسفير (décamètres géopotentiels) بين سطح البحر و مستوى 500 هيكوبسكال (سمك كبير يظهر من خلال الألوان التي تميل للأحمر التي توافق تدفقات للهواء الساخن أو عرف) – (سمك صغير يظهر من خلال الألوان التي تميل للون البنفسجي التي توافق تدفقات للهواء البارد أو وادي جوي أو مستوى منخفض من الضغط) – الحرف H : الضغط المرتفع عند السطح – الحرف T : الضغط المنخفض عند السطح.

على مستوى 500 هيكوبسكال، الرياح الغربية التي تهب فوق شبه الجزيرة الإيبيرية بشكل عرضي سمحت عن يمينها، بنزول الهواء القطبي البارد إلى عروض 37، حيث نتج على إثر التقاء بالهواء المداري البحري المتواجد بالسفح الشمالي للمرتفع الأصوري حدوث سرب من الاضطرابات، اتخذت مسارا غربيا فوق القارة الأوروبية.

2.3.2.1.3. دور مرتفع سيبريا الحار خلال الفترة الشتوية

يؤدي تلاقي المرتفع الحار السيبيري بالمرتفع الدينامي الأصوري، إلى تكوين طقس مستقر شمالي شرقي. خاصة عند امتداد خلايا ضد إعصارية طولية، التي تتخذ اتجاهها شماليا شرقيا-جنوبيا شرقيا، حيث ينتج عن ذلك انتقال هواء قاري بارد مصدره شمال شرق ووسط أوروبا، فيمر عبر جنوبها قبل أن يصل إلى المغرب. ويرافق هذه الحالة في الأجواء العليا فوق بلادنا وجود طبقتين هوائيتين مختلفتي الحرارة؛ التروبوسفير الأدنى تتخلله كتل هوائية باردة، بينما الأوسط والأعلى يتميز بوجود هواء مداري متهدل في السفح الجنوبي الشرقي، ونأخذ على سبيل المثال الحالة الجوية ليومي 4 دجنبر على الساعة 6 مساء و 5 دجنبر على الساعة 6 صباحا لسنة 1982 (خريطة رقم 12).



خريطة رقم 11: الحالة الجوية على مستوى السطح و 500 خريطة رقم 12: الحالة الجوية على مستوى السطح و 500

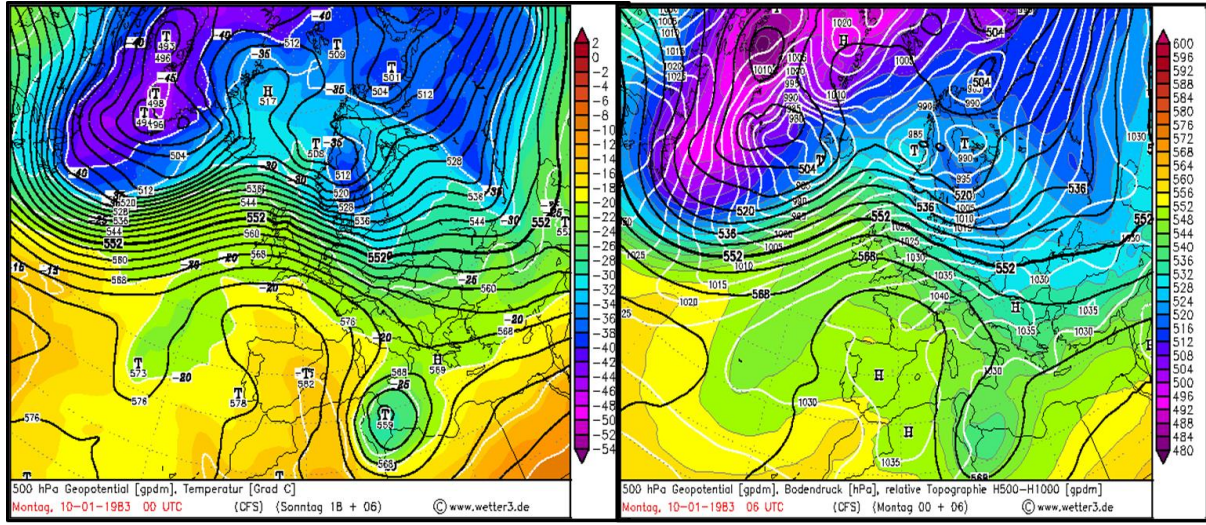
هيكوبسكال ليوم 5 دجنبر 1982

هيكوبسكال ليوم 4 دجنبر 1982

وعلى مستوى السطح يتواجد مرتفع أورو-أسيوي كبير، تصل قمة ضغطه إلى 1040 هيكوبسكال ويمتد نحو الجنوب فوق شمال جل شمال إفريقيا والمحيط المجاور. ومن خلال منحنيات الإيزوبارية يلاحظ أن الضغط فوق الحوض يفوق 1035 هيكوبسكال، وبفعل إلتهام المرتفع الأصوري والسيبيري ينتقل الهواء القطبي القاري إلى الحوض ما هو مبين في الخريطة 11، فيؤدي إلى انخفاض الحرارة وتكون الصقيع في الصباح خاصة في المناطق الداخلية وبالمرتفعات.

3.3.2.1.3. أثر مرتفع الشمال الإفريقي في الطقوس المستقرة الدافئة الشتوية

تحدث هذه الوضعية، عندما يستقر مرتفع جوي الذي تركز قمته إما بالوسط الأوروبي أو فوق البحر الأبيض المتوسط، والمغرب في هذه الحالة يتواجد في الجزء الجنوبي الغربي من هذا المرتفع، وأخذنا الحالة الجوية ليوم 10 يناير 1983 على الساعة 6 صباحا كنموذج لهذه الوضعية، حيث نلاحظ من خلالها وجود مرتفع جوي يتواجد محوره بشمال إيطاليا يصل إلى 1040 هيكوبسكال، وفوق مجال دراستنا يتراوح الضغط الجوي ما بين 1030 و 1035 هيكوبسكال (الخريطة رقم 13)، هذا المرتفع الجوي يغطي معظم القارة الأوروبية والشمال الإفريقي يرافقه اضطراب جوي ناتج عن المنخفض الآيسلندي.



خريطة رقم 13: الحالة الجوية على مستوى السطح و500 هيكوبسكال ليوم 10 يناير 1983

على مستوى 500 هيكوبسكال تظهر خريطة تساوي الضغط، أنه فوق المغرب وإسبانيا يوجد عرف ساخن، والممال الضغطي قوي مما يوحي باشتداد الرياح، وبفعل سرعة التيار النفاث القطبي يتسرب هواء قطبي بارد، نحو الجنوب الشرقي للمغرب ثم إلى شماله مروراً بوسط أوروبا والبحر الأبيض المتوسط (الخريطة رقم 13)، فينتج عن ذلك طقس بارد خاصة عند الصباح (5°C بتأزة)، وترتفع شيئاً ما خلال النهار في حالة وقوع تزحج جنوبي للمرتفع الجوي، إذ يتسبب ذلك في انتقال كتل هوائية دافئة من الصحراء الكبرى حيث بلغت درجة حرارة النهار بتأزة 17°C.

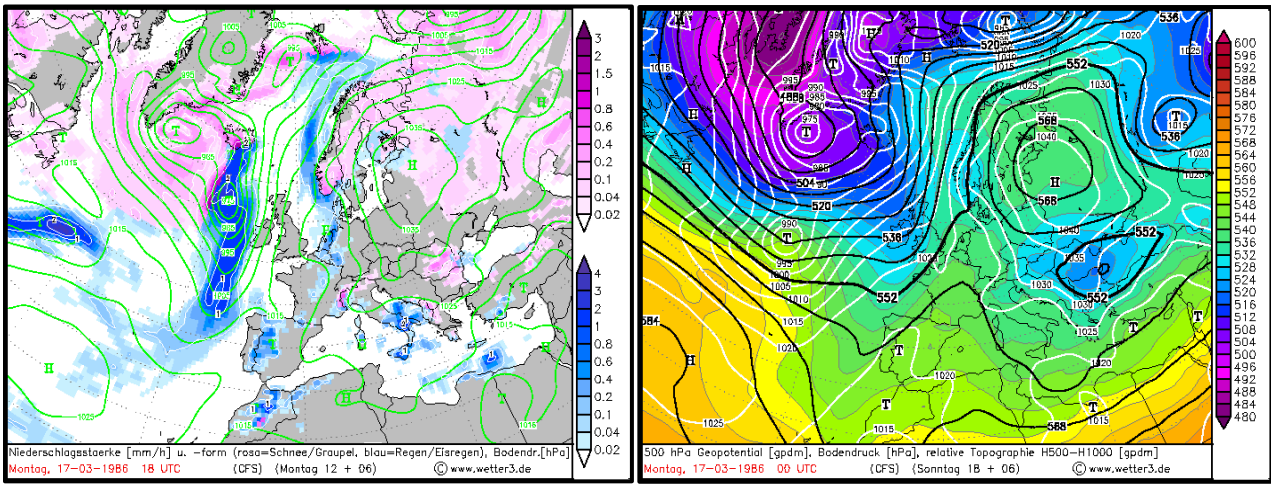
4.3.2.1.3. منخفض إيسلندا أهم مركز تأثير بشمال المحيط الأطلسي

نسبة إلى جزيرة إيسلندا في أقصى شمال المحيط الأطلسي داخل العروض القطبية المعتدلة (ما بين 50° و 65° شمالاً). هذا الضغط المنخفض الآيسلندي مرتبط كذلك بانعطاف التيار النفاث في اتجاه الجنوب. فخلال فصل الشتاء يمتد مجال المنخفض باتجاه أوروبا الوسطى شرقاً، ونحو السواحل المتوسطية للبحر الأبيض المتوسط جنوباً، خاصة سواحل شبه الجزيرة الإيبيرية، هنا تلعب الهوامش الجنوبية لهذه السواحل دوراً نشيطاً في توجيه تيارات هوائية قطبية محيطية نحو المغرب، وبالتالي تؤدي إلى حدوث اضطرابات جوية

وممطرة، قادمة من الغرب أو الشمال الغربي. لكن خلال فصل الصيف، يتراجع نشاط هذا المنخفض ويصبح منكشاً، ليتحول لصالح الضغط المرتفع الآصوري الذي يزداد وينشط ويتقوى أثناء هذا الفصل.

- نشاط الضغط المنخفض الآيسلندي حالي 17 و 18 مارس 1986

من خلال الخريطين ليوم 17 و 18 مارس رقم 14 و 15، نلاحظ نزول الضغط المنخفض الآيسلندي 466 هيكتوبسكال من أقصى شمال أوروبا في اتجاه الجنوب، إضافة إلى وجود كتلة منخفضة أخرى في الوسط 568 هيكتوبسكال وأخرى في الشمال الشرقي لأوروبا 536 هيكتوبسكال، وبدأت هذه الكتل تمتد لتتجمع مشكلة ضغط منخفض قوي يصل حتى شمال إفريقيا 568 هيكتوبسكال وتحرك هذه الكتل الباردة ذات الضغط المنخفض في اتجاه الجنوب، يجعلها تصطدم بالكتل الدافئة القادمة من جنوب الصحراء وبالتالي حدوث اضطرابات جوية قوية.



خريطة رقم 15: الأنظمة السحابية وحالة الضغط

عند مستوى 1015 هيكتوبسكال ليوم 1986-03-17

خريطة رقم 14: حالة الضغط عند مستوى

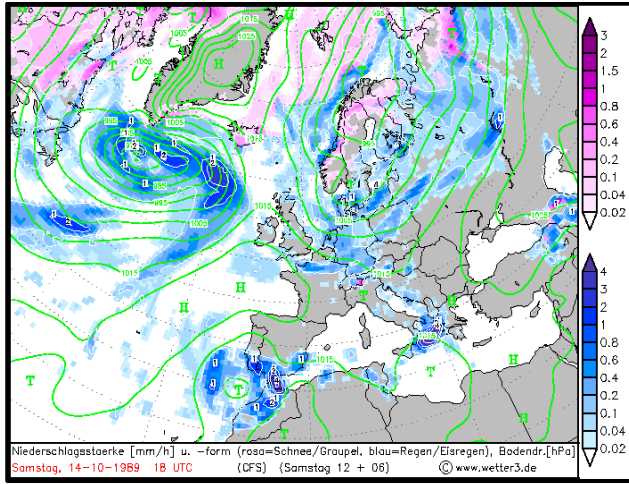
500 هيكتوبسكال ليوم 1986-03-17

5.3.2.1.3. دور المنخفضات المحلية فوق المغرب وبالمحيط المجاور

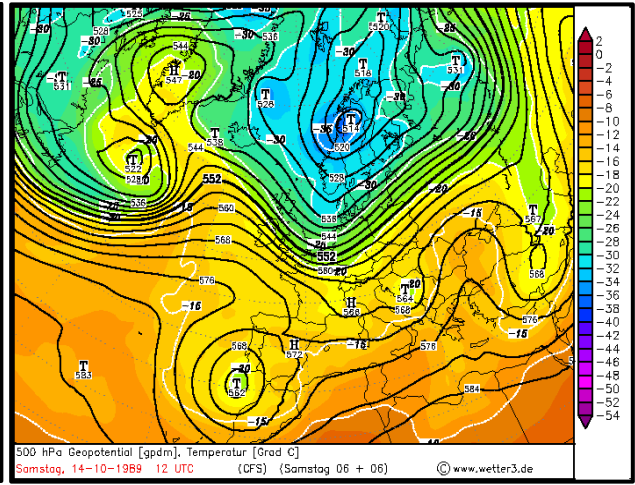
يتأثر مجالنا بالحالة الجوية الناتجة عن نظام إعصاري متمركز بالمحيط المجاور، هذه الحالة الجوية تحدث خلال الفترة الباردة من السنة، وذلك عندما تحدث دورة هوائية طولية جنوبية، مكونة معها قطرة باردة بالجزء الشرقي للمحيط الأطلسي (خريطة رقم 17). يساعد إنعطاف التيار النفاث شبه المداري نحو الجنوب، في انتقال الهواء البارد القطبي في اتجاه العروض الدنيا، إذ على مستوى التروبوسفير الأدنى تتحرك منخفضات جوية في اتجاه البحر الأبيض المتوسط، متخذة سليل الوادي مسارا لها. في غالب الأحيان يتمركز الضغط الجوي بسواحل البرتغال (المنخفض الآصوري) (عبد الحميد جناتي إدريسي، 2004).

² شرح لمكونات خريطة الأنظمة السحابية: الخطوط باللون الأخضر تشير إلى منحنيات تساوي الضغط على سطح البحر بالهيكتوبسكال -

اللون البنفسجي: تراكم التساقطات الثلجية (mm / h) - اللون الأزرق: تراكم التساقطات المطرية (mm / h) - الحرف H : الضغط المرتفع عند السطح - الحرف T : الضغط المنخفض عند السطح .



خريطة رقم 17: الأنظمة السحابية وحالة الضغط عند
مستوى 1015 هيكوبسكال ليوم 1989-10-14



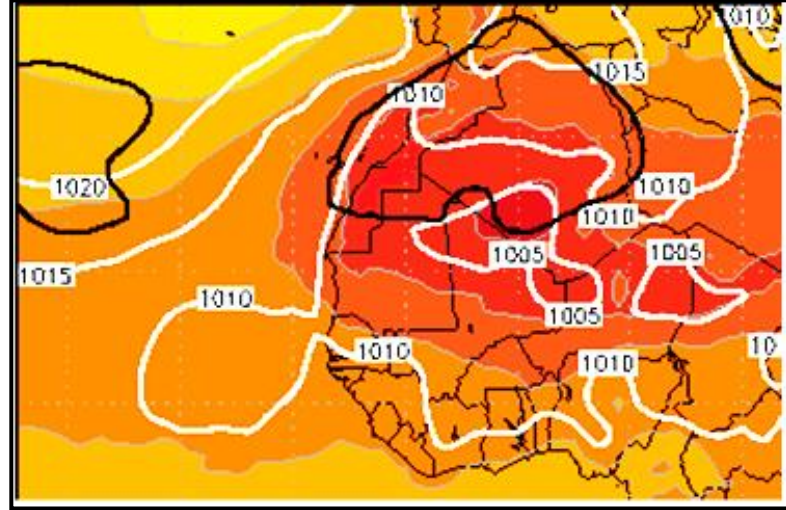
خريطة رقم 16: الضغط الجوي عند مستوى 500
هيكوبسكال ليوم 1989-10-14

على مستوى السطح، تهم بلادنا جبهتين باردتين ناتجة عن تواجد منخفض جوي أقل عمقا، نظرا لكون مركز الضغط المتواجد بسواحل البرتغال يصل إلى 1005 هيكوباسكال (خريطة رقم 16). فوق الحوض الضغط الجوي متوسط حوالي 1015 هيكوبسكال. بالمحيط الأطلسي تمتد ذروة مرتفعة في اتجاه الشمال الشرقي يصعد بواسطتها الهواء المداري البحري إلى عروض تتعدى 40°.

6.3.2.1.3. المنخفض الصحراوي وأثره في الرفع من درجات الحرارة خلال فصل الصيف

عبارة عن خلية ذات أصل حراري، تتكون بفعل ارتفاع درجة الحرارة بالصحراء الكبرى خلال فصل الصيف. يعلوها على مستوى 500 هيكوبسكال المرتفع الدينامي الشمالي إفريقي (الأصفر) (خريطة 18). وجود هذا المنخفض في فصل الصيف، وامتداده في اتجاه الشمال والشمال الإفريقي (حالة 11 غشت 2009)، يتسبب في ظهور رياح قارية شرقية وجنوب شرقية جافة وحارة، كرياح الشرقي التي تعمل على الرفع من درجة الحرارة في مختلف مناطق المغرب.

- حالة الضغط فوق شمال إفريقيا ليوم 11 غشت 2009 (تأثير المنخفض الصحراوي على المغرب)
درجات الحرارة جد مرتفعة بسبب الشرقي 40.6 درجة بتازة.



خريطة رقم 18: تأثير المنخفض الصحراوي على المغرب بتاريخ 11
غشت 2009

2.3 الإطار البيومناخي لحوض إيناون

يوجد حوض إيناون ضمن المستويات البيومناخية شبه الجافة وشبه الرطبة، حيث تغطي عليه سمات الجفاف أكثر من الرطوبة، وهي ظاهرة تبدو مألوفة في الوضعية الهيدرومناخية، إذ يشكل الجفاف مظهرا طبيعيا في مناخ الحوض، نظرا لكون التساقطات المطرية تستقر في أغلب الأحيان بمستوى أقل من المعدل، بحكم أن تردد سنوات الجفاف يفوق بمرة ونصف تردد السنوات الفيض المائي.

1.2.3 الاختلافات الحرارية بالحوض

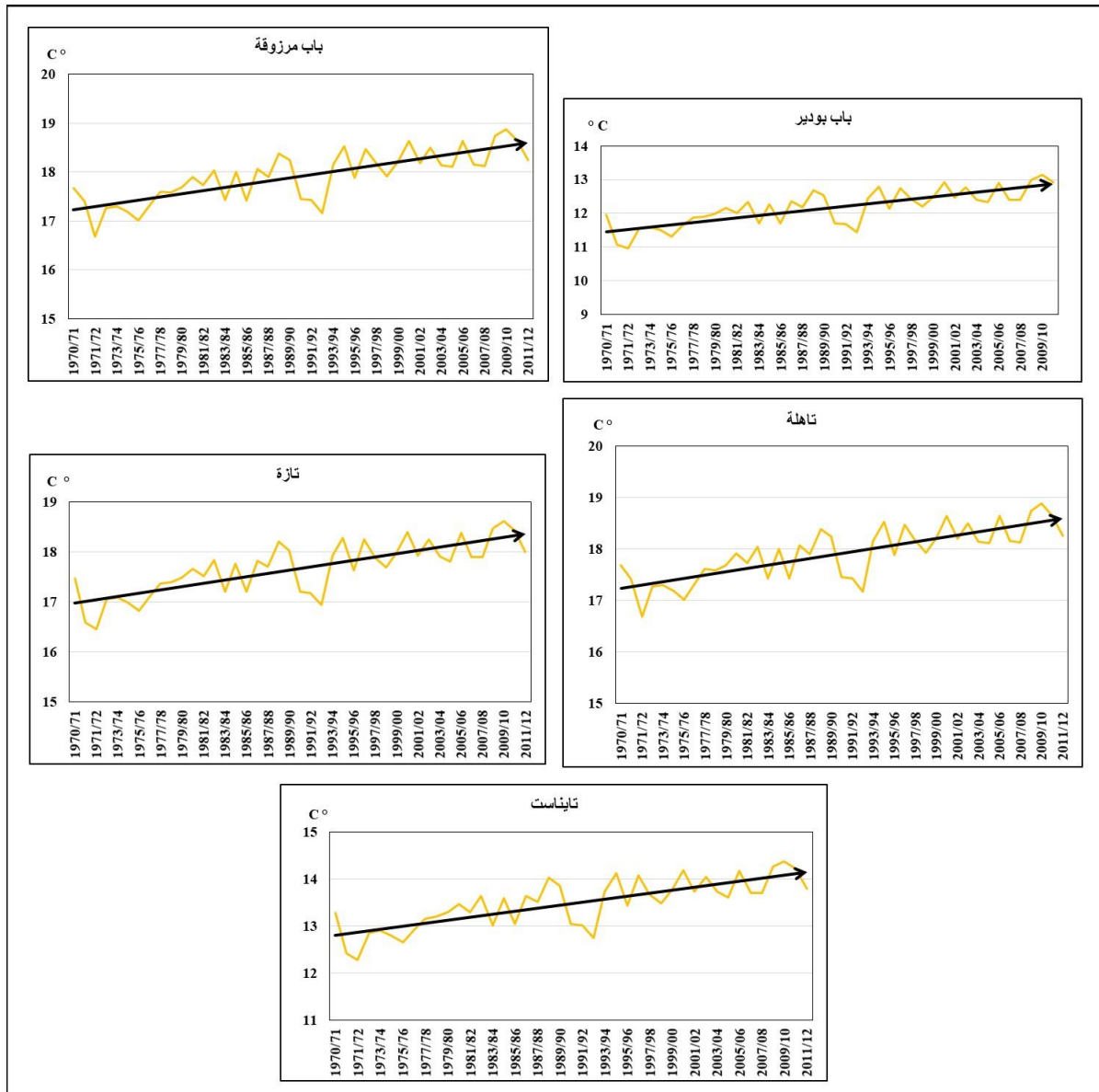
يتميز حوض إيناون بوجود تباينات حرارية واضحة، تتوزع بين فترات حارة خلال الفصل الجاف وفترات باردة خلال الفصل المطير، ومن المعلوم أن درجة الحرارة تختلف باختلاف الموقع العرضي وتبعاً لعامل الارتفاع، فكلما ازداد هذا الأخير كلما انخفضت درجات الحرارة والعكس صحيح، وتكمن أهمية دراسة عنصر الحرارة في دوره البارز في التقليل من مستوى منسوب مياه الأودية، حسب الفصول عن طريق التبخر، وكذا لكون الغطاء النباتي يتأثر بها بشكل مباشر نظرا لتحكمها في عملية تبخر النتج.

1.1.2.3 دراسة متوسط الحرارة السنوي

من خلال رصد تطور متوسط درجة الحرارة السنوي بحوض إيناون ما بين 1970-71 و2011-12، يلاحظ من خلال الشكل الرقم 11 أن هناك تفاوتاً فيه بين المحطات، ففي المجالات المنخفضة (محطة تازة وباب مرزوقة) من الحوض انحصر متوسط الحرارة أكثر تردد عبر السنوات ما بين 25 °C و 28 °C، بينما المحطات التي توجد على إرتفاع نسبياً مهم، خاصة بمحطة باب بودير وتايناست وتاهلة يتراوح المتوسط فيها ما بين 10 °C و 12 °C، بالمحطة الأولى و 12 °C و 14 °C بالثانية و 16 °C و 18 °C بالمحطة الثالثة. ومن السنوات التي سجلت أعلى القيم بالحوض نجد 1987-88، 1988-89، 1990-91، 1994-95، 1997-98، 2002-03، 2005-06، والفترة الممتدة من 2008-09 إلى 2011-12.

كما يلاحظ أن كل المحطات المدروسة، بدون استثناء شهدت ارتفاعا ملحوظا في المعدلات الحرارية خلال هذه الفترة، حيث يتضح من خلال المنحنيات أنها في تزايد مستمر، ولتوضيح ذلك عمدنا إلى مقارنة فترتين متساويتين، وبهذا انتقل متوسط الحرارة من 26.8°C في الفترة 1970-71/ 1990-91 إلى 27.3°C ما بين 1991-92 و2011-12 بمحطة تازة. وباب بودير في الفترة الأولى تم تسجيل 11.8°C والثانية 12.5°C ، أما بتايناست فقد انتقل المتوسط في الفترتين من 13.18°C إلى 13.76°C . وأخير بمحطة تاهلة سجل المتوسط في الفترة الأولى 17.6°C و 18.1°C في الفترة الثانية.

شكل رقم 11: متوسط الحرارة السنوي ببعض محطات حوض إيناون خلال الفترة ما بين 1970-71 / 2011-12



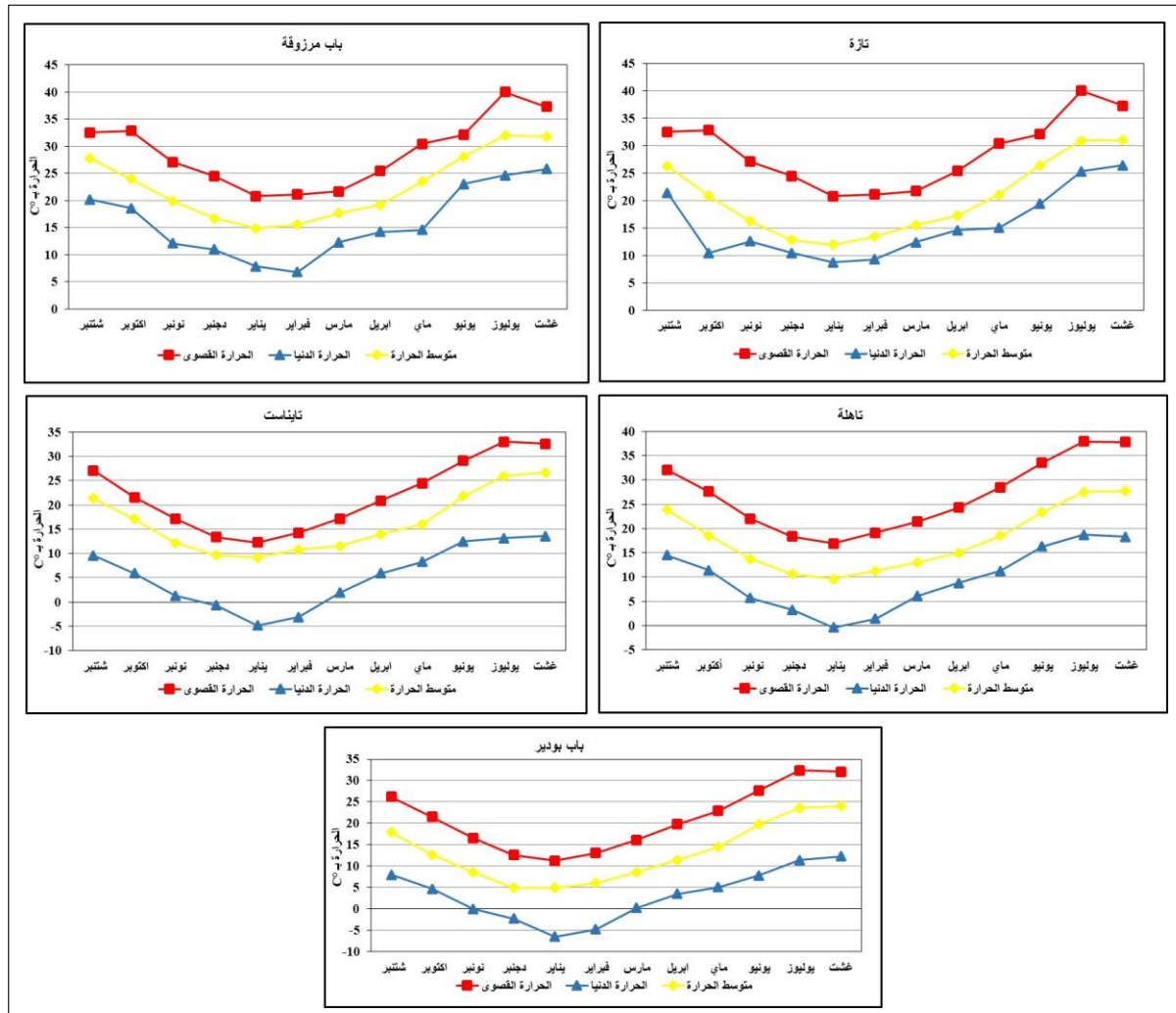
مصدر معطيات الحرارة: <https://climate.northwestknowledge.net> ، 2018.

كما أصبح ارتفاع دراجة الحرارة أكثر حدة خاصة في السنين الأخيرة من 2009-08 إلى 2011-12، ومن خلال المعدلات المسجلة إذ نلاحظ أن المجالات المنخفضة، كانت أكثر إحترازا بالمقارنة مع المرتفعة.

2.1.2.3 خصائص النظام الحراري (الحرارة الدنيا والعليا والمتوسطة)

بفعل تباين خصائص السطح داخل الحوض، يعرف هذا الأخير تفاوتات حرارية على مستوى شهور السنة، حيث يتضح من خلال الشكل رقم 12 الذي يبرز متوسط الحرارة الشهري أن المناطق الأطلسية، الواقعة على إرتفاعات كبيرة (تازكة وباب بودير)، تعرف درجات حرارة منخفضة طيلة السنة، تنحصر بين 2.7°C كأدنى متوسط يسجل خلال فصل الشتاء (شهر يناير) و 21.7°C كأقصى متوسط يسجل خلال فصل الصيف (شهر يوليوز). إضافة إلى ذلك فمحطة باب أزهار لا تبتعد بدورها عن هذه القيم، حيث يسجل أدنى متوسط لدرجات الحرارة 7.4°C خلال شهر دجنبر وأقصاه 23°C خلال شهر يوليوز.

شكل رقم 12: التوزيع الشهري لدرجات الحرارة بحوض إيناون 1970-71 / 2011-12



مصدر المعطيات: إنجاز شخصي اعتمادا على معطيات المديرية الإقليمية للتجهيز والمديرية الإقليمية للفلاحة ، 2017.

في حين تسجل المناطق الواقعة بقدام الجبل درجات حرارة مرتفعة خلال فصل الصيف (يوليوز وغشت)، تقدر في المتوسط ب 27.1°C في محطة تازة، و 30.2°C في محطة باب مرزوقة. أما خلال الفصل

البارد فتسجل محطة تازة حرارة منخفضة تقدر في المتوسط بـ 10 °C خلال شهر يناير، في حين يبقى فصل الشتاء في باب مرزوقة معتدل ودافئ حيث يقدر المتوسط الحراري لشهري يناير وفبراير بـ 18 °C.

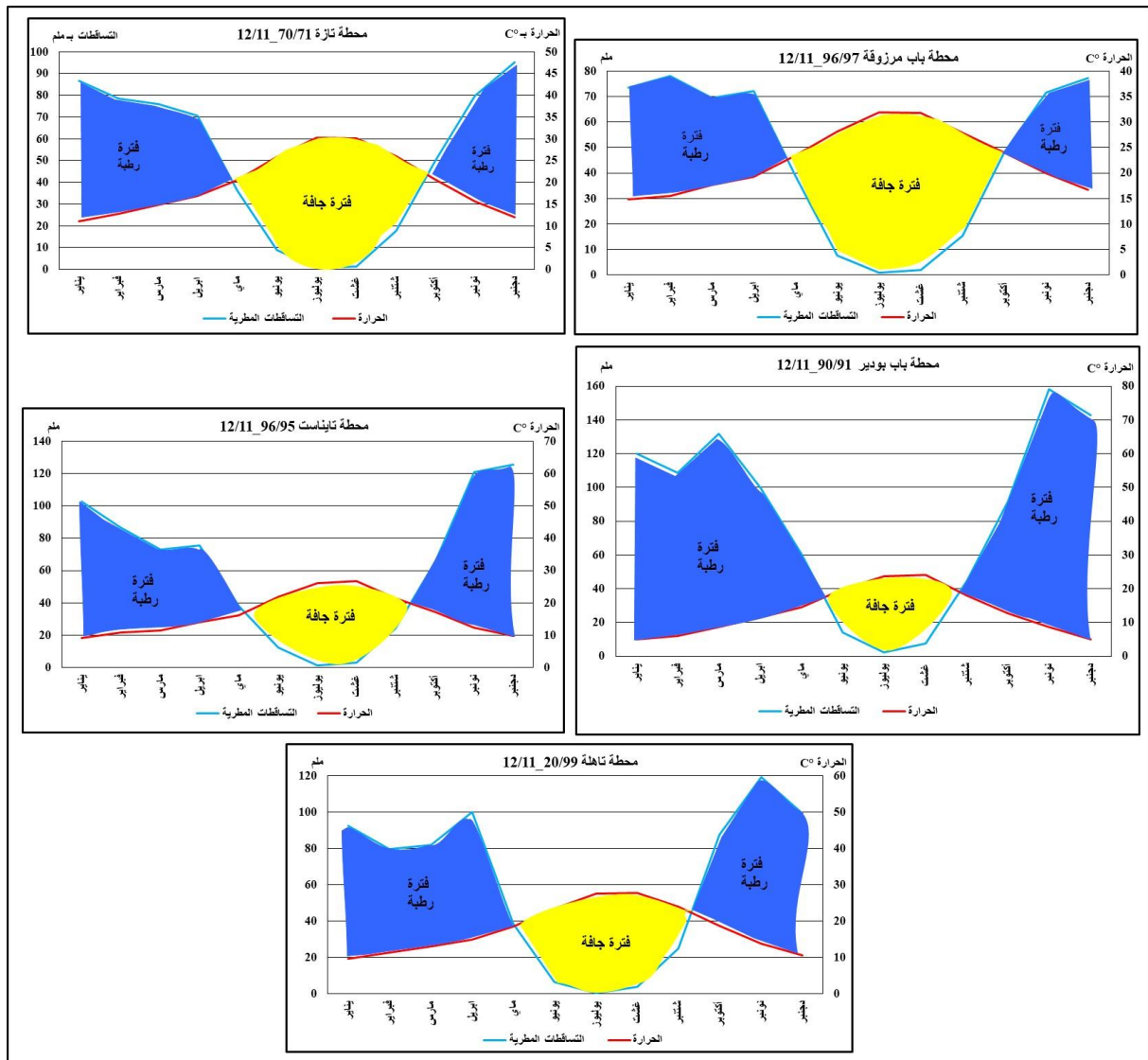
2.2.3 مؤشرات الرطوبة والجفاف بحوض إيناون

لتصنيف المناخ السائد بحوض البحر الأبيض المتوسط. تم الاعتماد على مؤشرين هما: المعامل التساقطي-الحراري Emberger ومؤشر Gaussen لتحديد الفترة الجافة والرطبة.

1.2.2.3 الفترة الجافة والرطبة حسب مؤشر Gaussen

بالاعتماد على مؤشر Gaussen يمكن تحديد المدة التي يستغرقها الفصل الجاف، بالاعتماد على المتوسطات الشهرية لعنصري الحرارة والتساقطات؛ فالشهر يعتبر جافا كلما كان متوسط التساقطات يعادل أو يقل عن ضعف متوسط الحرارة. ويسمى بالشكل المطر-حراري. وقد تم تمثيل المحطات المدروسة وجاءت على النحو الممثل في الشكل رقم 13.

شكل رقم 13: مؤشر كوسن Gaussen ببعض محطات حوض إيناون



مصدر المعطيات: إنجاز شخصي اعتمادا على معطيات المديرية الإقليمية للتجهيز والمديرية الإقليمية للفلاحة ، 2017.

يظهر من خلال الشكل رقم 13 أعلاه أن الفصل الجاف، يتراوح بين 4 و6 أشهر بالمحطات المعتمدة في الدراسة، حيث يبدأ خلال شهر ماي وينتهي خلال شهر أكتوبر بمحطتي باب مرزوقة و تازة (ماي إلى شتنبر) و أربعة اشهر في المناطق الجبلية (باب بودير ، تازكة ، باب أزهار) .

2.2.2.3 حاصل Emberger

يعتمد (Emberger) في عمله على استخلاص المكافئ المطري الحراري Q التي صاغها في المعادلة التالية

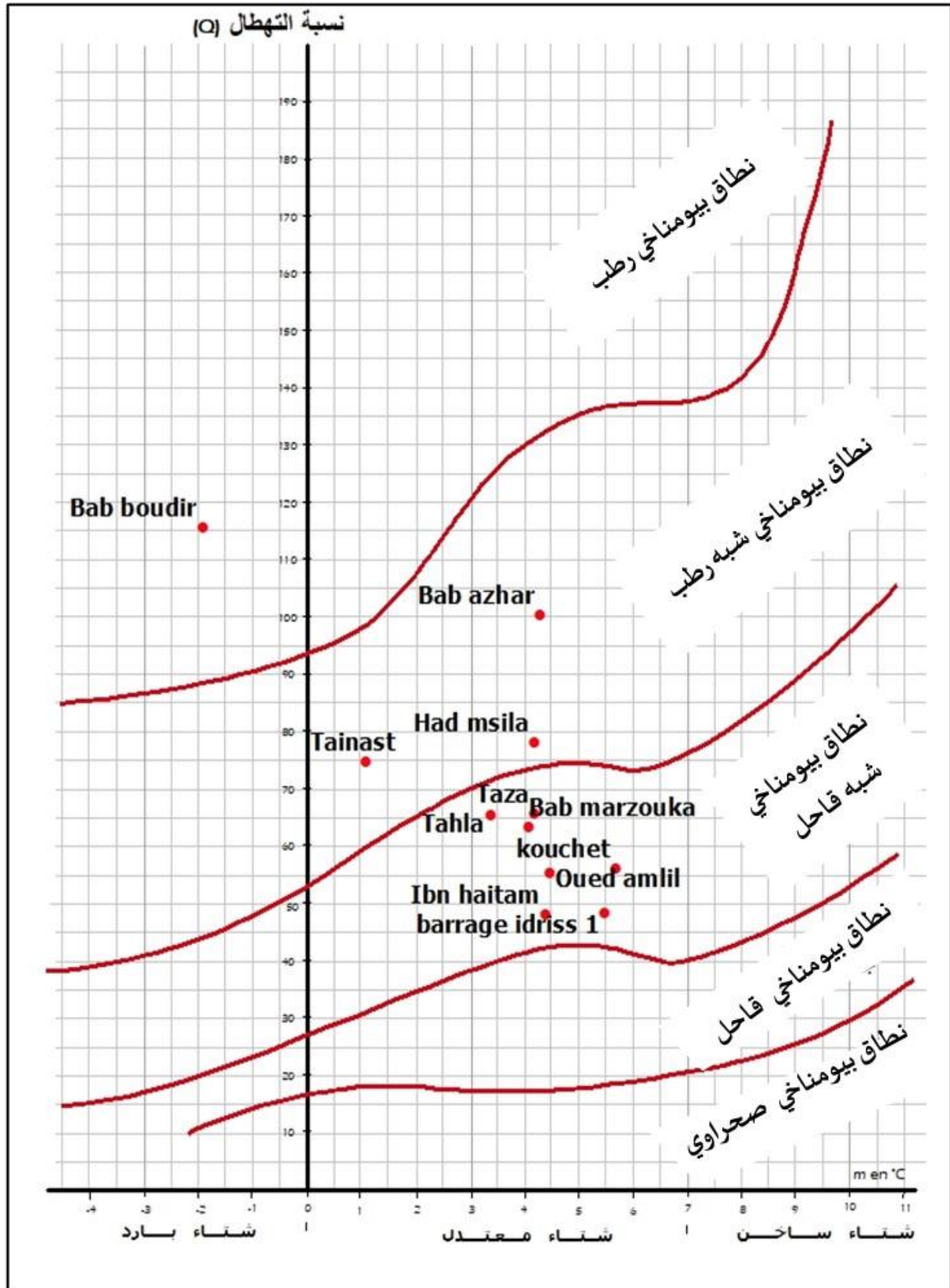
$$Q = \frac{2000 P}{M2-m2} \quad \text{حيث أن :}$$

- (Q) الحاصل المطري؛
- (P) هي متوسط كميات الأمطار السنوية (ملم) ؛
- (M) متوسط درجات الحرارة السنوية القصوى بـ (°C)؛
- (m) متوسط درجات الحرارة السنوية الدنيا بـ (°C).

وبالاعتماد على التصنيف البيومناخي لـ Emberger، وحسب الشكل رقم 14 يمكن التمييز بين 3 أصناف بيومناخية أساسية بحوض إيناون:

- **بيومناخ رطب ذو شتاء بارد:** يسود بالمرتفعات الجبلية الأطلسية باب بودير (1089 ملم)؛ يستحوذ فصل الشتاء على أعلى معدلات التساقطات المطرية بالمجال المدروس، نظرا للتوجيه الجيد للمؤثرات الرطبة المحيطية، كما تنخفض فيه درجة الحرارة إلى 1,9 - °C . ويعرف تساقط الثلوج خاصة في شهري يناير وفبراير إذ بلغت سنة 2003 و 2004 و 36 و 42 سنتيمتر بباب بودير، و 13 و 23 سنتيمتر.
- **بيومناخ شبه رطب ذو شتاء دافئ:** يسود بمرتفعات مقدمة الريف، مثال تايناست (676 ملم)، أحد امسيلة (682 ملم) ، باب أزهار (787 ملم)؛ حيث تتراوح فيه درجة الحرارة ما بين 1.1 °C بالمحطة الأولى، و 4,2 °C بالمحطة الثانية، و 4.3 °C بالثالثة، بينما الحرارة العليا سجلت بأحد امسيلة وقارت 34,1 °C.
- **بيومناخ شبه جاف ذو شتاء دافئ:** يسود بقدم الجبل وهو الأكثر انتشارا في حوض إيناون: تازة (600 ملم) ، باب مرزوقة (573 ملم) ، الكوشات (492 ملم) ، واد أمليل (505 ملم) إبن هيثم (422 ملم)، سد إدريس الأول (425 ملم)، تاهلة (614 ملم). بينما الحرارة الدنيا لم تنزل عن 4 °C بجميع المحطات والحرارة العليا فاقت 35 °C .

شكل رقم 14: النطاقات البيومناخية لحوض إيناون اعتمادا على مؤشر Emberger



المصدر: إنجاز شخصي اعتمادا على برنامج Arc GIS ومعطيات وكالة حوض سبوا والمديرية الإقليمية للفلاحة. 2020 .

إذن من خلال ما سبق يلاحظ سيادة النطاق البيومناخي شبه الجاف وذلك راجع للوضع الطبوغرافي للحوض الذي تغطي عليه الارتفاعات المتوسطة، وهذا يتميز التوزيع المجالي للتساقطات المطرية بالتباين حيث تزداد كمية التساقطات من الجنوب نحو الشمال الشرقي، لذا تسجل أعلى القيم بالمناطق المرتفعة (باب أزهار، باب بودير، تازكا) بينما أدناها نجدها بمحطة سد إدريس الأول.

3.2.3 توزيع المستويات البيومناخية داخل الحوض

تلعب عناصر المناخ من تساقطات وحرارة وغيرها، دورا مهما في توزيع التشكيلات النباتية وانتشار أصناف دون غيرها داخل مجال معين، فالأصناف الغابية بحوض إيناون، هي نتاج لتظافر عوامل مناخية وترابية موروثية وحالية، حيث يبحث كل صنف من هذه الأصناف عن العوامل المحفزة لنموه واستقراره وتأقلمه.

1.3.2.3 تنوع أصناف التربة بحوض إيناون

- تتألف تربات حوض إيناون حسب دراسة العديد من البيدولوجيين أمثال (Wladimir Cavallar 1950) من 6 أصناف أساسية، (خريطة رقم 19) و هي :
- تربة معدنية خام: هي تربة ناتجة عن تكوينات التعرية بالعالية، لها خصائص تستمدتها من الصخرة الأم سواء كانت كلسية أو طفلية، وذات نسيج متوسط إلى كبير وتشكل حوالي 7 % من الغطاء الترابي بالحوض.
 - تربة أقل تطورا: وهي أكثر شمولية بالحوض حوالي 50 % من مجموع الغطاء الترابي، وهي عبارة عن غرين كربوناتي يغطي الدرجات النهرية وسيل الأودية.
 - تربة الحمري: غطاء يهيمن على هضبة تاهلة، على شكل تربة حمراء متساوية العضوية، بنسيج متوازن وعمق متوسط، مما يسهل عملية زراعة الحبوب من نوع القمح الصلب والشعير، وكذا الزيتون
 - تربة الترس: أنها تربة صلصالية سوداء، عمقها غالبا ما يفوق عمقها 2 م، ذات خصائص بيدولوجية متطورة، وخصوصية مهمة، كما تمتص كميات مائية كبيرة، إلا أنها تتطلب مكننة مركزة عند غراسة الخضر المعاشية. تنتشر على مساحة 9 % بالمناطق السهلية ما بين الطوابع وشرق واد أمليل، تتألف تربة التيرس من نوعين، التربة الصلصالية الداكنة عند التقاء الدرجات النهرية لسلسلة الريفية والتربة القليلة التطور "ريغوسول" بجوانب الأودية.
 - تربة الحرش: تختلف عن باقي الغطاء الترابي لإحتوائها على حصى كلسي صلب، يتركز وجودها عند المناطق الجبلية للأطلس المتوسط (باب بودير نموذجاً) ، وهي تربة متساوية العضوية : إيسوهميك Isohumique .

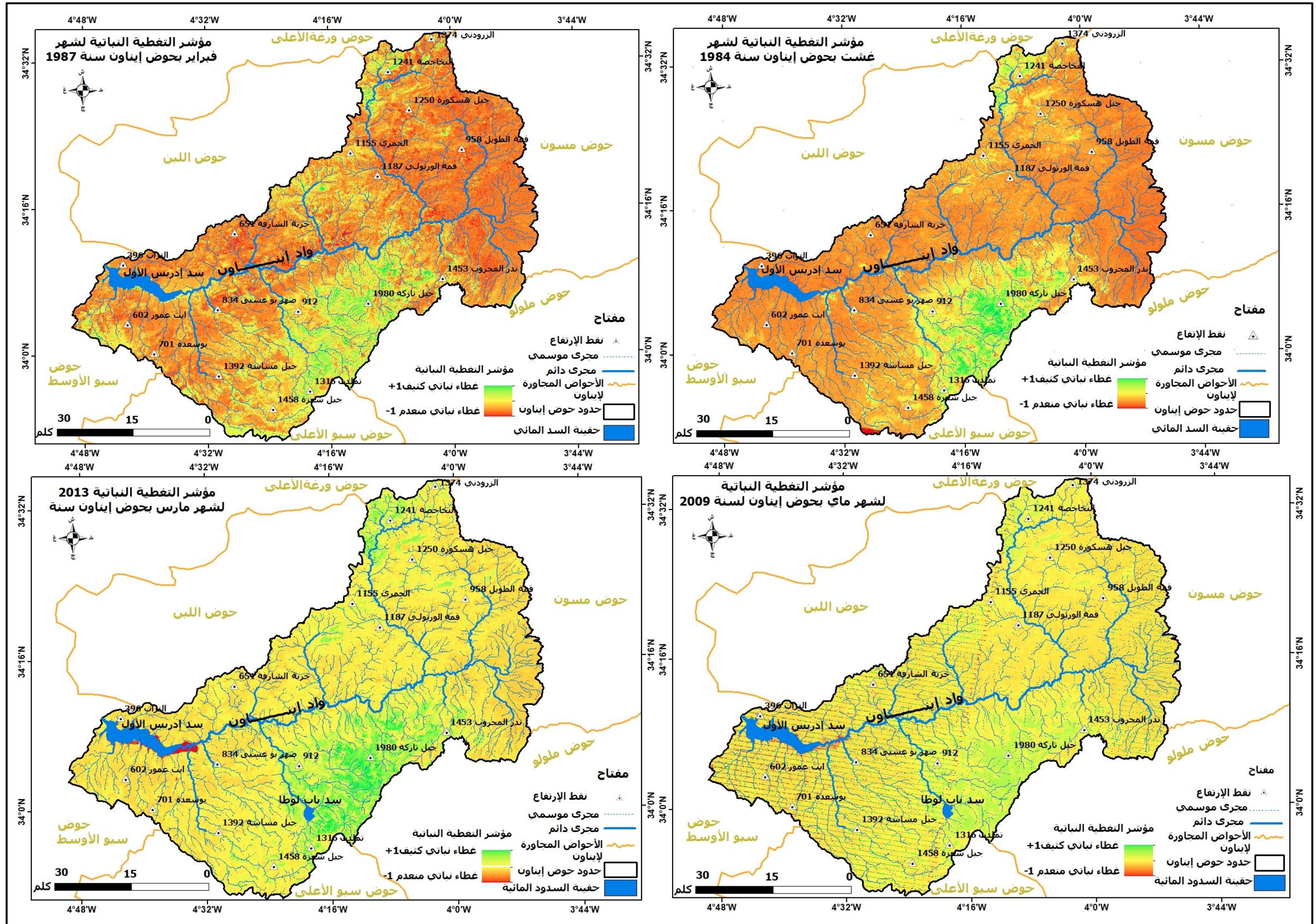
2.3.2.3 غطاء نباتي ضعيف مما يزيد من حدة الجريان

يلعب الغطاء النباتي دورا مهما في وقاية الأحواض المائية من الفيضانات، حيث يعمل على تخفيف الجريان السطحي ويساعد على النفاذية تبعا لطبيعة النباتات (غابة، زراعة،... إلخ)، مما يسمح أيضا بتكوين فرشاة مائية باطنية، فتوزيع الغطاء النباتي بالحوض يرتبط بالظروف الطبيعية المتمثلة في التباين الحراري، وفي كمية ونظام التساقطات المطرية، والرياح والتربة، كلها عوامل تؤثر بشكل كبير وفعال في خلق تنوع نباتي وغابوي داخل الحوض. كما يعتبر الغطاء النباتي أحد العوامل الطبيعية المؤثرة داخل حوض واد إيناون، ونظرا لنقص المعطيات فيما يتعلق بتوزيع الغطاء النباتي بالحوض، فقد تم الاعتماد على صور الأقمار الاصطناعية (شكل رقم 15)، حيث قمنا بحساب مؤشر التغطية النباتية (NDVI) خلال أربع سنوات مختلفة بالاعتماد على المرئيات الفضائية وبرنامج Arc GIS، وبالتالي يلاحظ تراجع معدل التغطية النباتية داخل منطقة الدراسة خاصة في السنوات الجافة وذلك من خلال نموذجي 1984-85 و 1987-88، يستثنى من هذا التراجع الشمال و الجنوب الشرقي للحوض لكونهما يتوفران على غطاء غابوي كثيف نسبيا.

ويفسر هذا التراجع بجفاف التربة نتيجة غياب التساقطات المطرية الشيء الذي يصعب معه نمو الغطاء النباتي بمجال الدراسة. بينما يلاحظ زيادة مؤشر التغطية النباتية في معظم الحوض وذلك في السنوات الرطبة، ومن النماذج على ذلك سنتي 2009-10 و 2013-14، ويفسر هذا بارتفاع معدلات رطوبة التربة وتوفر المياه الشيء الذي يسمح بسقي المزروعات ونمو الغطاء النباتي الطبيعي بمختلف أرجاء الحوض.

ويرجع فقر الحوض من حيث الغطاء النباتي إلى عدة عوامل لعل من أبرزها طول فترة الجفاف، وقساوة البرودة في فصل الشتاء والتركز الزراعي، حيث عُرفت المنطقة قديما بإنتاج الحبوب وتربية المواشي.

شكل رقم 15: وضعية الغطاء النباتي بحوض إيناون خلال فترات متباعدة



3.3.2.3 المنطقة الأطلسية

تضم المنطقة الأطلسية المنتزه الوطني لتازكة حيث يشمل حوالي 506 صنف، تمثل حوالي 12% من العدد الإجمالي لأصناف النباتات بالمغرب، من أهم الأحياء الغابوية الموجودة بالمنتزه، نجد الأرز الذي يعتبر من أنبل الأشجار التي تتطلب رطوبة وبرودة كبيرة (صورة رقم 25)، ويمكن أن يصل علوه إلى 35 متر، و 600 سنة في العمر، وهو أحد أربعة أصناف من الأرز التي توجد في العالم (خريطة رقم 20)، وهناك أصناف نباتية أخرى كالسنديان الأخضر وسنديان الزان والصنوبر الحلبي (صورة رقم 26).

صورة رقم 26: منظر للغطاء الغابوي بالمنتزه الوطني لتازكة

صورة رقم 25: شجر الأرز بجبل تازكة



مصدر الصورتين: تصوير شخصي 30 غشت 2017

✓ غابة أشجار البلوط الفليني:

كما تنتشر غابات واسعة للبلوط الفليني، في الجنوب الغربي لجبل تازكة بين ارتفاع 600م و1400م في المستوى السفلي للجبل المذكور، حيث تتساقط أمطار كافية تتجاوز 1000مم سنوياً، موزعة على 9 أشهر، تتكون في هذه الظروف الكتلة الرطبة لغابة أشجار الفلين ذات علو 10 أمتار فوق نباتات تحتية من الأدغال السميكة، والنموذج الفريد لهذا النوع يوجد بغابة أشجار البلوط الفليني لباب أزهار، لذلك فإن الإعتناء والمحافظة على هذه الغابة له أهمية خاصة بالنظر إلى أقدميتها (أكثر من 250 سنة) كإرث طبيعي وثقافي.

ترتفع هذه الشجرة ذات الأوراق الثابتة حتى 20 متر علو، ولا تنتج خلال 15 إلى 20 سنة الأولى إلا فلينا هشاً (فلين ذكر) دون قيمة، وتتكون بعد ذلك طبقات فلين ذات سمك يتراوح بين 5 و8 سنتيمتر، يبلغ معدل إنتاج الفلين من 35 إلى 40 كلغرام كل 10-12 سنة، ويستعمل الخشب كمادة في البناء أو لصنع الفحم الخشبي. إضافة إلى دورها البيئي، تعرف غابة الفلين بباب أزهار بتعدد وجودة خدماتها الاقتصادية (تنتج الفلين ذو الجودة المطلوبة بكثرة في السوق الوطني والدولي). والاجتماعية (إنتاج الكلال، إنتاج البلوط والنباتات الطبيعية والعطرية).

✓ غابة أشجار البلوط الأخضر:

توجد غابات البلوط الأخضر بالمنتزه الوطني لتازكة، شرق كتلة تازكة بالشيكرك بين 800 و 1800 متر، كما توجد أساسا على شكل غابات متسعة (صورة رقم 26). يعرف صنف الفلين الأخضر بالمغرب بلدونته وخاصيته الكبيرة للتكيف يتحمل ظروف الطقس والتربة الصعبة والجفاف، التجمدات القصيرة الأمد إلى حدود 15 درجة تحت الصفر. يشكل الغطاء الغابوي نسبة تصل إلى 14,33 % من مساحة الحوض تتوزع بشكل متفاوت (الخريطة رقم 20)، إذ يحتل البلوط الفليني المرتبة الأولى من حيث المساحة بـ 6,6 %، يليه البلوط الأخضر 3,1 % ثم أشجار العرعار بـ 2,4 % وأخيرا الأرز الذي يمثل 2,6 %. في حين المساحة المتبقية تنقسم بين الغراسات والأساحيل والمجالات الزراعية والأراضي غير صالحة للزراعة.

4.3.2.3 المنطقة الريفية

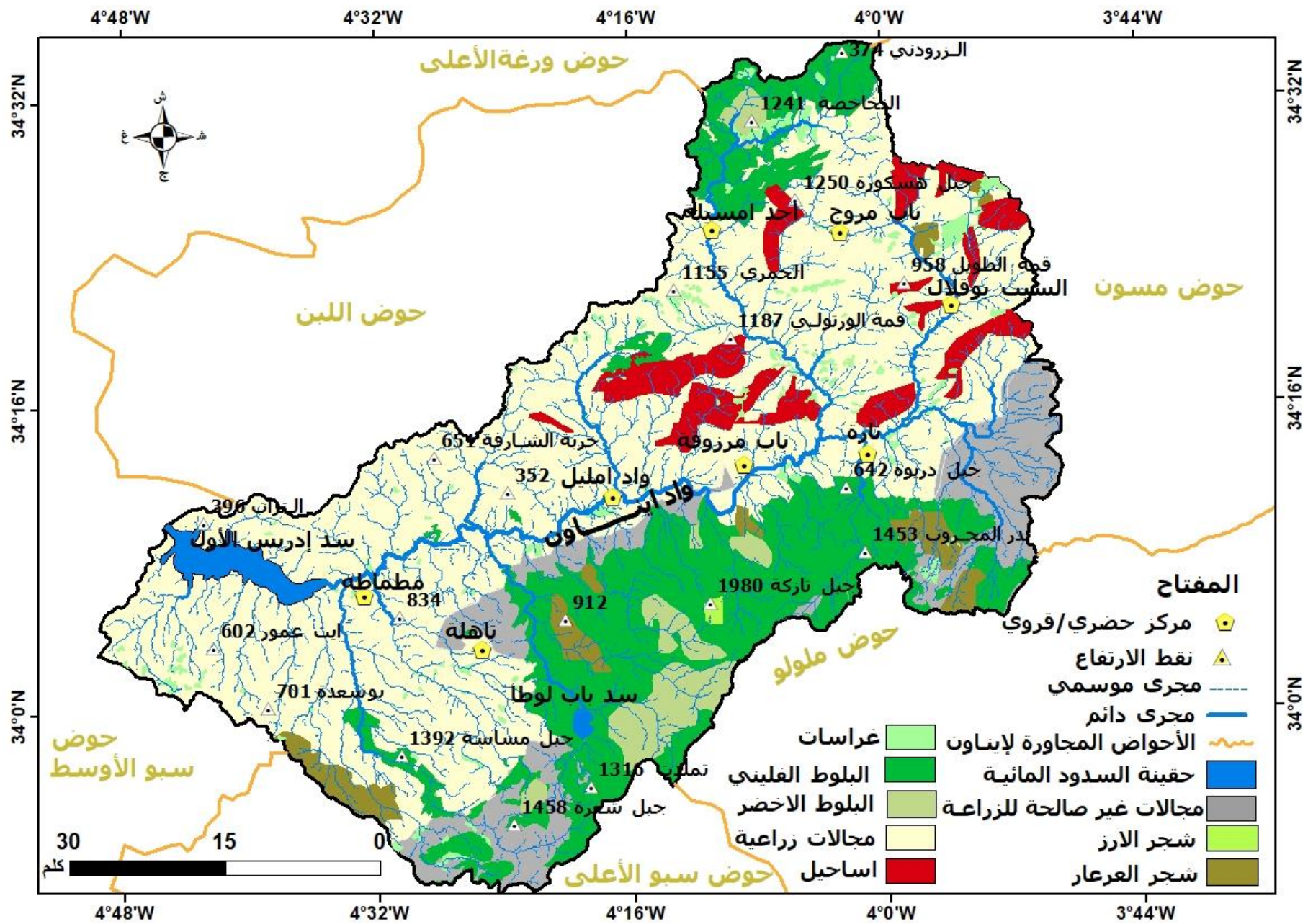
يتميز الجزء الذي يشغله حوض إيناون من المنطقة الريفية بتدهور الغطاء النباتي بسبب توسع الأراضي الزراعية والرعي الجائر، حيث نجد غابات متدهورة على شكل أشب متدهور matorral dégradée في أقصى الشمال وشمال حوض واد الأربعاء، ويشكل كل من البلوط الأخضر والبلوط الفليني أهم التشكيلات الغابية (صورة 27).

صورة رقم 27: منظر للغطاء الغابوي بمرتيشة (غابة تايناست)



المصدر: تصوير شخصي 12 غشت 2020

يتميز مجال الدراسة بتنوع الغطاء النباتي، الذي يجمع أصنافا متعددة تنقسم بين المجال الريفي بالشمال والسفح الأطلسي بالجنوب، حيث تمثل 7.2 %، كما أن له دور أساسي في استقرار التربة وفي تسريب المياه المتساقطة إلى باطن الأرض.



المصدر: الخرائط الطبغرافية لمجال الدراسة، تحليل الصور الجوية وصور الأقمار الصناعية ، 2017.

خريطة 20: توزيع الأصناف الغابوية بحوض إينان

3.3. الخصائص البشرية المميزة لحوض إيناون

يضم حوض إيناون في مجموعه، إقليم تازة، وجزء من إقليم تاونات، مولاي يعقوب وصفرو، حيث تتوزع ساكنة الحوض على أزيد من 802 دوار متفاوتة الأحجام (47 جماعة قروية وجماعة حضرية)، تتركب من تشكيلات قبلية أهمها، التسول، غياثة، بني وراين، أيت سفروشن، بالإضافة إلى قبيلة بني سادن بالجنوب الغربي. يعرف الحوض اختلافا كبيرا في خصائصه البشرية، حيث تتوزع الساكنة داخل المجال بشكل متفرق ومتباعد، إلا أن الأغلبية تستقر بالقرب من المجرى. وأمام وعورة التضاريس وصعوبة التنقل، تبقى الأنشطة اليومية التي تمارسها هذه الساكنة تقريبا هي الأنشطة الفلاحية، التي تتم في الغالب على ضفاف المجرى الأكبر، هذا بالإضافة إلى الأنشطة الرعوية مما يؤدي إلى ضغط كبير على المجال الغابوي، وبالتالي تدهوره بشكل مستمر الأمر الذي ينعكس سلبا على التوازن المجالي داخل الحوض.

1.3.3. يعرف حوض إيناون نمو ديمغرافي مضطربا

عرف حوض إيناون دينامية سكانية مهمة، نتجت عن مجموعة من العوامل من بينها النمو الديموغرافي والهجرة، غير أن هذه التحولات كانت متباينة على مستوى الأقاليم التابعة للحوض، وذلك نظرا لاختلاف الظروف الطبيعية، الاجتماعية والثقافية. فحسب الإحصاء العام للسكان والسكنى لكل من سنة 2004 و2014 انتقل سكان حوض إيناون من 868138 نسمة إلى 1 028 505 نسمة أي بزيادة قدرت بـ 160 367 نسمة (جدول رقم 7 و8) وبالنسبة للنمو الديمغرافي للأقاليم التي تنتمي إلى حوض إيناون نجد:

1.1.3.3. الجماعات التابعة لإقليم تازة

يعتبر الإقليم الأكثر دينامية مقارنة مع باقي الأقاليم بفعل كثرة الجماعات التابعة له، حيث عرف تدبدا واضحا سواء في عدد السكان، في مدينة تازة انتقل عدد السكان من 120974 (إحصاء 1994) إلى 139686 (إحصاء 2004)، وكان وراء تداخل مجموعة من العوامل لعل أبرزها ارتفاع نسبة الخصوبة والهجرة نحو المدينة بحثا عن العمل والاستقرار. وحسب إحصاء 2014 بلغ عدد سكان الجماعات المنتمية لحوض إيناون 911631 نسمة، حيث أن معظم الجماعات عرفت ارتفاعا في عدد أفرادها كما هو مبين في جدول رقم 8.

جدول 8 : تطور عدد السكان بين 2004 و 2014 بالجماعات المنتمية لإقليم تازة

الجماعة	السكان حسب إحصاء 2004	السكان حسب إحصاء 2014
واد أمليل (البلدية)	8246	10,405
تاهلة (البلدية)	25655	27,729
تازة (البلدية)	139686	148,456
اجبارنة	3456	2,730
دائرة : واد أمليل	8246	90,830
بني فراسن	28014	23,429
بوشفاعة	10703	10,724
بوحلو	9259	8,748
غباطة الغربية	234447	233,038
أولاد ازباير	18933	17,747
الربع الفوقي	8498	7,144
دائرة : تاهلة	25655	49,730
أيت سغروشن	16362	16,085
مطماطة	11874	11,928
الصميعة	8099	7,435
تازارين	3465	2,623
الزراردة	10092	9,249
دائرة : تيناست	11246	66,577
بني افتح	12378	10,919
الكوزات	7710	6,575
كاف الغار	10343	8,104
امسيلة	10153	8,356
طايفة	8808	6,992
تيناست	11246	11,530
اترايبة	8073	6,672
باب بودير	6100	5,082
باب مرزوقة	20846	18,520
بني لنث	13678	11,866
كلدمان	2111	21,433
مكناسة الشرقية	7532	6,020
مكناسة الغربية	4070	3,890
أولاد الشريف	10439	9,237
مغراوة	10406	8,204
تادرت	20474	22,138
أولاد بوريمة	1951	1,486
المجموع	748254	911,631

المصدر: المندوبية السامية للتخطيط

2.1.3.3. الجماعات التابعة لإقليم صفرو

عرفت جماعات إقليم صفرو دينامية ضعيفة، حيث أن أغلب جماعاته التابعة لحوض إيناون شهدت انخفاضا في عدد ساكنيها، باستثناء جماعة عين تمكناي التي ارتفع عدد سكانها من 5778 سنة 2004 إلى 6519 سنة 2014، حيث استمر الانخفاض في جل الجماعات حسب إحصاء 2014 (جدول رقم 9).

جدول رقم 9: تطور عدد السكان بين 2004 و 2014 بالجماعات المنتمية لإقليم صفرو

الجماعة	السكان حسب إحصاء 2004	السكان حسب إحصاء 2014
عين تمكناي	5778	6,519
بئرطم طم	9714	9,141
اغزران	11050	9,626
أمطرناغة	5284	4,554
المجموع	31826	29,840

المصدر: المندوبية السامية للتخطيط

3.1.3.3. الجماعات التابعة لإقليم تاونات

شهد جماعات إقليم تاونات دينامية سكانية ضعيفة، حيث أن معظم الوحدات الترابية التابعة لها والموجودة ضمن حوض إيناون، عرفت إرتفاعا بطيئا قدر بحوالي 500 فرد لكل جماعة باستثناء جماعة عين الكداح التي انخفض عدد ساكنيها من 12498 سنة 1994 إلى 12196 سنة 2004 مع ارتفاع عدد أسرها ب 239 أسرة، وحسب إحصاء 2014 عرفت الجماعات المنتمية لحوض إيناون تراجعاً في عدد سكانها (جدول رقم 10).

جدول رقم 10 : تطور عدد السكان بين 2004 و 2014 بالجماعات المنتمية لإقليم تاونات

الجماعة	السكان حسب إحصاء 2004	السكان حسب إحصاء 2014
عين لكداح	12196	11,422
مساسة	9497	9,501
واد الجمعة	9983	9,190
أولاد عياد	8896	9,566
أوطا بوعبان	10545	9,856
سيدي أمحمد بن لحسن	18990	18,820
المجموع	70107	68,355

المصدر: المندوبية السامية للتخطيط

4.1.3.3. الجماعات التابعة لعمالة فاس

عرفت تباينا بين الجماعتين المنتميتين لحوض إيناون، حيث أن جماعة عين قنصرة عرفت إرتفاعا في عدد سكانها من 10581 سنة 1994 إلى 11534 سنة 2004 إلى 12291 نسمة سنة 2014، في حين نجد جماعة رأس تبودة شهدت إنخفاضا في عدد سكانها حيث انتقل العدد من 6693 سنة 1994 إلى 6516 سنة 2004 إلى 6388 نسمة سنة 2014 (جدول رقم 11).

جدول 11 تطور عدد السكان بين 2004 و2014 بالجماعات المنتمية لعمالة فاس

الجماعة	السكنة حسب إحصاء 2004	السكنة حسب إحصاء 2014
راس تابودة	6516	6388
عين قنصرة	11435	12291
المجموع	17951	18679

المصدر: المندوبية السامية للتخطيط

2.3.3. انخفاض الكثافة السكانية بحوض ايناون حسب إحصاء 2014

تتباين الكثافة السكانية بين جماعات الحوض، حيث تتأرجح بين 40 و 70 نسمة في الكيلومتر مربع كما هو الشأن بجماعة مكناسة الغربية و الزرادة ، وأيت سفروشن ، وتايناست ، والتي عرفت استقرارا سكانيا ، إذ لم تتغير كثافتها رغم الانتعاش الاقتصادي وانفتاحها على المراكز الحضرية بتعبيد الطرق وإدخال الكهرباء والماء ، في حين نجد أن بعض الجماعات عرفت إفراغا سكانيا بسبب قوة نزيف الهجرة القروية، ونخص بالذكر جماعة مكناسة الشرقية و باب بودير ، إذ انتقلت الكثافة السكانية على التوالي من 45.5 نسمة في كلم² إلى 38.4 نسمة في كلم²، ومن 43.5 نسمة في كلم² إلى 38.61 نسمة في كلم² ، فالنزوح القروي نحو المدن أصبح يأخذ حجما كبيرا تزامنا مع الكوارث الطبيعية، خاصة بعدد تردد سنوات الجفاف خلال سنوات الثمانينيات والتسعينيات.

3.3.3. تتركز أهم التجمعات البشرية بجنابت واد ايناون

لعبت الخصائص الطبيعية دورا بارزا في توزيع الكثافة السكانية بحوض ايناون، إلا أنه تبقى مجموعة من التجمعات البشرية بارزة خاصة تلك المتواجدة بالقرب من واد ايناون، وذلك نظرا لتفاعل السكان مع هذه الأوساط. تعتبر مدينة تازة أهم حاضرة بالحوض نظرا لكونها أكبر تجمع بشري بالحوض، إضافة إلى ذلك فهو الإقليم الذي يتضمن أكبر عدد من التجمعات البشرية المرتبطة بواد ايناون، ومن أهم هذه الوحدات الترابية نجد:

- جماعة باب مرزوقة: جماعة قروية يقدر عدد سكانها حسب إحصائيات 2014 بـ 18 520 نسمة موزعة على ضفتي واد ايناون، تستغل موارده المائية لسقي بعض الاستغلاليات الفلاحية التي تعتبر مصدر عيش العديد من سكانها رغم تلوثها عند هذا الموقع.
- بلدية واد أمليل: بلدية منتمية إلى إقليم تازة بمجموع ساكنة تقدر بـ 90830 حسب إحصائيات 2014، تتواجد بالقرب من واد أغروز الذي يعتبر من روافد واد ايناون.
- جماعة بوحلو: جماعة قروية تنتمي إلى إقليم تازة، يصل عدد سكانها حسب إحصائيات 2014 إلى 8740 نسمة، تتميز بخصائص طبيعية مهمة متمثلة في الوحدة التضاريسية السهلية و خصوبة التربة، إضافة إلى قربها من واد بوحلو ذو المياه العذبة التي تجعل واد ايناون صالحا للاستغلال الفلاحي داخل الجماعة.

■ **جماعة مطماطة:** جماعة منتمية إلى إقليم تازة تقدر بساكنتها بـ 11928 نسمة حسب إحصائيات 2014، تعتبر من أهم الجماعات التي شهدت تحولات مهمة، فبعدما كانت من أهم التجمعات المستفيدة من واد إيناون أصبحت في عزلة عنه، واقتصرت فقط على الإنتظار والتنبؤ بمستقبل يحرك إقتصادها.

4.3.3. النشاط الإقتصادي الممارس من طرف ساكنة حوض إيناون

يستقر أغلب سكان المجال المدروس، بالقرب من المجاري المائية الرئيسية، وذلك لعدة أسباب أهمها القرب من مصدر الماء للاستقرار ولتوفير الماء والكلأ للماشية، ولمازولة مختلف الأنشطة الفلاحية التي تقام على ضفاف المجاري. وتعتبر الفلاحة المعاشية وتربية الماشية من أهم الأنشطة الرئيسية التي تعتمد عليها ساكنة الحوض، لكن الخاصية المميزة لها، هي الطابع التقليدي الموروث.

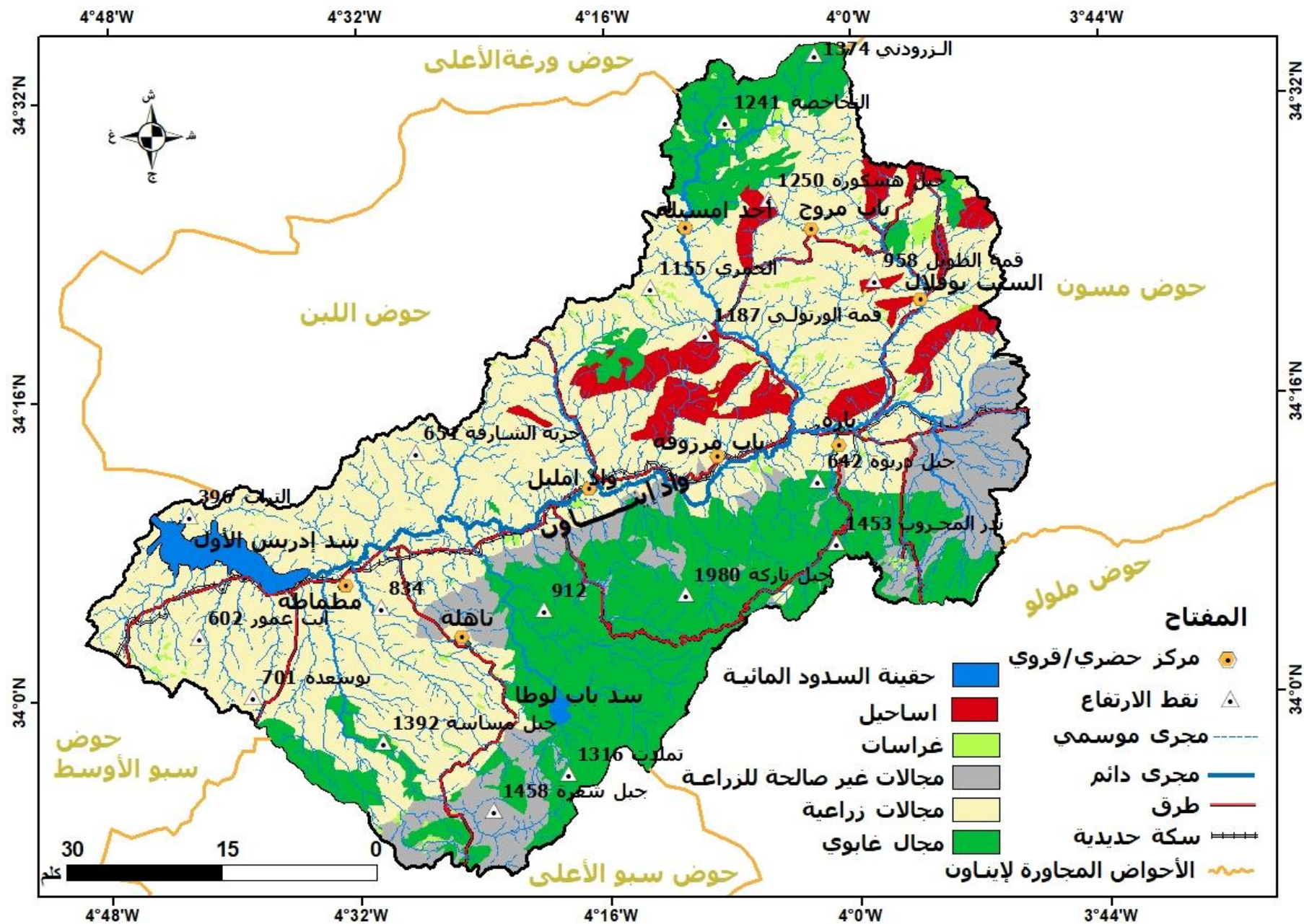
1.4.3.3. يعتمد معظم السكان على الأنشطة الفلاحية

تعتبر الفلاحة من أهم الأنشطة الاقتصادية لساكنة الحوض، حيث تتمثل أهم المنتوجات الفلاحية في زراعة البقول والحبوب وكذلك أشجار الزيتون واللوز والجوز بحوالي 66004 هكتار (جدول رقم 12)، بالإضافة إلى إنتاج المكملات الغذائية للمواشي " البرسيم والتبن " ، بالنسبة للفلاحة البورية حيث تبلغ مساحة هذه الأخيرة حوالي 306 ألف هكتار ، بينما تبلغ المساحة المسقية 8955 هكتار . لكن يبقى القطاع الزراعي والشجري بالمنطقة ، يعاني من عدة مشاكل على رأسها ضعف وضيق المساحات الزراعية من جهة (جدول رقم 12 والخريطة 21)، والارتباط بالظروف المناخية من جهة ثانية ،بالإضافة إلى كونها منطقة جبلية تتميز بوعورة التضاريس وشدة الإنحدارات ، الأمر الذي دفع الساكنة إلى تركيز أنشطتها الزراعية على طول المجاري المائية ،مما يجعلها عرضة لخطر الفيضانات ،التي تسجلها بعض الأودية من دون سابق إنذار حسب ما جاء على لسان بعض ساكنة المنطقة، خصوصا في فصل الصيف الذي يشهد نشاط العواصف الرعدية ،التي تؤدي إلى ظهور بعض الفيضانات.

جدول رقم 12: أصناف استغلال التربة بحوض إيناون

أصناف استغلال التربة	المساحة بالهكتار	النسبة المئوية
التشكيلات الغابوية الكثيفة	25897.21	7.11
التشكيلات الغابوية المتوسطة الكثافة	26346.72	7.23
مراعي	18724.55	5.14
الأشجار المثمرة	66004.28	18.12
زراعة مسقية	8955	2.46
زراعة سطحية	78494.29	21.55
زراعة عميقة	113096.84	31
أراضي جرداء وأساحيل	22404.39	6.15
مراكز حضرية	1447.1	0.4
مياه	2934.91	0.81
المجموع	364305.28	100

المصدر: TTOBA Société d'Études Techniques et d'Ingénierie 2011



المصدر: الخرائط الطبوغرافية لمجال الدراسة، تحليل
الصور الجوية وصور الأقمار الصناعية، 2017.

خريطة رقم 21: استعمال التربة بحوض إيناون

وعلى العموم ينعكس ضعف وسائل الإنتاج والمردودية في كل الزراعات على مداخل الفلاحين بالمنطقة، مما يدفعهم إلى البحث عن مجالات أخرى لتغطية هذا النقص. حيث تقتصر نشاطهم على تربية الماشية واستغلال الموارد الغابوية.

2.4.3.3. تعتبر تربية الماشية من أهم الأنشطة الاقتصادية بالمنطقة

تعتبر تربية الماشية من الأنشطة الأساسية في حوض إيناون إلى جانب الفلاحة، حيث تعرف انتشارا كبيرا وتنوعا ما بين الأبقار والأغنام والمعز، وهذا ما تعبر عنه الإحصائيات التالية:

• رؤوس الغنم: 388.400 رأس

• رؤوس المعز: 187.600 رأس

• رؤوس البقر: 55.200 رأس

• حيوانات الجر: 58.240 رأس

• خلايا النحل: 4.100 خلية منها 1720 عصرية

إلا أن هذا القطاع ظل هو الآخر حبيس الوسائل التقليدية للإنتاج، والتي تعتمد كلياً على ما تجود به الطبيعة، نظراً لسهولة ومجانيتهما أيضاً. فجل إن لم نقل كل السكان يعتمدون على الغابة كمراعي لماشيهم. ويكون الإقبال على هذه الأراضي في جميع الفصول تقريبا. كما أن وجود المراعي قرب الواد يساهم في الضغط بشكل كبير على الغطاء النباتي وتدهوره، وإتلاف التشكيلات الغابوية. وبالتالي المساهمة في تفاقم ظاهرة الفيضانات.

خلاصة الفصل الثالث

من خلال دراسة الخصائص المناخية والبيومناخية لمجال الدراسة تم الخروج بالخلاصات التالية:

- فموقع الحوض بشكل عام في العروض شبه المدارية الانتقالية يجعله أكثر عرضة للتغيرات الهيدرومناخية. فهو يقع عند ملتقى تأثيرات ثلاثة مختلفة الأصول، تجمع بين البحر المتوسط شمالا والمحيط الأطلسي غربا والصحراء جنوبا وبالجنوب الشرقي. إذ تتولى السلاسل الجبلية بالريف والأطلس والسهول الغربية دور توزيع هذه التأثيرات، كما أن هذه الأخيرة تسود تارة وتمتزج أو تتعارض تارة أخرى لتولد تنوعا في أصناف الطقس المتواترة على الحوض. وهذا ما يجعله يتميز بسياق مناخي يطبعه غياب الانتظام على مستوى الزمن والمكان. فعناصر المناخ غير ثابتة، بل متغيرة زمنيا حسب الفصول والسنوات، وخاصة بالنسبة للتساقطات المطرية والثلجية. أما مكانيا، فالتنوع الطبيعي يؤثر بشكل أو بآخر في تباين مفعول عناصر المناخ.
- يتأثر مناخ الحوض بحكم موقعه الجغرافي بالمرتفع الأصوري وبحركات التيار النفاث شبه المداري والقطبي وتأرجحه نحو الشمال والجنوب تبعا للحركة الظاهرية للشمس. وهذين العنصرين يتحكمان بشكل كبير في التطورات المناخية به.

- يتميز الحوض بوجود فوارق حرارية مهمة تتراوح بين 28 °C و 12 °C ، كما عرفت درجة الحرارة إرتفاعا بـ 0,5 °C في الفترة 1991-92 و 2011-12 مقارنة مع الفترة الممتدة من 1970-71 إلى 1990-91. كما يتراوح الفصل الجاف بين 4 و 6 أشهر ، حيث يبدأ خلال شهر ماي وينتهي بشهر أكتوبر بمحطتي باب مرزوقة و تازة (ماي إلى شتنبر) و يمتد لأربعة أشهر في المناطق الجبلية (باب بودير ، تازكة ، باب أزهار) . كما تندرج جل محطات الحوض في النطاق البيو مناخي شبه الجاف، في حين ينتشر النطاق البيومناخي شبه الرطب والرطب في المجالات المتوسطة الارتفاع.
- ينعكس مناخ حوض إيناون ذو الشتاء الرطب والصيف الجاف على الغطاء النباتي، الذي يتميز بالتنوع حيث نجد أهم التشكيلات الغابية تتكون من أشجار الأرز، البلوط الفليني والأخضر، كما يتسم هذا الغطاء أيضا بضعف الكثافة في معظم الحوض مما يساهم في قوة الجريان وتشكل الامتطاحات.
- كما مكنت دراسة الخصائص البشرية للحوض، من توضيح مدى ارتباط ساكنة حوض إيناون، بالمجرى الرئيسي (الفلاحة، تربية الماشية...الخ) هذا الارتباط سيؤدي بهذه الساكنة للتدخل بشكل أو بآخر في الواد خاصة أمام تزايد التركيز السكاني، وضعف الأنشطة الاقتصادية للساكنة فلاحة تقليدية التي تظل تحت رحمة الظروف المناخية، وقلة الوعي بأهمية المحافظة على الموارد الطبيعية. كل هذه العوامل ستنعكس سلبا على الحوض، وبالتالي ستؤدي إلى تغير سلوك المجرى الرئيسي، مما سيعرض الساكنة وأنشطتها لخطر الفيضانات.

خاتمة القسم الأول

ينتمي حوض إيناون لحوض سبو الذي يعتبر من أهم الأحواض النهرية بالمغرب، بحكم موقعه الجغرافي فمناخه متوسطي، الذي يمتاز بفصل مطير وبارد وآخر حار وجاف. خلال الفصل المطير يتأثر تارة بالاضطرابات المتوسطية وتارة أخرى بالمحيطية الأطلنטיكية، وبحكم موقعه الجغرافي بين الريف الأوسط والأطلس المتوسط الشمالي الشرقي، يلعب عامل الارتفاع وتوجيه السفوح دورا هاما في التغييرية الزمنية والمجالية للتساقطات المطرية والحرارة وكذا في التنوع البيومناخي. في حين يعيش الحوض خلال الفصل الجاف عموما تحت إيقاع هواء ساخن وجاف ينتقل عبر رياح الشرقي، وهي رياح يوجهها تموقع المنخفض الصحراوي وصعوده في اتجاه غرب البحر الأبيض المتوسط. ويعتبر ممر إيناون بوابة هذه الرياح الشرقية التي تتوغل حتى السواحل الأطلسية.

وبتفاعل كل العناصر المناخية ببعديها الجهوي (المناخ المتوسطي) والمحلي (التأثيرات التضاريسية والقارية)، فالمنطقة تتميز بتنوع مناخي يمتد من شبه جاف ذو شتاء دافئ بقدم الجبل، عند منخفض إيناون، إلى الرطب ذو شتاء دافئ بالمرتفعات الجبلية الأطلسية جنوبا، مروراً بالبيومناخ شبه رطب ذو شتاء دافئ الذي يسود شمالا، بمرتفعات مقدمة الريف.

وبتظافر العوامل الطبيعية (جيولوجية، جيومورفولوجية، مناخية) وكذا البشرية يتميز الغطاء الترابي والنباتي بالتنوع. فالغطاء الترابي يعرف سيادة المسكات الأقل تطورا، والتي تهيمن على حوالي 50 % من مجموع الأتربة الموجودة بالحوض. أما الغطاء النباتي فهو ضعيف بالمجال الريفي، عكس ذلك تمتاز المنطقة الأطلسية بتنوع بيولوجي مهم وغطاء نباتي نسبيا كثيف، مما يقلص من خطر التعرية مقارنة مع تلال مقدمة الريف، شمال حوض إيناون.

أما فيما يخص الخصائص البشرية للحوض، يتركز السكان بالقرب من المجاري المائية الرئيسية ويتمثل ذلك أساسا في الارتباط القوي بالمجرى الرئيسي لواد إيناون، الذي يعتبر عامل استقرار وتركز مختلف الأنشطة الفلاحية على ضفافه، هذا التركيز البشري هو دليل على وجود استغلال مفرط وغير عقلاني للواد وللغطاء النباتي، والمجالات الغابوية القريبة منه التي تعاني من عمليات في الرعي والإجتثاث.

لقد تضمن القسم الأول تقديم عام لحوض إيناون، من حيث الببليوغرافيا التي تناولت الموضوع والمعطيات المعتمدة، وكذا الخصائص الفيزيوجرافية وطبيعة السطح والخصائص المناخية والبيومناخية والبشرية، هذه الجوانب تعتبر ضرورية للإحاطة بالإشكالية، المراد دراستها في هذا البحث. وفي القسم الثاني سيتم التطرق إلى الخصائص الهيدرولوجية بحوض إيناون، من خلال التعرف على التغييرية الزمنية والمكانية للتساقطات المطرية والصبيب، بحيث سيتضمن هذا القسم سبعة فصول.

القسم الثاني:

دراسة التغيرية المطرية والهيدرولوجية بحوض إيناون

مقدمة القسم الثاني

تبني المعرفة الجغرافية في مجال ذو ثلاثة أبعاد يجب فيه مراعاة القضايا الرئيسية التالية، أولها العلاقات القائمة بين الظواهر الجغرافية، ثانياً تطورها عبر الزمن وثالثها توزيعها وتنظيمها في المكان أو المجال، بناء على ذلك يتفق معظم الباحثين أن هناك ثلاث مداخل أو مقاربات في إنتاج المعرفة العلمية؛ المقاربة الموضوعاتية لا تتوافق مع الفكر الجغرافي لكونها تتناول القضايا بمعزل عن الزمن والمكان، المقاربة الإقليمية أو المجالية التي تعنى بدراسة العلاقات والترابطات المكانية للظواهر، من خلال تحليل الأبعاد المكانية لها ودراسة مظاهر التباين المجالي، تعتبر الدعامات الأساسية في الفكر الجغرافي، وأخيراً هناك المقاربة الزمنية أو التاريخية التي تعتبر أهم مدخل في هذا الفكر، لكونها تركز على تغير وتطور الظواهر عبر الزمن، ولكن دون الإستغناء التام عن عد المكاني، على اعتبار أن الظواهر الجغرافية متحركة ومتغيرة عبر الزمان والمكان.

ونظراً لكون المناخ يهتم بدراسة أحوال الجو، فإن عناصره تعتبر من أكثر الظواهر الجغرافية تغيراً في الزمن بسبب التغيرات المستمرة للطقس، وذلك وفق دورات مضبوطة يومية، فصلية، شهرية وسنوية، كما يتميز هذا التغير بعدم الانتظام من فصل لآخر ومن سنة لأخرى، لذا فالمقاربة التاريخية أو الزمنية لها أهمية كبيرة في دراسة التغيرات المطرية الماضية والحاضرة، مما سيمكن من فهمها وتفسيرها. يتبين إذن أن استحضار الأبعاد المجالية والزمنية له أهمية قصوى في التحليل الجغرافي لأي ظاهرة جغرافية، لأن هذين البعدين مترابطان وملازمان لا يمكن أن تتم أي ظاهرة خارجهما.

بناءً على ما سبق وعلاقة بموضوع هذا القسم، فإن التغيرات الهيدرولوجية بحوض إيناون تتخذ مظهرين أساسيين، الأول مكاني والثاني زمني، فالجانب الأول نتوخى من خلاله رصد الخصائص المجالية لهذه التغيرات بحوض إيناون وتبيان سماتها الإقليمية ارتباطاً بتأثير العوامل الجغرافية، خاصة وأن مجال الدراسة يتميز بالتنوع الطبغرافي، وتأثير آليات الدورة الهوائية وما يتولد عنها من أصناف الطقس.

أما الجانب الثاني والمتمثل في المقاربة الزمنية فنتوخى من خلالها، دراسة البعد الزمني لهذه التغيرات سواء على المستوى اليسنوي أي من سنة إلى أخرى، وعلى المستوى الفصلي والشهري، وأخيراً على المستوى اليومي، وذلك أن تناول التغيرات الهيدرولوجية من منظور التسلسل الزمني، له أهمية كبيرة إذ سيمكن من تشخيص التطور الكرونولوجي للتساقطات المطرية والصبيب، وذلك بتحليل النزعة العامة لكليهما، وذلك لمعرفة ما إذا كان هناك ارتفاع أو انخفاض في قيمها خلال الفترة المدروسة.

الفصل الأول:

يعرف حوض إيناون تغيرية مطرية سنوية مهمة واتجاها نحو الانخفاض

مقدمة

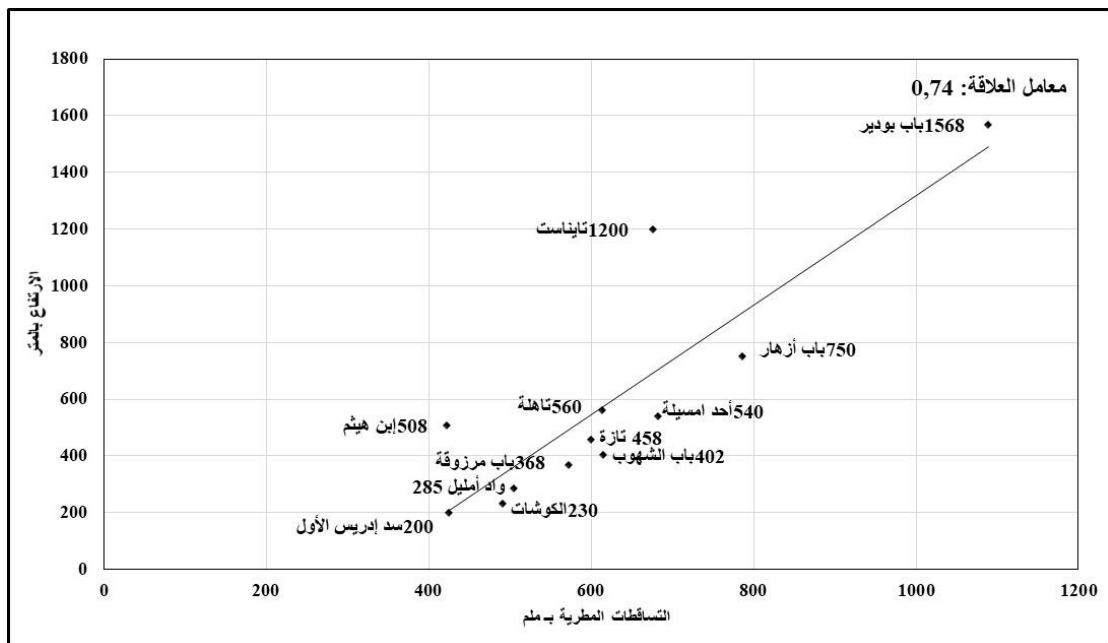
تعتبر التغيرية المناخية تلك الذبذبات الموجودة في عناصر المناخ حول المعدل، أو ما يسمى بالمتوسط وذلك بدرجات متفاوتة؛ بحيث لا يتغير المعدل إلا خلال الفترات المناخية الطويلة، التي صنفها منظمة الأرصاد العالمية في مدة أقلها 30 سنة. إن التغيرات المتعلقة بتعدد التساقطات المطرية اليومية، ومدة الفصول المطيرة وتذبذب كمية الأمطار السنوية عن المعدل العام، تعد من مظاهر التغيرات المناخية الحالية. خلال العقود الأخيرة يمكن أن نسجل أن مميزات مناخ حوض إيناون ما بعد سبعينيات القرن الماضي حتى الفترة الحالية، طغى عليه تردد كبير بين توالي سنوات رطوبة وأخرى جافة مع الغلبة لهاته الأخيرة، التي عمقت ظاهرة الجفاف المناخي مما كان له وقع سلبي، نتج عنه تراجع كبير في كميات الأمطار السنوية، التي صارت في اتجاه منحى التدهور منذ نهاية السبعينيات. كما أن حدة الجفاف التي ازدادت بقوة خلال عقدي الثمانينيات والتسعينيات، أفرزت معها تراجعا مطريا بالغا، أدى إلى تناقص كميات التساقطات المطرية السنوية بشكل كبير عن المعدل العام، هذا الانخفاض أثر بدوره في تغير معالم الأنظمة المطرية الشهرية، محدثا بذلك تقلصا كبيرا في مقاديرها وتغيرا في نظامها.

1.1. يعرف التهاطل المطري السنوي تباينا مجاليا

1.1.1. تلعب التضاريس دورا أساسيا في التباين المجالي للتساقطات المطرية

للإبراز توزيع الأمطار وعلاقتها بعامل الإرتفاع، تم البحث في العلاقة بين عامل الإرتفاع ومتوسط التساقط المطري السنوي للحوض الإجمالي والأحواض الجزئية، وهذا بالاعتماد دائما على المحطات المعتمدة.

شكل رقم 16: العلاقة الخطية بين التساقطات والإرتفاع



المصدر: إنجاز شخصي اعتمادا على معطيات وكالة حوض سبو وديرية الفلاحة بتازة ، 2019.

بلغت العلاقة الخطية الموجودة، بين التساقطات المطرية المسجلة بمحطات حوض إيناون والارتفاع 0.74 (شكل رقم 16)، وهو ما يوحي بوجود علاقة نسبية متوسطة ما بين هذين العنصرين، حيث يظهر تأثير الارتفاع في كل من محطة باب بودير (1084 ملم) ومحطة باب أزهار (787 ملم)، في حين أن محطة تايناست (676 ملم)، رغم ارتفاعها المهم لا يبدو هناك تأثير على كميات التساقطات المطرية، المسجلة وذلك راجع إلى مكان تواجد محطة القياس التي توجد فوق السفح. هذا ما تم تأكيده أيضا من خلال دراسة مؤشر Emberger أن جميع محطات حوض إيناون ذات مناخ شبه الرطب وشبه جاف باستثناء محطتي باب بودير وباب أزهار التي يطبعها مناخ رطب.

يظهر إذن، أن للارتفاع دور مهم في تزايد التساقطات المطرية، فالاضطرابات التي تضطر إلى تخطي سلسلة جبلية يضطر الهواء معها إلى الارتفاع أكثر، الشيء الذي يقوي من فاعلية جهاتها من خلال الزيادة في حالات عدم الاستقرار داخل الاضطراب، فيزيد بذلك من غزارة التساقطات (Bellichi, 2004). كما يبين كذلك الدور الهام للحواجز الجبلية، في التقليل من فاعلية الاضطرابات الغربية الجنوبية الغربية والتي بمجرد تجاوزها لهذه الحواجز تفقد قوتها وقد تتلاشى.

2.1.1. تأثير القارية على التساقطات المطرية حسب مؤشر Michalet

تم تطوير هذا المؤشر من طرف (Michalet, 1991; 1994) في دراسة أجراها على جبال الأطلس المغربية. لتوضيح تأثير القارية والارتفاع على التساقطات المطرية، وذلك اعتمادا على ظل التمام (Cotangente de l'angle G) الذي يجمع بين التساقطات المطرية في محور الأفاصيل، والارتفاع في محور الأرتايب، اعتمادا على القاعدة التالية :

$$\text{Cotg } \alpha = P / A$$

عندما تكون التساقطات المطرية أكثر من 900 متر نطبق القاعدة السالفة الذكر (Gams, 1932).
وحيثما تكون التساقطات المطرية أقل من الارتفاع، نطبق قاعدة (Gams, 1932) معدلة من طرف (Michalet, 1991) وهي على الشكل التالي :

$$\text{Cotg } \alpha = \frac{P - \frac{(900 - A) \cdot P}{100}}{A}$$

بحيث :

P = متوسط التساقطات المطرية السنوي؛

A = ارتفاع المحطة بالمتر؛

بتطبيق هذين القاعدتين في المغرب الشمالي الغربي تمكن (Michalet, 1991) من استنتاج 6 مجالات مناخية :

- ميدان خارجي موجه (externe accentué) $\text{cotg} < 38^\circ$ ؛

- ميدان موجه بشكل متوسط (externe moyen) $38^\circ < \text{cotg} < 50^\circ$ ؛

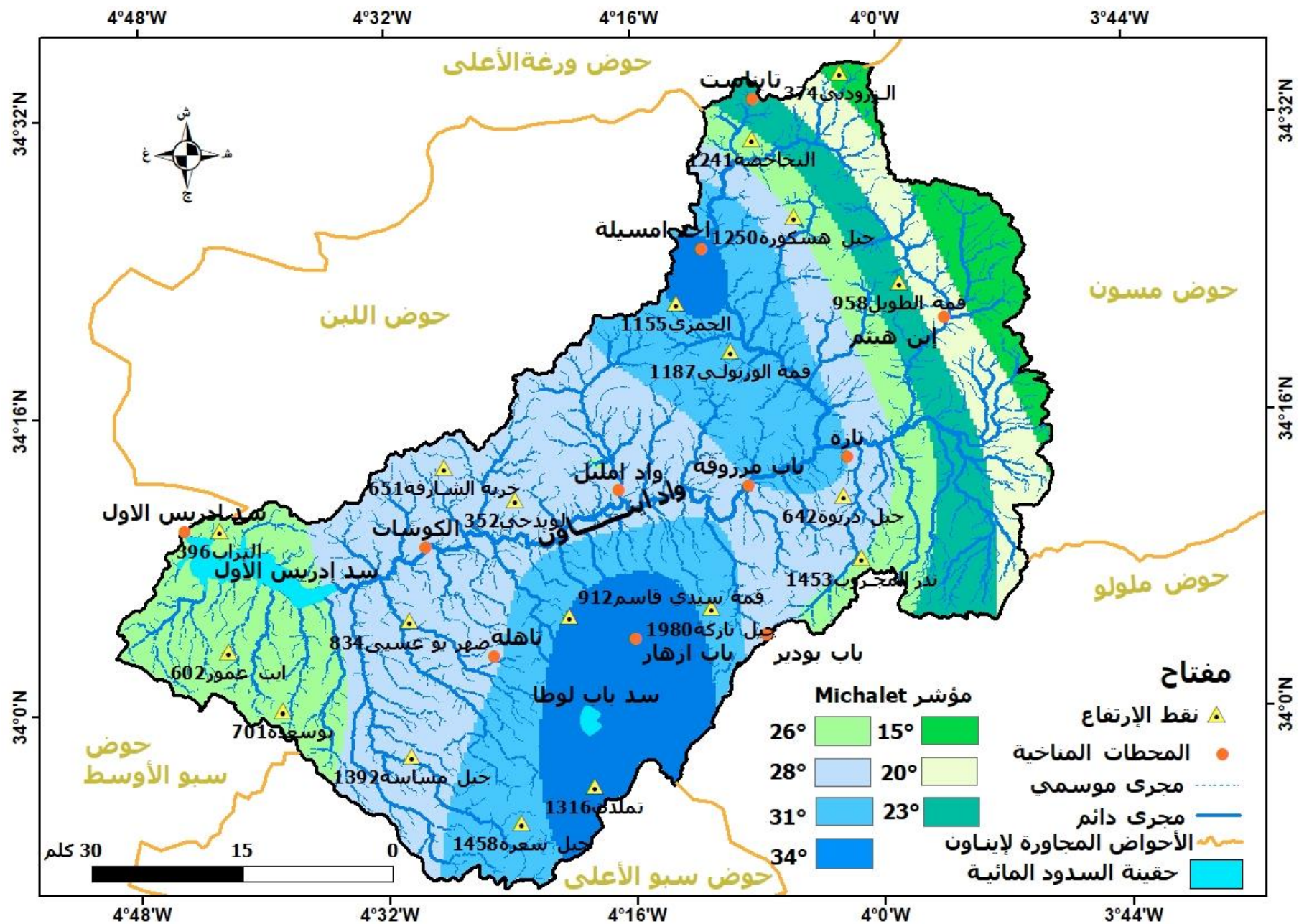
- ميدان خارجي موجه بشكل ضعيف (externe atténué) $50^{\circ} < \cotg < 63^{\circ}$ ؛

- ميدان وسطي (intermédiaire) $63^{\circ} < \cotg < 74^{\circ}$ ؛

- ميدان داخلي مخبأ (interne atténué) $74^{\circ} < \cotg < 80^{\circ}$ ؛

- ميدان داخلي موجه (interne atténué) $\cotg < 80^{\circ}$.

بعد حساب هذا المؤشر قمنا بتوزيعه مجاليا (الخريطة رقم 22) حيث يتضح من خلالها، أن القارية لها تأثير ضعيف على التساقطات المطرية بحوض إيناون، بحيث يقل مؤشر michalet عن 38° في جل المحطات المدروسة، وهو ما يدل على وجودها في المناطق الموجهة للتأثيرات القطبية المحملة بالرطوبة حيث تصل كمية التساقطات المطرية المسجل خلال سنة واحدة إلى 1125 ملم بمحطة تازة ، 1668 ملم بمحطة تايناست، 1411 ملم بمحطة باب بودير ، 991 ملم بواد أمليل .



المصدر: إنجاز شخصي اعتمادا على معطيات

وكالة حوض سبو، مديرية الفلاحة بتازة وبرنامج

Arc Map ، 2019.

خريطة رقم 22: التوزيع المجالي لمؤشر Michalet

مكننا هذا المؤشر من فهم تأثير بعض الخصائص الطبيعية على التساقطات المطرية، والمتمثلة في الارتفاع والقارية، بالإضافة إلى ذلك سنعمق البحث في معرفة المحطات المناخية المتجانسة على مستوى التساقطات المطرية السنوية وذلك بالاعتماد على التحليل بالمركبات الرئيسية (Acp).

3.1.1. التوزيع المجالي للتساقطات المطرية

1.3.1.1. المنهجية المتبعة

لدراسة التغيرية البيسنوية هناك عدة مؤشرات إحصائية، من بينها معامل انحراف التساقطات عن المعدل، والانحراف المعياري، ومعامل التشتت، إذ تمكن من قياس درجة تشتت الكميات المطرية السنوية مقارنة مع المعدلات المطرية، كما تساعد أيضا على استخراج التباينات المجالية التي تطبع حدة هذه التغيرية اعتمادا على ما سبق. عادة ما يتم التمييز بين صنفين من التغيرية المطرية (Sebbar, 2013): التغيرية المطلقة التي تعتمد على مؤشر الانحراف المعياري و التغيرية النسبية المعتمدة على معامل التغيرية النسبي (cv)، حيث يبقى هذا الأخير الأكثر تعبيراً في دراسة التغيرية المطرية.

ترتكز التغيرية المطلقة للأمطار على قيم الانحراف المعياري، التي يعبر عنها ب (ملم) والنتيجة المحصلة تظهر في الجدول رقم 13، إذ تبين أن المحطات المدروسة تعرف في معظمها تغيرية كبيرة في التساقطات المطرية بحيث نجدها:

- ترتفع في المناطق الجبلية حيث تصل إلى 349 ملم في باب بودير و270 ملم في تايناست نظرا لاختلاف معدلات التساقطات المطرية بين شهور السنة؛

- تتراجع في المناطق المنخفضة كمحطة إدريس الأول 96 ملم، محطة ابن هيثم 118 ملم وتاهلة 209 ملم؛

جدول 13: التغيرية البيسنوية للتساقطات المطرية بالمحطات المدروسة للفترة 1970-2011/ 71-12

المحطات المعتمدة	الارتفاع	المتوسط السنوي	الانحراف المعياري	معامل التغيرية % (cv)
تازة	458	600	217	36
أحد امسيلة	540	668	249	37
باب مرزوقة	368	573	183	32
باب بودير	1568	1085	349	32
تاهلة	560	612	209	34
تايناست	1200	663	270	41
باب الشهبوب	402	616	281	46
ابن هيثم	508	422	118	28
واد أمليل	285	488	200	41
باب أزهار	787	795	216	27
إدريس الأول	398	376	96	26
الكوشات	230	491.78	210	43

المصدر: إنجاز شخصي اعتمادا على معطيات وكالة حوض سبو، مديرية الفلاحة بتازة، 2019.

يعتبر معامل التغيرية أكثر تعبيراً ووثوقاً، لقياس درجة الذبذبة المطري، يلاحظ أنه مرتفع (تجاوز 40 %)، كما تراوح ما بين 46 % في محطة باب الشهب و 26 % بمحطة إدريس الأول. وتتحكم فيه مجموعة من العوامل كعامل الارتفاع والقارية، وبهذا نجده يعلو في المحطات ذات الارتفاع القوي والموجهة من الغرب إلى الشمال الغربي (باب الشهب 46 %، تايناست وواد امليل 41 %، أحد امسيلة 37%)، متأثرة بمفعول المخبأ التضاريسي l'effet de l'abri. بينما يلاحظ أنه منخفض في المحطات ذات التوجيه الجيد للمؤثرات المحيطية كمحطة ابن هيثم 28 % ، باب أزهار 27 % ، وإدريس الأول 26 % .

2.3.1.1. التوزيع المجالي لمتوسط التهاطل المطري السنوي

يتميز حوض إيناون بتباين خصائصه المناخية بين مختلف مكوناته، وذلك ناتج عن مجموعة من العوامل (طبغرافية، غطاء نباتي، أنواع الطقس... إلخ)، بالإضافة أيضا إلى مكان تواجد محطات القياس، كل هذا يتحكم في الفرشة المائية المتساقطة على الحوض. ولمعرفة التوزيع المجالي للتساقطات المطرية بحوض إيناون اعتمدنا على طريقة يتيحها برنامج Arc Gis والتي هي (Krigage). هذه المناهج تم اعتمادها من طرف مجموعة من الباحثين (Naoura 2012 ، Nejjari 2002 ، sabbar 2012 ، saidi 1995). ولإنجاز خرائط توزيع التساقطات المطرية بحوض إيناون اعتمدنا على متوسطات التساقطات المطرية السنوية الممتدة من سنة 1974-73 إلى سنة 2011-12 والمسجلة في المحطات المبينة في الجدول رقم 14 بحيث تم إخضاعها في مرحلة أولى لاختبارات التجانس.

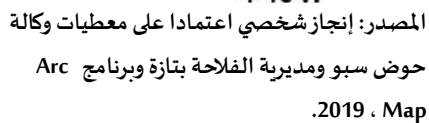
جدول رقم 14: المحطات المعتمدة في دراسة التوزيع المجالي للتساقطات المطرية بحوض إيناون

المحطات	X	Y	Z	المتوسط السنوي
تازة	625711	403721	458	598
سد إدريس الأول	559700	396200	200	425
تاهلة	590610	383839	560	614
باب بودير	617700	386000	1568	1089
الكوشات	583750	394650	230	492
واد أمليل	602896	400339	285	505
أحد امسيلة	611100	424400	540	682
تايناست	616247	439310	1200	676
باب مرزوقة	615850	400850	368	573
باب أزهار	604592	385571	750	787
إبن هيثم	635300	417600	550	426
تيسة	576250	412450	230	487
أكنول	641757	445979	1210	699
كرسيف	689357	401876	380	157
باب وندر	579500	440100	312	701
الشوياب	599518	429879	600	720
الكيفان	669024	432044	800	302
فاس	538.20	370.25	569	459
رباط الخير	591.20	358.80	114	570
عزابة	569.56	359.57	478	346
صفرو	552.00	359.00	820	519
بولمان	562.00	307.70	1860	726
باب الأربعاء	618634	381460	1370	677

المصدر: إنجاز شخصي اعتمادا على معطيات وكالة حوض سبو، مديرية الفلاحة بتازة، 2019.

تقتضي هذه العملية توطين المحطات فوق الخريطة بسلم مناسب، ثم حساب المعدلات عند مستوى كل محطة واستعمال العلاقة الثلاثية لحساب وتوطين النقط المتواجدة بين المحطتين. وبعد توطين كل النقط، يتم جمع تلك التي تتوفر على نفس التساقطات بخط يسمى خط تساوي التساقطات (خريطة رقم 23). حيث يتضح من خلالها أن التوزيع الجغرافي للتساقطات المطرية، في حوض إيناون يتصف بالتنوع والاختلاف، حيث يمكن تقسيم الحوض إلى ثلاث مجموعات أساسية:

المجموعة الأولى: تتكون من المناطق الأطلسية والريفية المرتفعة، والتي تتميز بتلقيها تساقطات مهمة، خاصة في الأطلس المتوسط، حيث يتجاوز المتوسط السنوي للتساقطات المطرية 1000 ملم بمحطتي تازكة وباب بودير، ثم تقل تدريجيا باتجاه ممر فاس تازة، بينما تتراوح التساقطات المطرية السنوية بالمنطقة الريفية بين 600 و800 ملم.



المجموعة الثانية: وتشمل ممر تازة وهضبة تاهلة، وهو مجال يعرف تساقطات مطرية سنوية متوسطة تتراوح بين 500 و700 ملم.

المجموعة الثالثة: تغطي مساحة شاسعة غرب حوض إيناون، وتمتد في الشمال الشرقي والجنوب الغربي من الحوض، ومنطقة بالقرب من مدينة تازة، وتتميز هذه المجموعة بتساقطات مطرية ضعيفة تتراوح بين 300 و400 ملم.

ما يلاحظ من خلال الخريطة أن المناطق المرتفعة تستقبل كمية مهمة من التساقطات المطرية، نظرا لتوجيهها الجيد للمؤثرات الشمالية الغربية مثل محطة باب بودير، باب أزهار، هذا ما يجعل مناخها شبه رطب حسب تقسيم (Quezel, 1998)، في حين المناطق الأخرى الضعيفة الارتفاع أو المتأثرة بمفعول المخبأ، تتلقى كمية أقل من التساقطات المطرية، الشيء الذي يجعل مناخها شبه جاف حسب نفس التقسيم السابق.

3.3.1.1. تحديد المحطات المتجانسة مناخيا بحوض إيناون

لمعرفة المحطات ذات الخصائص المتشابهة، على مستوى التساقطات المطرية، تم الاعتماد على التحليل بالمركبات الرئيسية Analyses en composantes principales أو التحليل العاملي، إذ يتطلب تطبيق هذه المنهجية التوفر على عدد مهم من المحطات وسلاسل من المقاييس، التي يجب أن تتجاوز 30 سنة. بالنسبة لهذه الدراسة، سنعتمد على معطيات التساقطات المطرية السنوية لـ 12 محطة مناخية للفترة الممتدة من 1971-70 إلى 2012-11. ترجع أهمية هذه الطريقة في تحويل عدد كبير من المتغيرات إلى عدد أقل واختزال أبعادها الأصلية، مما يسهل تأويلها. وبالاعتماد على برنامج Excel stat تم الحصول على النتائج المدرجة في الجدول رقم 15 والشكل رقم 17، من خلالها يلاحظ أن مجمل التغيرات المكانية للتساقطات المطرية بحوض إيناون، تفسر بالاعتماد على المحورين الأول والثاني (81,83%)، حيث يمكن التمييز بين ثلاث مجموعات متجانسة مطريا وهي:

جدول رقم 15: جدول معامل الترابط Pearson بين المتغيرات الإحصائية

المتغيرات الإحصائية	تازة	باب مرزوقة	باب أزهار	باب بودير	أحد امسيلة	تاهلة	تايناست	إبن هيثم	واد أمليل	الكوشات	سد إدريس الأول
تازة	1	0.84	0.77	0.52	0.83	0.81	0.63	0.75	0.79	0.77	0.78
باب مرزوقة	0.84	1	0.92	0.50	0.92	0.75	0.65	0.71	0.88	0.81	0.77
باب أزهار	0.77	0.92	1	0.54	0.87	0.62	0.61	0.64	0.80	0.75	0.67
باب بودير	0.52	0.50	0.54	1	0.47	0.37	0.58	0.38	0.39	0.35	0.44
أحد امسيلة	0.83	0.92	0.87	0.47	1	0.74	0.77	0.83	0.89	0.82	0.75
تاهلة	0.81	0.75	0.62	0.37	0.74	1	0.57	0.69	0.73	0.80	0.73
تايناست	0.63	0.65	0.61	0.58	0.77	0.57	1	0.73	0.62	0.57	0.48
إبن هيثم	0.75	0.71	0.64	0.38	0.83	0.69	0.73	1	0.83	0.73	0.71
واد أمليل	0.79	0.88	0.80	0.39	0.89	0.83	0.62	0.83	1	0.86	0.86
الكوشات	0.77	0.81	0.75	0.35	0.82	0.80	0.57	0.73	0.86	1	0.81
سد إدريس الأول	0.78	0.77	0.67	0.44	0.75	0.73	0.48	0.71	0.86	0.81	1

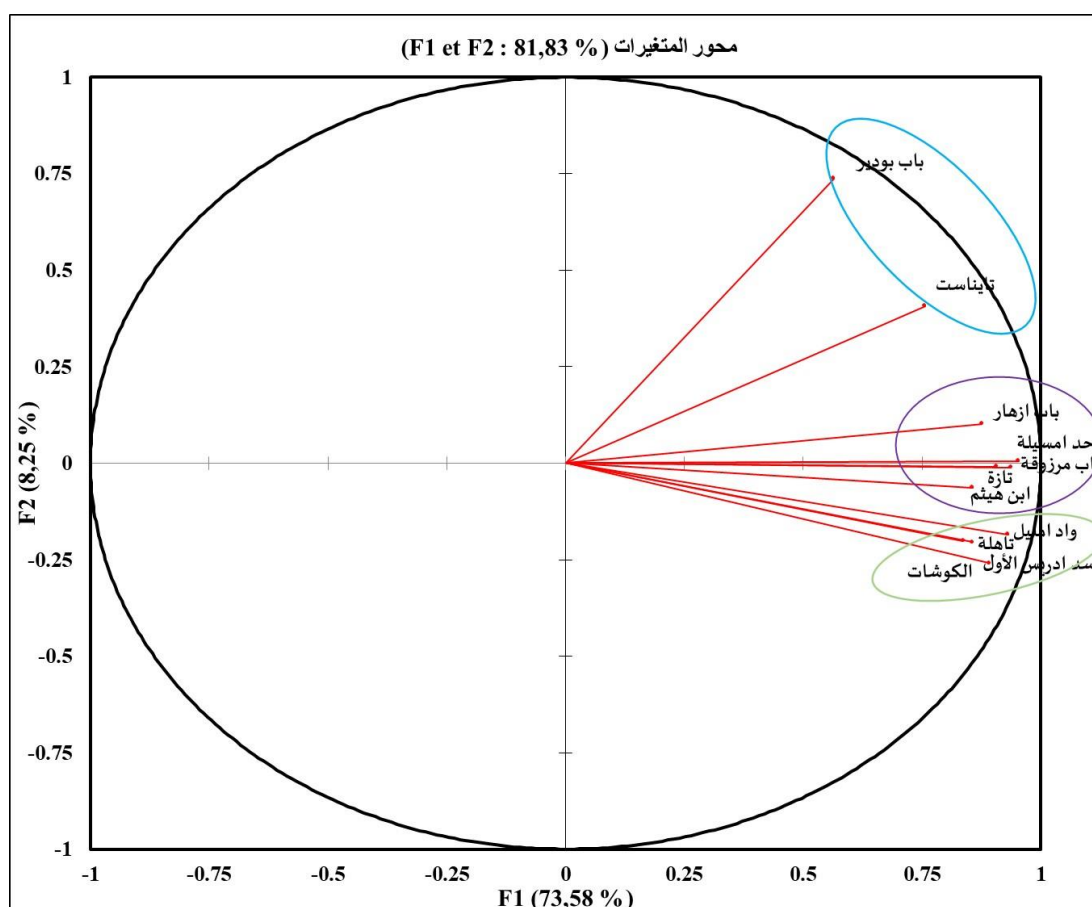
المصدر: إنجاز شخصي اعتمادا على معطيات وكالة حوض سبو، مديرية الفلاحة بتازة وبرنامج Excel stat. 2019.

المجموعة الأولى والتميزة بتسجيلها لتساقطات مهمة والمتمثلة في محطة باب بودير (1089 ملم)، تايناست (676 ملم) حيث تستفيد من الارتفاع المهم ومن التوجيه الجيد لسفوحها.

المجموعة الثانية تشمل محطة أحد امسيلة (682 ملم)، تازة (600 ملم)، باب مرزوقة (573 ملم)، باب أزهار (787 ملم) وابن هيثم (422 ملم).

المجموعة الثالثة تضم أربع محطات وهي تاهلة (614 ملم)، واد أمليل (505 ملم)، الكوشات (492 ملم)، إدريس الأول (425 ملم).

شكل رقم 17: دائرة ترابط التساقطات المطرية السنوية (1970-11/71-2012) بالمحطات المدروسة



المصدر: إنجاز شخصي اعتمادا على معطيات وكالة حوض سبو، مديرية الفلاحة بتازة وبرنامج Excel stat ، 2019.

هذا التجانس يمكن أيضا ملاحظته من خلال معامل الارتباط، حيث يتراوح ما بين 0,61 و0,54 بمحطات المجموعة الأولى، وما بين 0,77 و0,92 بالمجموعة الثانية، وأخيرا بين 0,71 و0,83 بالمجموعة الثالثة. إن هذا التجانس والاختلاف بين المحطات على مستوى التساقطات المطرية، مرده إلى التنوع الطبوغرافي الذي يطبع مجال الدراسة، الذي يجمع ما بين الأطلس المتوسط في جزئه الجنوبي ومقدمة الريف في قسمه الشمالي. بالإضافة أيضا إلى عوامل الدورة الهوائية في الأجواء العليا، التي تؤثر على مجال

الدراسة بشكل عام. إذن نتيجة لكل هذا، يتميز مجال الدراسة بتغيرية مكانية مهمة في التساقطات المطرية، مما سينعكس أيضا على التغيرية الزمنية لهذا العنصر المناخي.

2.1. دراسة التوزيع الزمني للتساقطات المطرية

إن هدف دراسة التوزيع الزمني للتساقطات المطرية، هو معرفة التطور الكرونولوجي للتساقطات المطرية السنوية خلال الفترة المدروسة 1970-71/2012-13، في جميع المستويات الزمنية والمكانية بالحوض من خلال الإجابة عن الأسئلة التالية:

- هل هناك تغير في اتجاه التساقطات المطرية؟

- هل هناك انقطاع في سلاسل التساقطات المطرية؟

- هل يوجد تردد واضح للحالات المطرية القصوى؟

1.2.1. شهد التطور البيسنوي للأمطار تواتر الفترات الجافة والرطبة

1.1.2.1. دراسة طريقة المتوسطات المتحركة

لقد أوصت المنظمة العالمية للأرصاد الجوية، في مذكرتها التقنية رقم 79، بفائدة استعمال طريقة المعدلات المتحركة في دراسة الذبذبات المطرية. فهذه الطريقة لها فاعلية كبيرة في استخراج الحركات الدورية، وهو شيء يصعب الوقوف عليها مباشرة بالاعتماد فقط على المعطيات الخام. لكن يجب استعمال هذه الطريقة بحذر كبير نتيجة بعض السلبيات التي تعترضها، من بينها: أولا، أن حركات التمرجات المنتظمة، التي تظهر في منحني المعدلات المتحركة، هي حركات "اصطناعية" ناتجة عن التحليل الرياضي ولا تعبر بالضرورة عن دورات طبيعية منتظمة. ثانيا، إن استعمال هذه التقنية قد يوحي أحيانا، بوجود انتظام معين في السلسلة الخاصة بالمعدلات المتحركة، مع العلم أن سلسلة القياسات الحقيقية ليس لها أي انتظام معين، إذ أنها تخضع للعشوائية (باحو، 2002).

$$X = \frac{X_{i-2} + X_{i-1} + X_i + X_{i+1} + X_{i+2}}{5}$$

3

حيث تعني X_i المتوسطات المتحركة و X إحدى القيم الفعلية المكونة للسلسلة المدروسة. يمكن احتساب المتوسطات المتحركة حسب المدة التي يظهر البحث أنها ملائمة: 2 سنتين، 3 سنوات، 4 سنوات.... إلخ.

تعتمد هذه الطريقة على إحدى خصائص المعدل الحسابي، ويتجلى ذلك في كونه يمثل الحالة المتوسطة بين القيم المتطرفة الدنيا والقصوى. والهدف من استعمال هذه التقنية هو تعديل البيانات الأصلية، قصد التخلص من تأثير القيم المتطرفة (الشاذة)، المسجلة في السنوات الرطبة جدا والجافة جدا. ويتم تعويضها حسابيا بقيم أخرى أقل تطرفا وهي المتوسطات الحسابية المتحركة. وترتكز هذه الطريقة على تقنية بسيطة، إذ يجمع عدد معين من القيم أو البيانات الأصلية للمتغير (كمية الأمطار مثلا)، ثم يحسب بعد ذلك معدلها الحسابي. ويجب أن يكون عدد القيم الأصلية مساويا لمدة الدورة. وتكون هذه المعدلات

المتحركة، إما ثلاثية، أو خماسية، أو عشرية، أو أكثر، حسب حجم السلسلة الزمنية ومتوسط مدة الدورات الزمنية. ويتم حساب هذه المعدلات المتراكبة مع التقدم كل مرة بسنة واحدة.

بتطبيق هذه المنهجية حصلنا على النتائج المدرجة في الشكل رقم 18 و19، إذ بملاحظتها يتبين أنه تواترت على الحوض، مجموعة من الذبذبات المطرية، اتخذت أحيانا طابعا حادا وعنيفا، بالنظر إلى درجة انحرافها عن المعدلات. وتجلت هذه الذبذبات في تعاقب سنوات جافة، ذات خصائص مطري قوي، وصل أحيانا إلى مستويات كارثية، وسنوات ممطرة تسببت في بعض الأحيان في حدوث فيضانات مهولة. وقد مر التطور البيسنوي للتساقطات بأطوار كبرى، ذات نزعات مناخية إما رطبة أو جافة (شكل رقم 18).

شكل رقم 18: مستقيم الاتجاه والمعدلات المتحركة للتساقطات المطرية السنوية بمحطات السفح الريفي



المصدر: إنجاز شخصي اعتمادا على معطيات وكالة حوض سيو، مديرية الفلاحة بتازة، 2018.

شكل رقم 19: مستقيم الاتجاه والمعدلات المتحركة للتساقطات المطرية السنوية بمحطات السفح الأطلسي



المصدر: إنجاز شخصي اعتمادا على معطيات وكالة حوض سبو، مديرية الفلاحة بتازة، 2018.

لقد شهد حوض إيناون عند بداية السبعينيات إلى حدود سنة 1979-80، من القرن الماضي نزعة ممطرة أعقبها فترة جافة مابين 1981-82 إلى منتصف التسعينيات في جل المحطات المدروسة. وبالتركيز على أحداث الجفاف نستخلص من خلال شكل التطور الزمني للتساقطات المطرية (شكل 18) أن حوض إيناون تعرض خلال الفترة المدروسة، لسلسلة من الفترات الجافة 1980-87 و 1991-95 و 1998-20 و أخيرا 2004-07. وبشكل عام يلاحظ أن حوض إيناون عرف فترة كبرى ذات نزعات جافة واضحة دامت من 1979 إلى سنة 1995.

2.1.2.1. دراسة معامل الانحراف عن المعدل النسبي

لمعرفة مدى انحراف التساقطات المطرية السنوية للفترات المدروسة عن المتوسط، اعتمدنا على دراسة الانحراف عن المعدل، حيث يأخذ انحرافا إما إيجابيا أو سلبيا، فالأول يتعلق بسنوات العجز والثاني يدل على سنوات الوفرة المائية، وللحصول عليه نتبع القاعدة التالية:

$$EM = \frac{Q_i - \bar{Q}}{\bar{Q}} * 100$$

مع العلم أن: Q_i مجموع التساقطات للسنة المدروسة ب م³/ث؛

و $\bar{Q}$ متوسط التساقطات للفترة المدروسة ب م³/ث.

بملاحظة الشكل رقم 20 و 21 نجد أن التساقطات المطرية بحوض إيناون عرفت ثلاث فترات من حيث انحرافها عن المعدل، مع وجود بعض التباينات المجالية فيه، فالفترة الأولى امتدت من سنة 1970-71 إلى 1979-80 تميزت بانحرافات إيجابية في جميع محطات حوض إيناون، حيث بلغت كحد أقصى 48,9 % سنة 1976-77 بتازة، 44,1 % بباب مرزوقة سنة 1970-71 و 57,4 % بتايناست خلال نفس السنة، 37,5 % باب بودير سنة 1975-76.

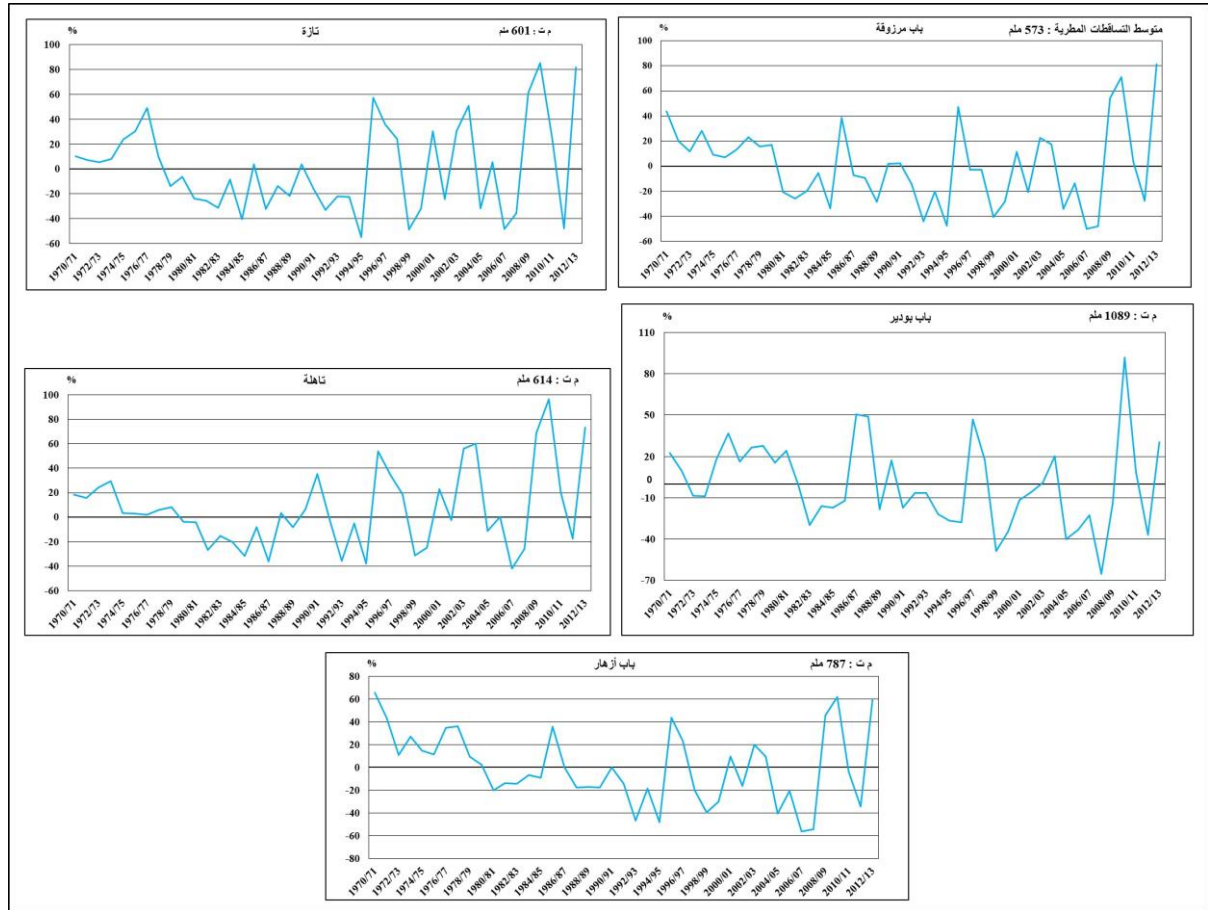
شكل رقم 20: انحراف التساقطات المطرية السنوية عن المعدل بمحطات السفح الريفي



المصدر: إنجاز شخصي اعتمادا على معطيات وكالة حوض سبومديرية الفلاحة بتازة ، 2018.

الفترة الثانية امتدت من سنة 1980-81 إلى 1995-96، اتسمت بتعدد كبير للانحرافات السلبية، مع وجود بعض الانحرافات الإيجابية وتمثلت فقط في سنة 1985-86 و1989-90. شهدت هذه الفترة استقرار لأوضاع الجفاف المناخي، الشيء الذي أثر على مجاميع التساقطات المطرية والتي عرفت دنوا عن المعدل، إذ بلغ أدناها سنة 1994-95 بـ 55.1 % - بتازة، 47.1 % - بباب مرزوقة، 26.2 % - باب بودير، 58.2 % - بأحد امسيلة، 59.2 % - بسد إدريس الأول. تميزت الفترة الثالثة الممتدة من 1996-97 إلى 2012-13 بالتناوب ما بين السنوات ذات الانحراف الإيجابي والسلبي، حيث كانت الهيمنة للأخيرة إذ سجلت سنتي 1998-99 و2006-07 أدنى انحراف سلبي بلغ بالتالي وعلى سبيل المثال 49.1 % - و 48.2 % - بتازة، 48.1 % و 22.3 % - باب بودير، 45.2 % و 47.1 % - بتايناست، 56.4 % و 37.1 % - بالكوشات.

شكل رقم 21: انحراف التساقطات المطرية السنوية عن المعدل بمحطات السفح الأطلسي



المصدر: إنجاز شخصي اعتمادا على معطيات وكالة حوض سبو ومديرية الفلاحة بتازة، 2018.

بينما وصلت الانحرافات الإيجابية إلى أقصى حد لها سنة 1995-96 و2009-10 بفعل التساقطات المطرية الكبيرة التي سجلت خلال هذين السنتين، حيث لم تتعدى السنة الأولى 60 % والثانية تجاوزت 80 % في معظم المحطات المدروسة. بشكل عام عرفت حوض إيناون تردد كبير للسنوات ذات الانحراف السلبي التي بلغت 23 سنة، مقابل 20 سنة ذات انحراف إيجابي. كما يلاحظ من خلال ما

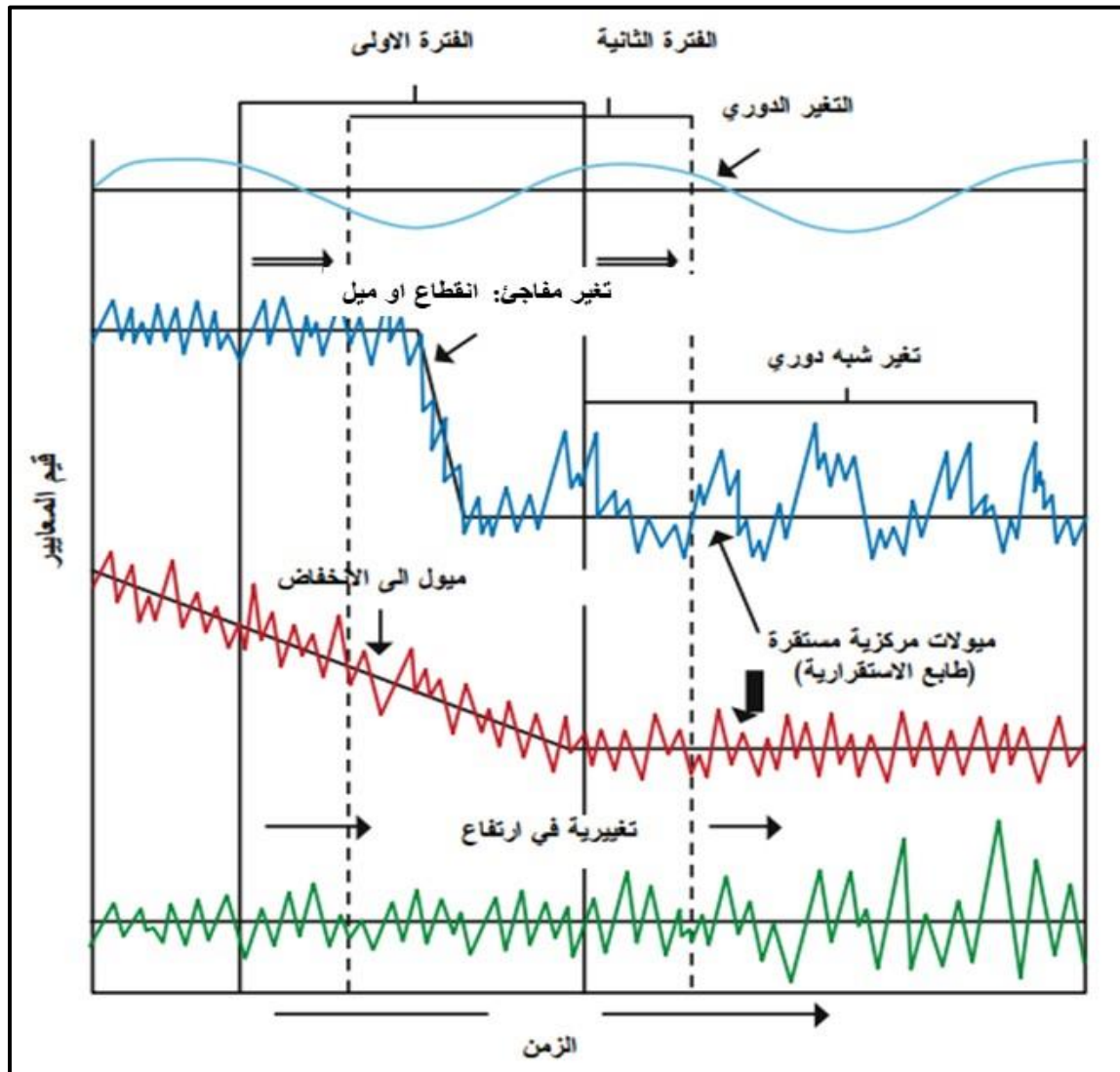
سبق أن الوضعية الطبوغرافية للحوض أثرت بشكل واضح على هذا المعامل، فالمحطات ذات تأثير المخبأ التضاريس (تايناست، أحد امسيلة، واد أمليل، الكوشات) انحدر فيها في الغالب إلى أكثر من 60%، بينما المحطات التي لها توجيه جيد للإضطرابات المطرة لم تتجاوز 60%.

2.2.1. دراسة اتجاه واختبارات الانقطاع على مستوى التساقطات المطرية السنوية

1.2.2.1. التعريف بالمفاهيم وبمنهجية تشخيص اتجاه التساقطات المطرية

يمكن تعريف اتجاه او تطور التساقطات المطرية (tendance des précipitations)، " بأنه حركة على امتداد فترة زمنية طويلة " (Grisollet et Arlery 1973)، هذا التطور يظهر من خلال ازدياد أو نقصان كميات التساقطات المطرية على امتداد فترة زمنية نسبيا طويلة، والفترة المعتمدة في هذه الدراسة هي 42 سنة. كما تأخذ هذه التغيرية أشكالا مختلفة كما هو مبين شكل رقم 22.

شكل رقم 22: أنواع التغيرية المناخية.



المصدر: (Hare, 1979) عن (Barry et al, 2003)

بحيث يمكن أن يكون على شكل:

- ميل أو اتجاه (Tendance) خطي نحو الانخفاض أو التزايد، بحيث يوافق تغير تدريجي في السلاسل الزمنية العشوائية ؛

- انقطاع مفاجئ في سلسلة زمنية عشوائية، لتتجه بعده نحو الانخفاض أو التزايد؛

- دورة تدل على نزوع متتابع إلى الارتفاع ثم إلى الانخفاض، التي تسجل داخل فترات زمنية متساوية.

في الحالة المخالفة تكون السلسلة الزمنية مستقرة؛ بحيث تكون قيمها الإحصائية غير متغيرة في الزمن. ولمعرفة هذه التطورات أو الاتجاهات سوف نعتمد على المناهج التالية:

✓ منهجية مستقيم الاتجاه التي ستمكننا من معرفة الاتجاه الخطي لكميات التساقطات بالمحطات المدروسة؛

✓ اعتماد المتوسطات المتحركة *les moyennes mobiles* لاستنباط اتجاهات داخلية وثنائية في التساقطات المطرية؛

✓ اختبار مؤشر الاتجاه أو الميل Mann Kendall ، عند عتبة 95 % لتحديد مدى وجود تطور في التساقطات المطرية (Sneyers, 1990).

✓ اختبارات الانقطاع Buishand ، Pettitt ، la segmentation d'Hubert

هذه المناهج تم اعتمادها من طرف مجموعة من الباحثين وأثبتت نجاعتها (Sebbar, 2012 ;

(Zamrane, 2016 ; Hanchane, 2013) ; جناتي، 2005، باحو، 2002).

2.2.2.1. نتائج تطبيق مستقيم الاتجاه بطريقة المربعات الصغرى

نحصل عليه باعتماد طريقة المربعات الصغرى، حيث يقدم المستقيم على الشكل التالي:

$$Y = ax + b$$

وبالتالي نجد أن:

Y : القيمة المقدرة ؛

X : القيمة الفعلية ؛

a : درجة الميل ؛

b : القيمة الأصل عند سلم الدالات.

باتباع هذه المعادلة وباعتماد على برنامج Excel يتم رسم منحنى مستقيم، يتم من خلاله تحديد النزعة العامة لتطور التساقطات المطرية على المدى البعيد، حيث يأخذ اتجاهها نحو الإرتفاع، وبهذا يكون موجبا ويعبر ذلك من الناحية المناخية، عن وجود نزعة نحو الترطيب وبالعكس. أو اتجاهها نحو الانخفاض مما يشير إلى أن القياسات المطرية، تسير نحو التناقص سنة بعد أخرى، إذ يصبح اتجاه المنحنى تنازليا، ويدل ذلك على سيادة نزعة التجفيف.

ويتم التعرف على اتجاه خط النزعة العامة، من خلال قراءة معادلة مستقيم الانحدار خاصة قيمة المعامل الثابت (a)، وهذا الأساس يتم التمييز بين ثلاث حالات:

- عندما يكون استقرار في السلسلة المطرية، تكون قيمة (a) تساوي الصفر أو قريبة منه وهذا يدل أيضا على وجود توازن بين الحالات الممطرة والحالات الجافة.
- وإذا كانت قيمة (a) موجبة دل ذلك على تزايد كميات المطر مع مرور الزمن، أي أن المناخ يتسم بنزعة نحو الترطيب.
- إذا كان التطور العام للتساقطات يتميز بتناقص تدريجي على الأمد الطويل، مما يجعل المناخ ينحو نحو التجفيف. تكون قيمة (a) سالبة.

وتجدر الإشارة إلى أن هذه النزعة تظل شديدة التأثير بطول عينة السنوات المدروسة، وكذا بطبيعة هذه السنوات، هل هي رطبة، أم جافة. فبمجرد زيادة أو نقصان سنة واحدة، يتغير اتجاه النزعة المطرية رأسا على عقب. ومن خلال الشكل رقم 18 و 19 نجد أن التطور الزمني لكمية التساقطات المطرية السنوية، في بعض المحطات المدروسة يتجه نحو الانخفاض التدريجي، هذه النزعة سبق أن تم تأكيدها من خلال مجموعة من الدراسات، حيث تعكس تزايد حدة الجفاف التي تعرض له المغرب عامة، وحوض إيناون خاصة خلال الثمانينيات والتسعينيات.

بشكل عام اتسم التطور السنوي للتساقطات المطرية في المحطات التالية (نازة ، تاهلة ، سبت ابن هيثم ، تايناست ، واد أمليل ، باب الشهبوب) بنزعة عامة نحو الترطيب ، بينما المحطات الأخرى (باب أزهار ، باب بودير احد امسيلة ، باب مرزوقة)، اتسمت بنزعة عامة نحو التجفيف ، نظرا لاستفحال أوضاع الجفاف المناخي بحوض إيناون، خلال ثمانينيات و تسعينيات القرن الماضي، لكن نتائج هذا الاختبار تبقى غير موثوقة، لكونه يتأثر بالسنوات الشديدة الرطوبة والسنوات الجافة، حيث سنقوم بالتأكد من هذه النتائج بواسطة اختبارات أكثر مصداقية.

3.2.2.1. اختبارات الانقطاع داخل السلاسل الزمنية للتساقطات المطرية السنوية

لمعرفة التجانس الزمني للسلاسل المطرية ولرصد الانقطاعات فيها اعتمدنا على برنامج Khronostat (IRD, 1998)، الذي يجمع عدد من الاختبارات من بينها: Test de Buishand et l'ellipse، La méthode non paramétrique de Pettitt، de Bois L'approche bayésienne de Lee et ، Heghinian et la méthode de Hubert (Lubès et al., 1998). هذه المناهج تم اعتمادها في مجموعة من الدراسات التي اهتمت بدراسة السلاسل الزمنية للتساقطات المطرية بالمغرب (Sebbar , 2012 ؛ Hanchane, 2013 ؛ Zamrane, 2016)

- اختبار الانقطاع في السلاسل مطرية السنوية حسب اختبار (La segmentation d'Hubert) يقوم هذا الاختبار على تقسيم السلسلة الإحصائية إلى قسمين مختلفين، ثم يقوم بحساب المتوسط لكل واحد منهما، وبالتالي يكون المتوسط المحسوب متباين (Dagnélie, 1970) عن

(Sebbar , 2012). و انطلاقا من كتابات الباحثين (Hubert et al., 1989) ، هذا الإجراء يمكن اعتماده أيضا لاختبار الاستقرارية في السلاسل المطرية . فعندما تكون السلسلة الزمنية المختبرة مستقرة (Stationnaire)، إذ لا يتم تقسيم هذه السلسلة إلى قسمين، بحيث توافق نتائج الاختبار مع الفرضية المنعدمة. مكننا هذا الاختبار من الوصول إلى النتائج المبينة في (الجدول رقم 16 والشكل رقم 23) .

- اختبار الانقطاع في السلاسل مطرية السنوية حسب اختبار (test de pettitt, 1979)

هو من الاختبارات اللامعملية للرتب Test non paramétrique، ويستخدم لتحديد الوقت الذي حدث فيه تغير ملحوظ أو انكسار في السلاسل المطرية، وذلك بتقسيم هذه الأخيرة إلى سلسلتين، ثم يقوم بجمعها وترتيبها ترتيبا تصاعديا، ليخرج بفرضيتين:

- فرضية العدم: لا يوجد انقطاع في السلسلة الزمنية المختبرة؛
- الفرضية البديلة: يوجد انقطاع في السلسلة الزمنية المختبرة.

كما يعين سنة حدوث الانقطاع ويستنتج قيمة إحصائية (p)، لكي يبين هذا الانقطاع هل هو ملحوظ إحصائيا أم لا. ونتائج هذا الاختبار مبينة في الجدول رقم 16 والشكل 23.

-اختبار الانقطاع في السلاسل مطرية السنوية حسب اختبار (Buishand (1982, 1984)

يستمد هذا الاختبار من الصيغة الأصلية ل (Gardner 1969)، وذلك للتحقق من وجود انقطاع في السلاسل المطرية السنوية، حيث تعرف الانحرافات التجميعية في هذا الاختبار كما يلي:

$$S^*0 = o \text{ and } s^*k = \sum_{i=1}^k (y_i - \bar{y}) \quad k = 1, \dots, n$$

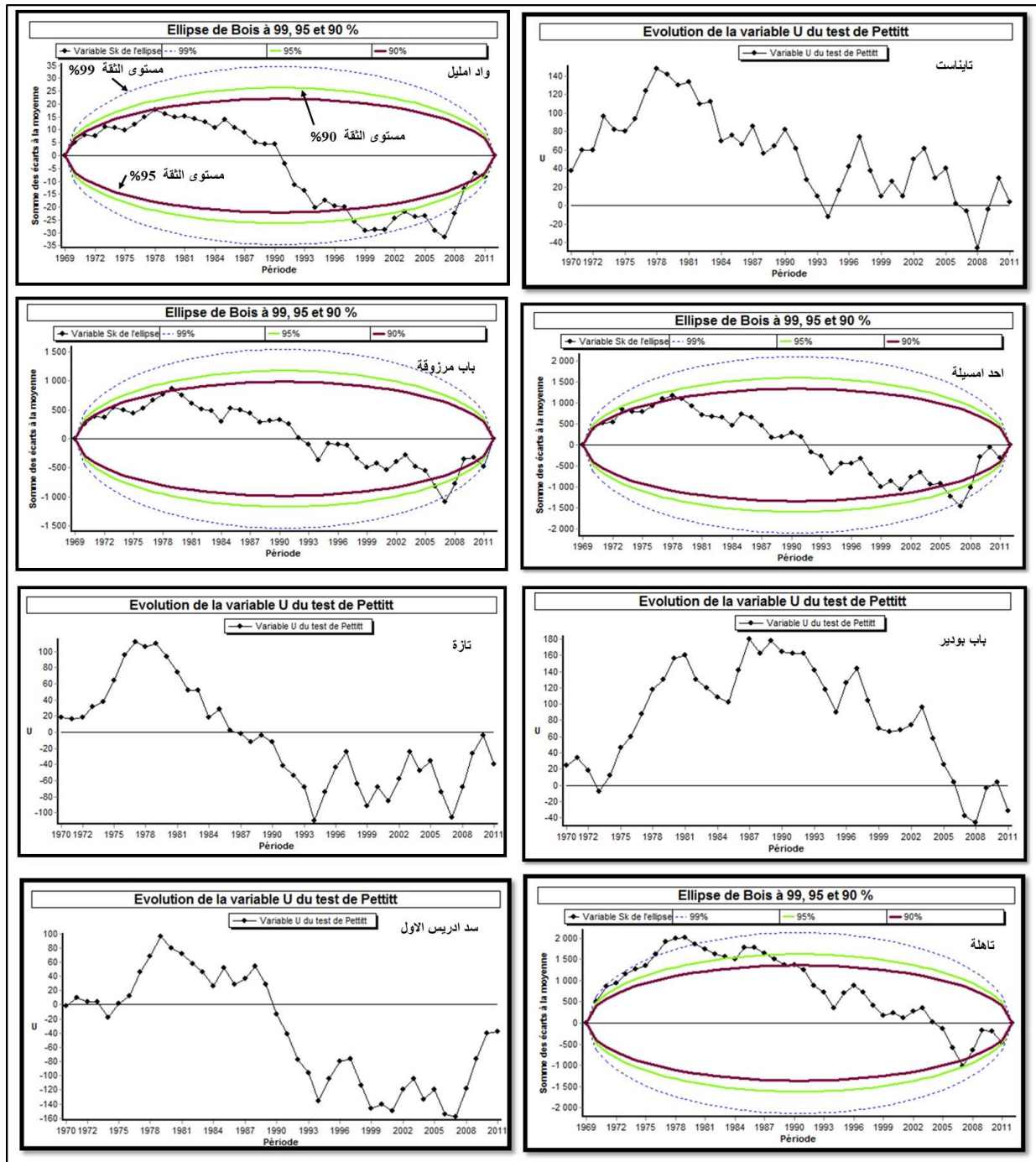
تكون السلسلة المطرية متجانسة إذا كانت قيمة S^* قريبة من الصفر، أما إذا كان هناك انكسار في السنة K ، فإن القيمة S^*k تصل إلى القيمة العظمى (تغير إيجابي)، تمثل قيمة $S^*K / S / \sqrt{n}$ نتائج الاختبار، وتمثل برسم بياني لها، ويتم اختبار الدلالة الإحصائية للتغير، من خلال الفرق بين القيمة العظمى والصغرى R .

$$R = (\max_{0 \leq k \leq n} s^*k - \min_{0 \leq k \leq n} s^*k) / s$$

مقسوما على الانحراف المعياري للسلسلة S ، حيث وضع Buishand القيم الحدودية للاختبار $R / \sqrt{n}$ وقيم الدلالة الإحصائية.

تبين نتائج اختبارات الانقطاع المذكورة سلفا والمطبقة على التساقطات المطرية السنوية، وجدود انقطاع في معظم المحطات المدرسة المنتمية لحوض إيناون وذلك في نهاية السبعينيات (1979-80)، هذه النتيجة تم الوصول إليها أيضا من طرف بعض الباحثين (singla et al., 2010 ; Mahé et al , 2011 ; Hanchane, 2013) ؛ جناتي، 2005).

شكل رقم 23: اختبارات الاتجاه والانقطاع المطبقة على المحطات المدروسة



المصدر: إنجاز شخصي اعتمادا على معطيات وكالة حوض سبو، مديرية الفلاحة بتازة وبرنامج Khronostat ، 2018.

جدول رقم 16: نتائج اختبارات الاتجاه والانقطاع المطبقة على المعطيات المدروسة

اختبار Mann Kendall (عتبة الثقة 95%)	اختبار pettitt	اختبار buishand	اختبار هابرت la segmentation d'Hubert				الفترة	المحطة المدروسة
			الانحراف المعياري	المتوسط	نهاية السلسلة	بداية السلسلة		
(-) 0,85	1979	1994	334	865	1979	1970	1970-2012	تازة
			176	556	2012	1980		
(-) 0,01	1979	1979	239	1025	1979	1970	1970-2012	باب أزهر
			147	732	2012	1980		
(-) 0,02	1979	1994	282	909	1979	1970	1970-2012	تاهلة
			165	574	2012	1980		
(-) 0,06	1979	1979	غياب الانقطاع				1970-2012	باب بودير
(-) 0,51	1979	1979	359	974	1979	1970	1970-2012	أحد امسيلة
			207	643	2012	1980		
(-) 0,60	1979	2007	135	690	1979	1970	1970-2012	إبن هيثم
			91	401	2012	1980		
(-) 0,01	1979	1979	غياب الانقطاع				1970-2012	تايناست
(-) 0,27	1979	1979	269	743	1979	1970	1970-2012	باب مرزوقة
			150	592	2012	1980		
(-) 0,72	1979	1979	294	824	1979	1970	1970-2012	واد امليل
			269	462	2012	1980		
(-) 0,64	1979	-	253	665	1979	1970	1970-2012	سد إدريس الأول
			96	372	2012	1980		
(-) 0,67	1979	1979	267	825	1979	1970	1970-2012	الكوشات
			159	447	2012	1980		

1.3.2.2.1. تفسير طريقة اختبار الاتجاه Mann Kendall

يستخدم اختبار Mann Kendall الذي يطبق على قيم التساقطات المطرية السنوية، دون أن يأخذ بعين الاعتبار تغير السنوات Test non-paramétrique (Timo et al., 2002)، للتأكد من وجود اتجاه ثابت بالزيادة أو الانخفاض في هذه القيم حسب الزمن، بحيث يعطي هذا الاختبار فرضيتين (Kendall, 1975; Mann, 1945):

- فرضية العدم: لا يوجد اتجاه ثابت ورتيب للمتغير مع الزمن؛
- الفرضية البديلة: يوجد اتجاه ثابت للمتغير مع الزمن.

لتقييم معنوية ومصداقية اتجاه التساقطات المطرية، اعتمدنا على 95 % كدرجة الثقة (Sneyer, 1990).

2.3.2.2.1. النتائج المحصل عليها من خلال هذه الطريقة

نتائج هذا الاختبار تم إدراجها في الجدول رقم 15، حيث تظهر أن التساقطات المطرية السنوية بحوض إيناون، عرفت اتجاهها نحو الانخفاض في الفترة المدروسة، اختلفت حدته من مجال إلى آخر فالمحطات ذات ارتفاعات الكبيرة والمتواجدة في الأطلس المتوسط (باب بودير وباب أزهار)، ومقدمة الريف (تايناست) عرفت انخفاض ملحوظ في التساقطات المطرية السنوية. وهو ما تم التوصل إليه أيضا من طرف الباحثين (Sebbar, 2012; Zamrane, 2016)، (جناتي، 2005)، في حين أن المحطات المتبقية والمتواجدة في عالية الحوض وسافلته لم تعرف نفس الانخفاض، وهذا راجع إلى تردد بعض السنوات الشديدة الرطوبة والتي كان لها تأثير على مجاميع التساقطات المطرية السنوية، خاصة السنوات الممتدة من سنة 2007-08 إلى 2009-10.

كما نجد المحطات المتواجدة في الأطلس المتوسط عرفت التساقطات المطرية بها تراجعا قديرا - 28.26 % بمحطة باب أزهار و 25.17 % بمحطة باب بودير و 36.85 % بمحطة تاهلة، وفي المحطات المنتمة لمقدمة الريف بلغ هذا الانخفاض 33.18 % بمحطة أحد امسيلة، و 30.14 % بمحطة تايناست، أما بخصوص عالية حوض إيناون عرفت محطتي تازة عجزا بلغ 20.32 % وباب مرزوقة - 35.72 %، وبالانتقال إلى سافلة حوض إيناون وصل هذا العجز إلى 44.05 % بمحطة إدريس الأول و - 45.82 % بمحطة الكوشات. حيث اعتبرت هذين المحطتين الأكثر تراجعا في التساقطات المطرية السنوية نظرا لتأثرهما بالتغيرية المطرية القوية التي يعرفها حوض.

والجدير بالذكر أن بعض محطات إيناون، عرفت انقطاع ثانوي تم تحديده في سنة 2007-08 إذ عرفت التساقطات المطرية انطلاقا من هذه السنة اتجاهها نحو الإرتفاع، هذا راجع للتساقطات المطرية الاستثنائية التي عرفها حوض إيناون طيلة ثلاث سنوات متوالية (2007-08/2009-10). رغم هذا الارتفاع إلا أنه لم يؤثر ذلك على تطور المسار الزمني للتساقطات المطرية الذي كان يتجه نحو الانخفاض منذ سنة 1979-80.

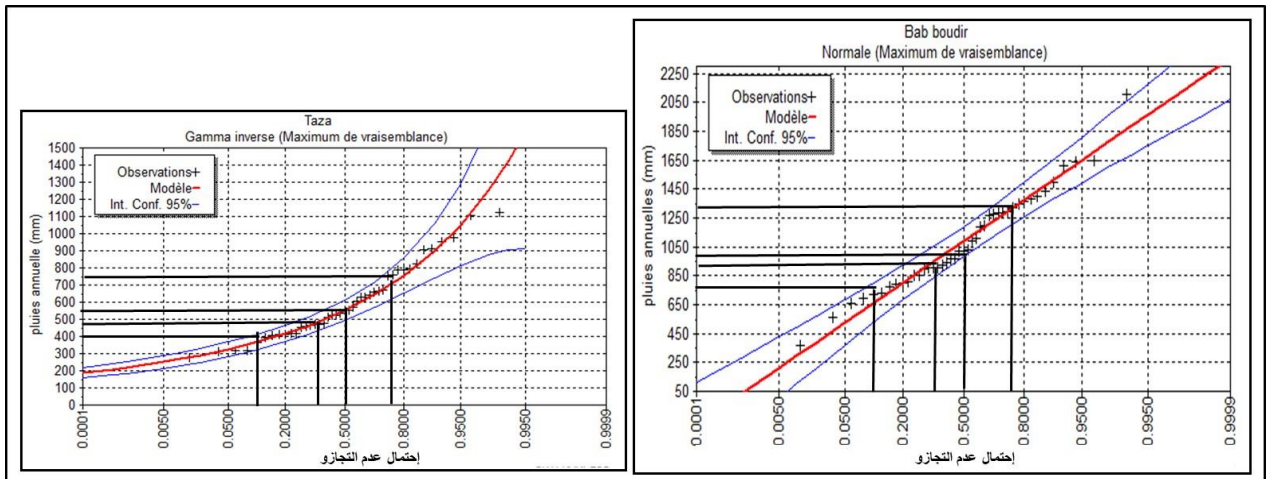
3.1. دراسة احتمال التساقطات المطرية السنوية

1.3.1. الطرق المعتمدة في الدراسة

يعد الاحتمال من بين الطرق الأكثر استعمالا في دراسة العينات الإحصائية، خاصة فيما يتعلق بسلاسل المعطيات الهيدرومترية، إذ تمكن من ضبط و تحديد السنوات الجافة، شبه جافة، العادية، شبه رطبة و الرطبة. من ناحية أخرى تخول لنا إمكانية معاينة مدى التشتت الوجود داخل التوزيعات الإحصائية، المتمثلة في السلاسل الزمنية الإحصائية المدروسة، و ذلك بتقسيم التوزيعات إلى مقادير مطرية احتمالية عند عدة مستويات تتجلى في النسب العشرية Les déciles، العشرينية Les quantiles و الرباعية Les quartiles، بمعنى آخر يتم تقدير الكمية المطرية الممكن حدوثها في 10%، 20%، 90%، من السنوات المكونة للسلسلة. ومن القوانين الإحصائية التكرارية التي استرعت اهتمامنا نذكر قانون Gauss أو ما يسمى بـ La Loi Normale و قانون Gamma inverse، و كل قانون من هذين الإثنين يتم اختياره بناء على هيئة النقط، التي نحصل عليها بعد وضعها موزعة داخل ورق Gaussien (عبد الحميد جناتي إدريسي، 2004).

في هذا الصدد اعتمدنا على برنامج على برنامج (Hyfran)، الذي تم إحداثه للدراسات الهيدرولوجية وخاصة دراسة الصبيب الأقصى (Bobée et El Adlouni, 2014)، حيث يجمع هذا البرنامج مجموعة من القوانين الإحصائية والاختبارات التي تطبق على السلاسل الزمنية. طور هذا البرنامج من طرف مجموعة من الباحثين على رأسهم (Dr Bobée)، بمعهد البحث العلمي الكندي، وحسب بعض الدراسات يمكن استعمال هذا البرنامج في دراسة التساقطات المطرية (Brahim H et al , 2012). من مزايا هذا البرنامج أنه سهل الاستخدام ويقدم نتائج جيدة، بحيث مكننا بطريقة تلقائية من استخراج التساقطات المطرية المحتملة التي من الممكن أن تعرفها المحطات المدروسة، عند مستويات معينة من الاحتمال (الجدول رقم 17) كما يمكن تحديدها أيضا انطلاقا من التعديل التكراري (شكل رقم 24).

شكل رقم 24: تعديل تكراري للتساقطات المطرية السنوية بمحطتي باب بودير وتازة للفترة 1970- 2012/ 13-



المصدر: إنجاز شخصي اعتمادا على معطيات وكالة حوض سبو ومديرية الفلاحة بتازة وبرنامج Hyfran ، 2018.

2.3.1. تقدير القيم المحتملة السنوية

من بين مستويات الاحتمال التي استرعت اهتمامنا نجد العشري الأول المعبر عن السنوات الجاف، الرباعي الأدنى المعبر عن السنوات شبه الجافة، الوسيط الذي يمثل السنوات العادية، الرباعي الأعلى الممثل للسنوات شبه الرطبة وأخيرا العشري التاسع الذي يعطينا فكرة عن السنوات الرطبة. بناء على هذا وانطلاقا من الجدول رقم 17 الممثل للقيم المطرية غير ممكنة التجاوز عند مستويات الاحتمال المحددة سابقا، يمكننا وضع الملاحظات التالية:

يتأثر توزيع قيم التساقطات المطرية المحتملة بالسفح الريفي بعامل الارتفاع والبعد عن البحر، وفي هذا الصدد سنأخذ العشري الأول والوسيط والعشري التاسع، كأثلة من مستويات الاحتمال. يلاحظ أن محطتي تايناست وأحد امسيلة ستحصل على أعلى المقادير المحتملة في هذا الجزء من الحوض نظرا لوجودهما على ارتفاع مهم الشيء الذي سيجعلها تسجل على التوالي: 388,3 ملم، 638 ملم، 1002,3 ملم بمحطة تايناست، و381 ملم، 678 ملم، 986,4 ملم بمحطة أحد امسيلة، وقد بلغ فارق Kelly الذي يبرز الفرق بين العشري التاسع والعشري الأول 614 ملم بالمحطة الأولى و 605,2 ملم بالثانية وقد ظل قريبا من الوسيط. تليها محطة ابن هيثم، واد أمليل، الكوشات وسد إدريس الأول التي ستجل تساقطات أقل بفعل تواجدها على إرتفاعات ضعيفة، إذ تراوحت القيم الاحتمالية عند المستويات المذكورة وعلى سبيل المثال بمحطة واد أمليل ما بين 284,4 ملم و733,6 ملم، وبمحطة الكوشات 231,5 ملم و750,4 ملم. وبهذا يتميز السفح الريفي بضعف القيم المحتملة مقارنة بالسفح الأطلسي نظرا لكونه يتأثر بالتغطية التضاريسية مما لا يسمح بتوغل المؤثرات المحيطية، ويبقى هذا الجزء تحت تأثير أكبر للاضطرابات الشمالية الشرقية.

جدول رقم 17: التهاطل المطري السنوي عند بعض المستويات من الاحتمال بـملم

محطات القياس	العشري 1	الربع 1	الوسيط	الربع 2	العشري 9	الانحراف المعياري
محطة أحد امسيلة	381.2	476.0	678.0	818.5	986.4	248.6
إدريس الأول	250.9	326.9	410.0	451.8	531.1	193.3
الكوشات	231.5	381.9	466.5	615.5	750.4	210.0
تايناست	388.3	470.4	638.0	838.1	1002.3	269.4
ابن هيثم	278.8	333.0	423.0	477.3	543.9	118.0
واد أمليل	284.4	396.8	470.5	619.2	733.6	188.0
باب أزهار	466.9	633.3	756.7	955.4	1129.1	252.2
باب بودير	720.1	853.1	1025.0	1305.8	1487.0	340.7
باب مرزوقة	352.6	445.2	548.8	679.7	828.4	182.9
تازة	367.9	435.0	554.4	756.6	912.0	216.8
تاهلة	399.8	461.75	562	727	954.4	198.8

المصدر: إنجاز شخصي اعتمادا على معطيات وكالة حوض سيو ومديرية الفلاحة بتازة وبرنامج Hyfran ، 2018.

بالسفنح الأطلسي ومن خلال المحطات التي تمثله يلاحظ، ارتفاع في قيم التساقطات المطرية المحتملة لاسيما بمحطتي باب بودير وباب أزهار نظرا لارتفاعهما المهم، حيث بلغ بهما العشري الأول والعشري التاسع على التوالي: 720,1 ملم و 1487 ملم بالمحطة الأولى و 466,9 ملم و 1129,1 ملم بالمحطة الثانية، وبالاتقال إلى مستويات أقل في الارتفاع، يلاحظ انخفاض القيم الاحتمالية السنوية، وبهذا سجلت بمحطة تازة 367,9 ملم و 912 ملم، وباب مرزوقة 352,6 ملم و 828,4 ملم، والجدير بالذكر أن هاتين المحطتين تستفيد من الوضع التضاريسي، الذي هو عبارة عن ممر إذ يعمل على تكاثف السحب. بشكل عام تنفرد المحطات (تايناست، أحد امسيلة، باب بودير، باب أزهار، تاهلة، تازة، باب مرزوقة) ذات التوجيه الجيد للمؤثرات الهوائية المحيطية والمتوسطة، بأعلى الكميات المحتملة مقارنة مع باقي محطات، وتنخفض هذه القيم في باقي المحطات متأثرة، بضعف الارتفاع وبالمخبا التضاريسي (إبن هيثم، واد أمليل، الكوشات، سد إدريس الأول).

خلاصة الفصل الأول

انطلاقا من الدراسة التحليلية للتساقطات المطرية السنوية يتضح أن:

- حوض إيناون يعرف تغييرية قوية في التساقطات المطرية، فعلى المستوى المجالي؛ تستقبل المناطق المنتمية للأطلس المتوسط والريف كميات مهمة من التساقطات المطرية، على عكس المحطات المتواجدة بسافة الحوض وعاليته، وبهذا يتراوح معامل التغييرية بين 46 % و 27 % .
- على المستوى الزمني؛ عرفت التساقطات المطرية في الفترة الممتدة من 1970-71 إلى 2012-13، اتجاهها نحو التناقص منذ سنة 80/1979، لكن ما نستخلصه هو صعوبة الحسم في هذا الأمر رغم الوصول إلى هذه النتيجة ووجود بعض الدراسات التي تؤكد ذلك.
- بينت دراسة الانحرافات النسبية عن المعدل وجود ثلاث فترات: الأولى امتدت من سنة 1970-71 إلى 1979-80 تميزت بانحرافات إيجابية في جميع المحطات، الفترة الثانية امتدت من سنة 1980-81 إلى 1995-96 اتسمت بتعدد كبير للانحرافات السلبية، مع وجود بعض الانحرافات الإيجابية، والفترة الأخيرة الممتدة من 1996-97 إلى 2012-13 تميزت بالتناوب ما بين السنوات ذات الانحراف الإيجابي والسليبي، وكانت الهيمنة للأخيرة.
- ومن خلال دراسة التهاطل المطري عند مستويات من الاحتمال تبين أن السفح الريفي، يتميز بضعف القيم المحتملة مقارنة بالسفنح الأطلسي، نظرا لكونه يتأثر بالتغطية التضاريسية مما لا يسمح بتوغل المؤثرات المحيطية، ويبقى هذا الجزء تحت تأثير أكبر للاضطرابات الشمالية الشرقية.
- وفي المرحلة الموالية من هذا البحث، سنعمق البحث في التغييرية الفصلية الشهرية للتساقطات المطرية لكي نتعرف على الشهور التي أصبحت تعرف تناقصا في كميات التساقطات المطرية.

الفصل الثاني:

التغيرية المجالية والزمنية لنظام التساقطات المطرية

مقدمة

بحكم موقعه في العروض شبه المدارية، يعد المغرب من بين المناطق الأكثر عرضة للتغيرية المناخية، التي تعمل على تواتر طقوس جافة وأخرى رطبة وتعتبر التغيرية المطرية الميزة الأساسية لمناخ البلاد، نتيجة عدم انتظام التساقطات كما وكيفاً. ويلعب التوزيع الفصلي للتساقطات المطرية دورهم في تحديد الفصول، التي تتركز فيها التساقطات المطرية بحوض إيناون. انطلاقاً من هذا الفصل سنعمل في بداية الأمر على معرفة خصائص هذا التوزيع، ثم بعد ذلك سنحدد خصائص التغيرية المكانية للتساقطات المطرية الفصلية. ومن خلال الجدول رقم 18 يتضح أن التساقطات المطرية تتركز بشكل كبير في فصل الشتاء بمعظم المحطات المدروسة، حيث تتوزع على الشكل التالي:

- فصل الخريف: يتميز هذا الفصل باستقباله، لكميات متوسطة من التساقطات المطرية في جميع المحطات المدروسة، حيث فاقت أكثر من 20 % في جميع هاته المحطات.
- فصل الشتاء: وصلت نسبة توزيع التساقطات بعالية الحوض 43.5 % بمحطة تازة، وبسافلتها 40.60 % وذلك بمحطة الكوشات، أما بالجزء المنتمي للأطلس المتوسط فبلغت هذه النسبة 41.3 % بمحطة باب بودير، و 41.7 % بمحطة تيناست، هذه النسب تبقى متقاربة فيما بين المحطات نظراً لكون جل المحطات تنتمي للمناخ المتوسطي.

جدول رقم 18: نسب توزيع التساقطات المطرية حسب الفصول ب%

إسم المحطة	نسب توزيع التساقطات المطرية حسب الفصول			
	الخريف	الشتاء	الربيع	الصيف
تازة	24.5	43.3	30.4	1.8
باب بودير	26.9	41.3	29.7	2.1
باب مرزوق	24.3	41.2	32.5	1.9
أحد امسيلة	21.2	48.1	29.4	1.3
تاهلة	26.5	37.9	33.2	2.5
تايناست	25.3	41.7	29.6	3.4
إبن هيثم	21.3	47.3	30.6	0.9
واد أمليل	27.8	42.8	27.7	1.7
الكوشات	25.3	40.9	31.7	2.1
باب أزهار	21.7	40.6	34.6	3.2
سد إدريس الأول	25.8	40.9	31.2	2.1

المصدر: إنجاز شخصي اعتماداً على معطيات وكالة حوض سبو ومديرية الفلاحة بتازة، 2018.

- فصل الربيع: يساهم هذا الفصل بكميات مهمة من التساقطات المطرية السنوية، حيث تراوحت هذه النسب ما بين 34 % بمحطة باب أزهار و 29.4 بمحطة أحد امسيلة.

- فصل الصيف: يتميز هذا الفصل بقلّة التساقطات المطرية، إذ يساهم فقط 2.1 % بباب بودير ، 3.4 % بمحطة تايناست .

1.2. يعرف نظام التهاطل المطري شكلا مختلفا ما بين السفح الريفي والأطلسي

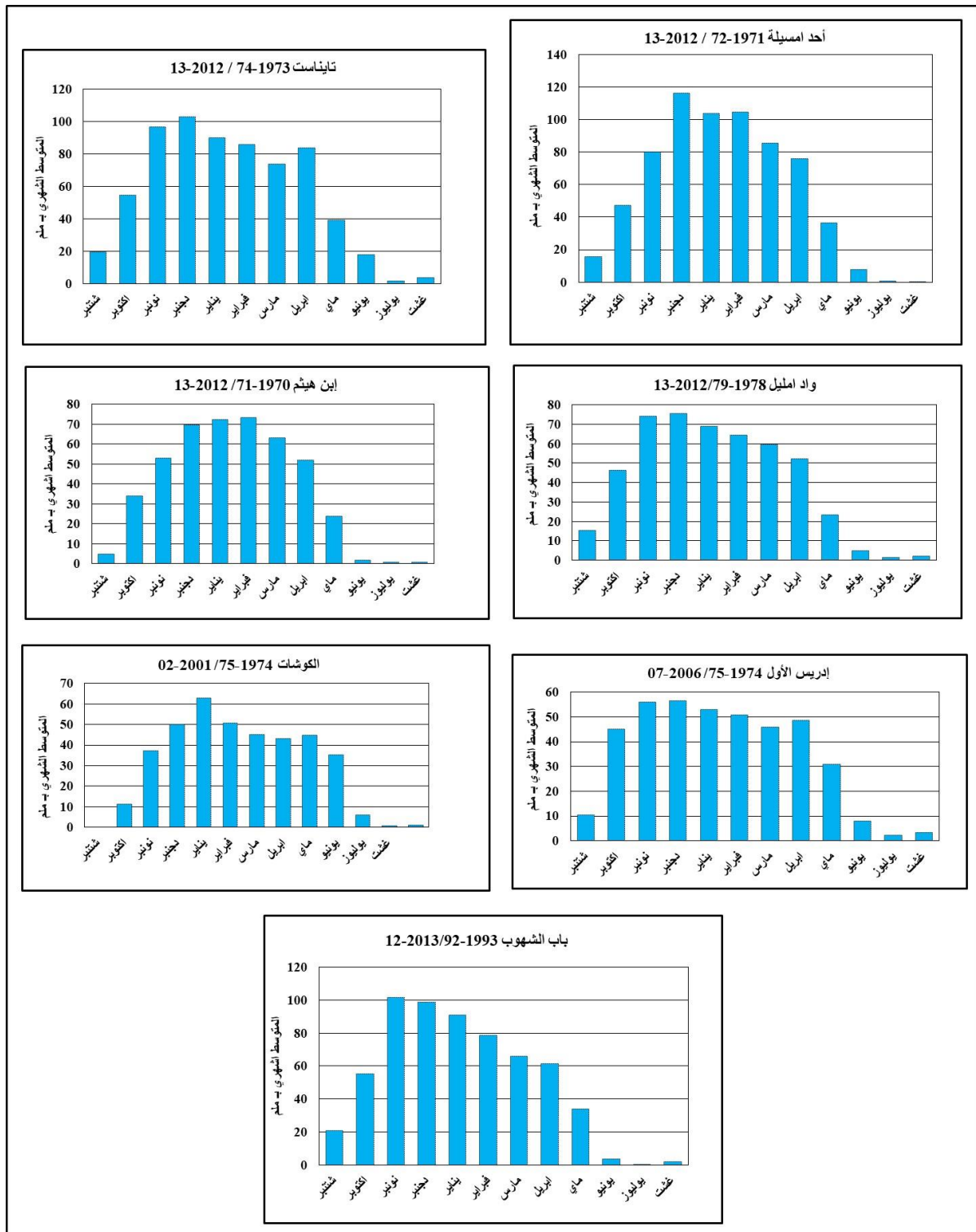
يقصد بالأنظمة المطرية شكل توزيع التساقطات خلال السنة، والهدف هنا هو البحث عن تأثير العوامل الجغرافية على التساقطات المطرية الشهرية داخل مختلف أجزاء الحوض.

1.1.2. نظام التساقطات بالسفح الريفي

فوق هذا المجال نلاحظ غزارة متزايدة للتهاطل المطري مع الارتفاع، خصوصا في الفترة الشتوية الممتدة من نونبر إلى فبراير (الشكل رقم 25). وتعد محطة أحد امسيلة وتايناست وباب الشهب من أمطر المحطات، إذ بلغ متوسط التهاطل في هذه الفترة، التي تصدرها شهر دجنبر بـ 109.1 ملم بالمحطة الأولى، 102.3 ملم بالثانية، أما بالمحطة الثالثة فتصدرها شهر نونبر بـ 101 ملم. كذلك الشأن بالمحطات المتبقية فقد هيمنت تهاطلات هذه الفترة على النظام بكل من محطة واد أمليل بـ 75.2 ملم، 56,1 ملم بسد إدريس الأول، باستثناء محطتي ابن هيثم والكوشات، حيث سجل شهر يناير أقصى معدل بلغ 72,4 ملم بالمحطة الأولى و 62,1 ملم بالثانية.

تكمن أسباب ارتفاع التساقطات المطرية خلال هذه الفترة من السنة وخاصة بشهر دجنبر هو تأثير هذه المنطقة بالتأثيرات المحيطية، وكذلك التوجيه الملائم لسفوحها، فالاضطرابات السريعة وكذا الاضطرابات الجنوبية الغربية، تعرف ترددا مهما خلال هذه الفترة كما أنها تتميز بقوة رطوبة كبيرة. ولعل السيادة المطرية لشهري دجنبر ويناير فوق هذا المجال تتمثل في أهمية عمق الضغوط المنخفضة، التي تصل الشمال الغربي من بلادنا، وكذلك حدوث جميع أصناف الطقس المضطربة، التي تأتي بكتل هوائية رطبة من مصادر مختلفة.

شكل رقم 25: نظام التساقطات بالسفح الريفي



المصدر: إنجاز شخصي اعتمادا على معطيات وكالة حوض سبو ومديرية الفلاحة بتازة، 2018.

أما خلال الفترة الربيعية فيلاحظ من خلال الشكل رقم 25، أن شهري مارس وأبريل متقاربان من حيث متوسط التهاطل الشهري، وعلى سبيل المثال هطل بهذين الشهرين بالتوالي 76,5 ملم و 81,1 ملم بتايناست، 82,3 ملم و 77,1 ملم بأحد امسيلة، 62,3 ملم و 52,1 ملم بإبن هيثم، 64,2 ملم و 60 ملم بواد أمليل. كما أن السبب وراء تراجع التساقطات المطرية خلال هذه الفترة من السنة، راجع إلى تأثير عامل الفوهن وكذلك عامل القارية، كما ترتبط التساقطات المطرية الربيعية بتعدد المنخفضات ذات مركز التأثير المحادي للسواحل البرتغالية وكذلك بالاضطرابات الشمالية. كما يعرف فصل الصيف أدنى مستوياته من التساقطات المطرية خاصة في شهري يوليوز وغشت، على سبيل المثال تراوحت تساقطات هذين الشهرين على التوالي 0,7 ملم و 0,4 ملم بأحد امسيلة، 1,56 ملم و 3,6 ملم بتايناست، وذلك راجع إلى ظروف الاستقرار الهوائي التي يعرفها مناخ الحوض، الناتجة عن تترجح المرتفعات شبه مدارية نحو شمال المحيط الأطلسي والبحر الأبيض المتوسط.

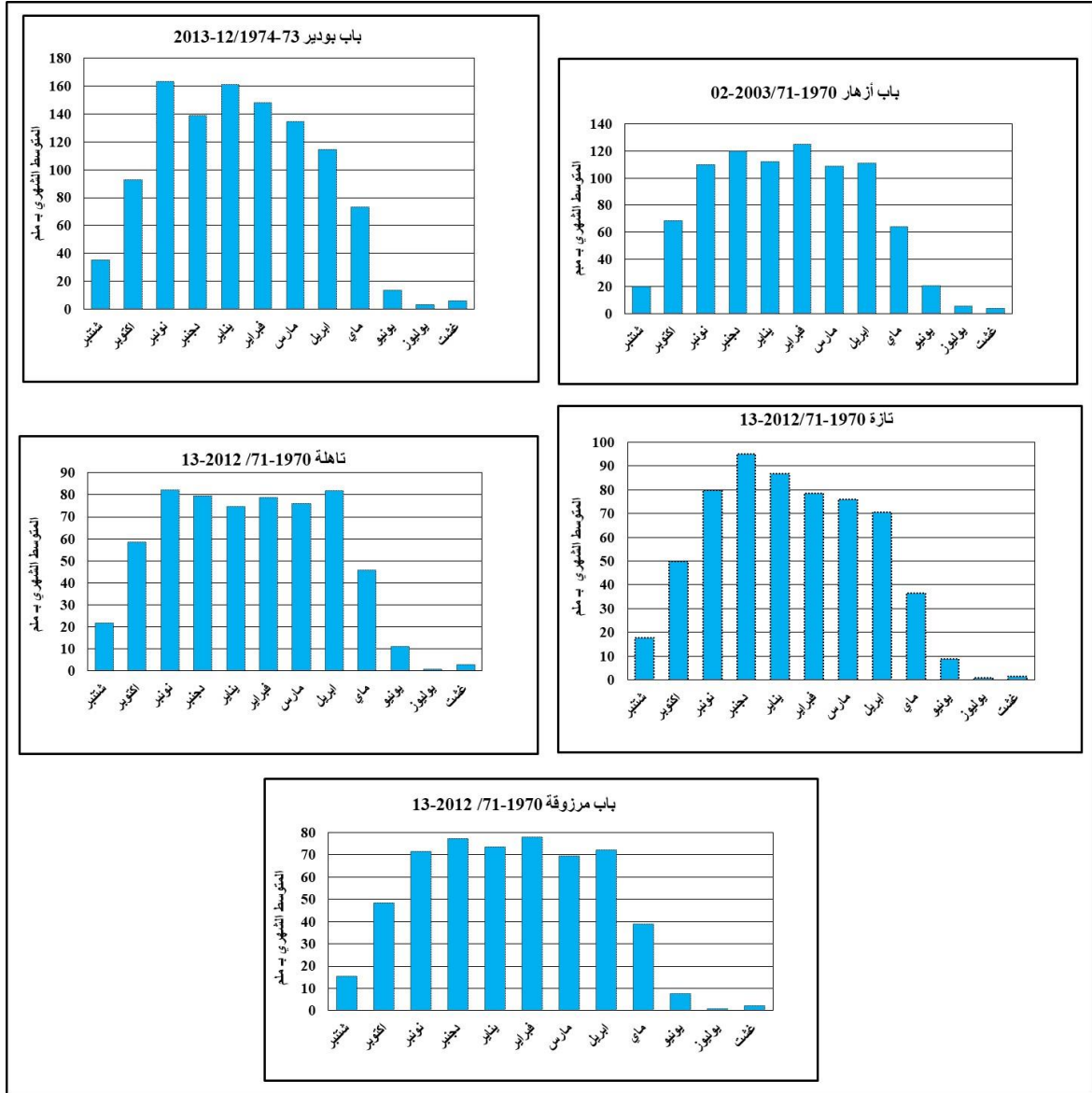
2.1.2. نظام التساقطات بالسفح الأطلسي

في السفح الأطلسي يتميز التهاطل المطري بالارتفاع، في فصلي الشتاء والربيع لأنها ذات توجيه جيد، حيث نلاحظ من خلال الشكل رقم 26 تجاوز معدل التساقط 100 ملم من نونبر إلى أبريل، إذ بلغ كحد أقصى 161,1 ملم شهر نونبر بباب بودير و 121,3 ملم بباب أزهار خلال شهر فبراير. أما بالمجالات السفحية فقد تجاوز أكثر من 60 ملم، حيث سجل أعلى مستوياته بـ 81,1 ملم بمحطة تاهلة خلال شهر نونبر، 95,2 ملم بتازة شهر دجنبر، و 78,4 ملم بباب مرزوقة بفبراير، كما نسجل أيضا انخفاض تهاطلات شهر مارس، مقارنة مع أبريل في بعض المحطات ومنها باب أزهار، تاهلة وباب مرزوقة وذلك راجع للتعدد الكبير للاضطرابات الشمالية خلال هذا الشهر.

إن التوزيع شبه متكافئ لمعدلات التساقطات المطرية الشهرية، خلال الفترة الباردة من السنة (نونبر – أبريل) راجع لعدة عوامل مرتبطة بهذا المجال، فالوضع الطبوغرافي الذي هو عبارة عن ممر جبلي، يؤدي إلى انحصار وتكثيف الأنظمة السحابية المتنقلة من الغرب، مما يؤدي إلى تسجيل تساقطات مهمة داخل السفح الأطلسي، كما أن هذا الأخير له انفتاح على التيارات الهوائية الرطبة الآتية من الشمال الشرقي والشمال الغربي، والتي تتردد أكثر من شهر فبراير إلى أبريل (جناتي، 2017) الشيء يجعل التساقطات المطرية ترتفع خلال هذه الفترة.

أما خلال الفصل الحار فنسجل أن تراجع الأمطار، لم يصل إلى الحد الذي سجل بالسفح الريمي، بفعل نشاط العواصف الرعدية إذ سجل أقصاها خلال شهري يونيو وغشت إذ بلغت على التوالي 13,8 ملم و 6,1 ملم باب بودير، 9,5 ملم و 4,5 ملم باب أزهار، 11,1 ملم و 3,1 ملم بتاهلة، 8,8 ملم و 1,42 ملم بتازة، 7,4 ملم و 2 ملم باب مرزوقة.

شكل رقم 26: نظام التساقطات بمحطات السفح الأطلسي



المصدر: إنجاز شخصي اعتمادا على معطيات وكالة حوض سبو، مديرية الفلاحة بتازة، 2018.

بالرغم من وتيرته المتوسطة، فإن نظام التهاطل بحوض إيناون يتصف ببعض المميزات الإقليمية والمحلية المستمدة من البيئة الجغرافية للحوض. وهكذا، يلاحظ من خلال قراءة النظم المطرية في المحطات المدروسة، أن كمية التساقطات تتوزع بشكل غير متكافئ على الفصول الثلاثة: الخريف والشتاء والربيع (الشكل رقم 15). وعلى هذا الأساس نجد أن التهاطل الشهري بحوض إيناون، ذو قمة مطرية شتوية خاصة بمحطات السفح الريفي، بمقدار جد مرتفع من المجموع السنوي، مقارنة مع الأمطار الخريفية والربيعية.

بينما السفح الأطلسي فيتميز بتحدب هذا النظام، حيث تتوزع التساقطات بشكل متقارب بين فصلي الشتاء والربيع، حيث تزداد التساقطات بوتيرة قوية خلال أشهر الخريف، لتصل إلى قمته خلال شهور

دجنبر، يناير، فبراير، مارس وأبريل. وابتداء من شهر ماي تبدأ الهطالات في الانخفاض تدريجيا لتصل إلى أدنى مستوى لها شهر يوليو أو غشت.

والخلاصة الأساسية التي تنبثق مما سبق، هي أن موسم تهطل المطري بحوض إيناون وهو الممتد من الخريف إلى نهاية الربيع، يتسم بتقلب كبير بفعل التغيرية الشديدة، التي تطبع نظام التوزيع الفصلي والشهري للأمطار ووتيرتها السنوية. فأحيانا، ينطلق موسم الأمطار مبكرا، بحيث تهطل أولى التساقطات في شتنبر أو أكتوبر، وتستمر إلى نهاية فصل الربيع. وأحيانا أخرى، تبدأ الأمطار مبكرا وتنحبس مبكرا في أواسط فصل الشتاء. وهذا ما يعرض أواخر هذا الفصل وكذا فصل الربيع لجفاف قوي. وخلال بعض السنوات، يبدأ موسم الأمطار متأخرا، بحيث لا تهطل التساقطات الأولى إلا في دجنبر أو يناير مما يعرض فصل الخريف لجفاف حاد. وفي حالات كثيرة، قد تنحبس الأمطار، رغم بدايتها المبكرة، خلال أسابيع متواصلة قد تمتد من دجنبر إلى فبراير، فتتجم عن ذلك حالة اليبس في أواسط الشتاء.

2.2. يتأثر معامل التغيرية المطري بالتوزيع المجالي للتساقطات المطرية

تتجلى مظاهر التغيرية في التساقطات الشهرية، بشكل أكثر وضوحا في تذبذب الوتيرة السنوية لتهطل الأمطار، وعدم الاستقرار الكبير في كميات الهطالات التي يتلقاها كل فصل، أو كل شهر من سنة لأخرى. ويمكن قياس درجة هذه التغيرية في التساقطات الشهرية باستعمال معامل التغيرية.

1.2.2. معامل التغيرية النسبي بالمجال الريفي

يتسم معامل التغيرية النسبي للتساقطات الشهرية بارتفاع قوي، مقارنة بالتساقطات السنوية والفصلية، فإنها مع ذلك تبرز تفاوتات مزدوجا في الزمن وفي المكان. فمن جهة أولى، يلاحظ أن الشهور الصيفية والخريفية تتعرض لأشد التغيرات في كميات الأمطار، فيما تخف قوتها نسبيا في الشهور الشتوية والربيعية. وعلى العموم يعتبر شهرنونبر دجنبر يناير وفبراير أقل الشهور، تعرضا للتذبذب المطري. ومن جهة ثانية، يلاحظ أن درجة التباين في كميات الأمطار الشهرية بالمجال الريفي تقل نسبيا في بعض المحطات حيث بلغ معامل التغيرية خلال شهر فبراير 79 % بمحطة أحد امسيلة، 88 % بمحطة تايناست، 76 % بإبن هيثم وبسد إدريس الأول، (جدول رقم 19)، مقارنة بما هي عليه في محطات أخرى حيث بلغ هذا المعامل خلال نفس الشهر 107 % بمحطة الكوشات، 95 % بمحطة واد أمليل.

جدول رقم 19: معامل التغيرية النسبي للتساقطات المطرية الشهرية بالسفح الريفي

أحد امسيلة	شتنبر	أكتوبر	نونبر	دجنبر	يناير	فبراير	مارس	أبريل	ماي	يونيو	يوليوز	غشت
114	100	92	83	92	79	87	94	98	222	448	318	
100	104	89	100	90	88	85	78	97	169	273	182	
134	100	61	83	61	76	74	49	123	121	225	364	
100	87	85	89	90	84	110	73	84	113	176	213	
123	101	80	81	84	95	81	98	123	180	245	401	
130	83	77	80	94	107	68	77	77	229	321	302	
103	80	74	79	73	76	72	77	86	135	167	132	

المصدر: إنجاز شخصي اعتمادا على معطيات وكالة حوض سبو ومديرية الفلاحة بتازة، 2018.

بشكل عام يلاحظ ارتفاع معامل التغيرية الشهري بالسفح الريفي، وذلك راجع لكون هذه المحطات تتأثر بالمخبا التضاريسي، الشيء الذي يحول دون تعرضها للرياح الشمالية الغربية المحملة بالرطوبة.

2.2.2. معامل التغيرية النسبي بالمجال الأطلسي

يلاحظ أن درجة التباين في كميات الأمطار الشهرية، خاصة الشتوية تقل نسبيا في محطات السفح الأطلسي (جدول رقم 20) مقارنة مع السفح الريفي، حيث بلغ معامل التغيرية خلال شهر فبراير 73 % بمحطة تازة، 82 % بمحطة باب مرزوقة، 71 % بمحطة تاهلة، 84 % بمحطة باب بودير (جدول رقم 20) ويرجع ذلك إلى توجيهها الجيد للرياح المحملة بالرطوبة.

جدول رقم 20: معامل التغيرية النسبي للتساقطات المطرية الشهرية بالسفح الأطلسي

تازة	شتنبر	أكتوبر	نونبر	دجنبر	يناير	فبراير	مارس	أبريل	ماي	يونيو	يوليوز	غشت
120	91	80	87	83	73	73	73	80	88	152	233	196
109	73	61	80	98	84	91	96	86	96	167	211	164
103	102	75	84	90	82	73	76	79	88	160	223	205
119	84	75	86	83	66	71	73	79	169	257	180	
96	99	77	83	86	86	71	62	93	125	214	140	

المصدر: إنجاز شخصي اعتمادا على معطيات وكالة حوض سبو ومديرية الفلاحة بتازة ، 2018.

كما ينخفض هذا المعامل أيضا في الفترة الخريفية والربيعية، وبهذا وصل في شهر شتنبر إلى 96 % بمحطة باب أزهار، 109 % بمحطة باب بودير. هذا الانخفاض يشمل أيضا شهور الفترة الصيفية بفعل نشاط العواصف الرعدية التي تميز هذه الفترة.

3.2. التساقطات المطرية المحتملة

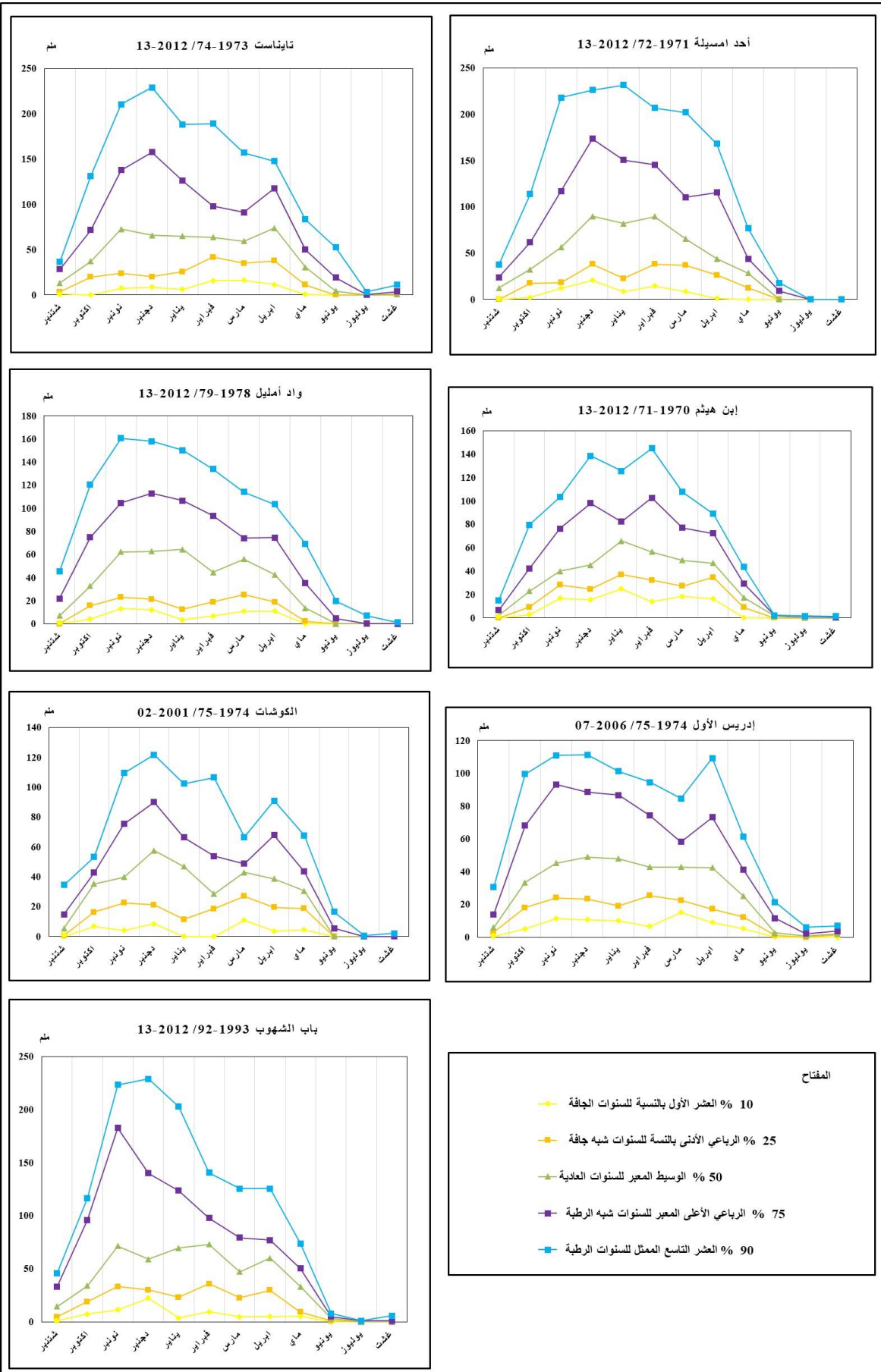
يجد الاهتمام بنظام التساقطات المطرية الشهرية المحتملة، تفسيره في معرفة المخاطر المرتبطة بتغير هذا النظام، من قبيل اشتداد الجفاف أو ارتفاع وتيرة تردد الفيضانات داخل المجال المدروس، ولدراستها تم الاعتماد على قانوني Gauss و Gamma inverse من خلال الاعتماد برنامج Hyfran، حيث تم استخراج المقادير المطرية التي لم يتم تجاوزها عند المستويات التالية: 10، 25، 50، 75، أو 90 %.

خلص تطبيق هذه الطريقة على مقاييس التساقطات الشهرية، إلى إعطاء الشكلين رقم 27 و28، ويمكن أن نلاحظ من خلالها أنه يحتمل أن تتلقى المحطات الواقعة، بالسفح الأطلسي تساقطات شهرية أكثر نظرا لخصائصها الجغرافيا المشار إليها سابقا، ثم تأتي بعد ذلك محطات السفح الريفي، التي من المحتمل أن تتلقى كميات أقل من سابقاتها نظرا لكونها مخبأة تجاه المؤثرات المحيطية، وأيضا لضعف الارتفاع في بعضها. كما أنها تعرف تناقص بارز في الكميات المطرية بين شهور الفترة المدروسة.

1.3.2. التهاطل الشهري المحتمل بالمجال الريفي

إذا اعتبرنا منحني الرباعي الأدنى، الذي يعبر عن القيم التي لا يمكن تجاوزها خلال 25 % من السنوات التي تعتبر جافة. فإنه لم يتعدى 40 ملم بمعظم محطات السفح الريفي، أما بالنسبة للعشري الأول فيلاحظ بقاء منحني المقادير الاحتمالية في الغالب في حدود تقل عن 25 ملم، رغم وجود بعد المحطات التي لها ارتفاع مهم، وهو ما يبرز أن أوضاع الجفاف بهذا السفح كانت أكثر حدة، كما نرى أيضا أن الرباعي الأدنى في أمطر الشهور بلغ 42,1 ملم في فبراير بمحطة تايناست و38,2 ملم في شهر دجنبر بمحطة أحد امسيلة. ولمعرفة مدى ضعف القيم الرباعية الدنيا، قمنا بمقارنتها مع قيم الرباعي الأعلى الممثلة للشهور الرطبة، فمن خلال مقارنة الكميات المحتملة الموافقة لاحتمال 25 % و 75 % ، إذ سجل بالتتالي في شهر دجنبر 38,2 ملم و174,1 ملم بمحطة أحد امسيلة، 20 ملم و158,4 ملم بتاينسات ، 21 ملم و 113,6 ملم بواد أمليل، 23 ملم و 89,7 ملم بسد إدريس الأول.

شكل رقم 27: التساقطات المطرية الشهرية المحتملة بالسفح الريفي



المصدر: إنجاز شخصي اعتمادا على معطيات وكالة حوض سبو ومديرية الفلاحة بتازة ، 2018.

2.3.2. التهاطل الشهري المحتمل بالمجال الأطلسي

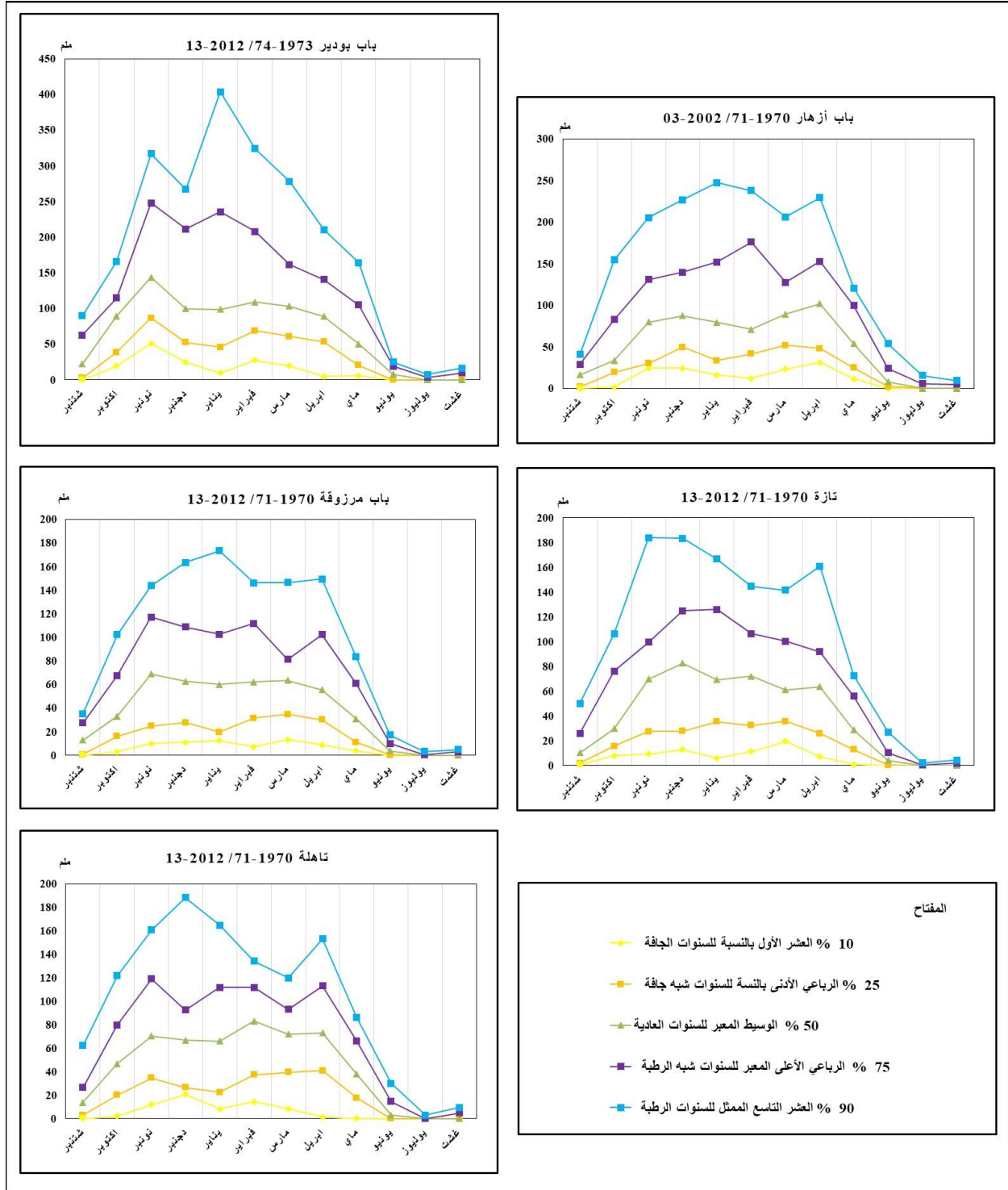
بالسفنح الأطلسي (الشكل رقم 28) يلاحظ أن هناك اختلافا واضحا بين المستويات الاحتمالية المدروسة، لأنها ذات توجيه ملائم للتأثيرات الرطبة المحيطية، التي تؤثر في التفاوت الزمني للتساقطات المطرية الشهرية، وهو ما يوحي بتباعد الكميات الدنيا عن العليا. ويرجع هذا إلى التقلص المطري السنوي الذي عرفه حوض إيناون منذ بداية الثمانينيات، خاصة بالفترة المطرة من السنة. فالفارق ما بين 25 % و 75 % بلغ في شهر يناير 91 ملم بمحطة تازة، 190,3 ملم بمحطة باب بودير، 168,1 ملم بمحطة باب أزهار، 113,1 ملم بمحطة باب مرزوقة. كما ساهم في هذا الفارق تراجع التساقطات المطرية التي توافق الرباعي الأدنى إلى أقل من 70 ملم، أي بـ 69 ملم في شهر فبراير بمحطة باب بودير، 35,2 ملم في شهر يناير بمحطة تازة، 48,2 ملم في شهر أبريل بمحطة باب أزهار.

كما يلاحظ من خلال منحنى الرباعي الأدنى، أن يناير يشكل حد أدنى ثانوي بـ 15 ملم داخل النظام، في جميع المحطات باستثناء محطة باب مرزوقة، وهذا راجع إلى تناقص الاضطرابات الشمالية الغربية في هذا الشهر (جناتي، 2017)، ولعل المقارنة بين الرباعي الأعلى والأدنى يوحي بتراجع هذا الأخير، وعلى سبيل المثال في شهر يناير قدر احتمال 25 % و 75 % بالتالي، 35,1 ملم و 126,2 ملم بتازة، 46.6 ملم و 235.2 ملم بمحطة باب بودير، 20 ملم و 173,2 ملم بمحطة باب مرزوقة.

ويلاحظ في السفحين تدني التساقطات الشهرية المحتملة لشهر مارس، في جميع المحطات باستثناء محطتي تازة وباب بودير، مقارنة مع الشهور الممطرة، بحيث يتجاوز احتمال تسجيل 80 ملم، خلال هذا بمحطات السفح الأطلسي، و 90 % الشهر ما بين مستويات الاحتمال 75.

في حين 75 % و 50 % بمحطات السفح الريفي، هذا مع تنامي التساقطات الشهرية المحتملة، لشهر أبريل مقارنة مع الشهر السابق، في جميع مناطق الحوض حيث تتجاوز مقادير العشر التاسع، أكثر من 100 ملم خلال شهر أبريل بجميع محطات الحوض.

شكل رقم 28: التساقطات المطرية الشهرية المحتملة بمحطات السفح الأطلسي



المصدر: إنجاز شخصي اعتمادا على معطيات وكالة حوض سبو ومديرية الفلاحة بتازة ، 2018.

4.2. تبين اختبارات الانقطاع والاتجاه للسلاسل الزمنية للتساقطات المطرية السنوية وجود انخفاض في التساقطات المطرية الشهرية

بالاعتماد على اختبارات الانقطاع والاتجاه، نجد أن التطور البيسنوي للأمطار الشهرية (الجدول رقم 21 و 22) يتميز بنزعات متباينة، حسب الشهور. فالأمطار الخريفية (شتنبر وأكتوبر ونونبر ودجنبر) سجلت نزعة طفيفة نحو الترطيب، في وقت سجلت فيه أمطار الشتاء والربيع (من يناير إلى ماي) تناقصا تدريجيا في جميع المحطات المدروسة، هذا ما تم الوصول إليه أيضا من طرف (Nouaceur, et al., 2013; Nouaceur, et al., 2014).

من خلال الجدول رقم 23 - 24 يمكن إبداء الملاحظات التالية : على مستوى المحطات التابعة للأطلس المتوسط (باب بودير، باب أزهار، تاهلة) ، يلاحظ أن هناك تزايد في التساقطات المطرية الخريفية حيث ارتفعت خلال شهر نونبر بنسبة 46.08 % بمحطة باب بودير، 72.9 % بمحطة باب أزهار و 90.5 % بمحطة تاهلة، بدأت هذه النزعة نحو الارتفاع سنة 1990 - 91 بالمحطة الأولى و 1981 - 82 بالثانية و 2000 - 01 بالثالثة ، نفس الملاحظة بالنسبة للمحطات المتواجدة بمقدمة الريف، إذ تزايدت في نفس الشهر بنسبة 128.9 % بمحطة أحد امسيلة وب 21.6 % تايناست وذلك منذ سنة 1981 - 82 بالمحطتين ، أما بعالية الحوض بلغت نسبة الارتفاع الذي بدأ سنة 2000 - 01، 80.2 % بمحطة باب مرزوقة و 3.1 % بمحطة تازة ، وفي سافلة الحوض وصلت هذه النسبة إلى 126.7 % بمحطة إدريس الأول وذلك منذ سنة 1981 - 82.

ويرجع سبب هذه النزعة إلى تردد التساقطات المتطرفة، التي تحدث خلال فصل الخريف والتي تكون جد مركزة في الزمان والمكان. أما التساقطات الشتوية والربيعية، فعرفت اتجاهها نحو الانخفاض في جميع المحطات المدروسة، حيث بلغ حدته خلال شهر فبراير 46.6 % بمحطة باب بودير، 57.9 % بمحطة باب أزهار و 20.3 % بمحطة تاهلة، حيث بدأ هذا الانخفاض سنة 1979 - 80 بالمحطتين الأولى والأخيرة بينما في سنة 1986 - 87 بمحطة باب أزهار. أما على مستوى محطات مقدمة الريف (أحد امسيلة، تايناست) نجد أن هذا الانخفاض وصل إلى أقصى مستوياته، خلال شهر أبريل 54.1 % بأحد امسيلة و - 59.6 % بتايناست وابتدأت هذه النزعة سنة 1975 - 76، في حين بلغ ذروته عالية الحوض بشهر مارس ب - 31.4 % بمحطة تازة و 55.9 % بمحطة باب مرزوقة وذلك منذ سنة 1975 - 76 . وبمحطتي سافلة الحوض وصلت نسبة هذا الانخفاض 37.6 % - بمحطة إدريس الأول في حين عرفت محطة الكوشات استقرارا في تساقطاتها خلال شهر مارس.

جدول رقم 21: نتائج اختبارات الانقطاع والاتجاه المطبقة على التساقطات الشهرية

غشت	يوليوز	يونيو	ماي	أبريل	مارس	فبراير	يناير	دجنبر	نونبر	أكتوبر	شتتير		
—	—	—	1977	—	1975	—	—	—	—	—	—	اختبار هابرت la segmentation d'Hubert	باب مرزوقة
—	—	—	1977	—	1975	1978	—	1994	1999	—	—	اختبار buishand	
—	—	1977	1977	1975	1975	1978	1987	1994	1999	—	1987	اختبار pettitt	
—	—	-66.36%	-51.09%	-45.86%	-55.90%	-66.77%	-26.85%	33,49%	- 3,14%	—	54%	قيمة انخفاض أو ارتفاع التساقطات المطرية بـ %	
0.73	0.15	0.01	0.03	0.07	0.04	0.20	0.78	0.99	0.08	0.19	0.17	اختبار Mann Kendall (عتبة الثقة 95%)	
(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(+)	(+)	(+)	(+)	اتجاه الميل	
—	—	—	1976	1975	—	—	—	—	—	—	—	اختبار هابرت la segmentation d'Hubert	تازة
—	—	—	1976	1975	1975	—	—	1994	2000	1998	—	اختبار buishand	
—	—	1979	1976	1975	1975	1978	1987	1994	2000	1998	—	اختبار pettitt	
—	—	-74.24%	-49.17%	-56.49%	-31.45%	-26.02%	-20.00%	80.70%	80.26%	77.75%	—	قيمة انخفاض أو ارتفاع التساقطات المطرية بـ %	
0.14	0.47	0.01	0.16	0.13	0.47	0.91	0.91	0.43	0.02	0.16	0.29	اختبار Mann Kendall (عتبة الثقة 95%)	
(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	اتجاه الميل	
—	—	—	—	—	1974	—	—	—	—	—	—	اختبار هابرت la segmentation d'Hubert	ابن هيثم
—	—	—	1976	1975	1974	1978	—	1994	2000	1997	—	اختبار buishand	
—	—	—	1976	1975	1974	1978	1987	1994	2000	1997	—	اختبار pettitt	
—	—	—	-39.03%	-0.459	-55.90%	-47.53%	-21.17%	55.70%	69.41%	47.84%	—	قيمة انخفاض أو ارتفاع التساقطات المطرية بـ %	
0.80	0.27	0.00	0.62	0.67	0.41	0.89	0.91	0.70	0.02	0.12	0.17	اختبار Mann Kendall (عتبة الثقة 95%)	
(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(+)	(+)	(+)	اتجاه الميل	
—	—	—	—	—	—	—	1994	1994	2000	1998	—	اختبار هابرت la segmentation d'Hubert	تاهلة
—	—	—	—	—	1975	—	1994	1994	2000	1998	—	اختبار buishand	
—	—	1978	—	1975	1975	1978	1994	1994	2000	1998	1987	اختبار pettitt	
—	—	-40.67%	—	-19.14%	-26.89%	-20.36%	97.42%	106.13%	90.55%	87.54%	55.92%	قيمة انخفاض أو ارتفاع التساقطات المطرية بـ %	
0.55	0.73	0.60	0.48	0.88	0.42	0.81	0.17	0.31	0.00	0.03	0.09	اختبار Mann Kendall (عتبة الثقة 95%)	
(-)	(-)	(-)	(-)	(+)	(-)	(-)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	اتجاه الميل	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	اختبار هابرت la segmentation d'Hubert	باب بودير
—	—	—	1990	—	1981	1979	—	—	—	—	—	اختبار buishand	
—	—	—	1990	1981	1981	1979	1987	1994	1990	2002	1985	اختبار pettitt	
—	—	—	-33.2%	-46.7%	-41.5%	-46.6%	-34.1%	34.5%	46.1%	36.1%	100.3%	قيمة انخفاض أو ارتفاع التساقطات المطرية بـ %	
0.73	0.04	0.00	0.66	0.18	0.20	0.02	0.47	0.23	0.76	0.73	0.06	اختبار Mann Kendall (عتبة الثقة 95%)	
(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(+)	(+)	(+)	اتجاه الميل	
—	—	—	1985	—	1975	—	—	—	1981	—	—	اختبار هابرت la segmentation d'Hubert	أحد امسيلة
—	—	—	1985	1976	1975	—	—	—	1981	1998	—	اختبار buishand	
—	—	1978	1985	1976	1975	1987	1987	1994	1981	1989	—	اختبار pettitt	
—	—	-80.21%	-46.80%	-54.17%	-24.30%	-25.81%	-18.61%	28.18%	128.09%	31.29%	—	قيمة انخفاض أو ارتفاع التساقطات المطرية بـ %	
0.83	0.09	0.00	0.05	0.08	0.59	0.82	0.79	0.67	0.30	0.29	0.17	اختبار Mann Kendall (عتبة الثقة 95%)	
(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(+)	(+)	(+)	اتجاه الميل	

المصدر: إنجاز شخصي اعتمادا على معطيات وكالة حوض سبو ومديرية الفلاحة بتازة وبرنامج Excel stat و Khronostat ، 2019.

جدول رقم 22: نتائج اختبارات الانقطاع والاتجاه المطبقة على التساقطات الشهرية (تتمة)

—	—	—	1983	1975	—	—	—	—	1981	—	—	اختبار هابرت la segmentation d'Hubert	تأيناست
—	—	—	1983	1975	—	—	—	1994	1981	—	1985	اختبار buishand	
—	—	1979	1938	1975	1979	1978	1987	1994	1981	1979	1985	اختبار pettitt	
—	—	-67.9%	-47.3%	-59.1%	-31.5%	-30.2%	-14.9%	39.0%	21.6%	-19.6%	90.8%	قيمة انخفاض أو ارتفاع التساقطات المطرية بـ %	
0.80	0.27	0.00	0.62	0.67	0.41	0.89	0.91	0.70	0.02	0.12	0.17	اختبار Mann Kendall (عتبة الثقة 95%)	
(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(+)	(+)	(+)	اتجاه الميل	
—	—	—	—	—	—	—	—	1994	—	1998	—	اختبار هابرت la segmentation d'Hubert	واد امليل
—	—	—	—	—	—	1986	—	1994	2000	1998	—	اختبار buishand	
—	—	—	1985	1989	1985	—	1987	1994	2000	1998	—	اختبار pettitt	
—	—	—	-52.37%	-21.72%	-3.91%	-31.29%	-9.69%	105.51%	121.93%	99.26%	—	قيمة انخفاض أو ارتفاع التساقطات المطرية بـ %	
0.57	0.68	0.42	0.71	0.66	0.57	1.00	0.64	0.09	0.06	0.03	0.05	اختبار Mann Kendall (عتبة الثقة 95%)	
(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	اتجاه الميل	
—	—	—	—	—	1975	1986	—	—	—	—	—	اختبار هابرت la segmentation d'Hubert	بابب أزهار
—	—	1978	—	1981	1975	1986	—	1994	1981	1983	1982	اختبار buishand	
—	—	1978	1984	1981	1975	1986	1987	1994	1981	1983	1982	اختبار pettitt	
—	—	-31.2%	-44.3%	-32.3%	-63.5%	-58.0%	-27.9%	47.7%	72.7%	-27.2%	44.5%	قيمة انخفاض أو ارتفاع التساقطات المطرية بـ %	
1.00	0.06	0.15	0.12	0.25	0.01	0.01	0.47	0.76	0.31	0.52	0.18	اختبار Mann Kendall (عتبة الثقة 95%)	
(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(+)	(+)	(+)	اتجاه الميل	
—	—	—	1984	—	—	1978	—	1994	1981	—	—	اختبار هابرت la segmentation d'Hubert	سد إدريس الاول
—	—	—	1984	1981	1980	1978	—	1994	1981	1998	1988	اختبار buishand	
—	—	—	1984	1981	1980	1978	1987	1994	1981	1998	1988	اختبار pettitt	
—	—	—	-50.3%	-32.7%	-37.6%	-53.6%	-24.9%	54.8%	126.6%	50.5%	182.9%	قيمة انخفاض أو ارتفاع التساقطات المطرية بـ %	
0.17	0.62	0.46	0.16	0.59	0.19	0.08	0.76	0.66	0.54	0.91	0.34	اختبار Mann Kendall (عتبة الثقة 95%)	
(-)	(+)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(+)	(-)	(-)	(+)	اتجاه الميل	
—	—	—	—	—	—	—	—	1994	—	—	1989	اختبار هابرت la segmentation d'Hubert	الكوشات
—	—	—	1984	1993	—	—	—	1994	—	—	—	اختبار buishand	
—	—	—	1984	1993	—	—	—	1994	—	—	1989	اختبار pettitt	
—	—	—	-73.78%	-107.67%	—	—	—	51.74%	—	—	77.51%	قيمة انخفاض أو ارتفاع التساقطات المطرية بـ %	
0.49	0.90	0.50	0.39	0.16	0.19	0.28	0.67	0.46	0.91	0.47	0.06	اختبار Mann Kendall (عتبة الثقة 95%)	
(+)	(-)	(+)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(+)	(-)	(-)	(+)	اتجاه الميل	

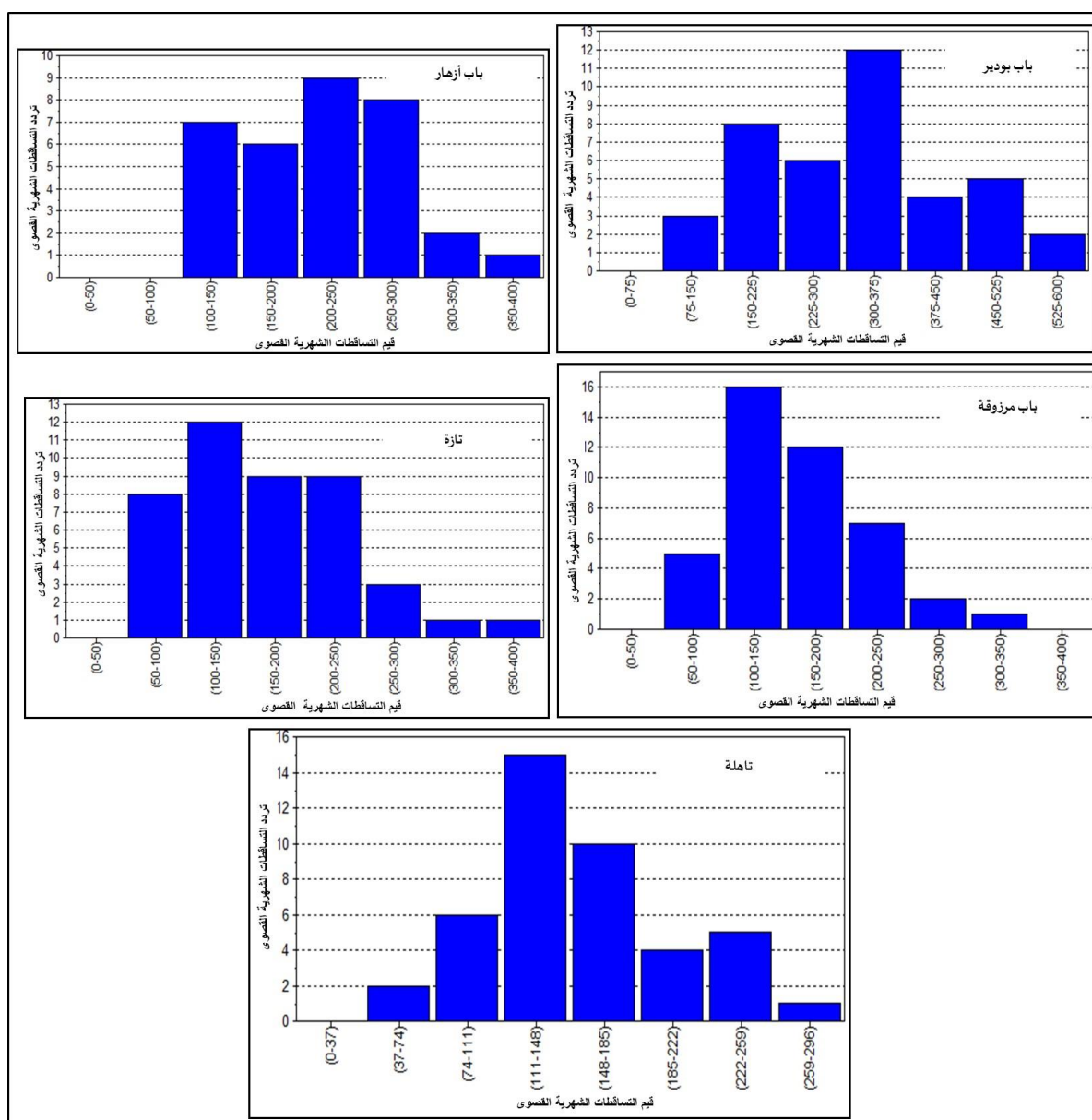
المصدر: إنجاز شخصي اعتمادا على معطيات وكالة حوض سبو ومديرية الفلاحة بتأزدة وبرنامج Khronostat و Excel stat ، 2019.

بشكل عام بلغ التراجع المطري لمتوسط التساقطات الشهرية، لفصلي الشتاء والربيع أكثر من النصف، في المجالات المنخفضة والمخبأة (عالية وسافلة الحوض). لكن في المحطات الجبلية بحكم ارتفاع كمية التهاطل، كانت نسبة التراجع أدنى، حيث بلغ هذا الانخفاض حدته في شهري مارس وأبريل، هذا ما سيؤثر على نظام التهاطل بحوض إيناون بحيث سينتقل من فصلين مطيرين في السنة إلى فصل مطير يمتد من نونبر إلى فبراير.

5.2. ترددات قيم التساقطات مطرية شهرية العليا

لمعرفة القيم القصوى الشهرية الأكثر ترددا خلال الفترات الزمنية المدروسة. كان لابد من دراسة التوزيعات والترددات، باعتبارهما المحددان الأكثر دقة، وفي هذا الصدد اعتمدنا على برنامج Hyfran بحيث مكننا من استخراج هذه القيم، والشهور التي تعرف تردداتها. والنتائج المحصل عليها تم إدراجها في الشكلين رقم 29 و 30، وبملاحظتها يمكن القول أن حوض إيناون، يتميز بتغيرية مطرية مجالية وزمنية قوية في التساقطات المطرية الشهرية القصوى، وبالرجوع إلى المحطات المدروسة نجد أن أعلى قيم التساقطات المطرية، التي تتردد على المحطات المنتمتين للأطلس المتوسط، منحصرة ما بين 300 ملم و 375 ملم بمحطة باب بودير و 200 و 250 ملم بمحطة باب أزهار و 100 ملم و 148 ملم بمحطة باب أزهار (شكل رقم 29)، في حين نجد مقدمة الريف أن القيم القصوى التي تتردد عليه، تتراوح ما بين 168 ملم و 248 ملم بمحطة تايناست وما بين 250 ملم و 300 ملم بمحطة أحد امسيلة. والملاحظ أن هذه المحطات تتردد عليها قيم قصوى، مستفيدة من الارتفاعات المهمة والتوجيه الجيد للسفوح للمؤثرات الجوية الرطبة.

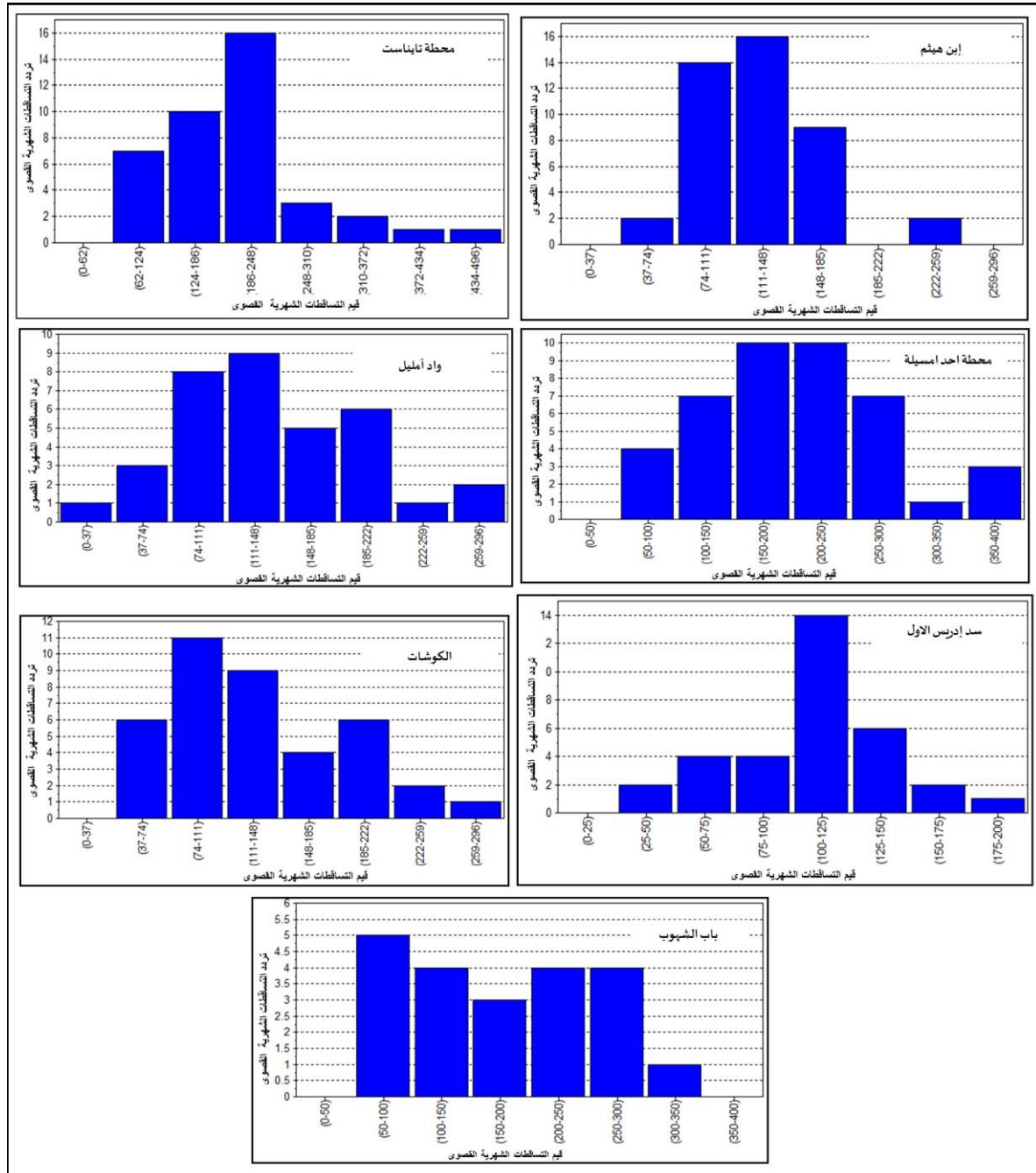
شكل رقم 29: تردد قيم التساقطات المطرية القصوى الشهرية بالسفح الأطلسي



المصدر: إنجاز شخصي اعتمادا على معطيات وكالة حوض سبو ومديرية الفلاحة بتازة وبرنامج Hyfran ، 2019.

أما بخصوص عالية حوض إيناون، فتتردد عليها قيم قصوى تتراوح ما بين 100 ملم و150 ملم بمحطتي تازة وباب مرزوقة، 111 ملم و148 ملم بمحطة ابن هيثم، وهي قيم متوسطة إذا ما قارنها بالمحطات المتواجدة بالأطلس المتوسط والريف، نفس القيم نجدها تتردد بسافة الحوض إذ تنحصر ما بين 100 ملم و125 ملم بمحطة إدريس الأول وما بين 74 ملم و111 ملم بمحطة الكوشات (الشكل رقم 30)، ذلك راجع لضعف الارتفاع بهذه المحطات الشيء الذي يقلل من استفادتها من الكتلة الهوائية الرطبة.

شكل رقم 30: تردد قيم التساقطات المطرية القصوى الشهرية بالسفح الريفي



المصدر: إنجاز شخصي اعتمادا على معطيات وكالة حوض سبو ومديرية الفلاحة بتازة وبرنامج Hyfran ، 2019.

هذه القيم القصوى تتردد بشكل كبير، في شهر نونبر دجنبر ويناير بجميع المحطات المدروسة، كما هو موضح في (الملحق رقم 2)، هذه الفترة توافق تردد الاضطرابات الجوية، التي تعطي تساقطات مطرية مهمة على حوض إيناون.

خلاصة الفصل الثاني

- تبين من خلال دراسة التغيرية المجالية والزمنية لنظام التساقطات المطرية ما يلي:
- التهاطل الشهري بحوض إيناون، ذو قمة مطرية شتوية خاصة بمحطات السفح الريمي، حيث تشكل نسبة جد مرتفعة من المجموع السنوي مقارنة مع الأمطار الخريفية والربيعية. بينما السفح الأطلسي فيتميز بتحدب هذا النظام حيث تتوزع التساقطات بشكل متقارب بين فصلي الشتاء والربيع.
 - على مستوى الأمطار الشهرية، تتسم كل الشهور بارتفاع قوي في قوة التغيرية، حيث يلاحظ أن الشهور الصيفية والخريفية تتعرض لأشد التغيرات في كميات الأمطار، لكن تخف قوتها نسبيا في الشهور الشتوية والربيعية. وعلى العموم يعتبر شهري دجنبر ويناير أقل الشهور تعرضا للتذبذب المطري. كما يلاحظ أيضا أن درجة التباين في كميات الأمطار الشهرية تقل نسبيا في مناطق السفح الأطلسي، مقارنة بما هي عليه في السفح الريمي وفي المجالات المنخفضة من الحوض.
 - تبرز التساقطات المطرية الشهرية المحتملة تباينا واضحا بين مقاييس الدنيا والعليا، خاصة أثناء الفترة الرطبة من السنة وقد لوحظ ذلك بشكل ملموس بمحطات السفح الريمي، مما يدل على وجود تناقص بارز في الكميات المطرية المحتملة. ويلاحظ في السفحين تدني التساقطات الشهرية المحتملة لشهر مارس في جميع المحطات باستثناء محطتي تازة وباب بودير، مقارنة مع الشهور الممطرة بحيث يتجاوز، هذا مع تنامي التساقطات الشهرية المحتملة لشهر أبريل مقارنة مع الشهر السابق.
 - تراجع التساقطات المطرية لشهري مارس وأبريل لأكثر من النصف، وهذا بلغ شدته في المجالات المنخفضة من الحوض، في حين المجالات المتوسطة الارتفاع كانت نسبة التراجع أقل، وهو ما سيؤثر على نظام التهاطل بحوض إيناون، بحيث سينتقل من فصلين مطيرين في السنة إلى فصل مطير، يمتد من نونبر إلى فبراير.

الفصل الثالث:

دراسة التساقطات المطرية اليومية

مقدمة

مكنت الدراسة السنوية والشهرية للتساقطات المطرية، من التعرف على الخصائص التي تميز هذه الأخيرة، إذ اتضح أن هناك تغيرية زمنية ومكانية كبيرة، تطبع التساقطات المطرية داخل حوض إيناون. وللقوف أكثر على هذه التغيرية استوجب دراسة التساقطات المطرية اليومية، التي تمثل أهمية كبرى في هذه الدراسة، نظرا لقدرتها على تسليط مزيد من الضوء، على الحالة التي تميز حدة التساقطات المطرية على المستوى الزمني والمكاني داخل منطقة الدراسة، باعتبارها تنبني على مقياس صغير (التساقطات اليومية). من جهة أخرى تكمن أهمية النتائج المستخرجة من هذه الدراسة، في التنبؤ الطويل الأمد بالفيضانات والجفاف، وفي تحديد مدة الضمانة بالنسبة للمنشآت العمرانية كالقناطر والسدود والطرق. ومن معرفة احتياجات الزراعة للماء خاصة المعتمدة على الأمطار... إلخ. يبتدى هذا المحور بدراسة وصفية للمتتاليات الرطبة والجافة، بحيث سنعطي فكرة عن التوزيع الزمني وللأيام الرطبة والجافة، وعن التغيرية السنوية لهذين العنصرين، لكي نبرز مدى تراجع عدد الأيام المطرة وطول فترات الجفاف التي تحدث في كل سنة.

1.3. المعطيات المعتمدة في دراسة التساقطات اليومية

نشير في البداية، إلى أن معطيات التساقطات اليومية غير متوفرة في جميع المحطات المدروسة، بالإضافة أيضا إلى تباين طول مدد الرصد حسب المحطات (جدول رقم 23)، ونظرا للمقاييس المتوفرة التي يتجاوز معظمها عشرين سنة، يمكن استخلاص مؤشرات إحصائية معبرة وقابلة للمقارنة بين محطات متباعدة .

جدول رقم 23: معطيات التساقطات المطرية اليومية المعتمدة

الإحداثيات الجغرافية			المصدر	مدة الرصد		المحطة الرصدية
الارتفاع (م)	العرض	الطول				
السفح الأطلسي						
368	34°12	4°9'	و.ح.م سبو	2012-13	1970-71	باب مرزوقة
458	34°13	4°2′	الأرصاء الجوية + الفلاحة	2013-14	1979-80	تازة
1568	34° 4′	4° 7′	و.ح.م سبو	2012-13	1999-00	باب بودير
السفح الريفي						
1200	34° 33'	4° 8'	الفلاحة	2012-13	1981-81	تايناست
550	34°17′	4°	و.ح.م سبو	2013-14	1993-94	إبن هيثم
402	34°15′	4°6′	و.ح.م سبو	2012-13	1993-94	باب شهبوب
200	34°12′	4°46	و.ح.م سبو	1992-93	1974-75	سد إدريس الأول
230	34°11′	4°29′	و.ح.م سبو	1999-00	1976-77	الكوشات

2.3. دراسة عدد الأيام المطيرة خلال السنة

تكتسي دراسة عدد الأيام المطيرة، أهمية بالغة في الدراسات المناخية، إذ أن فعالية الأمطار تتحدد من خلال الكميات المسجلة كل شهر، وكذلك من خلال توزيعها والكيفية التي تتساقط بها الأمطار، أي الحدة المطرية اليومية.

1.2.3. عدد الأيام الممطرة بالسفح الريفي

من خلال المحطات (الجدول رقم 24) التي تمثل السفح الريفي والتي هي: باب الشهبوب، الكوشات، سد إدريس الأول، تايناست بلغ عدد الأيام المطيرة 1044 يوم في المحطة الأولى، 1145 يوم بالمحطة الثانية، 1174 يوم بالمحطة الثالثة، 1790 يوم بالمحطة الأخيرة.

جدول رقم 24: التوزيع الجغرافي لعدد الأيام المطيرة بحوض إيناون

مدة الرصد		متوسط التساقطات (مم)	مجموع عدد الأيام المطيرة	متوسط الأيام المطيرة	
1993-94	2012-13	682	1044	52	باب الشهبوب
1976-77	1999-00	492	1145	48	الكوشات
1974-75	1992-93	425	1174	49	سد إدريس الأول
1981-81	2012-13	676	1790	54	تايناست
1999-00	2012-13	1089	566	40	باب بودير
1979-80	2013-14	600	2558	62	تازة
1970-71	2012-13	573	2641	61	باب مرزوقة

المصدر: إنجاز شخصي اعتمادا على معطيات وكالة حوض سبو ومديرية الفلاحة بتازة ، 2019.

كما يتراوح متوسط عدد الأيام المطيرة، بين 54 يوم بمحطة تايناست و 48 يوم بمحطة الكوشات، يظهر إذن أن للارتفاع دور مهم في الرفع من عدد الأيام المطيرة ، فالاضطرابات التي تضطر إلى تخطي سلسلة جبلية يضطر الهواء معها إلى الارتفاع أكثر، الشيء الذي يقوي من فاعلية جبهاتها من خلال الزيادة في حالات عدم الاستقرار داخل الاضطراب، فيزيد بذلك من غزارة التساقطات (Bellichi, 2004)، كما يبين كذلك الدور الهام للتضاريس الجبلية، في التقليل من فعالية الاضطرابات الغربية الجنوبية الغربية، والتي بمجرد تجاوزها لهذه الحواجز تفقد قوتها وقد تتلاشى.

2.2.3. عدد الأيام الممطرة بالسفح الأطلسي

وبالسفح الأطلسي بلغ عدد الأيام المطيرة 566 يوم بمحطة باب بودير، وذلك راجع لقصر السلسلة الزمنية للتساقطات المطرية اليومية (2012-13 / 1999-00). كما وصل عددها إلى 2558 يوم بمحطة تازة، 2641 يوم بمحطة باب مرزوقة نظرا لطول السلسلة الإحصائية المدروسة بهذين المحطتين (1971-70 / 2012-13). كما نلاحظ أن متوسط الأيام المطيرة تجاوز 60 يوما بالمحطات التي يزيد ارتفاعها عن 500 م والموجهة نحو التأثيرات المحيطية، والتي تتوفر على فترة قياس طويلة. بشكل عام يلاحظ وجود تفاوت بين عدد أيام الممطرة بين سفحي الحوض حيث ترتفع في السفح الأطلسي وتنخفض في السفح الريفي، ويرجع

ذلك إلى اختلاف مدد القياس وكذلك التنوع الطبوغرافي للحوض، بحيث المجموعة الأولى تتميز بتوجيهها الجيد للمؤثرات الرطبة، بينما الثانية تتأثر بفعل المخبأ التضاريسي.

3.2.3 التطور الزمني للأيام المطيرة

لمعرفة التطور السنوي لعدد الأيام المطيرة بالمحطات المدروسة (جدول رقم 25)، حيث يعتبر اليوم مطير حسب المنظمة العالمية للمناخ إذا استقبل تساقطات تزيد عن 0,1 ملم، وتم الاعتماد في ذلك على اختبارات الاتجاه والانقطاع التي سبق وإن اعتمدناها في هذا القسم. مكن ذلك الوصول للنتائج المبينة في الشكل رقم 31 و الجدول رقم 25، إذ يتضح من خلالها أن هناك تناقص في عدد الأيام الرطبة لصالح الجافة، في جميع المحطات المدروسة، حيث بلغت قيمة ميل مستقيم الاتجاه: -0.075- بمحطة تايناست، -0.27 بمحطة تازة، -0.26 بباب مرزوقة، -0.057 بباب الشهبوب، -0.21 بسد إدريس الأول، -0.19 بمحطة الكوشات، كما تم تأكيد أيضا هذا الانخفاض بواسطة اختبار Mann kendall عند عتبة الثقة 95 %.

جدول رقم 25: اختبارات الانقطاع والاتجاه للأيام المطيرة ببعض محطات إيناون

المحطة المدروسة	الفترة	اختبار la segmentation d'Hubert	اختبار Buishand	اختبار pettitt	اختبار Kendall Mann (عتبة الثقة 95%)
تازة	70-71-11-12	1978	1978	1978	0,062 (-)
باب الشهبوب	93-94-12-13	-	-	1998	0,67 (-)
تايناست	80-81-12-13	-	-	1991	0,062 (-)
باب مرزوقة	70-71-12-13	1978	1978	1978	0,063 (-)
سد إدريس الأول	75-74-97-98	-	1981	1981	0,57 (-)
الكوشات	77-78-20-01	-	-	1986	0,61 (-)

المصدر: إنجاز شخصي اعتمادا على معطيات وكالة حوض سبو، مديرية الفلاحة بتازة وبرنامج Khronostat، 2019.

إضافة إلى ذلك مكنت اختبارات الانقطاع، من تحديد السنوات التي بدأت فيها الأيام المطيرة في الانخفاض (جدول رقم 25)، بحيث مثلت سنة 1978-79 بداية التراجع بمحطتي تازة وباب مرزوقة، وسنة 1991-92 بمحطتي بتاينسات والكوشات، و1998-99 بمحطة باب الشهبوب وأخيرا سنة 1981-82 بمحطة إدريس الأول. من خلال ما سبق يلاحظ أن من بين مظاهر التراجع المطري، الذي عرفه حوض إيناون منذ نهاية السبعينيات، هو انخفاض عدد الأيام المطيرة، إذ تراجعت في المحطات المتواجدة في عالية الحوض وفي السافلة التي توجد على ارتفاعات ضعيفة، على عكس المناطق المتوسطة الارتفاع لم تعرف نفس التراجع.

شكل رقم 31: اتجاه عدد الأيام الممطرة ببعض محطات إيناون



المصدر: إنجاز شخصي اعتمادا على معطيات وكالة حوض سبو ومديرية الفلاحة بتازة ، 2019.

ومن بين الشهور التي تقلص فيها عدد الأيام الرطبة، نجد شهر مارس حيث تراجع متوسط هذه الأيام بمحطة تازة من 10.33 يوم في الفترة ما بين (79-1978/71-1970) إلى 6.31 يوم (79-1978/80-2011) ومن 9.40 إلى 7.60 يوم بمحطة باب مرزوقة في نفس الفترة، وبمحطة تايناست انخفض هذا المتوسط من 6.1 إلى 5.3 يوم في الفترة ما بين (92-91/81-1980) و (92-1992/93-2011). ويرجع سبب انخفاض عدد الأيام المطيرة بحوض إيناون، خاصة في الفترة الرطبة من السنة سيادة الطقوس الجوية المستقرة داخل هذه الفترة، مما يتسبب في استفحال أوضاع الجفاف.

جدول رقم 26: نتائج اختبار الانقطاع والاتجاه لعدد الأيام الجافة بالمحطات المدروسة

المحطة المدروسة	الفترة	اختبار Pettitt	اختبار Mann Kendall (عتبة الثقة 95%)
تازة	70-71-11-12	1979	0,45 (+)
باب الشهبوب	93-94-12-13	1998	0,62 (-)
تايناست	80-81-12-13	1986	0,067 (+)
باب مرزوقة	70-71-12-13	1979	0,57 (+)
سد إدريس الأول	75-74-97-98	1986	0,30 (+)
الكوشات	77-78-20-01	1985	0,20 (+)

المصدر: إنجاز شخصي اعتمادا على معطيات وكالة حوض سبو ومديرية الفلاحة بتازة وبرنامج Khronostat و Excel stat ، 2019.

وفي المقابل يلاحظ من خلال إحصاء عدد الأيام الجافة، وجود ارتفاع في هذه الأخيرة وذلك خلال الفترات المدروسة (جدول رقم 26)، هذا ما أكدته اختبار الاتجاه Mann kendell، في حين اختلفت سنة حدوث الانقطاع في الأيام الجافة باختلاف طول الفترة المدروسة. فبمحطتي تازة وباب مرزوقة نجد سنة 1979-80، وبمحطة تايناست 1986-87، سد إدريس الأول 1986-87، الكوشات 1985-86. وعلى العكس من ذلك عرفت محطة باب الشهبوب تناقص في عدد الأيام الجافة، نظرا لقصر الفترة المدروسة بها (جدول رقم 26). من خلال ما سبق يلاحظ أن من بين مظاهر التراجع المطري، الذي عرفه بحوض إيناون منذ نهاية السبعينيات، انخفاض عدد الأيام المطيرة وارتفاع الأيام الجافة، وذلك بالمحطات التي توجد على ارتفاعات ضعيفة، بينما المحطات ذات الارتفاعات المتوسطة لم تعرف تراجعا.

3.3. دراسة حدة المقادير اليومية

لمعرفة حدة المقادير اليومية تم توظيف التقنية التي اتبعها كل من Peguy, ch. p و j. Mounier سنة 1968، والتي تعتمد على معرفة نسبة مساهمة فئات مطرية محددة من مجموع التساقطات اليومية، التي تم تصنيفها خلال الفترة المدروسة حسب كل شهر، وهي الأصناف المطرية التالية 0.1-2.9، 3-5.9، 6-9.9، 10-19.9، 20-49.9، 50-99.9 (عبد الحميد الجناتي الإدريسي، 2004). كما عملنا أيضا على حساب عدد الأيام الرطبة، التي توافق كل صنف من حدة المقادير اليومية (0.1-2.9، 3-5.9، 6-9.9، 10-19.9، 20-49.9، 50-99.9). بحيث سنقوم بمقارنة نظام حدة المقادير اليومية بالمجال الريفي والمجال الأطلسي لمعرفة التباين الموجود بين هذين المجالين.

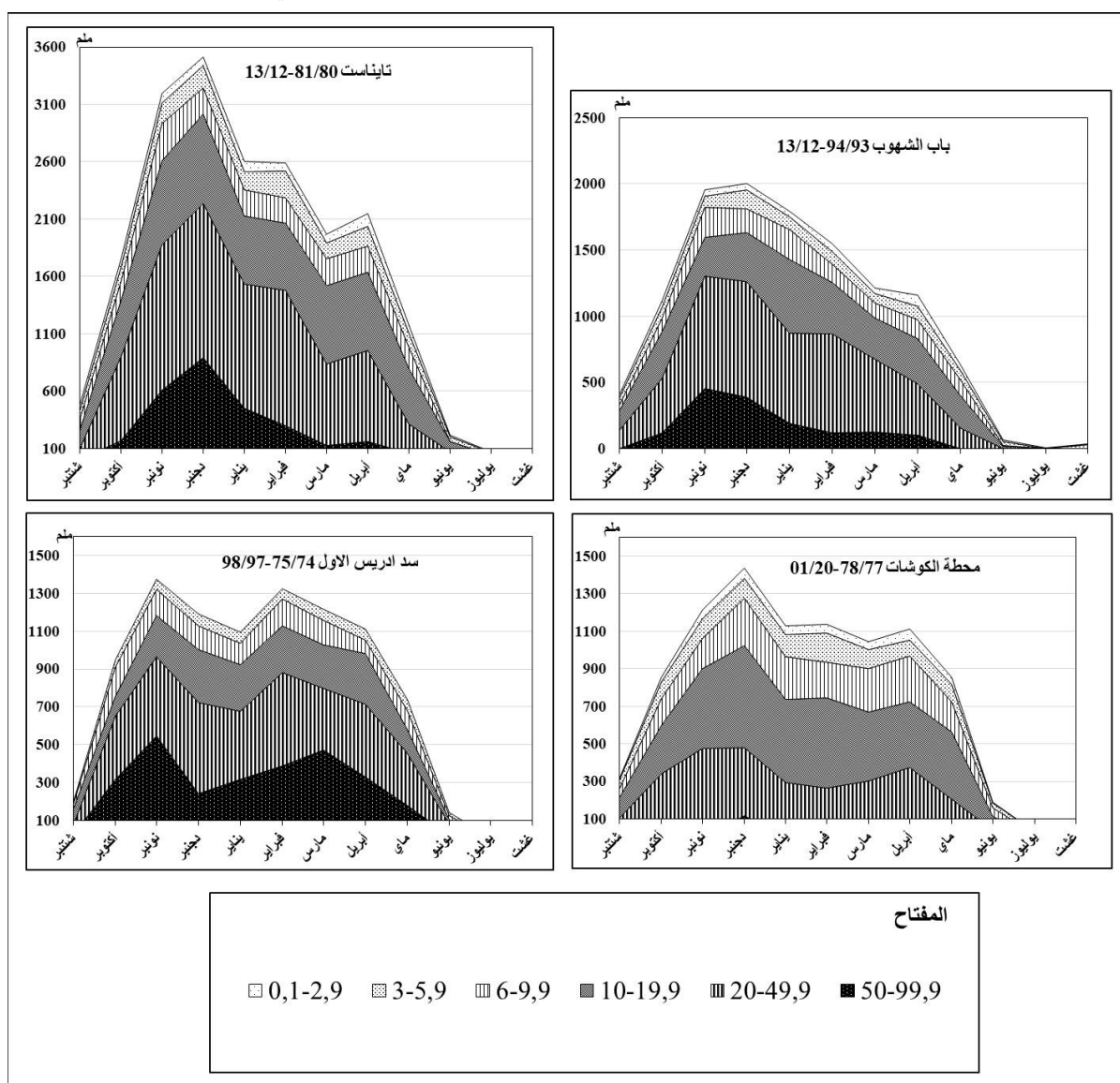
1.3.3. نظام حدة المقادير اليومية بالمجال الريفي

تبرز نتائج توزيع أصناف حدة المقادير اليومية للتساقطات المطرية وعدد الأيام الممطرة التي توافقها، والتي أوردناها في الشكلين رقم 32 و 33 ما يلي:

- على مستوى توزيع هذا الصنف من المقادير اليومية، نسجل هيمنة حدة التساقطات المنحصرة بين 20-49.9 ملم، التي تبدأ مع بداية فصل الخريف، حيث بلغت خلال شهر أكتوبر 149 ملم بتايناست

و50 ملم بمحطة الكوشات، هذه المقادير تبقى في ارتفاع مستمر لتبلغ قيمها القصوى، إذ قدرت في شهر دجنبر ب و1346 ملم بالنسبة لتاينسات و362 ملم بمحطة الكوشات، هذا الارتفاع راجع إلى بداية تردد الاضطرابات الشمالية والشمالية الغربية خلال هذا الفصل. وبحلول فصل الشتاء نلاحظ استمرار ارتفاع هذا الصنف، خاصة في شهر يناير حيث سجل 1085,4 ملم بتاينسات و318 ملم بمحطة إدريس الأول. وفي شهر مارس نسجل انخفاض تدريجي، في حدة هذه المقادير حيث سجلت، 714 ملم بتاينسات، 242 ملم بالكوشات. وبهذا تمثلت حدة هذه الفئة المطرية بـ 39.8% باب الشهب، 37.7% بتاينسات، 27.5% بالكوشات، 28.9% بسد إدريس الأول، أما عدد الأيام الممطرة للمقاييس المحصورة ما بين 20-49.9 ملم فقد تراوحت ما بين 254 يوم بتاينسات بنسبة 13,9 % و 96 يوم بمحطة الكوشات بنسبة 8 % . وبـ 155 يوم بمحطة باب الشهب بنسبة بلغت 14 % .

شكل رقم 32: حدة التساقطات المطرية اليومية بالسفح الريفي



المصدر: إنجاز شخصي اعتمادا على معطيات وكالة حوض سبو ومديرية الفلاحة بتازة، 2019.

- أما فيما يخص شدة المقادير المتراوحة بين 10-19.9 ملم، فهي تأتي في مرتبة ثانية وذلك بـ 36.8% بالكوشات، بـ 34.04% سد إدريس الأول، 26.6% بمحطة تايناست، حيث يلاحظ أنها ترددها اليومي يرتفع عند بداية الفترة الخريفية، فتصل إلى أعلى مستوياتها في شهر دجنبر، يناير، وفبراير، بـ 484 ملم في محطة الكوشات خلال هذا الشهر الأخير، أما بمحطة تايناست فأدت هذه المقادير في مرتبة ثالثة، حيث بلغت 595 ملم خلال شهر مارس. و682 ملم بشهر أبريل ثم بعد ذلك ستعود إلى الانخفاض التدريجي في الشهور الموالية. أما عدد الأيام الممطرة لمقاييس لهذه الفئة تأتي في مرتبة أولى، حيث تصل أعلى مستوياتها خلال الفترة الشتوية بـ 58 يوم في شهر دجنبر بمحطة تايناست، و30 يوم بمحطة الكوشات في نفس الشهر. كما مثلت نسبة ترواحت ما بين 20,3% بمحطة باب الشهبوب، 21,9% بتايناست، 23,5% بالكوشات.

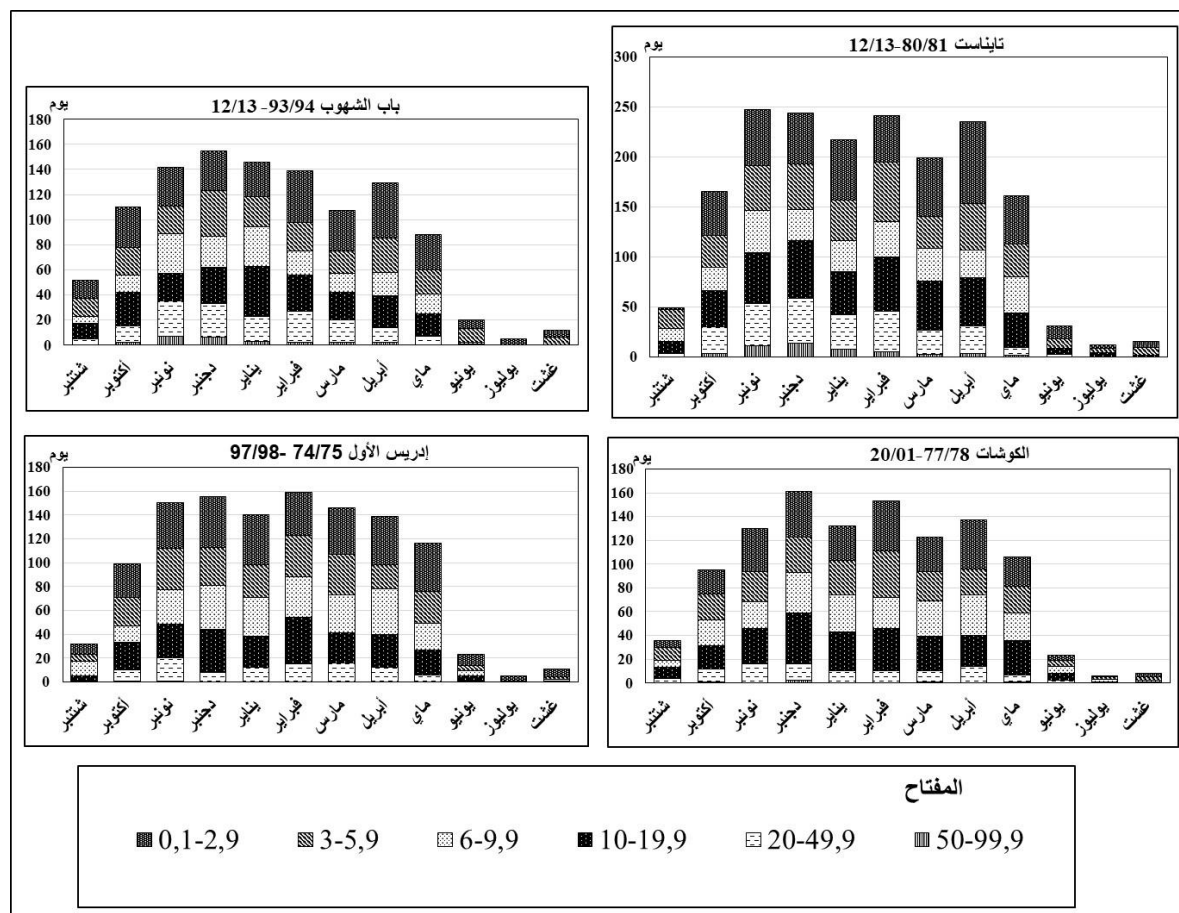
- شكلت القيم المنحصرة بين 50-99.9 ملم، ما نسبته 12,4% بباب الشهبوب، 13,8% بتايناست، 3,1% بالكوشات، 1,2% بسد إدريس الأول، بحيث تكون شدتها ضعيفة في بداية الفترة الخريفية، غير أنها تزايد تدريجيا لتبلغ أقصاها في شهر نونبر ودجنبر، وقدرت مقاييسها في شهر دجنبر بـ 116 ملم بمحطة الكوشات، بـ 1036 ملم بمحطة تايناست. لكن ابتداء من شهر يناير تبدأ شدة الفئات المطرية المتراوحة بين 50-99.9 ملم في التراجع، استمر ذلك إلى حدود شهر أبريل وبالتالي سجلت أدنى المقاييس التي قدرت بـ 159 ملم بمحطة تايناست و59 بمحطة الكوشات. وبخصوص المقاييس المحصورة ما بين 50-99.9 ملم تأتي في مرتبة ما قبل الأخيرة، حيث يتراوح عددها 13 يوم خلال شهر يناير بمحطة تايناست ويومين بمحطة الكوشات، ونسبتها قاربت 0,1% بمحطة سد إدريس الأول، 0,4% بمحطة الكوشات، 2% بمحطة باب الشهبوب وتايناست.

- وفيما يخص فئة الأمطار التي تتراوح بين 6-9,9 ملم، يلاحظ بأن ترددها يرتفع بشكل تدريجي مع بداية فصل الخريف إلى حدود شهر ماي، حيث تسجل أعلى القيم بشهر دجنبر، إذ تصل إلى 265 ملم بمحطة الكوشات وفي شهر نونبر سجلت 323 ملم بمحطة تايناست. ومساهمتها في حدة التساقطات، 18,4% بالأولى و9,5% بالمحطة الثالثة، يصل أيام هذه الفئة في حدها الأقصى خلال فصل الشتاء وبشهر فبراير بـ 35 يوم بتايناست و34 يوم بمحطة الكوشات خلال شهر دجنبر. وعموما تمثل 16% بمحطة باب الشهبوب، 14,9% بتايناست، 21,3% بالكوشات وبسد إدريس الأول وبهذا تحتل المرتبة الرابعة.

- وفي المرتبة الخامسة تأتي الأصناف المطرية المتراوحة بين 3-5,9، بـ 7% بمحطة باب الشهبوب وتايناست، 9,9% بالكوشات، 11% بسد إدريس الأول. حيث نلاحظ أن تعاقبها ضعيف في بداية الفترة الخريفية، ثم ترتفع تدريجيا لتبلغ أقصى قيمة في شهر نونبر ودجنبر، إذ قدرت في الشهر الأول بـ 189 ملم بتايناست و139 بمحطة الكوشات، هذه المقادير تبقى مرتفعة طيلة الشهور الموالية، إلى أن تنخفض ابتداء من شهر يونيو وطيلة الفترة الجافة. إن المقاييس المحصورة ما بين 3-5,9 ملم تحتل المرتبة الثالثة في معظم المحطات، وتغطي بشكل كبير شهور الفترة الشتوية والربيعية، حيث تصل بشهر يناير إلى 46 يوم

بمحطة تايناست و 30 يوم بمحطة الكوشات. وشكلت نسبتها 20 % بباب الشهب و تايناست و 21 % بمحطتي الكوشات وإدريس الأول.

شكل رقم 33: أيام التهاطل المطري بالسفح الريفي



المصدر: إنجاز شخصي اعتمادا على معطيات وكالة حوض سبو ومديرية الفلاحة بتارة ، 2019.

- وفي الأخير نجد التساقطات المطرية المنحصرة ما بين 0,1-2,9 ملم، تميزت بحاصل ضعيف مقارنة مع الأصناف المطرية الأخرى، حيث شكلت نسبها 4 % بمحطتي باب الشهب والكوشات، 3,5 % بتايناست و 5,8 % بإدريس الأول، وبهذا بلغت أعلى قيمة خلال شهر يناير، 84 ملم بتايناست و 61 ملم بمحطة إدريس الأول. وفي الشهور الموالية بقيت هذه المقادير مرتفعة إلى حدود انخفاضها في شهر يونيو في جميع المحطات، والملاحظ هو وجود هذه القيم في الفترة الجافة. ويلاحظ أنها تغطي عدد كبير من الأيام طيلة السنة حيث تأتي في مرتبة أولى، في معظم حوض إيناون، خاصة خلال الفترة الشتوية والربيعية، إذ يصل أقصاها في شهر نونبر 38 يوم بمحطة الكوشات، و 60 يوم بمحطة تايناست خلال شهر يناير. وبهذا بلغت نسبتها 27,2 % بباب الشهب، 25 % بمحطتي تايناست والكوشات، 28,5 % بإدريس الأول.

انطلاقا مما سبق، يتضح أن الأصناف المطرية الأقل من 19,9 ملم، هي الأكثر ترددا وحدتها المطرية ضعيفة، إذ تساهم بنسب قليلة في متوسط التساقطات الشهرية، مقارنة مع المقادير المطرية المنحصرة بين 20-49.9 ملم وهي الأكثر مساهمة في التساقطات المطرية السنوية، على امتداد الفترات المدروسة في محطات الحوض، باستثناء سد إدريس الأول وتايناست حيث جاءت المقادير المتراوحة ما بين 50-99.9 ملم في مرتبة ثانية، خاصة خلال الشهور الرطبة (دجنبر، يناير، فبراير) ذلك راجع لتوجيهها الجيد، الذي يجعلها تستقبل تساقطات كبيرة.

2.3.3. نظام حدة المقادير اليومية بالسفح الأطلسي

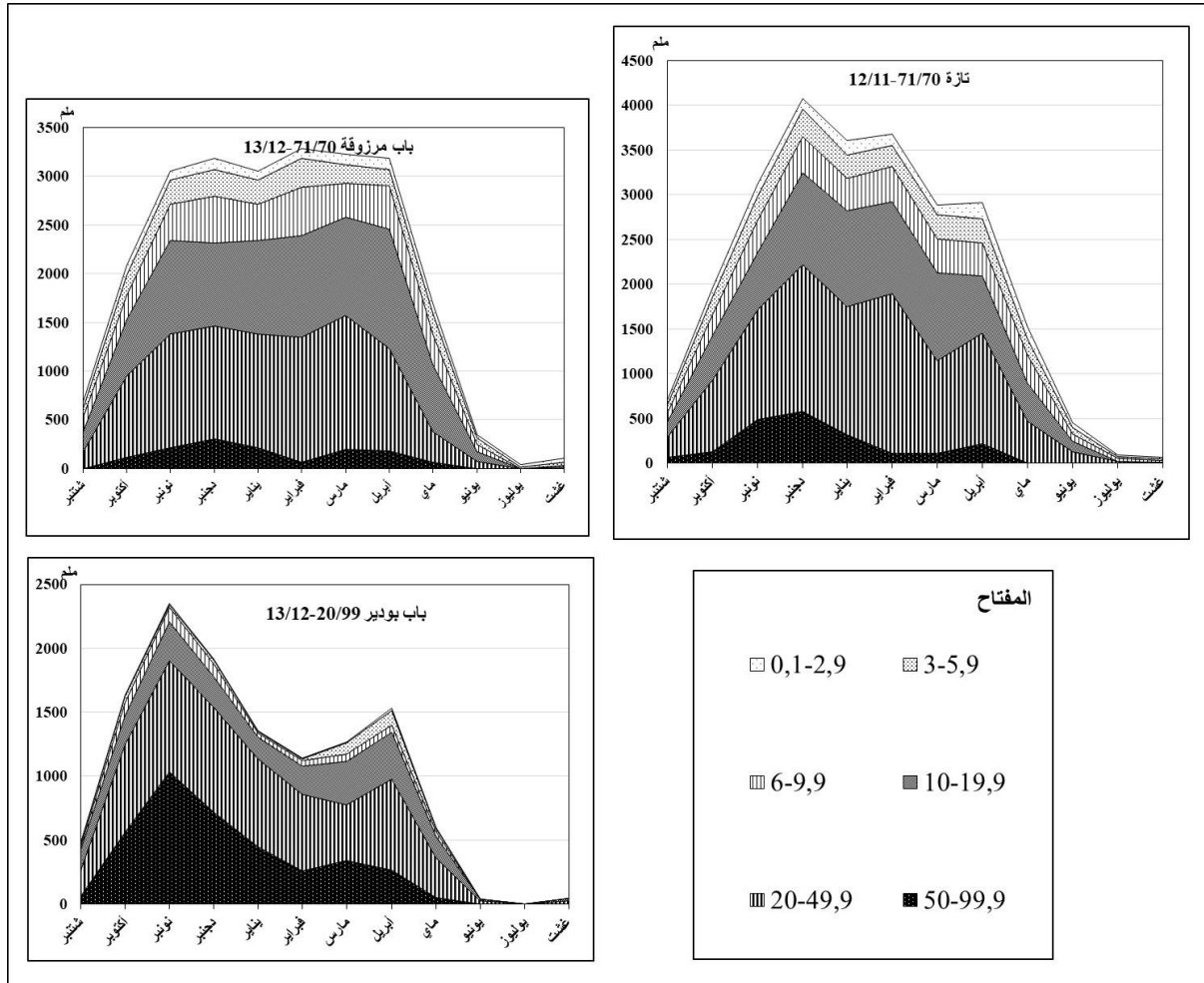
بالسفوح الأطلسية يلاحظ تباين مجالي بين المرتفعات الجبلية والمنخفضات، فيما يخص حجم ونوع الهطول اليومي، إذ بمعاينة الشكلين رقم 34 و35 يتبين أنه:

- على مستوى توزيع هذا الصنف من المقادير اليومية، نسجل هيمنة حدة التساقطات المنحصرة بين 20-49.9 ملم، التي تبدأ مع بداية فصل الخريف، حيث بلغت خلال شهر أكتوبر 62 ملم باب بودير، 96 ملم تازة، هذه المقادير تبقى في ارتفاع مستمر لتبلغ قيمها القصوى إذ قدرت في شهر دجنبر ب 1636,6 ملم بتازة و 821 ملم بمحطة باب بودير هذا الارتفاع خلال هذا الشهر تردد الاضطرابات الشمالية والشمالية الغربية وبحلول فصل الشتاء نلاحظ استمرار ارتفاع هذا الصنف خاصة في شهر يناير حيث سجل في هذا الشهر 1435 ملم بمحطة تازة، 688 ملم بمحطة باب بودير، وفي شهر مارس نسجل انخفاض تدريجي في حدة هذه المقادير حيث مارس حيث سجلت 1039 ملم بتازة، 441 ملم بمحطة باب بودير. وبهذا مثلت حدة هذه الفئة المطرية 39.5% بتازة، 30.9% بباب مرزوقة، 41.1% بباب بودير. لكن يأتي عدد أيام المقاييس المحصورة ما بين 20-49.9 ملم في المرتبة الخامسة، إذ مثلت 12,5 % بمحطة تازة، 11,3 % بباب مرزوقة و 29,8 % بباب بودير.

- أما فيما يخص شدة المقادير المتراوحة بين 10-19.9 ملم فهي تأتي في مرتبة ثانية ب 31.5% بمحطة باب مرزوقة، بـ 26.11% بمحطة تازة، حيث يلاحظ أنها ترددها اليومي يرتفع عند بداية الفترة الخريفية حيث تصل أعلى مستوياتها في شهر دجنبر بمحطة تازة ب 1031 ملم، و 544 ملم بمحطة باب مرزوقة، أما محطتي باب بودير و فتاتي هذه المقادير في مرتبة ثالثة بـ 16.9 %، و ذلك بـ 302 ملم خلال شهر نونبر و 788 ملم خلال شهر دجنبر. وفي شهر يناير وفبراير استمر ارتفاع هذه المقادير، حيث ستبلغ في شهر يناير 1032 ملم بمحطة تازة و 963 ملم بمحطة باب مرزوقة و 218 ملم بمحطة باب بودير. كما أنها عرفت ارتفاع في كميات هذه المقادير خلال شهر مارس وأبريل حيث ستتراوح بين 339 ملم في الشهر الأول بمحطة باب بودير و 1227 ملم بمحطة باب مرزوقة لتعود إلى الانخفاض التدريجي في الشهور الموالية.

وقد سجلت المقاييس المحصورة ما بين 10-19.9 ملم المرتبة الثالثة من حيث عدد الأيام الرطبة بنسبة 16,3 % بمحطة تازة، 21,2 % باب مرزوقة، 25 % بباب بودير، حيث وصلت إلى أعلى مستوياتها خلال شهر يناير بـ 80 يوم بمحطة تازة و70 يوم بمحطة باب مرزوقة، و24 يوم خلال شهر مارس بمحطة باب بودير.

شكل رقم 34: حدة التساقطات المطرية اليومية بالسفح الأطلسي



المصدر: إنجاز شخصي اعتمادا على معطيات وكالة حوض سبو ومديرية الفلاحة بتازة، 2019.

- أما القيم المنحصرة بين 50-99.9 ملم، فتشكل 7,9 % بمحطة تازة، 5,6 % بباب مرزوقة، 28,5 % بباب بودير، بحيث تكون شدتها ضعيفة في بداية الفترة الخريفية، غير أنها تتزايد تدريجيا لتبلغ أقصاها في شهر نونبر و دجنبر، و قدرت مقاييسها في شهر دجنبر بـ 579.5 ملم بتازة و 307 ملم بباب مرزوقة، تأتي هذه المقادير في مرتبة ثانية وذلك ب 1036 ملم بباب بودير في شهر دجنبر، لكن ابتداء من شهر يناير تبدأ شدة هذه الفئات المطرية في التراجع، حيث استمر إلى حدود شهر أبريل وبالتالي سجل

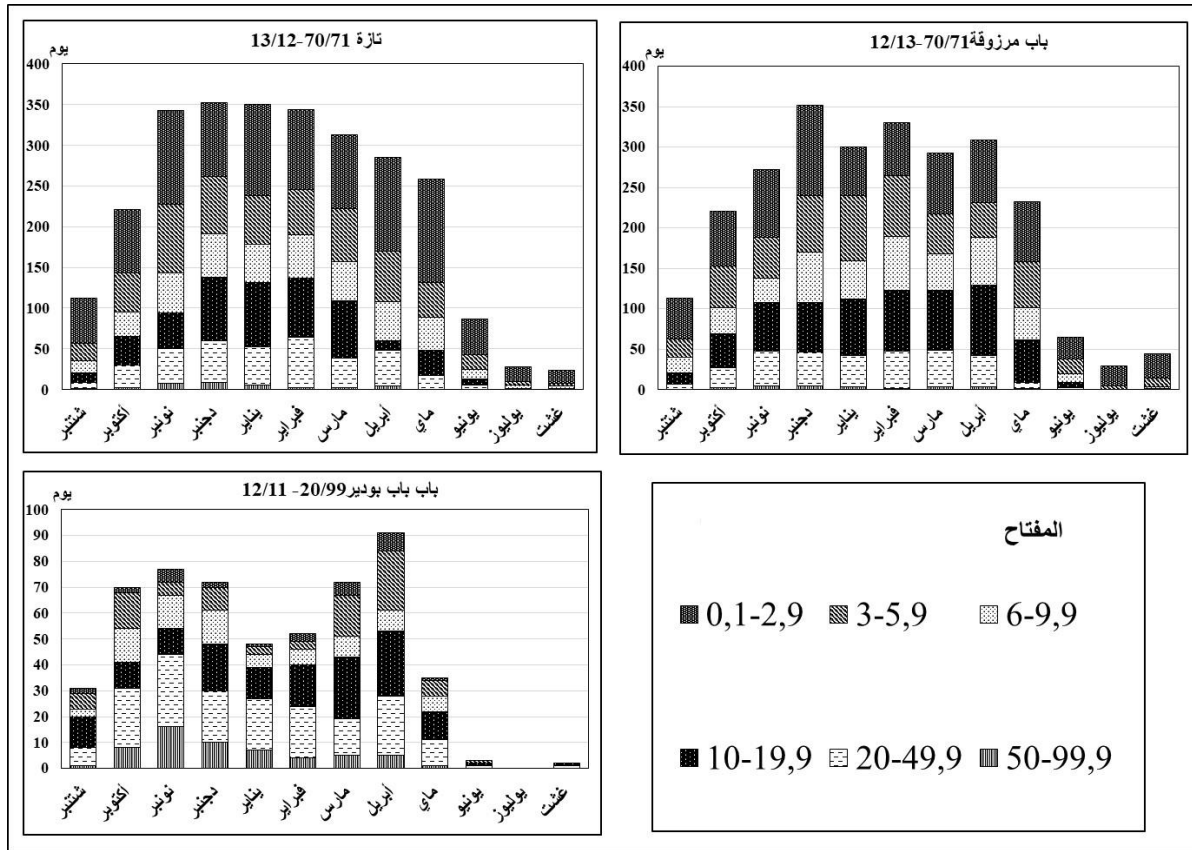
أدنى المقاييس، التي قدرت بـ 2016 ملم بمحطة تازة و 178 ملم بمحطة باب مرزوقة و 267 ملم بمحطة باب بودير. وعدد أيام هذه الفئة جاء في مرتبة ما قبل الأخيرة، حيث تراوحت نسبتها ما بين 1,2 % بتازة، 0,9 % بباب مرزوقة، 10% بباب بودير.

- وفيما يخص فئة الأمطار التي تتراوح بين 6-9,9 ملم، يلاحظ بأن ترددها يرتفع بشكل تدريجي مع بداية فصل الخريف، إلى حدود شهر مارس وتسجل أعلى القيم بشهر دجنبر، إذ تصل إلى 401 ملم بمحطة تازة، و 474 ملم بباب مرزوقة، وفي شهر نونبر بالنسبة لمحطتي باب بودير بـ 116 ملم. ومساهمتها في حدة التساقطات تبلغ 12 % بالمحطة الأولى، و 13,6 % بالثانية، و 18,4 % بالثالثة. كما تأتي عدد أيام هذه المقاييس في المرتبة الرابعة، إذ تغطي أياما يصل أقصاها إلى 53 يوم خلال دجنبر بتازة، و 66 يوم خلال فبراير بباب مرزوقة، ونسبها تراوحت بين 14,7 % بتازة و 16 % بباب مرزوقة، و 13,4 % بباب بودير.

- وفي المرتبة الخامسة تأتي الأصناف المطرية المتراوحة بين 3-5,9 ملم، وذلك بـ 8 % بمحطتي تازة و بباب مرزوقة، 2,1 % بباب بودير. إذ نلاحظ أن تعاقبها ضعيف في بداية الفترة الخريفية، ثم ترتفع تدريجيا لتبلغ أقصى قيمة في شهر نونبر ودجنبر، وقدرت في الشهر الأول بـ 305 ملم بمحطة تازة و 273 ملم بمحطة باب مرزوقة 34 ملم بمحطة باب بودير، هذه المقادير بقيت مرتفعة طيلة الشهور الموالية إلى أن انخفضت ابتداء من شهر يونيو وطيلة الفترة الجافة. كما احتلت هذه الفئة المرتبة الثالثة في معظم المحطات، باستثناء محطة باب بودير، وغطت بشكل كبير شهور الفترة الشتوية والربيعية، حيث وصلت إلى 70 يوم بمحطتي تازة و بباب مرزوقة خلال شهر دجنبر وقاربت نسبتها 19,9 % بمحطة تازة، 20,2 % بباب مرزوقة، 15,3 % بمحطة باب بودير.

- وفي الأخير نجد التساقطات المطرية المنحصرة في 0,1-2,9 ملم، تميزت بحاصل ضعيف مقارنة مع الأصناف المطرية الأخرى، وبهذا شكلت نسبها 4 % بمحطات تازة، باب مرزوقة، كما بلغت أعلى قيمة 131 ملم بمحطة تازة خلال شهر يناير و 189 ملم في نفس الشهر بمحطة باب مرزوقة، 2 ملم بمحطة باب بودير، وفي الشهور الموالية بقيت هذه المقادير مرتفعة إلى حدود انخفاضها في شهر يونيو في جميع المحطات. إن حدة هذه المقاييس غطت عدد كبير من الأيام طيلة السنة حيث أتت في مرتبة أولى، في معظم حوض إيناون باستثناء محطة باب بودير، خاصة خلال الفترة الشتوية والربيعية إذ وصل أقصاها في شهر نونبر إلى 115 يوم بمحطة تازة، وفي شهر دجنبر 112 يوم بمحطة باب مرزوقة، كما شكلت نسبها 35,2 % بمحطة تازة، 29,7 % بمحطة باب مرزوقة، 5 % بمحطة باب بودير.

شكل رقم 35: أيام التهاطل المطري بالسفح الأطلسي



المصدر: إنجاز شخصي اعتمادا على معطيات وكالة حوض سبو ومديرية الفلاحة بتازة ، 2019 .

و خلاصة القول نلاحظ هيمنة المقادير المطرية المنحصرة بين 20-49.9 ملم، من حيث مساهمتها في التساقطات المطرية السنوية، على امتداد الفترات المدروسة في محطات الحوض خاصة خلال الشهور الرطبة الممتدة من نونبر إلى أبريل، وذلك راجع لانفتاحها على المؤثرات المحيطية، الشيء الذي يجعلها تستقبل تساقطات كبيرة. ومن جهة أخرى فالأمطار اليومية العليا التي تفوق 50 ملم ترتفع نسبتها بمحطة باب بoudir خاصة في الفترة الشتوية والربيعية، مستفيدة من الارتفاع المهم والتوجيه الجيد للمؤثرات الجوية المحملة بالرطوبة. أما فيما يخص الزخات المتوسطة والخفيفة فيلاحظ تناميها في اتجاه السفوح، كما أنها حاضرة في الفصل الحار وذلك راجع إلى نشاط العواصف الرعدية المرتبطة بالمنخفض الصحراوي.

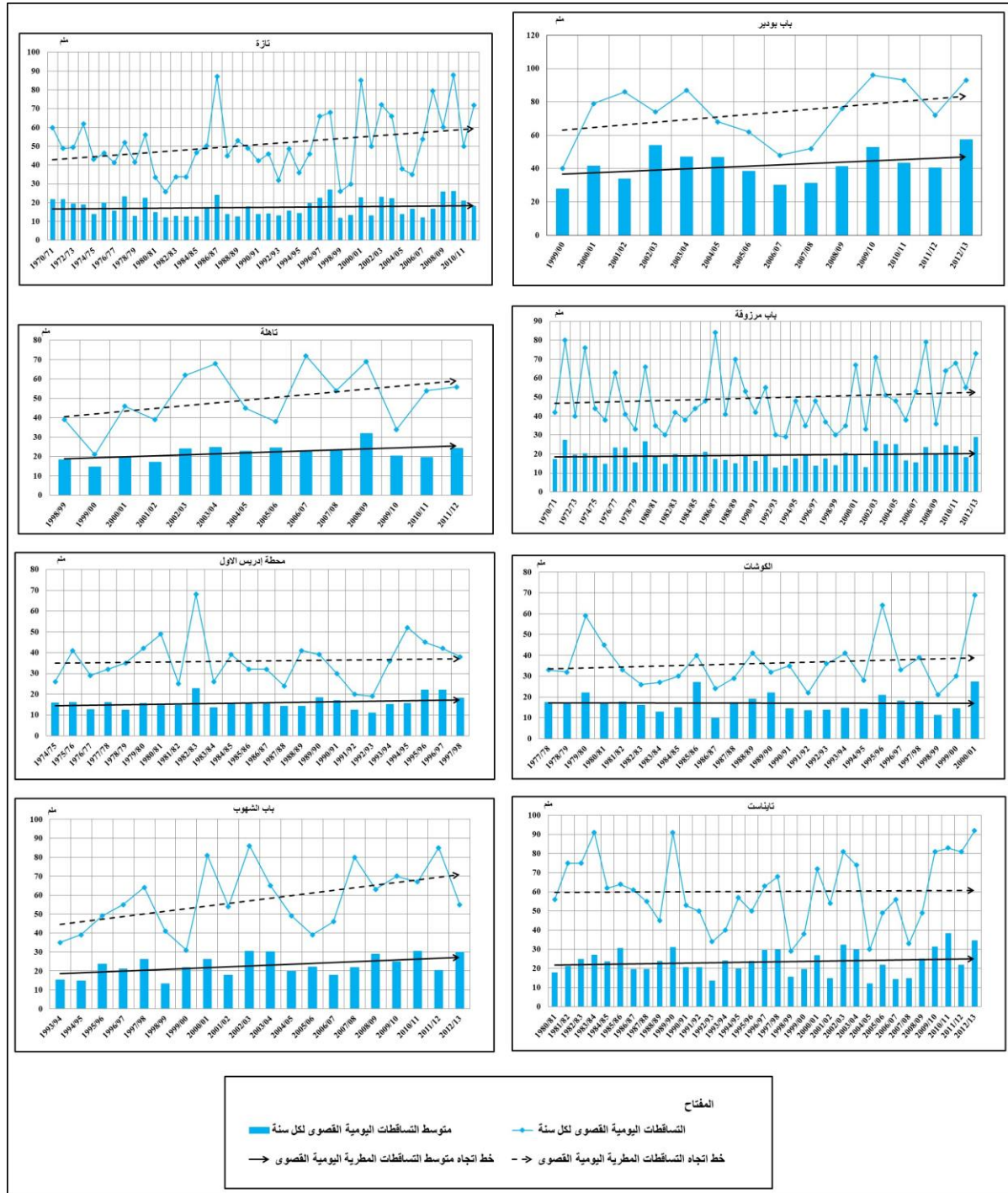
4.3. دراسة التساقطات المطرية القصوى بحوض إيناون

1.4.3. تتسم التساقطات المطرية اليومية القصوى بحوض إيناون بتغيرية كبيرة

انطلاقا من معطيات التساقطات المطرية اليومية القصوى المدروسة، تم رصد التغيرية السنوية لهذه التساقطات، بالنسبة لمحطتي تازة وباب مرزوقة، ووفقا للمعطيات الشكل 36 الذي يمثل معطياتها لكل سنة للفترة الممتدة من سنة 70-1971 إلى سنة 2012-11، وبهذا نسجل أن فترة السبعينات عرفت تزايدا في تردد القيم القصوى، إذ بلغت 80,2 ملم سنة 1971-72، و 376 ملم سنة 1974-73 بمحطة باب

مرزوقة، والملاحظ أيضا أن متوسطها مرتفع خلال هذه الفترة. كما ترتفع أيضا في محطة إدريس الأول والكوشات، وسجلت خلال سنة 1979-80، 42,3 ملم بالمحطة الأولى و59,4 ملم بالثانية.

شكل رقم 36: اتجاه التساقطات المطرية القصوى ببعض محطات إيناون



المصدر: إنجاز شخصي اعتمادا على معطيات وكالة حوض سيوومديرية الفلاحة بتازة ، 2019 .

وبالمقابل هناك انخفاض في التساقطات اليومية القصوى، خلال فترة الثمانينات باستثناء أعلى قيمة قصوى التي سجلت سنة 86-87 قدرت بـ 87,2 ملم بمحطة تازة و 84 ملم بمحطة باب مرزوقة و 89 ملم بمحطة تايناست، 40 ملم بمحطة الكوشات. والملاحظ أن هذه الفترة عرفت أيضا تراجع في تردد التساقطات اليومية القصوى، حيث استمر هذا التراجع إلى حدود سنة 1995-96، وابتداء من هذه السنة ازداد تردد القيم القصوى في معظم المحطات المدروسة، لتسجل أقصى مقاييسها سنة 96-97 بـ 48,7 ملم بمحطة باب مرزوقة و 68 ملم بمحطة تازة، 57 ملم بتاينسات، 52 ملم بمحطة إدريس الأول و 64 ملم بمحطة الكوشات، ثم بعد ذلك عرفت بعض الانخفاض خاصة خلال سنة 2005-06، لتعاود الارتفاع في السنوات التي تلت ذلك، وبهذا وصلت إلى أعلى قيمها سنة 2009-10 إلى 88,7 ملم بمحطة تازة و 64,7 ملم بمحطة باب مرزوقة، 81,4 ملم محطة تايناست، 96,3 ملم بمحطة باب بودير.

من خلال ما سبق يلاحظ أن قيم التساقطات المطرية القصوى، مرتفعة في مقدمة الريف (محطة تايناست) والأطلس المتوسط (باب بودير) نظرا لخصائصهما الجغرافية والطبوغرافية، بينما تصبح متوسطة في عالية الحوض (محطة تازة، باب مرزوقة، باب الشهبوب) وضعيفة في سافلتة (محطة الكوشات وإدريس الأول). ويرجع ذلك لارتفاعهما الضعيف. كما يتضح من خلال مستقيم اتجاه التساقطات المطرية القصوى ومتوسطها، أن هناك نزعة نحو ارتفاع قيمها خاصة في السنوات الأخيرة. وفي المرحلة الموالية سنحاول التأكد من ذلك من خلال اختبارات الانقطاع والاتجاه لمعرفة سنوات حدوث الانكسار ومدى أهمية ارتفاع قيمها.

2.4.3. تبين اختبارات الانقطاع والاتجاه وجود ارتفاع في قيم التساقطات المطرية القصوى اليومية

مكن تطبيق هذه الاختبارات على التساقطات المطرية اليومية القصوى، بالمحطات المدروسة خاصة التي تتوفر على سنوات قياس طويلة، النتائج المحصل عليها تم إدراجها في الجدول رقم 27 والشكل رقم 37، حيث يتأكد من خلالها أن هذه التساقطات عرفت انقطاعا، في قيمها اختلف تاريخه بين المحطات نظرا لاختلاف السلاسل الزمنية للتساقطات اليومية القصوى.

تم تحديد سنة 1995-96 تاريخ حدوث الانقطاع بهذه القيم بمحطة تازة، وسنة 1998-99 بالنسبة لباب مرزوقة ومحطة تايناست وباب الشهبوب، بينما توجد سنة 1981-82 بالنسبة لمحطة إدريس الأول وسنة 1986 بمحطة الكوشات، حيث اعتبارا من هذه السنوات بدأت التساقطات اليومية القصوى، تعرف ارتفاعا في قيمها في جميع المحطات حسب اختبار Mann kandell.

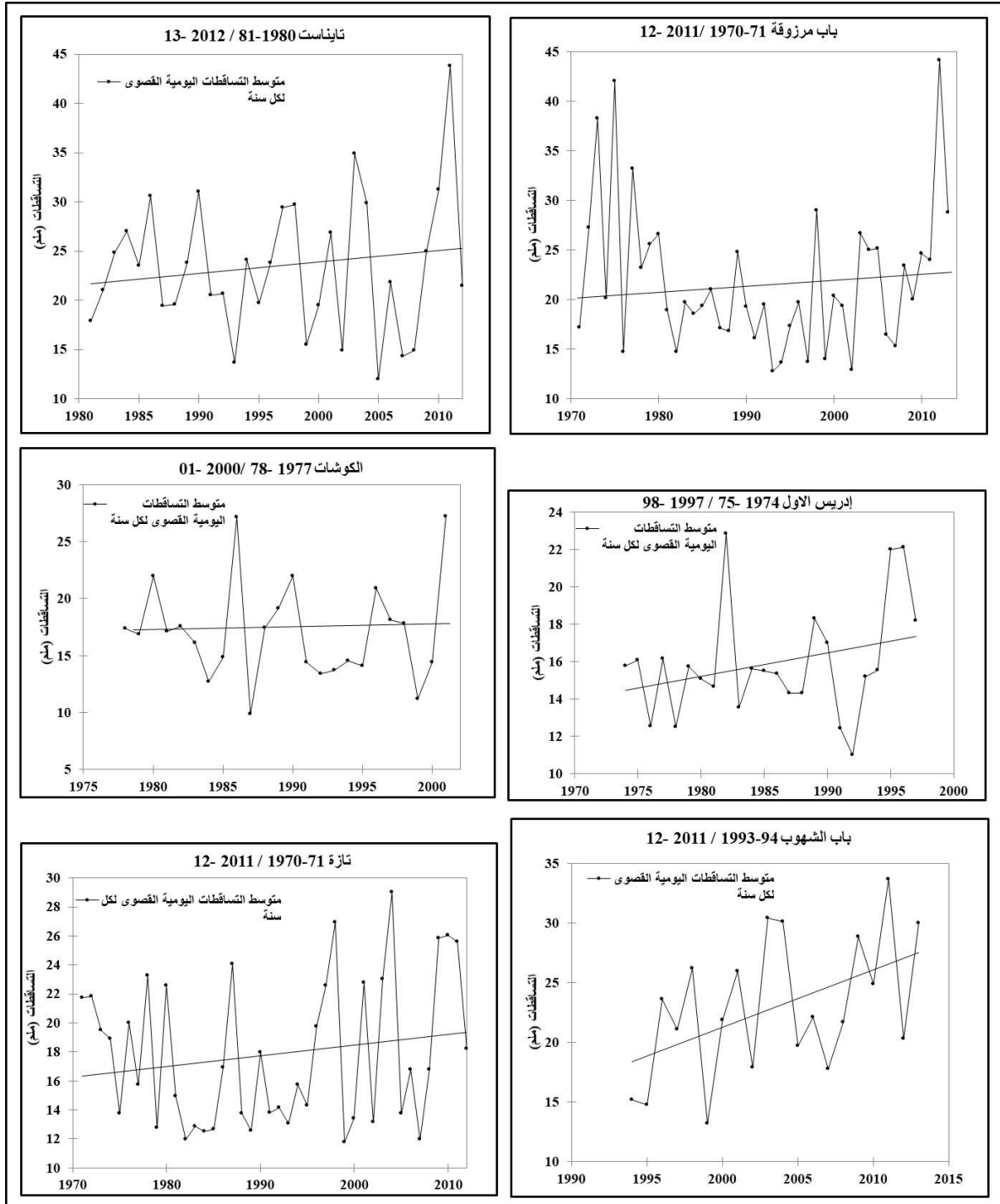
جدول رقم 27: اختبارات الانقطاع والاتجاه المطبقة على التساقطات المطرية اليومية القصوى ببعض محطات إيناون

المحطة المدروسة	الفترة	اختبار هابرت la segmentation d'Hubert	اختبار buishand	اختبار pettitt	اختبار Mann Kendall (عتبة الثقة 95%)
تازة	70-71/11-12	1996	1996	1996	0,058 (+)
باب الشهبوب	93-94/12-13	—	—	1998	0,50 (+)
تايناست	80-81/12-13	—	—	1998	0,082 (+)
باب مرزوقة	70-71/12-13	1998	1998	1998	0,016 (+)
سد إدريس الأول	75-74/97-98	—	1981	1981	0,088 (+)
الكوشات	77-78/20-01	—	—	1986	0,071 (+)

المصدر: إنجاز شخصي اعتمادا على معطيات وكالة حوض سبو ومديرية الفلاحة بتازة وبرنامج Khronostat و Excel stat ، 2019 .

هذا الارتفاع اختلفت نسبته من محطة إلى أخرى، حيث بلغت بعالية حوض إيناون 30 % بمحطة تازة و 25 % بمحطة باب مرزوقة، بينما في السافلة تراجعت إلى 20 % بمحطة الكوشات و 23 % بمحطة إدريس الأول، وأخيرا بلغت هذه النسبة 40 % بمحطة تايناست. من خلال هذه النتائج يلاحظ أن المناطق التي تستقبل كميات مهمة من التساقطات (السفح الأطلسي)، تعرف تزايدا في مقاييس التساقطات اليومية القصوى على عكس تلك التي تستقبل كميات متوسطة.

شكل رقم 37: اختبار الاتجاه Mann kandell للتساقطات المطرية اليومية القصوى ببعض المحطات المدروسة



المصدر: إنجاز شخصي اعتمادا على معطيات وكالة حوض سبو ومديرية الفلاحة بتازة وبرنامج Excel stat ، 2019.

خلاصة الفصل الثالث

مكننا دراسة التساقطات المطرية اليومية، الخروج بالنتائج التالية:

- يلاحظ أن من بين مظاهر التراجع المطري، الذي عرفه حوض إيناون منذ نهاية السبعينيات، انخفاض عدد الأيام المطيرة، خاصة في المحطات المتواجدة في عالية الحوض، وفي السافلة والتي توجد على ارتفاعات

ضعيفة، على عكس المناطق المرتفعة من الحوض. ومن بين الشهور التي تقلص فيها عدد الأيام الرطبة، نجد شهر مارس.

- تبين أن الأصناف المطرية الأقل من 19,9 ملم هي الأكثر ترددا وحاصلها المطري ضعيف، مقارنة مع المقادير المطرية المنحصرة بين 20-49.9 ملم، وهي الأكثر مساهمة في التساقطات المطرية السنوية، بينما بمحطات السفح الأطلسي نلاحظ هيمنة المقادير المطرية المنحصرة بين 20-49.9 ملم، من حيث مساهمتها في التساقطات المطرية السنوية، على امتداد الفترات المدروسة في محطات الحوض خاصة خلال الشهور الرطبة الممتدة من نونبر إلى أبريل.

- سجل تزايد في تردد التساقطات المطرية اليومية القصوى وفي قيمها خاصة بعد سنة 1995-96، كما كان هذا التزايد ملحوظا بالمحطات التي تتميز بتوجيه جيد لسفوحها كمحطة تازة وباب مرزوقة.

خاتمة القسم الثاني

انطلاقاً من الدراسة التحليلية للتساقطات المطرية السنوية اتضح أن حوض إيناون، يعرف تغيرية قوية على المستوى المجالي. فالمناطق المنتمية للأطلس المتوسط والريف، تستقبل كميات مهمة من التساقطات المطرية على عكس المحطات المتواجدة بسافلة الحوض وعاليته. أما على المستوى الزمني يلاحظ تردد سنوات الجفاف بكثرة على حساب السنوات الرطبة. كما تسير التساقطات المطرية في اتجاه التناقص في جل المحطات المدروسة منذ نهاية السبعينيات، لكن ما نستخلصه هو صعوبة الحسم في هذا الأمر رغم الوصول إلى هذه النتيجة ووجود بعض الدراسات التي تؤكد ذلك.

أما على المستوى الفصلي تسجل جميعها، بدون استثناء، تذبذباً في كميات الأمطار التي تتلقاها سنوياً. ففصل الشتاء ينفرد بانخفاض محسوس في هذه التغيرية، يليه في ذلك فصل الربيع في المرتبة الثانية. فيما يخضع فصل الخريف لأقوى درجات التغيرية المطرية. من جهة أخرى تراجعت التساقطات المطرية الشهرية لفصلي الشتاء والربيع لأكثر من النصف، في المجالات المنخفضة والمخبأة (عالية وسافلة الحوض). لكن في المحطات الجبلية بحكم ارتفاع كمية التهاطل، تنخفض نسبة هذا التراجع، كما بلغت حدة هذا التراجع في شهري مارس وأبريل. وهذا ما أثر على نظام التهاطل بحوض إيناون حيث بدأ في الانتقال من فصلين مطيرين في السنة، إلى فصل مطير يمتد من نونبر إلى فبراير.

على مستوى الأمطار الشهرية، يعتبر شهري دجنبر ويناير أقل الشهور تعرضاً للتذبذب المطري. كما يلاحظ أيضاً أن درجة التباين في كميات الأمطار الشهرية تقل نسبياً في المناطق الجبلية التابعة لمجال الدراسة، مقارنة بما هي عليه في عالية الحوض. من ناحية أخرى تبرز التساقطات المطرية الشهرية المحتملة اختلافاً واضحاً بين مقاييس النسب الدنيا والعليا خاصة أثناء الفترة الرطبة من السنة، مما يدل على وجود تناقص بارز في الكميات المطرية بين شهور الفترة المدروسة. ولقد نتج ذلك عن الاتجاه نحو التناقص الذي أصبحت تعرفه التساقطات المطرية المسجلة بحوض إيناون منذ نهاية سبعينيات القرن الماضي. إضافة إلى ذلك يلاحظ تناقص في عدد أيام التهاطل نتيجة توالي سنوات الجفاف. كما يغلب على الأيام المطيرة زخات متوسطة منحصرة بين 20-49.9 ملم خاصة في الفترة ما بين نونبر وفبراير، وفي المقابل نسجل تزايد تردد التساقطات المطرية اليومية القصوى خاصة في السنوات الأخيرة، وذلك منذ 1995-96 وصاحب ذلك ارتفاع في قيمها خاصة في المحطات الموجهة للمؤثرات الرطبة.

القسم الثالث:
خصائص التصريف الهيدرولوجي لحوض إيناون

مقدمة القسم الثالث

تعتبر الهيدرولوجيا من أهم فروع الجغرافية الطبيعية، ويطلق عليها أيضا إسم (علم الماء) الذي يختص بدراسة مياه الأرض من حيث (حركتها، وجودها، توزيعها، خصائصها الكيميائية والفيزيائية.... إلخ) ويحدد (Laborde, 2000) الهيدرولوجيا بمعناها الواسع في دراسة دورة الماء. على العموم فكلمة هيدرولوجيا هي كلمة شاملة تضم مجموعة من الفروع (علم المناخ، الهيدرولوجيا السطحية، الهيدروجيولوجيا،.... إلخ). إلا أن ما يهمنا نحن في هذه الدراسة، هي الهيدرولوجيا السطحية، باعتبارها العلم الذي يعالج على وجه الخصوص كل حركات المياه سواء على مستوى الكمية والكيفية للجريان السطحي. لهذا فبعد الدراسة المناخية التي أجريناها على مجال البحث، والتي شكلت عتبة مهمة مكنت من الاضطلاع على أهم الخصائص المناخية المميزة لمجال الدراسة، وبتالي التعرف على أهمية الموارد المائية التي يستقبلها الحوض.

يتوفر مجال دراستنا على شبكة مائية مهمة وكثيفة، إذ يشكل واد إيناون المجرى الرئيسي داخل الحوض، ويتغذى على مجموعة من الأودية التي تنقسم إلى أودية ذات جريان دائم، وأخرى تبقى موسمية. ولعل أبرزها واد لحضر وواد الأربعاء، التي تعتبر من بين روافده الأساسية. وبناءا عليه تكتسي دراسة البعد المكاني والزمني للتغذية الهيدرولوجية فائدة كبيرة، فهي أولا تمكن من ضبط الكيفية التي يتوزع بها الصبيب عبر حوض إيناون، وثانيا يمكن أن تشكل قاعدة لوضع مشاريع مستقبلية للتخفيف من المخاطر المرتبطة بها لاسيما الجفاف والامتطاحات، ويتأتى ذلك عن طريق تحديد المناطق المنتمية للحوض والمهددة بهذه الآفات، والتي ينبغي إعطاؤها الأهمية في أعمال الإعداد والتهيئة في ميادين توفير المياه وكذا الوقاية من الفيضانات.

إذن بعد التعرف على خصائص التغيرية الزمنية والمجالية للتساقطات المطرية بحوض إيناون، والتي من بين سماتها وجود تباينات مجالية في التهاطل داخل الحوض، والمرتبطة أساسا بالوضعية الطبوغرافية، وكذلك وجود تراجع في قيم التساقطات المطرية منذ نهاية سبعينيات القرن الماضي، كل هذا سيؤدي لا محالة إلى تغيير معدلات الصبيب السنوية، الشهرية واليومية على المستوى المكاني والزمني؛ حيث يخضع الجريان السطحي للمياه داخل حوض هيدرولوجي إلى تفاعل العوامل الفيزيائية والجغرافية، والتي تتمثل في طبيعة السطح خاصة من خلال الانحدارات، التركيب الصخري، الغطاء النباتي... إلخ، مع العناصر المناخية، لا سيما التساقطات والحرارة، حيث يبرز تأثيرها على نمط الجريان والنظام الهيدرولوجي للأودية، وذلك بتذبذب كميات الصبيب المتدفق مجاليا وزمنيا.

ويتميز مجال دراستنا بوجود جزء منتمي لمقدمة الريف، ذو طبيعة صخرية المكونة أساسا من الصلصال ومتميزة بضعف النفاذية، مما يؤثر على الموارد الجارية، نظرا لانعدام منابع تغذي الأودية

التابعة لهذا المجال، وجزء آخر ينتهي للأطلسي المتوسط، الذي يتكون من الكلس ويتسم بارتفاع النفاذية مما يجعل أودية هذا المجال دائمة الجريان، كما أن تركيز التساقطات المطرية وتزايد طول فترات الجفاف المناخي خلال السنة، ساهم بدوره في تقلص المياه الجارية فوق المجال. ولتبيان العجز المطري في واد إيناون، سنعمل على دراسة صيبه السنوي والشهري واليومي. وكذا الوقوف على تغيريته الزمنية والمكانية، من خلال تبين اتجاهه والانقطاع الذي عرفه الصبيب، للوقوف على الخلل الذي أحدثه تراجع التساقطات المطرية، على النظام الهيدرولوجي بحوض إيناون. وفي الأخير سنقوم بحساب الفرشة المائية المتساقطة والجارية، لمعرفة عجز الجريان والعوامل المتدخلة فيه.

الفصل الأول:

يعرف الصبيب السنوي بحوض إيناون تغيرية

زمنية ومكانية كبيرة

مقدمة

مما لا شك فيه أن التغيرية المطرية السنوية، الذي شهدها حوض إيناون خلال الفترة المدروسة، وما واكبها من تناقص في الهطول المطري داخل الحوض، الذي بينا أهميته في القسم الثاني، سيكون له انعكاس كبير على الموارد المائية الجارية، التي بدورها يمكن أن تعرف تراجعاً كبيراً. هذا ما سوف نوضحه من خلال دراسة الصبيب المائي بالحوض مع تقدير الخصائص المسجلة على المستوى السنوي والعوامل المتحكمة في ذلك.

1.1. يعرف متوسط الصبيب تعاقب فترات الوفرة والندرة المائية

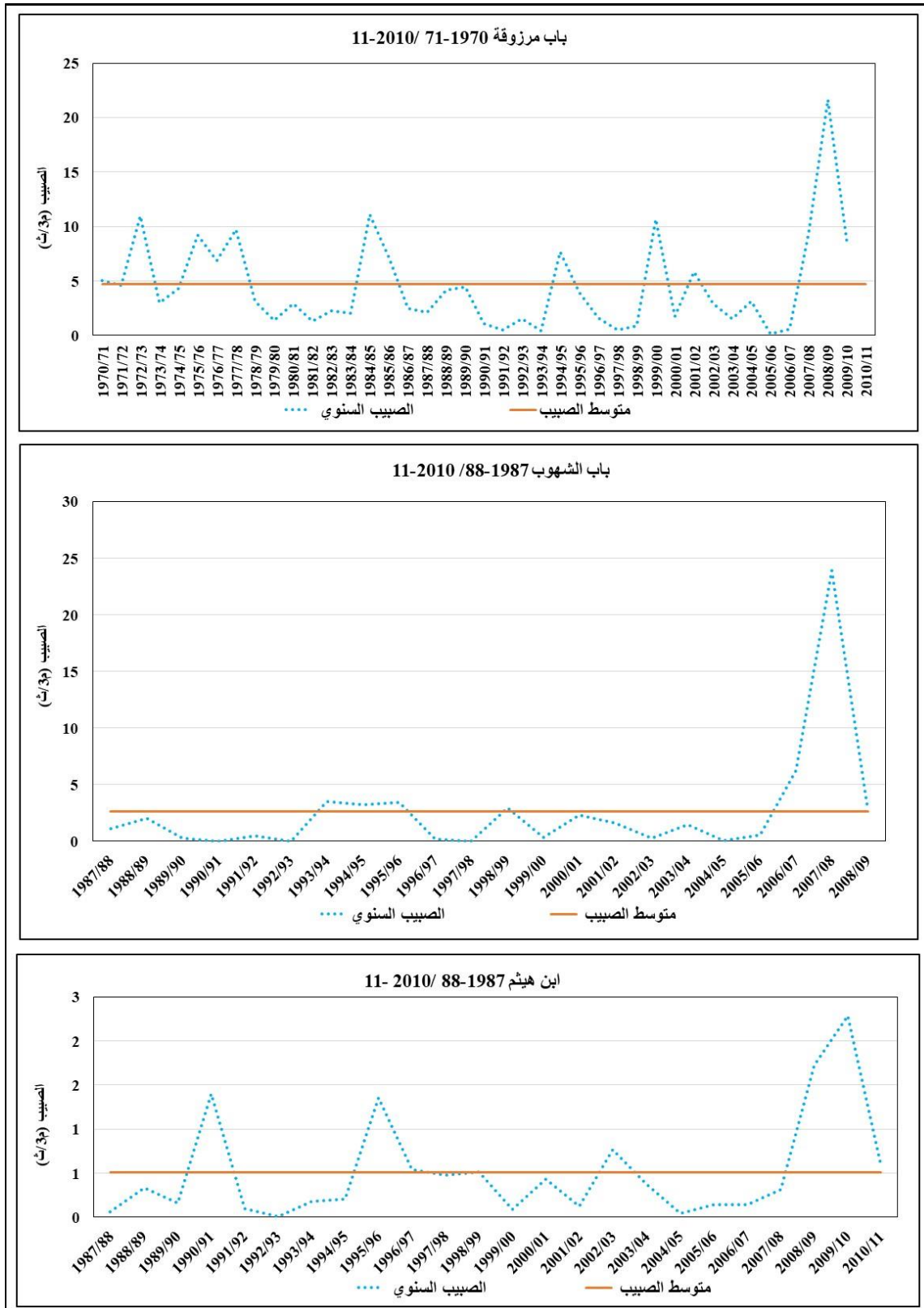
في هذا الصدد حاولنا تتبع المسار الزمني لمتوسط الصبيب السنوي، لمعرفة التغيرية السنوية التي تطبع مختلف المحطات المدروسة، على امتداد فترات القياس المعتدة، كما سيتمكن من تحديد الاتجاه العام للصبيب والسنوات التي تتسم بانخفاض وارتفاع قيم الصبيب.

1.1.1. متوسط الصبيب بمحطات حوض إيناون الأعلى

بعالية حوض إيناون ومن خلال الشكل رقم 36، الذي يبرز التغيرية البيسنوية للصبيب بمحطة إبن هيثم، باب الشهبوب وباب مرزوقة، ونظراً لكون المحطة الأولى والثانية لها سلسلة قياس قصيرة المدة (1988-89 / 2012-13)، سنعتمد عليها بصفة أقل، بينما سنعتمد أكثر على محطة باب مرزوقة التي تغطي فترة قياس طويلة (1970-71 / 2010-11). وبمعاينة الشكل رقم 38 يلاحظ وجود ثلاث فترات واضحة المعالم خاصة بمحطة باب مرزوقة، الفترة تبتدأ من 1970-71 وتنتهي سنة 1979-80، تجاوز فيها صبيب السنوي متوسط صبيب الفترة المدروسة كما تميزت بالوفرة المائية، حيث وصل إلى أقصى مستوياته سنة 1973-74 بـ $10,97 \text{ م}^3/\text{ث}$. الفترة الثانية ابتدأت من 1980-81 وانتهت سنة 1994-95 عرف خلالها الصبيب البيسنوي انخفاضاً على المتوسط، حيث اتسمت بتراجع الموارد الجارية بفعل استقرار أوضاع الجفاف المناخي خلالها، ليصل إلى أدنى مستوى له سنة 1994-95 وذلك بـ $0,46 \text{ م}^3/\text{ث}$ بمحطة باب مرزوقة، بـ $0,5 \text{ م}^3/\text{ث}$ سنة 1992-93 في محطة باب الشهبوب، $0,1 \text{ م}^3/\text{ث}$ بمحطة إبن هيثم خلال نفس السنة. وكحد أقصى بلغ الصبيب في هذه الفترة $11,1 \text{ م}^3/\text{ث}$ سنة 1985-86 بمحطة باب مرزوقة، نظراً لكون هذه السنة تميزت بارتفاع معدلات التساقطات المطرية. أما الفترة الثالثة والممتدة من سنة 1995-96 إلى سنة 2010-11 تميزت بالتناوب، ما بين السنوات التي تعرف ارتفاعاً في الصبيب والأخرى التي تعرف انخفاضاً فيه، حيث كان هناك نوع من التوازن بينها لاسيما بمحطة باب مرزوقة، وبهذا وصل الصبيب إلى أقصى مستوياته سنة 2009-10 بـ $21,3 \text{ م}^3/\text{ث}$ بمحطة باب مرزوقة، $23,3 \text{ م}^3/\text{ث}$ بمحطة باب الشهبوب،

2,29 م³/ث بمحطة ابن هيثم. وهناك حد أقصى ثانوي سجل سنة 2000-01، بلغ 10.6 م³/ث بمحطة باب مرزوقة، و 1.4 م³/ث بإبن هيثم و 3.5 م³/ث بمحطة باب الشهب 1995-96.

شكل رقم 38: المسار السنوي لمتوسط الصبيب بعالية حوض إيناون



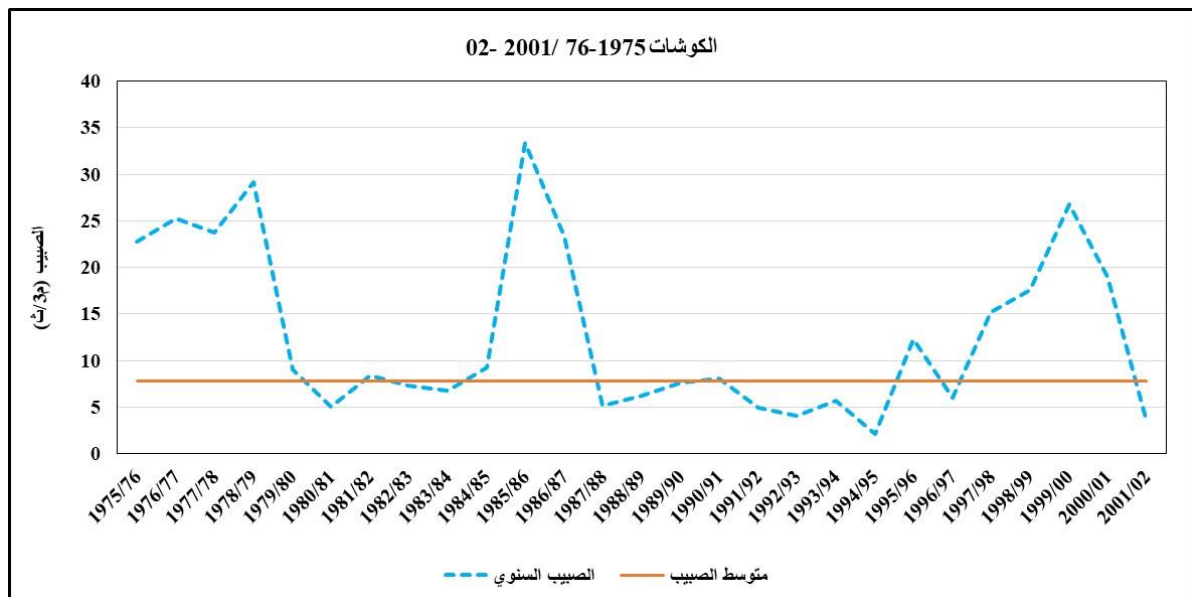
المصدر: إنجاز شخصي اعتمادا على معطيات وكالة حوض سبو، 2018.

والمقاييس الدنيا خلال هذه الفترة، تراوحت ما بين 0,16 م³/ث بمحطة باب مرزوقة و0,1 م³/ث باب الشهب سنة 07-2006 و0,04 م³/ث سنة 05-2004 بمحطة ابن هيثم. عموما يعرف الصبيب بعالية الحوض تغيرية كبيرة بين السنوات، نظرا لوجود التربة الصلصالية التي لا تسمح بتخزين الماء، الذي يمكن أن يدعم الجريان خلال السنوات الجافة من جهة، ومن جهة أخرى نظرا لتعاقب سنوات الجفاف المناخي.

2.1.1. متوسط الصبيب بسافلة الحوض (محطة الكوشات)

في سافلة الحوض ومن خلال محطة الكوشات، يلاحظ من خلال الشكل رقم 39 أن الصبيب يعرف تغيرية مابين قيم عليا وأخرى دنيا، وفي بعض السنوات يعرف بعض الاستقرار وتطغى عليه قيم قريبة من المتوسط، ويرجع ذلك إلى تواجد عيون في الهضاب الكلسية على الضفاف الجنوبية، لمجرى إيناون التي تحتفظ بالمياه المتسربة إليها حيث تساعد على انتظام الجريان. وعلى غرار عالية الحوض يتضح أن متوسط الصبيب بمحطة الكوشات يأخذ ثلاث فترات، الأولى (76-1975 / 81-1980) تميزت بتسجيل قيم مرتفع حيث وصل الصبيب إلى أقصى مستوياته سنة 1977-78 بـ 29.2 م³/ث، الثانية امتدت من سنة 1981-82 إلى 1994-95، سجل فيها الصبيب قيم أقل من المتوسط، بفعل الجفاف المناخي الذي خيم على هذه الفترة، هذا مع وجود بعض السنوات الاستثنائية كسنة 1985-86 و1986-87 التي سجل بهما على التوالي 33,3 م³/ث و23,2 م³/ث، وخلال هذه الفترة بلغ الحد الأدنى للصبيب 4,07 م³/ث سنة 1992-93.

شكل رقم 39: المسار السنوي لمتوسط الصبيب بسافلة حوض إيناون



المصدر: إنجاز شخصي اعتمادا على معطيات وكالة حوض سبو، 2018.

أما الفترة الثالثة (1995-96 / 2000-01) فاتسمت بعودة ارتفاع الصبيب، في معظم السنوات نتيجة التساقطات المطرية المهمة التي سجلت خلال هذه الفترة، حيث بلغت أقصى قيمه 26,8 م³/ث سنة 1999-2000، بينما أدناها وصل إلى 6 م³/ث.

2.1. يعرف معامل التغيرية اختلافا بين المحطات المدروسة

يتسم التطور الزمني للصبيب بحوض إيناون، بعدم الانتظام في جميع المحطات المدروسة، حيث تتفاوت التغيرية المكانية بين المحطات من العالية في اتجاه السافلة، ويرتبط ذلك بتعاقب الفترات الرطبة والجافة على الحوض. والجدول رقم 28 يوضح خصائص الجريان المائي بالمحطات المدروسة.

جدول رقم 28: بعض خصائص الجريان المائي بالمحطات المدروسة

باب مرزقة	الكوشات	إبن هيثم	باب الشهبوب	
4,8	12,9	0,6	2,8	متوسط المتوسط (م ³ /ث)
4,5	9,2	0,6	5,1	الانحراف المعياري (م ³ /ث)
21,6	33,4	2,3	23,9	القيمة القصوى (م ³ /ث)
0,2	2,1	0,1	0,1	القيمة الدنيا (م ³ /ث)
93,9	71,4	107,2	179,9	معامل التغيرية (%)

المصدر: إنجاز شخصي اعتمادا على معطيات وكالة حوض سبو، 2019.

تنعكس التغيرية المكانية والزمنية الكبيرة التي تعرفها التساقطات المطرية، بحوض إيناون على الصبيب بكل محطة، حيث يصل متوسط الصبيب السنوي إلى 12.9 م³/ث بمحطة الكوشات، 4.5 م³/ث بمحطة باب مرزوقة، 2.8 م³/ث بباب الشهبوب و 0.6 م³/ث بإبن هيثم، مما ينعكس على معامل التغيرية الذي يرتفع بالمحطات ذات الصبيب الضعيف (179 % بمحطة الكوشات و 107 % بمحطة ابن هيثم) وينخفض في المحطات ذات الصبيب المرتفع (71.4 % بمحطة الكوشات، 93.9 % بباب مرزوقة). هذا الاختلاف بين المحطات ناتج أيضا عن خصائص المجرى، الذي تقوم بقياسه كل محطة، بحيث فبمحطة الكوشات تعرف صبيبا مرتفعا نظرا لوجودها بسافلة واد إيناون، إذ تستقطب جل الروافد الريفية والأطلسية لحوض إيناون. بينما يضعف الصبيب بمحطة باب مرزوقة التي تصرف فقط جزءا من عالية الحوض. أما بالأحواض الفرعية الريفية فيقل الصبيب عن 0.6 م³/ث.

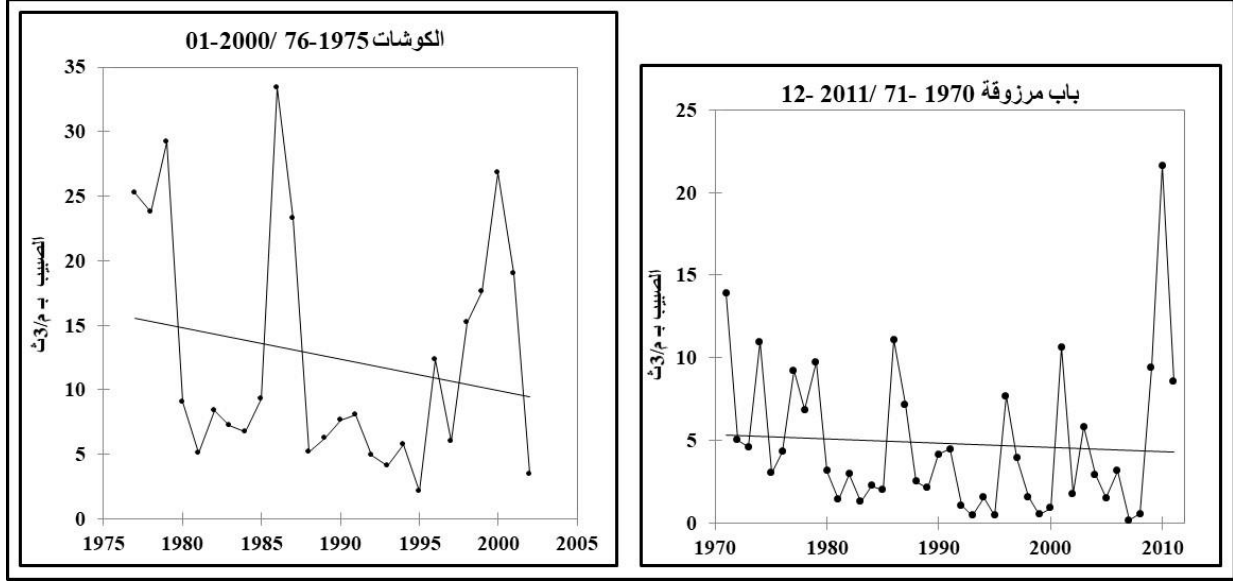
3.1. يبرز التطور الزمني تدني متوسط الصبيب السنوي بحوض إيناون

من خلال دراستنا للتساقطات المطرية السنوية بحوض إيناون، تبين أنها تتجه للانخفاض في الفترة المدروسة، هذا من دون شك سيكون له تأثير على الصبيب بأودية الحوض، ولمعرف هذا التأثير سنعتمد على اختبارات الانقطاع والاتجاه المعتمدة سابقا.

1.3.1. تبين اختبارات الانقطاع والاتجاه وجود انخفاض في الصبيب السنوي

لتقييم مدى أهمية الانخفاض الذي شاب متوسطات الصبيب السنوي بحوض إيناون، تم تطبيق اختبارات الانقطاع والاتجاه التي سبق وأن تطرقنا لمنهجيتها في الفصول السابقة، والنتائج المحصل عليها تم إدراجها في الجدول رقم 29 والشكل رقم 40 والملحق رقم 3، ويلاحظ من خلالها أن هناك تطابق في سنة حدوث الانقطاع ما بين التساقطات المطرية السنوية والصبيب السنوي بحوض إيناون، ما يدل على تراجع التهاطل ابتداء من سنة 1979 حيث كان سببا في تقلص الموارد المائية الجارية بمختلف أودية مجال الدراسة.

شكل رقم 40: اختبارات الاتجاه للصبيب السنوي بالمحطات المدروسة



المصدر: إنجاز شخصي اعتمادا على معطيات وكالة حوض سبو وبرنامج Khronostat ، 2019.

هذا التراجع قدره 46,3% بمحطة باب مرزوقة في الفترة 71-1970 / 79-178 و 80-1979 / 12-2011 وبـ 57,5% بمحطة الكوشات في الفترة ما بين 76-1975 / 80-1979 و 81-1980 / 02-2001، حسب اختبار الاتجاه Mann kendall اتضح أن هناك نزعة نحو انخفاض متوسطات الصبيب السنوية بالمحطتين، وذلك بشكل ملحوظ في محطة باب مرزوقة. على عكس محطة الكوشات نجده أقل، نظرا لكون هذه المحطة التي تستفيد من صبيب العيون المتواجدة في الأطلس المتوسط والتي تقوم بدعم الجريان في مختلف الأوقات. في حين يلاحظ ارتفاع في مقاييس الصبيب بمحطتي باب الشهبوب وابن هيثم لأنهما يغطيان فترة قصيرة لا تسمح بتحديد سنة الانقطاع، كما أن السنوات الأخيرة 2007-2009 / 08-2010 تميزت بوفرة في المياه الجارية، نظرا لتلقي هذه السنوات تساقطات مطرية مهمة أثرت على اختبار الاتجاه.

جدول رقم 29: اختبارات الانقطاع والاتجاه للصبيب بمحطات حوض إيناون

اختبار Mann Kendall (عتبة الثقة 95%)	اختبار pettitt	اختبار buishand	اختبار هابرت la segmentation d'Hubert				الفترة	المحطة المدروسة
			الانحراف المعياري	المتوسط	نهاية السلسلة	بداية السلسلة		
(-) 0,074	1979	1979	3,65	7,514	1979	1970	70-71/11-12	باب مرزوقة
			4,465	4,03	2012	1980		
(-) 0,255	1979	1979	2,81	25,27	1979	1976	75-76/01-02	الكوشات
			8,14	10,73	2002	1980		
(+) 0,383	-	-	-	-	-	-	88-89/11-12	باب الشهبوب
			-	-	-	-		
(+) 0,302	-	-	-	-	-	-	88-89/11-12	إبن هيثم
			-	-	-	-		

المصدر: إنجاز شخصي اعتمادا على معطيات وكالة حوض سبو وبرنامج Khronostat و Excel stat ، 2019.

2.3.1. تبين طريق CUSUM وجود انخفاض في متوسطات الصبيب السنوي

لتبيان التطور الزمني لمتوسطات الصبيب اعتمدنا أيضا على اختبار CUSUM (النطاق الترددي للمتوسطات الصبيب السنوي)، التي من أهدافه تحديد عدم التجانس في السلاسل الزمنية للصبيب، وأيضا تحديد تعاقب الفترات الجافة و الرطبة (Lang, 2007) وتاريخها، معتمدة على مجال الثقة (bande Cjx passante) (François et al , 1993)، هذه الطريقة مستمدة من التراكم البسيط، تقوم بحساب القيمة Cj لكل سنة، هذه الأخيرة تعبر عن مجاميع الانحراف المعياري والتي ترسم على شكل منحني، ويتم حساب هذه القيمة باتباع القاعدة التالية :

$$C_j = \sum_{i=1}^N (X_j - \bar{X})$$

حيث أن:

Xj: متوسط الصبيب السنوي (module annuel)؛

$\bar{X}$: متوسط الصبيب السنوي للفترة المدروسة؛

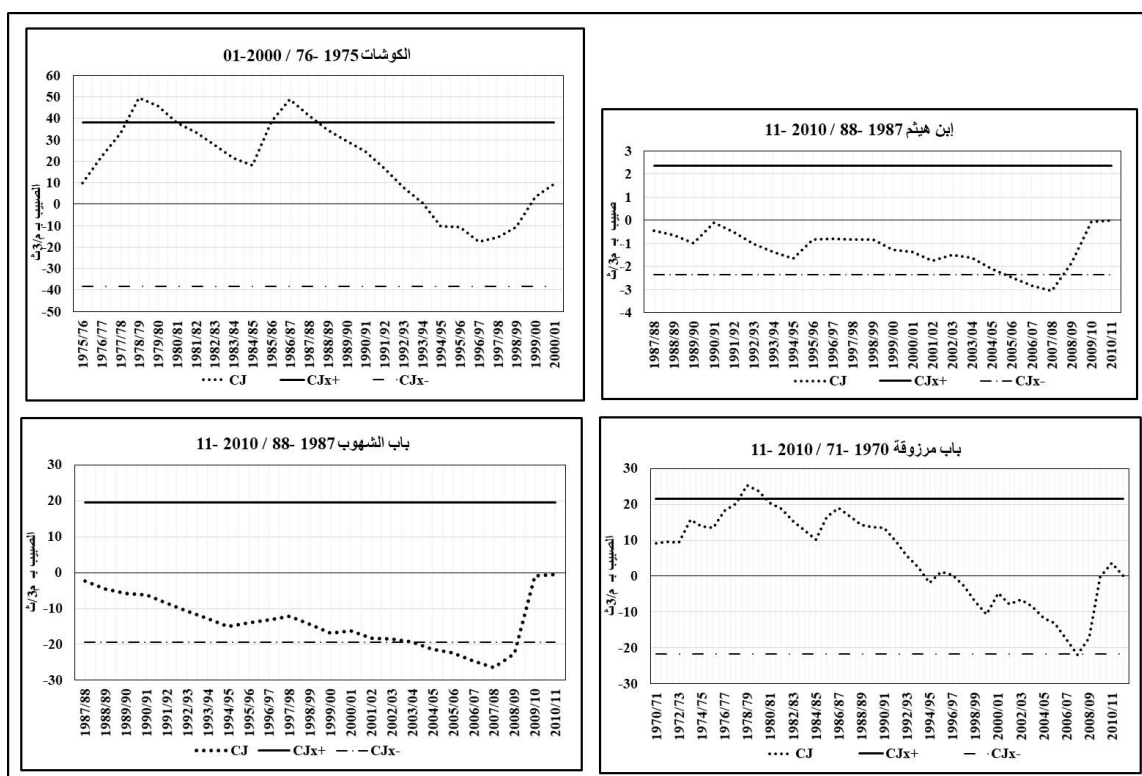
N: عدد السنوات المدروسة.

نتائج هذا الاختبار ممثلة في الشكل رقم 41، التي تبين أن المتغير Cj (متوسط الصبيب السنوي):

- مر بثلاث مراحل في محطة باب رزوقة المرحلة الأولى، رطبة تبتدأ من سنة 1970-71 وتنتهي 1979-80 (10 سنوات)، و المرحلة الثانية جافة تمتد من سنة 1980-81 إلى 2006-07 والثالثة (26 سنة) رطبة تمتد من سنة 2007-08 إلى 2011-12 (4 سنوات) .

- بمحطة الكوشات مر بأربعة مراحل الأولى رطبة، من سنة 1975-76 إلى سنة 1979-80 (4 سنوات) الثانية الجافة تبدأ بسنة 1981-82 و تنتهي بسنة 1985-86 (5 سنوات)، المرحلة الثالثة رطبة من سنة 1986-87 إلى سنة 1996-97 (10 سنوات)، والرابعة جافة تمتد من سنة 1997-98 إلى سنة 2000-01 (4 سنوات).
- بمحطتي ابن هيثم وباب الشهب مر بمرحلتين الأولى جافة ابتدأت بسنة 1987-88 وانتهت 2006-07 حيث دامت 19 سنة ومرحلة جافة امتدت من سنة 2007-08 إلى سنة 2011-12 (4 سنوات)

شكل رقم 41: اختبار CUSUM المطبق على المحطات المدروسة



المصدر: إنجاز شخصي اعتمادا على معطيات وكالة حوض سبو، 2019.

إذن تجمع المناهج المعتمدة في دراسة الصبيب، أن هناك نزعة عامة نحو الانخفاض في الصبيب السنوي، وذلك ناتج عن التراجع الذي عرفته التساقطات المطرية منذ السبعينيات، مما سيكون له تأثير على الموارد المائية بحوض إيناون في الوقت الحاضر ومستقبلا.

4.1. دراسة قيم الصبيب السنوي الأقصى ودرجة ترددها

تعرف المجاري المائية لحوض إيناون من حين آخر تردد القيم القصوى، التي تختلف حسب حجمها إذ تتحكم فيها تغيرية مقادير التساقطات المطرية، وبهذا تكون تارة ضعيفة وتارة أخرى قوية، بناء على هذا سنعمد إلى دراسة تغيريتها والقيم الأكثر تعاقبا بالمحطات المدروسة، وكذا الشهور التي تعرف ترددها على امتداد الفترة المدروسة.

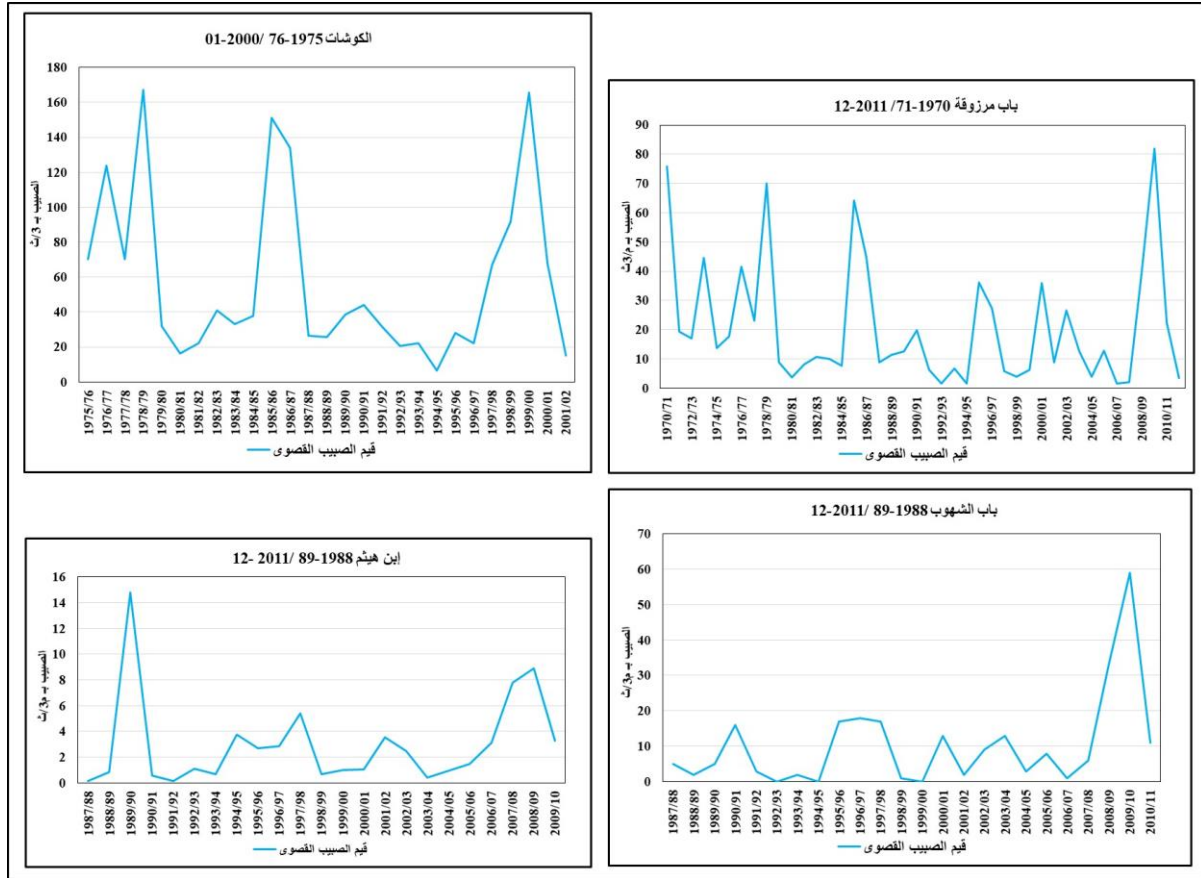
1.4.1. ترددات قيم الصبيب القصوى السنوية

لتحليل ترددات قيم الصبيب القصوى السنوية، في خطوة أولى بدأ الأمر باستخراج هذه القيم للمحطات المدروسة (شكل رقم 42)، التي تدل على قوة الجريان المائي بأودية الحوض المدروس. وعلى مستوى النتائج، يلاحظ تذبذب القيم العليا للصبيب السنوي من سنة للأخرى، مما ساهم في وجود اختلافات كبيرة ما بين السنوات المكونة للسلاسل الإحصائية، الشيء الذي أدى إلى تكوين فترات هيدرولوجية متباينة، ترتبط أساسا بالفترات المناخية المدروسة سلفا. عموما من خلال الشكل رقم 42، نستشف وجود تباين واختلاف داخل السلاسل الإحصائية المعتمدة بحيث في:

- محطة باب المرزوقة نجد أن أعلى قيم الصبيب التي تجاوزت 50 م³/ث تم تسجيلها في الفترة الممتدة من سنة 1970-71 إلى 1979-80 وفي سنوات 1995-96 و 2000-01 في الفترة ما بين 2007-08 إلى 2011-12، في حين سجل أدنى القيم ما بين سنة 1980-81 إلى 2006-07، بحيث لم يتجاوز الصبيب 20 م³/ث.
- تم تسجيل بمحطة الكوشات أعلى قيم الصبيب في الفترة المتراوحة بين 1975-76 و 1979-80 وذلك بـ 70 م³/ث و 170 م³/ث، وفي سنوات 1985-86 و 1995-96 و 2000-01. بينما أدنى القيم القصوى ميزت الفترة الممتدة ما بين سنة 1980-79 إلى 1984-85 وفترة 1987-88 إلى سنة 1994-95 بحيث لم تتجاوز 35 م³/ث.
- بمحطتي ابن هيثم وباب الشهبوب تم تسجيل أعلى مستويات الصبيب سنة 1995-96 / 1996-97 وما بين الفترة 2007-08 و 2011-12، بحيث تراوح الصبيب الأقصى بين 15 م³/ث و 60 م³/ث بمحطة باب الشهبوب وبين 4 م³/ث و 10 م³/ث بمحطة ابن هيثم، في حين الصبيب الأدنى انخفض في الفترات التالية: 1987-88 / 1993-94 و 1997-98 / 2000-01 و 2002-03 / 2006-07 بحيث لم يتعدى 10 م³/ث بمحطة باب الشهبوب و 2 م³/ث بمحطة ابن هيثم.

يتأثر الصبيب الأقصى السنوي بشكل واضح بفترات الجفاف الهيدرولوجي، بحيث يضعف الصبيب الأقصى في الفترات الجافة التي حددتها سابقا، لكن في بعض الأحيان نجد أن القيم القصوى ترتبط في بعض السنوات العواصف الرعدية.

شكل رقم 42: تغيرية قيم الصبيب القصوى السنوية



المصدر: إنجاز شخصي اعتمادا على معطيات وكالة حوض سبو ، 2019.

ولاستخراج ترددات قيم الصبيب القصوى السنوية، تم الاعتماد على الصبيب اليومي المسجل بالمحطات المدروسة، حيث قمنا بإدخال القيمة القصوى التي يتم تسجيلها كل سنة في برنامج Hyfran لمعرفة المقاييس القصوى، الأكثر ترددا والشهر الذي تتكرر فيه. لقد تم إدراج النتائج المحصل عليها في الشكل رقم 43 إذ بملاحظتها نستنتج ما يلي:

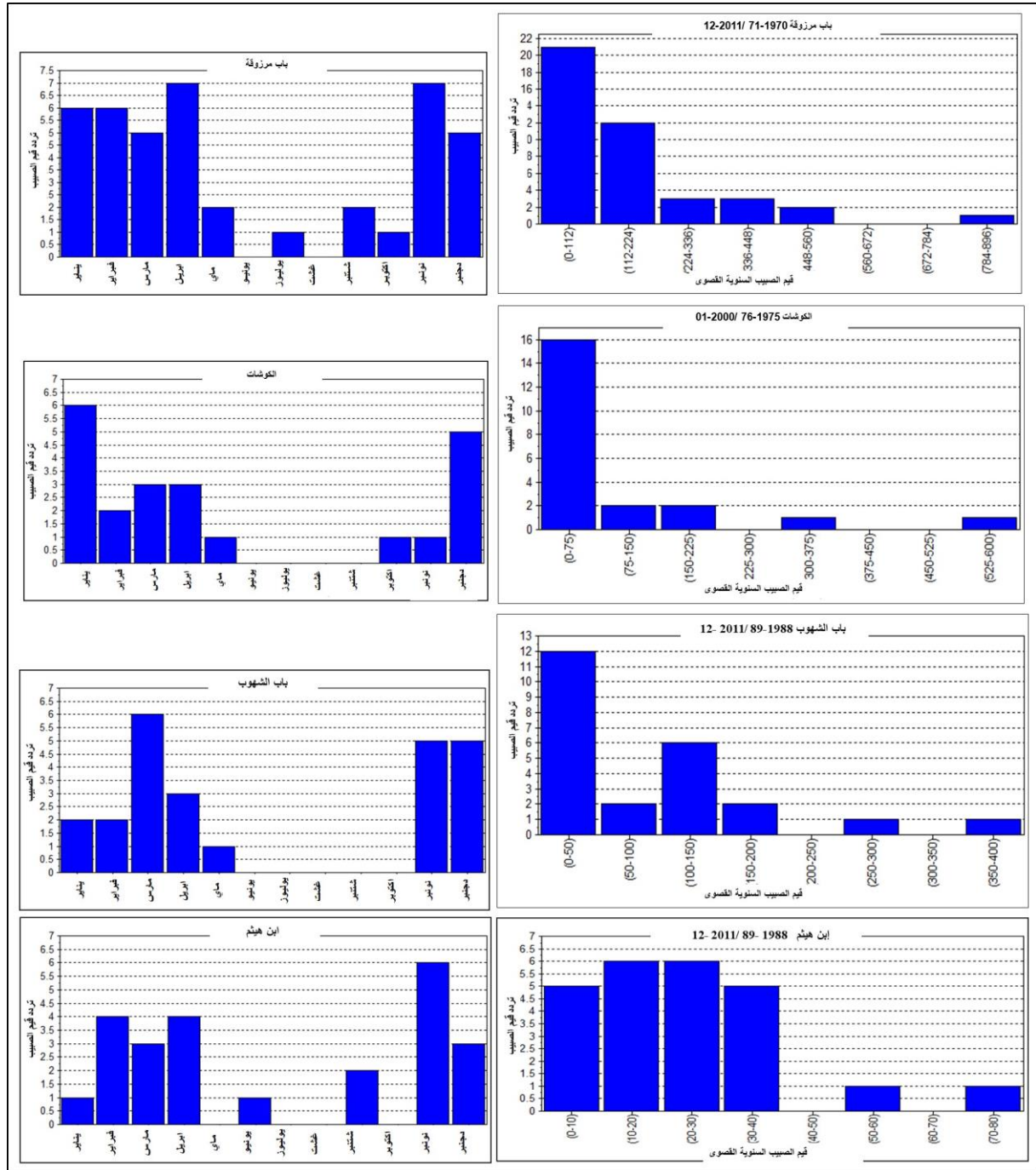
أن المتحكم الأساسي في قيم الصبيب الأقصى، هو أهمية المجرى الذي تقوم المحطة بقياسه، هل هو ثانوي أم رئيسي، كما تتوافق هذه القيم مع الأشهر الرطبة، حيث تستحوذ محطة باب مرزوقة على أعلى القيم والتي جاءت وفق الترتيب الآتي: فالمقاييس الأقل من 112 م³/ث مثلت 72,5 % ، والقيم ما بين 112 و 224 م³/ث ب 16,3 % ، القيم 224 و 448 م³/ث ب 6,2 ، 480 و 560 م³/ث (2,5 %)، وأخيرا (784 و 896 م³/ث) ب (2,5 %)، ويلاحظ أن الأشهر التي تتردد فيها هذه القيم القصوى تمتد من شهر نونبر إلى شهر أبريل وتتعاقب أكثر في شهري نونبر و أبريل ، وذلك راجع للأمطار القوية التي يتلقاها الحوض خلال الفترة الشتوية والربيعية، كما يساعد موقع المحطة الذي يوجد في عالية مجرى إيناون، من قوة الجريان التي مصدرها روافده الرئيسية و الثانوية (واد الأربعاء، واد لحضر ...)، التي بمجرد تشبعها يصبح جريانها مهما.

وبمحطة الكوشات نلاحظ أن قيم الصبيب الأقصى، تأثرت بطول السلسلة الإحصائية (27 سنة) ووجودها أيضا بسافلة مجرى إيناون، مما يساهم في التخفيف من حجم الجريان من عالية في اتجاه السافلة، حيث تترتب القيم على الشكل التالي: أقل من 75 م³/ث بنسبة 90 % ، تليها 15-150 م³/ث % ثم ما بين 150-225 م³/ث و 300-375 م³/ث وأخير 525-600 م³/ث وقد مثل تردد هذه الفئات 2,5 % لكل فئة على امتداد السلسلة المدروسة، هذه القيم تتردد خاصة في الشهور الممتدة من شتنبر دجنبر إلى أبريل، لكنها أكثر ترددا خلال شهري دجنبر ويناير نظرا للتساقطات الشتوية التي يتلقاها حوض إيناون خلال هذين الشهرين .

وبمحطة باب الشهبوب، تنحصر أقصى القيم المنحصرة ما بين أقل من 50 م³/ث (72,3 %) وما بين 50 و150 م³/ث (16,5 %) و 150-300 م³/ث (5,6 %) وأخيرا 350-600 م³/ث (5,6 %). يرتفع الصبيب خاصة في نونبر دجنبر، مارس وأبريل ويعتبر مارس الشهر الأكثر ترددا للصبيب الأقصى، نظرا للتساقطات المهمة التي يتلقاها كما أن واد لحضر يعتمد كثيرا في جريانه على مياه الروافد، الوافدة من مقدمة الريف خاصة عند التشبع السريع للتربة يدعم الجريان الذي يبقى مرتفعا حتى شهر مارس.

تتلقى محطة ابن هيثم، أدنى قيم الصبيب الأقصى بالحوض حيث تنحصر ما بين 10 و30 م³/ث حوالي (3, 67 %)، ما بين 30 و60 م³/ث (9, 30 %) ، وأخير القيم المتراوحة ما بين 70 و80 م³/ث مثلت 1,8 %. تعتبر شهور نونبر، دجنبر، فبراير، مارس، أبريل الأكثر ترددا للصبيب الأقصى. كما تتكرر أكثر في نونبر، ويرجع ارتفاع الصبيب الأقصى خلال هذا الشهر إلى حدة التساقطات المطرية خلال فصل الخريف، كما تزيد من حدة الجريان بواد الأربعاء وجود تربة صلصالية غير نافذة. ويلاحظ أن مستويات الصبيب الأقصى ضعيفة بهذا المجرى، لأن محطة القياس توجد بعاليته إضافة إلى عدم وجود منابع مائية تدعم الجريان.

شكل رقم 43 : تردد قيم الصبيب القصوى السنوية



المصدر: إنجاز شخصي اعتمادا على معطيات وكالة حوض سبو وعلى برنامج Hyfran . 2018.

2.4.1. احتمال الصبيب الأقصى السنوي

يتميز مجال الدراسة بتسجيل فيضانات خطيرة خلال بعض السنوات، لكن وتيرة ترددها ضعيفة نسبيا لدرجة يهون على السكان مواجهتها، إذ تحصل نتيجة تداخل مجموعة من المعطيات أهمها الخصائص المناخية، التربة، مورفولوجية السطح، العناصر الطبوغرافية، النبات، تغيرية الصبيب... إلخ وللمساهمة

في توضيح أحد أسباب الفيضانات، نقترح دراسة أعلى كميات الصبيب، التي يمكن تسجيلها بالحوض خلال فترات زمنية معينة.

ويتطلب ذلك دراسة تكرارية للصبيب الأقصى السنوي، أي تقدير القيم المحتمل أن تشهدها المحطات المدروسة خلال فترات تردد مختلفة، وهذا يستوجب البحث عن القوانين الإحصائية الملائمة لهذا، وعلى ضوء مناخ المنطقة المتذبذب والذي يظهر من خلال التغيرات السنوية والفصلية وكذا الشهرية. وهكذا تم القيام بتطبيق مجموعة من القوانين التي سبق اعتمادها في مجموعة من الدراسات (Naoura, 2012؛ Ahattab, 2016). إذ في بداية الأمر جُربت على المحطات المدروسة، للوصول للقوانين الأكثر ملاءمة لتسوية الصبيب الأقصى السنوي، ونتائج هذه الدراسة تم إدراجها في الجدول رقم 30، إذ يتضح من خلال ملاحظتها ما يلي:

تتميز محطة باب مرزوقة، باحتمال تسجيل صبيب أقصى مهم خلال مدة رجوع قصيرة، مقارنة بالمحطات الأخرى حيث يمكن أن يصل إلى 130 م³/ث خلال سنتين، في حين المحطات الأخرى يمكن أن يبلغ 34 م³/ث بمحطة الكوشات، 58 م³/ث بمحطة باب الشهب، 20 م³/ث بمحطة ابن هيثم، هذه القيم سبق وأن ترددت على هذه المحطات إذا ما قارناها بالسلسلة الإحصائية المعتمدة، وتليها من حيث الأهمية القيم المحتمل تسجيلها في مدة رجوع تتراوح 20 و50 سنة. وبالتالي ستصل إلى 613 م³/ث بمحطة باب مرزوقة، 288 م³/ث بمحطة باب الشهب في فترة عودة تبلغ 20 سنة، أما محطتي الكوشات من المحتمل أن تسجل 536 م³/ث و105 م³/ث بمحطة باب ابن هيثم في مدة تصل إلى 50 سنة.

جدول رقم 30: قيم الصبيب القصوى السنوية المحتملة وفترات الرجوع

100	50	20	10	5	2	فترات الرجوع بالسنة	
0.99	0.98	0.95	0.90	0.80	0.50	احتمال عدم التجاوز	
791	670	510	390	271	115	Weibull	باب مرزوقة
775	642	483	373	269	130	GEV	
789	669	510	391	271	115	Gamma	
1220	949	613	415	259	105	Loi log normal	
680	524	343	226	128	33	Weibull	الكوشات
772	536	310	190	105	34	Loi log normal	
78	69	56	46	36	20	Gumbel	ابن هيثم
82	71	57	46	35	18	Gamma	
134	105	73	53	35	17	Loi log normal	
460	385	288	216	146	58	Weibull	باب الشهب
457	384	289	218	147	58	Gamma	
1220	823	457	271	144	43	Loi log normal	

المصدر: إنجاز شخصي اعتمادا على معطيات وكالة حوض سيو وعلى برنامج Hyfran ، 2020.

يلاحظ أيضا أن النتائج المحصل عليها بمختلف القوانين قريبة من الواقع، خاصة تلك التي لها فترة عودة قصيرة، بحيث ترددت على الحوض في مرات عدة على امتداد السلسلة المدروسة، وترجع أهمية هذه القيم القصوى المحتملة إلى تغيرية التساقطات المطرية وإلى خصائص المجرى التي سبقت لها الإشارة فيما قبل.

خلاصة الفصل الأول

يتضح من خلال ما سبق أن:

- متوسط الصبيب يعرف تعاقب فترات الوفرة والندرة المائية، وبناء على هذا اتضح وجود ثلاث فترات ميزت الصبيب السنوي بالحوض الأولى ابتدأت بـ 1970-71 وانتهت بسنة 1979-80 تميزت بالوفرة المائية، والثانية امتدت من سنة 1980-81 إلى سنة 1994-95 تميزت اتسمت بتراجع قيم الصبيب المائي، والثالثة من سنة 1995-96 إلى سنة 2010-11 كان فيه توازن ما بين سنوات الندرة والوفرة في الموارد الجارية.
- التطور الزمني للصبيب بحوض إيناون يتسم بعدم الانتظام في جميع المحطات المدروسة، حيث تتفاوت التغيرية المكانية بين المحطات من العالية في اتجاه السافلة، بينما التغيرية الزمنية للصبيب لها ارتباط بتعاقب الفترات الرطبة والجافة التي تتعاقب على الحوض، مع وجود هيمنة للسنوات الجافة هيدرولوجيا على حساب الرطوبة.
- تبين جميع المناهج المعتمدة أن هناك نزعة عامة نحو انخفاض الصبيب بحوض إيناون، وذلك ناتج عن التراجع الذي عرفته التساقطات المطرية منذ نهاية السبعينيات، مما كان له تأثير على الموارد المائية بحوض إيناون. كم أن هناك تطابق في سنة حدوث الانقطاع ما بين التساقطات المطرية السنوية والصبيب السنوي بحوض إيناون، مما يدل على أن تراجع التهاطل ابتداء سنة 1979 كان سببا في تقلص الموارد المائية الجارية بمختلف أودية الحوض.
- تؤثر فترات الجفاف المناخي على الصبيب الأقصى السنوي، بحيث يضعف في الفترات الجافة التي حددتها سابقا، لكن في بعض الأحيان نجد ها ترتبط في بعض السنوات بالعواصف الرعدية. ومن القيم القصوى السنوية الأكثر ترددا نجدها تقل عن 112 م³/ث بمحطة باب مرزوقة، ومن 75 م³/ث بمحطة الكوشات، وأقل من 50 م³/ث بمحطة باب الشهبوب، وما بين 10 و30 م³/ث بمحطة ابن هيثم وتتردد غالبا في شهر نونبر، دجنبر ويناير.
- كما من المحتمل أن تتردد على حوض إيناون قيم عليا من الصبيب الأقصى السنوي على المستوى الزمني القريب والبعيد لاسيما بمحطة باب مرزوقة.

الفصل الثاني:

يعرف النظام الهيدرولوجي تأثيرا واضحا للتغيرات المناخية ولطبيعة الجريان السطحي للمجاليين الريفي والأطلسي

مقدمة

من خلال هذا الفصل سندرس مختلف الجوانب المميزة للصبيب الشهري والفصلي، ففي البداية سيتم وصف توزيع الصبيب على الفصول والشهور داخل السنة وكذلك تغيرته الزمنية والمكانية، كما عالجنا الاتجاه والانقطاع الذي عرفه الصبيب الشهري، للوقوف على الخل الذي أحدثه تراجع التساقطات المطرية على النظام الهيدرولوجي بحوض إيناون.

1.2. يتميز متوسط الصبيب الفصلي والشهري بتأثير نظام الجريان بالسفح الريفي والأطلسي

سمح لنا المعدل الفصلي للصبيب التعرف على الفصول الأكثر مساهمة في تدفق الصبيب، ومن خلال الجدول رقم 31 نستنتج أن فصل الشتاء يعتبر الأكثر تدفقا للصبيب، بجميع المحطات المدروسة حيث يصل متوسط الصبيب 10.1 م³/ث بمحطة باب مرزوقة، 27.3 م³/ث بمحطة الكوشات و1.2 م³/ث بإبن هيثم و5.9 بباب الشهب، يليه فصل الربيع بـ 6.7 م³/ث بالمحطة الأولى، 15.9 م³/ث بالمحطة الثانية، 0.4 م³/ث بالثالثة و1.9 م³/ث بالمحطة الرابعة. ويرجع ارتفاع الصبيب خلال هذين الفصلين إلى أهمية مقاييس التساقطات المطرية المسجلة بهما. بينما يعد فصلي الخريف والصيف الأقل جرياناً، نظرا لقلّة التساقطات المطرية التي تنهال خلال هذه الفترة، كما يكمن تسجيل في بعض الأحيان ارتفاع الصبيب خلال الفترة الخريفية، بسبب الزخات الرعدية أو التساقطات المبكرة التي تحدث خلال هذا الفصل.

جدول رقم 31: معامل التغيرية للصبيب الفصلي

إسم المحطة	م ³ /ث_ %	الخريف	الشتاء	الربيع	الصيف
باب مرزوق	م ³ /ث	1,58	10,1	6,7	0,4
	%	204.1	150.62	173.15	217.91
الكوشات	م ³ /ث	6,8	27,3	15,9	1,5
	%	123.54	140.1	128	116.65
ابن هيثم	م ³ /ث	0,4	1,2	0,4	0,5
	%	188.1	208.9	273.2	344.46
باب الشهب	م ³ /ث	2,1	5,9	1,9	0,0
	%	389.4	204.9	256.6	---

المصدر: إنجاز شخصي اعتمادا على معطيات وكالة حوض سبو، 2020.

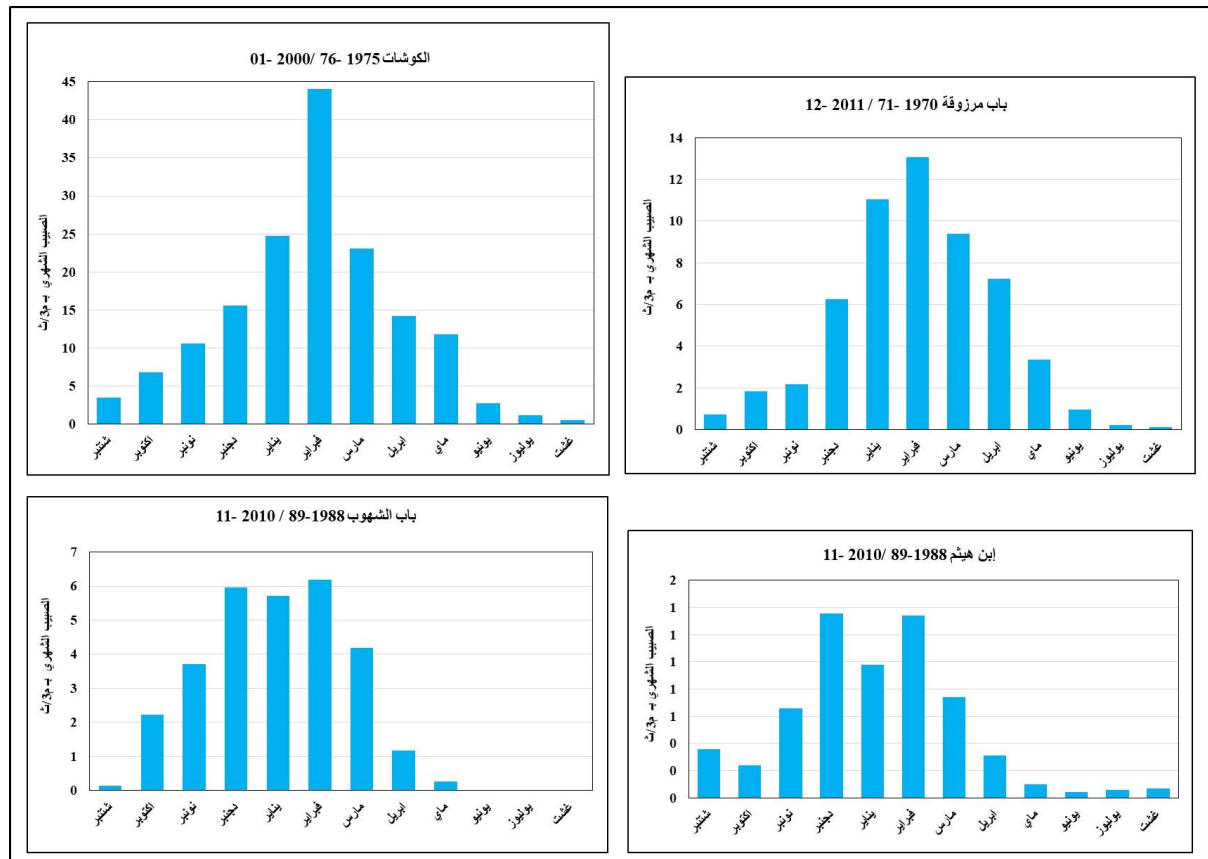
كما يلاحظ من خلال نفس الجدول أن معامل التغيرية، مرتفع بجل المحطات خاصة التي تتميز بجريان ضعيف كمحطتي إبن هيثم وباب الشهب، بينما بمحطتي الكوشات وباب مرزوقة يضعف هذا المعامل، حيث يصل بمحطة الكوشات، إلى أقل مستوى له في فصل الخريف والصيف، نظرا لضعف

الجريان الذي يميز هذه الفترة، ويقل أيضا في فصل الربيع، حيث يعرف الجريان خلال هذا الشهر نوعا من الانتظام، بفضل التساقطات الربيعية والمنايع التي توجد خاصة في الضفة الجنوبية لواد إيناون، حيث تساهم في دعم الجريان خلال هذه الفترة، أما بمحطة باب مرزوقة فنجد مرتفع في فصلي الخريف والصيف نظرا لقلة التساقطات المطرية، وضعيف نسبيا خلال فصلي الشتاء والربيع، وذلك راجع لأهمية التساقطات المطرية خلال هذه الفصولين. والملاحظ أن معامل تغيرية الصبيب الفصلي يتأثر بشكل كبير بتغيرية التساقطات المطرية بحوض إيناون. وللقوف أكثر على هذه التغيرية سنعمل أيضا على دراسة الصبيب الشهري.

1.1.2. يعرف متوسط الصبيب الفصلي هيمنة لنظام هيدرومطري شتوي بالمجال الريفي مقارنة مع المجال الأطلسي

على غرار دراسة التساقطات المطرية الشهرية بحوض إيناون، وما توصلنا إليه من نتائج كوجود انخفاض في التساقطات المطرية الشتوية والربيعية، منذ نهاية سبعينيات القرن الماضي، تمت دراسة الصبيب الشهري وتطبيق نفس الاختبارات لمعرفة تأثير هذا الانخفاض على المياه الجارية، بالإضافة إلى ذلك اعتمادنا على إدراج المعامل الشهري للصبيب ومعامل التغيرية، لمعرفة تجليات تغيرات الصبيب داخل الشهور. والنتائج المحصل عليها في الجدول رقم 32.

شكل رقم 44: نظام الصبيب الشهري بحوض إيناون



المصدر: إنجاز شخصي اعتمادا على معطيات وكالة حوض سبو ، 2020.

انطلاقاً من الشكل رقم 44، يسجل وجود اختلاف وتباين كبير بين معدلات الصبيب الشهري للمحطات المدروسة طيلة المدة المدروسة. إذ سجلت أعلى معدلات الصبيب الشهري بمحطة الكوشات تليها محطة باب مرزوقة، ثم باب الشهبوب وأخيراً محطة ابن هيثم، فخلال شهر فبراير وصل الصبيب إلى أعلى قيمه في جميع المحطات، وتراوح ما بين 42.4 م³/ث بمحطة الكوشات و 13.7 م³/ث بمحطة باب مرزوقة يليه شهر يناير بـ 23.8 م³/ث بالمحطة الأولى و 11.04 م³/ث بالمحطة الثانية، ثم مارس بـ 22.2 م³/ث بمحطة الكوشات و بـ 9.4 م³/ث بمحطة باب مرزوقة، يليه شهر أبريل بـ 13.9 م³/ث و بـ 7.2 م³/ث، ثم أخيراً شهر دجنبر بـ 15.5 م³/ث و 6.2 م³/ث. في حين تسجل أدنى معدلات الصبيب في الشهور الممتدة من يونيو إلى شتنبر، نفس الملاحظة بالنسبة لمحطتي باب الشهبوب وابن هيثم. وهكذا يستنتج من خلال ما سبق، أن الصبيب الشهري بحوض إيناون يرتفع في شهر يناير، فبراير ومارس وهو ما يتوافق مع الأشهر الرطبة من السنة.

جدول رقم 32: معامل التغيرية للصبيب الشهري

شتنبر	أكتوبر	نونبر	دجنبر	يناير	فبراير	مارس	أبريل	ماي	يونيو	يوليو	غشت		
0.7	1.8	2.1	6.2	11	13	9.4	7.2	3.3	0.9	0.2	0.1	المتوسط م ³ /ث	باب مرزوقة
233.7	249.7	115.3	131.8	141.9	147.2	148.3	181.6	130.07	151.04	150.1	273.6	معامل التغيرية % CV	
0.1	0.3	0.4	1.3	2.3	2.7	2	1.5	0.7	0.2	0.05	0.03	المعامل الشهري للصبيب CMD	
3.4	6.6	10.3	15.5	23.8	42.4	22.2	13.9	11.5	2.7	1.1	0.5	المتوسط م ³ /ث	الكوشات
148.4	129.2	93.1	104.9	133.7	125.1	124.76	100.09	136.37	85.70	87.28	80.83	معامل التغيرية % CV	
0.2	0.5	0.8	1.2	1.8	3.2	1.7	1.08	0.9	0.2	0.09	0.04	المعامل الشهري للصبيب CMD	
0.1	2.2	3.7	5.9	5.7	6.1	4.1	1.1	0.2	0.00	0.00	0.00	المتوسط م ³ /ث	باب الشهبوب
479.5	432.9	258	189.6	204.8	218.1	181.2	109.2	243.1	0.00	0.00	0.00	معامل التغيرية % CV	
0.05	0.9	1.5	2.4	2.3	2.5	1.7	0.4	0.1	0.1	0.00	0.00	المعامل الشهري للصبيب CMD	
0.3	0.2	0.7	1.3	0.9	1.3	0.7	0.3	0.1	0.0	0.1	0.1	المتوسط م ³ /ث	ابن هيثم
212.2	193.9	153.5	230.8	191.5	195.2	232.1	136.8	216.8	279.3	360.7	349.3	معامل التغيرية % CV	
0.7	0.5	1.3	2.6	1.9	2.6	1.4	0.6	0.2	0.1	0.1	0.1	المعامل الشهري للصبيب CMD	

المصدر: إنجاز شخصي إعتقاداً على معطيات وكالة حوض سبو ، 2018.

ولمعرفة التغيرات القصوى والدنيا للجريان السطحي، تم حساب المعاملات الشهرية للصبيب (CMD) (الجدول رقم 32) وفق القاعدة التالية: متوسط الصبيب الشهري / المتوسط العام للصبيب

حيث:

-إذا كان ، $CMD < 1$ فهو يناسب الأشهر ذات الجريان المرتفع؛

-إذا كان ، $CMD > 1$ يناسب الأشهر ذات الجريان المنخفض.

يتضح إذن أن خلال فترة الجريان السطحي النشط، تتميز المجاري المائية بصبيب يفوق المعدل الشهري للسلسلة الهيدرولوجية، حيث تمتد من (دجنبر إلى أبريل) في محطتي باب مرزوقة والكوشات، التي سجل بها أعلى معامل خلال شهر فبراير بـ $2.7 \text{ م}^3/\text{ث}$ في محطة باب مرزوقة و $3.2 \text{ م}^3/\text{ث}$ بمحطة الكوشات، في حين يمتد من نونبر حتى مارس بمحطتي ابن هيثم وباب الشهبوب، ويصل إلى أقصى معامل في شهر فبراير بـ $2.57 \text{ م}^3/\text{ث}$ بالمحطة الثانية و بـ 2.6 بالمحطة الثانية، وهو ما يظهر أهمية الفترة الرطبة داخل السنة ودورها في وفرة الصبيب بالمجاري المائية.

أما خلال فترة ندرة الموارد المائية فتشمل 7 أشهر، وهي تهم فصلي الصيف والخريف وتتميز بمعامل صبيب شهري ضعيف يقل عن المعدل. وتبتدأ هذه الأخيرة من شهر ماي إلى نونبر بمحطتي باب مرزوقة والكوشات، ومن أبريل إلى أكتوبر بمحطتي ابن هيثم وباب الشهبوب، نظرا لقلّة التساقطات المطرية وانحباسها في بعض الشهور.

كما نلاحظ أن معامل التغيرية منخفض في الشهور الشتوية، ومرتفع في شهور الفصل الجاف، حيث يتوزع كما يلي:

يصل معامل التغيرية في الفترة الشتوية، إلى 133 % في شهر يناير بمحطة الكوشات و 147 % خلال شهر فبراير بمحطة باب مرزوقة، وينخفض إلى 93.13 % خلال شهر نونبر بالمحطة الأولى وإلى 115 % خلال نفس الشهر. ويلاحظ أن هذا المعامل مرتفع في شهور الفترة الرطبة، ويرتبط ذلك بالتغيرية القوية التي تعرفها التساقطات المطرية، مما يكون له انعكاس على الجريان داخل السنة.

وبمحطتي ابن هيثم وباب الشهبوب يصل معامل التغيرية، إلى أعلى مستوى خلال شهر فبراير بـ 218 % بمحطة باب الشهبوب و بـ 230 % خلال شهر دجنبر بمحطة ابن هيثم، رغم المقاييس المهمة للتساقطات المطرية التي تسجلها هذه الفترة، كما يبلغ إلى أدنى مستوى له خلال شهر مارس بـ 181 % بالمحطة الأولى و بـ 136 % خلال شهر أبريل بالمحطة الثانية، ويكمن تفسير ذلك بالتساقطات الربيعية التي تعمل على دعم الصبيب خلال هذه الفترة، خاصة بعد المقاييس الشتوية التي تتميز بصبيب مرتفع. ويلاحظ ارتفاع معامل التغيرية في الفصل الدافئ، نظرا لكون الامتطحات الفجائية تحدث فوارق كبيرة عن المعدل.

إذا ما يمكن استنباطه هو زيادة أهمية صبيب واد إيناون من العالية في اتجاه السافلة، هذا التزايد في الجريان السطحي يتوافق بشدة مع المعطيات المناخية والفيزيوغرافية للحوض، أما تفسير ضعف الصبيب عند محطتي ابن هيثم وباب الشهبوب، مرده إلى ضعف كمية التساقط التي رأينا أنها تتوافق بشدة مع الارتفاع، وإلى قلة الروافد وعدم وجود طبقة صخرية تساعد على اختزان الماء، والتي تعمل على دعم الجريان.

2.2. تبين اختبارات الانقطاع والاتجاه وجود انخفاض في الصبيب الشهري

إن البحث في معدلات الجريان الشهرية، يؤكد باللموس حدوث عجز في الجريان في شهور السنة الهيدرولوجية خاصة الرطبة منها، ولعل هذا يبرهن على أن التراجع المطري من جراء الجفاف المناخي الذي استفحل في الثلاث عقود الأخيرة كان له انعكاس مباشر على الموارد المائية الجارية، حتى ولو كانت البنية الصخرية ملائمة لاختزان المياه خاصة بالأطلس المتوسط.

لقد تم تطبيق اختبارات الانقطاع والاتجاه، على محطتي الكوشات وباب مرزوقة فقط لتوفرهما على فترة قياس طويلة شيئا ما، إذ يلاحظ من خلال الجدول رقم 33، أن الفترة الخريفية عرفت ارتفاع في مقاييس الصبيب بلغ أقصاه في شهر دجنبر بنسبة 64.1 % وذلك بزيادة 24 م³/ث عند محطة باب مرزوقة وبـ 43.9 % بمحطة الكوشات أي بزيادة 31 م³/ث، حيث بدأ هذا الارتفاع سنة 1999 بالمحطة الأولى و1994 بالمحطة الثانية. ويرجع ذلك لارتفاع معدلات التساقطات المطرية، خلال فصل الخريف التي سبق وأن توصلنا إلى هذه النتيجة في الفصل السابق، فكان له انعكاس على الجريان السطحي من حيث تزايد في مقاييس هذا الأخير.

جدول رقم 33 : نتائج اختبارات الانقطاع والاتجاه المطبقة على الصبيب الشهري

غشت	يوليوز	يونيو	ماي	أبريل	مارس	فبراير	يناير	دجنبر	نونبر	أكتوبر	شتنبر		
-	-	-	1979	1978	1979	-	-	1999	-	-	-	اختبار هابرت la segmentation d'Hubert	باب مرزوقة
-	-	1985	1979	1978	1979	1986	-	1999	-	-	-	إختبار buishand	
-	-	1985	1979	1978	1979	1986	1987	1999	1995	-	1987	اختبار pettitt	
-	-	- 74,5%	- 77,8%	- 79,8%	- 39,4%	- 57,4%	-9%	64,1%	29,6%	-	0,7	قيمة انخفاض أو ارتفاع الصبيب %	
0,03	0,01	0,0007	0,001	0,01	0,03	0,07	0,7	0,9	0,5	0,9	0,3	اختبار Mann Kendall (عتبة الثقة 95%)	
(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(+)	(+)	(+)	(+)	اتجاه الميل	
1979	1979	1978	1979	-	-	-	-	-	1995	-	1991	اختبار هابرت la segmentation d'Hubert	الكوشات
-	1979	1978	1979	1978	1979	1978	1987	1994	-	-	1991	اختبار buishand	
1979	1979	1978	1979	1978	1979	1978	1987	1994	1995	-	1991	اختبار pettitt	
- 40,3%	- 40,3%	- 57,4%	- 73,8%	-57 %	- 52,3%	- 69,8%	- 59,6%	43,9%	74,6%	-	82%	قيمة انخفاض أو ارتفاع الصبيب %	
0,07	0,15	0,04	0,02	0,06	0,05	0,45	0,30	1,00	0,36	0,50	0,07	اختبار Mann Kendall (عتبة الثقة 95%)	
(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(+)	(+)	(+)	(+)	اتجاه الميل	

المصدر: إنجاز شخصي إعتمادا على معطيات وكالة حوض سبو ، 2018.

في حين يلاحظ تراجع في المياه الجارية في فصلي الشتاء والربيع بالمحطتين، إذ تقلص الصبيب خلال شهر فبراير بـ 57.4 % بمحطة باب مرزوقة أي 24.1 م³/ث وبـ 69.8 % بمحطة الكوشات وذلك بـ 30.01 م³/ث . وفي شهور فصل الربيع نجد أن تقلص الموارد كان مهما في شهر أبريل حيث تراوحت نسب هذا التقلص ما بين 79.8 % بمحطة باب مرزوقة و 57.08 % بمحطة الكوشات، والملاحظ من خلال مقارنة بين فترة ما قبل الانقطاع وما بعده، انتقال الجريان الأقصى من مارس إلى فبراير، وذلك ناتج عن أوضاع الشح المتزايدة خلال العقود الأخيرة، التي ساهمت في تغيير معالم متوسط الصبيب الشهري، خاصة في أواسط

فصل الشتاء والربيع، وقد جاء ذلك نتيجة لأهمية العجز الحاصل في الموارد الهيدرولوجية خلال شهري يناير ومارس.

3.2. دراسة التصريف اليومي للصبيب المائي بحوض إيناون

مكنت دراسة التغيرية الهيدرولوجية والشهرية والفصلية، التعرف على الخصائص التي تميز التساقطات المطرية والصبيب، ومن بين أهمها، وجود تغيرية كبيرة داخل المجال المدروس وتراجع في هذين العنصرين على جميع المستويات السنوية والشهرية، والحالة هذه كان من الضروري تقصي مزيد من الدقة وذلك من خلال دراسة الصبيب اليومي. ويتطلب ذلك تسليط الضوء على تطور متوسط الصبيب اليومي، ودراسة الصبيب اليومي المرتب للخروج بالعجز، الذي شاب الموارد المائية الجارية. وفي الأخير سيتم دراسة الصبيب الأقصى اليومي لتقييم تغيراته، والنزعة التطورية التي أصبح يعرفها في العقود الأخيرة.

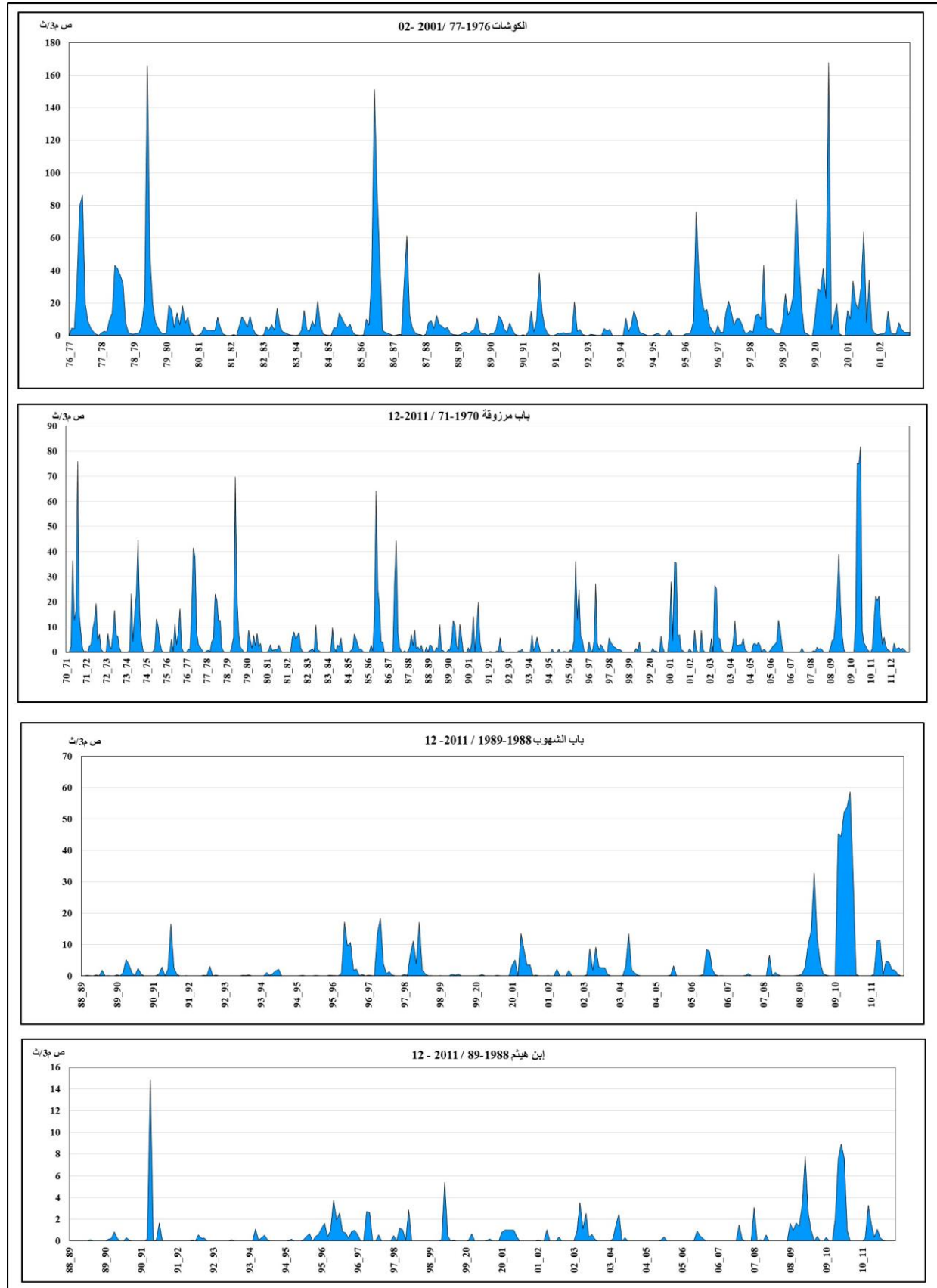
1.3.2. متوسط الصبيب اليومي خلال السنوات الرطبة

على غرار التغيرية الزمنية والمكانية القوية التي يعرفها الصبيب السنوي والشهري، تعرف معدلات الصبيب اليومي أيضا تغيرية قوية، على امتداد السنوات بالمحطات المدروسة، حيث نلاحظ من خلال الشكل رقم 45 أنه عرف في الفترة الممتدة من سنة 1970-71 إلى 1978-79 معدلات مرتفعة، ففي سنة 1978-79 بلغ 466 م³/ث بمحطة باب مرزوقة، و 594,3 م³/ث بمحطة الكوشات، بينما أدناها وصل بهما على التوالي 10,1 م³/ث و 6,3 م³/ث.

وكذلك ابتداء من سنة 1995-96 إلى حدود 2011-12 يلاحظ تزايد في مقاييس الصبيب اليومي مقارنة مع الفترة التي سبقتها (1980-81 / 1994-95)، حيث بلغ أقصاها بمحطة الكوشات سنة 1995-96 95,5 م³/ث في حين أدناها سجل 13 م³/ث خلال الفترة المطيرة. في حين بمحطة باب مرزوقة سجل الصبيب أقصى قيمه خلال سنة 2009-10 إذ وصلت إلى 498,3 م³/ث، كذلك الشأن بالنسبة لمحطتي باب الشهبوب وإبن هيثم حيث بلغ بها على التوالي 398,4 م³/ث و 59,1 م³/ث، في حين أدنى المعدلات تراوحت بين 2 م³/ث وإبن هيثم و 9,2 م³/ث باب الشهبوب و 11,3 م³/ث باب مرزوقة خلال الفترة المطيرة من السنة. ويلاحظ بهذه المحطات خاصة خلال هذه الفترة استمرار الجريان حتى شهر غشت لكنه ينعدم في شهر شتنبر.

ما يمكن ملاحظته من خلال التطور الزمني للصبيب اليومي، هو وجود تناوب مابين الفترات ذات المعدلات المهمة نتيجة التساقطات المطرية الكبيرة، التي تسببت في غالب الأحيان في حدوث الفيضانات بالحوض. والمعدلات الضعيفة التي تصل إلى جفاف ونضوب المجاري المائية في بعض الأحيان، لكن الهيمنة نجدها لهذه المعدلات، نظرا لاستفحال أوضاع الجفاف التي عانى منها حوض إيناون خلال العقود الأخيرة.

شكل رقم 45: تطور متوسط الصبيب اليومي بحوض إيناون



المصدر: إنجاز شخصي إعتقادا على معطيات وكالة حوض سبو، 2018.

2.3.2. متوسط الصبيب اليومي خلال السنوات الجافة

تميزت الفترة الممتدة من سنة 1980-79 إلى سنة 1995-94 بانخفاض متوسط الصبيب اليومي في المحطتين (شكل رقم 45)، حيث سجل أقصى مستوياته في شهر نونبر بـ 35 م³/ث بالكوشات و 28 م³/ث بمحطة باب مرزوقة خلال سنة 1980-81. وخلال هذه السنة تراوح متوسط الصبيب اليومي خاصة خلال الفترة الرطبة من السنة (دجنبر، يناير، فبراير، مارس) ما بين 1 م³/ث و 5 م³/ث بمحطتي الكوشات وباب مرزوقة. وفي سنة 1992-93 سجل الصبيب أدنى قيمه في الفترة المدروسة إذ انحصرت معظمها خاصة في الفترة المطيرة بين 10 م³/ث و 1 م³/ث بمحطة الكوشات، وبين 1 م³/ث و 2 م³/ث بمحطة باب مرزوقة. وهذا يجد تفسيره في استقرار أوضاع الجفاف المناخي الذي عرفته هذه الفترة، مما أدى تراجع الموارد المائية الجارية بالحوض، وكان أكثر تأثيرا بالسفح الريفي مقارنة بالسفح الأطلسي، لعدم وجود منابع باطنية تغذي الجريان في الأول.

4.2. تطور متوسط الصبيب اليومي

في هذا الصدد سنقوم بدراسة الصبيب اليومي المرتب لمعرفة القيم التي تغطي عليه، وكذا مقارنته بين فترتين متساويتين للوقوف على التدني الذي شاب هذه القيم.

1.4.2. دراسة الصبيب اليومي المرتب

لتبيان وتوضيح معدلات الصبيب اليومي ببعض محطات حوض إيناون الهيدرولوجية، تم الاعتماد على دراسة متوسط الصبيب اليومي المرتب. ولبلوغ هذا الهدف رتبنا متوسط الصبيب للسنتين معا داخل محطات الدراسة بشكل تناقصي، وخلصنا إلى قيم مرتبة ترتيبا تناقصيا بالنسبة للمحطات المدروسة. مع العلم أن:

DCM : متوسط الصبيب المحصل عليه أو المتجاوز خلال 10 أيام.

DC1 : متوسط الصبيب المحصل عليه أو المتجاوز خلال 30 يوما.

DC3 : متوسط الصبيب المحصل عليه أو المتجاوز خلال 91 يوما.

DC6 : متوسط الصبيب المحصل عليه أو المتجاوز خلال 182 يوما.

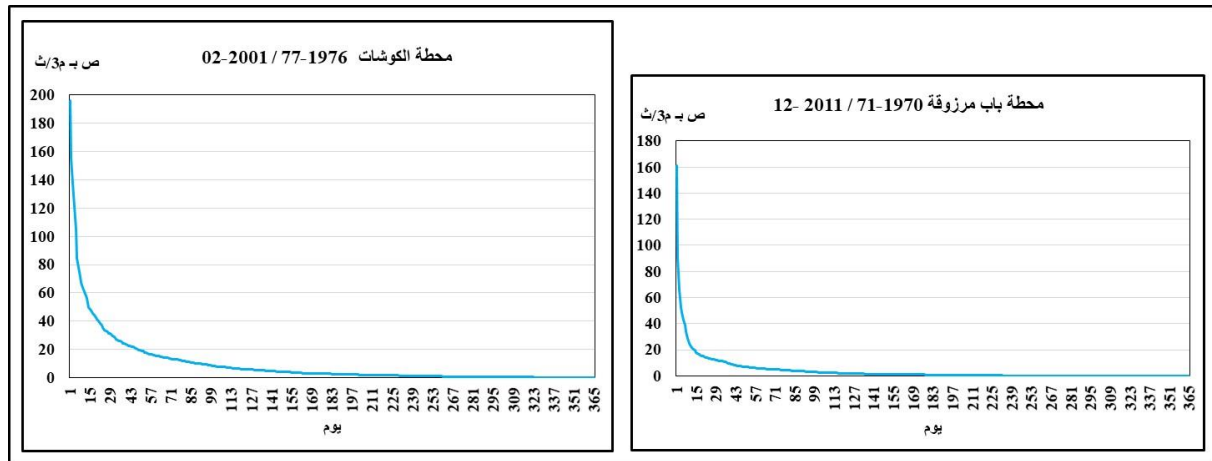
DC9 : متوسط الصبيب المحصل عليه أو المتجاوز خلال 274 يوما.

DC11 : متوسط الصبيب المحصل عليه أو المتجاوز خلال 335 يوما.

DCE : متوسط الصبيب المحصل عليه أو المتجاوز خلال 355 يوما.

أدرجت النتائج المحصل عليها في الشكل رقم 46 والجدول رقم 34، إذ تظهر المنحنيات الموافقة لصبيب واد إيناون، وجود تقوس واضح يميز المحطات المدروسة. ويؤكد هذا التقوس الطابع التغيري والمتباين للصبيب اليومي بأودية هذا المجال، حيث توجد كميات صبيب يومية قصوى استثنائية ومتوسطة أقل ترددا، وكميات ضعيفة مهيمنة على نصف السنة الهيدرولوجية.

شكل رقم 46: الصبيب اليومي المرتب بالمحطات المدروسة



المصدر: إنجاز شخصي اعتمادا على معطيات وكالة حوض سيو ، 2020.

يلاحظ من خلال النتائج المحصل عليها أن الصبيب المحصل عليه أو المتجاوز خلال 10 أيام DCM يصل، إلى أكثر من 160 م³/ث بمحطة باب مرزوقة ومن 180 م³/ث بمحطة الكوشات، ثم يضعف ليصل المتوسط المحصل عليه أو المتجاوز خلال 30 يوما DC1 19.7 م³/ث بالمحطة الأولى و 41.9 م³/ث بالمحطة الثانية.

جدول رقم 34: قيم الصبيب اليومي المرتب بالمحطات المدروسة

DCE	DC11	DC9	DC6	DC3	DC1	DCM	
0,0	0,0	0,3	2,0	7,2	19,7	65,3	باب مرزوقة
0,2	0,4	1,6	5,4	17,3	41,9	108,0	الكوشات

المصدر: إنجاز شخصي اعتمادا على معطيات وكالة حوض سيو ، 2020.

بينما يتراوح الصبيب على مستوى DC3 7.2 م³/ث بمحطة باب مرزوقة و 17.3 م³/ث بمحطة الكوشات، ويصل إلى أقل مستوياته عند مستوى DC6 بالمحطتين، والجدير بالذكر أن السنة الهيدرولوجية بحوض إيناون يغلب عليها صبيب ضعيف، في حين كميات الصبيب المتوسطة والعليا أقل ترددا.

ولمعرفة العجز الذي عرفه متوسط الصبيب اليومي قمنا بمقارنة فترتين، وذلك لإيجاد صبيب مرتب يميز كل فترة ككل، حيث تم العمل على ترتيب متوسط اليومي لكل سنة على حدى بشكل تناقصي. وأوجدنا بعد ذلك معدلا مرتبا عاما لكل يوم، لفترتين بالنسبة للمحطتين. وقد سمحت هذه العملية من وضع المنحنيات المدرجة في الشكل رقم 47 والنتائج المدرجة في الجدول رقم 35، وبالتالي مكن ذلك من ضبط مقدار الفرق الموجود بين مدتي الرصد موضوع المقارنة، وذلك بالاستعانة بعدة مستويات من الصبيب اليومي المرتب. حيث نستنتج من خلال هذه النتائج أن هناك تناقص في قيم الصبيب اليومي بالمحطتين، فبمحطة باب مرزوقة على مستوى DCM انتقل الصبيب من 87.5 م³/ث في الفترة الأولى إلى 58.7 م³/ث في الفترة الثانية، وقدر هذا التراجع بـ 28.8 م³/ث، وعلى مستوى DC1 بلغ العجز 8,0 م³/ث.

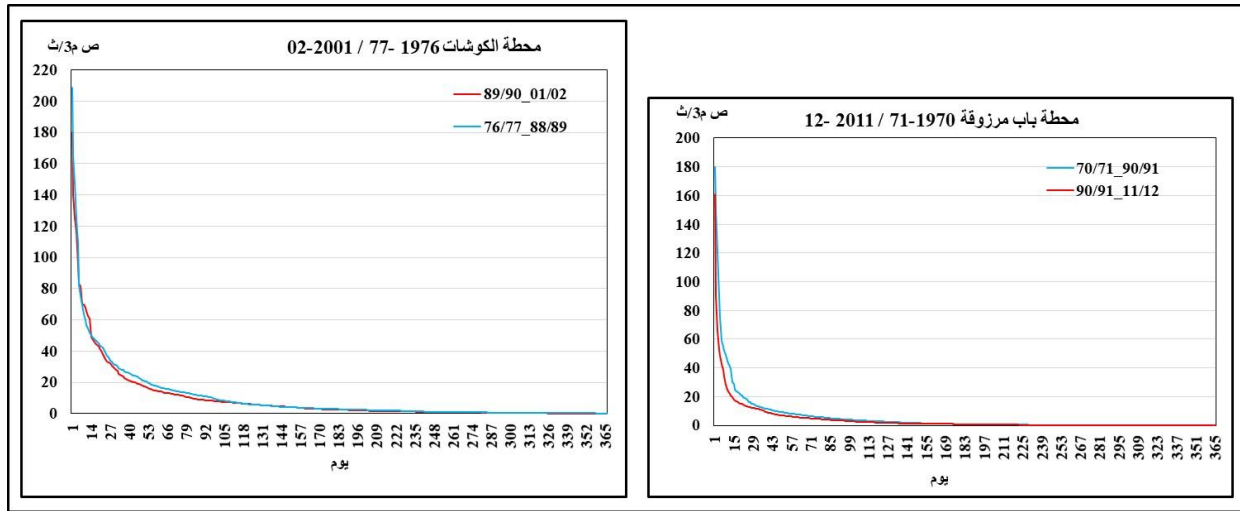
جدول رقم 35: مقارنة قيم الصبيب اليومي المرتب بين فترتين

DCE	DC11	DC9	DC6	DC3	DC1	DCM		
0,0	0,0	0,3	2,2	8,3	23,9	87,5	70-71/90-91	باب مرزوقة
0,0	0,0	0,3	1,7	6,3	16,0	58,7	91-92/11-12	
0,0	0,0	0,0	-0,6	-1,9	-8,0	-28,8	قيم تراجع الصبيب	
0,5	0,5	1,7	5,6	19,0	43,6	110,4	76-77/88-89	الكوشات
0,4	0,4	1,5	5,2	15,9	42,8	102,8	89-90/01-02	
-0,1	-0,1	-0,3	-0,4	-3,1	-0,8	-7,5	قيم تراجع الصبيب	

المصدر: إنجاز شخصي اعتمادا على معطيات وكالة حوض سبو ، 2020.

أما محطة الكوشات يلاحظ أن تراجع الصبيب اليومي، بلغ عند مستوى DCM بـ 7.5 م³/ث حيث انتقل من 110,4 في الفترة 1989- 1977/88- 76 إلى 102,8 في الفترة 2002- 1990/89- 89، وعند مستوى DC3 وصل التراجع إلى 3,1 م³/ث. ويلاحظ أن هذا التراجع ملحوظ بمحطة باب مرزوقة مقارنة مع محطة الكوشات، نظرا لكون هذه الأخيرة تستفيد من الجريان الذي تزداد أهميته من العالية في اتجاه سافلة واد إيناون، مما يجعلها تتميز بصبيب منتظم شيئا ما على امتداد السنة الهيدرولوجية.

شكل رقم 47: مقارنة قيم الصبيب اليومي المرتب



المصدر: إنجاز شخصي اعتمادا على معطيات وكالة حوض سبو ، 2020.

من خلال ما سبق يبدو أن إنحدار منحنيات الصبيب المرتب بمحطة الكوشات أخف من محطة باب مرزوقة، ويفسر ذلك بتزايد أهمية المقادير المتوسطة على حساب الكميات القصوى والضعيفة. مما يدل على تأثير الطابع شبه المنتظم للجريان المائي أثناء السنوات الهيدرولوجية، الناتج عن الدعم الذي يتلقاه واد إيناون من بعض العيون الكارستية المتواجدة في ضفته الجنوبية.

2.4.2. يظهر تطور الصبيب الأقصى اليومي وجود ارتفاع في قيمه

يعرف الصبيب الأقصى السنوي تباينا بين قيمه على امتداد السنوات المدروسة، وذلك تبعا للفترات الجافة والرطبة، وبالتالي يلاحظ انطلاقا من الشكل رقم 48 أن متوسط الصبيب الأقصى اليومي بمحطة باب مرزوقة وصل إلى أعلى مستوياته في الفترات التالية: 79-1978/71-1970، 88-1987/87-1986، 97-1996/96-1995، 04-2003/01-2000، 10-2009/08-2007 حيث سجلت أعلى قيمة خلال هذه الفترة الأخيرة قدرت بـ 900 م³/ث. أما أدنى قيم الصبيب الأقصى فسجلت في الفترات المتبقية حيث وصلت 7 م³/ث سنة 1991-92.

وبمحطة الكوشات تمثل الفترات التالية الأكثر ترددا لأعلى قيم الصبيب الأقصى: 1978/76-1975-79، 88-1987/87-1986، 97-1996/96-1995، 01-2000/98-1997 حيث قدرت على قيمة بـ 499 م³/ث سنة 1998-99، أما أدنى قيم الصبيب الأقصى سجلت في الفترة 80-1979 / 84-1983 حيث بلغت 45 م³/ث. أما بمحطتي ابن هيثم و باب الشهبوب، نظرا لكونهما يغطيان نفس الفترة فإن السنوات ذات الصبيب الأقصى موحدة وهي كالآتي : 90-1989/89-1988 ، 97-1996/96-1995 ، 04-2003/01-2000 ، 10-2009/08-2007 حيث سجلت أعلى قيمة سنة 10-2009 قدرت بـ 398 م³/ث بباب الشهبوب و بـ 63 م³/ث بإبن هيثم .

شكل رقم 48: اتجاه الصبيب الأقصى اليومي



المصدر: إنجاز شخصي اعتمادا على معطيات وكالة حوض سبو، 2020.

إذن من خلال ما سبق يتضح أن الصبيب الأقصى اليومي يرتفع انطلاقاً من عالية حوض إيناون باتجاه السافلة، حيث تهيمن محطة باب مرزوقة على أعلى القيم نظراً لكونها توجد في منطقة قريبة من التقاء الروافد المهمة لواد إيناون، في حين يقل الصبيب الأقصى اليومي نظراً للمسافة التي يقطعها وصولاً لمحطة الكوشات. كما تضعف أيضاً هذه القيم بمحطتي ابن هيثم وباب الشهب، مقارنة مع المحطتين السابقتين، لكونهما يوجدان في مجاري ثانوية لواد إيناون. ويلاحظ أيضاً من خلال الشكل رقم 47 أن الصبيب الأقصى اليومي، أصبح يعرف نزعة عامة نحو الارتفاع في قيمه، حيث يتضح ذلك، من خلال مستقيم اتجاه هذه القيم القصوى ومتوسط الصبيب الأقصى اليومي، باستثناء محطة باب مرزوقة التي عرفت استقراراً في هذه المقاييس.

5.2. تؤكد اختبارات الاتجاه والانقطاع وجود ارتفاع في الصبيب الأقصى اليومي

مكن تطبيق اختبار الاتجاه والانقطاع، على السلاسل الإحصائية للصبيب الأقصى اليومي، من الوصول للنتائج المدرجة في الجدول رقم 36 والشكل رقم 49، حيث يلاحظ من خلالها أن هناك تذبذب في هذه القيم، وذلك تبعاً لتغيرية التساقطات المطرية، ومن خلال الجدول رقم 36 يلاحظ أن هناك توافق الاتجاه وفي زمن الانقطاع ما بين التساقطات اليومية المطرية القصوى والصبيب اليومي الأقصى.

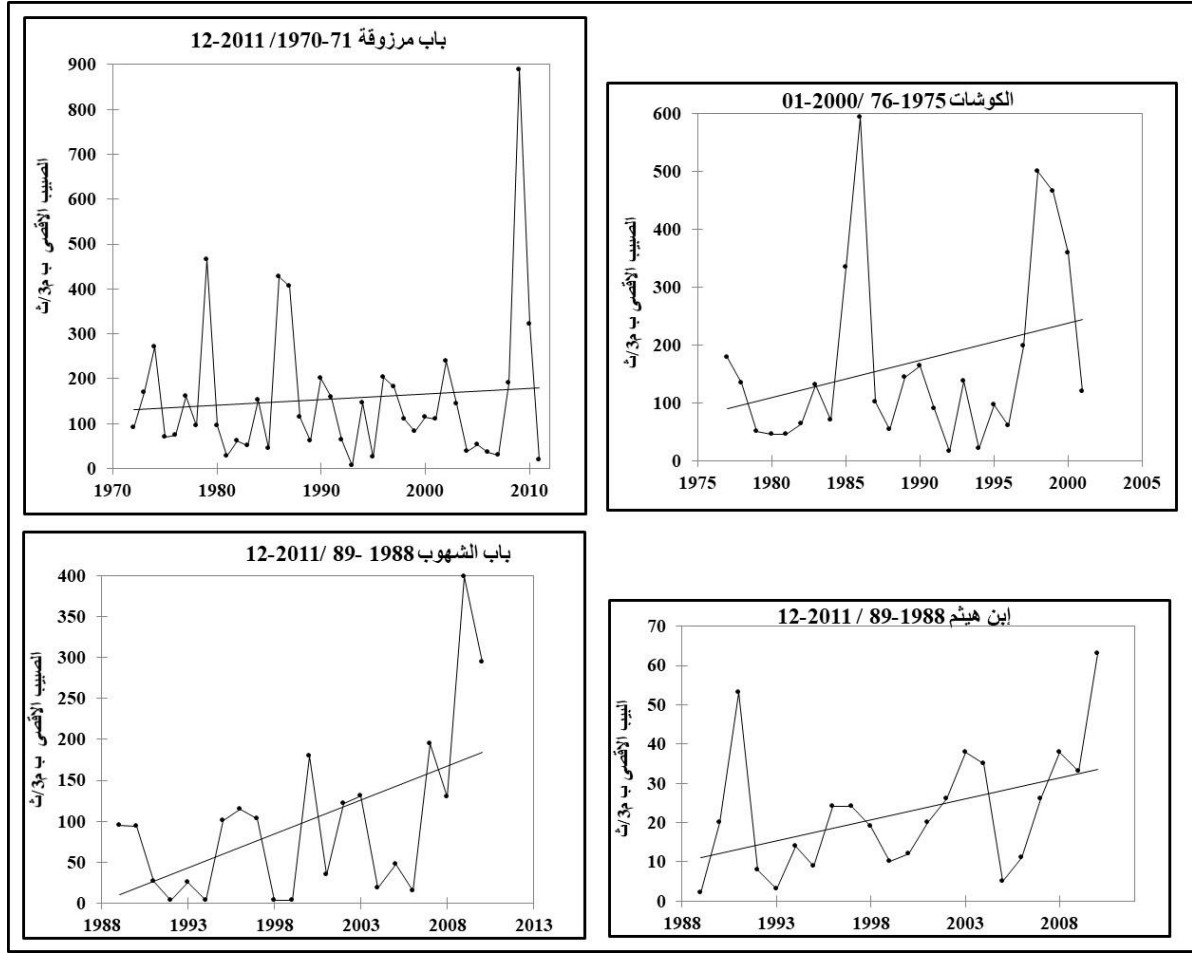
جدول 36: اختبارات الانقطاع والاتجاه بالمحطات المدروسة

المحطة المدروسة	الفترة	اختبار buishand	اختبار pettitt	اختبار Mann Kendall (عتبة الثقة 95%)
باب مرزوقة	70-71 / 11-12	1996	1996	0,66 (+)
الكوشات	75-76 / 01-02	1997	1996	3,38 (+)
باب الشهب	88-89 / 11-12	-	-	3,8 (+)
ابن هيثم	88-89 / 11-12	-	-	1,27 (+)

المصدر: إنجاز شخصي اعتماداً على معطيات وكالة حوض سبو وبرنامج Khronostat و Excel stat ، 2020.

وبالتالي تعتبر سنة 1996 بداية حدوث الانقطاع في الصبيب اليومي الأقصى، في محطتي باب مرزوقة والكوشات، بحيث انطلاقاً من هذه السنة أصبحت تعرف ارتفاعاً في قيمها، حسب اختبار Mann Kendall، وانتقل متوسطها في محطة باب مرزوقة من 157 م³/ث في فترة قبل الانقطاع (1970-1994/71) إلى 172.2 م³/ث بعد الانقطاع (1995-2011/96-12)، وفي محطة الكوشات انتقل من 144 م³/ث في الفترة (1975-1994/76-95) إلى 227 م³/ث في الفترة (1995-2001/96-02). كما سجلت محطتي باب الشهب وابن هيثم بدورها اتجاهها نحو الارتفاع رغم أنها لا تغطي فترة زمنية طويلة.

شكل رقم 49: اختبار الاتجاه Mann Kendall للصبيب الأقصى بالمحطات المدروسة



المصدر: إنجاز شخصي اعتمادا على معطيات وكالة حوض سبو وبرنامج Chronostat ، 2020.

وقد يعزى ارتفاع تردد وقيم الصبيب الأقصى اليومي، إلى نشاط أوضاع من التساقط غير الجبهوية، كالعواصف الرعدية الناتجة عن الانقلابات الحرارية أو عن أوضاع عدم استقرار جوي علوي ناتج عن ظروف حرارية ودينامية، يكون مسؤولا في تساقطات محلية (جناتي ، 2017)، كما يؤدي أيضا الإنحصر الطبوغرافي الناتج عن الممر الجبلي الذي يميز حوض إيناون، إلى تكثيف الأنظمة السحابية المتنقلة من الغرب، مما يعني مزيد من التساقط حيث تنشط هذه الأنظمة في الفصل البارد، و يفتح هذا الحوض خاصة في شرقه على التيارات الهوائية الرطبة الآتية من الشمال الشرقي التي تكون محملة بالرطوبة .

خلاصة الفصل الثاني :

انطلاقا من تحليل الصبيب الفصلي والشهري واليومي يمكن الخروج بالخلاصات التالية:

- يتميز الصبيب الفصلي والشهري بتغيرية مكانية وزمنية قوية، وهذا ينخفض معامل التغيرية في الفصول الرطبة على عكس الجافة في حوض إيناون، نظرا لخصائص مناخ الحوض الذي يتميز بتعاقب السنوات الرطبة والجافة. كما يرتفع الصبيب الشهري انطلاقا من العالية في اتجاه السافلة، مما يجعل محطة

الكوشات تعرف قيم عليا من الصبيب. ويصل الصبيب الشهري إلى أعلى مستوياته خلال شهر فبراير في جميع المحطات المدروسة.

- تزايد في قيم الصبيب الشهرية خلال فصل الخريف، وهناك اتجاه نحو تناقص الصبيب خلال فصلي الشتاء والربيع، إذ بلغ خلال شهر فبراير 24.1 م³/ث بمحطة باب مرزوقة وبـ 30.01 م³/ث بمحطة الكوشات. وفي شهر أبريل تراوحت نسب هذا التقلص ما بين 79.8 % بمحطة باب مرزوقة و 57.08 % بمحطة الكوشات. وأخيرا هناك علاقة قوية تجمع ما بين التهاطل والصبيب المائي، حيث يظهر تأثير مباشر للعجز المطري على مختلف المستويات الزمنية خاصة الشهرية.
- يتميز متوسط الصبيب اليومي بتغيرية مكانية قوية، مرتبطة بأهمية المجرى الذي تقوم المحطة بقياسه، وبطبيعة التكوينات السطحية التي تجمل ما بين بنية صخرية صلصالية غير نافذة بالضفة الشمالية لواد إيناون، وبنية كلسية نافذة بالضفة الجنوبية، وتغيرية زمنية مرتبطة بتعاقب السنوات الرطبة والجافة.
- تسجل محطة باب مرزوقة انخفاضا في قيم الصبيب اليومي المرتب، لتأثرها بالسنوات الجافة مقارنة مع محطة الكوشات، التي تستفيد من المنابع الكارستية والتي تساهم في استمرار جريانها في مختلف الفترات.
- يلاحظ أن الصبيب الأقصى اليومي، أصبح يعرف نزعة عامة نحو الارتفاع في قيمه في محطة ابن هيثم، باب الشهب، الكوشات، باستثناء محطة باب مرزوقة التي عرفت استقرارا في هذه القيم القصوى.
- تتردد على المجال المدروس قيم عليا من الصبيب الأقصى اليومي، نظرا للتغيرية المرتبطة بالتساقطات المطرية، هذا التردد ارتفع خاصة في العقدين الأخيرين وينذر باحتمال تكرره في المستقبل.

الفصل الثالث:

حساب الفرشة المائية المتساقطة وحصيلة الجريان بحوض إيناون

مقدمة

في هذا الفصل سنحاول تقدير الفرشة المائية المتساقطة والجارية، وكذا حساب الحصيلة المائية داخل التربة بالحوض، للتعرف على وضعية الموارد المائية خلال الفترة ما بين 1970-2011/71-12، للننتهي بعد ذلك إلى تحديد عجز الجريان والعوامل المؤثرة فيه.

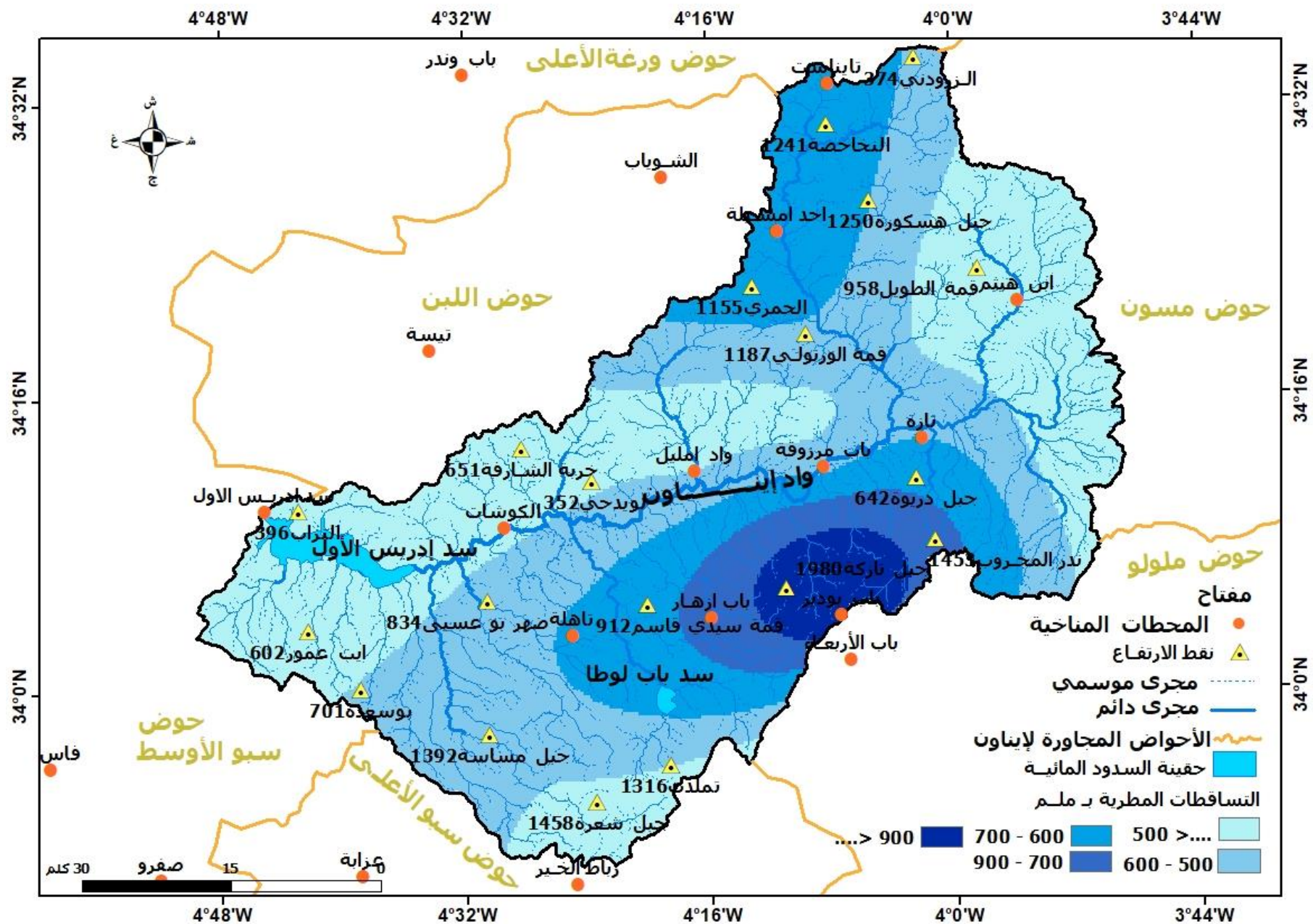
1.3. تحليل خريطة التهاطل المطري

1.1.3. طريقة إنجاز خريطة للتساقطات المطرية للحوض

تعتبر طريقة منحنيات تساوي التساقطات المطرية، من الطرق الأكثر استعمالا في التوزيع المجالي للتساقطات المطرية، وقد حصلنا عليها من خلال الاعتماد على برنامج Arc Gis 10.3، بحيث تفترض أن المسافة التي تربط بين العينات تعكس الارتباط المكاني الذي يفسر الاختلافات في السطح (خريطة رقم 24).

2.1.3. توزيع التهاطل المطري بالحوض

يتضح من خلال الخريطة رقم 24 أن التوزيع الجغرافي للتساقطات المطرية في حوض إيناون، يتصف بالتنوع والاختلاف، حيث يتأثر بالوضعية الطبوغرافية للحوض، فالمناطق التي لها ارتفاع متوسط وتوجيه جيد، توجد في المجالات التي يمتطر فيها سنويا ما بين 700 ملم و1127 ملم كمحطتي باب بودير وباب أزهار وتشكل 18,6% من الحوض، ثم بعد ذلك الفئات المطرية ما بين 600 ملم و700 ملم ممثلة بمحطة تازة، تاهلة، أحد امسيلة وتايناست وتغطي مساحة تقدر بـ 25,1% فالمحطات التابعة للسفح الريمي (أحد امسيلة وتايناست) تستفيد من الارتفاع المهم، أما التابعة للسفح الأطلسي (تازة وتاهلة) لها توجيه جيد للمؤثرات المحيطية. في حين المساحات ذات متوسط التهاطل ما بين 500 ملم و700 ملم بمحطة باب مرزوقة وواد أمليل تمثل 34,8%. وأخيرا تشكل الأوساط التي تندرج ضمن فئات 500 ملم و374 ملم و21,4% من مجمل الحوض وتتضمن محطة ابن هيثم، الكوشات وسد إدريس الأول، لها ارتفاع ضعيف ووضعية الطبوغرافي يسمح بحصر السحب وزيادة تكاثفها، مما يعطي تساقطات مهمة بهذه المحطات.



المصدر: إنجاز شخصي اعتمادا على
 معطيات وكالة حوض سبو ومديرية
 الفلاحة بتازة وبرنامج Arc Map ، 2020.

خريطة رقم 24: التوزيع المجالي للتساقطات المطرية بحوض إناون
 204

2.3. الفرشة المائية المتساقطة بالحوض

لحسب الفرشات المائية المتساقطة ومتوسطها بحوض إيناون، تم الاعتماد على الخريطة رقم 24 التي تبرز توزيع متوسط التساقطات المطرية السنوي، للمحطات التي تتوفر على نفس فترة القياس 1970-71 / 2011-12، ثم بعد ذلك قمنا بإحتساب المساحة التي تشغلها كل فئة من فئات التماطر، وفي هذا الشأن إستعنا ببرنامج Arc Gis 10.3 .

وللحصول على التساقطات المتوسطة في الحوض، نستعمل المعادلة التالية:

$$P_m = \frac{\sum_{i=1}^n A_i \times P_i}{A}$$

n عدد المحطات لقياس التساقطات في الحوض؛

Pi = التساقطات التي تم قياسها في المحطة ؛

Ai = المساحة التي تمثلها المحطة ؛

A = المساحة الإجمالية للحوض المدروس؛

P m = التساقطات المتوسطة في الحوض.

باتباع هذه المعادلة تم الحصول على متوسط الفرشة المائية المتساقطة بحوض إيناون (جدول رقم 37)، حيث يتضح من خلاله أن المتوسط السنوي لهذه الفرشة هو 875.6 ملم، ومن خلال الخريطة رقم 24) نجد أن هناك تباين في مجالات الفرشة المائية المتساقطة بين المحطات، إذ تساهم المحطات ذات الارتفاعات الكبيرة والموجهة للإضرابات بشكل جيد مثل محطة باب بودير، باب أزهار، تايناست، في تغذية الفرشة المائية المتساقطة، في حين تضعف هذه المساهمة في بقية المحطات والتي توجد على ارتفاع أقل.

جدول رقم 37: متوسط الفرشة المائية المتساقطة بحوض إيناون خلال الفترة (1970-71 / 2011-12)

الفرشة المائية المتساقطة بـ ملم	Pi*Ai (ملم)	المساحة بـ كلم ² (Ai)	التساقطات السنوية بـ ملم (Pi)	منحنيات تساوي التساقطات المطرية
875.6	675624.8	1082.7	624	500-374
	792301.6	990.4	800	500-600
	1097882.6	1097.9	1000	600-700
	344750.0	275.8	1250	700-900
	242384.9	154.7	1577	900-1127
	3152943.8	3601		

المصدر: إنجاز شخصي اعتمادا على معطيات وكالة حوض سبو والمديرية الإقليمية للفلاحة وبرنامج Arc Map ، 2020

إن تقدير الفرشة المائية المتساقطة بحوض إيناون تم التطرق إليه من طرف بعض الباحثين (2012 Naoura), و (Janati .A , 2005) و النتيجة التي تم الحصول عليها من تقرب التي حصلنا عليها في هذا البحث .

3.3. الفرشة المائية الجارية بالحوض

يتم التعرف على الفرشة المائية الجارية، بضرب الصبيب المحدد في المعامل 31.5 والمعبّر عن عدد الثواني داخل السنة، من خلال النتائج المدرجة في الجدول رقم 38 تبلغ الفرشة المائية الجارية 98.9 ملم بمحطة باب مرزوقة و 158.05 ملم بمحطة الكوشات، كما يلاحظ أن أهمية الصبيب والفرشة المائية المتساقطة تتحكم في الفرشة الجارية.

جدول رقم 38 : حصيلة الجريان بحوض إيناون (باب مرزوقة 70-71/12-11 ، الكوشات 75-76 / 01-02)

الحوض المائي	محطة القياس	المساحة كلم ²	متوسط الصبيب م ³ /ث	متوسط الصبيب ل ث/كلم ²	الفرشة المائية المتساقطة (ملم)	الفرشة المائية الجارية (ملم)	عجز الجريان	معامل الجريان (%)
حوض إيناون	باب مرزوقة	1500	4.70	3.13	795.1	98.83	696.27	12.4
	الكوشات	2570	12.88	5.01	624	158.05	465.95	25.3

المصدر: إنجاز شخصي اعتمادا على معطيات وكالة حوض سبو والمديرية الإقليمية للفلاحة ، 2020.

4.3. عجز الجريان بالحوض والعوامل المؤثرة فيه

يمثل عجز الجريان الفرق بين الفرشة المائية المتساقطة و الفرشة المائية الجارية P-P (جدول رقم 38 ، خلال الفترة الممتدة من سنة 1971-70 إلى سنة 2012-11 بلغ العجز عند محطة باب مرزوقة 696.2 ملم، و 465 ملم بالكوشات بالفترة 1975-76 / 2001-02 . وقد يرجع ذلك أساسا إلى أهمية التبخر الجوي نظرا لارتفاع الحرارة وحركية الهواء المتزايدة خلال الفترة الصيفية، بسبب هبوب رياح الشرقي الحارة التي ترتفع سرعتها داخل ممر تازة. كما يرتبط ذلك أيضا بتخزين المياه الجارية بواسطة سد باب بوطا، هذا بالإضافة إلى استعمال الموارد المائية لتلبية حاجيات السقي بحوض إيناون. دون أن ننسى كذلك تدني التساقطات المطرية خلال الثلاثين سنة الماضية بالحوض. وفي ما يلي العوامل المفسرة لهذا العجز.

1.4.3. ارتفاع في عملية تبخر النتج

يقصد بالحصيلة المائية النتيجة بين الوارد والمفقود من الماء خلال فترة زمنية معينة، بمعنى آخر هي تتبع للمراحل التي تقطعها مكوناتها ابتداء من نزول الأمطار حتى الجريان مرورا من التبخر والتسرب، ويعبر عنها بالمعادلة (Pedelaborde, 1982) التالية:

$$B.H = P - (E + D + R)$$

التساقطات (P): وهي القسم الداخل أو الوارد إلى الحصىلة المائية، فالتساقطات المطرية تتم عبر مجموعة من المستويات، فهناك التساقطات الضعيفة حيث تتبلل التربة ولا تتسرب إلى الأعماق مثل الضباب ثم التساقطات الجبهية، إذ تتسرب داخل التربة حتى أعماق مهمة، التساقطات الرعدية لا تتسرب داخل التربة نظرا لسرعة نزولها من جهة وتركزها في ظرف زمني وجيز ومكان محدد، كما أن حجم قطرات الأمطار يكون كبير فتتشكل السيول والمجاري المؤقتة. أما الثلوج فتكون إحتياطي تختلف مدته حسب الفصول وحسب نوع المناخ حيث تتسرب داخل التربة فتكون الشبكة الهيدروغرافية.

التبخر (E): هو كل ما هو خارج عن الحصىلة بمعنى تبخر النتج الكامن وتبخر النتج الفعلي، يتأثر التبخر الطبيعي بالظروف المناخية، بينما تبخر النتج يتأثر إضافة إلى الظروف المناخية يتأثر بمتطلبات الماء من النبات.

إحتياطي التربة (R): تقدير كمية الماء داخل التربة والتي من المفروض أن يستهلكها النبات، لكن هذا الإحتياطي ليست كلها مستغلا من طرف النبات وليس كلها خاضعة للتبخر، بل هناك متدخل ثالث وهو الإنسان.

الجريان (D): كل المياه التي تساهم في تغذية الشبكة المائية والمؤقتة.

تستعمل مجموع من الطرق في حساب الحصىلة المائية من بينها: طريقة Penman، Thornthwaite. تعتمد هذه الطرق على المعادلات الرياضية التجريبية، لكن نظرا لعدم توفر بعض المعطيات المرتبطة (مقاييس الإشعاع الشمسي، سرعة الرياح، رطوبة الهواء) ببعض هذه الطرق خاصة الأولى والثانية، اعتمدنا على طريقة Thornthwaite التي تتطلب عنصرين فقط هما الحرارة والتساقطات. تمكن المناخ الأمريكي Thornthwaite سنة 1957، من وضع علاقة رياضية لحساب التبخر-النتج في صيغتها النهائية، التي استخدمها لتقدير الميزانية المائية للتربة. وذلك باعتماده فقط على المعدلات الشهرية للحرارة، في تقدير كمية التبخر النتج، وتتلخص هذه العلاقة في:

$$ETP (mm)/mois = 1,6 * (10 \cdot t^{\circ})^a \cdot K/I$$

حيث أن:

- ETP : التبخر النتج الممكن؛
- t° : هي المتوسط الشهري لدرجة الحرارة بالدرجة المئوية ($^{\circ}C$)؛
- I : مؤشر حراري سنوي، يساوي مجموع إثني عشر مؤشرا حراريا شهريا (i) وهو معامل يربط بين الحرارة ومدة التشميس الفعلية، ويمكن كذلك الحصول على قيمة في جداول أعدها Thornthwaite خصيصا لذلك؛
- a : هو معامل مرتبط بدرجة الحرارة ($a = 0.016 \cdot I + 0.5$)؛

- K : هو معامل لتصحيح كمية التبخر-النتج عن طريق أخذ بعين الاعتبار مدة التشميس النظرية، إذ أن قيمة K تختلف حسب طول النهار وعدد أيام الشهر. ويمكن كذلك الحصول على قيمة هذا المعامل في جداول خاصة.

في بداية الأمر تم التطرق إلى مفهوم التبخر النتج، الذي هو مجموع من العمليات التي تؤدي إلى تراجع منسوب الماء داخل التربة، هذا التراجع يتم إما عن طريق الغلاف الجوي وذلك حسب حرارة ونسبة رطوبة الهواء، ورطوبة التربة، أو عن طريق الغطاء النباتي نفسه وذلك بالنظر إلى طبيعته، كثافته وتطوره. إذن للغلاف الجوي قدرة عالية على التحكم في التبخر داخل التربة لكن دون أن يؤدي ذلك التبخر الكامل داخل التربة، هذا يسمى التبخر الفعلي (ETR)، بمعنى أن كل الماء يستهلكه الغلاف الجوي لكن هناك كمية أخرى من الماء متبقية داخل التربة، بمعنى أنها كامنة داخل التربة قابلة للتبخر ويسمى بالتبخر النتج الممكن (ETP). إن كمية التبخر الفعلي هي دائما إما تعادل أو تقل عن كمية التبخر النتج الممكن.

ومن العوامل المتحكممة في التبخر النتج نجد درجة حرارة الهواء والماء، سرعة الرياح، بالإضافة إلى طبيعة السطح حيث تكون قيمة التبخر من داخل تربة عارية من الغطاء النباتي، أقل من كمية التبخر بسطح مائي أو سطح مكسو بالنبات، والسبب أن التربة العارية تعرف تجفيفا وتتكون القشرة السطحية حيث يزيد سمكها كلما زادت مدة الجفاف، وبالتالي تصبح الأعماق معزولة، عن المؤثرات الخارجية (الحرارة) ويتوقف التبخر من داخل التربة.

يكون السطح مشبعاً حسب Thornthwaite عندما يتوفر على قدر من الماء يعادل 100 ملم في المناطق المعتدلة، إذ سنعتمد على هذه القيمة نظراً لملاءمتها لمجال الدراسة (جناتي، 2017؛ السلوى، 2000؛ باحو، 2002). وحسب هذه الحصيلة فعندما تكون كمية التساقطات المطرية أكبر من التبخر، فالفائض من التساقطات يشكل أولاً احتياطي التربة وثانياً الجريان. أما إذا كانت التساقطات تفوق تبخر النتج الممكن $P > ETP$ فإن تبخر النتج الفعلي يعادل أو يساوي تبخر النتج الممكن $ETP = ETR$.

وكذلك إذا كان احتياطي التربة يفوق تبخر النتج الممكن، فإن تبخر النتج الفعلي يساوي تبخر النتج الممكن وتبخر النتج الفعلي يساوي كمية التساقطات $ETP = P$. أما إذا كانت كمية التساقطات أقل من كمية التبخر النتج الممكن، فإن كمية التبخر النتج الفعلي تساوي كمية التساقطات + احتياطي التربة $ETP = P + dRU$.

تم تطبيق معادلة Thornthwaite على المجال المدروس، من خلال المحطات التالية: تازة، باب مرزوقة، تايناست، باب بودير، تاهلة، وانطلاقاً من النتائج المبينة في الجدول رقم 39 والشكل رقم 50، يلاحظ أن كمية تبخر النتج الممكن على المستوى السنوي، تفوق التساقطات المطرية في جميع المحطات باستثناء محطتي باب بودير وتايناست، وهو ما يطرح مشكل العجز المائي الذي تعرفه هذه المحطات من حين لآخر، وهو ما يفسر أيضاً تراجع حصيلة الجريان بحوض إيناون.

ومن جهة أخرى يتضح أن هذه المحطات يصل فيها عدد الشهور الرطبة إلى ستة أشهر، من نونبر إلى مارس، وفيها يسجل فائض مائي، بفعل ارتفاع الأمطار الشهرية، ونتيجة كذلك لانخفاض كمية التبخر-النتج ودرجة الحرارة. ولهذين العاملين أثر إيجابي على الحصيلة المائية حيث تتساوى كمية التبخر-النتج المحتمل مع كمية التبخر-النتج الفعلي (ETP=ETR). وأكثر من ذلك يسجل فائض مائي مهم، يصرف جزء منه لإشباع التربة، أو للزيادة في كمية مخزونها المائي واستعماله من طرف النباتات في بعض الفترات الحرجة. وينساب الجزء المتبقي على شكل جريان سطحي في بعض الشهور.

كما تميزت الشهور المتبقية، والممتدة من أبريل إلى أكتوبر بارتفاع التبخر-نتج-ممكن، بفعل ارتفاع درجة الحرارة. فيكون بذلك التبخر-نتج-فعلي (ETR) قليلا بفعل تراجع كمية الواردات المطرية ونفاذ المخزون المائي بالتربات، مما يؤدي إلى حدوث عجز مائي الذي يبلغ أقصاه في شهر غشت.

جدول رقم 39: الحصيلة المائية ببعض محطات الحوض

المحطة	الفترة المدروسة	الحصيلة المائية	شتبر	أكتوبر	نونبر	دجنبر	يناير	فبراير	مارس	أبريل	ماي	يونيو	يوليوز	غشت	السنة
تازة	2013-12/1971-70	التساقطات (ملم)	17.6	49.9	79.8	95.1	86.7	78.6	75.8	70.5	36.3	8.8	0.8	1.4	601.4
		تبخرالنتج المحتمل	102.3	64	39.3	24.4	23.1	32.4	44.3	57.6	79.3	120.6	139.2	142.5	869
		تبخرالنتج الفعلي	18	50.7	39.3	24.4	23.1	32.4	44.3	57.6	35.9	8.4	0.8	1.4	336.4
باب مرزوقة	2013-12/1971-70	التساقطات المطرية	15.3	48.3	71.5	77.3	73.4	78.0	69.6	72.2	39	8	1	2.1	555
		تبخرالنتج المحتمل	104.8	73.8	52.5	36.4	30.9	36.1	48.2	59	88	128.4	145.0	148.2	951.4
		تبخرالنتج الفعلي	15.3	48.3	52.5	36.4	30.9	36.1	48.2	59	39	8	1.0	2.1	376.5
تاهلة	2013-12/1971-70	التساقطات (ملم)	25	87.4	119.0	99.1	92.5	80.5	80.7	99.7	38.4	6.6	0.4	3.6	732.9
		تبخرالنتج المحتمل	94	59.3	37.6	24.8	23.3	32.9	42.1	54.7	74	107.3	120.6	126.6	796.6
		تبخرالنتج الفعلي	25.0	59.3	37.6	24.8	23.3	32.9	42.1	54.7	38.4	6.6	0.4	3.6	348.5
تايناست	2012/ 1973-74	التساقطات المطرية	24.3	65.2	121.0	121.6	102.7	86.4	72.9	75.5	38	12.4	1.2	2.8	723.9
		تبخرالنتج المحتمل	93.5	59.3	37.6	24.8	23.3	32.9	42.1	54.7	74.0	107.3	120.6	126.6	796.6
		تبخرالنتج الفعلي	25	59.3	37.6	24.8	23.3	32.9	42.1	54.7	38	6.6	0	3.6	349
باب بودير	2012/ 1973-74	التساقطات المطرية	44.4	91.7	158.3	142.6	138.1	108.7	131.8	99.6	60.5	13.9	2.2	7.7	999.5
		تبخرالنتج المحتمل	69.4	43.4	28.0	13.5	15.2	21.2	34.6	51.4	65.5	95.8	101.2	107.3	646.4
		تبخرالنتج الفعلي	44.4	43.4	28.0	13.5	15.2	21.2	34.6	51.4	60.5	13.9	2.2	7.7	335.9

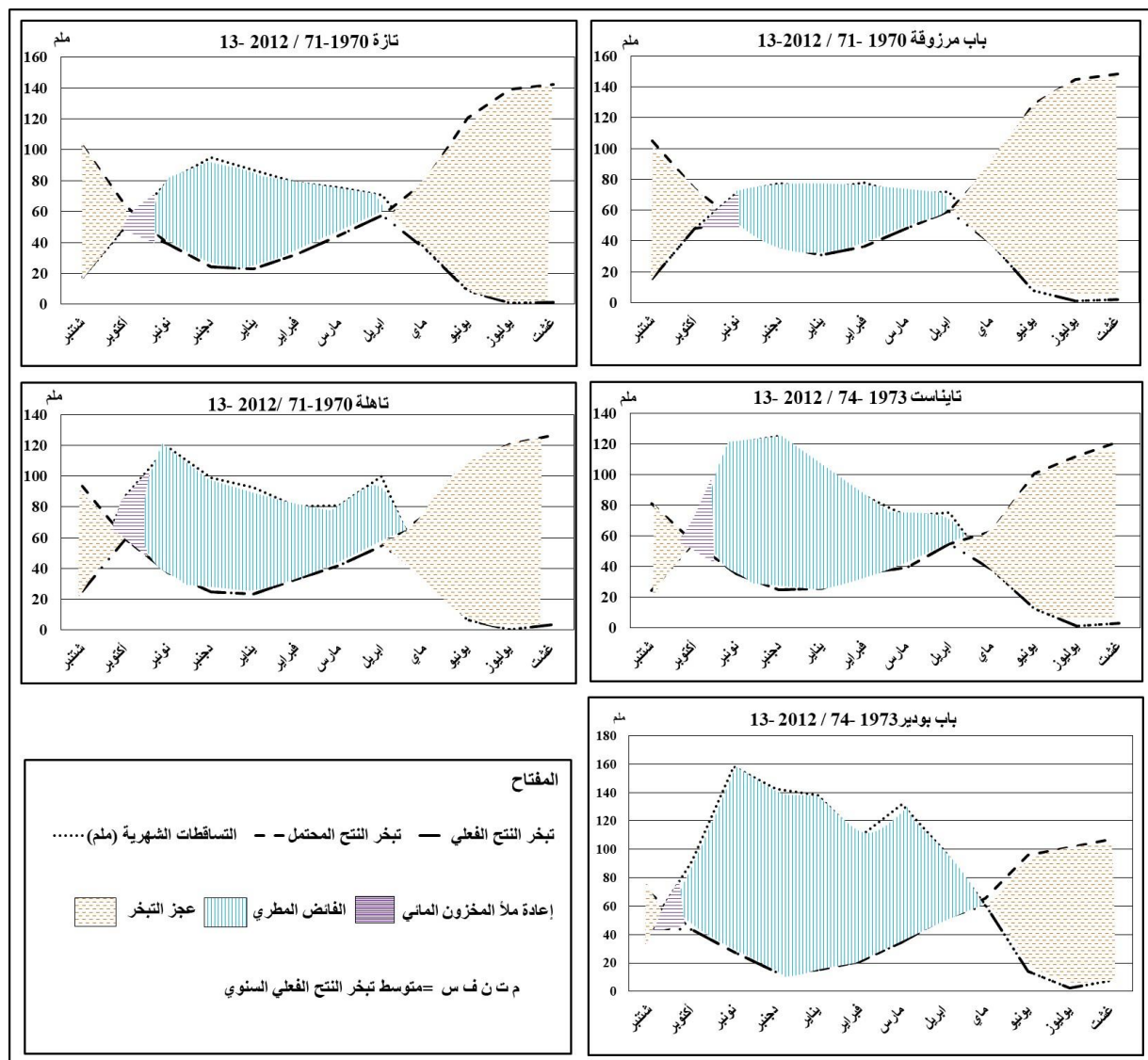
المصدر: إنجاز شخصي اعتمادا على معطيات وكالة حوض سبو والمديرية الإقليمية للفلاحة. مصدر معطيات الحرارة: <https://climate.northwestknowledge.net>

كما أن قدر التبخر الفعلي (شكل رقم 50) تختلف أهميته بين مناطق الحوض، فبالمجالات المرتفعة كما تشير إلى ذلك محطة باب بودير وتايناست، تقل قيمه في الفترة الرطبة من السنة عن 13 ملم بالمحطة الأولى و 24 ملم بالثانية، في حين يرتفع خلال فترة أبريل-ماي حيث يتراوح ما بين 53 و 60 ملم بالمحطتين. أما بالمحطات المتبقية التي لها ارتفاع ضعيف، فيلاحظ أنه مرتفع في الفترة المطيرة حيث يصل إلى 44 ملم خلال شهر مارس بمحطة تازة، 41 ملم بمحطة تاهلة في نفس الشهر، 52 ملم خلال شهر

نونبر بمحطة باب مرزوقة. كما وصل التبخر الفعلي إلى أعلى مستوياته نهاية الفصل الربيع وبداية فصل الخريف.

تتأثر الحصيلة المائية بحوض إيناون بالجفاف المناخي، الشيء الذي يجعلها ذات خصائص مائي دائم وكبير طول السنة الهيدرولوجية. فمعدل التبخر-النتج الفعلي يظل هزيلا، فيما التبخر-النتج المحتمل قوي جدا ($ETP < ETR$). وهذا العجز المائي، سواء الجوي ($ETP - ETR$) أو الترابي ($RU = 0$) يؤثر على الجرايات المائي، وترجع هذه الوضعية إلى شح الأمطار وارتفاع التبخر الناتج المحتمل. إذ أن الأمطار لا تكفي لتقليص الجفاف المناخي، كما أن التربة تكون فارغة من المياه طوال السنة، بحيث الأمطار التي تهطل على بعض شهور السنة سرعان ما تتبخر بفعل جفاف الجو، مما يؤدي إلى انعدام الجريان، وإذا حدث في بعض الأحيان نتيجة زخات مطرية يكون فجائيا ومؤقتا.

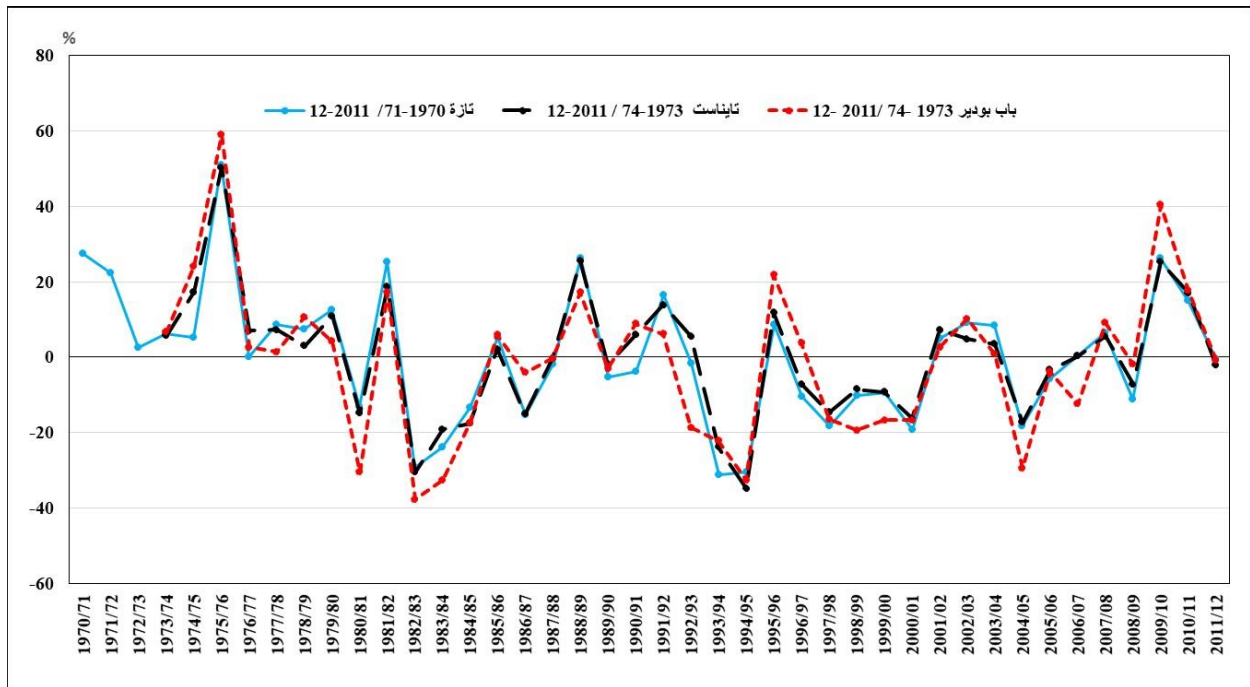
شكل رقم 50: الحصيلة المائية داخل التربة لبعض محطات إيناون



2.4.3. التغيرية البيسنوية لتبخر النتج الفعلي ببعض محطات الحوض

يتبن من خلال دراسة الانحراف النسبي عن المعدل لقيم تبخر النتج الفعلي (الشكل رقم 51)، وجود ثلاث فترات الأولى ابتدأت من سنة 1970-71 إلى 1979-80 تميزت بارتفاع قيم تبخر النتج الفعلي حيث بلغ الانحراف كحد أقصى سنة 1975-76 51 % بمحطة تازة، 50,3 % بمحطة تايناست، 58,9 % بمحطة باب بودير. وحد أدنى وصل إلى 0,1 % بالمحطة الأولى 7 % بالثانية سنة 1976-77، أما المحطة الثالثة فلقد بلغ 1,4 % سنة 1977-78، ويفسر هذا بارتفاع معدلات التساقطات المطرية المسجلة خلال هذه الفترة، مما جعل هذه المحطات تتميز بطاقة تبخارية كبيرة، أما الفترة الثانية التي امتدت من سنة 1980-81 إلى 1994-95 اتسمت بهيمنة السنوات التي لها انحراف سلبي في تبخر النتج الفعلي، حيث بلغ الانحراف النسبي إلى أدنى قيمه سنة 1994-95 -30,4 % بمحطة تازة، -34,8 % بتايناست، -32,7 % بباب بودير وهناك أيضا قيم دنيا ثانوية سجلت سنة 1982-83 وتراوح ما بين -29,3 % بالمحطة الأولى، -30,5 % بالمحطة الثانية، -37,8 % بالثالثة، هذا الانحراف السلبي في تبخر النتج الفعلي ناتج عن تراجع التساقطات المطرية خلال هذه الفترة، الشيء الذي أدى إلى نضوب الاحتياطي المائي بالتربة.

شكل رقم 51: الانحراف النسبي لقيم تبخر النتج الفعلي عن المعدل ببعض محطات الحوض



المصدر: إنجاز شخصي اعتمادا على معطيات وكالة حوض سبو والمديرية الإقليمية للفلاحة ومصدر معطيات الحرارة:

<https://climate.northwestknowledge.net>

الفترة الثالثة ابتدأت سنة 1996-97 وانتهت سنة 2011-12، تميزت بنوع من التوازن بين السنوات ذات الانحراف الإيجابي، وذلك ناتج عن ارتفاع التساقطات التي كانت أكثر من المعدل، والأخرى ذات الانحراف السلبي بفعل تراجع التساقطات المطرية وانخفاض المخزون المائي في التربة خلال هذه السنوات،

فالأولى بلغت ثماني سنوات سجل فيها الانحراف أعلى قيمه سنة 2009-2010 26,3 % بمحطة تازة، 25.2 % بتايناست، 40.3 % بودير. أما الثانية وصل عددها تسع سنوات ونزل فيها معامل الانحراف النسبي سنة 2004-05 إلى أدنى مستوى له وانحصر بين 17.4 - % و 29.4 - % في المحطات الثلاث.

3.4.3. الاستغلال المكثف لمياه الأودية من أجل النشاط الفلاحي

على امتداد المجاري الرئيسية لحوض إيناون تزاوّل الساكنة نشاطا فلاحيا موسميا، تطغى عليها بعض الزراعات السقوية، إذ سقى بالاعتماد على مياه الأودية خاصة واد الأربعاء وواد لحضر (صورة رقم 28) وإيناون (صورة رقم 29)، وتحتاج هذه الزراعات إلى المياه بكثرة خاصة في فصل الصيف، مما يؤدي إلى ارتفاع عجز الجريان خاصة بالمجاري التابعة للسح الريفي، حيث انعدام المنابع التي تعمل على تغذية الجريان خلال فصل الصيف.

صورة رقم 28: انتشار الزراعة السقوية بالقرب من واد لحضر صورة رقم 29: انتشار الزراعة السقوية بجوار واد إيناون



المصدر: تصوير شخصي بتاريخ 2020-09-02



المصدر: تصوير شخصي بتاريخ 2019-07-12

وحسب المديرية الإقليمية للفلاحة بتازة، تبلغ مساحة الأراضي المسقية 22.800 هكتار، مقسمة بين إنتاج الخضروات والكلأ المخصص الماشية.

5.3. معامل الجريان داخل الحوض

إن تدني التساقطات المطرية خلال الثلاثين سنة الماضية بالحوض، والعجز الذي حصل في الجريان أثر على نسب معامل الجريان التي بدورها عرفت تراجعاً. ولكي نتعرف على أهمية الجريان بالحوض استخرجنا معامل الجريان النسبي باتباع القاعدة التالية:

$$\text{معامل الجريان (Cr)} = \frac{\text{الفرشة المائية الجارية بملم}}{\text{الفرشة المائية المتساقطة بملم}} \times 100^*$$

انطلاقاً من الجدول رقم 38 يتضح أن معامل الجريان ضعيف بمحطة باب مرزوقة حيث قدر بـ 12.4%، مما يدل على أن كمية المطرية المتساقطة لا تصل إلى مجرى واد إيناون، نتيجة تداخل مجموعة من العوامل التي تؤدي تناقص هذه الكمية، كتسربها إلى الفرشات الباطنية نتيجة وجود الصخور الكلسية بمنطقة الأطلس المتوسط. بالإضافة إلى ذلك تزايد التبخر بواسطة ارتفاع درجات الحرارة خاصة خلال فصل الصيف وذلك بالتوازي مع الأنشطة الفلاحية التي يقيمها سكان هذه المنطقة بجوار واد إيناون، مما يتطلب كميات مهمة من الماء لعملية السقي، أما بالنسبة لمحطة الكوشات فتعرف نسبة جريان مهمة قدرت بـ 25.3% فهي تخضع لنفس العوامل السابقة الذكر، إلا أن وجود بعض المجاري التي تنبع من الهضبة الكلسية بجنوب واد إيناون تعمل على تعزيز جريانه بهذا الجزء من الحوض.

خاتمة الفصل الثالث

من خلال حساب الفرشة المائية المتساقطة وحصيلة الجريان بحوض إيناون ومختلف مكوناتها، يمكن الخروج بالاستنتاجات التالية:

- يتحكم الوضع الطبوغرافي للحوض في توزيع التساقطات المطرية، كما تهيمن عليه الفئات المطرية ما بين 300 ملم و 600 ملم بنسبة 34,8 % ، وعليه بلغت الفرشة المائية المتساقطة 875,6 ملم .
- ترتفع الفرشة المائية المتساقطة والجارية بمحطة باب مرزوقة مقارنة مع الكوشات، كما يزداد عجز الجريان من المحطة الأولى في اتجاه الثانية نتيجة لارتفاع التبخر الجوي الذي تزداد حدته خلال شهور الفترة الصيفية وبداية الخريف، وكذا استغلال مياه الأودية في سقي الزراعات المعيشية التي تنتشر بجنبات الأودية.
- تعرف محطات المجالات المنخفضة من الحوض ارتفاع في تبخر النتج، مقارنة مع محطات المجالات المرتفعة، كما تتميز الحصيلة المائية بالحوض بخصائص مائي دائم بفعل الجفاف المناخي.
- بين الانحراف النسبي لقيم تبخر النتج الفعلي، وجود ثلاث فترات الأولى: 1970-1979 / 71-80 تميزت بارتفاع تبخر النتج الفعلي، الثانية: 1980-1981 / 1994-95 اتسمت بانخفاضه، والثالثة 1995-1996 / 12-2011 ميزتها انحرافات إيجابية في قيم تبخر النتج الفعلي.
- يرتفع معامل الجريان من العالية في اتجاه سافلة الحوض، وذلك راجع إلى وجود طبقة صخرية غير نافذة بالضفة الشمالية التي تسرع الجريان في اتجاه السافلة.

خاتمة القسم الثالث

إذن في ارتباط مع الانخفاض الذي طرأ على التساقطات المطرية في جميع المستويات الزمنية، فإن النظام الهيدرولوجي عرف بدوره عجزاً في جميع هذه المستويات، خلالها اتسم التطور الزمني للصبيب بحوض إيناون بعدم الانتظام، في جميع المحطات المدروسة، حيث تفاوتت التغيرات المكانية بين المحطات من العالية في اتجاه السافلة. بينما ارتبطت التغيرات الزمنية للصبيب بتعاقب الفترات الرطبة والجافة التي تتوالى على الحوض، مع وجود هيمنة للسنوات الجافة هيدرولوجياً على حساب الرطبة. من جهة أخرى تبين جميع المناهج المعتمدة أن هناك نزعة عامة نحو انخفاض الصبيب بحوض إيناون، وذلك ناتج عن التراجع الذي عرفته التساقطات المطرية منذ السبعينيات. وهو ما يوحي أن هناك تطابق في سنة حدوث الانقطاع ما بين التساقطات المطرية السنوية والصبيب السنوي بحوض إيناون، مما يدل على تراجع التهاطل الذي ابتدأ سنة 1979 وكان سبباً في تقلص الموارد المائية الجارية، بمختلف أودية الحوض في تراجع حصيلة الجريان داخل الحوض.

ويلاحظ أيضاً ارتفاع الصبيب الشهري من العالية في اتجاه السافلة، مما يجعل محطة الكوشات تعرف قيم عليا من الصبيب، حيث يصل الصبيب الشهري إلى أعلى مستوياته خلال شهر فبراير في جميع المحطات المدروسة. كما يسجل تزايد في قيم الصبيب الشهرية خلال فصل الخريف، وهناك اتجاه نحو التناقص في الصبيب خلال فصلي الشتاء والربيع. وأخيراً تجمع ما بين التهاطل والصبيب المائي علاقة قوية، إذ يظهر تأثير مباشر للعجز المطري على مختلف المستويات الزمنية خاصة الشهرية.

أما فيما يخص متوسط الصبيب اليومي، فيتميز بتغيرية مكانية قوية ارتبطت بأهمية المجرى الذي تقوم المحطة بقياسه، وبطبيعة التكوينات السطحية التي تجمل ما بين البنية الصخرية الصلصالية غير النافذة بالضفة اليمنى لواد إيناون، والبنية الكلسية النافذة بالضفة اليسرى، وتعاقب السنوات الرطبة والجافة. هكذا تسجل محطة باب مرزوقة انخفاضاً في الصبيب اليومي المرتب نظراً لتأثرها بالسنوات الجافة مقارنة مع محطة الكوشات التي تستفيد من المناخ الكارستية، والتي تعمل على دعم جريانها في مختلف الفترات. كما تتردد على المجال المدروس قيم عليا من الصبيب الأقصى اليومي، نظراً للتغيرية المرتبطة بالتساقطات المطرية، هذا التردد ارتفع خاصة في العقدين الأخيرين وينذر باحتمال تكراره في المستقبل.

وفي الأخير يلاحظ أن مجال دراستنا وعلاقة بالتغيرية الهيدرومترية القوية التي يعرفها، يتعرض لمخاطر مرتبطة بالفيضانات والجفاف حيث كان ترددها مهم في العقود الأخيرة، وهذا ما سنحاول إبرازه من خلال القسم الثالث.

القسم الرابع:
الظواهر المناخية القصوى، آثارها وتديرها بحوض إيناون

مقدمة القسم الرابع

بعد دراسة التغيرية المكانية والزمنية للتساقطات المطرية والصبيب بحوض إيناون، خصص القسم الرابع لدراسة الظواهر المناخية القصوى ومحاولة تفسيرها مناخيا، وإبراز آثارها على حوض إيناون والتدابير المتخذة للوقاية منها والتكيف معها. إذ ابتداء هذا القسم بدراسة الجفاف المناخي والهيدرولوجي وذلك بالاعتماد على المقاربة الزمنية، سواء على المستوى البيسنوي، أو على المستوى الشهري واليومي.

فدراسة الجفاف المناخي على المستوى الزمني يكتسي أهمية بالغة، لكونه يمكن من رصد التطور الكرونولوجي لسنوات القلة المطرية؛ بتحليل النزعة العامة لتطور التساقطات من سنة لأخرى. ثم سنتقل بعد ذلك إلى دراسة الامتطاحات والفيضانات، باعتبارهما نتيجة مباشرة للتساقطات المطرية الاستثنائية، التي يعرفها حوض إيناون من حين لآخر، وذلك من خلال رصد تردداتها وتطوراتها الزمنية في المحطات المدروسة.

وتعتبر موجات الجفاف المناخي والتساقطات المطرية الاستثنائية بحوض إيناون، نتاجا طبيعيا مباشرا للظروف الجوية، لذلك ستشكل دراسة ميكانيزمات الدورة الهوائية وأصناف الطقس، دروا مهما في فهم وتفسير التغيرية المناخية، فتوالي طقوس جافة مثلا وأخرى ممطرة ما هو إلا انعكاس مباشر لحركات الجو، بفعل ترحح خلايا الضغط الجوي عن مواطنها المعتادة.

ونظرا لكون الظروف المناخية المسببة للظواهر المناخية الاستثنائية بحوض إيناون، تتجاوز الخصائص المحلية والإقليمية للدورة الهوائية، سيتم التطرق أيضا إلى العوامل الخارجية، في إطار استحضار ما يسمى بالتفاعلات البعيدة المدى التي تعرفها المنظومة المناخية العالمية. حيث سنبحث في بعض مظاهر علاقة الجفاف والتساقطات الاستثنائية، بالذبذبتين شمال المحيط الأطلسي وغرب البحر الأبيض المتوسط.

وفي الأخير تم البحث في الآثار الناتجة عن الظواهر المناخية الاستثنائية بمجال الدراسة، لاسيما تلك المرتبطة بالجفاف المناخي والامتطاحات، حيث سيتم حساب الحصيلة المائية لمعرفة تغيراتها الزمنية، وكذا التعرف على العجز الذي شاب الموارد المائية بالحوض، بالإضافة إلى ذلك سنتوقف على التوزيع الكرونولوجي للفيضانات، والخسائر المترتبة عنها.

كما خالصنا في نهاية هذا القسم إلى التطرق للاستراتيجيات والسياسات المتخذة، لتدبير هذه المخاطر من طرف المصالح المعنية وسكان مجال الدراسة، للوقاية والتكيف مع الظواهر المناخية القصوى. ولكن قبل ذلك سنبرز نتائج المقابلات الشفوية التي قمنا بها مع ساكنة الحوض، وكذلك المقارنة التي أجريتها مع نتائج بعض الدراسات التي همت الأحواض المائية الرئيسية بالمغرب وكذلك بأحواض البحر الأبيض المتوسط. وفي نفس السياق أجرينا مقارنات للسياسة المتبعة في المغرب في هذا الميدان مع الدول المتقدمة وأخص بالذكر فرنسا وإسبانيا، وعملنا كذلك على تقديم مقترح لتطوير سياسة تدبير هذه المخاطر بمجال الدراسة.

الفصل الأول:

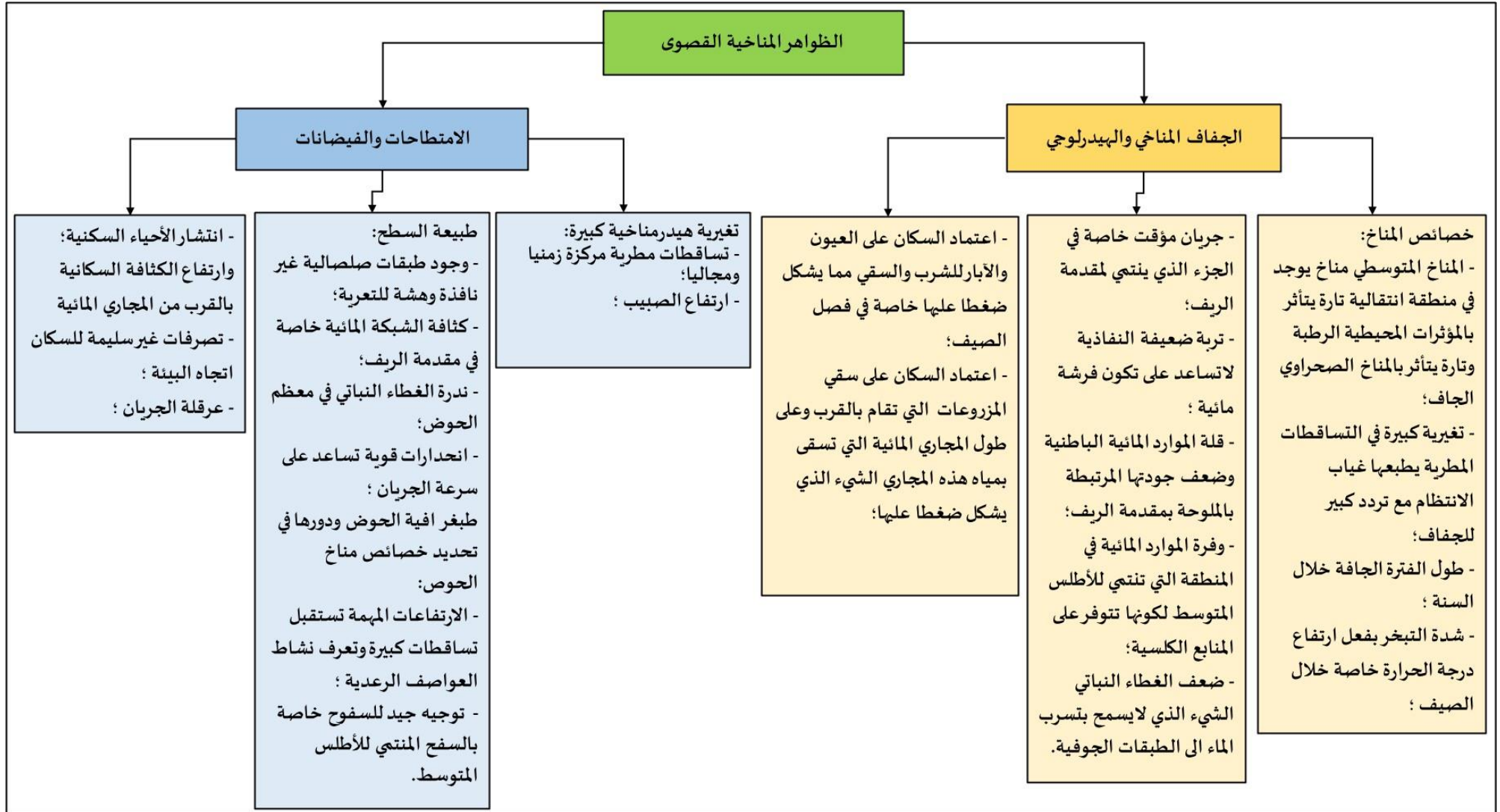
دراسة فترات الشح المائي والوفرة الهيدرولوجية بحوض إيناون

مقدمة

في القسم الأول تم التطرق للخصائص الطبيعية والمناخية والبيومناخية والبشرية لحوض إيناون، باعتبارها عوامل مسببة ومساهمة في ظهور الجفاف والامتطاحات، وللتذكير بها تم إدراج بعضها في الشكل رقم 53. وكما سبقت الإشارة أيضا في القسم الثاني فإن مجال الدراسة يتميز بتغيرية هيدرولوجية قوية، من بين تجلياتها في بعض الأحيان انحباس التساقطات المطرية، وحدوث نوبات شديدة من الجفاف الشيء الذي يؤثر بطريقة مباشرة على المياه الجارية في أودية حوض إيناون، وعلى مختلف الأنشطة الاقتصادية المزاولة داخل مجال الدراسة. ومن بين تجلياتها أيضا حدوث امتطاحات وفيضانات خطيرة، تؤدي إلى خسائر كبيرة بمختلف أنحاء الحوض. إذ سيتم الاعتماد في دراسة هذه الظواهر على المناهج الإحصائية، وذلك لمعرفة تطوراتها وتغيراتها الزمنية والمكانية.

كما تكتسي دراسة هذه الظواهر أهمية قصوى، خاصة عندما يتعلق الأمر بوضع مشاريع للتخفيف، مستقبلا من آثار الجفاف والفيضانات، ويكون ذلك عبر معرفة المناطق الأكثر عرضة لهذه الظواهر، لإعطائها الأولوية في هذه المشاريع، والشكل رقم 52 يوضح بعض الأسباب المؤدية إلى ظهور الظواهر المناخية القصوى بحوض إيناون.

شكل رقم 52: بعض العوامل المسببة للظواهر المناخية القصوى بحوض إيناون



المصدر: إنجاز شخصي، 2018.

1.1. ترتبط فترات الندرة المائية باستفحال ظاهرة الجفاف المناخي

1.1.1. تعريف ظاهرة الجفاف المناخي والشح الهيدرولوجي

لتعريف الجفاف في ميدان المناخ، غالبا ما يتم التركيز على العوامل الجوية، وخصوصا العجز الحاصل في كمية التساقطات، مقارنة مع معدلها. وتضاف إلى هذا العنصر أحيانا عناصر أخرى، كدرجة الحرارة، ومدة التشميس، والتبخر-النتح، ونسبة الرطوبة الجوية، وسرعة الرياح. ونستدل في هذا الصدد بتعريفين صاغهما بعض المناخيين حول الجفاف كظاهرة جوية (باحو، 2002؛ Bellichi, 2004):

الجفاف مفهوم يدل على سيادة فترة زمنية معينة، طويلة أو قصيرة، من الطقس الجاف، بحيث تؤدي حالة الجفاف المستمر، فترة من الزمن، إلى ظهور حاجة ماسة إلى الماء من قبل النبات والحيوان وحتى الإنسان، وحيث تبدو الأرض جافة، ينعدم فيها الجريان السطحي للماء. وقد يدل الجفاف على مبلغ الأثر الذي تركته قلة الأمطار - أو انعدامها - لفترة من الزمن، على مختلف جوانب البيئة المحلية، الطبيعية والبشرية. وما يهمنا في هذا الصدد هو دراسة الجفاف العرضي الذي يبدو على شكل نوبات مفاجئة من الطقوس الجافة، والتي تهيمن خلال فترات طويلة، داخل الموسم العادي للأمطار (الخريف والشتاء والربيع في المناخ المتوسطي). وتكون لهذا النوع تأثيرات ومضاعفات قوية على الأنشطة الفلاحية خاصة البعلية، وعلى منابع المياه.

2.1.1. يظهر مؤشر التساقطات الموحد طول امتداد الفترات الجافة داخل السلاسل الزمنية

تم تطرق لموضوع الجفاف انطلاقا من مقارنة زمنية، بحيث تهدف الدراسة إلى معالجة البعد الزمني للجفاف المناخي بالحوض، على المستوى البيسنوي. ورصد التطور الكرونولوجي لأحداث الجفاف، باستخراج أهم الفترات الجافة اعتمادا على مؤشر التساقطات المطرية الموحد Standardized Precipitation Index الذي يعبر عنه رياضيا بالقاعدة التالية :

$$SPI = (P_i - P_m) / \sigma$$

هذا مع العلم أن:

P_i : مجموع التهاطل المطري لكل سنة ب ملم؛

P_m : متوسط التهاطل المطري للفترة المدروسة ب ملم؛

σ : الانحراف المعياري للسلسلة ب ملم.

وتكون القيم المحصلة عليها بواسطة (SPI)؛ محددة لفترات وسنوات العجز على مستوى التساقطات وذلك وفق الجدول التالي:

جدول رقم 40: فئات قساوة الجفاف من خلال (SPI)

فئات قيم	نوعية الفترة
أكثر من 2,0	فترة ذات رطوبة قصوى
ما بين 1,50 و 1,99	فترة شديدة الرطوبة
ما بين 1,0 و 1,49	فترة ذات رطوبة معتدلة
ما بين 0,99 و -0,99	فترة قريبة من العادية
ما بين -1,0 و -1,49	فترة ذات جفاف معتدل
ما بين -1,5 و -1,99	فترة شديدة الجفاف
أقل من -2,0	فترة ذات جفاف قاس

المصدر: (McKee et al, 1993)

انطلاقاً من النتائج المحصل عليها والمدرجة في الشكل رقم 53 و 54، وباعتماد على الجدول رقم 40 يتضح أنه:

- بعالية حوض إيناون ما بين 1971-70 / 2011-12 تميزت محطتي تازة وباب مرزوقة بتعاقب 22 سنة جافة و 21 سنة رطبة على التوالي، حيث اعتبرت سنة 1994-95 فترة شديدة الجفاف
- بمقدمة الريف وفي نفس الفترة السالفة لاحظنا وجود 20 سنة جافة بمحطة أحد أمسيلة، 21 سنة بمحطة تايناست، 17 بمحطة عين بوقلال وإبن هيثم، بينما السنوات الرطبة فتراوحت ما بين 23 سنة رطبة بمحطة أحد امسيلة، 22 سنة بمحطة تايناست وأخيرا 26 سنة بمحطة ابن هيثم وعين بوقلال.
- أما بالأطلس المتوسط بلغت السنوات الجافة 23 سنة بمحطة باب بودير، 20 سنة بمحطة تاهلة، 22 سنة بمحطة باب أزهار، في حين تراوحت السنوات الرطبة ما بين 20 سنة رطبة بالمحطة الأولى، 23 سنة بالمحطة الثانية، و 21 سنة بالمحطة الثالثة.
- بسافلة الحوض تميزت الفترة الممتدة من سنة 1971-70 / 2011-12 بوجود 22 سنة جافة بمحطة الكوشات و 19 سنة بمحطة إدريس الأول. أما بخصوص السنوات الرطبة فانحصرت ما بين 21 سنة رطبة بمحطة الكوشات و 24 سنة بمحطة إدريس الأول.

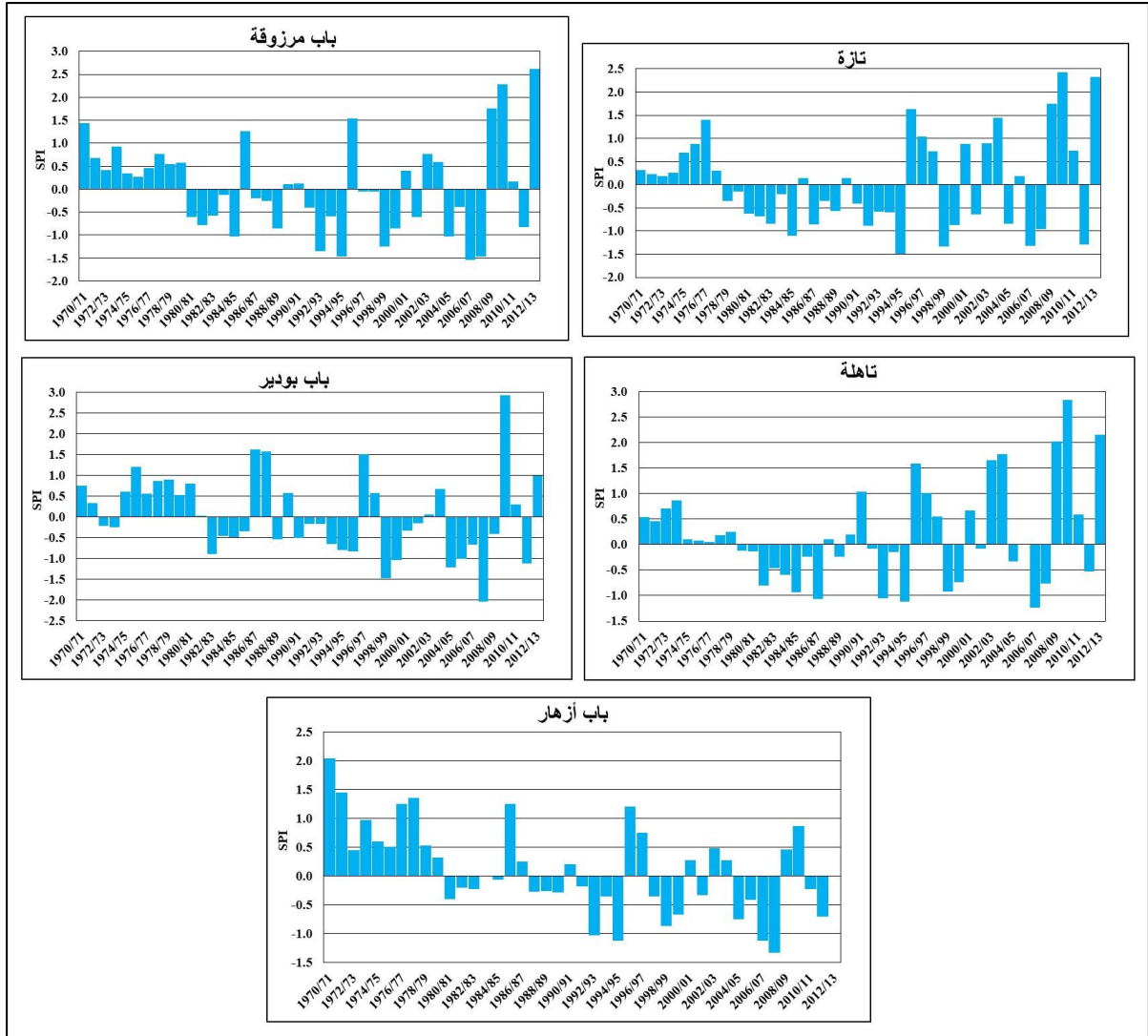
شكل رقم 53: مؤشر التساقطات الموحد بالسفح الريفي في الفترة ما بين 1970-71 / 2012-13



المصدر: إنجاز شخصي اعتمادا على معطيات وكالة حوض سبو والمديرية الإقليمية للفلاحة بتازة ، 2018.

يلاحظ إذن أن هناك تردد مستمر لسنوات الجفاف، في جميع المحطات المدروسة على امتداد الفترة المدروسة، لكن الشيء الملفت للنظر هو تردها بشكل كبير منذ ثمانينيات القرن الماضي، وهو ما يؤكد فرضية التراجع المطري، الذي قمنا بتحديدده في القسم الثاني. وعموما يمكن تقسيم السنوات المدروسة إلى ثلاث فترات: الأولى رطبة وهي الممتدة من سنة 1970-71 إلى سنة 1978-79، والثانية جافة امتدت من سنة 1979-80 إلى سنة 2006-07، والثالثة رطبة من سنة 2007-08 إلى سنة 2011-12.

شكل رقم 54: مؤشر التساقطات الموحد بمحطات السفح الأطلسي للفترة الممتدة من 1970-71 / 2012-13



المصدر: إنجاز شخصي اعتمادا على معطيات وكالة حوض سبو والمديرية الإقليمية للفلاحة بتازة ، 2018 .

وبمقارنة هذه النتائج مع مختلف الأحواض الموجودة داخل المغرب، نجد أن جميعها مرت من نفس الفترات الجافة والرطبة (Zamrane,2017 ; Khomsi,2014 ; El jihad,2012) وهو ما ينذر بتراجع المخزون المائي الوطني، وبالتالي التأثير سلبا على مصادر التزود بالماء. ولإعطاء فكرة أكثر على الجفاف المناخي، وتحديد الفترات والمتتاليات الشهرية التي عرفت امتدادا أكثر لهذه الظاهرة، تم الاعتماد على مؤشر الجفاف الموحد للتساقطات المطرية (Indice Standardisé de Sécheresse Pluviométrique (ISSP)).

3.1.1 تتميز المتتاليات الجافة بطول امتدادها الزمني

لدراسة حالات الجفاف الشاذة التي عرفت التساقطات المطرية بحوض إيناون، تم اتباع مؤشر الجفاف الموحد للتساقطات المطرية (ISSP) الذي وضعه (Pita,2000)، الذي إقتبسه من مؤشر

التساقطات الموحد (ISP)، كما اعتمدته مجموعة من الدراسات نذكر منها (Pita, 2000 ، Adjim, 2018 ، Meledje, 2015)، حيث سيمكن هذا المؤشر من تحديد تسلسل سنوات الجفاف، على امتداد السلاسل الزمنية للتساقطات المطرية المدروسة، وذلك من خلال المرور عبر الخطوات التالية :

في الخطوة الأولى تم حساب شذوذ³ أو عدم الانتظام في التساقطات المطرية الشهرية بتطبيق القاعدة التالية:

$$APi = Pi - PMED$$

بحيث

APi = (Anomalie Pluviométrique de chaque mois i) شذوذ التساقطات المطرية الشهري

Pi = (Valeur de la Précipitation du mois i) قيم التساقطات المطرية الشهرية

$PMED$ = (Précipitation Médiane de la série) واسط التساقطات المطرية الشهرية على للسلسلة المدروسة = correspondant à ce mois de l'année).

وفي الخطوة الثانية نقوم بجمع تراكمي لشذوذ أو عدم انتظام التساقطات المطرية الشهرية، انطلاقا من الشهر الأول للسلسلة الإحصائية، وذلك وفق القاعدة التالية:

$$APAi = \Sigma APi$$

بحيث

$APAi$ = Anomalie Pluviométrique تراكم شذوذ أو عدم انتظام التساقطات المطرية للشهر المعين
Cumulée du mois i.

يمكن أن نجد متتالية⁴ من السنوات الجافة ($APAi$: négative) ومتتالية أخرى من السنوات الرطبة ($APAi$: Positive)، كما يمكن أن نجد العكس أيضا .

وفي الخطوة الثالثة، نحصل على مؤشر الجفاف الموحد للتساقطات المطرية (ISSP) بتوحيد تراكم شذوذ أو عدم انتظام التساقطات المطرية الشهرية، بالاعتماد على القاعدة التالية:

$$ISSPi = ZAPAi = (APAi - APA) / \sigma APA$$

³ شذوذ التساقطات المطرية: انحرافها عن الوضع الطبيعي بحيث تعرف تعاقب أكثر للسنوات والشهور الجافة.

⁴ متتالية من السنوات الجافة: تعاقب سنوات الجفاف بشكل متسلسل ومتتابع.

بحيث:

ISSPi = Indice Standardisé de Sécheresse Pluviométrique du mois i, مؤشر الجفاف الموحد
للتساقطات المطرية لشهر معين؛

ZAPAi = Anomalie Pluviométrique Cumulée Standardisée du mois i. تراكم شذوذ أو عدم
انتظام التساقطات المطرية لشهر معين؛

APA = Moyenne des Anomalies Pluviométriques Cumulées de tous les mois de la série
متوسط تراكم شذوذ أو عدم انتظام التساقطات المطرية لجميع شهور الفترة المدروسة؛

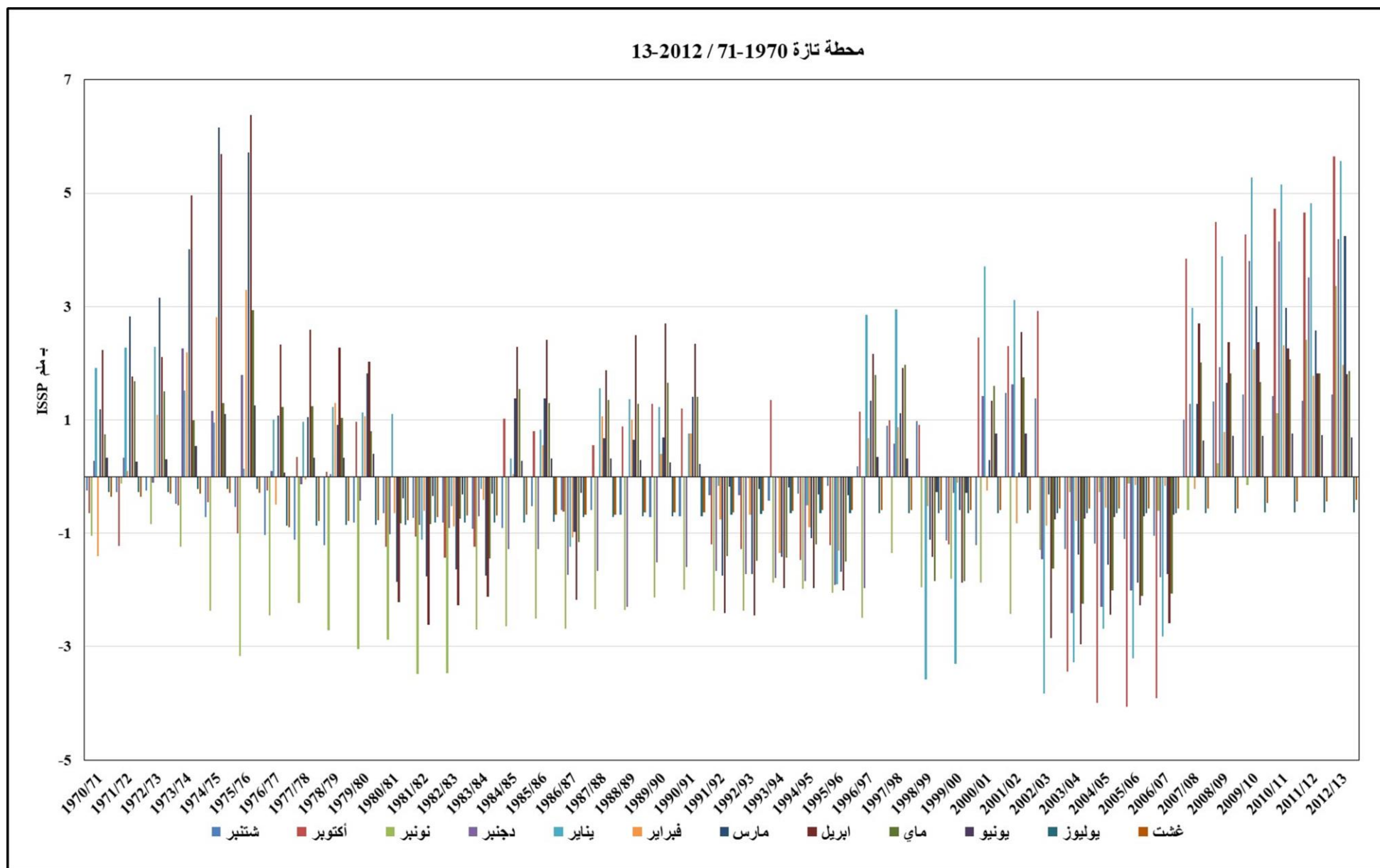
σ_{APA} = Écart type des Anomalies Pluviométriques Cumulées de tous les mois de la série
الانحراف المعياري لتراكم شذوذ أو عدم إنتظام التساقطات المطرية لجميع شهور الفترة المدروسة؛

إن توحيد قيم، تراكم عدم انتظام التساقطات المطرية الشهرية، له فائدتين الأولى تمكن من المقارنة بين مختلف المحطات المدروسة، والثانية من استعمال هذه المؤشرات في دراسة احتمال رجوع الفترات، التي تعرف خلل في التساقطات المطرية الشهرية. كما ترجع أهمية هذا المؤشر في تحديد فترات الجفاف وحدته التراكمية الناتجة بشكل دقيق (Pita,2000)، خاصة وأن مناخ الحوض يتميز بطول فترات الجفاف وتناوبها من حين لآخر.

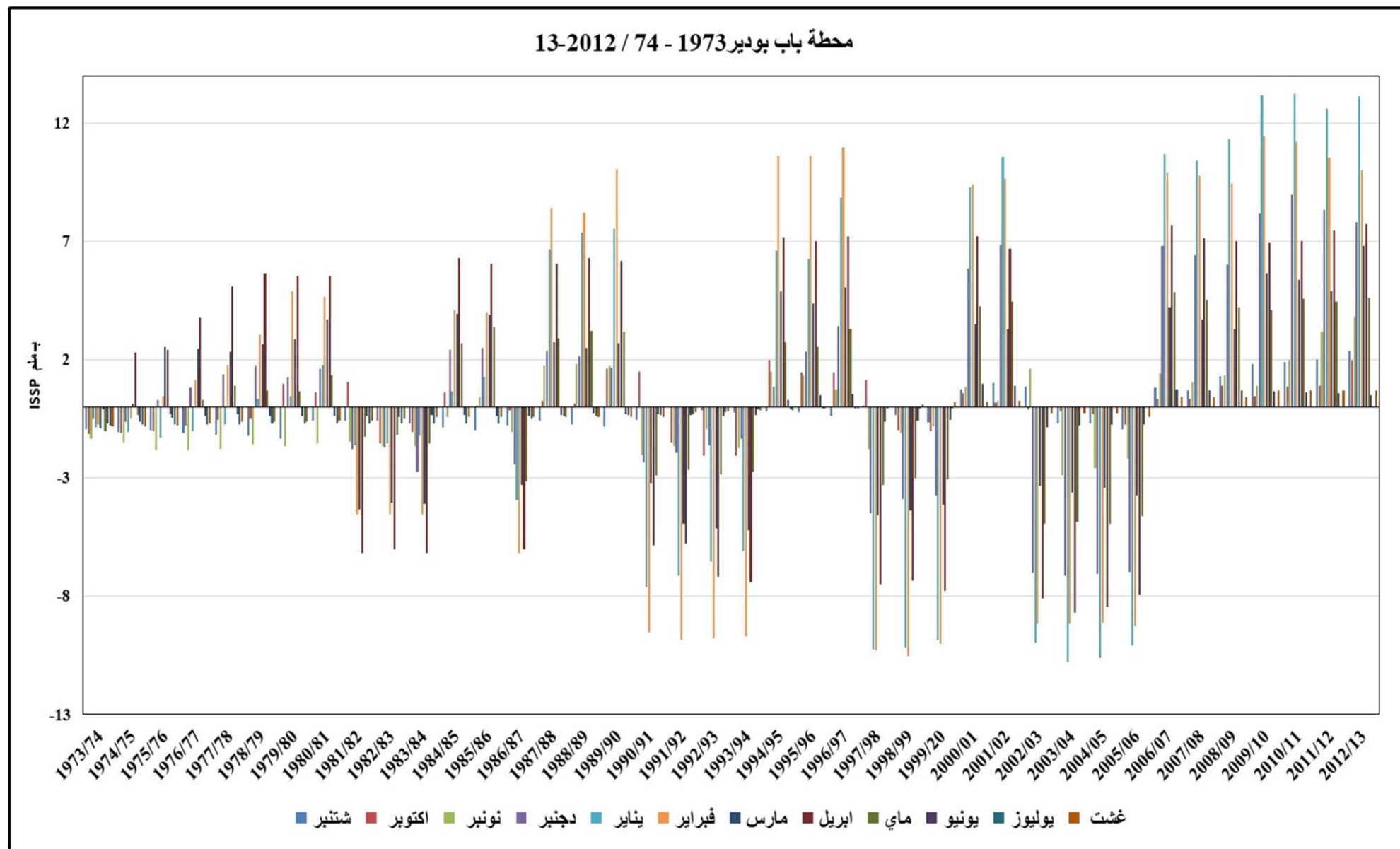
تم تطبيق المؤشر المذكور على المحطات المدروسة، والنتائج المحصل عليها تم إدراجها في الشكل رقم 55 و56 والجدول رقم 41 للإشارة فقط فالأشكال نهدف من خلالها ليس فقط إظهار السنوات التي عرفت الجفاف بشكل متتالي، ولكن أيضا تبين درجة الجفاف الشهري داخل السنة، النتائج المعتمدة مدرجة في الجدول رقم 30). إذ بملاحظتها يسهل تحديد الشهور الجافة والرطوبة التي عرفت الفترة الممتدة من سنة 1970-71 إلى سنة 2011-12. ونظرا لانتماء المحطات المدروسة لمجال شبه متجانس من حيث الخصائص المناخية، يلاحظ أن هناك شبه تطابق في متتاليات الشهور الجافة التي تعاقبت على حوض إيناون.

وبملاحظة الجدول رقم 41، اعتبرت الفترة الممتدة من شهر أكتوبر 1991-92 إلى شتنبر 1995-96 أطول فترة جافة، حيث تراوح عدد الشهور بين 60 شهرا بمحطة تازة و46 شهر بمحطة باب بودير، وبلغ مؤشر الجفاف الموحد للتساقطات المطرية الشهرية 22,1-بالمحطة الأولى و 9,91-بالمحطة الثانية (الجدول رقم 41). أما فيما يخص أقصر متتاليات الشهور الجافة تم تسجيلها ما بين نونبر 1986-87 وشتنبر 1987-88، حيث تراوحت ما بين 10 أشهر بمحطة تازة و23 شهر بمحطة تاهلة.

شكل رقم 55: مؤشر الجفاف الموحد للتساقطات المطرية الشهرية بمحطة تازة 1970-2013



شكل رقم 56: مؤشر الجفاف الموحد للتساقطات المطرية الشهرية بمحطة باب بودير 1973-74 / 2012-13



جدول رقم 41: المتتاليات الجافة والحدة القصوى للجفاف بحوض إيناون

المحطة الرصدية	المتتاليات الجافة		عدد الشهور	الحدة القصوى للجفاف (ISSP)
تازة	نونبر 1981	ماي 1984	48	-1.00
	نونبر 1986	شتنبر 1987	10	-1.15
	أكتوبر 1991	شتنبر 1995	60	-1.23
	نونبر 1998	شتنبر 2000	23	-0.75
	دجنبر 2002	غشت 2006	57	-0.78
تاهلة	أكتوبر 1981	شتنبر 1984	47	-0.73
	أكتوبر 1986	شتنبر 1988	23	-0.45
	أكتوبر 1991	شتنبر 1995	59	-0.58
	دجنبر 1998	شتنبر 2000	33	-0.90
	أكتوبر 2002	شتنبر 2006	59	-1.02
باب بودير	دجنبر 1981	غشت 1984	33	-6.17
	أكتوبر 1986	شتنبر 1987	12	-6.10
	نونبر 1991	شتنبر 1995	46	-9.97
	نونبر 1998	غشت 2000	34	-10.03
	دجنبر 2002	غشت 2006	45	-10.07
أحد امسيلة	نونبر 1981	شتنبر 1984	46	-11.50
	نونبر 1986	شتنبر 1987	12	-11.38
	أكتوبر 1991	نونبر 1995	60	-12.29
	نونبر 1998	شتنبر 2000	22	-15.27
	دجنبر 2002	أكتوبر 2006	57	-31.63
إبن هيثم	نونبر 1981	ماي 1984	48	-1.13
	نونبر 1986	شتنبر 1987	10	-0.92
	نونبر 1998	شتنبر 2000	23	-1.08
	دجنبر 2002	غشت 2006	57	-1.03
تايناست	دجنبر 1981	ماي 1984	33	-1.12
	أكتوبر 1986	شتنبر 1987	12	-1.21
	أكتوبر 1991	شتنبر 1995	47	-0.81
	نونبر 1998	أكتوبر 2000	26	-0.73
	دجنبر 2002	غشت 2006	45	-0.81
باب مرزوقة	نونبر 1981	ماي 1984	48	-0.92
	نونبر 1986	شتنبر 1987	12	-0.90
	أكتوبر 1991	شتنبر 1995	60	-0.52
	نونبر 1998	شتنبر 2000	23	-0.58
	دجنبر 2002	غشت 2006	57	-0.68
إدريس الأول	نونبر 1981	ماي 1984	33	-16.79
	نونبر 1986	شتنبر 1987	10	-15.70
	أكتوبر 1991	شتنبر 1995	59	-20.10
	نونبر 1998	شتنبر 2000	34	-15.40
	دجنبر 2002	غشت 2006	45	-16.00

المصدر: إنجاز شخصي اعتمادا على معطيات وكالة حوض سبو والمديرية الإقليمية للفلاحة بتازة ، 2018

عموما عرف حوض إيناون خمس متتاليات من السنوات الجافة وهي كالآتي: 1981-84 ثم 1986-87 و 1991-95 و 1998-20 وأخيرا 2002-06، حيث اختلفت مدتها من متتالية إلى أخرى، ويرجع سبب تعاقب الفترات الجافة، إلى هيمنة حالات الاستقرار الجوي، التي ترجع بدورها إلى الميكانيزمات المتحركة بمناخ المغرب الشيء الذي يجعله عرضة للجفاف من حين لآخر.

4.1.1. يعتبر الجفاف الهيدرولوجي كنتيجة لتوالي سنوات الجفاف المناخي

تؤكد كل التعاريف التي تناولت مفهوم الجفاف الهيدرولوجي، بالإجماع على اعتباره انخفاضا وعجزا في الموارد المائية السطحية والباطنية. وهو ما يمكن الوقوف عليه من خلال ما يلي:

- الجفاف الهيدرولوجي عبارة عن حدوث عجز قوي، في مياه الجريان السطحي، ونزول صبيها إلى أخفض مستوى l'etage، مما يؤدي إلى انخفاض مخدرات الماء في السدود والسدائم الباطنية. ويرتبط هذا الجفاف بضعف كمية التساقطات، التي تستقبلها الأحواض المائية، وبمخزون الماء في التربة خاصة داخل الطبقات الجيولوجية الباطنية. ويندرج كذلك ضمن هذا النوع من الجفاف، نزول مستوى مياه المنابع وجفاف العيون المائية.

إن تعريف الجفاف الهيدرولوجي لا يقتصر على تقييم نسبة العجز الحاصل في الموارد المائية، بل يتحدد كذلك انطلاقا من تحليل الآثار السلبية والأضرار التي يخلقها في بعض القطاعات الاقتصادية الحيوية، كالزراعة والصناعة والسياحة، والماء الشروب.... إلخ.

1.4.1.1. يبين معامل انحراف متوسط الصبيب السنوي تردد أكثر لسنوات الجفاف

للتمكن من معرفة مدى انحراف قيم الصبيب للسنوات المدروسة عن المتوسط، والمتعلقة بسنوات العجز من جهة وسنوات الوفرة من جهة ثانية، اعتمدنا على دراسة الانحراف عن المعدل، عن طريق تطبيق هذا الأخير نتبع القاعدة التالية:

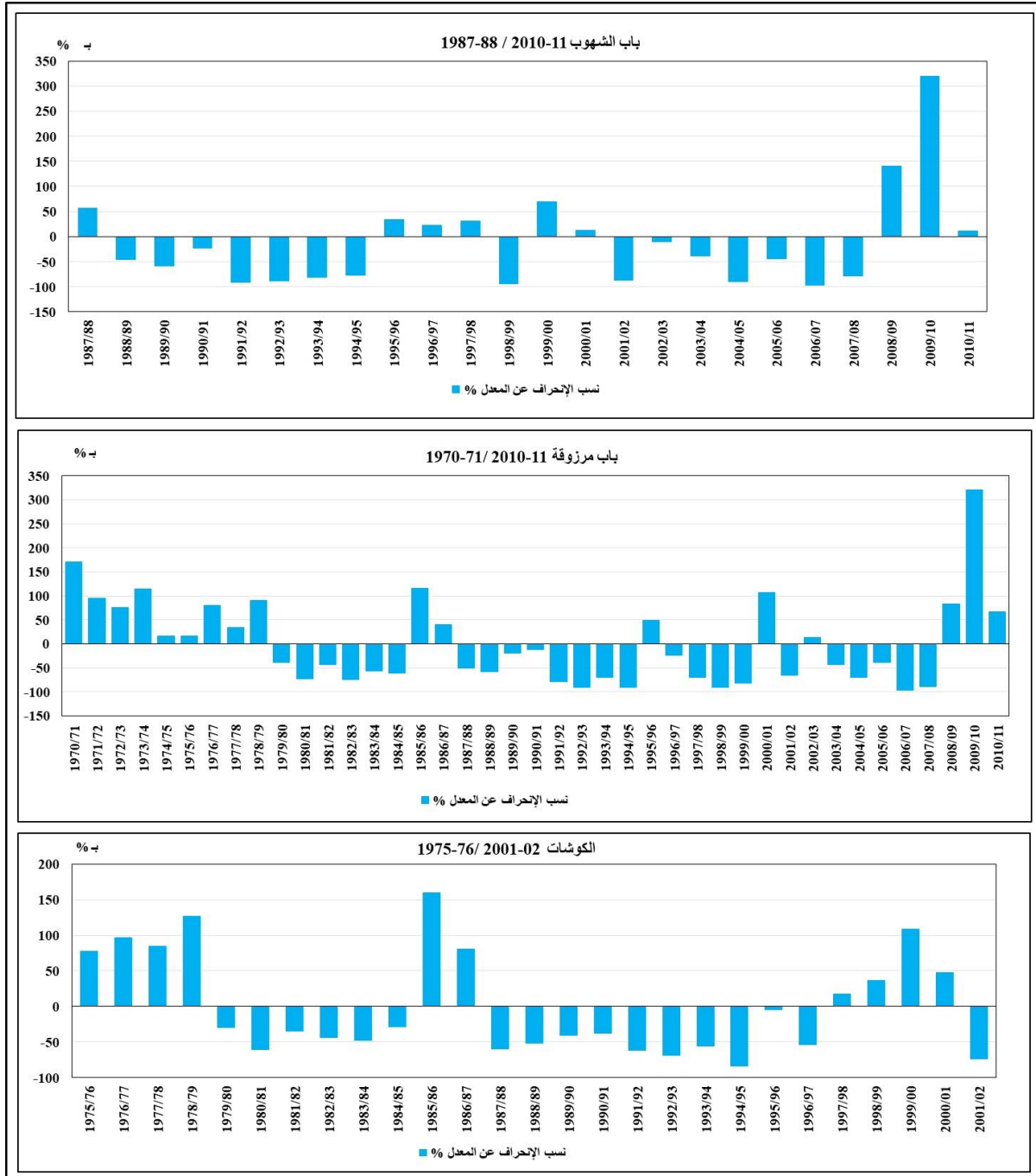
$$EM = \frac{Q_i - \bar{Q}}{\bar{Q}} * 100$$

مع العلم أن: Q_i متوسط الصبيب للسنة المدروسة ب م³/ث.

و $\bar{Q}$ متوسط الصبيب للفترة المدروسة ب م³/ث.

من مزايا هذا المعامل أنه يمكن من الحصول، على معيار أو مؤشر للصبيب والذي يساعد في التمييز بين السنوات ذات الجريان القوي، التي يكون فيها انحراف الصبيب إيجابيا، وذات الجريان الضعيف التي يكون فيها الانحراف سلبيا. من خلال النتائج المدرجة في الشكل رقم 57، يتضح أن هناك تذبذبا وتباينا واضحا في الانحرافات عن المعدل العام بالمحطتين، مع طغيان الانحرافات السلبية، مقابل الانحرافات الإيجابية للصبيب ذلك ناتج عن الجفاف المناخي، الذي سجل في حوض إيناون خلال هذه السنوات.

شكل رقم 57: نسب انحراف قيم الصبيب السنوية عن المتوسط وتردد قيم الصبيب



المصدر: إنجاز شخصي اعتمادا على معطيات وكالة حوض سبو، 2018.

- بشكل عام يمكن تقسيم الفترة المدروسة من حيث انحراف الصبيب عن المعدل إلى ثلاث فترات:
- الأولى تبدأ من سنة 1970-71 إلى سنة 1979-80 تميزت بانحراف إيجابي عن المعدل حيث بلغ 200 % سنة 1970-71 بمحطة باب مرزوقة و 140 % بمحطة الكوشات سنة 1978-79. هذا الانحراف راجع إلى تعاقب سنوات مطيرة خلال هذه الفترة.
 - الفترة الثانية عرفت انحرافا سلبيا عن المعدل امتدت من سنة 1979-80 إلى سنة 2006-07 بمحطة باب مرزوقة و من 1979-80 إلى 1997-98 بمحطة الكوشات، كما تتخللها بعض السنوات

التي عرفت انحرافا إيجابيا في معدلاتها كسنة 1985-86، 1995-96، 2001-20، حيث نجد أن معامل الانحراف بلغ أقصى قيمه سنة 1994-95 حوالي 90 % بالمحطتين. هذه الفترة تميزت بحدوث عجز في التساقطات المطرية اختلفت حدته من سنة إلى أخرى، الشيء الذي كان له تأثير على الصبيب بواد إيناون.

- الفترة الثالثة والأخيرة تميزت بانحراف إيجابي للصبيب امتدت من سنة 2007-08 إلى سنة 2011-12 وذلك بمحطة باب مرزوقة، نظرا لكون هذه الفترة تميزت بتعدد لسنوات رطبة، فكان لها تأثير إيجابي على مختلف منابع المياه التي تغذي مجرى واد إيناون.

وأخيرا يلاحظ أن هناك ارتباط وثيق بين الجفاف الهيدرولوجي والجفاف المناخي بحوض إيناون، حيث توافق سنوات الجفاف المناخي التي قمنا بتحديد لها سابقا، السنوات التي عرفت عجزا في المياه الجارية بواد إيناون، رغم وجود بعض المنابع الكارستية التي تدعم الجريان السطحي. ولإحاطة بالجفاف الهيدرولوجي في كل تجلياته اهتممنا في العنوان الموالي بدراسة الشح المائي بواد إيناون.

2.4.1.1. دراسة الشح المائي بحوض إيناون

تشكل دراسة أوضاع الشح المائي أهمية قصوى، إذ يسهل ذلك تدبير الموارد المائية الجارية، خاصة وأن هذه الدراسة تساعد على تقييم حجم هذه المادة الحيوية، التي تعرف ضغطا متزايدا بفعل الأنشطة السكانية وأيضا لما يشكله التراجع المطري، من تأثير في الوقت الحاضر على هذه الموارد والذي ستزداد حدته مستقبلا. هناك مجموعة من الدراسات تناولت تعريف ظاهرة الشح الهيدرولوجي، نذكر منها (Janati, 1993 ; Lang, 2006 ; Qadem, 2014 ; Obda, 2004) أكدت أن هناك صعوبة في وصف هذه الظاهرة لكون حدوثها يتطلب فترة طويلة. هذه الظاهرة عرفها المعجم العالمي للهيدرولوجيا (1992) " بأنه أقل منسوب مياه يمكن أن يصله مجرى مائي أو بحيرة ". في حين اعتبر المعجم الفرنسي للهيدرولوجيا (Roche, 1986) " الشح المائي أقل مستوى لصبيب مجرى مائي الذي يمكن أن يتعرض له خلال السنة ". كما أن هناك مجموعة من الباحثين (George & Vereger, 2000 ; Abi-Zeid & Bobée, 1999) ربطوا الشح المائي بالجفاف الهيدرولوجي، بحيث حسب هؤلاء يمكن أن يكون هذا الأخير، سببا في الشح المائي كما اعتبروه ليس بحدث استثنائي.

ويتم التعبير عن الشح المائي بواسطة المناهج الإحصائية التالية:

- Q.M.N.A : الصبيب الشهري الأقل خلال السنة؛
- D.C.E : أقل مستوى يكمن أن يسجله الصبيب خلال عشرة أيام في السنة الهيدرولوجية ؛
- V.C.Nd : متوسط الحد الأدنى للصبيب لأيام متتالية خلال السنة؛
- Q.C.Nd : عتبة الحد الأدنى للصبيب لأيام متتالية خلال السنة؛
- Q.M.I.N : أقل صبيب يتم تسجيله خلال فترة معينة؛ يعتمد على الصبيب اليومي ؛
- L'étiage annuel : الصبيب الأقل المسجل في السنة.

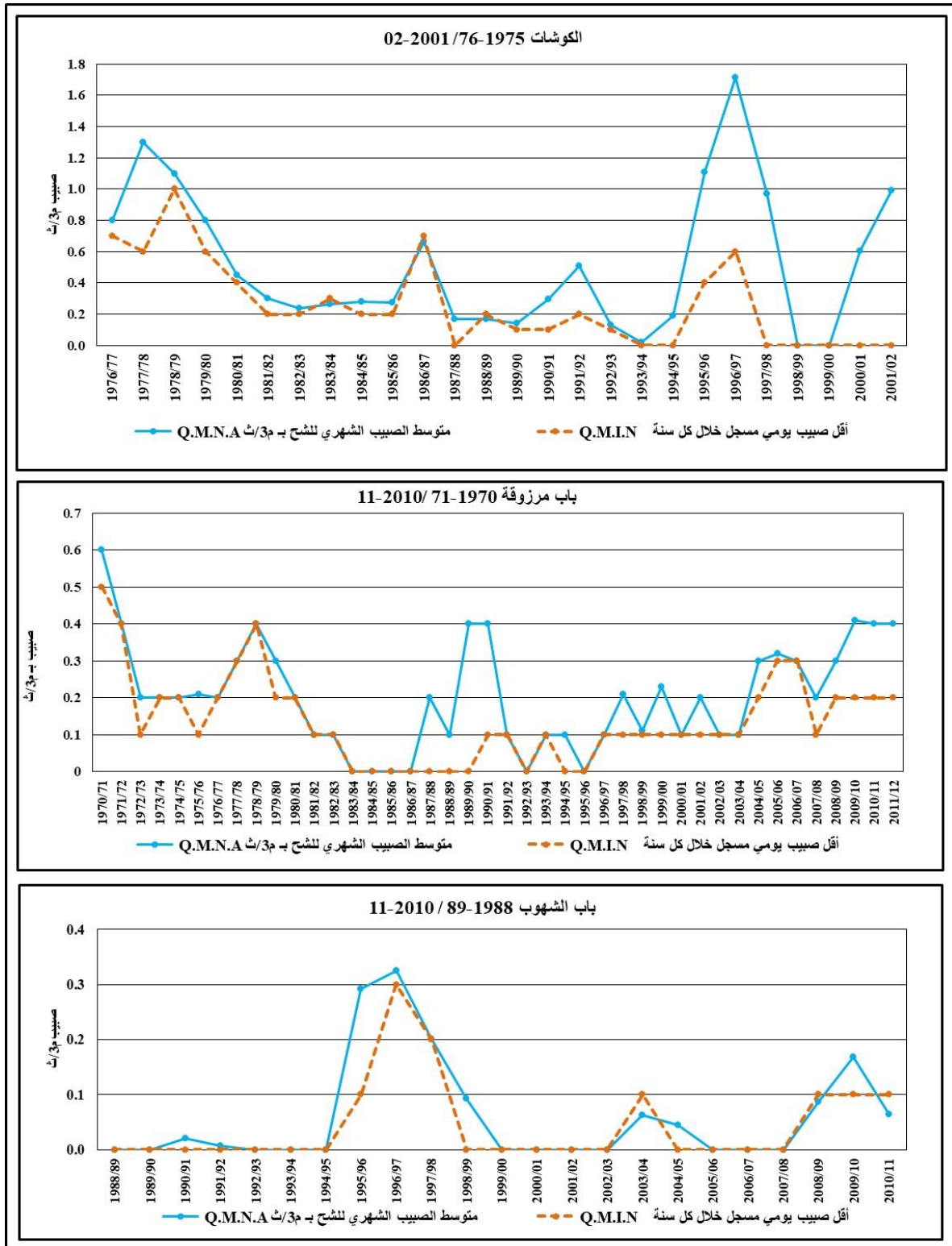
لتحديد صبيب الشح اعتمدنا فقط على Q.M.N.A ، Q.M.I.N و V.C.Nd نظرا لكونها تمتاز بسهولة الحصول عليها، هذه المناهج تتطلب معطيات الصبيب اليومية، التي يجب أن تكون مضبوطة لتحديد صبيب الشح بدقة .

1.2.4.1.1. الشح الهيدرولوجي على المستوى الشهري (Q.M.N.A)

بعد الحصول على قيم الصبيب الأقل شهريا، على مستوى المحطات المدروسة والتي تم إدراجها في الشكل رقم 58، اتضح أن الشح الهيدرولوجي يحدث في غالب الأحيان في شهري غشت وشتنبر، وذلك راجع لخصائص المناخ المتوسطي الذي يتميز بتعاقب فصلين، أحدها ممطر ومعتدل الحرارة والآخر حار وجاف. ويلاحظ من خلال نفس الشكل أن هناك تغيرية زمنية كبيرة في صبيب الشح، وذلك تبعا للفترات الجافة والرطوبة التي عرفها حوض إيناون. هكذا ويمكن تقسيم الفترة المدروسة بمحطة باب مرزوقة إلى ثلاث فترات: الأولى من سنة 1970-71 إلى سنة 1979-80 ذات صبيب مرتفع نظرا لكون هذه الفترة رطبة، كما أنه لم تتأثر بانحباس التساقطات المطرية خلال الفترة الجافة من السنة، حيث بلغ متوسط صبيب الشح خلال هذه الفترة 0,30 م³/ث، الفترة الثانية امتدت من سنة 1980-81 إلى سنة 2004-05 تميزت بانخفاض الصبيب إلى توقفه نهائيا وذلك خلال أربع سنوات متتالية، دون أن ننسى كذلك وجود سنوات خلال هذه الفترة تميزت بارتفاع قيم صبيب الشح كسنة 1989-90/1990-91.

عموما وصل متوسط الصبيب الأدنى الشهري إلى 0,13 م³/ث، هذه الفترة كما سبقت الإشارة إلى ذلك في القسم الثاني من الأطروحة أنها تميزت بتعاقب سنوات جافة كان لها تأثير على المياه الجارية بواد إيناون ومختلف المنابع التي تغذيه. الفترة الثالثة من سنة 2005-06 إلى سنة 2011-12 تميزت بحدوث إنتعاش في صبيب الشح، حيث بلغ متوسط هذه الفترة إلى 0,3 م³/ث، وذلك راجع لتعاقب سنوات رطبة خلال هذه الفترة، مما كان له تأثير إيجابي على الجريان السطحي بحوض إيناون. بمحطة الكوشات الموجودة في سافلة واد إيناون، نجدها أنها لم تتأثر بمختلف فترات الشح بالمقارنة مع محطة باب مرزوقة، لأنها تستفيد من المياه الجارية الآتية من مختلف المنابع التي توجد على ضفاف واد إيناون. وعموما يمكن تقسيم الفترة المدروسة بها إلى ثلاث فترات الأولى من سنة 1976-77 إلى سنة 1980-81 تميزت بصبيب شح مرتفع 0,79 م³/ث. خلال الفترة الثانية امتدت من سنة 1981-82 إلى سنة 1994-95 عرفت انخفاض في صبيب الشح، حيث تأثر هذا الأخير بتردد سنوات الجفاف على امتداد هذه الفترة، حيث بلغ متوسط الشح الشهري 0,26 م³/ث، خلال الفترة الأخيرة 1995-96 / 2001-02 ارتفع صبيب الشح ليصل إلى 0,77 م³/ث، بسبب التساقطات المطرية المهمة التي ميزت هذه الفترة. أما فيما يخص محطة باب الشهبوب التي توجد على واد لحضر، ينعدم فيها الجريان خاصة في الفترة الجافة من السنة، نظرا لوجود طبقة صخرية غير نافذة (صلصال)، لا تعمل على دعم الجريان خلال هذه الفترة من السنة من خلال احتفاظها بالماء.

شكل رقم 58: الشح الهيدرولوجي على المستوى الشهري بالمحطات المدروسة



المصدر: إنجاز شخصي اعتمادا على معطيات وكالة حوض سيو ، 2018.

وبالرجوع إلى الفترة المدروسة 11-2010 / 89-1988 بهذه المحطة، يتضح تردد أكثر للسنوات التي ينعدم فيها الجريان المائي، مع وجود بعض السنوات التي عرفت ارتفاع في قيم الصبيب كسنة 97-1996 الذي بلغ 0,33 م³/ث وسنة 10-2009 وصل إلى 0,17 م³/ث.

2.2.4.1.1. مؤشر الجريان الأدنى (IEB)

بعد الحصول على الشهور التي تعرف تردد أكثر لظاهرة الشح الهيدرولوجي، والتي تراوحت في غالب الأحيان ما بين شهري غشت وشتنبر، تم حساب مؤشر الجريان الأدنى (IEB) (Hamilton et Bergessen, 1984) وفق القاعدة التالية :

مؤشر الجريان الأدنى بـ m^3 / ث = (Indice D'écoulement de Base) = الصبيب الشهري الأدنى / المتوسط البيسنوي للفترة المدروسة

وعندما يقترب المؤشر من 1 يكون الجريان مستقر، وعندما يساوي أو يقترب من 0 يصبح الجريان منعدم، (Humbert Joël, Kaden U ; 1994)، وهكذا يلاحظ من خلال الجدول رقم 42 أن:

- محطة باب مرزوقة تسجل أقل مستويات مؤشر الجريان الأدنى في الفترات التالية 1981-82 / 1986-87 ، 1988-89 ، 1991-92 / 1996-97 ، 1998-99 ، 2001-20 ، 2002-03 / 2003-04 حيث تراوح ما بين 0 و 0,2، ويرجع ذلك إلى تراجع الجريان بسبب انحباس التساقطات المطرية خلال الفترة الجافة من السنة، بالإضافة إلى ضعف المنابع التي تدعم الجريان خلال هذه الفترة، أما باقي الفترات 1970-1980-81/71 ، 1987-88 ، 1989-90 / 1990-91 ، 1997-98 ، 1999-20 ، 2002-01 ، 2004-05 / 2011-12 فتميزت بارتفاع في مؤشر الجريان الأدنى حيث تراوح 0,04 و 0,09، ويرجع ذلك إلى استمرار الجريان خلال الفترة الجافة، نتيجة التساقطات المهمة التي تعرفها الفترة المطيرة من السنة مما يؤدي إلى دعم الجريان في فترات مختلفة من السنة. وبمحطة الكوشات تميزت السنوات 1981-82 / 1985-86 ، 1987-1990-91 / 1992-93 ، 1994-95 / 1998-99 ، 1999-20 بأدنى مستويات هذا المؤشر حيث انحصر ما بين 0 و 0,2 م³/ث ويرجع ذلك لنفس العوامل السابقة، أما السنوات التي عرفت ارتفاعا في هذا المؤشر فهي 1976-1980 / 77-81 ، 1986-1987 ، 1991-1992 ، 1995-1996 / 1997-98 ، 2001-2002 / 01 حيث تراوح ما بين 0,3 و 0,13 م³/ث نظرا لكون واد إيناون عند هذه المحطة يستفيد من المنابع التي تدعم الجريان خاصة خلال الفترة الجافة من السنة .

في محطة باب الشهبوب تم تسجيل أقل مستويات مؤشر الجريان الأدنى في السنوات التالية 1988-1994-95 / 89 ، 1999-20 / 2002-03 ، 2005-06 / 2008-07 حيث تراوح ما بين 0,1 و 0 م³/ث، في حين يلاحظ ارتفاع هذا المؤشر في الفترات التالية 1995-1996 / 1998-99 ، 2003-2004 / 04-05 ، 2008-2010-11 / 09 لينحصر ما بين 0,2 و 0,12 م³/ث. بشكل عام يقترب مؤشر الجريان الأدنى من 1 ، كلما اتجهنا من عالية واد إيناون (محطتي باب مرزوقة وباب الشهبوب) إلى سافلته (الكوشات) ، وهو ما يدل على أهمية الجريان عند محطة الكوشات نظرا لوجود بعض الروافد التي تغذيها، من المنابع الكارستية بسفوح جبال الأطلس المتوسط، كما يلاحظ أن هذا المؤشر وصل إلى أدنى مستوياته في الفترة الممتدة من 1981-82 إلى 2003-04 نظرا لاستفحال أوضاع الجفاف المناخي والهيدرولوجي خلال هذه الفترة ، في حين وصل إلى أعلى مستوياته في الفترات التالية 1970-1980 / 71-81 ، 2004-2011 / 05-12 نظرا لأهمية التساقطات المطرية التي ميزت هذه الفترة، لكنه يبقى منخفضا مقارنة مع فترة السبعينات .

جدول رقم 42: مؤشر الجريان الأدنى بحوض إيناون

باب الشهب			الكوشات			باب مرزوقة			السنوات
مؤشر حدة الشح ب م ³ /ث	الشهور	متوسط الصبيب الشهري للشح ب م ³ /ث Q.M.N.A	مؤشر حدة الشح ب م ³ /ث	الشهور	متوسط الصبيب الشهري للشح ب م ³ /ث Q.M.N.A	مؤشر حدة الشح ب م ³ /ث	الشهور	متوسط الصبيب الشهري للشح ب م ³ /ث Q.M.N.A	
-	-	-	-	-	-	0,13	8	0,6	1970-71
-	-	-	-	-	-	0,08	8	0,4	1971-72
-	-	-	-	-	-	0,04	8	0,2	1972-73
-	-	-	-	-	-	0,04	9	0,2	1973-74
-	-	-	-	-	-	0,04	8	0,2	1974-75
-	-	-	-	-	-	0,04	9	0,21	1975-76
-	-	-	0,06	8	0,80	0,04	9	0,2	1976-77
-	-	-	0,10	8	1,30	0,06	9	0,3	1977-78
-	-	-	0,09	8	1,10	0,08	9	0,4	1978-79
-	-	-	0,06	8	0,80	0,06	8	0,3	1979-80
-	-	-	0,03	8	0,45	0,04	8	0,2	1980-81
-	-	-	0,02	8	0,30	0,02	8	0,1	1981-82
-	-	-	0,02	8	0,24	0,02	9	0,1	1982-83
-	-	-	0,02	10	0,26	0,00	8	0	1983-84
-	-	-	0,02	8	0,28	0,00	9	0	1984-85
-	-	-	0,02	9	0,27	0,00	8	0	1985-86
-	-	-	0,05	9	0,66	0,00	8	0	1986-87
-	-	-	0,01	8	0,17	0,04	7	0,2	1987-88
0,00	9	0,00	0,01	8	0,17	0,02	9	0,1	1988-89
0,00	8	0,00	0,01	8	0,14	0,08	7	0,4	1989-90
0,01	7	0,02	0,02	8	0,30	0,08	7	0,4	1990-91
0,00	8	0,01	0,04	8	0,51	0,02	8	0,1	1991-92
0,00	9	0,00	0,01	8	0,13	0,00	8	0	1992-93
0,00	8	0,00	0,00	8	0,02	0,02	8	0,1	1993-94
0,00	7	0,00	0,01	7	0,19	0,02	1	0,1	1994-95
0,10	8	0,29	0,09	9	1,11	0,00	8	0	1995-96
0,12	7	0,33	0,13	8	1,71	0,02	8	0,10	1996-97
0,07	8	0,20	0,08	8	0,97	0,04	8	0,21	1997-98
0,03	8	0,09	0,00	8	0,00	0,02	8	0,11	1998-99
0,00	7	0,00	0,00	8	0,00	0,05	8	0,23	1999-00
0,00	8	0,00	0,05	8	0,61	0,02	8	0,1	2000-01
0,00	7	0,00	0,08	9	0,99	0,04	3	0,2	2001-02
0,00	9	0,00	-	-	-	0,02	9	0,1	2002-03
0,02	8	0,06	-	-	-	0,02	9	0,1	2003-04
0,02	9	0,04	-	-	-	0,06	9	0,30	2004-05
0,00	9	0,00	-	-	-	0,07	9	0,32	2005-06
0,00	8	0,00	-	-	-	0,06	8	0,3	2006-07
0,00	9	0,00	-	-	-	0,04	9	0,2	2007-08
0,03	8	0,09	-	-	-	0,06	8	0,3	2008-09
0,06	8	0,17	-	-	-	0,09	9	0,41	2009-10
0,02	8	0,06	-	-	-	0,08	9	0,4	2010-11
-	-	-	-	-	-	0,08	9	0,4	2011-12

المصدر: إنجاز شخصي اعتمادا على معطيات وكالة حوض سبو، 2018.

3.2.4.1.1. قيم صبيب الشح القصوى اليومية (Q.M.I.N)

لتبيان أدنى المستويات التي يمكن أن يصلها صبيب الشح على المستوى الزمني، تمت دراسة قيم صبيب الشح القصوى اليومية (Q.M.I.N)، التي تم تسجيلها بالمحطات المدروسة، والنتائج المتوصل إليها تم إدراجها في الشكل رقم 57، إذ بملاحظتها يتضح أنه هناك توافق ما بين المتوسط الشهري لصبيب الشح وقيمته اليومية القصوى لهذا الأخير من حيث زمن ظهورها، وبالتالي نجدها تحدث في غالب الأحيان عند بداية السنة الهيدرولوجية (شتنبر) ونهايتها (غشت). هكذا يتضح بمحطة باب مرزوقة أنه ابتداء من سنة 1970-71 إلى سنة 1980-81 عرف الصبيب الأقصى اليومي ارتفاعا في قيمه، هذا راجع إلى التساقطات المطرية المهمة التي ميزت هذه الفترة، الشحي الذي مكن مختلف منابع المياه من الاحتفاظ بالموارد المائية التي تعمل على دعم جريان واد إيناون خلال الفترة الجافة.

وفي الفترة التي تلت ذلك أي من سنة 1981-82 إلى سنة 2004-05، يلاحظ انعدام الجريان وانخفاض صبيب الشح الأقصى اليومي إلى 0 م³/ث خاصة في الفترة ما بين 1983-84 / 1989-90، هذا بالإضافة إلى حدوثه أثناء الفترة المطرة من السنة كشهر دجنبر (1982-83) ونونبر (1994-95)؛ وذلك ناتج عن تأخر أو غياب التساقطات المطرية. وفي المرحلة الممتدة من سنة (2005-06) إلى سنة (2011-12) نظرا للظروف المناخية الممطرة التي ميزت هذه الفترة ارتفع معها الصبيب، مما كان له تأثير إيجابي على صبيب الشح الأقصى اليومي حيث ارتفع ليصل إلى 0,41 م³/ث.

أما بخصوص محطة الكوشات يلاحظ أيضا، تأرجح صبيب شح الأقصى اليومي ما بين مستويات مرتفعة وأخرى متدنية، حيث في الفترة الممتدة من 1976-77 إلى سنة 1986-87 وصل إلى أقصى المستويات سنة 1977-78 وذلك بـ 0,71 م³/ث أما أدناها بلغ 0,1 م³/ث سنة 1978-79 هذا الارتفاع راجع لتوالي السنوات الرطبة على امتداد هذه الفترة. لكن بعد ذلك وفي الفترة الممتدة من سنة 1987-88 إلى سنة 2002-01 يلاحظ انخفاض في هذه القيم، متأثرة بالتراجع المطري الذي عرفته هذه الفترة حيث وصل صبيب الشح إلى 0 م³/ث سنة 1993-94 وسنة 1994-95 وأيضا خلال الفترة من 1998-99 إلى سنة 2001-02.

وبالانتقال إلى محطة باب الشهبوب، يلاحظ ضعف قيم صبيب الشح مقارنة مع المحطات السابقة، بالإضافة أيضا إلى انعدام الجريان في غالب الفترة الجافة من السنة خاصة في الفترات التالية: 1988-89 / 1994-95، 1998-99 / 2002-03. هذا ما يدل على ضعف جريان واد لحضر، بالإضافة إلى تأثره أكثر بالجفاف نظرا لغياب منابع المياه التي تدعم الجريان.

انطلاقا مما سبق يلاحظ ارتفاع قيم الشح القصوى اليومية من العالية في اتجاه السافلة بواد إيناون، وذلك راجع لأهمية خزانات المياه التي تدعم الجريان، خاصة التي توجد في الضفة الجنوبية لواد إيناون، كما يلاحظ أيضا تزايد حدة الشح منذ سنة 1979-80 وذلك بفعل تفاقم العجز المطري الذي تم تسجيله انطلاقا من هذه السنة.

4.2.4.1.1. الشح المحتمل بالمحطات المدروسة

لتسوية صبيب الشح الأقصى اليومي Q.M.I.N بالمحطات المدروسة، هناك مجموعة من القوانين تم اعتمادها من طرف ثلة من الباحثين (El Ghachi, 2007 ; Tallaksen et al., 2004 ; Qadem, 2014) مثل Fréchet, Gumbel, Weibul, Pearson, GEV, Pareto Gauss (الصبيب = $0 \text{ م}^3/\text{ث}$) التي تتضمنها سلاسل الصبيب المدروسة، الشيء الذي دفعنا للبحث عن قوانين تناسب هذه السلاسل الإحصائية كقوانين : (Log normal, Pearson et Goodrich). إذن بتجريب هذه القوانين على المعطيات المدروسة بالاعتماد على برنامج Hyfran plus، تم اختيار قانون Log normal لأنه الأكثر ملاءمة، ويظهر ذلك من خلال النتائج المدرجة في الجدول رقم 43 والشكل 59.

جدول رقم 43: قيم الصبيب المحتملة على فترات مختلفة بالمحطات المختلفة

100	50	20	10	5	2	فترات الرجوع بالسنة
0,99	0,98	0,95	0,90	0,80	0,50	احتمال عدم التجاوز
0,49	0,42	0,34	0,28	0,21	0,12	باب مرزوقة
1,45	1,18	0,85	0,63	0,43	0,18	الكوشات
0,29	0,25	0,20	0,15	0,10	0,00	باب الشهبوب

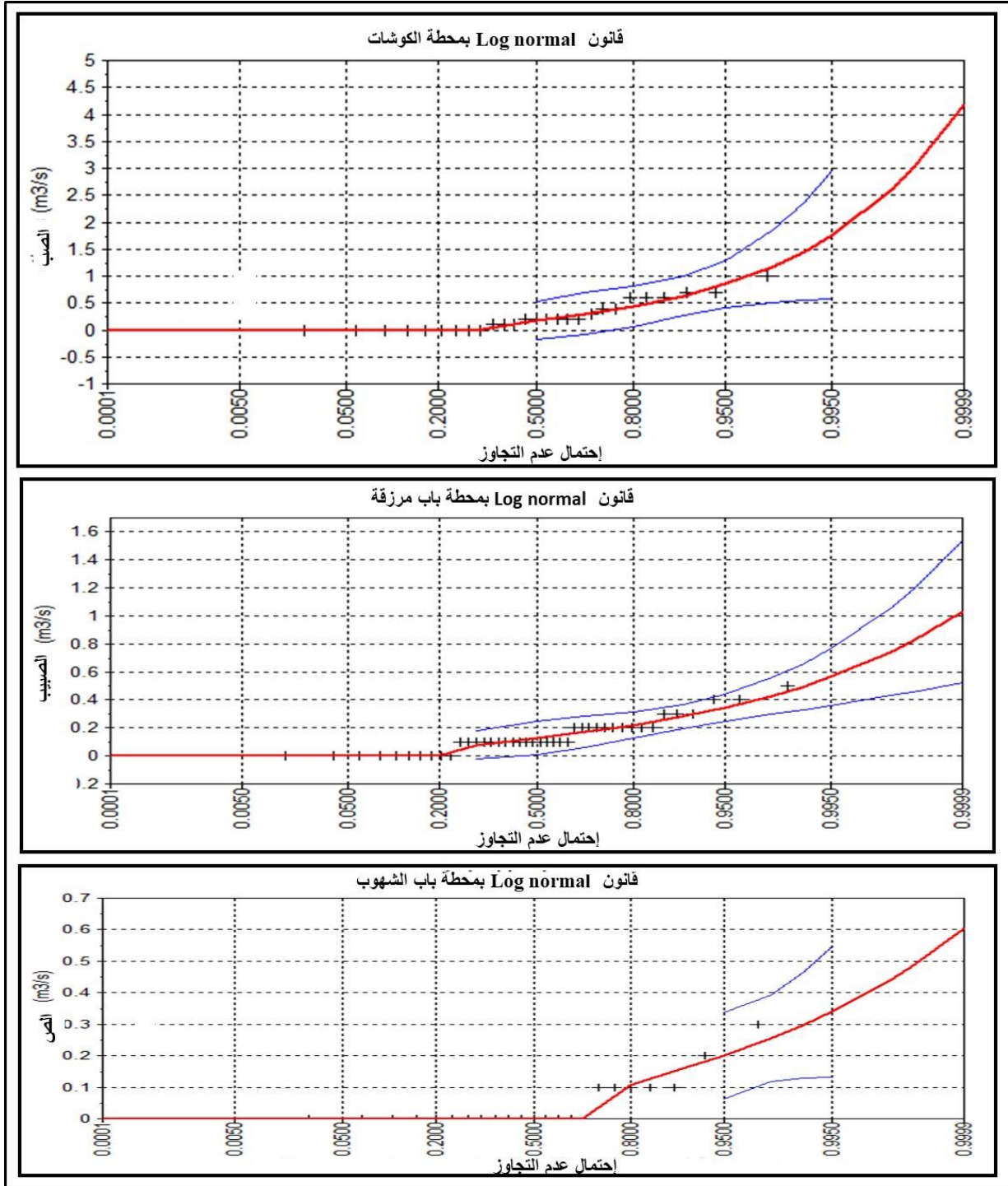
المصدر: إنجاز شخصي اعتمادا على معطيات وكالة حوض سبو ، 2018.

إذن مكنت تسوية صبيب الشح الأقصى اليومي، من تحديد قيم الشح المحتمل حصولها خلال فترات مختلفة (2 ، 5 ، 10 ، 20 سنة.... إلخ)، هذه القيم تظل متقاربة بين مختلف الفترات خاصة بمحطة باب مرزوقة. إذن القيمة القصوى لصبيب الشح التي لم تتجاوز $0,49 \text{ م}^3/\text{ث}$ تم تسجيلها خلال سنوات 1971-72 / 1978-79 نجد أنها محتملة الوقوع خلال 100 سنة ، أما فيما يخص القيم الدنيا التي لا تتجاوز $0,19 \text{ م}^3/\text{ث}$ ، فنجدها قد تكررت في سنوات عدة على امتداد الفترة المدروسة، خاصة في الفترة 1996-97 / 2003-04 وهوما يستنتج أيضا من خلال القيم المحتملة خلال سنتين .

أما فيما يخص محطة الكوشات، فيلاحظ أن صبيب الشح المحتمل خلال 50 سنة الذي هو $1,18 \text{ م}^3/\text{ث}$ تم تسجيله خلال سنة 1978-79، والصبيب الذي يتراوح ما بين $0,43$ و $0,85 \text{ م}^3/\text{ث}$ والمحمّل ما بين 5 و 20 سنة نجده قد تكرر خاصة في السنوات الأولى من الفترة المدروسة من 1976-77 إلى 1980-81.

وتعتبر محطة باب الشهبوب من بين المحطات، التي ستعرف أدنى صبيب الشح الذي يقترب من $0 \text{ م}^3/\text{ث}$ خلال سنتين نظرا لكونها توجد على مجرى ثانوي ضعيف الجريان هذا ما نجده قد تكرر في سنوات عدة على امتداد الفترة المدروسة. أما أقصى صبيب الشح يمكن أن يصل إلى $0,29 \text{ م}^3/\text{ث}$ خلال 100 سنة فيلاحظ تكرره خلال سنة 1997-98 فقط.

شكل رقم 59: تسوية الصبيب المحتمل بالمحطات المدروسة



المصدر: إنجاز شخصي اعتمادا على معطيات وكالة حوض سبووبرنامج Hyfran ، 2018 .

إذن انطلاقا من تسوية صبيب الشح الأقصى اليومي، يتضح ضعف القيم المحتملة في جميع المحطات المدروسة خاصة عند محطتي باب الشهبوب وباب مرزوقة، وهو ما ينذر مستقبلا بضعف الصبيب أثناء الفترة الجافة، ويرجع ذلك للعجز المطري الذي يحدث أثناء الفترة المطرة.

5.2.4.1.1 الشح الهيدرولوجي على المستوى اليومي (V.C.Nd)

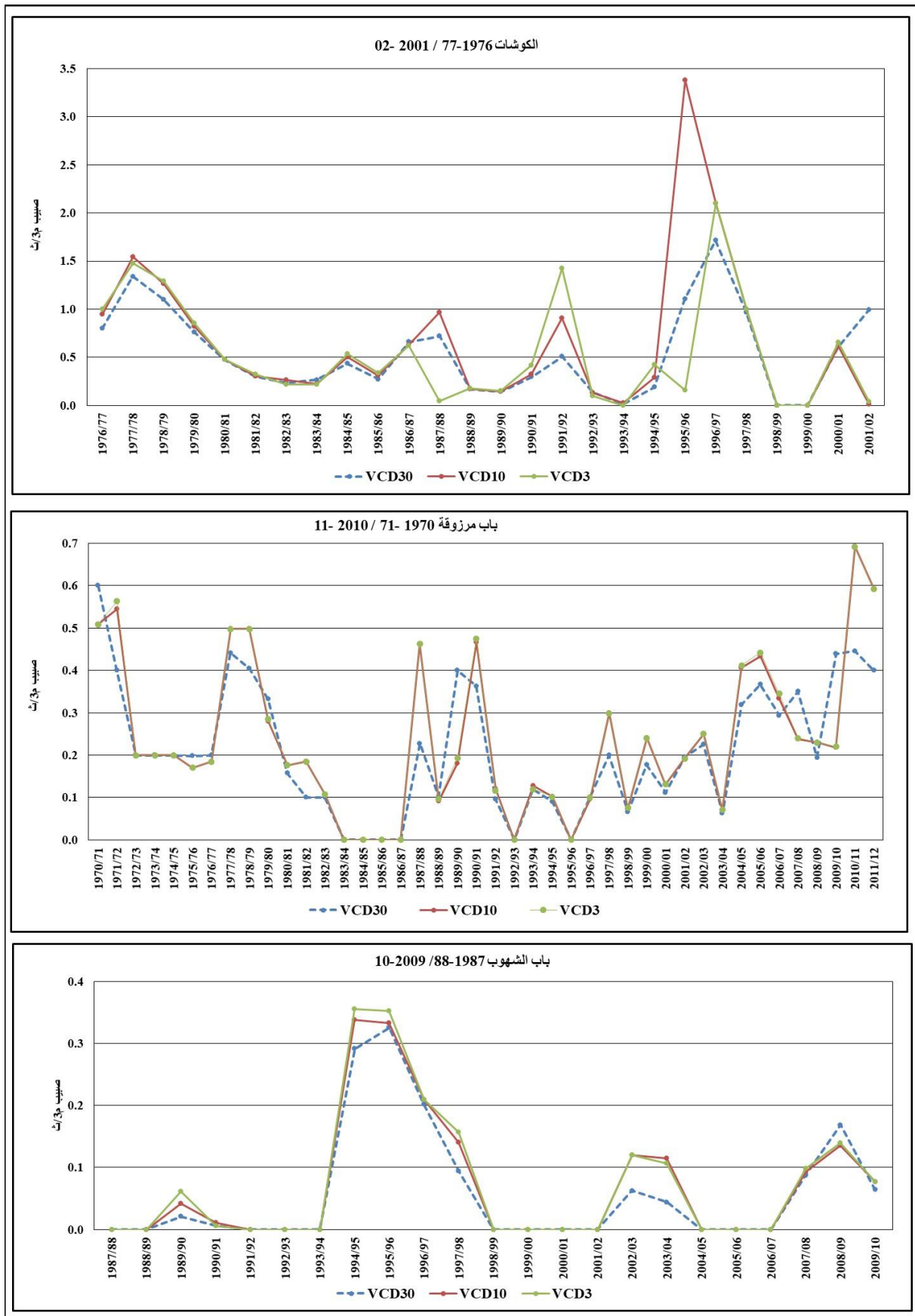
لمعرفة الاستمرارية الزمنية لظاهرة الشح الهيدرولوجي، اعتمدنا على متوسط الحد الأدنى لصبيب الشح، وذلك لأيام متتالية (3 ، 10 ، 30 يوم) خلال السنة (V.C.Nd)، حيث اعتبر (Lang,2006)

أن دراسة صبيب الشح على المستوى الشهري، يمكن أن تخفي حالات الشح القصوى. مكن تطبيق هذه المنهجية على الصبيب اليومي بالمحطات المدروسة، الحصول على النتائج المبينة في (الشكل رقم 60)، إذ يلاحظ من خلالها أن فترة الشح الهيدرولوجي بحوض إيناون، توافق شهر يوليو-غشت-شتنبر، وذلك ناتج عن غياب التساقطات المطرية خلال هذه الفترة. بالإضافة إلى استعمال مياه واد إيناون ومختلف روافده، في سقي الأنشطة الفلاحية التي توجد بجوانب المجاري المائية.

كما يلاحظ أيضا من خلال الشكل 60 أن هناك تقاربا، بين قيم متوسط الحد الأدنى للصبيب على مستوى 3، 10 و30 يوم، باستثناء بعض السنوات التي تتميز بتباعد هذه القيم خاصة الرطوبة منها، هكذا تعتبر محطة باب الشهبوب الأكثر استقرارا لصبيب الشح، خاصة في الشهور التالية: يوليو، غشت، شتنبر وبذلك يصل معامل العلاقة ما بين متوسط الصبيب المحسوب على مستوى 3 و30 يوم إلى 0,95 (الشكل رقم 61)، كذلك بالنسبة للصبيب الشهري الأقل خلال السنة (Q.M.I.N) و(V.C.N 30) حيث بلغ معامل العلاقة 0,98. يرجع هذا الاستقرار إلى ضعف الجريان بواد لحضر بالإضافة إلى انعدام المنابع الذي تدعمه.

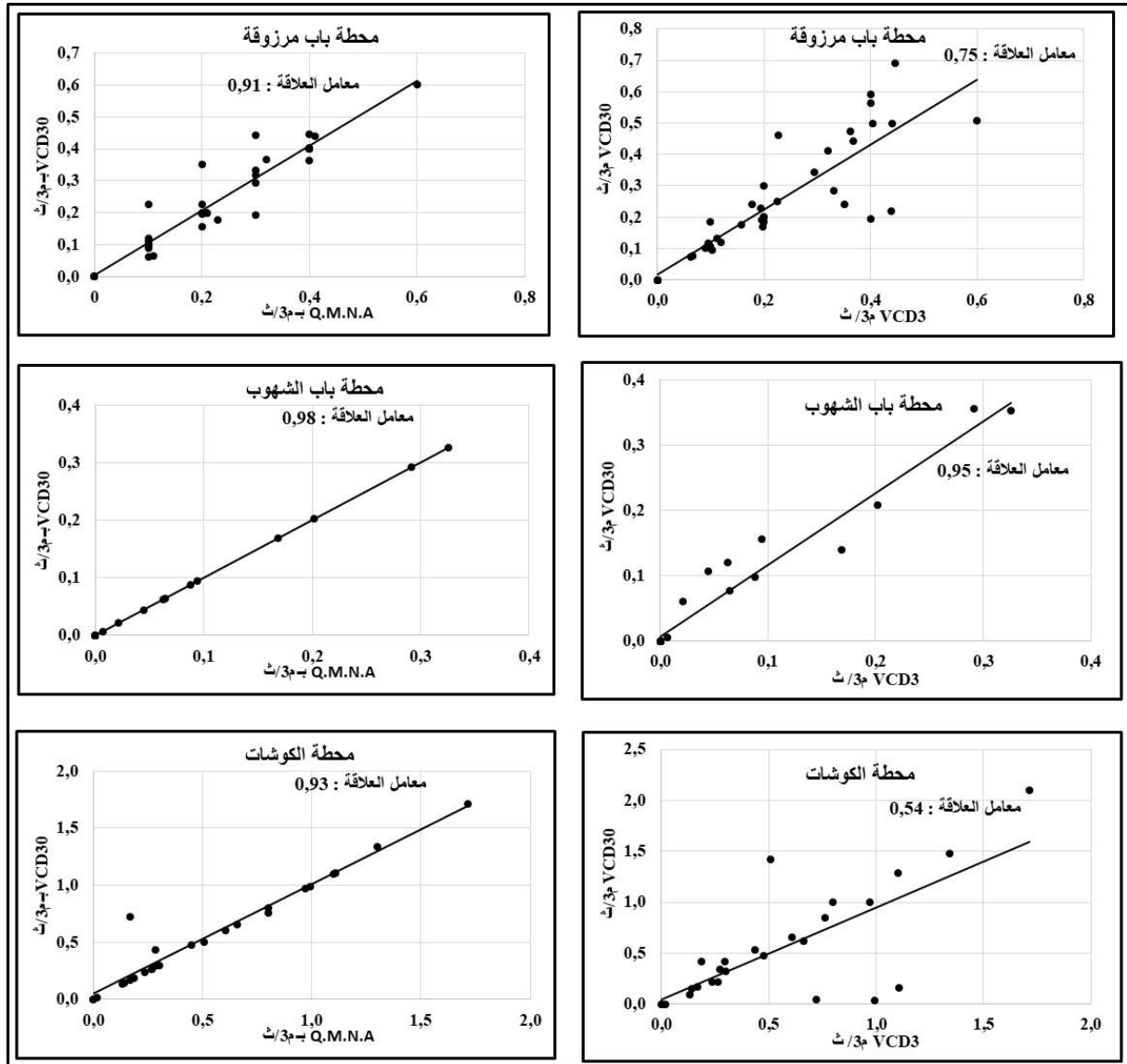
ثم تأتي بعد ذلك محطة باب مرزوقة من حيث استقرار صبيب الشح، خاصة المتوسط لـ 3 و10 أيام متتالية لشهري غشت ويوليوز، إذ وصل معامل الارتباط إلى 0,75 شكل رقم 57، هذا الأخير نجده مرتفع أيضا ما بين V.C.N 30 وQ.M.I.N بـ 0,91، وهذا الاستقرار الذي يلاحظ يرجع إلى انحباس التساقطات المطرية في الفترة الجافة من السنة، مما يؤدي إلى ضعف الصبيب بواد إيناون.

شكل رقم 60: استمرارية الشح الهيدرولوجي لـ 3 ، 10 و 30 يوما متتالية



المصدر: إنجاز شخصي اعتمادا على معطيات وكالة حوض سبو، 2018 .

شكل رقم 61: الترابط الخطي بين الشح على المستوى اليومي VCD 30, VCD 3 والمستوى الشهري Q.M.N.A واليومي VCD 30



المصدر: إنجاز شخصي اعتمادا على معطيات وكالة حوض سبو، 2018.

أما بخصوص محطة الكوشات يلاحظ أن هناك تباعد ما بين قيم $V.C.N 3$ و $V.C.N 30$ وذلك بـ 0,54، هذا الأمر ناتج عن تراجع الصبيب بشكل تدريجي، أثناء الفترة الجافة ما بين شهري غشت وشتنبر، في حين يصل معامل العلاقة إلى 0,93 لمتوسط $V.C.N 30$ و $Q.M.N.A$ ، إذ يستقر صبيب الشح في غالب الأحيان بشهر غشت نظرا لغياب التساقطات المطرية، وتراجع المياه الجارية بفعل التبخر واستعمالها في سقي الأنشطة الفلاحية بجنابت واد إيناون .

2.1. دراسة الامتطاحات المائية بحوض إيناون

تعد الامتطاحات من بين خصائص الجريان، التي تؤثر في جريان أودية حوض إيناون، نظرا للصبيب المائي المترتب عنها، حيث تعتبر مقاديره استثنائية في بعض الأحيان، الشيء الذي يتسبب في حدوث فيضانات تكون عواقبها وخيمة، ومن الأمثلة على ذلك نجد فيضانات 01-2000، 08-2007، 10-2009... إلخ، وما ترتب عنها من أضرار على مستوى غمر الأراضي الفلاحية والمنشآت السكنية.

وفي هذه الحالة يمكن أن نرجع ذلك، إلى تضافر مجموعة من العوامل التي من شأنها أن تساهم في حدوث ظاهرة الامتطاحات وعلى رأسها: مجال جبلي بامتياز، قوة الارتفاعات، شدة الانحدارات، تساقطات مطرية مهمة، ضعف الغطاء النباتي خاصة بالجزء الشمالي للحوض، التعمير بالقرب من المجاري المائية. إذن نظرا لكون ظاهرة الامتطاحات تعتبر غير اعتيادية، تم تتبعها من خلال دراستها عبر الاعتماد على معطيات الصبيب اليومي واللحظي المسجلة بالمحطات الهيدرولوجية المعتمدة سابقا، إذ حاولنا تبيان هذه الظاهرة من حيث ترددها الزمني وعلاقتها بالتساقطات المطرية، والوقوف على المخاطر التي نتجت عنها بالمجال المدروس، بالإضافة إلى تقييم الصبيب المحتمل خلال فترات رجوع مختلفة، لتقدير حجم الخطر المتوقع حدوثه بحوض إيناون.

1.2.1. تعريف ظاهرة الامتطاحات المائية

لقد أصبحت دراسة الامتطاحات، بإعتبارها ظاهرة هيدرولوجية طبيعية، تعرف اهتماما متزايد من قبل الباحثين والمتخصصين الهيدرولوجيين. هذا الاهتمام ازداد بشكل كبير بالدول المتقدمة، وذلك وعيا منهم بالدور المهم، الذي تلعبه في ظهور وبروز ظاهرة الفيضانات. إن دراسة ظاهرة الامتطاحات، ستمكن من التعرف على الآليات والميكانيزمات، المتحركة فيها، ومن أجل فهم وتشخيصها. يبقى الإشكال المطروح هو صعوبة تحديد زمان ودرجة خطورتها.

وبالرجوع إلى البيبلوغرافيا التي تناولت هذه الظاهرة، نجد أن المعجم الدولي للهيدرولوجيا (UNESCO OMM, 1992) أعطى معان كثيرة للإمتطاح من بينها:

- "الإمتطاح هو ارتفاع عنيف للصبيب"
 - "يوافق الفترة التي يفوق فيها الصبيب أضعاف متوسط الصبيب السنوي"
 - "صعود منسوب مياه مجرى مائي ليصل مستواه الأقصى، لكن زمن تراجع هذا المنسوب يكون بطيئا"
- كما ذهب (Frécaut, 1971) إلى التمييز بين الامتطاح وارتفاع منسوب الصبيب؛ هذا الارتفاع في المنسوب يشكل وضعية فصلية مستمرة، في حين أن الامتطاح يتميز بوضعية متطرفة في سلوك مجرى مائي". وهناك بعض الهيدرولوجيين يؤكدون على أن الامتطاحات، هي مرحلة هيدرولوجية ما بين الصبيب العادي وما بين الفيضانات. عموما نخلص إلى أن الامتطاحات، هي ارتفاع منسوب المياه ليتجاوز صبيبها العادي وتحدث غالبا بسبب هطول الأمطار الغزيرة.

كما تعرف الفيضانات بأنها ظاهرة هيدرولوجية، ناتجة عن الارتفاع المفاجئ للمياه في المجاري المائية، فتصبح غير قادرة على تصريفها، وبالتالي يخرج التيار المائي عن مجراه العادي، غامرا بذلك السريان الفيضي والسهول المجاورة.

2.2.1. المنهجية المتبعة في تحديد صبيب الامتطاح

انطلاقا من هذا العنصر تم توضيح الطرق المتبعة في تحديد عتبة صبيب الامتطاح، حيث نجد مجموعة من الباحثين الهيدرولوجيين قدموا عدة طرق من بينهم:

- (Réménieras, 1986) يحدد الامتطاح بقيمة الصبيب التي تساوي (2 à 5 Fois Le Module)

الصبيب العام؛

- يحدد (Laborde, 2009) الامتطاح بقيمة الصبيب التي تساوي (2 à 3 fois le Module) ؛

- (Dachary, 1974؛ Davy, 1976) عن (جناتي، 2017) يحددان الامتطاح من خلال متوسط الصبيب اليومي، الذي يجب أن يعادل أو يفوق 5 مرات متوسط الصبيب السنوي لفترة القياس عند كل محطة.

إن تطبيق المنهجية الأخيرة (متوسط صبيب الفترة المدروسة مضروب في 5)، أعطى العتبات التالية: 2,80 م³/ث بإبن هيثم، 12,6 م³/ث باب الشهب، 22,9 م³/ث باب مرزوقة، 64,5 بالكوشات، عموما هذه العتبات تبقى ضعيفة، بحيث لا يمكن أن تتسبب في حدوث الامتطاحات، خاصة عندما قارناها بصبيب بعض الامتطاحات المعروفة والمسجلة بالحوض، لذا أخذنا متوسط صبيب بعض هذه الامتطاحات كعتبة لتحديد، وعززنا ذلك باستفسار القائمين على المحطات الهيدرولوجية (خاصة محطة إبن هيثم، باب الشهب، باب مرزوقة) حول هذه العتبات فكانت النتائج مقاربة وجاءت كالآتي: 74,1 م³/ث بمحطة باب مرزوقة، 63 م³/ث باب الشهب، 23,1 م³/ث بإبن هيثم، 101,6 م³/ث بالكوشات .

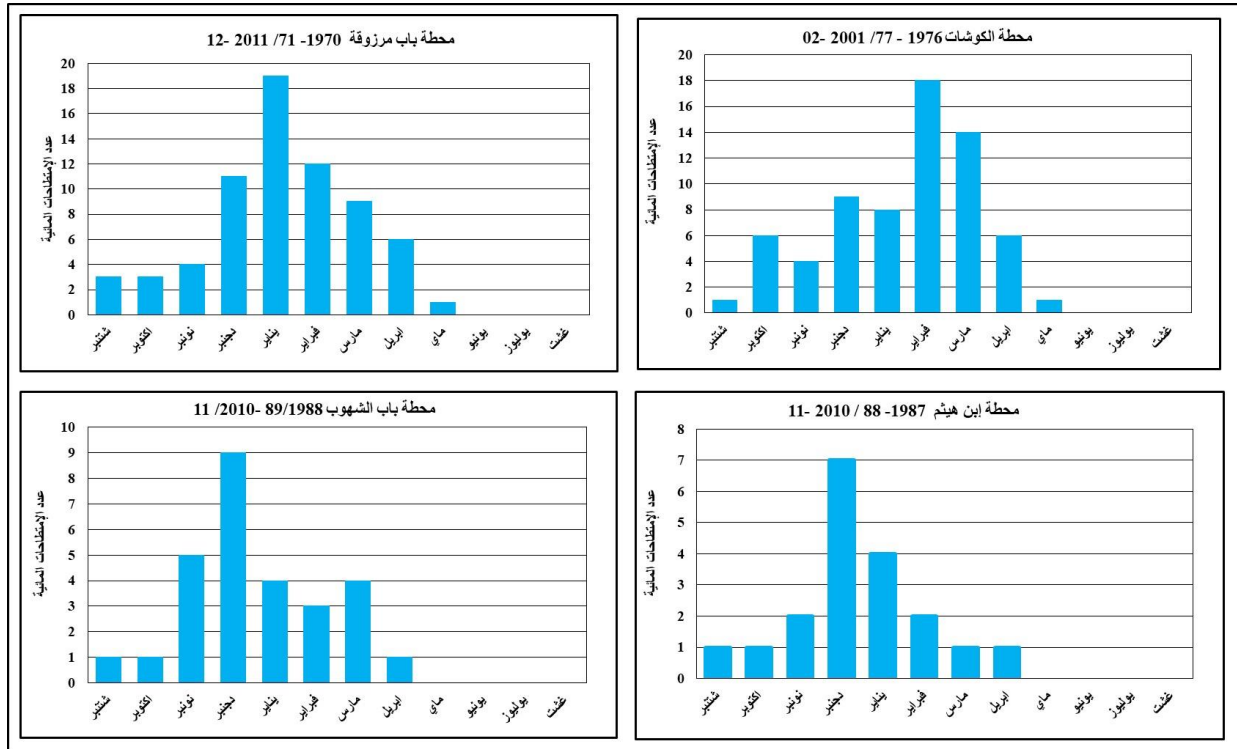
3.2.1. التوزيع الفصلي والشهري للامتطاحات المائية

من خلال الشكل 62 نلاحظ بأن توزيع الامتطاحات بالمحطات المدروسة، يعرف اختلافا من فصل لآخر، حيث تعود الهيمنة لفصل الشتاء، إذ يتضح أن تردها يبدأ في الارتفاع بشكل تدريجي، انطلاقا من شهر نونبر إلى غاية شهر فبراير. حيث تبلغ أقصى تردها خلال يناير 27,9 % بمحطة باب مرزوقة و 26,7 % بمحطة الكوشات، وخلال شهر دجنبر 32,2 % بمحطة باب الشهب و 36,8 % بمحطة إبن هيثم. عموما يبقى تردد الكبير للامتطاحات خلال هذه الفترة، مرتبط بالتساقطات المطرية المهمة التي تشهدها هذه الفترة.

و بحلول شهر مارس الذي يوافق بداية الفترة الربيعية تبدأ نسب هذه الامتطاحات في الانخفاض، لتصل إلى 19,3 % بمحطة باب مرزوقة، 20,2 % بمحطة الكوشات، 14,3 % بباب الشهب وأخيرا 5,2 %، هذا الانخفاض استمر في الشهور الموالية إلى أن بلغ أدنى مستوياته في شهر ماي، إن تراجع نسبة تردد الامتطاحات في هذه الفترة مرتبط بتدني كميات التساقطات المطرية التي تعرفها هذه الفترة،

أما فيما يخص الشهور التي تنعدم فيها الامتطاحات فتمتد من شهر يونيو إلى شهر غشت، في حين شهري شتنبر وأكتوبر فوصلت نسبتها من الامتطاحات خلال شهر شتنبر إلى 4,10 % بمحطة باب مرزوقة و 1,47 % بمحطة الكوشات، 5,2 % بآبن هيثم، 3,6 % بمحطة باب الشهبوب مرتبط بالعواصف الرعدية التي تحدث في نهاية فصل الربيع وبداية الفترة الخريفية.

شكل رقم 62: التوزيع الشهري لعدد الامتطاحات بحوض إيناون



المصدر: إنجاز شخصي اعتمادا على معطيات وكالة حوض سبو ، 2018.

بشكل عام يوافق ارتفاع تردد الامتطاحات بشكل كبير، فصل الشتاء بجميع المحطات المدروسة وهو ما يدل على أهمية التساقطات المطرية خلال هذا الفصل، بالإضافة إلى سرعة تصريف المياه الجارية بمختلف روافد إيناون، نظرا لوجود طبقة من الأتربة غير النافذة خاصة بالسفح الريفي.

4.2.1. دراسة الامتطاحات على المستوى الزمني

1.4.2.1. المسار الزمني للإمتطاحات بحوض إيناون

بالاعتماد على الصبيب اليومي المسجل بالمحطات المدروسة تمكنا من استخراج جميع فترات حدوث الامتطاحات خلال الفترة المدروسة، والنتيجة مبينة في الشكل رقم 63.

يلاحظ بمحطة باب مرزوقة أنه في الفترة مابين 1970-71 إلى 1979-80 كان هناك ارتفاع في تردد الامتطاحات حيث وصلت إلى 20 حالة، وقد غطى امتطاح أبريل 1971-70 أطول فترة قدرت بـ 9 أيام، بلغ فيها الصبيب الذروة 496 م³/ث، متبوعا بامتطاحات يناير 1971-70 وفبراير 1979-78 التي دامت 6 سنوات وصل فيها الصبيب إلى 133,3 م³/ث في الحالة الأولى و466,2 م³/ث في الحالة الثانية. وفي الفترة التي تلت ذلك أي من سنة 1980-81 إلى سنة 1994-95، رغم طول الفترة يلاحظ انخفاض عدد الامتطاحات المسجلة إذ قاربت 15 حالة، ويعتبر امتطاح فبراير 1987-88 الأطول، من حيث المدة قارب 3 أيام سجل خلالها الصبيب 243 م³/ث، متبوعا بامتطاحات يناير وفبراير حيث دامت يومان وصل الصبيب فيها 104,1 م³/ث في الحالة الأولى، 428,4 م³/ث في الحالة الثانية. ومن سنة 1995-96 إلى سنة 2011-12 لوحظ ارتفاع في عدد الامتطاحات وفي قيم الصبيب المصاحبة لها، وفي نفس الوقت تخللتها فترة تميزت بتراجع عدد الامتطاحات وأخص بالذكر فترة 2002-03 و2006-07. وبالرجوع إلى أطول إمتطاح نجد حالة يناير 1995-96 حيث دام 7 أيام بصبيب ذروة بلغ 180 م³/ث، وإمتطاح فبراير سنة 2009-10 الذي استمر أقصى 16 يوما وبلغ الذروة فيه 190,6 م³/ث، ويسجل أن هذه السنة تميزت بارتفاع كبير للصبيب دام ثلاث أشهر متتابعة.

بمحطة الكوشات يلاحظ ارتفاع في صبيب الامتطاحات وفي مددها وذلك في الفترة الممتدة من 1975 - 76 إلى 1986-87، إذ بلغ مداه بـ 362,3 م³/ث في إمتطاح فبراير 1977-78 والذي بقي 11 يوما و بـ 594 م³/ث في امتطاح فبراير سنة 1978-79 والذي دام 16 يوما. وفي الفترة 1987-88/1997-98 يتبين انخفاض في فترات الامتطاحات وفي قيمها مقارنة مع الفترة السابقة، وابتداء من سنة 1998-99 إلى غاية سنة 2000-01، يلاحظ عودة ارتفاع المدد الزمنية للإمتطاحات حيث قاربت 6 أيام بامتطاح فبراير 1999-2000. 20 بصبيب بلغ 438,2 م³/ث، وكذلك إمتطاح مارس 1998-99 الذي دام 5 أيام بصبيب ذروة وصل إلى 129,3 م³/ث.

وبخصوص محطة باب الشهبوب نجد أنه خلال الفترة الممتدة من 1988-89 إلى 2010-11، بلغت الامتطاحات ذروتها في فبراير 1996 بـ 115 م³/ث، 179 م³/ث بامتطاح دجنبر 2000-01، 195 م³/ث بامتطاح نونبر 2005-06، 398 م³/ث بامتطاح مارس 2009-10، أما مدتها فقد تراوحت ما بين 5 أيام بامتطاح يناير 1995-96 و13 يوم بفبراير 2009-10.

أما بمحطة ابن هيثم فيلاحظ أنه خلال الفترة المدروسة 1988-89 إلى 2010-11، تم تسجيل إمتطاح بدجنبر سنة 1990-91 بصبيب تجاوز 53 م³/ث والذي دام 7 أيام، وبدجنبر 1990-91 بصبيب بلغ 48 م³/ث وغطى 3 أيام، في حين سنة 2001-02 سجلت إمتطاح بـ 38 م³/ث خلال شهر دجنبر. وعرف امتطاح نونبر 2010 أعلى صبيب ذروة خلال الفترة المدروسة إذ بلغ 76 م³/ث، كما وصلت أطول فترة الامتطاحات

إلى 11 يوم في نفس السنة الأخيرة وإلى 8 أيام سنة 1990-89. والصور رقم 30-31-32-34 توضح أهمية هذه الظاهرة ببعض أودية حوض اينان.

صورة رقم 31 : امتطاح واد تازة خلال يوم 14 مارس 2008 عند قنطرة دوار الجديد



صورة رقم 30 : امتطاح واد الأربعاء خلال يوم 14 مارس 2008 عند المدخل الغربي لتازة



صورة رقم 34 : امتطاح بعالية واد اينان خلال يوم 20 يناير 2010

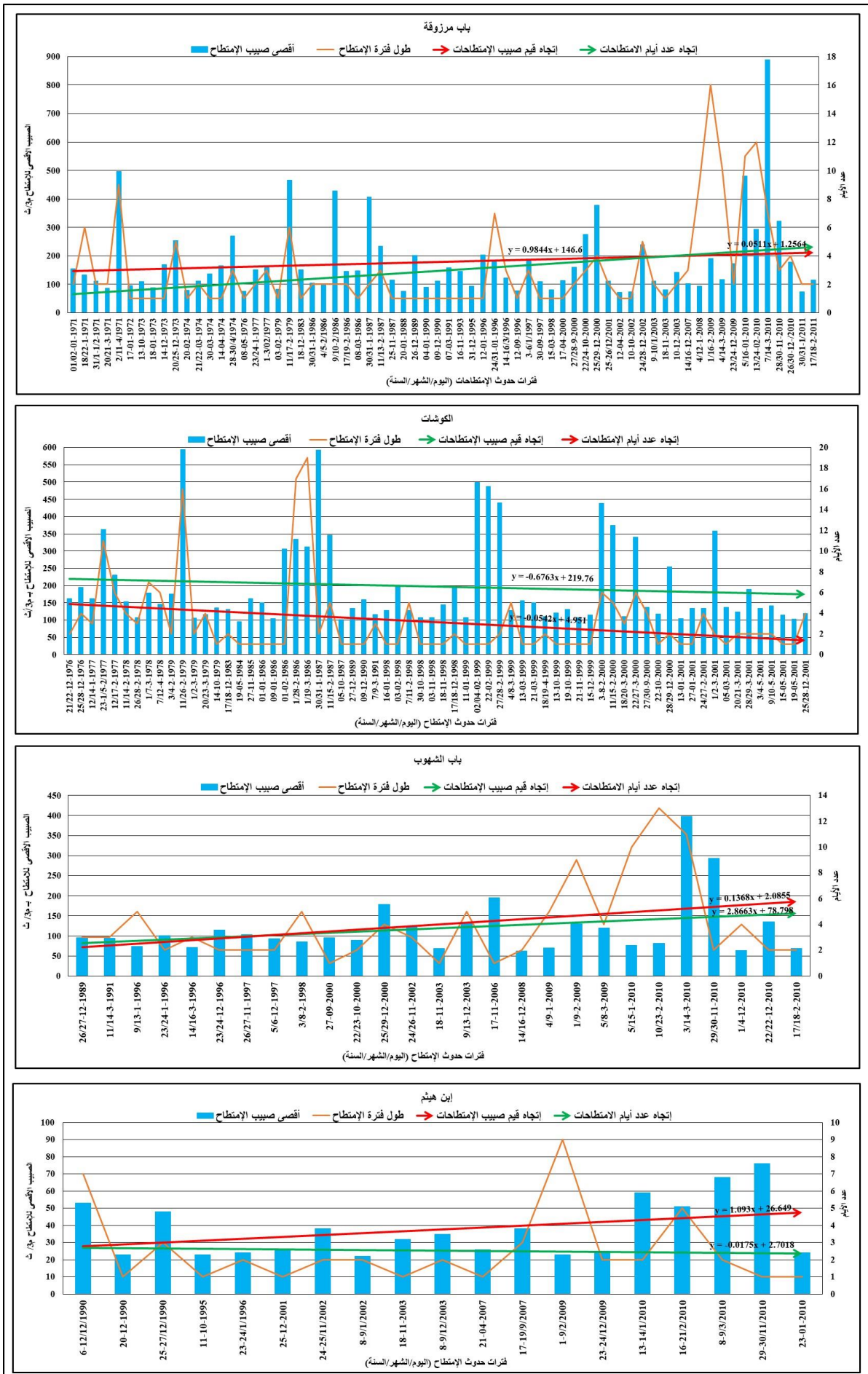


صورة رقم 32 : امتطاح بسافلة واد لحضر خلال يوم 20 يناير 2010



مصدر الصور: الوقاية المدنية ومديرية التجهيز بتازة، 2008 ، 2010.

شكل رقم 63 : التطور الزمني للامتحانات يناير ومارس 2010 بمحطة باب مرزوقة وابن هيثم وباب الشهب



المصدر: إنجاز شخصي اعتمادا على معطيات وكالة حوض سبو، 2019.

بشكل عام تتميز محطة الكوشات مقارنة مع المحطات الأخرى، بأهمية الامتطاحات نظرا لوجودها بسافلة واد إيناون مما يجعلها تستقبل صبيب مهم، تليها محطة باب مرزوقة التي تلقى صبيب مرتفع من واد لحضر وواد الأربعاء، بالإضافة إلى الروافد الأخرى الثانوية، أما بخصوص المحطتين المتبقيتين فتتميزان بضعف صبيب الامتطاحات لا سميا ابن هيثم. فيما يخص فترات الامتطاحات فيلاحظ أنها أكثر امتدادا بمحطة باب مرزوقة بفعل العوامل السابقة تليها محطة الكوشات، ثم بعد ذلك محطة باب الشهبوب وأخيرا ابن هيثم. كما نسجل أيضا ارتفاع طول مدد حدوث الامتطاحات، في جميع المحطات باستثناء محطة الكوشات، عموما خضعت محطة باب مرزوقة بإعتبارها محطة مرجعية لكونها تتوفر على سلسلة زمنية ثلاث فترات؛ فالفترة الأولى من 1970-71 إلى 1979-80 تميزت بطول فترات الامتطاحات وقوة الصبيب، الفترة الثانية من 1980-81 إلى 1993-94 اتسمت بقصر مدد الامتطاحات وكذا انخفاض قيم الصبيب المسجلة، وأخير من سنة 1995-96 إلى 2011-12 عرفت ارتفاع كبير في طول فترات وكذا الصبيب المرافق لها.

2.4.2.1. نتائج اختبارات الانقطاع والاتجاه

حسب بعض الدراسات (Ernest, 2015 ; Faye, 2014) يكمن اعتماد اختبارات Mann kendall واختبار Pettitt و Buishand، لتبيين اتجاه والانقطاع الذي يمكن أن يكون قد شاب قيم صبيب الامتطاحات بالمحطات المدروسة على امتداد الفترات المدروسة. فيما يخص اختبارات الانقطاع (جدول رقم 44) فقد حددت سنة 1996-97 سنة حدوث الانقطاع، في قيم ذروة الامتطاحات بالمحطتين باب مرزوقة والكوشات، أما بمحطتي ابن هيثم وباب الشهبوب لم يتم تحديد فترة الانقطاع لقصر السلسلة الإحصائية المدروسة.

ولمعرفة اتجاه هذا الانقطاع، وانطلاقا من الشكل رقم 59 يتضح أن محطة باب مرزوقة عرفت ارتفاع ملحوظ في قيم الصبيب إذ بلغت قيمة مستقيم الاتجاه 0,98 +، نفس النتيجة يمكن ملاحظتها بمحطتي باب الشهبوب وابن هيثم حيث تراوحت قيمة مستقيم الاتجاه بين 2,86 + بالمحطة الأولى و 1,09 + بالمحطة الثانية، في حين يلاحظ بمحطة الكوشات وجود انخفاض في قيم الصبيب الأقصى اليومي وبهذا وصلت قيمة مستقيم الاتجاه 0,67 - وذلك لعدم تغطية السلسلة الإحصائية للفترة المدروسة بأكملها، بالإضافة إلى تردد الامتطاحات بشكل كبير في الفترة ما بين 1971-1977/71-78 مقارنة مع الفترة 1979-2001/80-2001. 02.

كما نجد أيضا أن اختبار Mann Kendall يؤكد نفس النتيجة، حيث يظهر من خلال الجدول رقم 44 أن جميع المحطات سجلت ارتفاع في قيم صبيب ذروة الامتطاحات، ويرجع ذلك إلى التساقطات المهمة وازدياد تركزها الزمني والمكاني خاصة في سنوات 2008-2009/09-2009-10 مما كان له تأثير على الصبيب بالمحطات المدروسة.

جدول رقم 44: نتائج اختبارات الانقطاع والاتجاه بالمحطات المدروسة

اختبار Mann Kendall (عتبة الثقة 95%)	اختبار Pettitt	اختبار Buishand	الفترة	المحطة المدروسة
0,04 (+)	1996	1996	70-71/11-12	باب مرزوقة
0,08 (+)	1996	1996	75-76/01-02	الكوشات
0,23 (+)	–	–	88-89/11-12	باب الشهبوب
0,15 (+)	–	–	88-89/11-12	ابن هيثم

المصدر: إنجاز شخصي اعتمادا على معطيات وكالة حوض سبو وبرنامج Khronostat و Excel stat ، 2019.

هكذا يمكن اعتبار سنة 1996-95، بداية ارتفاع في قيم صبيب ذروة الامتطاحات بواد إيناون، مما كان له تأثير على تردد خطر الفيضانات، الذي نجده قد ارتفع انطلاقا من هذه الفترة (جدول رقم 45)، ولمعرفة المسار الزمني لمدى قوة هذه الامتطاحات سنقوم بحساب مؤشر معتمد في دراسة عدوانية الامتطاحات.

3.4.2.1. تتميز امتطاحات حوض إيناون بالقوة

من خصائص الامتطاحات نجدها أنها تتميز بالفجائية والقوة، حيث تتحكم فيها مجموعة من العوامل منها شكل الحوض المائي، طبيعة السطح، حجم التساقطات المطرية والصبيب. ولتصنيف الامتطاحات التي تحدث عند كل محطة بحوض إيناون حسب قوتها، تم الاعتماد على مؤشر (Meyer et Coutagne) الذي سبق اعتماده في مجموعة من الدراسات (Frecaut, 1968 ; Naoura, 2012 ; Cherrad, 1997)، حيث يتوافق هذا المؤشر مع الأحواض المائية التي تنحصر مساحتها ما بين 100 و 20000 كلم²، وذلك على غرار أحواض روفد إيناون (واد الأربعاء، واد لحضر، واد إيناون عند محطة باب ورزوقة، وعند محطة الكوشات).

يجمع هذا المؤشر ما بين الصبيب الأقصى اللحظي المسجل خلال السنة (م³/ث)، ومساحة الحوض المدروس (كلم²)، فهو يسمح بمقارنة قوة الامتطاحات بين الأحواض ذات المساحات المختلفة، وبين الامتطاحات داخل الفترات المدروسة بكل محطة، يتم حساب هذا المؤشر حسب القاعدة التالية:

$$I = \frac{Q}{\sqrt{S}}$$

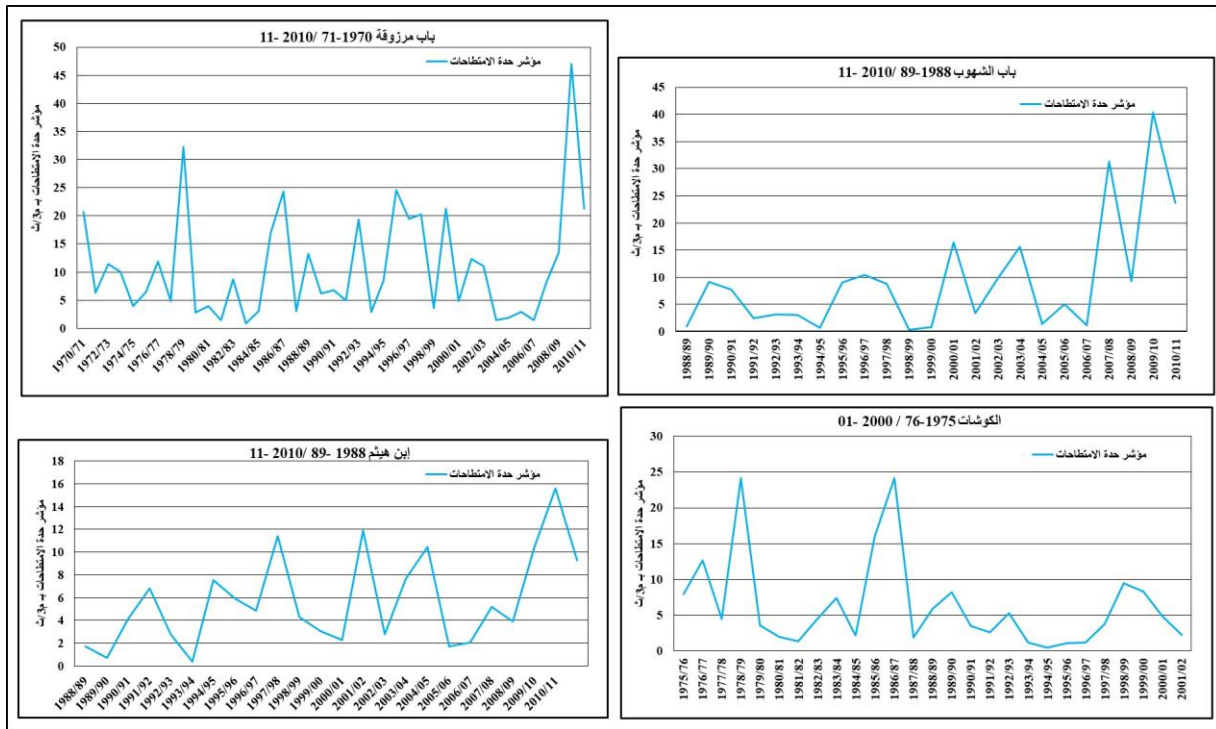
بحيث:

Q: الصبيب اللحظي الأقصى بـ م³/ث؛

S: مساحة الحوض بـ كلم².

وبتطبيق هذه القاعدة توصلنا إلى النتائج المدرجة في الشكل رقم 64، الذي يتضح من خلاله أن هذا المؤشر مرتفع، في عالية الحوض خاصة بمحطتي باب مرزوقة وباب الشهبوب، مما يدل على قوة وعنف الامتطاحات التي تقع عند هذين المحطتين، نتيجة التغيرية المكانية والزمانية الكبيرة للصبيب والتساقطات المطرية، إذا ينحصر هذا المؤشر ما بين 0,9 م³/ث و 47 م³/ث بمحطة باب مرزوقة ووبين 0,3 م³/ث و 40 م³/ث بمحطة باب الشهبوب. كما يقل هذا المؤشر بسافة الحوض وذلك بمحطة الكوشات حيث يتراوح ما بين 0,5 م³/ث و 24,1 م³/ث نتيجة ضعف قوة الامتطاحات نظرا لاتساع المجرى بالسافة، كما يقل أيضا بمحطة ابن هيثم إذ يتراوح ما بين 0,7 م³/ث و 15,9 م³/ث نظرا لضعف الصبيب بواد الأربعاء. يرجع تباين هذا المؤشر إلى خصائص التغيرية الكبيرة للتساقطات المطرية التي تطبع المناخ المتوسطي. أما بخصوص التطور الزمني لقوة الامتطاحات، يلاحظ بمحطة باب مرزوقة أنه هناك ارتفاع في هذا المؤشر خاصة منذ سنة 1995-96 إلى حدود سنة 2010-11 نفس النتيجة يكمن ملاحظتها في باقي المحطات مما يؤكد نتائج اختبارات الاتجاه.

شكل رقم 64: مؤشر قوة الامتطاحات بالمحطات المدروسة



المصدر: إنجاز شخصي اعتمادا على معطيات وكالة حوض سبو، 2019.

من خلال الجدول رقم 45 يبلغ مؤشر عدوانية الامتطاحات بمحطة باب مرزوقة 47,3 م³/ث، إذ تستفيد من تجمع الصبيب خاصة أن هذه الأخيرة توجد قريبة من ملتقى رافدي واد الأربعاء وواد لحضر، ثم تأتي بعد ذلك محطة باب الشهبوب بـ 40,3 م³/ث مستفيدة من الانحدارات القوية أكثر من 30 % ووجود طبقة صخرية غير نافذة مما يدعم الجريان بواد لحضر، ثم محطة الكوشات التي توجد في سافة الحوض 24,19 حيث تتجمع فيها المياه المتدفقة من مختلف روافد إيناون.

وأخيرا محطة ابن هيثم حيث يصل مؤشر قوة الامتطاحات 15,6، نجده مرتفع مقارنة مع بعض الأحواض نتيجة تظافر مجموعة من العوامل التي تجعل هذه الامتطاحات قوية كشكل الحوض المائي لواد الأربعاء، صغر مساحة الحوض، ضعف الغطاء النباتي، قوة الانحدار أكثر من 20 %، ضعف النفاذية بسبب وجود أترية صلصالية.

جدول رقم 45: أهمية الامتطاحات بحوض إيناون

المجرى المائي المعني	تاريخ حدوث الامتطاح	الصبيب بـم ³ /ث	مساحة الحوض (كلم ²)	مؤشر عدوانية الامتطاح (1)
واد لحضر (محطة باب الشهبوب)	9 مارس 2010	1006	624	40,3
واد الأربعاء (محطة ابن هيثم)	14 يناير 2010	245	247	15,6
واد إيناون (محطة مرزوقة)	9 مارس 2010	1820	1500	47,0
واد إيناون (محطة باب مرزوقة)	13 فبر اير 1979	1250	1500	32,27
واد إيناون (محطة الكوشات)	31 يناير 1987	1280	2570	24,19

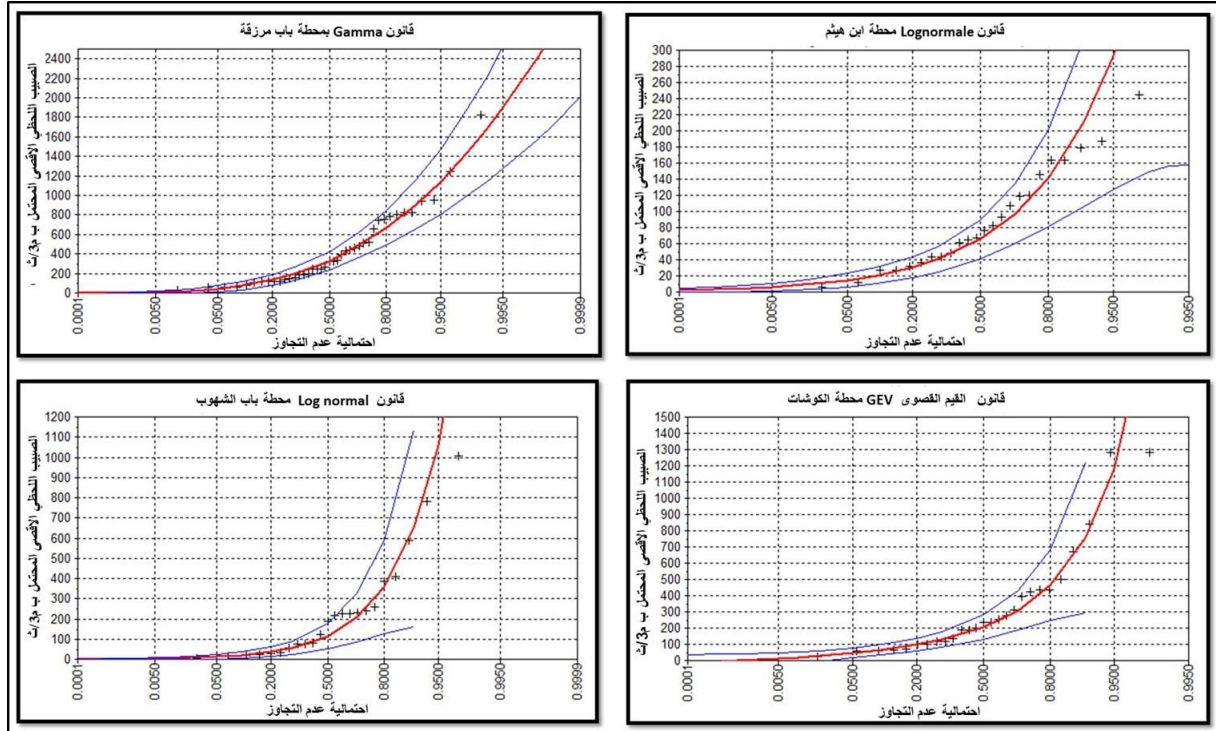
المصدر: إنجاز شخصي اعتمادا على معطيات وكالة حوض سيو، 2019.

عموما يبقى هذا المؤشر مرتفع بحوض إيناون، متأثرا بمرفولوجية الحوض المدروس، والتغيرية الزمنية والمكانية الكبيرة للتساقطات المطرية والصبيب، وللتأكد ما إذا كان الصبيب سيبقى له دور في حدة هذه الظواهر، تطرقنا لدراسته من خلال التحليل الترددي لأعلى قيم الصبيب اللحظي.

5.4.2.1. تسوية الصبيب الأقصى اللحظي

من أجل الوصول إلى تحليل أدق لظاهرة الامتطاحات في منطقة الدراسة، كان لابد من معرفة قيم الصبيب القصوى المحتمل أن يصرفها الحوض خلال فترات تردد مختلفة، إذ أن هذه الأخيرة تسمح بإعطاء فكرة عن مدى قوة الفيضانات المحتملة مستقبلا. للحصول على هذه القيم تم الاعتماد على برنامج Hyfran Plus من خلال ما يتيح من قوانين تسوية متعددة، بالإضافة إلى سهولة الحصول على القوانين التي تتوافق مع مختلف سلاسل الصبيب الأقصى اللحظي بالمحطات المدروسة، وذلك بالاعتماد على اختبار Khi deux X2 الذي وضعه (1900) Karl Pearson (El Adlouni et Bobée 2014)، حيث مكن هذا الأخير عند عتبة معنوية 5 %، من معرفة القانون الأنسب مع كل سلسلة إحصائية للصبيب الأقصى اللحظي بالمحطات المدروسة. ومن خلال النتائج المحصل عليها (الشكل رقم 65 والجدول رقم 46)، يتضح أن المعطيات الإحصائية المعتمدة تتوافق مع القوانين المدرجة في الجدول 46 حسب الاختبار السابق.

شكل رقم 65 : نماذج من قوانين التسوية المعتمدة في دراسة الصبيب الأقصى



المصدر: إنجاز شخصي اعتمادا على معطيات وكالة حوض سبو وبرنامج Hyfran ، 2019.

هكذا يتبين أن النتائج المحصل عليها بالقوانين المتبعة مقارنة داخل كل محطة، ففي محطة باب مرزوقة يلاحظ أن القيم العليا للصبيب اللحظي المحتملة والتي غالبا ما تؤدي إلى حدوث فيضانات تبدأ عند فترات رجوع أكثر من 10 سنوات، حيث سيتجاوز الصبيب اللحظي المحتمل 900 م³/ث، وهي قيم تم تسجيلها خلال سنة 1986-87 و 1995-96، بالإضافة أيضا إلى القيم المحتملة عند 50 و 100 سنة حيث سيتجاوز الصبيب المحتمل 2070 و 2690 م³/ث، إذ يلاحظ أنها سجلت خلال الفترة المدروسة بـ 1250 و 1850 م³/ث والتي أدت إلى حدوث فيضانات مدمرة.

وبمحطة الكوشات يلاحظ أن القيم المحتملة ستبقى مرتفعة عند فترات رجوع 20، 50، 100 سنة حيث ستصل إلى 1080 م³/ث في الأولى، 1610 م³/ث في الثانية، 2110 م³/ث في الثالثة، وهذا نجده قد تكرر مرتين ضمن السلسلة الإحصائية المدروسة وخلال سنة 1978-79 و 1986-87 بـ 1280 م³/ث. بهذه المحطة تظل القيم المحتملة منخفضة مقارنة مع محطة باب مرزوقة وذلك راجع لتراجع قوة الامتطاحات من عالية الحوض في اتجاه السافلة. على مستوى محطة باب الشهبوب نجد القيم التي يمكن أن تتسبب في الفيضانات يمكن أن تحدث خلال فترات رجوع 10، 20، 50، 100 سنة حيث تنحصر ما بين 551 و 1150 م³/ث، وبمقارنتها مع الفترة المدروسة نلاحظ تسجيلها خلال سنة 2009-10 و 2010-11 وذلك بـ 1006 و 589 م³/ث فنتجت عنها فيضانات أدت إلى ارتفاع منسوب واد إيناون.

جدول رقم 46: الصبيب الأقصى اللحظي المحتمل بالمحطات المدروسة بـ م³/ث

100	50	20	10	5	2	فترات الرجوع بالسنة	
0,99	0,98	0,95	0,90	0,80	0,50	احتمال عدم التجاوز	
1640	1430	915	915	676	332	Weibull	باب مرزوقة
3500	2420	1460	971	618	283	GEV	
1670	1440	1140	905	664	328	Gamma	
2690	2070	1390	980	641	284	Loi log normal	
3140	2080	1180	758	466	207	GEV	الكوشات
2110	1610	1080	756	491	215	Loi log normal	
1870	1450	999	715	477	217	Log Pearson type 3	
1360	1170	916	722	524	251	Gamma	
5630	3040	1330	693	346	112	GEV	باب الشهبوب
1150	968	729	551	374	148	Gamma	
2660	1840	1060	649	358	115	Loi log normal	
342	287	221	175	132	74	GEV	إبن هيثم
316	276	222	180	136	73	Gamma	
544	425	293	210	141	65	Loi log normal	
286	252	206	171	134	78	Gumbel	

المصدر: إنجاز شخصي اعتمادا على معطيات وكالة حوض سبو، 2019.

وأخيرا، بمحطة إبن هيثم نلاحظ أن الصبيب المحتمل مرتفع، ابتداء من فترة رجوع 5 سنوات حيث تجاوز الصبيب 100 م³/ث، هذه القيمة نجدها قد تكررت بشكل مهم خلال الفترة المدروسة وهو ما يدل على أن واد الأربعاء والمناطق المجاورة له، توجد في تهديد مستمر لخطر الفيضانات، كما نسجل تزايد ارتفاع هذه القيم خلال الفترات المتبقية 20، 10، 50، 100 سنة، حيث يمكن أن تصل إلى 252 م³/ث خلال 50 سنة وهو قيمة قاربت تلك التي سجلت ما حدث خلال سنة 2009-2010.

إذن من خلال ما سبق يلاحظ ارتفاع قيم الصبيب اللحظي المحتملة في مختلف فترات الرجوع، كما أنها تختلف من محطة لأخرى حسب أهمية المجرى، مما سيجعل مجال حوض إيناون مسرعا لتعاقب ظاهرة الامتطاحات، خاصة وأن هذه الظاهرة مرتبطة بالتساقطات المطرية القصوى التي ستعرف بدورها في قادم الأعوام ارتفاعا في قيمها.

5.2.1. دراسة بعض الفيضانات التي عرفها حوض إيناون

تعتبر الفيضانات حالة قصوى لظاهرة الامتطاحات، وهي ظاهرة هيدرولوجية ناتجة عن الارتفاع المفاجئ للمياه في المجاري المائية، فتصبح غير قادرة على تصريفها، وبالتالي يخرج التيار المائي عن مجراه العادي غامرا بذلك السرير الفيضي والسهول المجاورة. وكما سبقت الإشارة لذلك عرف حوض إيناون عبر التاريخ ترددا كبيرا لهذه الظاهرة، إذ حاولنا من خلال هذا العنصر اختيار بعض حالات الفيضانات

ودراستها، وذلك لمعرفة مراحل تكوينها وتطورها وفهم سلوكها باعتبارها المسؤولة عن ظهور مجموعة من المخاطر المرتبطة بها.

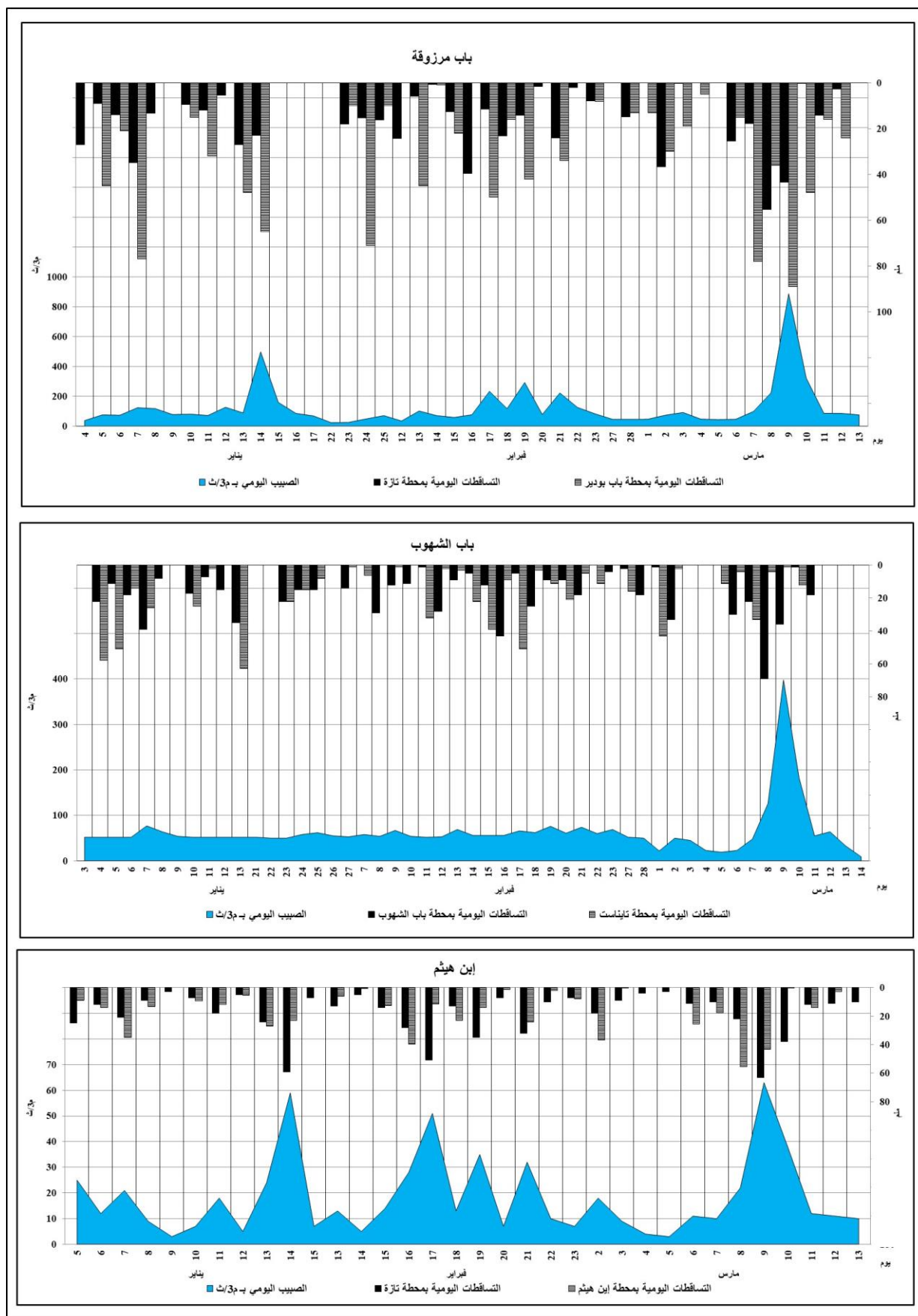
1.5.2.1. تقديم نماذج الفيضانات المدروسة

تعتبر سنة 2009-10 من السنوات الجديرة بالاهتمام فيما يخص دراسة الامتطاحات الفيضانية التي عرفها حوض إيناون. حيث بلغ الصبيب اليومي، أقصى مستوياته خلال هذه السنة (شكل رقم 66) وبالتالي تم تسجيل 498 م³/ث بمحطة باب مرزوقة، 52 م³/ث بمحطة باب الشهبوب، 59 م³/ث بمحطة ابن هيثم، حيث تنوعت مابين الامتطاحات البسيطة والمركبة.

كما تميزت التساقطات المطرية خلال هذه السنة بأهمية معدلاتها، حيث بلغ المجموع الشهري بمحطة تازة 305 ملم خلال شهر دجنبر يناير وفبراير و204 ملم بشهر مارس، مما تسبب في حدوث عدة امتطاحات قوية اختلفت حدتها من محطة لأخرى، وبالتالي فالامتطاحات المدروسة هي كالاتي: الامتطاح الأول إمتد من 10 إلى 17 يناير 2010 دام 7 أيام، الثاني من 07 إلى 11 مارس 2010 إمتد على 4 أيام.

فخلال يوم 14 يناير 2010 بلغ الصبيب اليومي 500 م³/ث بمحطة باب مرزوقة، 55 م³/ث بباب الشهبوب و59 م³/ث (شكل رقم 66)، وذلك نتيجة للظروف الجوية المطرة التي عرفها حوض إيناون خلال هذه الفترة، حيث بلغت كمية التساقطات المطرية اليومية المسجلة خلال هذا اليوم 23 ملم بمحطتي ابن هيثم وتازة، 63 ملم بمحطة باب الشهبوب، و65 ملم بمحطة باب بودير و63 ملم بمحطة تايناست، هذه الظروف ساهمت في ارتفاع منسوب مياه أودية واد الأربعاء، واد لحضر، وواد إيناون، مما تسبب في حدوث امتطاحات 14 يناير 2010 التي تميزت بامتدادها الزمني، حيث تطلب صعود الصبيب 3 أيام في حين بلغت فترة النزول يومان.

شكل رقم 66: تغيرة قيم الصبيب اليومي والتساقطات اليومية خلال شهرينايير، فبرايرومارس 2009-10



المصدر: إنجاز شخصي اعتمادا على معطيات وكالة حوض سبو ، 2019.

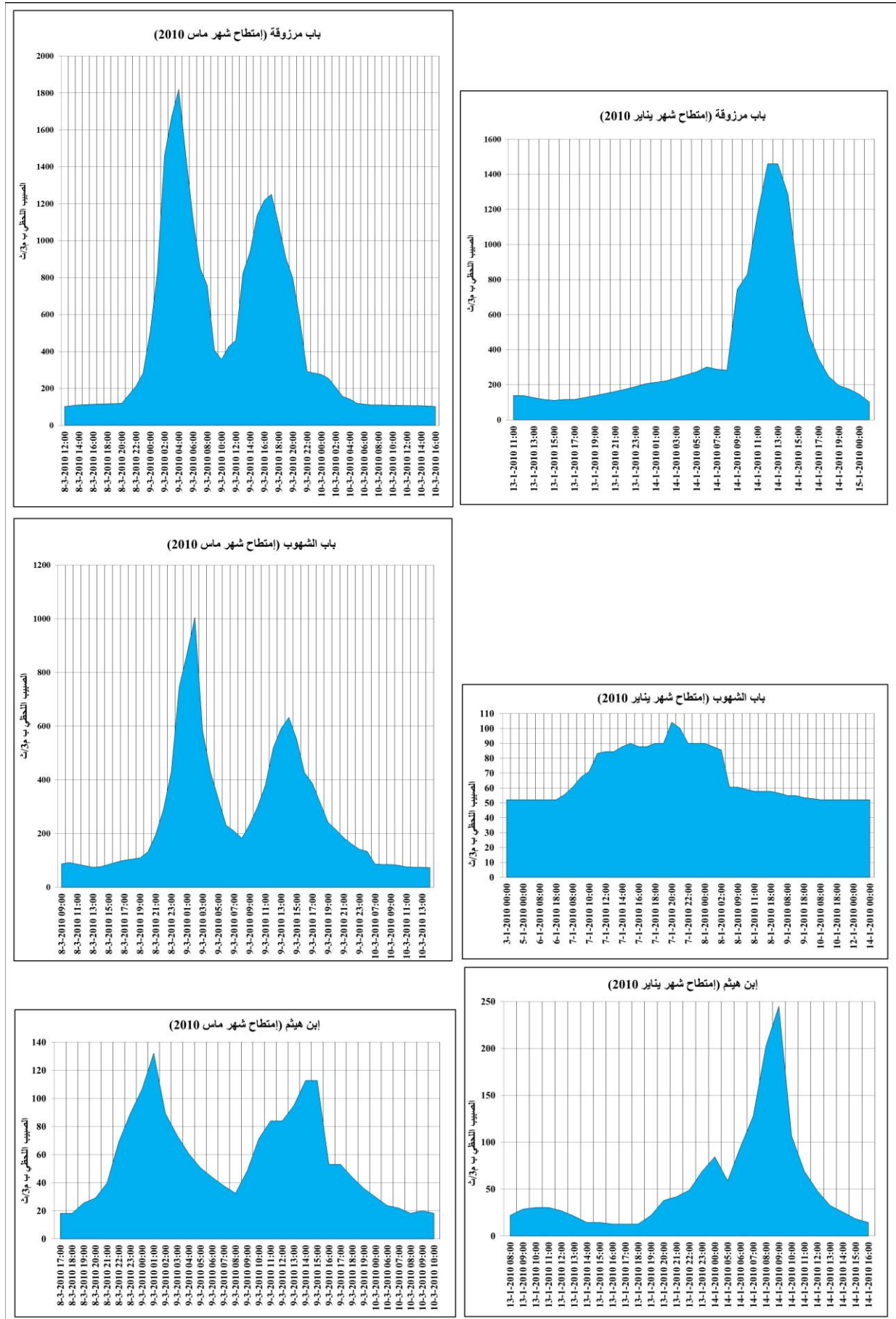
وفي 9 من مارس 2010 بلغت التساقطات المطرية اليومية (شكل رقم 66)، المسجلة 43 ملم بمحطة تازة، 89 بمحطة باب بودير، 36 ملم بمحطة باب الشهب، 55 ملم بمحطة ابن هيثم، على إثر هذه التساقطات ارتفع الصبيب بواد إيناون ورافده، ليصل خلال هذا اليوم إلى 888 م³/ث بمحطة باب مرزوقة، 398 م³/ث باب الشهب، 63 م³/ث بابن هيثم، مما جعل الصبيب يصل إلى مناطق مأهولة بالسكان متسببا في خسائر كبيرة. وقد تميز هذا الإمتطاح عن السابق بالحمولة المهمة للصبيب، فاستغرق صعوده يومان ونزوله يوم واحد، وذلك لكون الفترة التي سبقت الامتطاحات تميزت بارتفاع منسوب الصبيب بالمحطات المدروسة.

2.5.2.1. تشكل الامتطاحات المدروسة وتطورها

للتطرق بشكل مفصل للامتطاحات المذكورة، تم الاعتماد على الصبيب اللحظي المسجل بالمحطات المدروسة، حيث نجد أن إمتطاح يناير بمحطة باب مرزوقة تميز بتذبذب في قيم الصبيب اللحظي، ويلاحظ من خلال الشكل 67 وجود قمة واحدة تشكل صبيب الذروة، لكن يبقى صبيب 14 يناير أكثر أهمية، وذلك من حيث المدة التي استغرقها حيث وصلت إلى 10 ساعات. تطلب الصبيب 4 ساعات لصعوده، إذ ابتدأ حدوث هذا الامتطاح على الساعة الثامنة صباحا بصبيب بلغ 206 م³/ث، ثم ارتفع منسوبه ليصل إلى 1460 م³/ث على الساعة الثانية عشر زوالا، أي بفارق 4 ساعات، أما فترة نزول منسوب الصبيب بلغت 5 ساعات، مما يدل على قوة الصبيب، كما نجد أن الفرشة المائية المتساقطة بهذه المحطة بلغت 34,4 ملم والجارية 2172,2 م³/ث (جدول رقم 49).

وبمحطة ابن هيثم يلاحظ من خلال نفس الشكل، أن صبيب امتطاح 14 يناير استغرق 8 ساعات، انقسمت إلى 3 ساعات لارتفاع منسوب صبيب واد الأربعاء الذي وصل إلى 245 م³/ث. أما بخصوص محطة باب الشهب فيلاحظ أنها تميزت بارتفاع قيم الصبيب اللحظي، على طول شهر يناير الذي تراوح ما بين 104 و 55 م³/ث، إذ لم تعرف حدوث الامتطاح في نفس اليوم السابق بل في 7 يناير 2010. عموما تميز هذا الامتطاح بصبيب مهم، يمكن ملاحظته انطلاقا من الشكل الهيدروغرافي (شكل 65). كما وصل معامل الجريان (جدول رقم 47) بمحطة ابن هيثم (37.4%) وباب الشهب (27.3%) الذي تميز بالسرعة، مقارنة مع محطة باب مرزوقة (63.1%)، ويرجع ذلك لخصائص حوض واد الأربعاء وواد لحضر، اللذين يتميزا بقوة الانحدار (20 و 30%) وغياب الغطاء النباتي وضعف نفاذية التربة الصلصالية التي تغطيها بالإضافة إلى شكلهما الدائري.

شكل رقم 67: مستويات الصبيب اللحظي بالامتطاحات المدروسة



المصدر: إنجاز شخصي اعتمادا على معطيات وكالة حوض سبو ، 2019.

أما بخصوص إمتطاح شهر مارس فهو ذو طبيعة مركبة، ويلاحظ من خلال الشكل رقم 65 أن الصبيب اللحظي بالمحطات المدروسة، تميز بوجود ذروتين وذلك بتاريخ 9 مارس 2010. فبمحطة ابن هيثم بلغ الصبيب اللحظي أقصى قيمه عند الساعة 1 صباحا خلال 8 مارس 2010 وذلك بـ 132 م³/ث حيث استغرق الامتطاح 19 ساعة، وبمحطة باب الشهبوب بلغ الصبيب 1005 م³/ث عند الساعة 2 صباحا من يوم 8 مارس مستغرقا بذلك 13 ساعة، أما بمحطة باب مرزوقة فوصل الصبيب إلى أعلى قيمه على الساعة 4 صباحا وذلك بـ 1252,1 م³/ث حيث دام الامتطاح بهذه المحطة 14 ساعة كما ناهزت الفرشة المائية المتساقطة 46,8 ملم والجارية 3451 م³/ث .

جدول رقم 47: خصائص الجريان خلال الامتطاحات المدروسة

المحطة	الامتطاحات المدروسة	المساحة كلم ²	متوسط الصبيب م ³ /ث	متوسط الصبيب ل كلم ² /ث	الفرشة المائية المتساقطة بـ ملم	الفرشة المائية الجارية بـ ملم	مؤشر قوة الامتطاح (I)
واد إيناون (محطة مرزوقة)	امتطاح 17_10 يناير 2010	1500	103.3	68.89	34.4	2172	33.8
	امتطاح 11_07 مارس 2010		164.2	109.44	46.8	3451	43.2

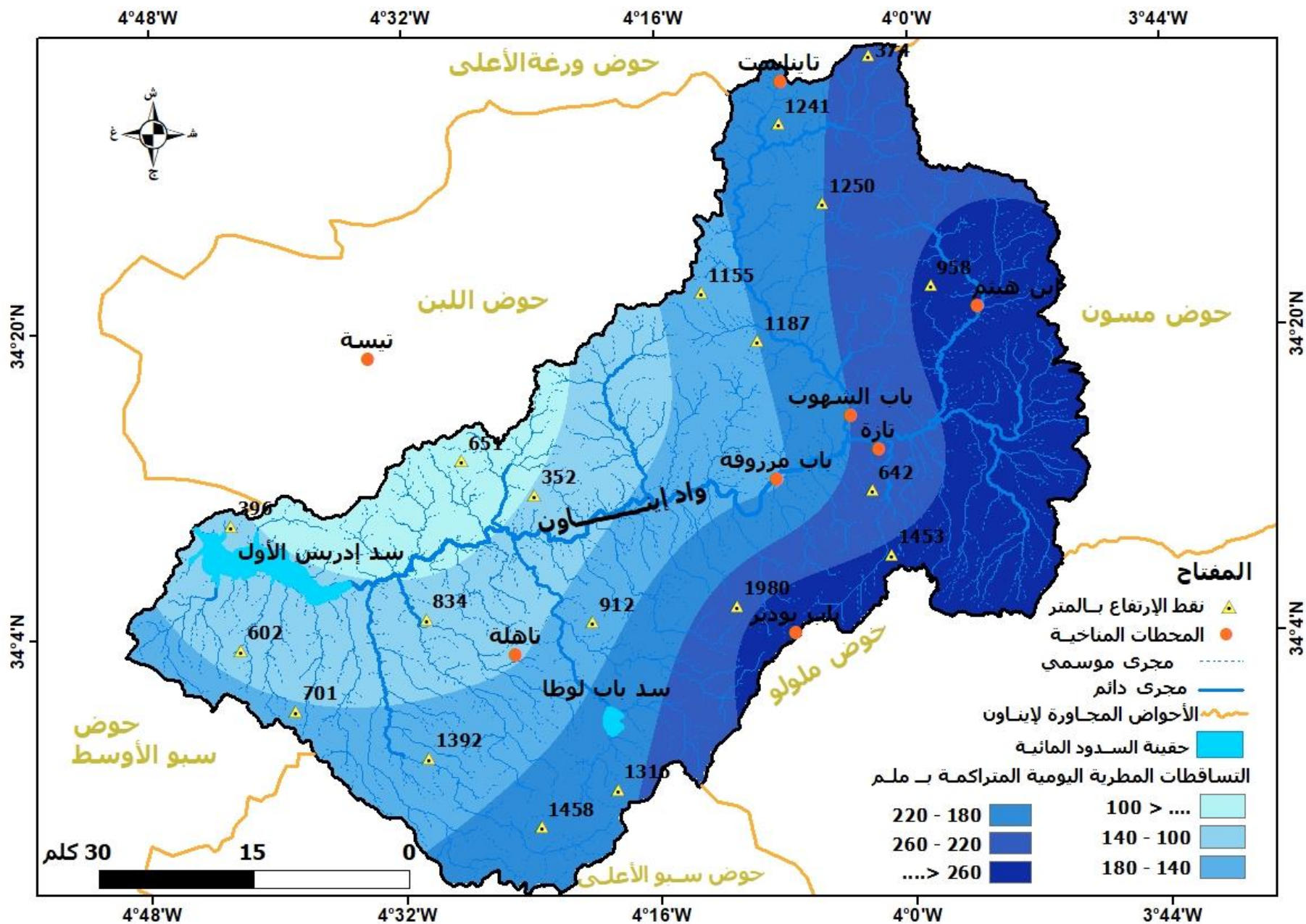
المصدر: إنجاز شخصي اعتمادا على معطيات وكالة حوض سبو، 2019 .

كما كان معامل الجريان مهم بالمحطتين السابقتين مقارنة مع باب مرزوقة، وتراوح ما بين 31.2 % بباب الشهبوب و 74.8 % بمحطة ابن هيثم، في حين 73.7 % بباب مرزوقة ويرجع ذلك لحجم الصبيب بكل محطة وللعوامل السالفة الذكر. عموما يسجل انطلاقا من دراسة إمتطاح يناير ومارس، إن محطتي إن هيثم وباب الشهبوب والمجالات التي تجاورها أكثر تهديدا بالامتطاحات مقارنة بمحطة باب مرزوقة.

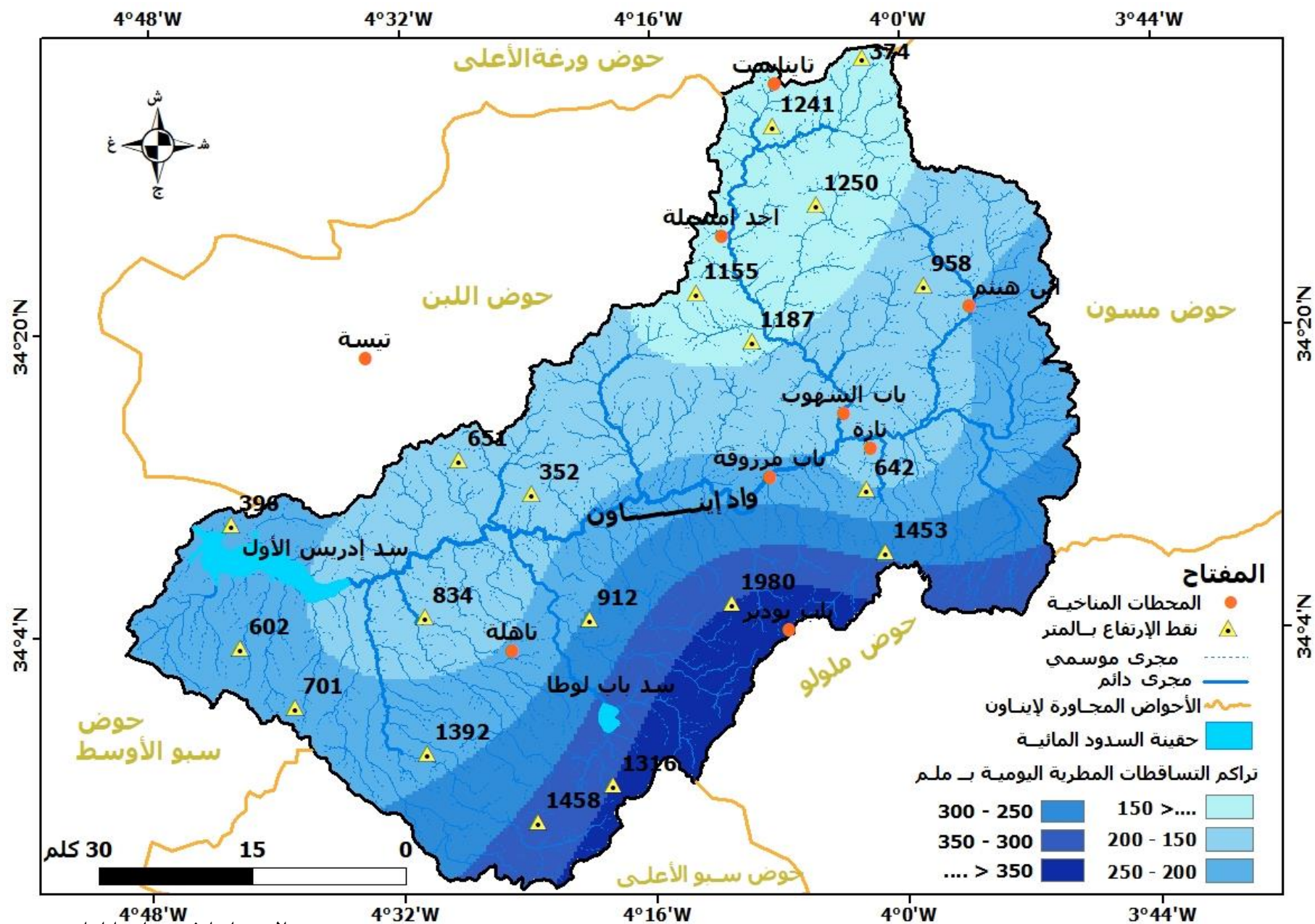
3.5.2.1 توزيع التساقطات المطرية اليومية خلال الامتطاحات

لتبسيط الضوء على توزيع متوسط التساقطات المطرية اليومية، ببعض المحطات خلال فترة الامتطاحات المدروسة تم إنجاز الخرائط رقم 25 و 26، إذ يتضح من خلال الخريطة الأولى أنه خلال الامتطاح الممتد من 10 إلى 17 يناير، انحصر تراكم التساقطات المطرية اليومية بين 190 ملم و 315 ملم بكل من محطة باب بودير تازة وابن هيثم، وما بين 100 ملم و 160 ملم بمحطة باب الشهبوب، باب مرزوقة، تايناست.

وخلال امتطاح 11-07 مارس 2010 يلاحظ من خلال الخريطة رقم 26، أن محطة باب بودير عرفت تساقطات مطرية يومية تراوحت، ما بين 350 ملم و 400 ملم مستفيدة من ارتفاعها المهم. في حين انحصرت التساقطات المتراكمة بالمحطات ذات الارتفاعات المنخفضة بين 150 و 250 ملم، وذلك في كل من محطة تازة، ابن هيثم، باب الشهبوب، باب مرزوقة. في حين محطتي أحد امسيلة وتايناست فسجلتا تساقطات مطرية تراوحت ما بين 100 ملم و 150 ملم.



خريطة رقم 25: توزيع التساقطات المطرية اليومية المتراكمة خلال امتطاح 10 إلى 17 يناير 2010
 المصدر: إنجاز شخصي اعتمادا على معطيات وكالة حوض سبو والمديرية الإقليمية للفلاحة بتازة ، 2019.



خريطة رقم 26: توزيع التساقطات المطرية اليومية المتراكمة خلال امتطاح 07 إلى 11 مارس 2010
 المصدر: إنجاز شخصي اعتمادا على معطيات وكالة حوض سبو والمديرية الإقليمية للفلاحة بتازة ، 2019.

يتبين إذن من خلال الخريطين أن المجالات المرتفعة بحوض إيناون، تساهم بشكل مهم في إستقبال التساقطات المطرية، المسؤولة عن امتطاحات واد إيناون التي تصل إليه عبر الروافد، وذلك رغم الاختلاف الموجود في الركيزة الصخرية حيث يتميز شمال الحوض بتربة غير نافذة، في حين يعرف جنوبه سيادة الصخور الكلسية ذات النفاذية المهمة. هذه التساقطات المطرية يمكن اعتبارها استثنائية إذا ما قارنها بالفترة المدروسة نظرا لكمياتها ولتركزها الزمني.

4.5.2.1 قيم التساقطات المطرية القصوى اليومية المحتملة بالمحطات المدروسة وفترة عودتها لتقييم خطر الفيضانات المحتمل وقوعه في المستقبل يتم الانطلاق من معرفة قيم التساقطات المطرية المحتمل حدوثها في فترات زمنية محددة، إذ يمكن ذلك من تهيئة المجال ووضع المنشآت (طرق، قنوات، بنية تحتية ... إلخ)، بكيفية احترازية لما يمكن أن تتسبب فيه هذه الفيضانات من خسائر. في واقع الأمر نجد مجموعة من المناطق التي تنتمي إلى مجال الدراسة تتعرض بكيفية مستمرة لهذا النوع من المخاطر.

لقد تم الاعتماد في دراسة احتمال عودة التساقطات المطرية، على العديد من القوانين العلمية الموضوعية والمعتمدة من طرف مجموعة من المتخصصين في مجال المناخ، ومن هذه القوانين نذكر خاصة: Log normal-Weibull – Gumbel – Racine Gumbel – Gev – Gamma. ففي بداية الأمر تم القيام باختبار كل هذه القوانين، من أجل تحديد القانون الذي يتناسب بشكل أفضل مع قيم التساقطات السنوية للفترة المدروسة (1970-2011/71-12) وذلك بتطبيق نفس المنهجية المتبعة في هذه الدراسة (Brahim.H,2012)، وبالاعتماد على برنامج Hyfran، وبهذا اعتبرت القوانين المدرجة في الجدول رقم 48 الأكثر تلاؤما مع قيم التساقطات المطرية القصوى بحوض إيناون .

نستخلص انطلاقا من الجدول رقم 48 أن القيم المحصل عليها، في المحطات المدروسة بمختلف القوانين المطبقة وحسب احتمال عدم التجاوز متقاربة فيما بينها، أن أعلى القيم التي يمكن أن تتهاطل على المحطات المتواجدة في الأطلس المتوسط، ستصل بمحطة باب بوير إلى أكثر من 220 ملم خلال 100 سنة حسب جميع القوانين، بينما أدنى القيم التي يمكن أن تتردد كل سنتين ستصل إلى 190 ملم ، بينما في المحطات التابعة لمقدمة الريف والمنتمية لحوض إيناون، نجد أن التساقطات المحتملة قريبة من الواقع، إذ اتضح ذلك من خلال مقارنتها مع الفترة المدروسة، هذا ويمكن أن تتهاطل أكثر من 70 ملم مرة كل 100 سنة (جدول رقم 48) بمحطة تايناست.

هذه القيم تبقى مرتفعة نظرا للتساقطات المهمة التي تستقبلها هذين المنطقتين، خاصة خلال فصل الشتاء مما ينعكس على مجموع التساقطات السنوية، في حين المحطات المتواجدة بالمجالات المنخفضة من حوض إيناون يمكن أن تستقبل تساقطات قصوى يومية أقل من سابقاتها، وهي قيم قصوى محتملة تلامس الواقع إذا ما قارنها بالفترة المدروسة، حيث يمكن أن تصل إلى أقل من 70 ملم مرة كل خمس سنوات بمحطة

تازة، باب مرزوقة، ابن هيثم، باب الشهب، أحد امسيلة. ما يمكن أن نستنتجه من خلال دراسة احتمال التساقطات المطرية القصوى، أن المجال المدروس من المتوقع أن يعرف، تردد قيم قصوى متطرفة في بعض الأحيان يصعب التنبؤ بها، لهذا يجب على كل الجهات المسؤولة، أخذ ذلك بعين الاعتبار في كل برامج التهيئة التي تهم الحوض وذلك تفاديا للمخاطر التي يمكن أن تتسبب بها هذه التساقطات.

جدول رقم 48: قيم التساقطات المطرية اليومية القصوى المحتمل عودتها بالمحطات المدروسة

100	50	20	10	5	2	قوانين التسوية المعتمدة	المحطات
0,99	0.98	0.95	0.9	0.8	0.50	Gumbel	تازة
92	83	71	69	67	51	GEV	باب مرزوقة
98	92	73	67	61	55	Gumbel	باب مرزوقة
92	88	70	68	63	58	GEV	باب مرزوقة
99	89	78	73	61	54	Gumbel	باب مرزوقة
58	50	46	39	38	35	GEV	باب مرزوقة
59	53	48	46	39	37	Gumbel	باب مرزوقة
93	89	86	83	78	72	GEV	باب مرزوقة
96	91	88	85	80	76	Gumbel	باب مرزوقة
81	73	69	67	63	58	GEV	باب مرزوقة
84	76	71	68	65	59	Gumbel	باب مرزوقة
81	79	78	76	73	71	GEV	باب مرزوقة
86	84	81	78	75	72	Gumbel	باب مرزوقة
59	57	53	49	41	47	GEV	باب مرزوقة
76	61	58	53	53	49	Gumbel	باب مرزوقة
221	213	204	203	196	192	GEV	باب مرزوقة
226	216	211	207	198	195	Gumbel	باب مرزوقة

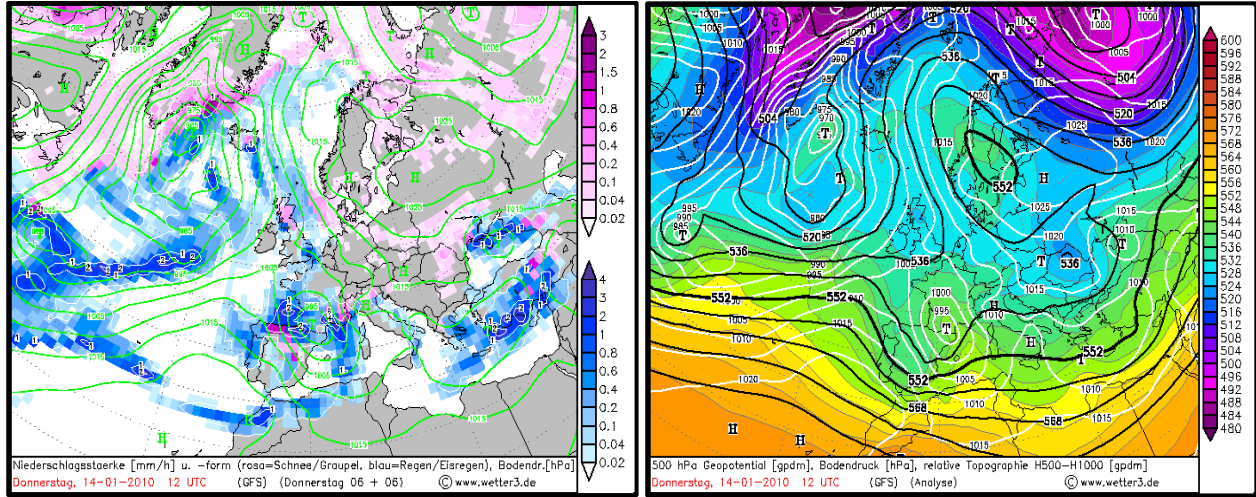
المصدر: إنجاز شخصي اعتمادا على معطيات وكالة حوض سبو وبرنامج Hyfran ، 2019.

إن ارتفاع قيم التساقطات المطرية اليومية المحتملة، سيكون له تأثير على الصبيب بمختلف المجاري المائية بالحوض، وهو ما توصلنا إليه من خلال دراسة تردد الصبيب الأقصى اللحظي (جدول رقم 47)، مما سيجعل المجالات المجاورة لهذه المجاري، تحت تهديد مستمر لخطر الامتطاحات. وللإحاطة بالعوامل المسؤولة عن تشكل الامتطاحات سننتطرق في العنصر الموالي، للحالات الجوية المسؤولة عن هذه التساقطات الاستثنائية.

4.5.2.1 دراسة الحالة الجوية المسؤولة عن الامتطاحات المدروسة

1.4.5.2.1 الحالة الجوية ليوم 2010-01-14

خلال هذا اليوم تميزت الأجواء العليا بوجود حالة نطاقية وبالتالي نجد أن الضغط المنخفض الذي سمح بمرور مؤثراته إلى المغرب يتركز شمال شبه الجزيرة الإيبيرية. كما يلاحظ بالواجهة الغربية تقارب خطوط تساوي الضغط مما يدل على سرعة الرياح بتلك النطاقات وبالتالي قوة التدرج الضغطي، عكس الواجهة الشرقية (تباعد خطوط تساوي الضغط)، مما يدل على ضعف التدرج الضغطي وضعف سرعة الرياح، وقد اعتمدنا على الأيام السابقة واللاحقة في تحديد سرعة الرياح (خريطة رقم 27). وبالسطح نجد أن شمال المغرب قد تأثر بكتلة باردة، أما جنوبه فتأثر بالهواء المداري الساخن مما أدى إلى تكوين جبهة بين كتلتين مختلفتي الخصائص، أما مركز هذا الضغط المنخفض يتواجد شرق شبه الجزيرة الإيبيرية ويتجه تدريجيا نحو الشرق (خريطة رقم 28).



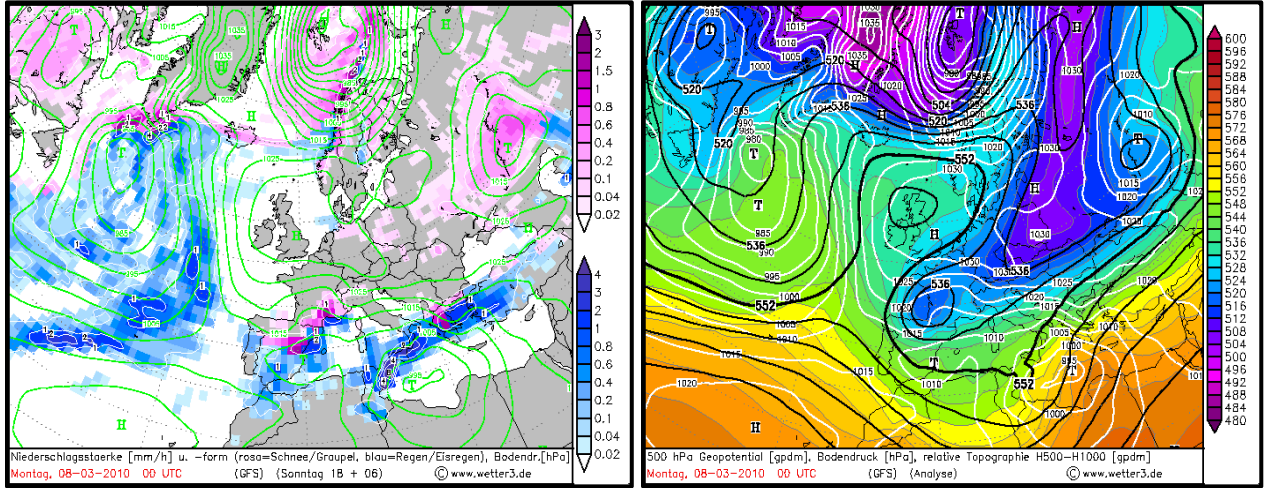
خريطة رقم 28: الأنظمة السحابية وحالة الضغط عند مستوى 1015 هيكتوبسكال ليوم 2010-01-14

خريطة رقم 27: حالة الضغط عند مستوى 500 هيكتوبسكال ليوم 2010-01-14

خلال هذا اليوم تم تسجيل 22 ملم بمحطة باب مرزوقة، 27,2 بمحطة تازة، 35,1 بمحطة باب الشهب، 63,4 ملم بإبن هيثم.

2.4.5.2.1 الحالة الجوية ليوم 2010-03-8

في هذه الحالة يلاحظ بالأجواء العليا وجود تدفقات، تطورت على شكل وادي جوي. ذات اتجاه شمالي شرقي جنوبي غربي مصدرها القطب الشمالي، تسربت من جزر البليار والمغرب في هذه الحالة يوجد في الجهة الشرقية للوادي الجوي، وبالتالي عرف بأجوائه العليا تباعد هوائيا وبالسطح التقارب، مما أدى إلى صعود الهواء من السطح في اتجاه الأجواء العليا، وبالتالي تكون حالة جوية غير مستقرة، ويلاحظ أن هذا الاضطراب غير قوي لأن الضغط المنخفض سجل 1010 هيكتوبسكال في مركز ضغطه (خريطة رقم 29).



خريطة رقم 30: الأنظمة السحابية وحالة الضغط عند

مستوى 1015 هكتوبسكال ليوم 08-03-2010

خريطة رقم 29: حالة الضغط عند مستوى

500 هكتوبسكال ليوم 08-03-2010

أما بالسطح يلاحظ تركز الضغط المرتفع الأماصوري الذي يمتد على شكل ذروة متطورة نحو الشمال (خريطة رقم 30). كما أن المغرب تأثر بكتل هوائية مدارية ساخنة. في حين أن قيم الضغط العلوية تتموقع شمال إفريقيا وشمال غرب إنجلترا وبالمحيط الأطلسي، هذه الحالة المناخية نتج عنها تساقطات مطرية بلغت 55,5 ملم بمحطة تازة، 69 ملم باب الشهبوب، 33 ملم بمحطة تايناست، 89 ملم بمحطة باب بودير.

خاتمة الفصل الأول

انطلاقاً من هذا الفصل يمكن أن نخلص إلى النتائج التالية:

- تردد الجفاف المناخي بشكل كبير منذ ثمانينيات القرن الماضي، وهو ما يؤكد فرضية التراجع المطري الذي قمنا بتحديدده في القسم الثاني، وعموماً يمكن تقسيم الفترة المدروسة إلى ثلاث فترات: الأولى رطبة وهي الممتدة من سنة 1970-71 إلى سنة 1978-79، والثانية جافة امتدت من سنة 1979-80 إلى سنة 2006-07، والثالثة رطبة من سنة 2007-08 إلى سنة 2011-12.
- يلاحظ ارتفاع قيم الشح القصوى اليومية من العالية في اتجاه السافلة بواد إيناون وذلك راجع لأهمية خزانات المياه التي تدعم الجريان خاصة التي توجد في الضفة الجنوبية لواد إيناون، كما يلاحظ أيضاً تزايد حدة الشح منذ سنة 1979-80 وذلك بفعل تفاقم العجز المطري الذي تم تسجيله انطلاقاً من هذه السنة.
- وعلى الرغم من الارتباط الوثيق بين الجفاف الهيدرولوجي والجفاف المناخي، إلا أن العلاقة بينهما ليست دائماً مباشرة؛ ففي بعض الأحيان، يكون هناك عجز مهم في كمية الأمطار ولكن دون أن يؤثر ذلك على صبيب الجريان السطحي. وتفسر هذه الحالة بوجود مخدرات مائية باطنية (تحتفظ بها الصخور الكارستية بمنطقة الأطلس المتوسط) مهمة غير متأثرة بالجفاف المناخي، حيث صبيب الأودية يظل في مستواه العادي.

- على النقيض من ذلك، قد يحدث في بعض السنوات أن تكون كمية التساقطات في حالة عادية دون تسجيل أي خصائص مطري، فيكون متوسط صبيب الجريان السطحي عاديا. ولكن جزءا من هذه التساقطات لا يتمكن من التسرب إلى الأعماق لتزويد الفرشات الباطنية. وترتبط هذه الوضعية بطبيعة التساقطات، التي ربما كانت على شكل زخات عنيفة، ومركزة في الزمن. كما ترتبط بنوع التكوين المور فوجيولوجي والصخاري للطبقات السطحية والتي لا تسمح بنفاذ مياه التساقطات إلى الباطن، بفعل ضعف نسبة النفاذية فيها. فالتهاطلات العنيفة والمركزة، سرعان ما تؤدي إلى تشبع المسكات الترابية أو الطبقات العلوية من الصخور، التي تنتفخ وتحول بذلك دون نفاذ الماء إلى الباطن، حيث يتحول الفائض المطري إلى جريان سطحي. هذه الحالة نجدها بمقدمة الريف حيث انتشار التربة الصلصالية.
- كما نخلص من خلال الدراسة، التي همت تحديد واستخراج، أهم الامتطاحات المسجلة عبر الفترة المدروسة بحوض إيناون، إلى استنتاج مفاده أن الامتطاحات التي عرفها مجال الدراسة تميزت بالتعدد. إذ أوضحت النتائج أن قيم الصبيب اللحظي تكون جد مهمة في بعض الأحيان، ونتائجها يمكن أن تتسبب في حدوث فيضانات كبيرة بالحوض، حيث وصل أقصى صبيب الذروة في الفترة المدروسة إلى 1460 م³/ث.
- تبين أن مجال الدراسة يعرف نشاط ظاهرة الامتطاحات الفيضانية باستمرار، ويعتبر امتطاح سنة 09-2010 حالة الاستثنائية، والأكثر قوة في الفترة المدروسة.
- إن أهم ما مكن إستخلاصه من هذه الدراسة، هو أن نشاط ظاهرة الامتطاحات الفيضانية، يبقى رهين في الدرجة الأولى بالتساقطات الاستثنائية وبقوة الصبيب اللحظي. وبالتالي يمكننا القول إن هذه الامتطاحات هي المسؤولة الرئيسة عن الفيضانات التي يعرفها حوض إيناون.

الفصل الثاني:

الظواهر المناخية القصوى وعلاقتها بآليات الدورة الهوائية

مقدمة

تم التطرق في القسم الأول للعوامل المتحكمة في مناخ المغرب وحوض إيناون، والتي انقسمت إلى عوامل مرتبطة بالموقع العرضي، مراكز الضغوط الجوية إلخ وأخرى جغرافية تتعلق بالارتفاع، توجيه السفوح، القارية إلخ، وفي القسم الثاني شخصنا التغيرات الهيدرولوجية التي عرفها مجال الدراسة في الفترة المدروسة وكانت أهم نتيجة، وجود انخفاض في قيم التساقطات المطرية والصبيب منذ نهاية السبعينيات، ومن جهة أخرى كان هناك ارتفاع قيم القصوى الاستثنائية لهذين العنصرين منذ سنة 1996 الشيء الذي أدى إلى حدوث فيضانات كارثية بمجال الدراسة. إذ كان ذلك بسبب تردد السنوات الجافة بشكل كبير من جهة، وبسبب تعاقب سنوات شديدة الرطوبة من جهة أخرى. وبناء على ذلك سنخصص هذا الفصل لتفسير، ما تم تداوله من تغيرية وظواهر مناخية قصوى. من خلال دراسة خصائص الدورة الهوائية وتواتر أصناف الطقس خلال السنوات الجافة والرطبة، والهدف من ذلك القيام بدراسة تفصيلية لتواتر أصناف الطقس المستقرة المضطربة، وسيتم التركيز في ذلك على تفسير أسباب حدوث الجفاف وكذا السنوات الشديدة الرطوبة، اعتماداً على إجراء تحليل مفصل لآليات الطقس المسببة لذلك. وفي مرحلة ثانية سندرس العلاقة الموجودة بين الظواهر المناخية القصوى (الجفاف والتساقطات المتطرفة)، والذبذبات التي تحدث في ميكانيزمات الدورة الهوائية العامة، إذ سنوضح درجة الارتباط بين هذه الظواهر وذبذبة المحيط الأطلسي الشمالي من جهة أولى وتأرجح غرب البحر الأبيض المتوسط من جهة ثانية.

1.2. ترتبط حالات الجفاف المناخي بالحوض بتردد واستفحال الطقوس الجوية المستقرة

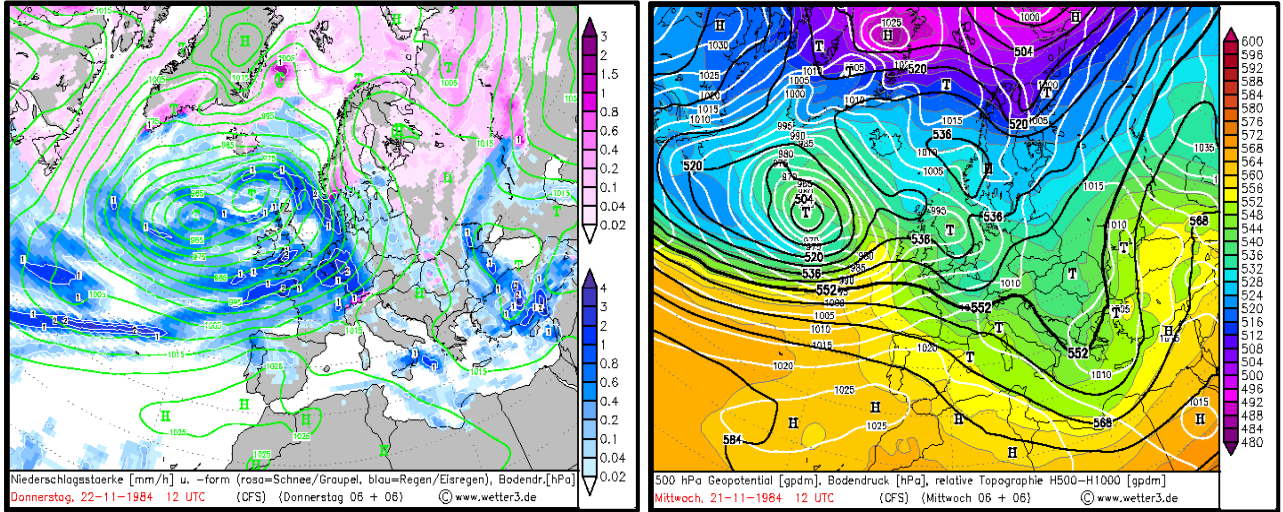
يخضع المغرب بفعل تواجده في العروض شبه المدارية، لتأثير خليتين أساسيتين ودائمتين للضغط المرتفع، هما المرتفع الآصوري، على السطح، والمرتفع الصحراوي الذي يعلوه عرف ساخن. كما يتأثر ببعض الخلايا ضد الإعصارية الثانوية، والتي تلتحم مع الخليتين المذكورتين آنفاً. عموماً ترتبط ظروف الاستقرار الجوي بحركة النزول المستمر للهواء على السطح، فتتكون المرتفعات الجوية الديناميكية خاصة في العروض شبه المدارية، ما بين 30 و40° شمالاً وجنوباً، حيث ينشأ حزام للضغوط المرتفعة الدائمة. وتعلو هذه الخلايا ضد الإعصارية باستمرار، في الأجواء العليا، مرتفعات جوية فينتج عن ذلك طقس صحو وجاف.

1.1.2. أصناف الطقوس المستقرة فوق الحوض

تنقسم أصناف الطقوس المستقرة إلى ثلاث أنواع، وهي: الذروة ضد الإعصارية النطاقية، ونظام الشرقي، ثم الطقس المستقر الشمالي الشرقي (باحو، 2002; Cazale . H, 1954; Delannoy H, 1970). إذ تتميز بالهدوء والاستقرار الجوي مع سيادة جو صحو وجاف، وانعدام الاضطرابات الجوية، فسيادة الضغوط المرتفعة، يؤدي إلى الحيلولة دون صعود الهواء وتكاثف بخار الماء. لذا، غالباً ما تتميز هذه الأصناف الطقسية بالجفاف.

1.1.1.2. الطقس ضد الإعصاري النطاقي

عندما تنشأ دورة هوائية نطاقية من الغرب في اتجاه الشرق يحدث هذا الطقس، وذلك فوق أجواء المغرب، حيث يتضح من خلال الخريطة رقم 31 أن خلية المرتفع الآصوري (خطوط تساوي الضغط عند السطح باللون الأبيض)، تتخذ امتدادا عرضيا، وذلك بتمركزها فوق المحيط الأطلسي المجاور للمغرب، ويمتد هذا الضغط المرتفع نحو البلاد، بواسطة ضهرة ضغطية وبلغ الضغط عند حوض إيناون 1025 هيكوبسكال، فيكون مسار الاضطرابات الجبهة القطبية متمركزة حول أوروبا.



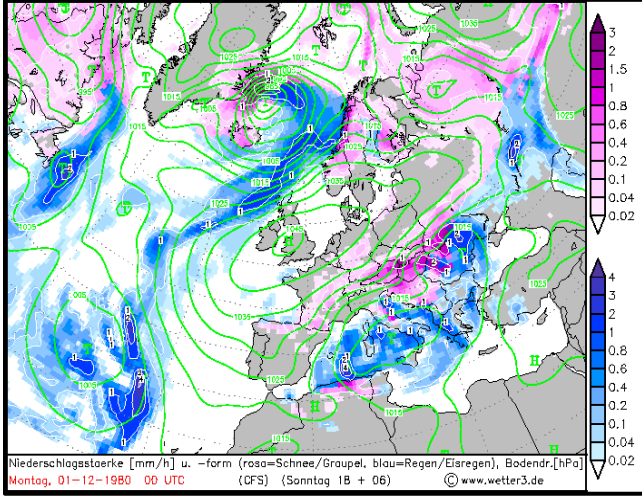
خريطة رقم 32: الأنظمة السحابية وحالة الضغط عند مستوى 1015 هيكوبسكال ليوم 1984-11-22

خريطة رقم 31: حالة الضغط عند مستوى 500 هيكوبسكال ليوم 21-11-1984

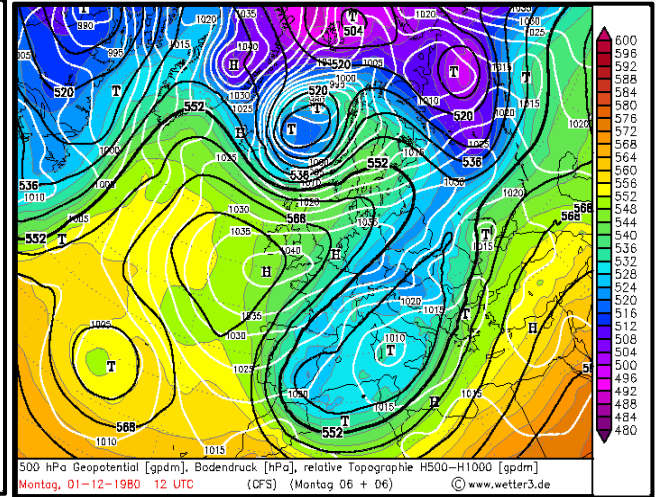
يمكن لهذا النوع من الطقس أن يتكون في فصلي الشتاء والصيف، وعند نشوئه تتسم الحالة الجوية بالمغرب بالاستقرار حيث يخضع النصف الشمالي للمغرب، لتيار هوائي شمالي أو شمالي غربي وهي كتل هوائية مصدرها المحيط الأطلسي، وبذلك يكون الجو رطبا والسماة خالية من الغيوم (خريطة رقم 32)، حيث بلغ متوسط الحرارة خلال هذا اليوم 13,8 °C بمدينة تازة، ويطلق على هذا النوع من الطقس الطقس ضد الإعصاري النطاقي البحري. وهناك أيضا الطقس ضد الإعصاري النطاقي القاري، ويظهر من خلال تمركز محور المرتفع الآصوري فوق شمال غرب إفريقيا والبحر المتوسط وشبه الجزيرة الإيبيرية، مولدا تيارا هوائيا شرقيا، أو شماليا شرقيا.

2.1.1.2. الطقس المستقر القاري الشمالي الشرقي

يظهر هذا الطقس بالمغرب عندما يتخذ المرتفع الآصوري شكلا طوليا (خريطة رقم 33)، وذلك من الشمال الشرقي إلى الجنوب الغربي، متسببا في إنسياب عبر الواجهة الشرقية والجنوبية الشرقية لهذه الخلية تيار هوائي قاري من أصل قطبي بعد إلتهامه مع المرتفع الجوي الحراري فوق القارة الأوروبية مما يؤدي إلى تشكل خلية ضد إعصارية قوية فوق مساحة جغرافية شاسعة، حيث يصل جافا وباردا إلى المغرب خاصة خلال فصل الشتاء، كما ينتج عن هذا الطقس خلو السماء من الغيوم خريطة رقم 34.



خريطة رقم 34: الأنظمة السحابية وحالة الضغط عند
مستوى 1015 هكتوبسكال ليوم 01-12-1980

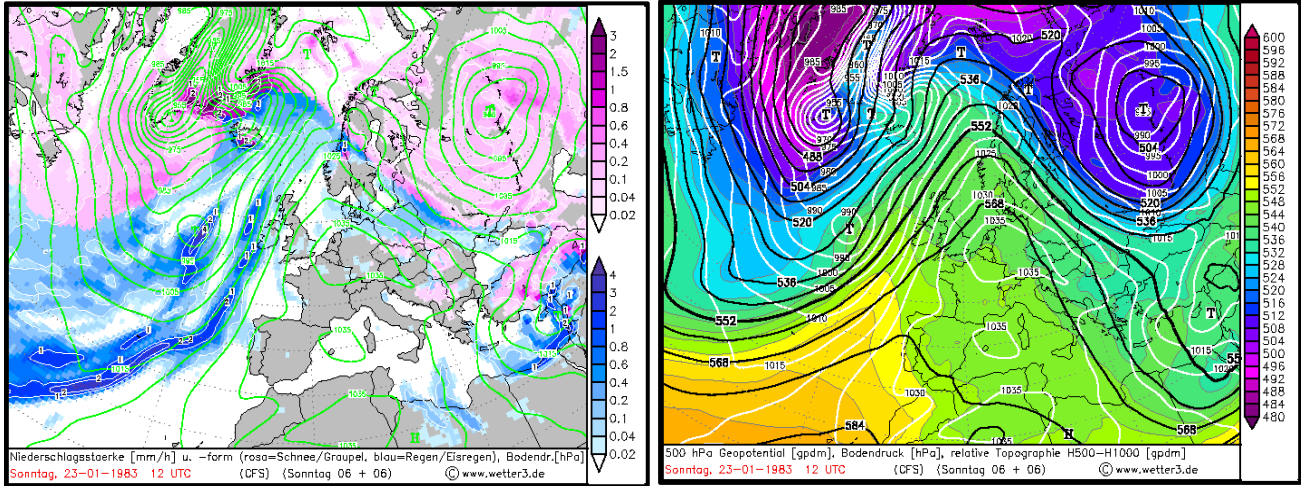


خريطة رقم 33: حالة الضغط عند مستوى 500
هكتوبسكال ليوم 01-12-1980

وعلى السطح (الخريطة رقم 34)، تتميز الحالة الجوية بتكون خلية ضد إعصارية قوية (1045 هكتوبسكال) وشاسعة، وتغطي أوروبا الغربية والشمالية الغربية، وشمال إفريقيا حيث بلغ الضغط الجوي عند مجال دراستنا 1015 هكتوبسكال. هذه الخلية تصدر نحو النصف الشمالي من البلاد تيارا شماليا شرقيا، قاريا جافا حيث وصلت الحرارة الدنيا بتأزة 3 °C ، بينما القصوى لم تتعدى 10,1 °C ، بينما يخضع النصف الجنوبي لتيار شرقي قاري وجاف.

3.1.1.2. نظام الطقس المستقر القاري الشرقي أو الجنوبي الشرقي (الشرقي)

عندما تنشأ قمة ضغطية ضد إعصارية في الأجواء العليا، فوق المغرب والجزائر والبحر الأبيض المتوسط الغربي يحدث هذا الصنف الطبقي، ويكون لهذه القمة الضغطية امتداد طولي (خريطة رقم 35)، من أوروبا الغربية إلى بلدان المغرب العربي. أما الوضعية على السطح فتتسم بوجود المغرب في الهامش الجنوبي لخلية ضد إعصارية قوية وشاسعة، بحيث أنها تضم المرتفعين الجويين الأصوري والأوروبي، إذا كان محور هذه الخلية يقع شمال البلاد، فإن المغرب يخضع آنذاك لتيار هوائي قاري جاف آت من الشرق (الهضاب العليا الجزائرية)، أو من الجنوب الشرقي أي من الصحراء الكبرى.



خريطة رقم 36: الأنظمة السحابية وحالة الضغط عند

مستوى 1015 هيكتوبسكال ليوم 23-1-1983

خريطة رقم 35: حالة الضغط عند مستوى 500

هكتوبسكال ليوم 23-1-1983

وتتباين خصائص هذا الصنف الطبقي حسب الفصول، ومصدر التيار الهوائي، ثم حسب شكل انتظام الحقول الضغطية فوق البلاد. فخلال فصل الشتاء (الخريطة رقم 36)، عندما يستقر محور المرتفع الجوي شمال بلدان المغرب العربي، إذ بلغ الضغط الجوي عند حوض ايناون 1035 هيكتوبسكال، فإن هذا المرتفع يقوم، في أطرافه الجنوبية، بتوجيه تيار قاري شرقي على شكل كتل هوائية ملطفة وجافة، حيث سجلت الحرارة الدنيا بتأزة 4 °C بينما العليا بلغت 17,3 °C. وفي هذه الحالة يخضع المغرب لطقس مستقر بارد جدا وجاف. وتكون السماء صافية، مع حدوث تفاوتات حرارية يومية قوية.

بعد التطرق لأصناف الطقس المستقرة التي تهم مجال دراستنا والتعرف على خصائصها، سنقف على نموذجين منها بشكل مفصل من خلال دراستها إحصائيا في العنوان الموالي.

2.1.2. بعض حالات الجفاف وعلاقتها بميكانيزمات الدورة الهوائية

ينتج الجفاف المناخي الذي هو عبارة عن فترة طويلة الأمد، تتسم بانحباس أو قلة التساقطات المطرية، وذلك بفعل التردد المستمر للطقوس المستقرة الجافة، خلال مدة طويلة، وينتج أيضا غياب أو ندرة الطقوس المضطربة والممطرة، وضعف فعاليتها. ولتفسير هذه الظاهرة، توجب القيام بتتبع تطور حركات الدورة الهوائية، وكذا تحليل أصناف الطقس المصاحبة لها. حيث مكن ذلك من فهم الميكانيزمات الجوية المسببة لها.

1.2.1.2. دراسة حالة سنة 83-2982

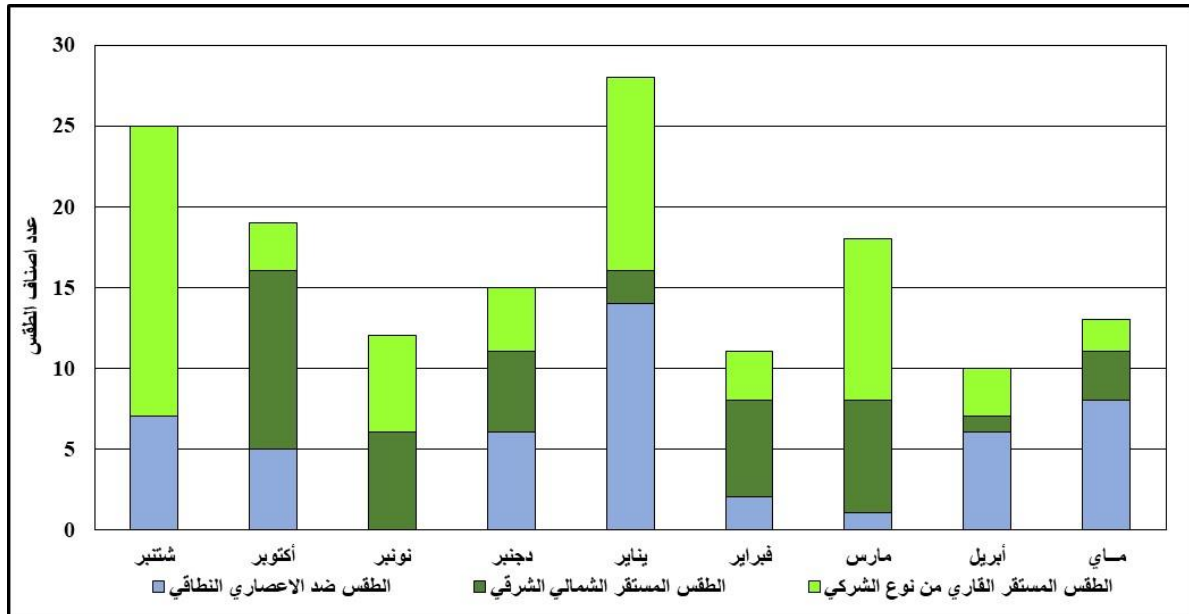
إن السبب وراء اختيار سنة 1983-82 كنموذج لدراسة آليات الحالات الجوية المسببة للجفاف، يرجع إلى كون أن هذه السنة شهدت جفاف حادا، حيث تراجعت كميات الأمطار المسجلة خلال هذه السنة، بجميع المحطات الرصدية إلى ما يقارب النصف، كما كان هذا الجفاف ممتد زمنيا، حيث شمل الفصول الثلاثة الخريف والشتاء والربيع.

1.1.2.1.2. تميزت سنة 1983-82 بسيادة أنماط طقسية ضد إعصارية مستقرة وجافة مما أدى إلى

حدوث جفاف إستثنائي بحوض إيناون

تميزت هذه السنة بتردد الطقوس المستقرة والجافة، حيث بلغ عدد أيامها 151 يوما، وذلك بنسبة 55% من العدد الإجمالي لأيام الفترة المدروسة، التي تمتد من 1 شتنبر 1982 إلى 31 ماي 1983، إذ يلاحظ أن هذا العدد ظل مرتفعا، مقارنة مع الحالات العادية، حيث يتوزع بشكل متفاوت حسب أصناف الطقس المستقرة وحسب الشهور والفصول (شكل رقم 68).

شكل رقم 68: توزيع تردد الطقوس المستقرة والجافة حسب الشهور وذلك خلال سنة 1983-82



المصدر: إنجاز شخصي اعتمادا على خرائط أصناف الطقس، 2020.

خلال هذه السنة كانت الطقوس ضد الإعصارية القارية، ذات التيارات الهوائية الجنوبية الشرقية، الحارة والجافة، هي الغالبة حيث بلغ عدد أيام تردداتها 61 يوما، وهي بذلك تمثل 40.1% من إجمالي الطقوس ضد الأعصارية الجافة. وبالتالي كان ترددها قويا بشهر شتنبر وذلك بـ 18 يوما متتابة بينما تسجل سوى 3 حالات فقط من هذا الصنف الطقس في أكتوبر، و6 حالات في نونبر.

وخلال فصل الشتاء تردد هذا الطقس خلال 20 يوما، موزعة بشكل غير متساو حسب الشهور؛ فشهر دجنبر سجل 5 حالات وشهد فبراير 3 حالات فقط، بينما عرف شهر يناير أكبر عدد بـ 12 حالة، وبالتالي كان تردد هذا الصنف الطقس أحد الأسباب في حدوث موجة الجفاف العنيف التي تعرض لها شهر يناير 1983 والذي اعتبر أجف الشهور في سنة 1983-82. وفي فصل الربيع سجلت أغلب حالاته في مارس 1983 بـ 10 حالات، ولم يسجل شهر ماي 1983 سوى حالتين فقط من طقس الشرقي.

ثم بعد ذلك احتلت الطقوس ضد الإعصارية النطاكية، المرتبة الثانية من حيث عدد الأيام (الشكل رقم 68) كما ترددت خلال 49 يوما، واحتلت بذلك نسبة 32.5% من إجمالي الطقوس الجافة. هذا التردد

كان بشكل كبير خلال فصل الشتاء، وذلك بـ 23 حالة أغلبها خلال شهر يناير بـ 14 حالة، وهو ما يفسر تفاقم العجز المطري في هذا الشهر، كما ترددت هذه الطقوس في فصل الربيع خلال 15 يوما، وذلك على الشكل التالي، حالة واحدة فقط في شهر مارس، و6 في أبريل، و8 في شهر ماي. أما فصل الخريف فلم يتردد فيه هذا الصنف الطقسي سوى في 12 يوما، موزعة بين شهر شتنبر بـ 7 حالات، وشهر أكتوبر بـ 5 حالات.

أما الطقوس المستقرة الشمالية الشرقية، المرتبطة بهبوب رياح قطبية جافة وباردة، فقد بلغ ترددها خلال هذه السنة 41 يوما، وسجل خلال فصل الخريف أكبر نسبة تردد بـ 18 حالة، منه 11 حالة في أكتوبر و6 حالات في نونبر، يليه بعد ذلك فصل الشتاء بـ 13 حالة، موزعة بين دجنبر بـ 6 حالات، ويناير بحالتين فقط، ثم فبراير بـ 5 حالات. وسجل فصل الربيع أخفض عدد من الأيام ذات الطقوس ضد الإعصارية الشمالية الشرقية بـ 11 يوما، 7 حالات منها سجلت في مارس، وواحدة فقط في أبريل، و3 حالات في شهر ماي.

ارتبط الجفاف الاستثنائي 1983-82 بالتردد الكبير للطقوس المستقرة الجافة، والاستقرار المطول للمرتفعات الجوية فوق الأجواء المغربية، بالإضافة إلى ضعف فعالية المطرية للطقوس المضطربة.

2.1.2.1.2. ساهم كل من الطقوس المضطربة وضعف حصصها المطرية في تفاقم حالة الجفاف خلال

سنة 1983-82

في الفترة ما بين فاتح شتنبر 1982 إلى 31 ماي 1983، بلغ عدد الطقوس المضطربة حوالي 121 حالة، واحتلت بذلك نسبة 45% من مجموع أصناف الطقس خلال نفس المدة، حيث يلاحظ من خلال (الجدول رقم 49 و50) أن الحالات المضطربة بين السنتين، تتباين حسب أصناف الطقس وحسب فعاليتها المطرية. تعتبر الاضطرابات الشمالية الغربية من بين الاضطرابات التي سجلت أكبر عدد من الترددات بـ 31 حالة، رغم هذا التردد الكبير فإن فعاليتها المطرية كانت ضعيفة وذلك بالمقارنة بالأوضاع العادية، حيث لم تتجاوز التساقطات الناتجة عنها: 65.7 ملم بتازة، 55 ملم بباب مرزقة، 58 ملم بالكوشات، 63 بإدريس الأول و57 ملم بتايناست، تليها الاضطرابات الشمالية، حيث بلغت نسبة ترددها 29 يوما وحصيلتها المطرية لم ترق إلى مستوى الحالات العادية، حيث تراوحت ما بين 14 ملم بباب مرزوقة و4 ملم بإدريس الأول، بفعل ضعف فعاليتها المطرية، وفي المرتبة الثالثة نجد الاضطرابات الجنوبية الغربية وذلك بنسبة 25 %، موزعة بشكل متباين على الشهور المدروسة. ويلاحظ أيضا أن مساهمتها المطرية ضعيفة أيضا بحيث لم تتجاوز 43 ملم بمحطة باب مزوقة.

جدول رقم 49: توزيع عدد ترددات الطقوس ضد إعصارية المستقرة والجافة حسب الشهور خلال سنة 1982-83

أصناف الطقس المضطرب	شتنبر	أكتوبر	نونبر	دجنبر	يناير	فبراير	مارس	أبريل	ماي
المؤخرات الجنوبية للجهات الباردة	0	0	0	3	0	0	0	0	4
الاضطرابات الشمالية الغربية	3	5	6	4	0	0	0	12	3
الاضطرابات الشمالية	0	4	3	4	0	7	4	5	2
الاضطرابات الشمالية الشرقية	0	0	4	5	0	4	1	0	0
الاضطرابات الجنوبية الغربية	2	3	0	0	0	6	6	3	5
الطقوس الرعدية	5	0	0	0	0	0	3	6	4
المجموع	10	12	13	16	0	17	11	20	18

المصدر: إنجاز شخصي اعتمادا على خرائط أصناف الطقس، 2020.

والملاحظ أن الاضطرابات الشمالية الشرقية، رغم نسبة ترددها الضعيفة التي لم تتجاوز 14 % موزعة خاصة على شهر نونبر، دجنبر، فبراير ومارس، إلا أنها تأتي في المرتبة الأولى من حيث فعاليتها المطرية خلال سنة 1982-83، حيث تراوحت التساقطات ما بين 194 ملم بتازة و226 ملم بتايناست. في حين سجل تردد ضعيف للاضطرابات من نوع الهوامش الجنوبية للجهات الباردة 7 % والطقوس الرعدية 4 % وأخير الموريطانية 11 % هذا مع ضعف وانعدام فعاليتها المطرية.

جدول رقم 50: المقادير المطرية الناتجة عن أصناف الطقس المضطربة خلال سنة 1982-83

أصناف الطقس المضطرب	تازة	باب مرزوقة	الكوشات	إدريس الأول	تايناست
الاضطرابات الغربية السريعة والنطاقية	0	0	0	0	0
المؤخرات الجنوبية للجهات الباردة	2.8	6	1	1	7
الاضطرابات الشمالية الغربية	65.7	55	58	63	57
الاضطرابات الشمالية	6	12	6	4	2
الاضطرابات الشمالية الشرقية	194.8	180,3	148	157	226
الاضطرابات الجنوبية الغربية	40,6	43	15,3	18,1	20,2
الطقوس الرعدية	28.6	25	35	29	13

المصدر: إنجاز شخصي اعتمادا على خرائط أصناف الطقس، 2020.

وفي الأخير يعتبر الغياب الكلي للإضطرابات الغربية السريعة والنطاقية، أحد العوامل الرئيسية المساهمة في تزايد حدة الجفاف في سنة 82-1983. فهذا النوع من الاضطرابات الممطرة، والذي يشكل أحد المصادر المهمة للتساقطات بحوض إيناون لم يتردد إطلاقا خلال هذه السنة.

2.2.1.2. دراسة حالة سنة 2006-07

خلال سنة 2006-07 شهد حوض إيناون خصاصا مطريا كبيرا، هذا ما جعل هذه السنة تنضاف إلى السنوات الجافة التي ترددت على حوض إيناون، ومن المؤشرات الإحصائية الدالة على جفاف هذه السنة، والتي تطرقنا إليها في بداية هذا القسم، المتعلقة بمؤشر التساقطات الموحد ومؤشر حدة الجفاف،

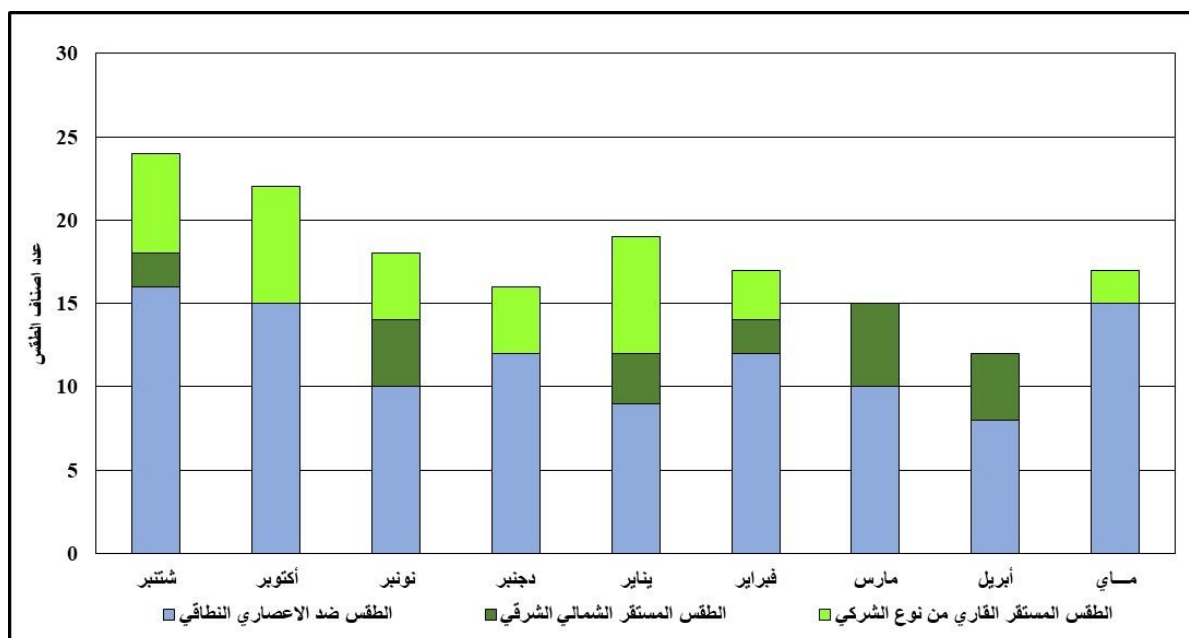
حيث أخذ هذا الحدث صبغة جفاف حاد، وتراجعت كمية التساقطات المطرية بحوض إيناون بنسب تراوحت ما بين 25 و 45%. هذا بالإضافة إلى الامتداد الزمني حيث شمل الفصول الثلاثة الخريف، الشتاء، الربيع، كما اختلفت حدته من فصل إلى آخر.

1.2.2.1.2. ارتباط جفاف 07-2006 بسيادة طقس من نوع ضد إعصاري نطاقي

على غرار حالة الجفاف السابقة، يلاحظ أن نفس العوامل الجوية هي التي كانت وراء حدوث موجة جفاف لسنة 07-2006، حيث تظهر الدراسة الإحصائية لأصناف الطقس، أن مصدر هذا الجفاف هو التردد الكبير للطقس ضد الإعصارية، المستقرة والجافة، التي احتلت 58,6% من مجموع الطقس التي تواترت على حوض إيناون من فاتح شتنبر 2006 إلى 3 ماي 2007، في حين أن الطقس المضطربة ترددت فقط بنسبة 41,3%.

كما اتسمت سنة 06-2007 بتردد الطقس المستقرة الجافة (شكل رقم 69)، وذلك بهيمنة واضحة للطقس ضد إعصاري النطاقي وذلك بـ 107 يوما من مجموع الطقس الجافة، وإذا كان من المؤلف تردد هذا الصنف الطقسي بعدد أكبر خلال أشهر الخريف، وخاصة في شتنبر، فإن الظاهرة الملفتة للنظر هو ارتفاع تردد هذا الصنف الطقسي، في جميع الفصول المدروسة لهذه السنة ولقد سجل أكبر عدد حالات هذا الطقس، في شهري دجنبر وفبراير 12 يوما وفي شهر ماي 15 يوما.

شكل رقم 69: توزيع عدد ترددات الطقس ضد إعصارية المستقرة والجافة حسب الشهور خلال سنة 07-2006



المصدر: إنجاز شخصي اعتمادا على خرائط أصناف الطقس، 2020.

واحتلت الطقس المستقرة القارية من نوع الشرقي المرتبة الثانية، إذ بلغ عدد تردها 33 يوما في جل هذه الطقس حيث ترددت خلال أشهر شتنبر 6 أيام، أكتوبر 7 أيام، نونبر ودجنبر 4 أيام، ويناير 7

أيام في حين قل هذا التردد في الشهور المتبقية. وخلافا لما وقع في سنة 1982-83 تقلص تردد الطقوس الجافة ذات المصدر الهوائي الشمالي الشرقي في سنة 2006-07 إلى 20 يوما وبذلك احتلت المرتبة الأخيرة، وكان توزيعها متباينا حسب الشهور حيث بلغ أقصى تردها خلال شهر مارس بـ 5 أيام.

يتبين أيضا من خلال هذه الدراسة الإحصائية، أن فصل الخريف هو الذي سجل أكبر عدد من الطقوس المستقرة الجافة المترددة في سنة 2006-07، فعددها بلغ 64 حالة، غالبيتها عبارة عن طقس ضد إعصاري نطاقي بـ 41 حالة، ثم بعد ذلك يأتي فصل الشتاء من حيث عدد الطقوس المستقرة الجافة بـ 52 حالة. معظمها عبارة عن طقوس ضد إعصارية نطاقية بـ 33 حالة، ثم طقوس مستقرة جافة من نوع الشرقي بـ 14 حالة، في حين تميز فصل الربيع بانخفاض في عدد هذه الطقوس حيث مثلت 44 حالة.

انطلاقا من تتبع تردد الطقوس المسؤولة عن حالات الجفاف لهذه السنة، يلاحظ أن التردد المرتفع لهذه الطقوس، خلال فصول الخريف والشتاء والربيع، كان سببا مباشرا في تفاقم العجز المطري وحصول موجة الجفاف خلال هذين الفصلين، هذا بالإضافة إلى قلة الطقوس المضطربة وضعف حصصها المطرية.

2.2.2.1.2. كان لقلة الطقوس المضطربة وضعف فعاليتها المطرية أثرا بالغ في تفاقم حالة الجفاف

لتكوين فكرة أكثر شمولية عن ظاهرة الجفاف خاصة خلال سنة 2006-07، كان لزاما الأخذ بعين الاعتبار عدد الطقوس المضطربة، وكذا فعاليتها المطرية بحوض إيناون، وقد سبقت الإشارة إلى أن الطقوس المضطربة المتواترة على منطقة الدراسة خلال هذه السنة مثلت 41,39 %، ويلاحظ من خلال تتبعها أن أصناف الطقوس تختلف من شهر إلى آخر (جدول رقم 51) وكذا حصصها المطرية (الجدول رقم 52).

جدول رقم 51: توزيع عدد ترددات الطقوس المضطربة حسب الشهور خلال سنة 2006-07

أصناف الطقس المضطرب	شتنبر	أكتوبر	نونبر	دجنبر	يناير	فبر اير	مارس	أبريل	ماي
الاضطرابات الغربية السريعة والنطاقية	0	0	4	4	0	2	0	0	0
المؤخرات الجنوبية للجهات الباردة	0	0	0	0	0	0	0	0	0
الاضطرابات الشمالية الغربية	4	8	5	4	4	3	9	5	5
الإضطرابات الشمالية	0	0	0	0	5	3	3	7	5
الاضطرابات الشمالية الشرقية	3	0	4	6	3	3	4	4	2
الاضطرابات الجنوبية الغربية	0	0	0	0	0	0	0	2	2
المجموع	7	8	13	14	12	11	16	18	14

المصدر: إنجاز شخصي اعتمادا على خرائط أصناف الطقس، 2020.

يلاحظ من خلال الجدول رقم 39 تراجع الاضطرابات الغربية السريعة والنطاقية، إلى 10 حالات مقارنة مع الحالات المعهودة أو مع سنة 1982-83، رغم قلة أمطارها إلا أنها شكلت المصدر الثاني للتساقطات المطرية، وقد إقتصرت تردها خلال شهري نونبر ودجنبر خلال 4 أيام، يومان خلال شهر

فبراير، وكانت هذه الاضطرابات مصدر للتساقطات المطرية بحوض إيناون حيث تراوحت ما بين 99 ملم بمحطة باب بودير، و69 ملم بتازة (جدول رقم 52).

جدول رقم 52: الفعالية المطرية للطقوس المضطربة بالمحطات المدروسة خلال سنة 2006-07

أصناف الطقس المضطرب	تازة	باب مرزوقة	باب الشهب	باب بودير	تايناست
الاضطرابات الغربية السريعة والنطاقية	68	60	65	99	63
المؤخرات الجنوبية للجهات الباردة	-	-	-	-	-
الاضطرابات الشمالية الغربية	96	75	77	101	85
الاضطرابات الشمالية	23	39	31	45	40
الاضطرابات الشمالية الشرقية	19	21	17	32	34
الاضطرابات الجنوبية الغربية	53	43	46	45	24

المصدر: إنجاز شخصي اعتمادا على خرائط أصناف الطقس، 2020.

احتلت الاضطرابات الشمالية الغربية المرتبة الأولى، بنسبة 41,5 % وذلك بعدد بلغ 47 يوما حيث تواترت على جميع الشهور المدروسة، وهو عدد كبير مقارنة عما كان عليه الحال في السنوات الجافة السابقة، فإن ذلك لم يواكبه ارتفاع في حصصها المطرية والتي ظلت ضعيفة حيث تراوحت ما بين 75 ملم بباب مرزوقة و101 ملم بباب بودير. وهذا يدل على أن معظم هذه الاضطرابات كانت عديمة الفعالية بحيث تميزت بالجفاف. وفي المرتبة الثانية نجد الاضطرابات الشمالية الشرقية التي مثلت ما مجموعه 29 حالة أي بنسبة 25,6 %، مترددة على امتداد الشهور المدروسة باستثناء شهر أكتوبر، وقد شكلت موردا ضعيفا للتساقطات المطرية حيث لم تتجاوز التساقطات 34 ملم بتايناست إذ احتلت به المرتبة الأخيرة نظرا لضعف فعاليتها المطرية. في حين ترددت الطقوس الشمالية على مجال الدراسة بنسبة 20,3 %، وذلك بـ 23 حالة محتلة المرتبة الثالثة، إقتصرت ترددها على فصلي الشتاء والربيع بلغ أقصاها خلال شهر أبريل بـ 7 حالات، ويلاحظ أن فاعليتها المطرية لم ترقى إلى المستوى المألوف إذ تراوحت ما بين 23 ملم بتازة و45 ملم بباب بودير.

رغم ترددها الضعيف الذي جعلها في المرتبة الأخيرة الذي ناهز 4 حالات، مشكلة نسبة 3,5 % من مجموع الطقوس نجد أن الاضطرابات الجنوبية الغربية، جاءت في المرتبة الثالثة من حيث حصصها المطرية، إذ انحصرت ما بين 53 ملم بتازة و24 ملم بتايناست وهي مقاييس ضعيفة بالمقارنة مع سنة 1982-83 ومع الحالة العادية. والملاحظ أيضا غياب الاضطرابات الناتجة عن الهوامش الجنوبية للجهات الباردة والطقوس الرعدية. يستنتج من خلال تتبع الطقوس المضطربة خلال سنة 2007-06 أن الحصص المطرية الناتجة عنها كانت دون المستوى المعهود، وذلك بسبب ضعف فعالية بعض أنواع الاضطرابات وغياب أخرى.

2.2. ينتج عن الطقوس الجوية المضطربة نشاط هيدرولوجي داخل الحوض

خلال الفترة المطيرة من السنة وتبعاً للحركة الظاهرية للشمس، تنتقل الضغوط المرتفعة شبه مدارية ومعها المرتفع الأصوري نحو الجنوب، وفي نفس الوقت ينزح التيار النفاث شبه المداري نحو الجنوب، فيصل

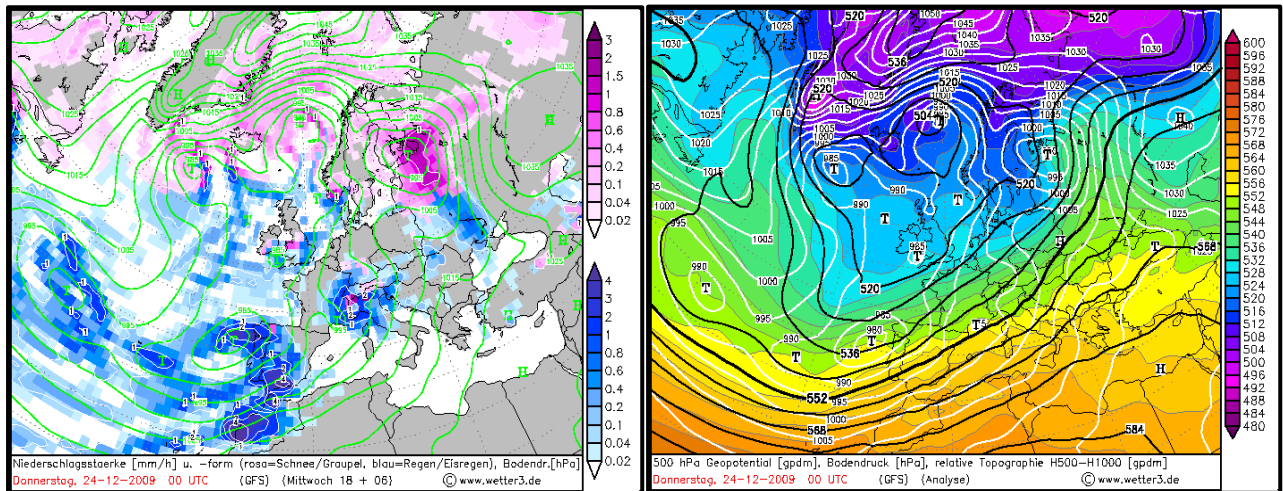
إلى خط عرض 30°، هذه الوضعية تسمح بدخول اضطرابات الجبهة القطبية إلى المغرب، خاصة عندما تقل سرعة التيار النفاث العلوي.

1.2.2 أصناف الطقوس المضطربة المسؤولة في حدوث الحالات الجوية الرطبة بالحوض

تتميز الطقوس المضطربة بعدم الاستقرار، كما تنتج عنها تساقطات مطرية أو ثلجية أو برد، التي غالبا ما تكون مقرونة بمنخفضات جوية، وتعاقب جبهات هوائية باردة ودافئة. تتعدد أصناف هذه الطقوس، بسبب تغير الآليات الجوية المسؤولة عن نشأته. ومن معايير تصنيفها نوع الدورة الهوائية، هل هي نطاقية سريعة أم طويلة، حسب سرعة التيار النفاث في الأجواء العليا المغربية، بالإضافة إلى ذلك شكل الامتداد الجغرافي للمرتفع الآصوري. كما يلعب مكان نشأة هذه الأصناف الطقسية ونوع المنخفضات الجوية المصاحبة لها دورا مهما، زد على ذلك طبيعة الميكانيزمات الجوية العلوية، المسؤولة عن تنشيطها ونوع وطبيعة الكتل الهوائية المصاحبة لهذه الطقوس المضطربة، والجبهات الجوية الناشئة عنها. وأخيرا المسار الجغرافي الذي سلكه الإضطراب الجوي أثناء ولوجه إلى أجواء البلاد (باحو، 2002).

1.1.2.2 الاضطرابات الغربية النطاقية السريعة

تظهر هذه الاضطرابات خلال فصل الشتاء، خاصة عند ارتفاع سرعة التيار النفاث شبه المداري، الذي يهب في الأجواء العليا، وعلى مستويات قريبة من السطح (خريطة رقم 37) تتكون دورة هوائية نطاقية وسريعة. فيجلب بذلك الاضطرابات الممطرة نحو البلاد من السواحل الأمريكية، ويحدث ذلك أثناء تزحزح المرتفع الآصوري نحو الجنوب (خريطة 38). فإن هذه الوضعية تسمح بمرور مجموعة من الاضطرابات النشيطة، المرتبطة بالجبهة القطبية، فيكون بذلك الجو شديد التقلب والتغير، وتردد كتل هوائية مختلفة في أجواء المغرب، من الغرب نحو الشرق. ويؤدي ذلك إلى حدوث عواصف وهطول تساقطات عنيفة على شكل زخات مطرية.



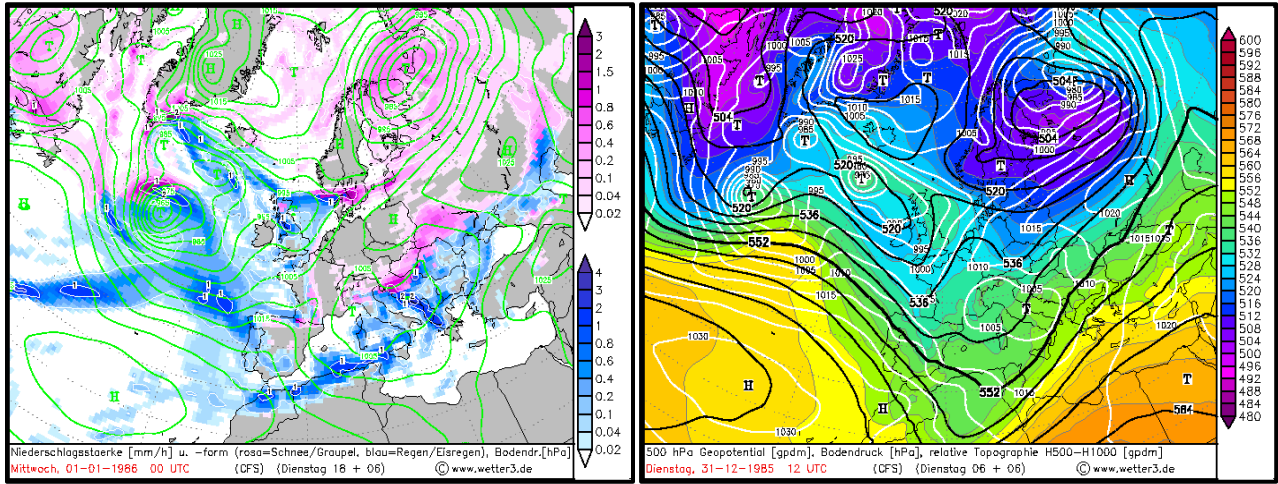
خريطة 38: الأنظمة السحابية وحالة الضغط عند مستوى 1015 هيكروبسكال ليوم 24-12-2009

خريطة 37: حالة الضغط عند مستوى 500 هيكروبسكال ليوم 24-12-2009

هذا الصنف الطبقي لا يمس سوى، المناطق الشمالية الغربية من البلاد ومن بينها مجال دراستنا، وبسبب مساره النطاقي فإنه يعطي تساقطات مهمة في السهول الأطلنتية (خريطة رقم 38)، وعلى السفوح الشمالية الغربية لجبال الأطلس والريف، حيث سجل خلال هذا اليوم 62 ملم بتازة، 96 ملم بباب بودير، 21 ملم بتاينسات، 13 ملم بتاهلة، واستمرت التساقطات المطرية إلى غاية 26 من هذا الشهر. بينما الحرارة الدنيا سجلت 9 °C والحرارة العليا 14,7 °C بمحطة تازة.

2.1.2.2. نظام المؤخرات الجنوبية للجيئات الباردة

يتشكل بنشوء حركة هوائية نطاقية سريعة في الأجواء العليا المغربية، وكذا حدوث تزحزح نسبي لمرتفع الأصوري، نحو وسط وجنوب البلاد (خريطة رقم 39)، ويصبح المغرب بذلك في الهامش الجنوبي لممر الاضطرابات الغربية السريعة، الموجود في أوروبا الغربية. لكن أجزاءها الجنوبية تتمكن من إختراق المناطق الشمالية والشمالية الغربية من البلاد، ومنها حوض إيناون (خريطة 40). بينما تظل المناطق الوسطى والجنوبية خاضعة للمرتفع الأصوري. ويسمى هذا الصنف الطبقي الناتج عن هذه الوضعية، بنظام الهوامش الجنوبية للجيئات الباردة أثناء نشوء هذا الصنف الطبقي، يخضع شمال المغرب لطقس مضطرب ومتقلب، ويتجلى ذلك في تعاقب فترات غيومة جدا، وفترات أخرى قصيرة ذات طقس صحو. وقد سجلت الحرارة الدنيا 7,5 °C والعليا 10,2 °C بمدينة تازة.



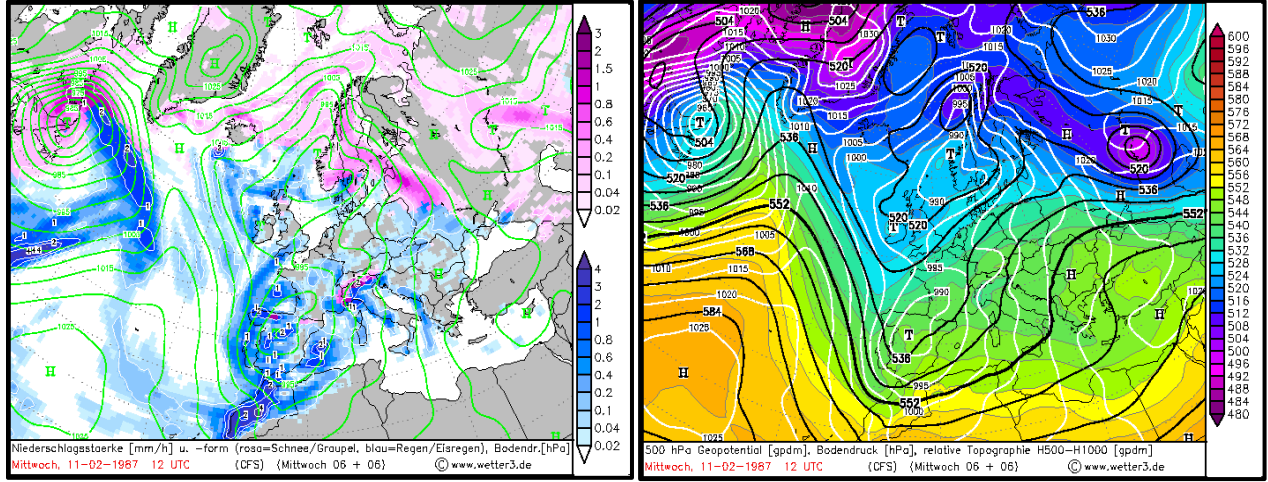
خريطة 40: الأنظمة السحابية وحالة الضغط عند مستوى 1015 هيكروبسكال ليوم 01-01-1985

خريطة 39: حالة الضغط عند مستوى 500 هيكروبسكال ليوم 31-12-1985

وتصاحبه أمطار متوسطة الكميات حيث سجل خلال هذين اليومين 13,1 ملم بباب مرزوقة، 4 ملم بتايناست، 15,6 ملم بتازة. وقد تتخذ أحيانا شكل زخات مركزة ومتقطعة زمنيا. ولا تهم هذه الأمطار سوى أقصى الشمال وشمال غرب البلاد، وتتلأشى تدريجيا نحو وسط وجنوب المغرب.

3.1.2.2. الطقس المضطرب الغربي والشمالي الغربي

في هذه الحالة وانطلاقاً من خريطة تساوي خطوط الضغط بالأجواء العليا (خريطة رقم 41)، يكون تركز الوادي الجوي فوق أوروبا الغربية، نتيجة تراجع سرعة التيار النفاث شبه مداري، والمغرب يوجد تحت هيمنة التيار الغربي. بينما على مستوى سطح الأرض (خريطة رقم 42) نلاحظ وجود منخفض جوي شاسع مركزه بحر الأبيض المتوسط ويغطي أوروبا والمغرب العربي.



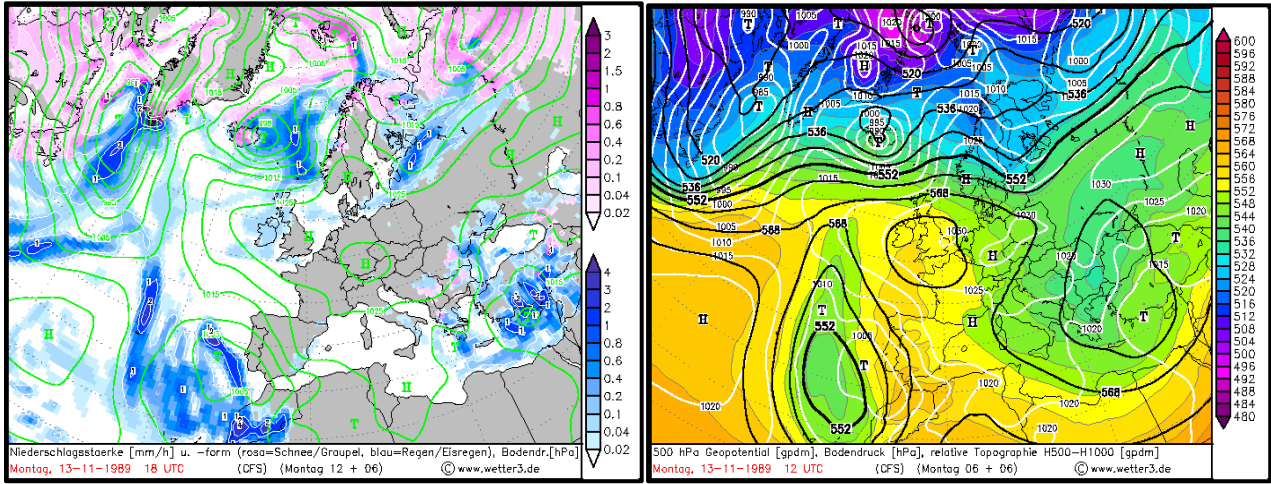
خريطة 42: الأنظمة السحابية وحالة الضغط عند مستوى 1015 هيكثوبسكال ليوم 11 - 02 - 1987

خريطة 41: حالة الضغط عند مستوى 500 هيكثوبسكال ليوم 11-02-1987

هذا الصنف الطقسي يعتبر من أكثر الطقوس المضطربة مطرا، إذ تنتج عنه أمطار غزيرة على شكل زخات التي بلغت، 25,1 ملم بتازة و14 ملم بباب مرزوقة و13,1 ملم بتايناست، وتواصل تسجيل التساقطات المطرية خلال الست أيام الموالية، لكون المنخفض الجوي، ينتقل ببطء وشمل الحوض بشكل كامل. والحرارة المسجلة بمدينة تازة خلال هذا اليوم لم تعرف تفاوتاً كبيراً (10,9 °C الحرارة الدنيا والعليا 11,1 °C).

4.1.2.2. الطقس المضطرب الغربية الجنوبية الغربية

انطلاقاً من خريطة تساوي الضغط بالأجواء العليا عند مستوى 500 هيكثوبسكال (خريطة رقم 43)، نلاحظ تقدم القطرة الباردة في اتجاه الجنوب التي درجة حرارتها 16- درجة تعبر المغرب، أما في السطح فالضغط المنخفض الذي يتمركز فوق ساحل قادم 1005 هيكثوبسكال، يرتبط بمنطقة للضغط المنخفض، الذي يوجد في الشمال الأطلسي، وفي اليوم الموالي (14 نونبر) أصبحت القطرة الباردة متمركزة فوق ساحل قادم، ودرجة حرارتها بلغت 20- °C، مصحوبة بتيارات هوائية كبيرة، في اتجاه الجنوب الشرقي الذي ساهم في تزويد هذا الاضطراب بالهواء البارد.



خريطة 44: الأنظمة السحابية وحالة الضغط عند
مستوى 1015 هكتوبسكال ليوم 1989-11-13

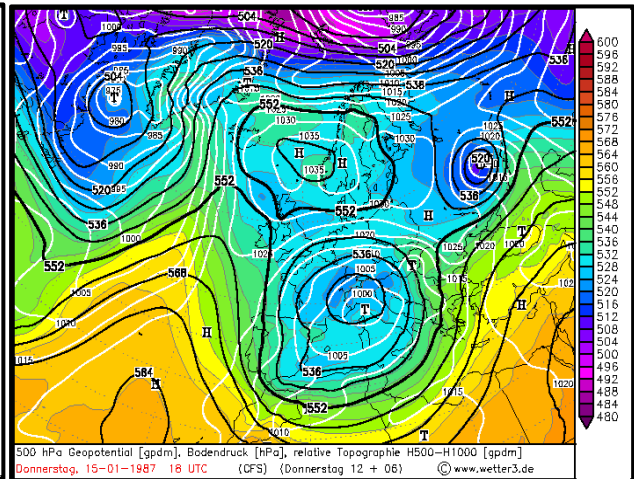
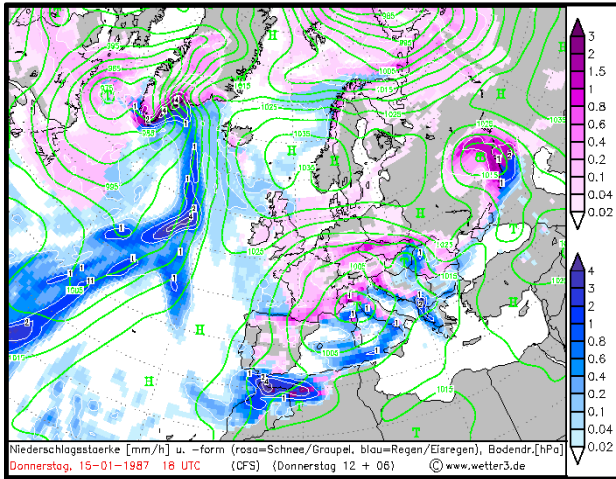
خريطة 43: حالة الضغط عند مستوى 500
هكتوبسكال ليوم 1989-11-13

أما وضعية الضغط على السطح (خريطة رقم 44) فتوضح وجود ضغط منخفض 1005 هكتوبسكال فوق الجزيرة الإيبيرية، الشي الذي سمح بمرور سلسلة من الجبهات على المغرب، وفي يوم 15 نونبر 1989 يلاحظ اختفاء المنخفض في الأجواء العليا، أما القطرة الباردة التي درجة حرارتها -20°C ، أصبحت مستقرة على شبه الجزيرة الإيبيرية، أما على مستوى سطح الأرض أصبح المغرب تحت تأثير كتلة سحابية شبه منعزلة أعطت تساقطات مطرية بمجال الدراسة قدرت بـ 5,5 ملم بتازة، 9,1 ملم بباب مرزوقة، 16,2 ملم بتايناست.

5.1.2.2. الطقوس الممطرة الشمالية والشمالية الشرقية

1.5.1.2.2. الطقس المضطرب الشمالي الشرقي

يرتبط الطقس الشمالي الشرقي، بتكون إستعصار فوق غرب البحر الأبيض المتوسط وجنوب فرنسا (خليج ليون). وبفعل تسرب قطرة باردة فوق أجواء المغرب (خريطة 45) نشأ منخفض جوي فوق البحر الأبيض المتوسط، يرجع تكون هذا المنخفض الجوي الى الفروقات الحرارية بين الهواء القطبي المكون للقطرة الباردة ودرجة حرارة المياه البحر مما يؤدي حدوث إستعصار محلي، الذي يقوم بتوجيه اضطراباته نحو الحوض، ويتميز هذا الطقس بانخفاض درجة الحرارة والتي بلغت الحرارة الدنيا 6°C والعليا $12,1^{\circ}\text{C}$ بمدينة تازة.



خريطة 46: الأنظمة السحابية وحالة الضغط عند

خريطة 45: حالة الضغط عند مستوى 500

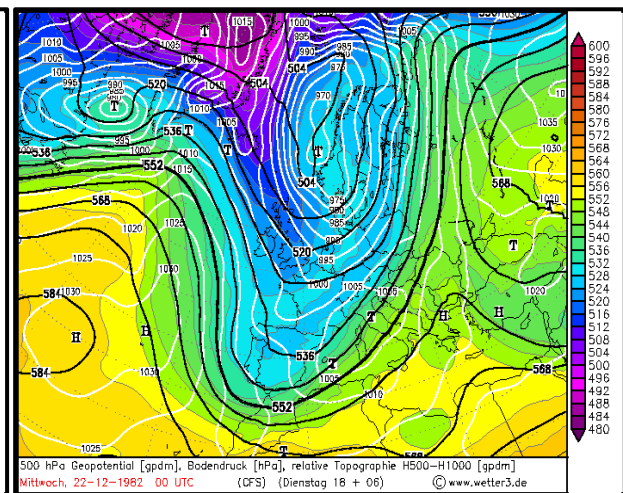
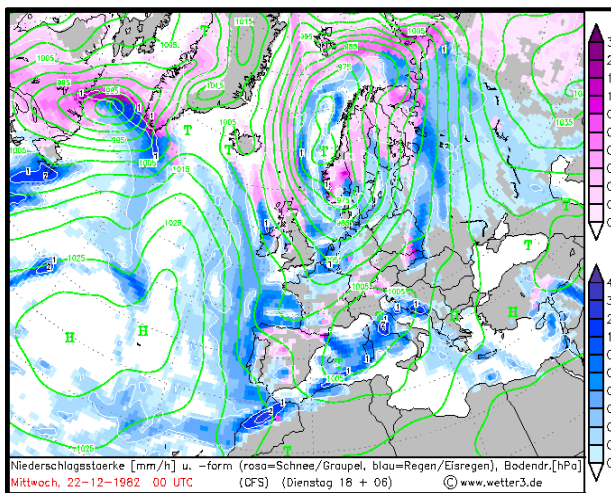
مستوى 1015 هكتوبسكال ليوم 15 – 1987-01

هكتوبسكال ليوم 15 – 1987-01

وعند السطح (خريطة رقم 46) يلاحظ وجود ممر للهواء القطبي متجه من بحر الشمال نحو بحر الأبيض المتوسط الغربي. وهكذا أصبح الضغط المنخفض متمركز فوق جزر الباليار الذي يوجه تدفق مضطرب على المغرب، هذه الحالة ترافقها بالسطح مرور جبهة باردة كانت السبب في حدوث تساقطات مطرية مهمة. قدرت خلال هذا اليوم بـ 16,1 ملم بتازة، 21 ملم بتايناست، 35,1 ملم بباب مرزوقة واستمرت التساقطات لمدة 5 أيام متتالية وشملت معظم مجال الدراسة.

2.5.1.2.2. الطقس المضطرب الشمالي

يحدث هذا الطقس أيضا نتيجة انخفاض سرعة التيار النفاث، حيث يلاحظ انطلاقا من الخريطة توزيع حقول الضغط بالأجواء العليا (خريطة رقم 47)، أن المغرب متأثر في جهة الشمال بالهوامش الجنوبية للقمّة الضغطية المتمركزة على البحر الأبيض المتوسط و التي حرارتها 30-درجة.



خريطة 48 : الأنظمة السحابية وحالة الضغط عند

خريطة 47: حالة الضغط عند مستوى 500

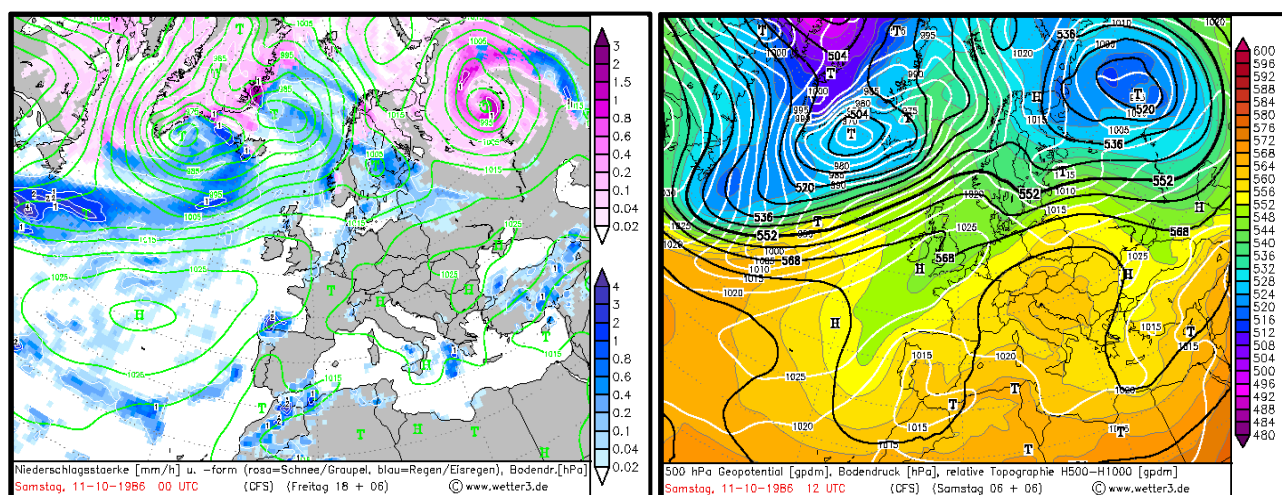
مستوى 1015 هكتوبسكال ليوم 22-1982-12

هكتوبسكال ليوم 22-1982-12

أما على مستوى سطح الأرض (خريطة 48) فتتميز هذه الحالة، بوجود المغرب تحت ضغط منخفض 1010 هكتوبسكال مصحوب بسلسلة من الجبهات الباردة، الشيء الذي جعل البلاد تحت تأثير تدفق ذو اتجاه شمالي غربي، الذي تسرب من الجهة الشمالية الشرقية، انخفضت معه درجة الحرارة إلى 6,6 ° C وبلغ المدى الحراري هذا اليوم 1,3 ° C خاصة بالمجالات المنخفضة من الحوض، فتكونت سحب ركامية وأدت إلى تسجيل تساقطات مطرية غزيرة بلغت 22,5 ملم بتازة، 28,1 ملم بباب مرزوقة، 15,3 ملم بسد إدريس الأول.

6.1.2.2. الطقوس الرعدية الناتجة عن الانقلابات الحرارية

ينشأ هذا الصنف الطقسي، ما بين أواخر الربيع وأواسط الخريف، حيث يتضح من خلال الخريطة 50 نزوح الضغط المرتفع الأصوري نحو الشمال أو الشمال الغربي، وتقدم المنخفض الصحراوي إلى جنوب المغرب. فينتج تيارا هوائيا جنوبيا. كما يمكن أن تنتج جبهة شبه مستقرة ضعيفة الفعالية والنشاط هي جبهة الرياح التجارية وذلك بفعل التقاء كتلتين هوائيتين متباينتين من حيث الحرارة والرطوبة: الهواء القطبي أو الهواء المداري البحري، ثم الهواء المداري القاري (الصحراوي)، المنبعث من المنخفض الصحراوي.



خريطة 49: حالة الضغط عند مستوى 500

خريطة 50: الأنظمة السحابية وحالة الضغط عند مستوى

1015 هيكوبسكال ليوم 1986-10-11

هيكوبسكال ليوم 1986-10-11

كما يتضح أيضا من خلال الخريطة رقم 49 أن الأجواء العليا بالمغرب، تتميز بتمركز وادي جوي بسبب تراجع سرعة التيار النفث، ما بين المرتفع الصحراوي فوق القارة شرقا، والمرتفع الأطلسي فوق المحيط غربا. وتوجد في هذا الأخدود الجوي تدفقات ضعيفة من الهواء القطبي الآتي من الشمال، فتصطدم مع كتل مدارية جنوبية أو جنوبية شرقية. حيث تنشأ جبهة الرياح التجارية في الأجواء المتوسطة والعليا، فتحدث عواصف رعدية ممطرة، تكون مصحوبة بتساقطات مطرية غالبا ما تكون محلية، وضعيفة، وغير منتظمة، نظرا لجفاف الهواء الصحراوي.

بعد إجراء تحليل للميكانيزمات الجوية وللخصائص العامة لأصناف الطقس بالمغرب خاصة المضطربة منها، خصص العنصر الموالي لدراسة علاقة الظواهر المناخية القصوى، بآليات الدورة الهوائية وديناميكية الطقس في البلاد بشكل عام وحوض إيناون بشكل خاص. إذ تم التطرق لذلك من خلال تحليل تواتر أصناف الطقس في بعض السنوات التي شهدت بعض الامتطاحات القوية.

2.2.2. دراسة بعض حالات الامتطاحات بحوض إيناون وعلاقتها بميكانيزمات الدورة الهوائية

تعتبر الامتطاحات كنتيجة للتساقطات المطرية الاستثنائية التي يمكن أن تحدث خلال فترة زمنية ومكان معين، وذلك ناتج عن الظروف الجوية السائدة التي تكون مصحوبة لهذه الظاهرة، واعتبارا لهذا فان تفسير هذه الظواهر القصوى، يتطلب تتبع أحوال الطقس خلال الفترة المدروسة لتبيين أنواع الطقوس السائدة وفعاليتها المطرية.

1.2.2.2. دراسة حالة سنة 1995-96

إن اختيار الوضعية المناخية لسنة 1995-96، يهدف دراسة العلاقة بين الامتطاحات وآليات الدورة الهوائية، لم يكن إعتباطيا بل مبني على عدة اعتبارات، كون هذه السنة اعتبرت من السنوات الأغزر مطرا، مما سبب ذلك في حدوث امتطاحات استثنائية بحوض إيناون، كما أنها جاءت بعد سنوات تميزت بانحباس التساقطات المطرية.

1.1.2.2.2. تميزت سنة 1995-1996 بسيادة أنماط طقس غير مستقرة ورطبة مما أدى إلى حدوث

امتطاحات استثنائية بحوض إيناون

تعتبر طبيعة الحركات الجوية وأصناف الطقس الناتجة عن ذلك، العامل الرئيسي المسؤول عن نشأة ظروف جوية جد رطبة، مؤدية إلى حدوث امتطاحات استثنائية خلال هذه السنة، وتعتبر حركات الجو من أهم العوامل الطبيعية، المتحكمة في تطور أحوال الطقس وخصائص المناخ. ولتوضيح العوامل الجوية المسؤولة عن نزول تساقطات مطرية استثنائية بهذه السنة، تم القيام بدراسة تواترية لأنماط الطقس الرطبة والجافة المتعاقبة على حوض إيناون ما بين فاتح شتنبر 1995 إلى 31 ماي 1996.

وبتتبع تردد أصناف الطقس وحصيلتها المطرية خلال الفترة المحددة، حصلنا على النتائج المدرجة في الجدول رقم 53 و54 حيث يتضح من خلال الجدول الأول، أن عدد الطقوس الممطرة بلغ 94 حالة وذلك بنسبة 34.43%. فرغم قلة هذه الطقوس إلا أن فعاليتها المطرية كانت مهمة. ويلاحظ أنها تتوزع بشكل متباين على الشهور المدروسة.

جدول رقم 53: توزيع عدد ترددات الطقوس المضطربة حسب الشهور خلال سنة 1995-96

أصناف الطقس المضطرب	شتنبر	أكتوبر	نونبر	دجنبر	يناير	فبراير	مارس	أبريل	ماي
الاضطرابات الغربية السريعة والنطاقية	-	-	-	6	2	-	-	-	-
المؤخرات الجنوبية للجهات الباردة	-	-	-	-	-	-	-	-	-
الاضطرابات الشمالية الغربية	-	1	5	4	12	1	6	4	-
الاضطرابات الشمالية	-	-	-	-	-	-	-	1	-
الاضطرابات الشمالية الشرقية	1	-	-	-	-	3	-	-	-
الاضطرابات الجنوبية الغربية	-	-	2	4	9	8	7	2	12
الطقوس الرعدية	4	-	-	-	-	-	-	-	-
المجموع	5	1	7	14	23	12	13	7	12

المصدر: إنجاز شخصي اعتمادا على خرائط أصناف الطقس، 2019.

وقد احتلت الاضطرابات الجنوبية الغربية المرتبة الأولى، من حيث ترددها التي مثلت 44 يوما وذلك بنسبة 46,8 % من مجموع الطقوس المضطربة، توزعت على الشهور المدروسة باستثناء شهري شتنبر وأكتوبر، وقد بلغ أقصى ترددها في شهر ماي وذلك بـ 12 يوما. في حين قل ترددها خلال شهري نونبر وأبريل إلى يومين. ويلاحظ أيضا أن فعاليتها المطرية (جدول رقم 54) كانت مهمة، تراوحت ما بين 403 ملم بتازة و372 ملم باب بودير. وفي مرتبة ثانية نجد الاضطرابات الشمالية الغربية بنسبة 35,1 % أي بـ 33 يوما، توزعت بشكل متباين على الشهور المدروسة، وقد بلغت أقصى تردد لها في شهر يناير بـ 12 حالة، في حين قلت في شهري أكتوبر ونونبر إلى يوم واحد، وتشكل هذه الطقوس مصدرا مهما للتساقطات المطرية حيث جاءت في مرتبة ثانية، وذلك بقيمة تجاوزت 300 ملم بجل المحطات باستثناء محطة الكوشات (جدول رقم 54).

جدول رقم 54: الفعالية المطرية للطقوس المضطربة بالمحطات المدروسة خلال سنة 1995-96

أصناف الطقس المضطرب	تازة	باب مرزوقة	باب الشهبوب	تايناست	الكوشات
الاضطرابات الغربية السريعة والنطاقية	112	81	100	114	92
الهوامش الجنوبية للجهات الباردة	-	-	-	-	-
الاضطرابات الشمالية الغربية	380	374	345	463	189
الاضطرابات الشمالية	4	2	2	3	1
الاضطرابات الشمالية الشرقية	45	16	25	14	17
الاضطرابات الجنوبية الغربية	403	372	361	344	326
الطقوس الرعدية	16	16	44	1	11
المجموع	960	861	877	939	636

المصدر: إنجاز شخصي اعتمادا على خرائط أصناف الطقس، 2019.

أما فيما يخص الاضطرابات الغربية السريعة والنطاقية فقد تمثلت بنسبة 8,5 % وذلك بـ 8 حالات، تردد أغلبها بين شهري دجنبر ويناير، رغم قلة تردد هذه الطقوس، إلا أنها تتميز بحدوث تساقطات مهمة

بلغ أقصاها 114 ملم بمحطة تايناست ووأدنها 81 ملم بتازة. وفي مرتبة ما قبل الأخيرة كانت للإضطرابات الشمالية الشرقية والطقوس الرعدية، نسبة تردد متساوية بلغت 4 حالات، توزعت الأولى ما بين شهر شتنبر حالة واحدة وفبراير 3 حالات، في حين الثانية إقتصرت فقط على شهر شتنبر بـ 4 حالات. ويلاحظ أن حصصها المطرية كانت ضعيفة، لاسيما الطقوس الرعدية. وبحالة واحدة (شهر شتنبر) احتلت الاضطرابات الشمالية المرتبة الأخيرة، كما أن مساهمتها المطرية خلال هذه الحالة كانت ضعيفة لم تتجاوز 4 ملم بتازة و1 ملم بتايناست. والجدير بالذكر يلاحظ انعدام، الهوامش الجنوبية للجبهات الباردة والاضطرابات الموريتانية خلال هذه السنة.

يستنتج مما سبق أن ارتفاع الكميات المطرية المسجلة خلال سنة 1996-95 له ارتباط وثيق بظروف الدورة الهوائية، فرغم قلة الطقوس المضطربة مقارنة مع الطقوس الجافة، يلاحظ أن فعاليتها المطرية كانت مهمة تجاوزت في معظمها المعدلات المعهودة، فتسبب ذلك في حدوث امتطاحات استثنائية بمنطقة الدراسة.

2.1.2.2. تميزت رغم التردد المهم لأصناف الطقس المستقرة سنة 1996-95 فان ذلك لم يؤثر على

المعدلات المطرية المسجلة

كما سبقت الإشارة إلى ذلك بلغ تردد أصناف الطقس المستقرة، 179 حالة أي بنسبة 65,57 % من مجموع الطقوس وهي نسبة كبيرة شيئا ما، إذ توزعت بشكل متباين بين شهور السنة، حيث كانت الهيمنة للطقوس ضد إعصارية النطاقية بـ 116 حالة، إذ بلغت أقصى تردها في شهر شتنبر بـ 23 حالة، يليه شهر أبريل بـ 21 حالة، واحتلت الطقوس المستقرة الشمالية الشرقية، المرتبة الثانية بـ 32 حالة وإقتصر تردها على فصل الخريف فقط (جدول رقم 55).

جدول رقم 55: توزيع عدد ترددات الطقوس ضد إعصارية المستقرة والجافة حسب الشهور خلال سنة 1996-95

أصناف الطقس المضطرب	شتنبر	أكتوبر	نونبر	دجنبر	يناير	فبراير	مارس	أبريل	ماي
الطقس ضد الإعصاري النطاقي	23	6	13	7	5	13	10	21	18
الطقس المستقر الشمالي الشرقي	2	24	6	—	—	—	—	—	—
الطقس المستقر القاري من نوع الشرقي	—	—	4	10	3	4	7	3	—
المجموع	25	30	23	17	8	17	17	24	18

المصدر: إنجاز شخصي اعتمادا على خرائط أصناف الطقس، 2019.

في حين الطقس المستقر القاري تردد بكيفية مستمرة، على شهور السنة باستثناء شهر شتنبر، أكتوبر وماي وبلغ هذا التردد 31 حالة إذ وصل أقصى تردد له في شهر دجنبر بـ 10 حالات. ويلاحظ أيضا أن أصناف الطقس المستقرة، تركزت بشكل كبير في فصلي الخريف والربيع وبشكل قليل في فصل الشتاء، مما كان لها تأثير ضعيف على أجواء حوض إيناون.

2.2.2.2. دراسة حالة سنة 2009-10

تميزت سنة 2009-10 بتساقطات مطرية مهمة، تجاوزت في معظمها المعدلات الاعتيادية التي تسببت في ارتفاع كبير، لمنسوب مياه أودية المجال المدروس فأدى ذلك إلى حدوث إمتطحات كبيرة. بناء على هذا سنهتم في العنوان الموالي بدراسة أصناف الطقس المترددة خلال هذه السنة وكذا فعاليتها المطرية.

1.2.2.2.2. كان لفعالية الطقوس المضطربة سنة 2009-10 دور مهم في حدوث إمتطحات استثنائية

بحوض إيناون

بلغ مجموع الطقوس المضطربة المترددة على حوض إيناون في الفترة الممتدة من فاتح شتنبر 2009 إلى 31 ماي 2010، حوالي 94 حالة بنسبة بلغت 34,56 % (جدول رقم 56) من مجموع أصناف الطقس، واحتلت بذلك الاضطرابات الغربية السريعة والنطاقية الرتبة الأولى بنسبة 24,5 % ، رغم أنه إقتصر ترددها فقط على فصل الشتاء، ويلاحظ من خلال الجدول رقم 59 أن هذه الاضطرابات تميزت بفعاليتها المطرية القوية، التي جعلتها في المرتبة الأولى حيث وصلت التساقطات المطرية الناتجة عنها ما بين 756 ملم بباب بودير، 198 ملم بابن هيثم، 492 ملم بتازة، 504 بتايناست، 417 بباب الشهبوب.

جدول رقم 56: توزيع عدد ترددات الطقوس المضطربة حسب الشهور خلال سنة 2010/09

أصناف الطقس المضطرب	شتنبر	أكتوبر	نونبر	دجنبر	يناير	فبراير	مارس	أبريل	ماي
الاضطرابات الغربية السريعة والنطاقية	-	-	-	9	5	9	-	-	-
المؤخرات الجنوبية للجهات الباردة	-	-	-	-	-	-	1	-	-
الاضطرابات الشمالية الغربية	-	2	-	2	5	3	7	-	-
الاضطرابات الشمالية	-	-	2	1	5	-	-	-	4
الاضطرابات الشمالية الشرقية	7	-	2	2	-	3	-	1	-
الاضطرابات الجنوبية الغربية	-	-	-	2	-	1	3	9	-
الطقوس الرعدية	6	-	-	-	-	-	-	3	-
المجموع	13	2	4	16	15	16	11	13	4

المصدر: إنجاز شخصي اعتمادا على خرائط أصناف الطقس، 2019

كما سجلت الاضطرابات الشمالية الغربية المرتبة الثانية بـ 19 حالة، تركزت غالبيتها في يناير بـ 5 حالات وشهر مارس 7 حالات، في حين يلاحظ غيابها في شهر شتنبر، نونبر، أبريل وماي. هذا التردد تسبب في هطول أمطار مهمة احتلت مرتبة ثانية وبلغت 320 ملم بتازة، 267 ملم بباب مرزوقة، 745 ملم بباب بودير، 259 ملم بتايناست، 112 ملم بابن هيثم، 353 ملم بباب الشهبوب. وبنسب متساوية ترددت كل من الاضطرابات الشمالية الشرقية والجنوبية الغربية، وبلغت 16 % أي بـ 15 حالة، تركزت في فصلي الشتاء والربيع، ومن خصائصها ارتفاع حصيلتها المطرية حيث تراوحت الأولى ما بين 109 ملم بباب مرزوقة و66 ملم بتازة، في حين الثانية انحصرت بين 189 ملم بباب بودير و89 ملم بابن هيثم (جدول رقم 57).

جدول رقم 57: الفعالية المطرية للطقوس المضطربة بالمحطات المدروسة خلال سنة 2010-09

أصناف الطقس المضطرب	تازة	باب مرزوقة	باب بودير	تايناست	ابن هيثم	باب الشهب
الاضطرابات الغربية السريعة والنطاقية	492.1	367	756	504	198	417
المؤخرات الجنوبية للجهات الباردة	7,8	9	8	2	2	11
الاضطرابات الشمالية الغربية	320	267	745	259	112	353
الاضطرابات الشمالية	102.2	78	213	126	24	113
الاضطرابات الشمالية الشرقية	66	109	104	90	16	71
الاضطرابات الجنوبية الغربية	125.9	97	189	162	89	137
الطقوس الرعدية	32.2	10	75	0	28	24
المجموع	1138.4	937	2090	1169	471	1126

المصدر: إنجاز شخصي اعتمادا على خرائط أصناف الطقس، 2019.

وكان عدد تردد الاضطرابات الشمالية 12 حالة، توزعت كالآتي: نونبر حالتين، دجنبر حالة واحدة، يناير بـ 5 حالات، و 4 حالات في ماي كما أنها كانت شديدة الفعالية، حيث بلغت حصصها المطرية 102.2 ملم بتازة، 78 ملم بباب مرزوقة، 213 ملم بباب بودير، 126 ملم بتايناست، 24 ملم بابن هيثم، 113 ملم بباب الشهب محتلة بذلك المرتبة الرابعة. وقد جاءت الطقوس الرعدية الناتجة عن الانقلابات الحرارية، في المرتبة ما قبل الأخيرة بـ 9 حالات، ترددت خلال شهر شتنبر بـ 6 حالات، يناير حالتين، وحالة واحدة بأبريل، ومن خصائصها ضعف فعاليتها المطرية، التي تراوحت ما بين 75 ملم و 10 ملم بتازة. ويعتبر الحضور الكبير للإضطرابات الغربية المحيطية، المرتبطة بالدورة الهوائية النطاقية السريعة، أحد العوامل الرئيسية المساهمة، في حدوث تساقطات مطرية مهمة، تجاوزت قيمها الاعتيادية، وتسببت في حدوث امتطاحات خطيرة بمجال الدراسة خلال سنة 2010-09.

2.2.2.2. لم يكن لتأثير أصناف الطقس المستقرة تأثير على الأجواء الرطبة بحوض إيناون لسنة

10-2009

خلال الفترة المدروسة تردد على حوض إيناون 178 حالة، من أصناف الطقس المستقرة وذلك بنسبة 65,44 %، اختلف توزيعها من شهر لآخر، حيث احتلت الطقوس ضد الاعصارية النطاقية، نسبة مهمة من مجموع الطقوس إذ قاربت 117 حالة أي بنسبة 77 %، تركزت غالبيتها في فصلي الخريف والربيع (جدول رقم 58).

جدول رقم 58: توزيع عدد ترددات الطقوس ضد إعصارية المستقرة والجافة حسب الشهور خلال سنة 2010-09

أصناف الطقس المضطرب	شتنبر	أكتوبر	نونبر	دجنبر	يناير	فبراير	مارس	أبريل	ماي
الطقس ضد الإعصاري النطاقي	11	22	16	15	13	6	17	14	23
الطقس المستقر الشمالي الشرقي	6	7	—	—	—	—	—	—	—
الطقس المستقر القاري من نوع الشرقي	—	—	10	—	—	6	3	5	4
المجموع	17	29	26	15	13	12	20	19	27

المصدر: إنجاز شخصي اعتمادا على خرائط أصناف الطقس، 2019.

في حين الطقوس المستقرة من نوع الشرقي ترددت 28 مرة محتلة المرتبة الثانية، وذلك في شهور: نونبر 10 حالات، 6 حالات بفرير، 3 بمارس، 5 بأبريل و4 حالات بماي، وأخيرا الطقس المستقر الشمالي الشرقي بـ 13 حالة، ترددت خلال شهرين 6 حالات بشتنبر و7 حالات بأكتوبر. والملاحظ أنه رغم التواتر المهم الذي رصدناه لأصناف الطقس المستقرة، فإن ذلك لم يكن له تأثير قوي أمام فعالية الطقس المضطربة التي كانت فعاليتها المطرية مهمة.

من خلال دراستنا الإحصائية لظاهرتي الجفاف والامتطاحات بحوض إيناون، اتضح أن هذا الأخير، يتميز من حين لآخر بتردد لهذين الظاهرتين، حيث تختلف حدتهما من فترة لأخرى، وذلك راجع لأصناف الطقس السائدة فوق مجال الدراسة ولآليات الدورة الهوائية، هذا بالإضافة إلى التضاريس والظروف الجغرافية المحلية التي تلعب دورا مهما في ذلك، واعتبارا لهذا، فإن تفسير الظواهر المناخية القصوى، يتطلب القيام بتتبع تطور الدورة الهوائية، وكذا إجراء تحليل مفصل لأنماط الطقس المصاحبة لها. إذا كان ضعف تردد الطقوس المضطربة وضعف فعاليتها المطرية، مسؤولا عن حدوث ظاهرة الجفاف، فإن كثرة ترددها وإرتفاع حصص المطرية يؤدي إلى حدوث امتطاحات قوية. ولتعميق البحث حول العوامل المفسرة للظواهر المناخية القصوى، حاولنا معرفة مدى ارتباط هذه الحالات الجوية الاستثنائية بالذبذبات التي تعرفها منطقة الشمال الأطلسي وحوض البحر الأبيض المتوسط.

3.2. الظواهر المناخية القصوى وبعض أوجه ارتباطاتها بالأنظمة البنيوية للحركة الهوائية العامة

مكنت الدراسة التواترية لأصناف الطقس، من تحليل العوامل الجوية المسؤولة عن حدوث العجز المطري، وعن حدوث التساقطات المطرية الاستثنائية خلال سنوات معينة، إلا أن هذه الدراسة قدمت تفسيرات محدودة، فهي تعطي تفسيراً للاستقرار المطول للمرتفع الأمازيغي، الذي يؤدي إلى حدوث حالة من الجفاف الاستثنائي، مما قد يدل على أن مصدر الجفاف ليس مرتبطاً بأوضاع الطقس في المغرب، بل أيضاً مرتبط بعوامل خارجية مرتبطة بحركات الدورة الهوائية العامة لكوكب الأرض. فهذه الطريقة لا تمكن أيضاً من إعطاء تفسير واضح، لأشكال الدورة الهوائية المتميزة بمسارها النطاقي والطولي، والتي في بعض الأحيان تكون مسؤولة عن التساقطات المطرية الاستثنائية التي عرفها حوض إيناون.

وفي العقود الأخيرة أصبحت الدراسات المناخية، من منظور علم المناخ التشخيصي، تقرر بوجود نوع من النظام يحكم بنية وظروف الحركة الهوائية العامة، عند مختلف العروض تتحدد من خلالها مجموعة من الآليات المتباينة والمتفاعلة العامة للهواء، لذا يشكل التعرف على بعض خصائص هذه الأنظمة، دور أساسي في معاينة الآليات المهيمنة على حركة الهواء، وديناميتها وبالتالي على عوامل تغيرية مناخ منطقة معينة.

إذن الغاية الأساسية من خلال هذا الفصل هو دراسة الذبذبات التي تطرأ، على خصائص الدورة الهوائية العامة، خاصة حركات التيار النفث ومراكز الضغط الفعالة، وانعكاس ذلك على التغير الذي يمكن أن يقع على عناصر الطقس والمناخ مثل الضغط الجوي، الحرارة التساقطات، الرياح.... إلخ،

بحيث يؤدي هذا الانعكاس إلى حدوث ظواهر مناخية قصوى، مرتبطة أساسا بالاستقرار المطول للجفاف المناخي أو حدوث تساقطات مطرية استثنائية. ويعتبر نظام تآرجح شمال المحيط الأطلسي وغرب البحر الأبيض المتوسط، من أهم الذبذبات المناخية المهيمنة على حركة الهواء، والمتحركة في التغيرات العامة للوضع الجوية عند العروض الوسطى والمتوسطة، التي يوجد بها المغرب بشكل عام وحوض إيناون بشكل خاص.

1.3.2. مدى ارتباط الحالات الجوية الاستثنائية بنظام تآرجح شمالي أطلسي

يرجع اكتشاف ما يمكن اعتباره بالظروف العامة المهيمنة، على حركة الهواء بين حقول الضغط الجوي المتمركزة بالمحيط الأطلنطي الشمالي إلى الميثيرولوجي الإنجليزي جيلبير "والكير" G. Walker سنة 1924، وقد حددت مؤشرات وميكانيزمات نظام التآرجح الشمالي الأطلنطي بشكل دقيق، منذ سنة 1932 من طرف كل من "والكير" و "بليس" Bliss.

لم يتم اعتماد تآرجح شمال أطلنطي كعامل مهيكل للحركة الهوائية العامة، إلا مع بداية الثمانينيات من القرن الماضي، بفضل بعض الدراسات التي اعتمدت على الطرق الكمية خاصة دراسة (Wallace ;Gutzler,1981)، حيث بفضلهما تم وضع اللبنة الأولى لما أصبح يعرف بالترابط البعدي (Teleconnexion)، إذ شكل ذلك تطورا مهما في البحث المناخي وبالتالي أصبح الكل يدرك أن الدينامية العامة للهواء، تخضع لترابطات هيكلية شاملة. ونتيجة للإهتمام المتزايد الذي أعطاه علماء المناخ لهذه الترابطات، تم الوصول إلى نتائج ملموسة على مستوى فهم الآليات المتحركة في الدورة الهوائية العامة، أو التعرف على عوامل التغيرات المناخية.

تظهر هذه الأنظمة على شكل خلل في توزيع الظروف المكانية والزمنية لكثافة الهواء وحركته، مما ينتج عن ذلك ارتباطات على المستوى المجالي وانعكاسات ذات أبعاد زمنية متغيرة وشاملة، الشيء الذي يعطيها طابع مهيكل يتحكم بشكل متماسك على حركة الهواء وذلك على نطاق واسع من الكرة الأرضية، مما يعني أن أي خلل في حركة الهواء في منطقة معينة يكون له انعكاس على منطقة أخرى في العالم. من هنا انطلقت المقاربات المعتمدة في المناخ التشخيصي، على تبني مناهج إحصائية مناخية في محاولة، إعطاء تفسير للظواهر الشاذة. فالترابط البعدي يعطي نظرة شاملة عن الشكل الذي يمكن أن تنتظم وفقه الحركة الهوائية والاختلالات، التي يمكن أن تهمها عند منطقة معينة والتأثيرات الناتجة عن ذلك.

1.1.3.2. تنتج ذبذبة المحيط الأطلنطي الشمالي بفعل تآرجح شاذ بين حقلي الضغط الأصورى

والأيسلندي

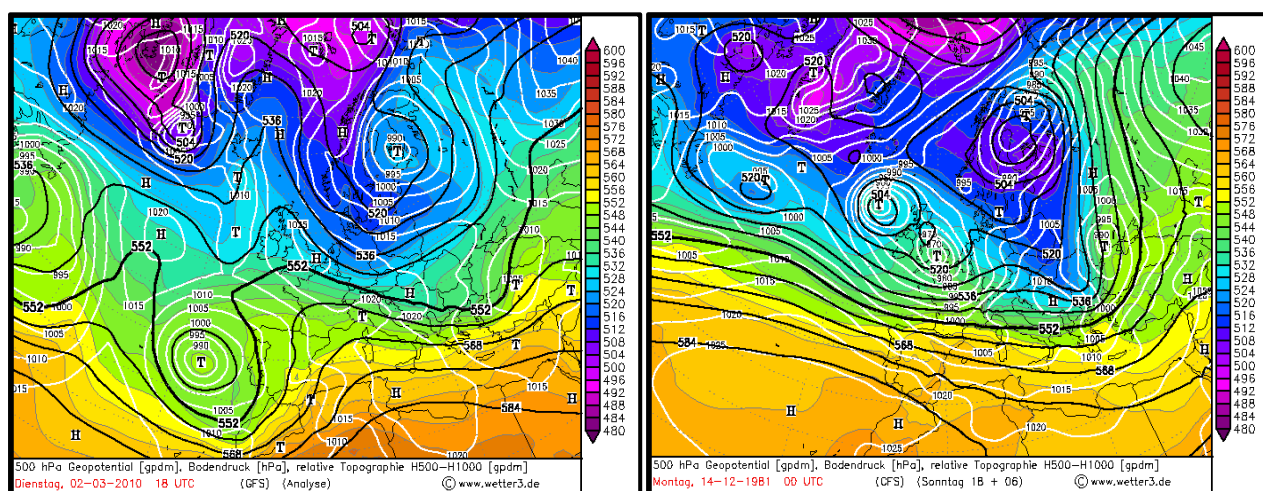
تعرف الذبذبة الأطلنطية الشمالية أو نظام التآرجح الشمالي الأطلنطي (l'oscillations nord atlantique)، بأنها عبارة عن تآرجح في اتجاه متعاكس، يحدث في قوة الضغط الجوي وتعرض له الخليتين الضغطيتين، المتمركزتين في المحيط الأطلسي الشمالي أي المنخفض الأيسلندي والعالي الأصورى، فأى تزايد (أو انخفاض) في قوة العالي الأصورى، يقابله بشكل مباشر وآلى انخفاض (أو ارتفاع) في قوة المنخفض الأيسلندي، والعكس صحيح (باحو، 2002). لا تقتصر هذه الذبذبة على الخليتين المذكورتين،

بل تؤثر أيضا على حركات الدورة الهوائية العلوية، فوق المحيط الأطلنطي نتيجة تغير سرعة وحركات التيار النفث شبه مداري. ينتج هذا التآرجح إذن، عن تفاعل ديناميكي مرتبط بتغير قوة وحركات التيار النفث شبه مداري، في الأجواء العليا وعوامل أخرى حرارية خاصة حرارة المحيط الأطلنطي.

يتم التعبير على هذه الذبذبة بمؤشر إحصائي وهو الفرق بين قيمة الضغط المرتفع الآصوري والمنخفض الآيسلندي (Rogers, 1984)، وبناءا عليه يتم التمييز بين:

- **الحالة الأولى:** حيث يكون مؤشر التآرجح الشمالي الأطلسي سالب (-NAO)، وذلك نتيجة حدوث إنقلاب في الضغط الجوي الآيسلندي والآصوري، هكذا يتحول المنخفض الآيسلندي في الشمال إلى مرتفع جوي، وفي المقابل يضعف ويتلاشى المرتفع الآصوري ويحل محله منخفض جوي، هذه الوضعية تسمح بتوجيه كتل هوائية رطبة وسلسلة من الاضطرابات المحيطية إلى المغرب (خريطة رقم 52)

- **الحالة الثانية:** تدل على مؤشر مرتفع (NAO++)، يحدث ذلك عند الانخفاض غير العادي للضغط الآيسلندي حيث يرافق ذلك تزايد في حجمه، واتساع في مجاله الجغرافي بامتداده أحيانا نحو الجنوب. وفي المقابل ارتفاع غير عادي للضغط الآصوري، ويرافق ذلك استقرار مطول لهذه الخلية الحاجزية فوق الأجواء المغربية، ينتج عن هذه الوضعية ممال ضغطي قوي، يؤدي إلى حركة نطاقية عند العروض الوسطى، مما يؤدي إلى تغيير مسار الاضطرابات التي تصبح هي الأخرى نطاقية تهم بشكل كبير شمال هذه العروض (خريطة رقم 51).



خريطة رقم 51: تذبذب شمال المحيط الأطلنطي الطور الموجب **خريطة رقم 52:** تذبذب شمال المحيط الأطلنطي الطور السليبي
ينتج عن الحاليتين طبعاً تغير في حركة الهواء، سواءاً عند العروض الوسطى وعروض البحر الأبيض المتوسط، وقد أكدت دراسات عديدة على مدى مساهمة ظروف هذا التآرجح، في التغيرية العامة للمناخ بصفة خاصة على مناطق المناخ المتوسطي (البليشي، 2012؛ باحو، 2002؛ Harrera et al 2001).

2.1.3.2. تأثير ذبذبة المحيط الأطلسي الشمالي على التساقطات المطرية الشتوية بحوض إيناون

ترجع أولى الدراسات التي إهتمت بربط التغيرية العامة للتساقطات بالمغرب، مع نظام تآرج الشمال الأطلسي إلى دراسة Peppler و Lamp سنة 1987. تحدثت هذه الدراسات عن وجود علاقة إحصائية عكسية ما بين التساقطات في 12 محطة مغربية، ودليل Rogers المعبر عن وجود حالة تآرج هاته، حيث يصل هنا معامل الترابط إلى 0,64- في محطات الساحل الأطلسي الشمالي وهو ما يفسر حوالي 41 % من التغيرية العامة للتساقطات وحوالي 0,57- بالنسبة لأربع محطات من الساحل الأطلسي الجنوبي، وهي الدار البيضاء أسفي، الصويرة، أكادير، أي أن هذه العلاقة تفسر ما يعادل 32 % من التغيرية العامة لتساقطات المنطقة، لكن هذا الرقم يصل فقط إلى 0,47- (وهو ما يفسر فقط 22 % من التغيرية العامة) عند اعتبار مجموع المحطات الإثنا عشر بكاملها (بليشي، 2012). يتضح من خلال هذه الدراسة أن هناك ترابط إحصائي متوسط، ودال بين التساقطات المطرية ومؤشرات هذه الذبذبة، وذلك من خلال الوضعية التي تتخذها حركة الهواء، عند العروض الوسطى وحوض البحر الأبيض المتوسط (تم التطرق لهذه الوضعيات في التعريف بنظام التآرج الشمالي الأطلسي).

3.1.3.2. علاقة تآرج شمال المحيط الأطلسي الشمالي بالجفاف بحوض إيناون

لدراسة تآرج شمال المحيط الأطلسي الشمالي، في علاقته مع الجفاف بحوض إيناون. تم الاعتماد على مؤشرات هذا التآرج والتي حصلنا عليها من خلال الموقع التالي: <http://www.cru.uea.ac.uk/cru/data/nao.htm>، هذه المؤشرات تمثل الفرق إلى المعدل أو ما يعبر عنه بالخلل (Anomalie) الإيجابي والسلبي، حيث يعتبر (Kapala et al, 1998 عن البليشي، 2012) أن الحالات القصوى تلك التي يتعدى دليلها عتبة +1- بالنسبة لحالات الدليل المرتفع، و-1- بالنسبة لحالة الدليل المنخفض.

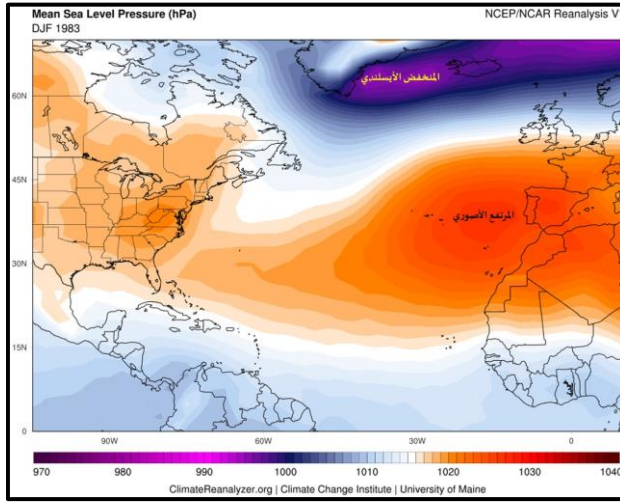
ولتبيين تأثير هذا التآرج على التساقطات المطرية بمجال الدراسة، خلال الشهور الممتدة من نونبر إلى مارس، قمنا بحساب معامل الارتباط البسيط، لمعرفة العلاقة الموجودة بين مؤشر التساقطات الموحد ومؤشرات هذه الذبذبة، كما عملنا على مقارنته مع مؤشر التساقطات الموحد على غرار بعض الدراسات (بليشي، 2012) لتوضيح تغيراته على مستوى التساقطات السنوية. يتضح إذن من خلال الجدول رقم 59 أن هناك علاقة عكسية بين مؤشر التساقطات الموحد ومؤشرات الذبذبة الأطلسية الشمالية، فنتيجة ارتفاع قيم مؤشرات هذه الذبذبة يؤدي إلى انخفاض مؤشر التساقطات الموحد، حيث تجاوز معامل الارتباط 40- في أغلب المحطات باستثناء محطة أحد امسيلة، مما يدل على أن نظام التآرج الشمالي الأطلسي وما يحدثه من تغييرات في حركات الدورة الهوائية عند العروض المغربية، يسبب في انحباس التساقطات المطرية وحدوث جفاف مناخي.

جدول رقم 59: معامل الترابط بين مؤشر التساقطات الموحد ومؤشرات الذبذبة الأطلسية الشمالية

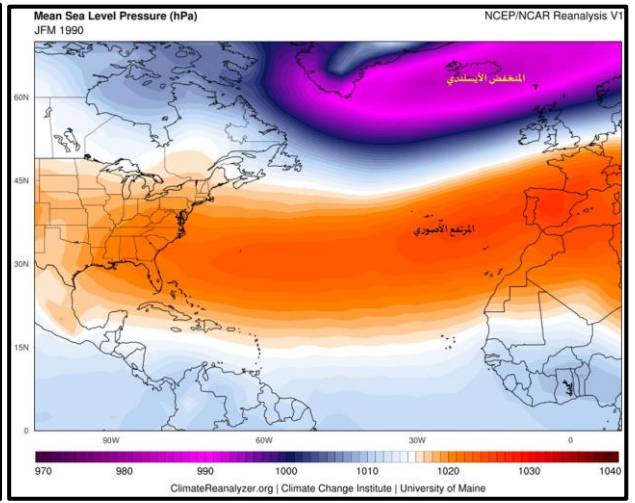
المحطات	تازة	باب مرزوقة	باب بودير	تاينااست	أحد امسيلة	تاهلة	الكوشات	واد امليل
معامل الترابط	-0.46	-0.51	-0.39	-0.46	-0.15	-0.43	-0.40	-0.50

المصدر: إنجاز شخصي اعتمادا على مؤشرات الذبذبة الأطلسية ومؤشر التساقطات الموحد، 2020.

ولكي نتمكن من التعرف عن مدى تأثير هذا التآرجح على التساقطات المطرية الشتوية، تم تتبع تغيرات دليل هذه الذبذبة مقارنة مع مؤشر التساقطات الموحد، على امتداد السنوات المدروسة (شكل رقم 70)، وكما حددنا سلفا، عرف حوض إيناون تعاقب مجموعة من السنوات الجافة اختلفت حدتها من سنة إلى أخرى، فخلال الفترة المدروسة بلغ هذا التآرجح أقصى قيمة سنة 1990-89 +2,12 ، في هذه السنة بلغ متوسط الضغط عند المرتفع الآصوري 1023 هيكوبسكال، والخريطة رقم 54 توضح قوته وامتداده العرضي في حين يلاحظ تعمق المنخفض الآيسلندي الذي بلغ فيه متوسط الضغط 991 هيكوبسكال.



خريطة رقم 54: متوسط الضغط الجوي عند المرتفع الآصوري والمنخفض الآيسلندي خلال شهور ووجنبر، يناير وفبر ابر سنة 1983



خريطة رقم 53: متوسط الضغط الجوي عند المرتفع الآصوري والمنخفض الآيسلندي خلال شهور يناير وفبر ابر ومارس سنة 1990

ثم 1,55+ سنة 1982-81، وفي سنة 1991-1992 بلغ دليل الذبذبة الأطلسية الشمالية 2,04+، تتميز خلالها المرتفع الآصوري بالقوة وبامتداده المجالي (خريطة رقم 53)، حيث ناهز متوسط الضغط فيه 1022 هيكوبسكال، بينما يلاحظ من خلال نفس الخريطة تعمق المنخفض الآيسلندي والذي قارب متوسط الضغط المسجل فيه 994 هيكوبسكال.

شكل رقم 70: تغيرية مؤشرات الذبذبة الأطلسية الشمالية ومؤشر التساقطات الموحد بحوض إيناون للفترة الممتدة ما بين 1970-71 و 2012-13



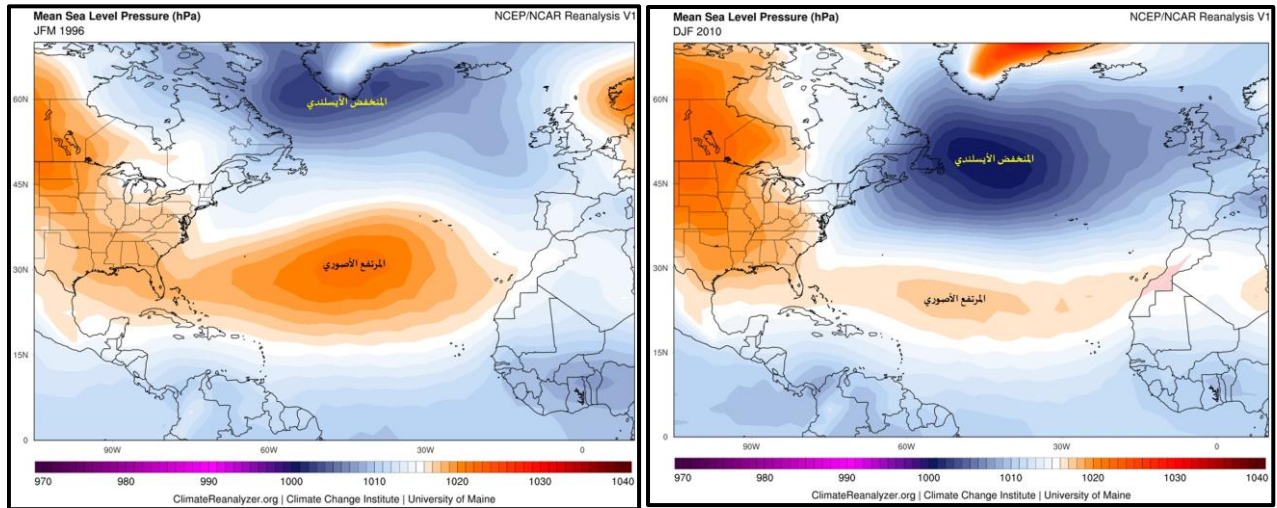
المصدر: إنجاز شخصي اعتمادا على مؤشرات الذبذبة الأطلسية وعلى مؤشر التساقطات الموحد، 2020.

بشكل عام يلاحظ أن السنوات الجافة الممتدة من سنة 1979-80 إلى سنة 2006-07، تميزت بدليل سلبي لهذا التآرجح، ويرجع سبب تعاقب الفترات الجافة، إلى هيمنة حالات الاستقرار لجوي التي ترجع بدورها إلى الاستقرار المطول للمرتفع الآصوري ولتقلص المنخفض الآيسلندي.

4.1.3.2. علاقة تأرجح شمال المحيط الأطلسي الشمالي بالتساقطات القصوى بحوض إيناون

أثبتت الدراسات (Zamrane, 2016 ; Khomsi, 2014 ; Filahi, 2015 ; Nouaceur, 2014) التي أجريت على العلاقة الموجودة، بين تأرجح شمال المحيط الأطلسي الشمالي وتغيرية التساقطات المطرية بالمغرب، أن هناك علاقة ترابط قوية بينهما، ولإثباتها قمنا بحساب معامل الارتباط الموجود بين هذين العنصرين، وللإشارة فقد أعطى نفس النتائج المدرجة في الجدول رقم 59، إذ يلاحظ من خلاله أن هناك علاقة عكسية بين دليل هذا التأرجح ومعامل انحراف التساقطات المطرية عن المعدل؛ إذ يؤدي انخفاض مؤشرات الذبذبة الأطلسية الشمالية، إلى ارتفاع قيم التساقطات المطرية المسجلة بالمحطات المدروسة، مما يدل أن للذبذبة الأطلسية الشمالية دور أساسي في حدوث تساقطات مطرية استثنائية في مجال الدراسة.

وبمقارنة مؤشر هذه الذبذبة مع مؤشر التساقطات الموحد (الشكل رقم 48)، يلاحظ، أن هناك تطابق بين السنوات الرطبة ومؤشرات هذا التأرجح في حالته السلبية، فخلال سنة 1995-96 تراجع الدليل إلى -2,14، كما تميزت أيضا بتساقطات مطرية مهمة تجاوزت في معظمها قيمها الاعتيادية بحوض إيناون، إذ نتج ذلك عن تقلص المرتفع الآصوري، الذي لم يتجاوز فيه متوسط الضغط 1017 هيكوتوبسكال (خريطة رقم 55)، الشيء الذي سمح للمنخفض الآيسلندي، بتوجيه كتل هوائية رطبة نحو العروض المغربية، خاصة وأنه تميز بالقوة (1008 هيكوتوبسكال) وبامتداده المجالي (خريطة رقم 56).



خريطة رقم 55: متوسط الضغط الجوي عند المرتفع الآصوري خريطة رقم 56: متوسط الضغط الجوي عند المرتفع الآيسلندي والمنخفض الآيسلندي خلال شهوريناير، فبراير ومارس سنة 2010 والمنخفض الآيسلندي خلال شهوريناير، فبراير ومارس سنة 1996

على غرار نموذج السنة السابقة، تميز مؤشر تآرجح شمال المحيط الأطلسي الشمالي سنة 2009-10 بتسجيله أدنى قيمه (3,01-)، بالنظر إلى الفترة المدروسة، وكما بينا سلفا أن هذه السنة عرفت حدوث فيضانات لم يسبق أن عرفها مجال الدراسة، نتيجة التساقطات المطرية المهمة التي سجلت بحوض إيناون، ولقد ارتبط ذلك بتقلص المرتفع الأصوري (1015 هيكوبسكال)، فاسحا المجال أمام الكتل الهوائية الرطبة الآتية من المنخفض الآيسلندي، إذ يلاحظ أن هذا الأخير (خريطة رقم 56) تميز بامتداده المجالي وناهز متوسط الضغط في مركزه 1010 هيكوبسكال.

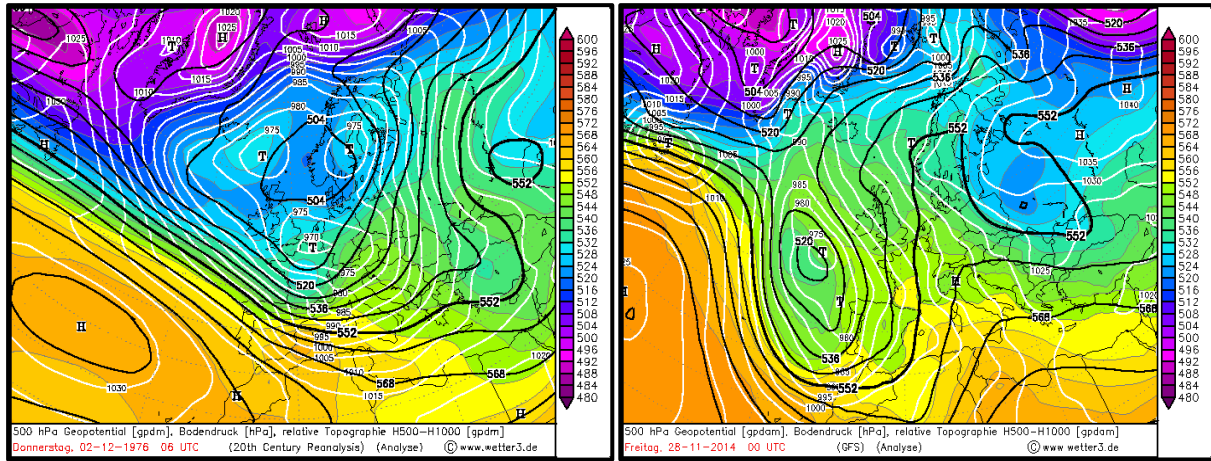
إذن يتضح أن لنظام تآرجح شمال المحيط الأطلسي، دور أساسي في تغييرية التساقطات المطرية بحوض إيناون، إذ يلاحظ بشكل عام أن الفترات الرطبة والممتدة من سنة 1970-71 إلى سنة 1979-80 ومن سنة 2007-08 إلى سنة 2010-11، تميز فيها هذا التآرجح بدليل منخفض، الشيء الذي جعل حركة الهواء يغلب عليها طابعا طولانيا، إذ تتخذ الاضطرابات مسارات أكثر جنوبية مما جعلها تتوغل داخل المغرب.

2.3.2. تأثير نظام تآرجح غرب البحر الأبيض المتوسط على مناخ الحوض

يدل نظام تآرجح غرب البحر الأبيض المتوسط، على الاختلاف الذي يقع في قيم الضغط الجوي على مستوى السطح بين محطتي سان فيرناندو San Fernando (إسبانيا) وباديوا Padua (إيطاليا)، يؤثر هذا التآرجح على التساقطات المطرية بمنطقة البحر الأبيض المتوسط (Knippertz et al, 2003)، بشكل عام والمغرب بشكل خاص. تم التعريف بالحالتين التي تتخذها هذه الذبذبة من طرف (Martin-Vide et Lopez-Bustins, 2004) حيث في:

- الحالة الأولى: يكون مؤشر هذا التآرجح موجب، يسمح ذلك بتقوية المرتفع الأصوري، الذي يصبح ممتدا على الربع الجنوبي الغربي من شبه الجزيرة الإيبيرية، مصحوبا بضغط منخفض على مستوى خليج الليغوري (Golfe de Ligure)، مما ينتج عن ذلك دورة عامة ذات اتجاه شمالي غربي-جنوبي شرقي للكتل الهوائية عند السطح (شكل رقم 57).

- الحالة الثانية: تدل على مؤشر سلبى بهذا التآرجح، وهي حالة معاكسة للأولى، حيث يظهر فيها الضغط المنخفض بالجنوب الشرقي لشبه الجزيرة الإيبيرية، مصحوبا بضغط مرتفع والذي يمتد من وسط أوروبا إلى خليج الليغوري (Golfe de Ligure)، فينتج عن هذه الحالة دورة عامة ذات مسار شرق-غرب للكتل الهوائية بالسطح (شكل رقم 58).



خريطة رقم 58: حالة الشذوذ في الدورة الهوائية
المصاحبة للطور الإيجابي لتأرجح غرب البحر الأبيض
المتوسط. (B) تدل على الضغط المنخفض و(H) تدل
على الضغط المرتفع وكلاهما بسطح الأرض.

خريطة رقم 57: حالة الشذوذ في الدورة الهوائية المصاحبة
للطور السلبي لتأرجح غرب البحر الأبيض المتوسط. (B) تدل
على الضغط المنخفض و(H) تدل على الضغط المرتفع
وكلاهما بسطح الأرض.

يحدث هذا التآرجح اضطراب، في توزيع الظروف المكانية والزمنية لكثافة الهواء وحركته، مما يترتب عنه تأثير في حركة الهواء، فيكون له انعكاس على المناطق المجاورة لهذا التآرجح خاصة عند عروض البحر الأبيض المتوسط، وعلى غرار الذبذبة الأطلنتية الشمالية، يعتبر تأرجح غرب البحر الأبيض المتوسط في إطار الترابط البعدي، من الأنظمة المهيكلية والمؤثرة على تغييرية تساقطات المغرب، لكن هذا التأثير يبقى جوهرياً.

1.2.3.2. دور تأرجح غرب البحر الأبيض المتوسط في تغييرية التساقطات المطرية بحوض إيناون
بدأ الاهتمام بهذا التآرجح من خلال محاولة ربطه بالتغييرية المطرية سنة 2006 من طرف (Martin-
Vide et Lopez-Bustins)، لكن هذا الاهتمام إقتصّر فقط على الضفة الشمالية من البحر الأبيض
المتوسط، في حين الضفة الجنوبية خاصة المغرب، لم تنل نفس الاهتمام باستثناء بعض الأبحاث التي
أجريت حديثاً مثل (Singla, 2009؛ Filahi, 2015؛ Zamrane, 2016). إستطاعت هذه البحوث الكشف
عن وجود ترابط إحصائي دال بين التساقطات المطرية ومؤشرات هذا التآرجح، فموقع المغرب في العروض
شبه المدارية وفي الهوامش الجنوبية للمنطقة المعتدلة الشمالية، إضافة إلى انفتاحه على البحر الأبيض
المتوسط والمحيط الأطلسي، يجعله يتأثر مباشرة بالذبذبة المتوسطية الغربية.

إحصائياً يتم التعبير عن هذه الذبذبة بمؤشر تم وضعه من طرف (Camuffo et Jones, 2002)،
وهي قيم الضغط المسجلة على المستوى اليومي، بالمحطات الرصدية الأولى تسمى (Padoue) بشمال
إيطاليا والثانية بجنوب غرب إسبانيا وتسمى (San Fernando). وقد حصلنا على قيم هذا المؤشر من خلال
الموقع التالي: <http://www.ub.es/gc/English/wemo.htm>.

2.2.3.2. علاقة تآرجح غرب البحر الأبيض المتوسط بالجفاف بحوض إيناون

لمعرفة تأثير الذبذبة المتوسطية على التساقطات بحوض إيناون تم إخضاعها للمقارنة مع مؤشر التساقطات الموحد، بالإضافة إلى حساب معامل الترابط لتوضيح العلاقة الترابطية الموجودة بين هذين العنصرين. يتضح من خلال نتائج معامل الارتباط والمدرجة في الجدول رقم 60 أن هناك علاقة عكسية بين هذين المعطيين، إذ يارتفاع قيم هذا التآرجح تنخفض التساقطات المطرية المسجلة بحوض إيناون، لكن الملاحظ هو ضعف معامل الارتباط، مقارنة مع نظام التآرجح الشمالي الأطلسي، مما يدل على ضعف تأثيره على تغيرية التساقطات المطرية بمجال الدراسة.

وبالرجوع إلى قيم الارتباط يلاحظ أنها تراوحت ما بين -0.01- بمحطة أحد امسيلة و-0.40- باب بودير، يتبين إذن أن هذا التأثير يقل، في المحطات ذات التوجيه الضعيف للمؤثرات الجوية (كمحطة أحد امسيلة، باب مرزوقة وواد أمليل) في حين المحطات المتبقية ذات التوجيه الجيد يرتفع فيها هذا التأثير.

جدول رقم 60 : معامل الترابط بين مؤشر التساقطات الموحد ومؤشرات تآرجح غرب البحر الأبيض

المحطات	تازة	باب مرزوقة	باب بودير	تايناست	أحد امسيلة	تاهلة	الكوشات	واد أمليل
معامل الترابط	-0.26	-0.18	-0.40	-0.30	-0.01	-0.34	-0.31	-0.17

المصدر: إنجاز شخصي اعتمادا على مؤشرات تآرجح غرب البحر الأبيض ومؤشر التساقطات الموحد، 2020.

ومن خلال مقارنة دليل هذا التآرجح، مع مؤشر التساقطات الموحد (شكل رقم 71) يتضح أن له دور في حدوث الجفاف بحوض إيناون، إذ يلاحظ أن السنوات الجافة يقابلها دليل إيجابي في هذا التآرجح، فخلال سنة 1990-89 والتي كانت جافة ارتفع مؤشر هذه الذبذبة إلى +0,50، وبالمقابل سجل مؤشر التساقطات الموحد -0,44 وفي سنة 2011-10 بلغ دليل هذا التآرجح +0,44، في حين مؤشر التساقطات الموحد بلغ -0,69، وبشكل عام يلاحظ أن الفترات الجافة المحددة سلفا تميزت بدليل إيجابي في غالب الأحيان.

ينتج الجفاف المناخي بحوض إيناون، نتيجة للخلل التي تحدثه هذه الذبذبة، في حركة الهواء عند حوض البحر الأبيض المتوسط، إذ يسمح ذلك بتقوية المرتفع الأصوري الذي يصبح ممتدا على الربع الجنوبي الغربي من شبه الجزيرة الإيبيرية، مصحوبا بضغط منخفض على مستوى خليج الليغوري (Golfe de Ligure)، مما ينتج عن ذلك دورة عامة ذات اتجاه شمالي غربي-جنوبي شرقي، للكتل الهوائية عند السطح، مما يجعل المغرب يعيش ظروف من الاستقرار الجوي.

شكل رقم 71: تغيرية مؤشرات الذبذبة المتوسطة ومؤشر التساقطات الموحد بحوض إيناون للفترة الممتدة

من 13-2012/ 71-1970



المصدر: إنجاز شخصي اعتمادا على مؤشرات تأرجح غرب البحر الأبيض ومؤشر التساقطات الموحد ، 2020.

3.2.3.2. علاقة تأرجح غرب البحر الأبيض المتوسط بالتساقطات الاستثنائية بحوض إيناون

لتبيان العلاقة الموجودة بين التساقطات المطرية، خاصة الاستثنائية منها وتأرجح غرب البحر الأبيض المتوسط، تم الاعتماد على معامل الارتباط ومؤشر التساقطات المطرية، وانطلاقا من نتائج الجدول رقم 60 يتضح، أنه كلما كان دليل هذا التأرجح سلبى، فإن التساقطات المطرية ترتفع بحوض إيناون (شكل رقم 69). ففي الحالة السلبية يظهر الضغط المنخفض بالجنوب الشرقي لشبه الجزيرة الإيبيرية، مصحوب

بضغط مرتفع الذي يمتد من وسط أوروبا إلى خليج الليغوري (Golfe de Ligure)، فينتج عن هذه الحالة دورة عامة ذات مسار شرق-غرب للكتل الهوائية بالسطح، مما يجعل المغرب يعيش ظروف عدم استقرار جوي. ومن السنوات الرطبة التي كان فيها دليل هذه الذبذبة سلبيا نجد 1988-87 إذ تراجع إلى 1,31-، وسنة 1994-95 بلغ 1,01-، وخلال سنة 2010-09 التي تميزت بالتساقطات المطرية المهمة التي تسببت في حدوث الفيضانات سجل دليل هذه الذبذبة 0,96-.

خلاصة الفصل الثاني

- يستنتج من خلال دراسة أصناف الطقس المضطربة والمستقرة وترددتها بالحوض ما يلي:
 - إن أوضاع الطقس والمناخ بحوض إيناون تتأثر بمراكز التأثير الفعالة، والكتل الهوائية، والجهات الجوية التي تتردد على البلاد، حيث يرتبط هذا بالموقع الجغرافي للمغرب ككل ضمن العروض شبه المدارية، وهو ما يجعله منطقة إتصال ما بين المؤثرات الباردة الآتية من العروض المعتدلة، والمؤثرات الحارة القادمة من العروض المدارية.
 - يعتبر التيار النفاث شبه مداري عن طريق التغيرات التي يمكن أن تطرأ عليه من حيث سرعته وحركاته، الموجه الأساسي للدورة الهوائية فوق المغرب والمتحكم في تطور الطقوس السطحية خاصة، حيث يرسم مسار الاضطرابات الجوية التي يتأثر بها المغرب بشكل عام وحوض إيناون بشكل خاص.
 - يشكل المرتفع الأصوري المحدد الرئيسي في معظم الأحيان لأوضاع الطقس عند السطح، حيث نتيجة تأثير حركات التيار النفاث شبه المداري، إذ يتخذ العالي الأصوري أوضاعا مختلفة من حيث الامتداد الجغرافي، مما يجعله يوجه نحو البلاد كتلا هوائية متباينة الخصائص.
 - نتيجة لتنوع آليات الدورة الهوائية والخصائص الطبيعية لسطح الأرض بحوض إيناون، يتولد تنوع كبير في أصناف الطقس بمجال الدراسة، وقد تم التوقف على تحليل هذه الأصناف خاصة الكبرى منها والتي تتردد بشكل كبير.
 - يحصل العجز المطري أثناء سنوات الجفاف، بفعل التأثير المباشر للدورة الهوائية التي تمارسه على أصناف الطقوس بحوض إيناون، حيث لوحظ من خلال دراسة حالتي الجفاف، أن هذا الأخير مقترن بطغيان الطقوس ضد إعصارية المستقرة والجافة، وذلك نتيجة تشكل خلايا حاجزية تمنع من تسرب الاضطرابات الممطرة إلى مجال الدراسة. هذا بالإضافة إلى التراجع القوي في عدد الطقوس المضطربة وفي فعاليتها المطرية.
 - تبين أن السنوات الشديدة الرطوبة التي عرفها حوض إيناون، نتجت في الغالب عن النشاط والفعالية الكبيرة وغير المعتادة للطقوس المضطربة، خاصة مثل الاضطرابات الغربية السريعة، والاضطرابات الشمالية والشمالية الغربية، ثم الاضطرابات الجنوبية الغربية. ورغم التردد المهم للطقوس المستقرة بهذين الحالتين، إلا أنها لم تؤثر على رطوبة الأجواء ومعدلات التساقطات المطرية المسجلة بحوض إيناون.

ومن خلال دراسة الارتباط بين تغيرية التساقطات المطرية، والذبذبتين الشمال أطلسية وغرب البحر الأبيض المتوسط، تبين أن:

- تأرجح شمال المحيط الأطلسي يساهم بشكل كبير في تغيرية التساقطات المطرية، والتي من بين تجلياتها الجفاف المناخي والتساقطات المطرية الاستثنائية بحوض إيناون
- هيمنة الطور الإيجابي لتأرجح شمال المحيط الأطلسي منذ نهاية السبعينيات، الشيء الذي كان له دور في غياب الكتل الهوائية الرطبة عن المغرب، مما تسبب في استقرار أوضاع الجفاف المناخي بمجال الدراسة.
- إذا كانت موجات الجفاف بمجال الدراسة تنتج في أغلب الحالات، عن حدوث مؤشر إيجابي في الذبذبة الأطلنتية، نتيجة تزايد قوة الضغط الجوي في المرتفع الآصوري، واستقراره المطول قبالة سواحل البلاد، فإن هناك بعض الحالات من الجفاف تحدث بالرغم، من ظهور مؤشر سلبى في الحقل الضغطي لهذه الخلية.
- اتضح أن النزعة الغالبة على هذا النظام، تتمثل في تعمق منخفض أيسلندا من جهة، وتقوية مرتفع الآصور من جهة أخرى مع امتداده في اتجاه العروض المتوسطة، وضعف ملموس لمرتفع سيبيريا. هذا التغير في متوسط الضغط في هذه المنطقة، يواكبه انتقال واضح لمسارات الاضطرابات الجوية، نحو الشمال مع انخفاض في عددها، وهي ظروف تعزى طبعاً لاستمرار هيمنة نظام الدليل الإيجابي لتأرجح شمال أطلسي.
- في الحالات المطرية القصوى، ينخفض دليل تأرجح شمال المحيط الأطلسي بشكل قياسي، مما يؤثر على حركة الهواء التي تصبح أكثر طولية، مما يجعل الاضطرابات تأخذ مسارات أكثر جنوبية لتتعمق في المغرب. كما ثبت وقوع سنوات ممطرة نسبياً، أثناء تسجيل مؤشر إيجابي في الحقل الضغطي الآصوري ويعبر هذا، عن تدخل ميكانيزمات جوية أخرى، كالمخفض المتوسطي، والاستعصارات المحلية بفعل تسلل القطرات الهوائية الباردة في الأجواء العليا، وتزحزح المنخفض الآيسلندي أحياناً نحو الجنوب.
- تتأثر التساقطات المطرية بحوض إيناون بشكل ضعيف، بنظام تأرجح غرب البحر الأبيض المتوسط مقارنة مع تأرجح شمال المحيط الأطلسي.
- وجود علاقة بين ذبذبة غرب البحر الأبيض المتوسط، وتغيرية التساقطات المطرية بحوض إيناون، إذ توافق حالات الجفاف المناخي الدليل الإيجابي لهذه الذبذبة، في حين الدليل السلبى يوافق التساقطات الاستثنائية.

الفصل الثالث:

انعكاسات الظواهر الهيدرومناخية القصوى بحوض إيناون وأشكال تدبيرها على المستوى الوطني والدولي

مقدمة

من خلال هذا الفصل سيتم التطرق، إلى الآثار المترتبة عن تعاقب الظواهر الهيدرومناخية القصوى بالحوض، إذ سنحاول حساب مختلف مكونات الحصيلة المائية، لمعرفة تطوراتها ومدى تأثير الجفاف المناخي عليها. كما تم التوقف أيضا على آثار خطر الفيضانات بمجال الدراسة، من خلال استقراء تاريخها والوقوف على الخسائر المترتبة عنها، وفي الأخير خلصنا إلى استحضار مختلف التدابير المتخذة للتأقلم والوقاية من هذه المخاطر.

1.3. انعكاسات الحالات الهيدرومناخية القصوى بحوض إيناون

1.1.3. الآثار الناجمة عن الجفاف بالحوض

من خلال هذا العنصر سنبرز تأثير الجفاف المناخي على الموارد المائية بالحوض، وذلك عبر حساب الفرشة المائية المتساقطة والجارية، وكذلك الحصيلة المائية بالتربة، بهدف مقارنة فترتين متساويتين.

1.1.1.3. أثر حالات الجفاف المناخي على الحصيلة المائية لحوض إيناون

1.1.1.1.3. تراجع متوسط الفرشة المائية المتساقطة

لمعرفة درجة تقلص مجالات الفرشة المائية المتساقطة بحوض إيناون، تم إجراء مقارنة لفترتين متساويتين، الفترة الأولى (1970-1990/71-91) والثانية (1991-2011/92-12)، وذلك عبر إنجاز خريطتين لمنحنيات تساوي التساقطات المطرية للفترتين موضوع المقارنة، إذ مكن ذلك من حساب متوسط الفرشة المائية المتساقطة في كل فترة، من خلال حساب المساحة التي تشغلها كل فئة، من فئات التهاطل الخاصة بكل محطة. والنتائج المحصل عليها تم إدراجها في جدول رقم 61 و62، إذ يستنتج من خلالها، أن هناك ترجعا في متوسط الفرشة المائية المتساقطة بحوض إيناون، في الفترة الثانية مقارنة بالفترة الأولى بـ 3,69 % بحيث انتقل من 898,1 ملم بين 1970-1990/71-91 إلى 866,2 ملم بين 1991-2011/92-12.

جدول رقم 61: الفرشات المائية المتساقطة بمختلف محطات الحوض في الفترة ما بين سنتي 1970-1990/71-91

الفرشة المائية المتساقطة بـ ملم	$Pi \cdot Ai$ (ملم)	المساحة بـ كلم ² (Ai)	التساقطات السنوية بـ ملم (Pi)	منحنيات تساوي التساقطات المطرية
898.1	695697.8	970.3	717	500-400
	273145.6	328.3	832	600-500
	1289432.2	1387.2	929.5	700-600
	521004.8	507.8	1026	800-700
	455163.8	407.5	1117	900-800
	3234444	3601		

المصدر: إنجاز شخصي اعتمادا على معطيات وكالة حوض سيو، مديرية الفلاحة بتازة، وبرنامج Arc Map (2020)

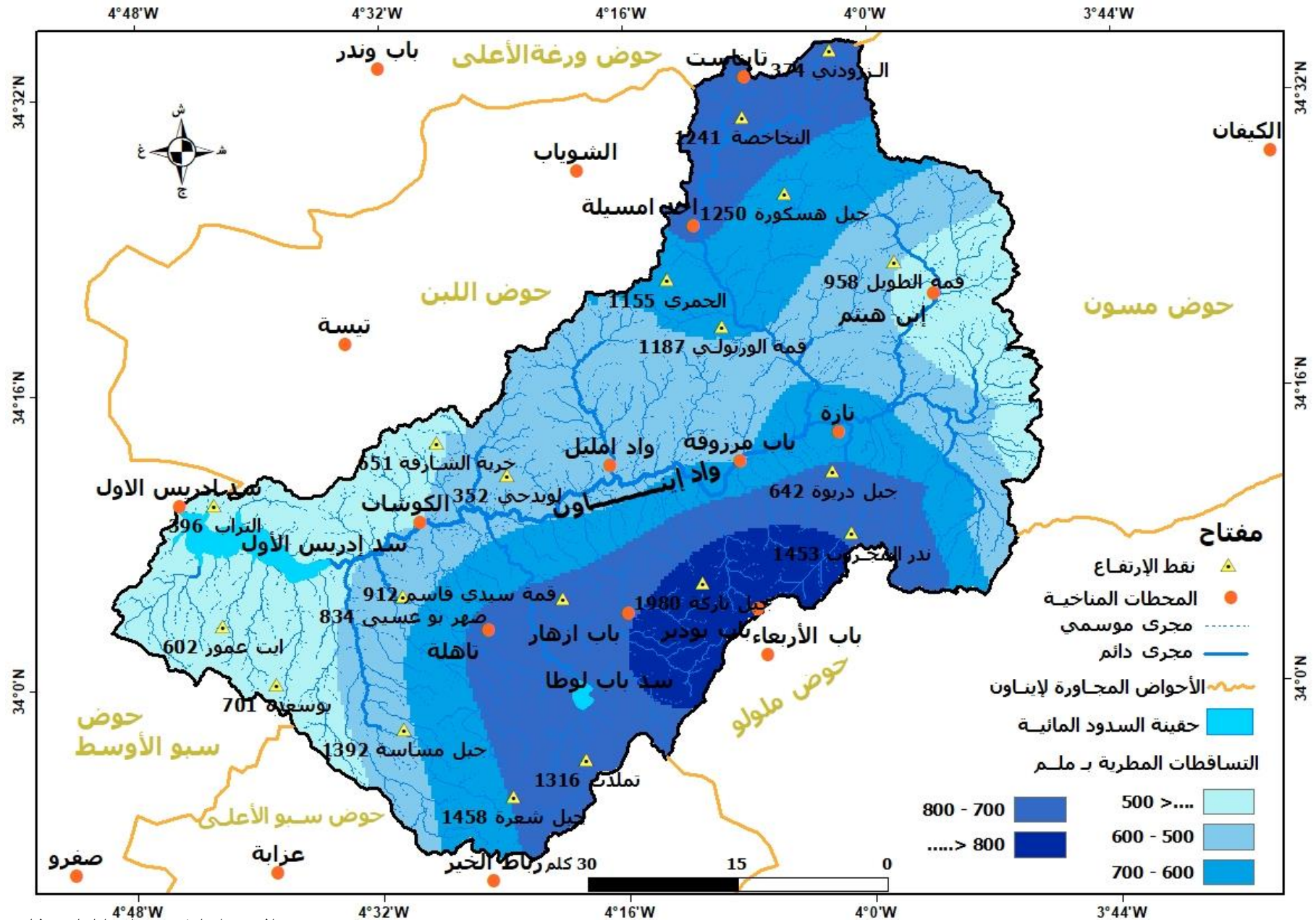
جدول رقم 62: الفرشات المائية المتساقطة بمختلف محطات الحوض في الفترة ما بين سنتي 1991-92/ 2011-12

الفرشة المائية المتساقطة بـ ملم	$Pi \cdot Ai$ (ملم)	المساحة بـ كلم ² (Ai)	التساقطات السنوية بـ ملم (Pi)	منحنيات تساوي التساقطات المطرية
866.2	553081.6	775.7	713	500-400
	566528.3	699.8	809.5	600-500
	822331.5	944.1	871	700-600
	1000047.9	1027.3	973.5	800-700
	176935.7	153.7	1151	900-800
	3118925	3601		

المصدر: إنجاز شخصي اعتمادا على معطيات وكالة حوض سيو، مديرية الفلاحة بتازة، وبرنامج Arc Map (2020)

ومن خلال ملاحظتنا للخريطتين رقم 59 و60، يتضح أن هناك تراجع لمجال التهاطل في الفترة الثانية 1991-92/ 2011-12، والمنحصر بين منحي 400 ملم و500 ملم خاصة بمحطة سد إدريس الأول وإبن هيثم، وأصبح يغطي مساحة تقدر بـ 7, 755، بعد أن كان بمساحة تقدر 3, 970 كلم²، بينما توسع مجال الفئات المطرية التي بين 500 ملم و600 ملم إذ انتقل من 3, 328 كلم² إلى 8, 699 كلم² في الفترة الثانية، كما تقلصت المجالات التي ينحصر متوسطها المطري بين 600 ملم و700 ملم خاصة بمحطتي تازة وواد أمليل من 2, 1387 كلم² إلى 1, 944 كلم².

كما ارتفعت مساحة التهاطل لـ 700 ملم و800 ملم، حيث قاربت في الفترة الأولى 8, 507 كلم² بينما في الفترة الثانية وصلت إلى 3, 1027 كلم²، وشملت محطة تاهلة، باب أزهار. وعلى العكس من ذلك نزلت مساحة الفرشة المائية المنحصرة بين 800 ملم و900 ملم من 5, 407 كلم² إلى 7, 153 كلم²، وغطت فقط محطة باب بودير. هذا التقلص في الفرشة المائية المتساقطة مرده، للتراجع المطري الذي هم حوض إيناون خلال فترات الثمانينات والتسعينات، الشيء الذي انعكس سلبا على الموارد المائية بحوض إيناون، خاصة بالمناطق المنخفضة من الحوض.



خريطة رقم 60: الفرشات المائية المتساقطة بمختلف محطات حوض إينان في الفترة ما بين سنتي 1991-1992/12-2011

2.1.1.1.3 تراجع حصيلة الجريان بحوض إيناون

للقوف على التراجع الذي عرفته حصيلة الجريان بحوض إيناون، تمت مقارنة فترتين متساويتين بمحطتي باب مرزوقة ومحطة الكوشات جدول رقم 63 - 64، إذ يتضح من خلالهما أن الفرشة الجارية بمحطة الكوشات تناقصت بـ 46.1 ملم، مثلت نسبة مهمة وصلت إلى % 26,07 -، حيث انتقلت من 176.8 ملم في الفترة الأولى إلى 130.7 ملم في الفترة الثانية، وبمحطة باب مرزوقة تقلصت هذه الفرشة بـ 26.9 ملم مقارنة بين الفترتين أي بنسبة بلغت % 31,6 -.

جدول رقم 63: مقارنة حصيلة الجريان بحوض إيناون (باب مرزوقة 91-90/70-71) ، (الكوشات 88-87/76-75)

الحوض المائي	محطة القياس	المساحة كلم ²	متوسط الصبيب م ³ /ث	متوسط الصبيب ل ² /كلم ²	الفرشة المائية المتساقطة (ملم)	الفرشة المائية الجارية (ملم)	عجز الجريان	معامل الجريان (%)
حوض إيناون	باب مرزوقة	1500	5.3	3.56	929.5	112.33	817.2	12.1
	الكوشات	2570	14.4	5.61	832	176.89	655.1	21.3

المصدر: إنجاز شخصي اعتمادا على معطيات وكالة حوض سبو، مديرية الفلاحة بتازة، (2020).

جدول رقم 64: مقارنة حصيلة الجريان بحوض إيناون (باب مرزوقة 91-90/70-71)، (الكوشات 88-87/76-75)

الحوض المائي	محطة القياس	المساحة كلم ²	متوسط الصبيب م ³ /ث	متوسط الصبيب ل ² /كلم ²	الفرشة المائية المتساقطة (ملم)	الفرشة المائية الجارية (ملم)	عجز الجريان	معامل الجريان (%)
حوض إيناون	باب مرزوقة	1500	4.06	2.71	871	85.34	785.66	9.8
	الكوشات	2570	10.7	4.15	809.5	130.78	678.72	16.2

المصدر: إنجاز شخصي اعتمادا على معطيات وكالة حوض سبو، مديرية الفلاحة بتازة، (2020).

ولعل نسبة العجز المسجلة بالمحطتين، يعود للتدني المطري الذي أصبحت تعرفه التساقطات المطرية، منذ نهاية سبعينيات القرن الماضي، بالإضافة أيضا إلى عملية التبخر التي تزايدت بفعل الارتفاع الذي شهدته درجة الحرارة في السنوات الأخيرة.

3.1.1.1.3 تقدير عجز الجريان بالحوض

يمثل عجز الجريان الفرق بين الفرشة المائية المتساقطة والفرشة المائية الجارية (جدول رقم 63 - 64). إذ بلغ في الفترة الأولى 817.2 ملم بمحطة باب مرزوقة و 655.1 ملم بمحطة الكوشات، بينما الفترة الثانية تراوح ما بين 785.6 ملم بالمحطة الأولى و 678.7 ملم بالمحطة الثانية، من خلال هذه النتائج يلاحظ أن عجز الجريان مهم بمحطة باب مرزوقة مقارنة بالكوشات، ذلك راجع إلى البنية الصخرية التي تعمل على تخزين الماء، الشيء الذي يساهم في استمرارية الجريان وصولا عند هذه المحطة. بينما محطة باب

مرزوقة بفعل وجود تربة صلصالية بمقدمة الريف، التي لا تسمح بتكوين منابع التي تعمل على دعم جريان لواء إيناون. عموما يبقى هذا العجز مرتفع بالمحطتين، وقد يرجع ذلك أساسا إلى تدني التساقطات المطرية الذي شهده الحوض، وأهمية التبخر الجوي بفعل ارتفاع الحرارة، وحركية رياح الشرقي الحارة، التي يعرفها الحوض خاصة في الفترة الصيفية، وكذلك نفاذية السطح الكلسي للسفح الأطلسي، مما يجعل المياه المتساقطة تتسرب بسرعة إلى باطن الأرض. وهناك أيضا عوامل بشرية مرتبطة بتخزين جزء من المياه كما هو الشأن بسد باب لوطا، وكذلك تزايد استعمال مياه الأودية في سقي الأنشطة الفلاحية التي تقام بجوار المجاري المائية.

ومن جهة أخرى يلاحظ تأثر معامل الجريان بالحوض، ففي الفترة الأولى وصل إلى 12.1 % بمحطة باب مرزوقة و 21.3 % بالكوشات، ونزل في الفترة الثانية إلى 9.8 % بالمحطة الأولى و 16.2 % بالمحطة الثانية. حيث يمكن اعتبار العوامل التالية المسؤولة عن هذا التراجع بالحوض، من قبيل وجود طاقة تبخارية مهمة، وتدخل الأنشطة الفلاحية من ري والتسرب، خاصة في الجزء الذي يتشكل من الصخور الكلسية.

4.1.1.1.3 الحصيلة المائية بحوض إيناون

لتبيين الخصائص الذي شهدته الحصيلة المائية بالحوض، عملنا على مقارنتها من خلال فترتين متساويتين، والنتائج المحصل عليها تم إدراجها في الجدول رقم 65 والشكل 72، تظهر أن تبخر النتج الفعلي السنوي في المحطات المدروسة، بلغ على التوالي بين الفترتين: 300,4 ملم و 301,4 ملم بمحطة تازة، 343.4 ملم و 300.8 ملم بمحطة تاهلة، 285.5 ملم و 280 ملم بمحطة تايناست، 312.1 ملم و 317.4 ملم بمحطة باب بودير، ويلاحظ أن هناك تقارب فيه بين الفترتين بالمحطات المدروسة.

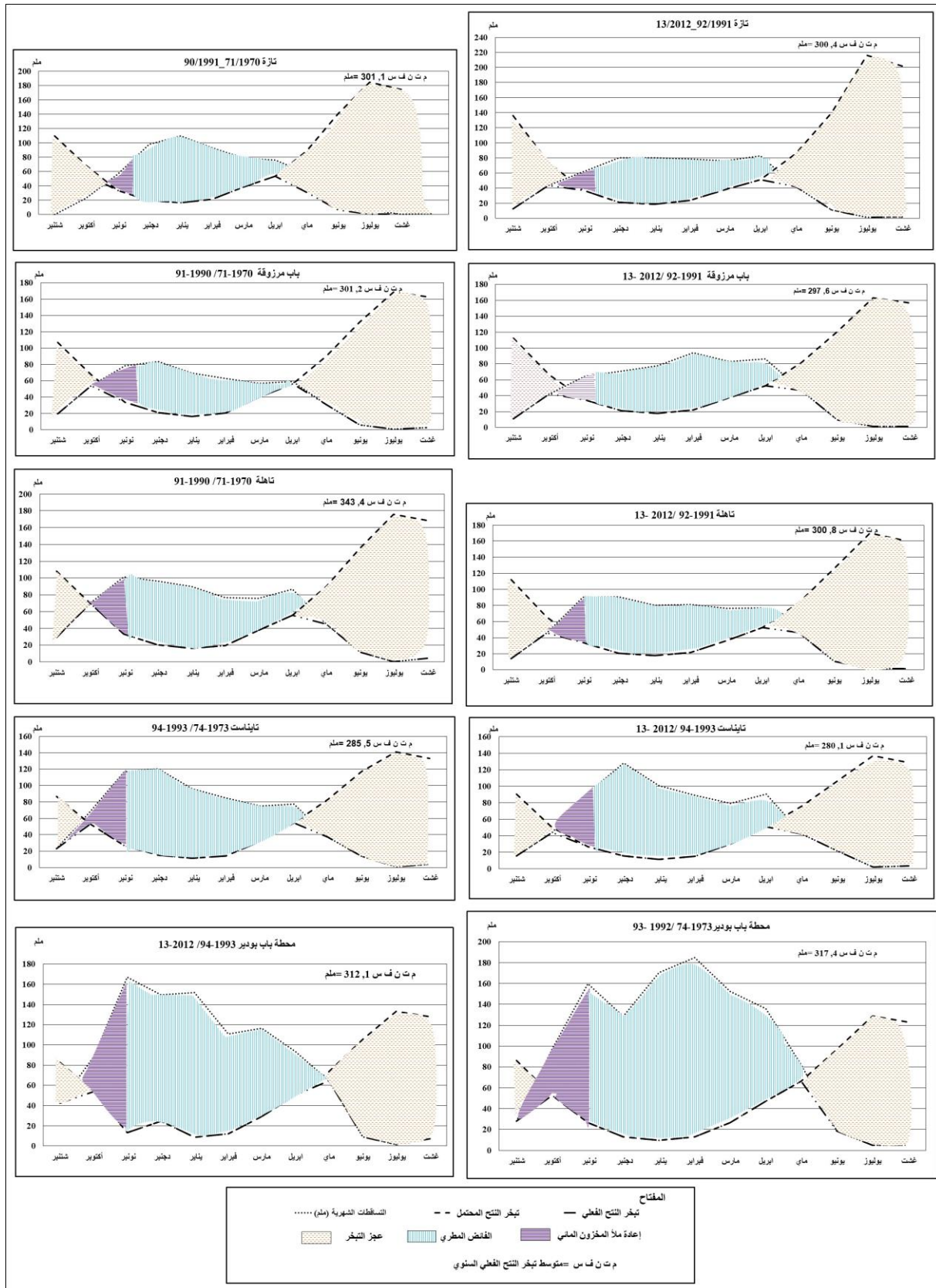
تبين الحصيلة المائية بالتربة داخل الشهور (الشكل رقم 72)، أن التبخر النتج الفعلي ينخفض بين نونبر وأبريل بمحطتي تازة وباب مرزوقة، وبين أكتوبر وأبريل بمحطة تاهلة، تايناست، وباب بودير بين أكتوبر وماي، حيث يعادل تبخر النتج الممكن، الذي يبقى أقل من التساقطات المطرية، خلال هذه الفترة من السنة والتي يكون فيها الجريان المائي، ويلاحظ أيضا أن الفترة الأولى (1970-71 / 1990-91 و 1973-74 / 1992-93) كان فيها تبخر النتج الفعلي، أقل من مثيله في الفترة الثانية (1991-91 / 2012-13 و 1993-94 / 2012-13)، وهذا راجع إلى الارتفاع الذي عرفته درجة الحرارة بالحوض. بينما عند تزايد الطاقة التبخارية للجو خلال الشهور الممتدة من ماي إلى أكتوبر، تؤدي إلى استنفاد المخزون المائي داخل التربة، بفعل ارتفاع تبخر النتج الممكن ويصاحب ذلك، الانخفاض التدريجي التساقطات المطرية التي تصل إلى أدنى مستوى لها، في شهري يوليوز وغشت. وعادة ما بداية كل سنة هيدرولوجية وحسب المحطات يشكل شهر نونبر أو دجنبر فترة ملء المخزون المائي.

جدول رقم 65: الحصة المائية لبعض محطات حوض إيناون خلال فترتين متساويتين

المحطة	الفترة المدروسة	الحصة المائية	شتنبر	أكتوبر	نونبر	دجنبر	يناير	فبراير	مارس	أبريل	ماي	يونيو	يوليو	غشت	السنة
تازة	1970-71/1990-91	التساقطات المطرية	22.8	56.2	97.9	109.7	93.2	78.6	75.8	58.2	30.8	6.5	0.3	1.2	631.2
		تبخرالنتج المحتمل	109.9	68.5	33.7	19.8	16.3	21.4	38.3	53.3	88.7	140.6	184.6	174.7	949.6
		تبخرالنتج الفعلي	22.8	56.2	33.7	19.8	16.3	21.4	38.3	53.3	30.8	6.5	0.3	1.2	300.4
	1991-92/2012-13	التساقطات المطرية	12.4	43.6	61.8	80.4	80.2	78.5	75.9	82.8	41.9	11.2	1.3	1.7	571.7
		تبخرالنتج المحتمل	136.4	74.3	36.8	20.9	18.7	23.8	37.7	51.2	85.6	139.8	216.1	201.8	1042.9
		تبخرالنتج الفعلي	12.4	43.6	36.8	20.9	18.7	23.8	37.7	51.2	41.9	11.2	1.3	1.7	301.1
باب مرزوقة	1970-71/1990-91	التساقطات المطرية	19.7	53.8	78.3	83.4	69.4	62.6	56.7	58.9	31	6	0.8	2.7	523.2
		تبخرالنتج المحتمل	106.9	67.5	33.6	21.0	16.4	20.6	39.7	56	90	131.8	168.6	163.2	915.2
		تبخرالنتج الفعلي	19.7	53.8	33.6	21.0	16.4	20.6	39.7	56	31	6	0.8	2.7	301.2
	1991-92/2012-13	التساقطات المطرية	10.8	42.5	64.5	70.8	77.6	94.1	83	86.1	46.9	9.6	1.2	1.4	588.4
		تبخرالنتج المحتمل	112.1	66	34.5	21	17.7	22.2	37.3	52.5	81.5	120.6	163.0	157	885.4
		تبخرالنتج الفعلي	10.8	42.5	34.5	21	17.7	22.2	37.3	52.5	46.9	9.6	1.2	1.4	297.6
تاهة	1970-71/1990-91	التساقطات المطرية	29.1	70.4	101.3	96.1	90.1	76.6	75.6	86.5	45.3	11.7	0.4	4.5	687.8
		تبخرالنتج المحتمل	108	69.9	33.3	20.2	16.1	19.7	37.7	55.5	90	135.7	176.1	168.6	930.8
		تبخرالنتج الفعلي	29.1	69.9	33.3	20.2	16.1	19.7	37.7	55.5	45.3	11.7	0.4	4.5	343.4
	1991-92/2012-13	التساقطات المطرية	13.8	46	62.4	61.7	58.2	81.0	76.2	77	46.2	10.5	1.5	1.5	536
		تبخرالنتج المحتمل	112.4	65.6	33.7	20.3	17.5	21.3	36.1	52.5	83.3	125.9	170.1	160.5	899.1
		تبخرالنتج الفعلي	13.8	46	33.7	20.3	17.5	21.3	36.1	52.5	46.2	10.5	1.5	1.5	300.8
تايناست	1973-74 /1992 -93	التساقطات المطرية	23.1	68.4	116.6	120.6	96.2	84.8	75.2	77.3	37.2	13.8	1.2	3.7	718
		تبخرالنتج المحتمل	86.9	53.1	26.7	15.1	11.2	14.2	31.8	55	83	117	141	132.9	767.6
		تبخرالنتج الفعلي	23.1	53.1	26.7	15.1	11.2	14.2	31.8	55	37.2	13.8	1.2	3.7	285.5
	1993-94/ 2012-13	التساقطات المطرية	15.5	44.0	75.8	91.4	81.8	88.2	75.4	90.8	42	21.8	2.0	3.8	632.4
		تبخرالنتج المحتمل	90.6	49.9	26.9	15.8	11.6	15.4	30.2	51.1	76.1	106.6	137.1	128.9	740.3
		تبخرالنتج الفعلي	15.5	44.0	26.9	15.8	11.6	15.4	30.2	51.1	42	21.8	2	3.8	280
باب بودير	1973-74 /1992 -93	التساقطات المطرية	28.2	97.1	159.7	128.7	170.6	184.8	152.3	136	82.0	18.5	4.7	5.2	1167.7
		تبخرالنتج المحتمل	86.1	52.6	26.8	13.1	9.7	13.1	26.7	47.1	66.4	96.8	128.8	123.1	690.3
		تبخرالنتج الفعلي	28.2	52.6	26.8	13.1	9.7	13.1	26.7	47.1	66.4	96.8	128.8	123.1	312.1
	1993-94/ 2012-13	التساقطات المطرية	42.4	88.5	166.8	149.3	151.6	110.7	116.4	93.4	64.6	9.1	1.6	7.2	1001.6
		تبخرالنتج المحتمل	82.6	53.9	13.4	24.8	8.8	11.9	29	50.5	73.5	105.3	133.3	127.9	715
		تبخرالنتج الفعلي	42.4	53.9	13.4	24.8	8.8	11.9	29	50.5	64.6	9.1	1.6	7.2	317.4

مصدر معطيات الحرارة: <https://climate.northwestknowledge.net>

شكل رقم 72: الحصيلة المائية لبعض محطات حوض إيتاون خلال فترتين متساويتين



المصدر: إنجاز شخصي اعتمادا على معطيات المديرية الإقليمية للفلاحة بتازة، 2019.

تختلف أهمية تبخر النتح الفعلي بين مناطق الحوض فبالمجالات المنخفضة (تازة وباب مرزوقة)، وبالمقارنة بين الفترتين يلاحظ ارتفاع قيم تبخر النتح الفعلي طيلة شهور السنة، حيث انتقل في فصل الشتاء خاصة بشهر يناير من 16,3 ملم في الفترة الأولى إلى 18,7 ملم، في الفترة الثانية بمحطة تازة، وبمحطة باب مرزوقة من 20,6 ملم إلى 22,2 ملم في شهر فبراير. كما ارتفع أيضا خلال الشهور ما بين ماي وأكتوبر إذ تراوح بين 6.5 ملم في الفترة الأولى، و 11.2 ملم في الفترة الثانية في شهر يونيو بمحطة تازة. وبالمجالات المرتفعة يلاحظ وجود اختلاف طفيف، بين قيم تبخر النتح الفعلي بين شهور السنة على امتداد الفترتين، ويلاحظ أيضا تناقصه في بعض الشهور، خاصة بشهري شتنبر وأكتوبر إذ انتقل على التوالي بين الفترتين، بشهر شتنبر من 29.1 ملم في الفترة الأولى إلى 13.8 ملم في محطة تاهلة، ومن 23.1 ملم إلى 15.5 ملم بمحطة تايناست.

2.1.1.3. انعكاسات الجفاف المناخي على الإنتاج الزراعي بالحوض

يتميز المردود الزراعي ببعض جماعات مقدمة الريف، بالاختلاف من جماعة لأخرى (جدول رقم 66)، حيث وصل متوسطه في الهكتار الواحد، خلال الفترة ما بين 2000-01 إلى 2009-10، خاصة القمح اللين إلى 12 قنطار بجماعة باب مروج كأعلى مردود و 9,7 قنطار كأقل مردود في جماعة كهف الغار. بينما بلغ القمح الصلب 10,8 قنطار في حده الأقصى بجماعة باب مروج، و 9,3 قنطار بجماعة الجوزات، أما الشعير فانحصر مردوده بين 11,7 قنطار بجماعة باب مروج و 10,2 قنطار بجماعة بني فتح.

أما بالسفح الريفي فيصل مردود القمح الصلب واللين إلى 14 قنطار، بجماعة تاهلة ومطماطة وأيت سغروشن، في حين الشعير يتراوح بين 12 قنطار بتاهلة و 8 قنطار بمطماطة وأيت سغروشن.

ومعلوم أن التساقطات المطرية بالحوض تتميز بعد الانتظام كما وكيفا، ويؤثر ذلك بقوة على الأنشطة الزراعية. ففي غالب الأحيان ينتج عن شح الأمطار تارة وتزايد معدلاتها تارة أخرى، تذبذب شديد في الإنتاج الفلاحي على المستويين الزمني والمكاني، وتعتبر الحبوب من أكثر المزروعات تأثرا بتغيرية التساقطات المطرية، لاسيما وأنها الأكثر انتشارا بمجال الدراسة، وأقلها استعمالا لمياه السقي.

جدول رقم 66: متوسط مردود الحبوب الرئيسية ومعامل الارتباط بالتساقطات المطرية ببعض جماعات حوض إيناون

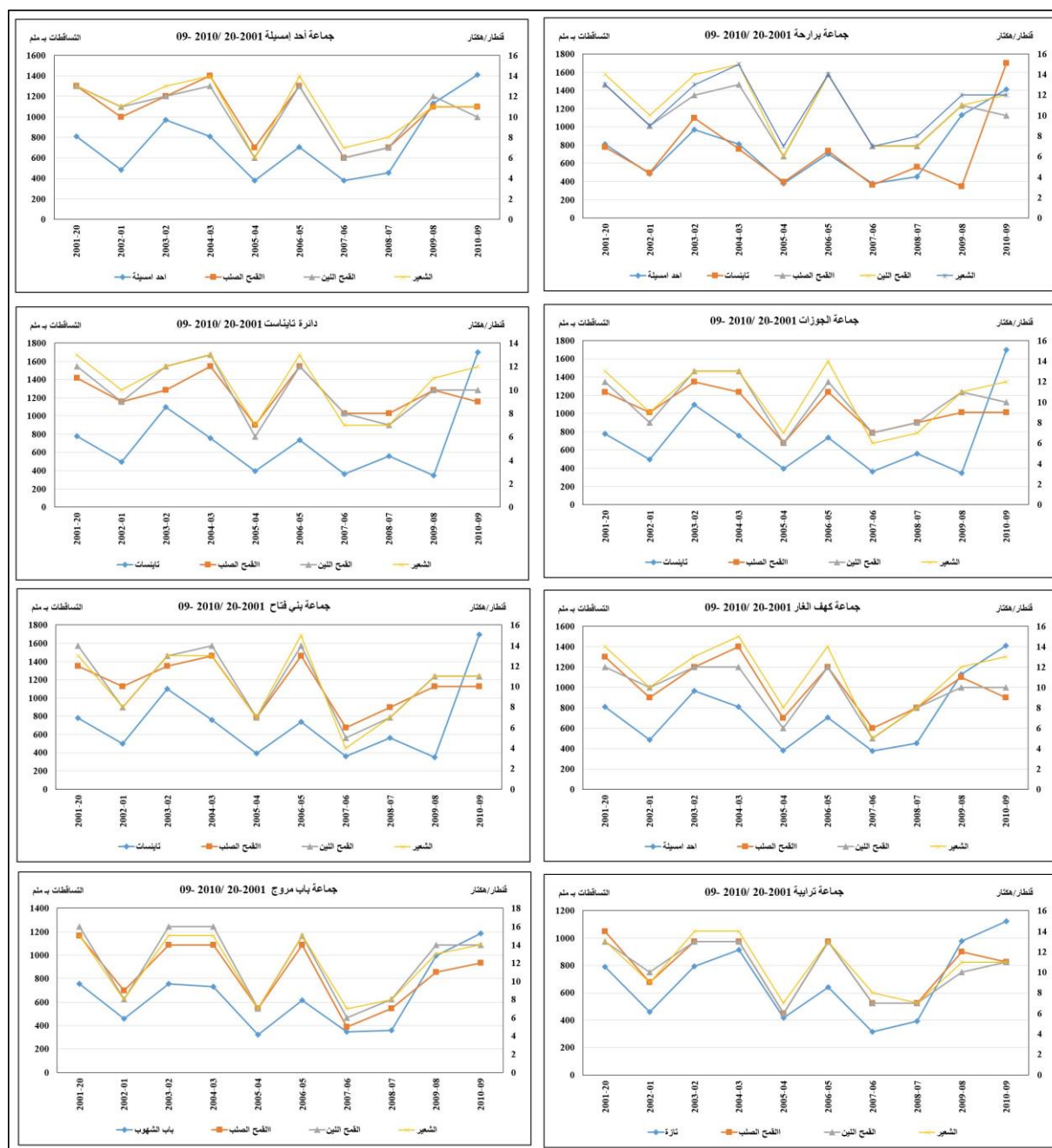
الجماعات	القمح اللين	معامل الارتباط (R^2)	القمح الصلب	معامل الارتباط (R^2)	الشعير	معامل الارتباط (R^2)
أحد امسيلة	10.3	0.55	10.4	0.59	10.8	0.54
برارحة	11	0.61	10.2	0.53	11	0.66
تايناست	9.9	0.66	9.6	0.55	10.5	0.78
الجوزات	10	0.43	9.3	0.56	10.5	0.55
باب مروج	12	0.83	10.8	0.73	11.7	0.82
ترابية	10.3	0.67	10.5	0.75	10.7	0.70
بني فتح	10.4	0.60	10.1	0.49	10.2	0.47
كهف الغار	9.7	0.56	10.1	0.47	11.2	0.68

المصدر: إنجاز شخصي اعتمادا على معطيات المديرية الإقليمية للفلاحة بتازة ، 2019.

لإبراز تأثير التساقطات المطرية على محاصيل الحبوب الرئيسية، تمت دراسة التطور البيسنوي لهذين العنصرين خلال الفترة الممتدة من 01-2000 إلى 10-2009، مع العلم أنه حاولنا الحصول على فترة زمنية طويلة من هذه المحاصيل إلا أنه تعذر ذلك. يبرز الشكل رقم 71 أن هناك توافقاً بين التساقطات المطرية ومحاصيل الحبوب، بجماعات مقدمة الريف ففي الفترة 01-2000 / 04-2003 كان مردود القمح اللين والقمح الرطب والشعير مرتفع، في جل الجماعات حيث تجاوز المتوسط، وبهذا تراوح مردودها بين 12 و14 قنطار بغالبية الجماعات المدروسة 04-2003، ويرجع هذا الارتفاع إلى التساقطات المطرية المسجلة خلال هذه السنوات، والتي فاقت في معظمها المتوسط.

وفي الفترة التي تلت ذلك والممتدة من 05-2004 إلى 08-2007، اتسمت بانخفاض المحصول، تتخللها سنة واحدة (06-2005) تميزت بمحصول مرتفع، بينما ثلاث سنوات لم يتجاوز فيها في حده الأقصى 8 قنطار ونزل في حده الأدنى إلى 4 قنطار، ويجد هذا تفسيره في انخفاض التساقطات المطرية المسجلة، خلال هذه السنوات وعلى سبيل المثال تراوحت بين 380 ملم بمحطة أحد امسيلة و416 ملم بمحطة تازة، في حين معدلها خلال الفترة المدروسة قارب 752,7 ملم بالمحطة الأولى و682,5 ملم بالمحطة الثانية. بفعل التساقطات المطرية المهمة التي شهدتها المنطقة خلال سنتي 09-2008 و10-2009 والتي انحصرت بين 1130,1 ملم بمحطة أحد امسيلة خلال السنة الأولى و1125,1 ملم بمحطة تازة. خلال السنة الثانية عرف الإنتاج الزراعي نموا ملحوظا بخلاف السنوات السابقة، وبهذا قارب 12 قنطار في أقصى مردود و9 قنطار كأدنى محصول بالجماعات المدروسة (شكل رقم 73).

شكل رقم 73: التغيرية البيسنوية لمردود الحبوب الرئيسة ومعدل التساقطات المطرية ببعض جماعات الحوض



المصدر: إنجاز شخصي اعتمادا على معطيات المديرية الإقليمية للفلاحة بتازة، 2019.

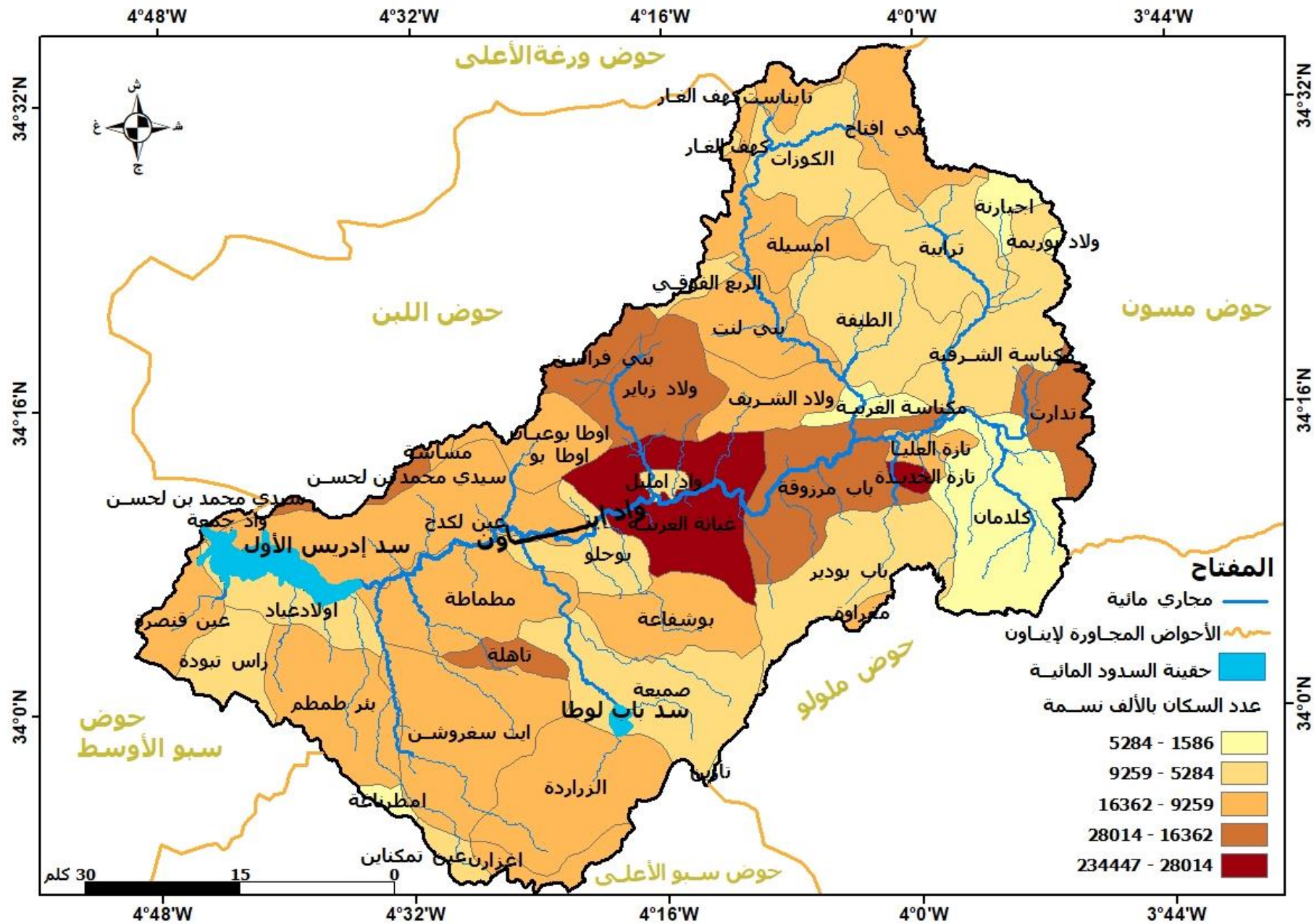
بناء على ما سبق يتبين أن تغير الإنتاج الزراعي بالحوض، رهين بالتغيرية المطرية، وللتعبير عن ذلك إحصائيا تم حساب معامل الارتباط (R^2) لتقييم درجة العلاقة بين السلسلتين وبقراءة الجدول رقم 66 يتضح أن قيم هذا الارتباط، موجبة بمعنى أن هناك علاقة طردية، بين المردود الزراعي والتساقطات المطرية وفي ذلك إشارة إلى أن حجم إنتاج الحبوب يزيد كلما زادت كمية الأمطار، ويتناقص بانخفاضها، إذ قدر في أعلى قيمه بـ 0,83 + بجماعة باب مروج وبـ 0,43 + بجماعة الجوزات في أدناها. أما بجماعات

السفح الأطلسي فوصل بجماعتي الصميعة ومطماطة إلى 0,70 + خاصة القمح الصلب واللين والشعير،
وانحصر بين 0,60 + و 0,70 + بجماعات أيت سغروشن، الزراردة وتاهلة (Bougdira, 2015).

3.1.1.3. تعتبر الهجرة السكانية نتيجة لتردد السنوات الجافة

بفعل تردد السنوات الجافة يحدث عجز في مختلف مصادر الموارد المائية، الشيء الذي يجعل ساكنة الحوض تعاني من نقص في هذه المادة الحيوية، حيث يتعمق هذا الخصاص خاصة في فصل الصيف الذي يكون مسبوقا بفصل شتاء قليل التساقطات المطرية، ولتجاوز مشكل نقص الماء تضطر الساكنة للهجرة إلى المدن، وما لوحظ في بعض دواوير حوض إيناون تناقص أعداد الساكنة بها، والخرائط رقم 61-62-63 توضح تراجع أعداد ساكنة بعض المناطق بالحوض، و تم تأكيد هذا التراجع بحساب النمو السكاني في مختلف هذه الدواوير (جدول رقم 68).

وبملاحظة خرائط توزيع السكان بحوض إيناون، يتضح أن أعداد الساكنة تتجه نحو الانخفاض، حيث عرفت بعض الدواوير والجماعات نمو سكانيا سلبيا، في الفترة مابين إحصائي 1994 و 2004 (جدول رقم 67)، إذ بلغ أدنى مستوياته في بالمراكز القروية التالية: مطماطة بـ 20,60 % و 20,20 % بـ كلدمان ، و 6,42 % برأس تابودة . في حين سجلت الجماعات الآتية نسب قليلة من النمو السكاني، خاصة بجماعة اترابية 3,06 - % ، طايفة 2,21 - %... الخ، في حين عرفت بعض الجماعات والبلديات نموا إيجابيا، بشكل عام بلغ مجموع الجماعات القروية والحضرية، التي عرفت نموا سلبيا في هذه الفترة 26 من اصل 44 جماعة وبلدية.



المصدر: المندوبية السامية للتخطيط إحصاء 2004

خريطة رقم 62: عدد ساكنة حوض إيناون حسب إحصاء 2004

وفي الفترة الممتدة ما بين 2004 و2014، ارتفع عدد الجماعات التي عرفت نموا سلبيا ليصل إلى 30 جماعة من أصل 44، إذ بلغ أدنى مستوياته بمغراوة 2,35- %، إجمارنة 2,33- %، طايقة 2,28- %، بني فراسن 1,77- %.... إلخ (جدول رقم 67)، بينما حافظت بعض الجماعات والبلديات على نموها الإيجابي.

جدول رقم 67 : النمو السكاني (بالنسمة) بمختلف جماعات وبلديات الحوض

الجماعة	السكان حسب إحصاء 1994	السكان حسب إحصاء 2004	السكان حسب إحصاء 2014	النمو السكاني سنة 2004 (%)	النمو السكاني سنة 2014 (%)
عين لكداح	12498	12196	11,422	-0.24	-0.65
واد الجمعة	9818	9983	9,190	0.17	-0.82
أوطا بوعبان	10857	10545	9,856	-0.29	-0.67
واد أمليل (البلدية)	6542	8246	10,405	2.34	2.35
تاهلة (البلدية)	20147	25655	27,729	2.45	0.78
تازة (البلدية)	12097	139686	148,456	27.72	0.61
إجمارنة	4145	3456	2,730	-1.80	-2.33
دائرة : واد أمليل	6542	8246	90,830	2.34	27.12
بني فراسن	30683	28014	23,429	-0.91	-1.77
بوشقاعة	10505	10703	10,724	0.19	0.02
بوحلو	9216	9259	8,748	0.05	-0.57
غياثة الغربية	24600	234447	233,038	25.29	-0.06
أولاد ازباير	18789	18933	17,747	0.08	-0.64
الربع الفوقي	9715	8498	7,144	-1.33	-1.72
دائرة : تاهلة	20147	25655	49,730	2.45	6.84
آيت سغروشن	17112	16362	16,085	-0.45	-0.17
مطماطة	119964	11874	11,928	-20.65	0.05
الصميعة	8239	8099	7,435	-0.17	-0.85
الزراردة	9734	10092	9,249	0.36	-0.87
دائرة : تيناست	10732	11246	66,577	0.47	19.46
بني افتح	14246	12378	10,919	-1.40	-1.25
الكوزات	8992	7710	6,575	-1.53	-1.58
امسيلة	11161	10153	8,356	-0.94	-1.93
طايقة	11013	8808	6,992	-2.21	-2.28
تيناست	10732	11246	11,530	0.47	0.25
باب بودير	6878	6100	5,082	-1.19	-1.81
باب مرزوقة	21132	20846	18,520	-0.14	-1.18
بني لنث	15033	13678	11,866	-0.94	-1.41
كلمان	20162	2111	21,433	-20.20	26.08
مكناسة الشرقية	9009	7532	6,020	-1.77	-2.22
مكناسة الغربية	4500	4070	3,890	-1.00	-0.45
أولاد الشريف	11088	10439	9,237	-0.60	-1.22
مغراوة	10580	10406	8,204	-0.17	-2.35
راس تابودة	12657	6516	6,388	-6.42	-0.20
بئرطم طم	10184	9714	9,141	-0.47	-0.61
إغزران	12675	11050	9,626	-1.36	-1.37
راس تابودة	6693	6516	6,388	-0.27	-0.20

المصدر: معطيات المندوبية السامية للتخطيط، 1994-2004-2014

وعند البحث عن أسباب تراجع النمو السكاني بالحوض وذلك بتوجيه أسئلة لبعض سكان الجماعات التي لازالت تقطن هذه الجماعات (جماعة أحد امسيلة، الطايقة، اترابية، الكوزات، مكناسة الغربية والشرقية) اتضح أن من بين أسبابها ولجوء مجموعة من العائلات، إلى ترك منازلهم وأراضيهم الفلاحية متجهين إلى بعض المدن كتازة، مكناس، بركان، تاويرت، هو قلة الموارد المائية الناتج عن نزوب بعض المناخ، في فصل الصيف وفي السنوات التي تعرف قلة التساقطات المطرية، خاصة وأن المجال المدروس يوجد على موعد دائم مع الجفاف المناخي.

ويلاحظ أن ساكنة جماعات مقدمة الريف أكثر عرضة للهجرة الريفية، لكون هذا المجال ذو طبيعة صخرية، لا تسمح بتخزين الموارد المائية لفترة طويلة، في حين جماعات الأطلس المتوسط فهي أقل تأثرا بموجات الجفاف، نظرا للركيزة الصخرية التي تحتفظ بالمياه لفترة طويلة، الشيء الذي يمكن الساكنة من تأمين حاجتها من الموارد المائية خاصة في الفترات الجافة.

2.1.3. الآثار الناجمة عن الامتطاحات بحوض إيناون

من خلال دراسة الامتطاحات من حيث ترددها وقوتها، بحوض إيناون في الفصل الأول من هذا القسم، اتضح أن مجال الدراسة يتعرض باستمرار لخطر الفيضانات، وذلك كنتيجة للتغيرية الهيدرومترية التي يتميز بها حوض إيناون، إذ تتسبب في حدوث خسائر مهمة بمختلف أجزاء هذا الحوض.

1.2.1.3. تاريخ خطر الفيضانات بحوض إيناون

يعتبر حوض إيناون نظرا لتطافر مجموعة من العوامل المرتبطة، بطبيعة السطح (ضعف الغطاء النباتي، تربة غير نافذة، شدة الانحدار.... إلخ) وأخرى مرتبطة بالتغيرية الكبيرة، في التساقطات المطرية مسرعا لتعاقب خطر الفيضانات، هذا ما أكدته الدراسات التي إهتمت بهذه الظاهرة. ولوقوف على تاريخ حدوثها بحوض إيناون اعتمدنا على مجموعة من المصادر منها: تقارير مختلف المصالح المتدخلة في هذه الظاهرة، الأبحاث المنجزة حول ذلك، جرائد ورقية وإلكترونية، مقابلات شفوية.... إلخ، وبالتالي إنتهينا إلى تكوين نظرة تاريخية حول تعاقب هذه المخاطر (جدول رقم 68).

منذ أواسط التسعينيات أصبحت الفيضانات أكثر خطورة وترددا، حيث يلاحظ من خلال الجدول رقم 69 أن فيضانات شتنبر 2000 ويناير 2010 من أخطر الفيضانات، التي عرفها حوض إيناون بالنظر إلى الخسائر المترتبة، كما تعتبر مدينة تازة من أكثر المجالات تهديدا بهذا الخطر، من حيث ترددها والأضرار الناتجة، نظرا لكثافة الشبكة المائية التي تتخللها. وحسب بعض التقارير الصادرة من وكالة الحوض المائي سبو يعتبر إقليم تازة، من بين أكثر المناطق تعرضا لخطر الفيضانات، مقارنة مع المناطق الأخرى التابعة لحوض سبو، خاصة خلال الفترة ما بين 2005 و2015 حيث بلغت عدد الفيضانات 27 حالة.

جدول رقم 68: أهم حالات الفيضانات التي تعاقبت على المناطق التابعة لحوض إيناون خلال الفترة الممتدة من 1979 إلى سنة 2013

سنة حدوث الفيضان	مكان حدوث الفيضانات وبعض الأضرار الناتجة عنها
21 يناير 1979	مدينة تازة (تدمير 30 منزل بشكل كلي من 800 + عشرات القتلى)
شتنبر 1995	مدينة تازة (غمر دوار الملح و أسدور 1 و 2 ودوار الشلوح + وفاة 43 شخصا خسائر مادية كبيرة في البنيات التحتية والسكنية)
1996	مدينة تازة (غمر بعض الأحياء القريبة من واد لغويغ + قدس 2)
دجنبر 1997	مدينة تازة (غمر الدواوير المجاورة لواد الأربعاء حيث بلغ ارتفاع مستوى المياه أكثر من 1 متر عند دوار الملح انقطاع الطريق التي تربط بين الأحياء المحاذية لواد الأربعاء + خسائر مادية)
1999	مدينة تازة (خسائر مادية تقدر ب 42 مليون درهم)
27 شتنبر 2000	مدينة تازة (قتيلان + خسائر تقدر 45 مليون درهم 43)
21,22 شتنبر 2000	مدينة تازة (غمر عدة دواوير على واد الأربعاء (الملحة . الشلوح وأسدور) + تدمير 17 منزلا بدوار الملح)
22 نونبر 2002	مدينة تازة (غمر الأحياء الواقعة على واد الأربعاء + تضرر 34 منزلا + خسائر مادية)
18 ابريل 2007	مدينة تازة (غمر دوار الملح لمسافة 224 متر من مجرى واد الأربعاء + خسائر في البنيات التحتية وخسائر مادية)
10-11 شتنبر 2008	مدينة تازة (ارتفاع مستوى (منسوب) شعبة القدس وواد الأربعاء وبعض رو افده نتجت عنه خسائر مادية هامة)
23-24 أكتوبر 2008	مدينة تازة (مصرع شخصين + غمر عدة منازل والضييعات الفلاحية والطرق + انهيار 3 قناطر)
19 دجنبر 2009	مدينة تازة (انهيار 3 بنايات واختفاء شخصين)
09 شتنبر 2010	مدينة تازة (مصرع شخصين + غمر عدة منازل و اقعة على ضفاف واد الأربعاء + إنقطاع الطرق + انهيار بعض المنازل بأحياء السكن العشوائي)
14 يناير 2010	مدينة تازة (غمر كلي لتجزئة الصديقي والطريق الرئيسية رقم 6 من جهة الغرب + انهيار بعض القناطر)
20 نونبر 2012	مدينة تاهلة (غمر حي القدس + حي المسيرة)
شتنبر 2000	مركز واد أمليل (غمر السكة الحديدية والطرق بالأتربة + وبعض الأحياء كحي المحطة)
10 مارس 2010	مركز واد أمليل (غمر الطريق الوطنية رقم 6 + حي المحطة + الحي الإداري)
5 ابريل 2013	مركز واد أمليل (غمر الطريق الوطنية + السكة الحديدية + المنطقة التجارية + الحي الإداري)
يناير 2010	غيانة الغربية (24 حالة منها 09 بنايات مغمورة بمياه الفيضانات وألحقت أضرارا على الأثاث، 09 حالات لم يلحقها أي ضرر، حالات تم إسطبل، مقهى، معصرتين وتجزنتين. في حين لم تسجل أية حالة انهيار)
يناير 2010	جماعة أحد امسيلة (إنقطاع الطريق الإقليمية رقم 5141)
يناير 2010	سبت بوقلال (غيانة الشرقية)
14 يناير 2010	مركز بني فراسن (02 حالتين مهددتين بانجراف التربة ولم تسجل أية حالة انهيار)
يناير 2010	ترايبية (سقوط بعض المنازل في دواوير هسكورة ، سيدي عيسى)
14 يناير 2010	مكناسة الغربية (انهيار منزل بدوار لجراف)
يناير 2010	بني فتاح (إنقطاع الطريق الجهوية 505 + 11 حالة منها 06 بنايات مهدمة جزئيا و 05 بنايات مهدمة بانجراف التربة)
14 يناير 2010	تايناست (03 حالات منها بنايتين مهدمتين جزئيا وبناية لم يلحقها أي ضرر إلا أنها مهددة بانجراف التربة)

المصدر: المخطط التوجيهي للتهيئة العمرانية لتازة+ تقارير وكالة حوض سبو + المديرية الإقليمية للفلاحة والتجهيز، 2019.

حسب دراسة أجرتها وكالة الحوض المائي لسبو تم جرد 15 موقعا مهددا بالفيضانات (خريطة رقم 62)، تتوزع كالآتي: مدينة تازة، مدينة تاهلة (حي القدس، حي الأمل، حي المسيرة، حي النهضة)، المركز الحضري لواد أمليل (الأحياء بجانب واد اغروز وواد إيناون) والمراكز القروية سيدي عبدالله (غيانة)، أحد امسيلة، عين بوقلال (مكناسة الشرقية) ، ترايبية، بني فراسن، مكناسة الغربية، بني فتح، تايناست .



المصدر: النموذج الرقمي للأراضي ، 2019

خريطة رقم 64: الأماكن المهددة بالفيضانات داخل حوض إيناون

2.2.1.3. تترتب عن الفيضانات خسائر مهمة بحوض إيناون

تعتبر المخاطر الطبيعية من الإكراهات الأساسية المعرقلة للنمو الاقتصادي، إذ تخلق مأساة إجتماعية متفاوتة الخطورة، وتتعدد هذه الأخطار تبعاً لأسباب نشأتها وحدوثها وتطورها، كما أن انعكاساتها تكون متباينة حسب التدخلات وسيناريوهات التهيئة.

وتعد الفيضانات أهم المخاطر الطبيعية التي تهدد مجال الدراسة، كلما تساقطت أمطار غزيرة على المنطقة، حيث عرف حوض إيناون خلال الفترة الممتدة ما بين 1970 و2010 فيضانات خطيرة وقوية خلفت خسائر بشرية ومادية جسيمة، وكان أخطرها فيضانات شهري شتنبر وأكتوبر سنة 2000.

وتم التطرق في هذا العنصر إلى دراسة بعض حالات الفيضانات التي عرفها مجال الدراسة، وذلك من خلال تاريخها والخسائر المترتبة عنها.

- فيضانات سنة 2000

خلال سنة 2000 وحسب حجم الخسائر و شهادة السكان المتضررين، اعتبر الفيضان المسجل بتاريخ 27 شتنبر 2000، أعنف كارثة هيدرولوجية ضربت المدينة، حدث إثر سقوط أمطار عاصفية غزيرة مركزة في الزمن والمكان، حيث تم تسجيل خلال الفترة الممتدة من الساعة 15 و45 دقيقة إلى الساعة 17 مساء 38 ملتر بمنطقة عين بوقلال، و 31 ملتر بمنطقة باب مروج، نتج عن ذلك ارتفاع منسوب وصبيب مياه واد الأربعاء وروافده، الشيء الذي أدى إلى حدوث فيضانات خطيرة تضررت منها الأحياء المجاورة لهذه الأودية (صورة رقم 35-36).

صورة رقم 36: فيضان واد الأربعاء بتاريخ 27 شتنبر 2000

صورة رقم 35: فيضان 27 شتنبر 2000 بدوار الملح



المصدر: الوقاية المدنية بتازة، 2000

على إثر فيضانات 27 شتنبر 2000 تكبد إقليم تازة خسائر مادية فادحة، قدرت بـ 41.793,680 درهم نظرا لهول الفاجعة (جدول رقم 69)، إذ توزعت هذه الخسائر على التجهيزات الخاصة والعامة، لكن الملاحظ أن البنية التحتية الممثلة في الطرق والقناطر جاءت الأولى من حيث الأضرار.

جدول رقم 69 : خلاصة خسائر فيضان 27-09-2000 بمدينة تازة

حجم الخسائر بالدرهم	القطاع	
8.770,00	السكن	العقاري
2.040,000	التجارة	
5.733,500	الزراعة	
1.097,300	تربية المواشي	الفاحي
552	تربية النحل	
427	الحبوب والعلف	
3.240,000	البنيات التحتية	
477.460,00	تجهيزات أخرى	
8.000,000	البنيات التحتية الطرقية – قناطر	الطرق
4.000,000	البنية التحتية	السكك الحديدية
100	تضرر التجهيزات الأساسية	الاتصالات
7.355,000	قطاعات مختلفة	خسائر خاصة
41.793,680	المجموع	

المصدر: الوكالة الحضرية بتازة، 2007 .

و في الشهر الموالي من نفس السنة عرفت المدينة تساقطات مهمة، خلال الفترة الممتدة من 20 أكتوبر 2000 و 24 أكتوبر 2000 وصلت كميتها 119 ملمتر، حيث وصل صبيب واد الأربعاء إلى 680 متر مكعب في الثانية، وواد بولجراف 230 متر مكعب في الثانية، نتج عن ذلك حدوث فيضانات تسببت في خسائر بكل من دوار أسدور ودوار الشلوح و دوار الملح، حيث وصل علو المياه في هذا الأخير إلى 2 متر، وفي حي القدس وصل علو المياه 1 متر و حي الكعدة 0,5 متر.

- فيضانات يناير 2010:

خلال هذا اليوم عرفت المدينة فيضانات هامة لروافد واد إيناون (واد الهدار، واد الأربعاء، واد جعونة، ...إلخ)، على إثر التساقطات المطرية الغزيرة، المركزة في الزمان والمكان التي عرفها إقليم تازة، بلغت كميتها 50 ملم خلال 13 و 14 يناير 2010، كما وصل صبيب واد إيناون 1345 متر مكعب في الثانية مع الظهيرة. وقد ترتبت عن هذه الفيضانات أضرار مهمة، لحقت بمجموعة من الأحياء لاسيما دوار الملح ودوار الشلوح. كما ترتبت عن فيضانات 14 يناير 2010 خسائر على المستوى الزراعي، حيث تضرر الفلاحين بالجماعة الحضرية لتازة، وبلغت مساحة الأراضي المتضررة 12 هكتار (120 شجرة مثمرة) (جدول رقم 70).

جدول رقم 70: الأضرار المترتبة عن فيضانات 14 يناير 2010

الموقع	نوع البناية	نوع الضرر	ملاحظات
الزاوية الكبشية تازة العليا	بناية قديمة (سكن عتيق)	انهيار جزئي للبناية	وجود تصدعات على مستوى الجدران، انهيار سقف غرفة
درب بني عيون رقم 4 تازة العليا	بناية قديمة (سكن عتيق)	انهيار جزئي للبناية	وجود تصدعات على مستوى الجدران، انهيار سقف غرفة، بناية فارغة
زنقة النجارين رقم 41 تازة العليا	بناية قديمة	انهيار جزئي للبناية	وجود تصدعات على مستوى الجدران، انهيار سقف غرفة، بناية فارغة
دوار ميمونة تازة العليا	سفلى من طين تحتوي على معصرة تقليدية و إسطبل	انهيار جزئي للبناية	انهيار السور الخارجي للإسطبل، وجود تصدعات على مستوى الجدران، بناية فارغة
دوار ميمونة تازة العليا	سفلى بالاسمنت والطين	لا وجود لأي ضرر	البناية غمرت بالمياه أثناء فيضان واد تازة
دوار الشلوح	30 منزل	أضرار لحقت بالأثاث المنزلية	تم غمر المنازل بالمياه جزئيا اثر فيضان واد الأربعاء
دوار الملح	23 منزل	أضرار لحقت بالأثاث المنزلية	غمرت المنازل بالمياه إثر فيضان واد الأربعاء
دوار أصدور النميسي	10 منازل	أضرار لحقت بالأثاث المنزلية، انهيار غرفة ملحقة بمنزل من تراب	غمرت المنازل بالمياه إثر فيضان واد الأربعاء
دوار أصدور	8 منازل	أضرار لحقت بالأثاث المنزلية	غمرت المنازل بالمياه إثر فيضان واد الأربعاء

المصدر: الوقاية المدنية تازة 2010 + عمل شخصي

تسبب فيضان وادي جعونة في قطع الطريق الوطنية رقم 6 في وجه المرور من الجهة الشرقية (الطريق المحاذية للكلية متعددة التخصصات بتازة)، حيث حرم بسببه طلبة الكلية والمركز التربوي الجهوي والتلاميذ من متابعة دراستهم، خاصة وأن الفيضان تزامن مع موعد إجراء الدورة العادية الخريفية للامتحانات. كما تسبب فيضان واد لحضر الذي يجاور هو الآخر مدينة تازة من الجهة الغربية، في قطع الطريق الوطنية رقم 6 (صورة رقم 37) في وجه حركة المرور من وإلى غرب وشرق المغرب.

صورة رقم 38: دوار الشلوح بعد فيضان 2010/01/14

صورة رقم 37: فيضان واد لغويرغ بالقرب من الكلية

المتعددة التخصصات



المصدر: الوقاية المدنية بتازة، 2010

ومن جهة أخرى أدت التساقطات المطرية، التي شهدتها مدينة تازة يوم الخميس 14 يناير إلى قطع الطريق الإقليمية رقم 322، المؤدية إلى دوار أصدور والمناطق المجاورة له (جدول رقم 38). كما عرفت المدينة كذلك انقطاعات متكررة للكهرباء منذ فاتح يناير، إلى حد أن المدينة بأكملها عاشت في ظلمة حالكة ليلة الأربعاء 13 يناير لمدة ساعتين. وهنا تطرح إستفهامات عدة حول مدى مراعاة البنيات التحتية، لمناطق حساسة بالنسبة لإقتصاد المدينة والدولة بشكل عام. بالإضافة إلى مدينة تازة شملت فيضانات يناير 2010 مجموعة من المناطق التابعة للإقليم تازة والمنتمية لحوض إيناون، وذلك على إثر التساقطات المطرية القوية التي شهدتها هذه المناطق، إذ بفعلها ألحقت أضرار بليغة بهذه المناطق كما هو موضح في الجدول رقم 71.

جدول رقم 71: الأضرار التي لحقت إقليم تازة على إثر فيضانات يناير 2010

الجماعة	الحالات المسجلة	غير متضررة	نوع الحالة						نوع الضرر			ملاحظات
			مسكن	إسطبل	مقهى	تجزئة	معصرة أو مطحنة	مغمورة بالمياه	مهدمة كلياً	مهدمة جزئياً		
باب مرزوقة	24	9	18	1	1	2	2	2	10	0	0	—
كلمان	4	0	4	0	0	0	0	0	0	2	2	—
ج ح وادي امليل	17	4	17	0	0	0	0	0	10	2	1	—
غياثة الغربية	4	0	3	0	0	1	0	3	0	1	0	—
تايناست	3	1	3	0	0	0	0	0	0	0	2	بنايات مهددة بانجراف للتربة
كهف الغار	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2	
بني فراسن	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	
بني فتاح	11	5	11	0	0	0	0	0	0	0	6	
ج ح تازة	76	0	75	1	0	0	0	0	72	0	3	03 بنايات متواجدة بالمدينة العتيقة مهددة بالإنتهار
كزناية الجنوبية	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	—
المجموع	144	22	136	2	2	2	2	2	93	6	16	—

المصدر: عمالة إقليم تازة ، 2010 .

تعتبر فيضانات يناير 2010 من بين أخطر الفيضانات التي عرفها إقليم تازة وذلك بالنظر إلى الخسائر الناتجة عنها، إذ يلاحظ من خلال الجدول أن مختلف المناطق المنتمية لحوض إيناون، عرفت خسائر مادية مهمة من جراء هذه الفيضانات، إذ قدرت حسب عمالة تازة بـ 83.093,680 درهم.

- فيضانات مارس 2010

على إثر التساقطات المطرية المهمة التي عرفها حوض إيناون، يومي 9 و10 من شهر مارس، تعرضت مجموعة المناطق التابعة للحوض لفيضانات خطيرة خلفت خسائر فادحة، إذ لقي 5 أشخاص مصرعهم بإقليم تازة، نتيجة لها، 3 أشخاص منهم لقو مصرعهم يوم الثلاثاء 9 مارس 2010 بدائرة السبب بوقلال

بالإقليم على إثر إنهيار سقف منزل، بينما تعرض آخرون لإصابات متفاوتة الخطورة، كما لقي شخصان حتفهم بالمركز الحضري لواد أمليل، وتسبب ارتفاع منسوب مياه وادي إيناون وأغروز، في حدوث فيضانات بالعديد من الأحياء وغمرت المياه عددا من المنازل، بالوسط الحضري لواد أمليل (صور39، 40)، كما غمرت مياه وادي إيناون العديد من الضيعات بالمناطق المجاورة، وتسببت في اضطرابات مؤقتة في حركة السير على مستوى النقطتين الكيلومتريتين 309 و310 على الطريق الوطنية رقم 6 (الرباط- وجدة) كما هو موضح في .

صورة رقم 40: غمر بعض المنازل بفعل فيضان

09 مارس 2010 بواد أمليل

صورة رقم 39: أهمية الفيضان المسجل بتاريخ 09

مارس 2010 بالمركز الحضري لواد أمليل



مصدر الصور: الوقاية المدنية بتازة، 2010

وحسب مصادر بالمديرية الإقليمية للتجهيز بتازة، فقد توقفت حركة السير على الطريق الرابطة بين تازة وأكنول على مستوى سبت بوقلال بسبب فيضانات الأودية. وجماعة باب مرزوقة، تسببت الأمطار في عزل عدة قرى، من بينها دوار القوس، بعد إنهيار القنطرة الوحيدة المؤدية إليه مساء أول أمس، كما خلفت فيضانات وادي إيناون، خسائر كبيرة في الأراضي الزراعية. وفي تازة توفي أربعة أشخاص بعد أن جرفت المياه السيارة التي كانت تقلهم إثر تعرضها لحادثة سير (ناظور سيتي: جريدة إلكترونية بتاريخ 2010/03/11)، وأوضح نفس المصدر أن إحدى السيارتين سقطت في الوادي، أثناء محاولة أحد ركبها الخروج منها بعد الحادث، مضيفا أنه تم إنتشال جثة هذا الشخص، فيما بقيت ثلاث نساء محاصرات داخل السيارة، التي جرفتها المياه إلى أن إستخرجت جثثهن صباح يوم الأربعاء 10 مارس 2010. وفي سياق متصل تعرضت مجموعة من المنازل بدائرة "تايناست" جماعة "الكوزات"، للإنهيار بفعل الإنزلاقات المستمرة للتربة.

إن حوض إيناون بحكم موقعه الجغرافي وبنيته الجيومورفولوجية، التي تتميز بإنحدارات قوية عموما وارتفاعات مهمة، بالإضافة إلى الجيولوجية التي تتميز بالتعقد والصخرية الهشة والتي تتكون من قسمين:

شمالي (صخور صلبالية غير نافدة) وجنوبي (صخور كلسية وطفلية هشة). وشدة تقطعها بفعل كثرة المجاري المائية التي تخترقها، إضافة إلى شكل هذه المجاري الطولي وندرة الغطاء النباتي بها. كل هذه العوامل الطبيعية بالإضافة إلى عامل التساقطات المطرية المهمة، والتي تحولت إلى تساقطات استثنائية مع بداية الألفية الثالثة بفعل التغير المناخي، الذي حدث في العالم والمناخ المتوسطي عامة والمغربي خاصة، جعلت من تازة مجالا مهددا بخطر الفيضانات، التي أصبحت تتردد بشكل دوري ودائم في هذه المنطقة، مما يجعل من الضروري التدخل بشكل عاجل وعقلاني، للتخفيف من هذه الظاهرة التي تخلف خسائر مادية وبشرية كبيرة كل سنة تقريبا، عن طريق اعتماد دراسات جيومورفولوجية ومناخية، في التخطيط الحضري والتهيئة الحضرية وإيجاد حل للسكان الذين يقطنون الدواوير، التي توجد ضمن المجالات المهددة بالفيضانات، وخاصة تلك التي توجد على ضفاف أودية حوض إيناون. بناء على هذا ونظرا للشاشة التي يتميز بها حوض إيناون اتجاه الظواهر المناخية القصوى، كان من الضروري التطرق للإجراءات والتدابير المتخذة على مستوى المغرب، ومجال الدراسة لتدبير هذه المخاطر.

2.3. تدبير الظواهر المناخية القصوى وطرق التكيف معها

يتميز حوض إيناون بسياق هيدرولوجي، يطبعه غياب الانتظام في الكميات المتوفرة من المياه في الزمان والمكان، وكما بينا سابقا أن هناك تزايدا في العجز المائي بهذا الحوض، بفعل تعاقب سنوات الجفاف، ومن جانب آخر يتعرض مجال الدراسة، إلى فيضانات تختلف حدتها من فترة إلى أخرى ومن مجال إلى آخر. هذه الظواهر وكما أسلفنا الذكر في الفصل السابق، أنها ليست بأحداث استثنائية أو جديدة وإنما هي ظواهر تتزايد حدة تواترها باستمرار، خاصة في السنوات الأخيرة، هذا من شأنه أن يعرقل التنمية بالحوض والذي سيؤثر سلبا وبصفة مستديمة على السكان، وعلى حياتهم الطبيعية وكذا ظروفهم الاقتصادية والاجتماعية، لذلك يجب الاحتياط من هذه الظواهر، لذلك أصبحت مسألة التكيف معها أمرا ضروريا وحتميا للتخفيف من آثارها وتداعيتها، وهذا ما دفع المغرب إلى اتخاذ عدة إجراءات لتدبيرها والتأقلم معها؛ وذلك من خلال إدماج التغيرات المناخية، في مختلف السياسات الوطنية، ووضع مخططات قطاعية لمواجهة هذه الظواهر.

1.2.3. نتائج الدراسة الإحصائية والبحث الميداني وبعض الدراسات في المغرب وحوض البحر الأبيض

المتوسط

سنعمل من خلال هذا العنوان على إستعراض النتائج المتوصل، إليها عن طريق الزيارات الميدانية لمجال الدراسة، وما رافقها من مقابلات شفوية، التي أجريتها مع ساكنة بعض الدواوير والجماعات القروية والحضرية، التي تنتهي لمقدمة الريف والجزء الذي ينتمي للأطلس المتوسط. وهدفها هو مقارنة النتائج المتعلقة بالتغيرية الهيدرومترية والمتوصل إليها بالاعتماد على المناهج الإحصائية، وبذلك التي جاءت في أجوبة الساكنة المستجوبة، وكذا التطرق إلى الظواهر المناخية القصوى الأكثر تأثيرا في ساكنة الحوض.

1.1.2.3. النتائج المتوصل إليها من خلال الدراسة الإحصائية

1.1.1.2.3. التغيرية الهيدرومترية ببعض أحواض المغرب: دراسة مقارنة

من خلال تحليل الصبيب والتساقطات المطرية بمحطات حوض ايناون خلال الفترة (1970-2012/13/71)، على مستويات مختلفة (السنية، الشهرية واليومية)، تبين أن هناك تراجع ملموس في قيمها منذ نهاية السبعينيات مما كان له تأثير على الموارد المائية بالحوض، وفي المقابل أصبحت التساقطات المطرية أكثر تركيزا في الزمن والمجال، خاصة بعد سنة 1995/96، الشيء الذي تسبب في حدوث فيضانات خطيرة، بقيت راسخة في ذاكرة ساكنة المجال، ولتعزيز هذه النتائج ومناقشتها سنعمل على مقارنتها ببعض النتائج المتوصل إليها على مستوى الأحواض المائية بالمغرب (خريطة رقم 31) وأحواض بعض دول البحر الأبيض المتوسط.

- **حوض اللكوس:** تميز أقصى شمال المغرب خاصة الأحواض المتوسطة بوجود فترة رطوبة ممتدة من سنة 1970-71 إلى 1979-88، وابتداء من هذه السنة عرفت استقرار فترة جافة إلى حدود سنة 2001-02 تراجعت فيها التساقطات المطرية إلى 60%-، وفي الفترة التي تلت ذلك (2002-2011/12/03) تميزت بتردد سنوات رطوبة بلغت فيها إنحرافات التساقطات المطرية عن المعدل إلى 60% (Naouceur, 2016). مما كان له تأثير سلبي على بعض الأودية المتوسطة التي عرفت بدورها تراجعاً مهماً في صبيبها خاصة في الفترة الثانية (Singla et al, 2010). ومن جهة أخرى تميزت التساقطات المطرية القصوى بميولها نحو ارتفاع تردداتها منذ سنة 1996-97 خاصة في محطة طنجة، تطوان، الحسيمة إذ تراوحت نسب تركيزها ما بين 75 و 78% (Salhi et al, 2019).

- **حوض سبو:** حسب بعض الدراسات، التي تناولت التغيرية الهيدرومترية بالأحواض الفرعية لحوض سبو (سبو الأوسط والأسفل، ورغة...)، فخلال الفترة الممتدة من منتصف القرن 20 وبداية القرن 21 م تبين هناك انخفاض في التساقطات المطرية والصبيب، خاصة بعد استقرار فترة جافة مطولة منذ سنة 1980 (Haida et al, 1999)، التي امتدت من سنة 1979-80 إلى سنة 1994/95 سجلت فيها قيم الصبيب والتساقطات أدنى مستوياتها، حيث تدنى عن 40 م³/ث بالحوض ككل (جناتي، 2017) كما عرفت التساقطات المطرية في نفس الفترة انحرافات سلبية وصلت إلى 60%- وفي المقابل أصبحت التساقطات المطرية اليومية أكثر تركيزاً في الزمن والمكان (Filahi et al, 2015).

- **حوض ملوية:** بعد الفترة الرطبة التي امتدت من 1957-58 إلى سنة 1978-79 عرف حوض ملوية فترة عجز مطري ما بين 1979-80 و1990-91، خاصة بمحطة كرسيف، بركان وزيدا، وفي المقابل عرف الصبيب تدنياً خلال الفترة الأخيرة بفعل تراجع التساقطات المطرية (Zamrane, 2016). أما فيما يخص التساقطات المطرية القصوى فتميزت بارتفاع تردداتها (Addou et al, 2019)، مما أدى أيضاً إلى ارتفاع قيم الصبيب، الشيء الذي تسبب في حدوث

الفيضانات، خاصة في بواد ملولو. والجدير بالذكر أنه حسب تقرير الجمعية العالمية المعنية بتطور المناخ (GIEC) لسنة 2014، فالأقاليم الجافة ستعرف الاستمرار في تزايد تردد الظواهر الهيدرومناخية القصوى.

- حوض زيز غريس: في الفترة ما بين 1957-1958/09-2008 تميزت الأحواض المنتمية للسفوح الجنوبية الغربية لجبال الأطلس، ذات الطابع الجاف بانخفاض في معدلات التساقطات المطرية بها منذ سنة 1980-81، بفعل استقرار الجفاف المناخي، حيث انتقل متوسط التساقطات المطرية بمحطة أرفود من 9 ملم في الفترة ما بين 1957-1976/58-78 إلى 5 ملم في الفترة 1978-2008/09-79، فالأمطار في هذه الأحواض تتساقط على شكل زخات مطرية قوية وعواصف رعدية، خلال فصل الخريف والربيع (Chanyour, 2018)، وقد ازداد ترددها منذ 1996.
- حوض تانسيفت: تميزت التغيرات الهيدرومطرية، ببعض محطات هذا الحوض، بتعاقب فترات جافة وأخرى رطبة، فبعد الفترة الجافة التي امتدت من 1972-73 إلى سنة 1984-85، جاءت فترة عادية امتدت من هذه الأخيرة إلى حدود سنة 2010-11 بمحطة مراكش وتحنات، حيث ارتفعت التساقطات المطرية بـ 40 ملم في كل عقد مقارنة مع الفترة السابقة، في حين أن الصبيب عرف تناقصا بعد سنة 2000-01 إلى سنة 2009-10، أما التساقطات المطرية القصوى ف لوحظ أنه لم تعرف إرتفاعا مهما (Khamsi, 2016).
- حوض أبورقراق: خلال الفترة 1970-1971/13-2012 عرف نظام التساقطات المطرية بمحطة الرباط – سلا تحولا حيث ابتداء من سنة 1979-80 تقلصت معدلاتها بما يقرب 17 ملم في كل عشر سنوات. بينما قيم الصبيب لم تطرأ عليها أي تغيرات، نفس الشيء بالنسبة للتساقطات المطرية القصوى.

من خلال مقارنة تطور التساقطات المطرية ببعض الأحواض الكبرى، تبين أن هناك نزعة عامة نحو الانخفاض بحوالي 1.5 ملم سنويا. فقد تراجع المعدل الوطني لكميات الأمطار من حوالي 700 ملم في بداية القرن 20 إلى أقل من 500 ملم في مطلع القرن 21. وبلغت نسبة التراجع حوالي 15.3 %. وتدل هذه النزعة نحو الانخفاض أن مناخ البلاد أصبح أكثر جفافا، مما كان عليه في بداية القرن 20 م (باحو وآخرون، 2011).

اتسمت التغيرات الزمنية للتساقطات بالمغرب خلال القرن 20، بتوالي السنوات الجافة والرطبة، حيث شهد المغرب خلال نفس القرن تعاقب فترتين مناخيتين كبيرتين (Cook et al, 2015)؛ الأولى ابتدأت من بداية هذا القرن وانتهت مع نهاية السبعينيات، تميزت بنوع من التوازن بين السنوات الجافة والرطبة، بينما الثانية ابتدأت مع مستهل الثمانينات دخل فيها المغرب في فترة جفاف طويلة، اعتبرت أعنف وأطول فترة جافة خلال تاريخ المغرب المعاصر. بشكل عام شهدت التساقطات المطرية بالمغرب تغيرات مهمة خلال القرن 20 تجلت في بروز ميل عام نحو انخفاض محسوس ومتواصل فيها، حيث أصبح مناخه أكثر جفافا،

وهذا ما توصلت إليه بعض الدراسات التي أجريت حول هذا الموضوع، والتي تشير أيضا إلى أن أسباب هذه التحولات، ناتجة عن تغيرات شاذة عرفتها الدورة الهوائية، بالمحيط الأطلسي الشمالي بفعل تغير درجة حرارة مياه هذا المحيط.

تبين التسجيلات الرصدية المرتبطة بالتساقطات والصبيب وجود علاقة وطيدة بينهما، حيث يتأثر الجريان السطحي بفعل تقلبات أحوال الطقس والمناخ بالبلاد، وبالتالي كان دائما على موعد مع فترات الجفاف الهيدرولوجي وفترات الوفرة المائية (الفيضانات)، حيث بلغ معامل تغيرية الموارد المائية السطحية 57.1% في الفترة 11-2010/45-1944؛ هو ما يدل على أنها مرت بدورات زمنية مختلفة من حيث المدة، إذ توالت خلالها فترات الجفاف الهيدرولوجي، وفترات الفيض المائي. وبشكل عام يمكن التمييز بين فترتين كبيرتين، من حيث الواردات المائية، الفترة الأولى ابتدأت من 45-1944 وانتهت سنة 80-1979 تميزت بسيادة سنوات الوفرة المائية (21 سنة من أصل 33 سنة)، بلغت أقصى قيمها سنة 1962-63 بـ 48 مليار متر مكعب من الماء، والملاحظ أنه رغم تردد بعض السنوات الجافة هيدرولوجيا، إلا أنها لم تدم طويلا وكانت متوسطة الحدة.

بينما الفترة الثانية امتدت من 80-1979 وانتهت سنة 11-2010، بخلاف الفترة الأولى سجلت هذه الفترة، تردد سنوات متواصلة من الجفاف الهيدرولوجي، بلغ عددها 23 سنة، خاصة بين السنوات التالية 96-1995/80-1979 و07-2006/99-1998، والملاحظ أنها تميزت بجفاف حاد وعنيف ومستمر زمنيا، مما أثر على الموارد المائية السطحية بالمغرب التي تراجعت إلى أدنى مستوياتها سنة 1992-93 بـ 2.9 مليار متر³. وبالمقابل كانت سنوات ذات الفائض المائي معزولة وضعيفة في إيراداتها المائية مثل سنة 1990-89 (20.3 مليار م³)، باستثناء بعض السنوات التي تميزت بحدوث فيضانات قوية التي تسببت في خسائر مهمة من جهة وشكلت وفرة مائية مهمة من جهة أخرى كسنة 1996-97، و1997-96، و1998-97، ثم 08-2009، وأخيرا 2010-09.

من خلال مقارنة الفترتين السابقتين سجلت الفترة الأولى (80-1979/45-1944) زيادة واضحة من الموارد المائية السطحية بالنظر إلى المعدل الوطني بـ 17.4 %، بينما انخفضت هذه الزيادة بـ 20 % في الفترة الثانية (10-2009/81-1980). وهو ما يدل على أن الإيرادات المائية بالمغرب أصبحت تعرف نزعة عامة نحو الانخفاض، بفعل تعاقب فترات الجفاف المناخي والهيدرولوجي الحادة منذ نهاية السبعينيات جراء التغيرات المناخية التي تشهدها البلاد، وكذا بسبب بعض العوامل الأخرى المرتبطة بالتزايد السكاني السريع، والنمو الاقتصادي وما يشكلانه من ضغط كبير على الموارد المائية.

وتجدر الإشارة إلى أن جميع الأحواض المغربية عرفت تعاقب الفترتين الهيدرولوجيتين السابقتين، إلا أن هناك تفاوتات مجالية وزمنية بين الأحواض من حيث حدة التأثير على الموارد المائية وكذا طول هذين الفترتين، والجدير بالذكر أن جميع الأحواض المائية بالمغرب عرفت عجزا مائيا كبيرا منذ نهاية السبعينيات.

كما أجمعت جل الدراسات أن تراجع الموارد المائية السطحية بالمغرب، كان نتيجة مباشرة لتراجع التساقطات المطرية (Driouech, 2010؛ Salama et Tahiri, 2010؛ Senoussi, 1999؛ Alibou, 2002) وهذا يدل على أن المناخ هو المسؤول الأول عن تذبذب الوضعية المائية للبلاد.

أدت التغيرات الكبيرة التي عرفها مناخ العالم، خلال ستينيات القرن 20 إلى زيادة الاهتمام بوضع تصورات افتراضية، لمعرفة مستقبل مناخ الأرض، حيث ظهرت نماذج مناخية تحاكي المناخ الحالي لمعرفة سيناريوهات تطورات المستقبلية خلال القرن 21 بهدف رصد تأثيراته المحتملة على كافة الميادين، وعلى غرار هذه النماذج أنجزت في المغرب مجموعة من الدراسات، من طرف أكاديميين ومن طرف الأرصاء الجوية (Ait Brahim, 2017؛ Woillez, 2019؛ Driouech, 2010)، لوضع سيناريوهات التطور المحتمل لمناخ المغرب، وفقا للنتائج المحصل عليها من خلال تطبيق النموذج (type A2) ستعرف التساقطات المطرية انخفاضا عاما في القرن 21 م بنسبة 20 % مقارنة مع معدلات الفترة 1960-20/1961-2001، كما سيكون هذا الانخفاض متباينا بين مناطق المغرب. حسب الدراسة التوقعية ستعرف الجبال المغربية والمناطق الأطلنتية والجهة الشرقية، تراجعا مهما في التساقطات المطرية قدر بـ 40 % على مدى القرن 21 مقارنة بالفترة 1960-20/61-2001. أما على مستوى مناطق الجنوب الشرقي والمناطق الصحراوية سيكون الانخفاض متوسطا (20 %) باستثناء المناطق الساحلية. أما فيما يخص التساقطات الفصلية فسيعرف فصل الخريف والشتاء تراجعا بنسب تتراوح ما بين 5 و 15 %، في حين فصل الربيع والصيف سيعرف تقلصا ضئيلا إذ لن يتجاوز نسبة 5 %.

مما لا شك فيه أن التغيرات المناخية المحتملة بالمغرب، ستصاحبها تأثيرات كبيرة على مختلف الميادين، خاصة على الموارد المائية التي توجد في طور التراجع منذ بداية الثمانينيات، بفعل تعاقب الجفاف والضغط المتزايد عليها، وعليه انخفض نصيب الفرد من الماء بالمغرب من 1400 م³/سنة سنة 1990 إلى 750 م³/سنة سنة 2010، وسيستمر هذا التراجع ليصل إلى 596 م³/سنة سنة 2025 (باحو، 2011). من جهة أخرى تبين الإسقاطات المستقبلية المرتبطة بوضعية الموارد المائية، أنها ستعرف تراجعا كبيرا خلال القرن 21 م بفعل تزايد درجة الحرارة والتجفيف، حيث من المتوقع أن تتراجع إلى ما بين 10 و 15 % خلال الربع الأول من القرن 21 (Tramblay et al, 2018؛ Tramblay et al, 2013؛ El Moçayd et al , 2019).

2.1.1.2.3. التغيرية الهيدرولوجية ببعض أحواض الدول المجاورة

يتميز حوض البحر الأبيض المتوسط وما يضمه من بلدان، بتغيرية هيدرولوجية مناخية مكانية وزمنية كبيرة، بفعل وجوده في منطقة انتقالية بين النطاق المعتدل شمالا والمنطقة المدارية جنوبا، وهو ما يجعل مناخ الضفة الشمالية والجنوبية ذو مميزات معينة، أي أنه حار صيفا وبارد شتاء، حيث يخضع لتأثيرات المناخ المعتدل شتاءا ولخصائص المناخ المداري صيفا.

وانطلاقا من الدراسات التي أنجزت ببعض الأحواض المائية التابعة للبحر الأبيض المتوسط، حول اتجاهات التساقطات المطرية والصبيب بمختلف مستوياتها تبين أن:

- الجزائر: خلال الفترة الممتدة من 1970-71 إلى 2012-13، تميزت الأحواض الشمالية الشرقية والغربية للجزائر، باتجاه عام نحو الانخفاض في معدلات التساقطات المطرية، تمثل ذلك في وجود انقطاعات فيها خلال فترة الثمانينات والتسعينيات، حيث عرفت هذه الفترة تراجعاً في معدلاتها، مما انعكس على الصبيب الذي عرف بدوره تناقصاً قدر بـ 60%، وما بين 2000-01 و 2012-13 تم تسجيل عودة هطول الأمطار. وعلى المستوى الشهري سجل ارتفاع معدلات التساقطات بعد سنوات الانقطاع 83/1982، في فصلي الشتاء والربيع عدا شهر مارس، مع تركيز استثنائي فيها في شهر غشت، أما التساقطات اليومية فتحليل هذا العنصر المناخي، يوضح اتجاهها في زيادة تردد الأمطار الغزيرة الأكثر من 20 ملم خاصة في الفترة 2003-04/2012-13 (Khoualdia, 2014 ;) (Nouaceur, 2016).
- تونس: تميزت السيرة الزمنية للتساقطات المطرية بشمال تونس في الفترة 1970-71/2012-13 بوجود ثلاث فترات، الأولى (1970-71/1985-86) رطبة تميزت باستقرار القيم السنوية للتساقطات المطرية، الثانية (1986-87/2002-03) جافة ودامت 16 سنة حيث تراجعت معدلات التساقطات، كان لها تأثير على الصبيب الذي تقلص بـ 40%، الثالثة رطبة وشديدة الرطوبة (2003-04/2012-13) مع وجود سنتين جافتين 2006 و 2008 (Nouaceur, 2016). في حين لم يسجل أي تغيير في توزيع التساقطات المطرية الشهرية، وفي عدد الأيام المطرة خلال السنة (Hlaoui, 2015). وفيما يخص التساقطات المطرية القصوى والرعدية، فتميزت بارتفاع قيمها وترددتها في جميع التراب التونسي، ابتداء من سنة 2002-03 (El malki, 2013) كما صاحب ذلك تزايد في وقوع الامتطاحات خاصة في شمال تونس.
- سوريا ولبنان: عرفت التساقطات المطرية بالشرق الأدنى، في الفترة ما بين 1970-71/2009-10 انخفاضاً قدر بـ 28% خاصة في لبنان، بينما لم يسجل أي انخفاض ملحوظ في سوريا، كما لوحظ تقلص الفترة المطرة من السنة التي أصبحت تبتدأ من شهر نونبر وتنتهي في مارس، هذا وقد عرف شهر دجنبر تراجعاً مهماً في التساقطات المطرية خلال هذه الفترة خاصة بالجنوب الغربي من الشرق الأدنى (Traboulsi, 2012).
- إسبانيا: عرف الجنوب الإسباني خلال الفترة 1975-76/1994-95 تناقصاً في مجموع التساقطات المطرية، وذلك بـ 45% في كل من شهر فبراير ويونيو. وفي الفترة التي تلت ذلك (1995-96/2010-11) ارتفعت التساقطات المطرية بـ 20% في شهر ماي، غشت، شتنبر وأكتوبر، وعلى المستوى الفصلي تم تسجيل انخفاض في هذا العنصر المناخي بـ 30% في فصل الشتاء والصيف، في حين أن فصل الخريف عرف ارتفاعاً قدر بـ 11%، ولوحظ ارتفاع في تركيز التساقطات المطرية اليومية خاصة بعد سنة 1980-81 (Del Río, 2011). أما على مستوى دراسة الصبيب، فتم تسجيل تراجع بـ 20% في الفترة 1960-61/2001-20، بفعل تعاقب فترات الجفاف (Lespinas, 2008).

- فرنسا: تميزت التساقطات المطرية في الجنوب الشرقي لفرنسا (حوض الرون Rhône)، باتجاه عام نحو الانخفاض وذلك بنسبة 10 % ، والذي ابتدأ سنة 1980-81 إلى حدود سنة 2010-11 حيث قارب متوسطها خلال هذه الفترة 516 ملم، في حين كان يبلغ 569 ملم في الفترة 1950-1979/51-80 (Briche et al, 2017)، و شمل هذا الانخفاض أيضا عدد الأيام المطيرة، وصاحب ذلك وقوع خلل في التوزيع الشهري للتساقطات المطرية، وبالتالي أصبحت تتركز بشكل كبير في شهر أبريل وأكتوبر، على شكل زخات مطرية قوية (Berthelot, 2000). وفي المقابل لم يلاحظ أي تغيير على قيم الصبيب السنوية خلال هذه الفترات، إلا أنه تم تسجيل ارتفاع في تردد الامتطاحات بهذا الحوض في الفترة 1992-93 / 2009-10 بفعل التوسع العمراني.

- إيطاليا: في الفترة ما بين 1950-51 و 2012-13 انخفضت التساقطات المطرية المسجلة بحوض البو بالشمال الإيطالي بـ 7% خاصة بعد 1982-83، كما عرفت جميع فصول السنة تقلصا في معدلاتها إذ تراوح ما بين 1 - 6 - ملم في كل فصل أي بمجموع انحصار بين 60 - و 370 - ملم خلال 63 سنة، شمل هذا التقلص أيضا عدد الأيام المطيرة في كل فصل (0.04%- و 0.2%-)، وتردد التساقطات المطرية اليومية القصوى (Raymond, 2016). في حين أن الصبيب لم يسجل أي انخفاض، وذلك راجع للتساقطات الثلجية (جبال الألب)، التي تعرفها عالية هذا الحوض والتي تساهم في دعم الجريان بشكل دائم.

من خلال نتائج الدراسات المنجزة حول اتجاهات التساقطات المطرية والصبيب، بمنطقة حوض البحر الأبيض المتوسط، خاصة السواحل المطلة عليه: إيطاليا، اليونان، دول الشرق الأدنى، الساحل الغربي لإسبانيا، تركيا، المغرب، الجزائر وتونس، تبين أن هناك عدم ثبات السلاسل الزمنية للتساقطات المطرية والصبيب وأن هناك انخفاض عام في قيمها خاصة في النصف الثاني من القرن 20، حيث أن جميع البلدان الموضوعة ضمن المقارنة، أعلاه عرفت منذ الفترة 1976-77 و 1985-86 حدوث انقطاع وبداية التراجع في كمية التساقطات المطرية، إلى حدود الفترة 2002-03 و 2006-07، فعلى المستوى الفصلي عرف فصل الشتاء تقلصا فيها؛ بفعل تدني التساقطات اليومية القصوى المسجلة خلاله. هذا التراجع أصبح مصحوبا بارتفاع قيم التساقطات المطرية اليومية المركزة (Norrant et Douguédroit, 2005)، وبتزايد ترددها خلال جميع الفصول باستثناء فصل الصيف. بعد هذه الفترة (2002-03 و 2006-07) إلى حدود سنة 2012-13 عرفت هذه المنطقة عودة التساقطات المطرية بمعدلات مهمة، والملاحظ أنها أصبحت أكثر تركزا في الزمن والمكان.

كما عرف نظام الجريان بالأودية تغيرا كبيرا تبعا لتذبذب التساقطات المطرية، خاصة في الضفة الجنوبية من الحوض البحر الأبيض المتوسط، بفعل تراجع التساقطات المطرية وبسبب الجفاف المناخي المزمع الذي تعاني منه هذه المنطقة (Milly et al, 2005). حيث تعد الدول الواقعة في الشرق الأدنى وشمال إفريقيا المنتمية للنطاق المناخي شبه الجاف، أكثر عرضة لندرة المياه وتذبذب كمياتها، وبشكل

عام تم تصنيف شعوب المنطقة المتوسطية ضمن الشعوب الفقيرة المياه، حيث وصل نصيب الفرد فيها من المياه إلى ما دون 1000 متر مكعب في السنة، وهناك من المناطق التي سوف يصل فيها هذا النصيب إلى 500 متر مكعب في السنة، خاصة في الجنوب الشرقي لإسبانيا والصفة الجنوبية (دول شمال إفريقيا)، حسب تقرير شبكة الخبراء المعنية بالتغيرات المناخية والبيئية، في منطقة البحر الأبيض المتوسط MedECC سنة 2019.

والجدير بالذكر أن هذه المنطقة عرفت تناوبا غير منتظم بين السنوات الجافة والرطبة، فخلال القرن الماضي عاش كل من غرب المتوسط ودول جنوب البلقان سنوات شديدة الرطوبة (سنة 1900-01، 1920-21، 1930-31، 1956-57، 1968-69، 1980-81، 1996-97، 2009-10، 2010-11)، بينما عرف الجنوب الأوربي جفافا حادا امتد من 1991-92 إلى 1994-95 كانت له آثار سلبية على الإقتصاد والبيئة (Demuth et Stahl, 2000)، كما شهدت بلدان الشرق الأدنى وشمال إفريقيا سنوات شديدة الجفاف، ابتدأت من 1941-42 إلى 1948-49 لتنتقل إلى سنوات 1960-61 – 1968-69 – 1988-89 – 1993-94 – 1994-95 (Albergel et al, 2000) وأخيرا الجفاف المناخي الحاد الذي امتد من 1997-98 إلى سنة 2012-13 خاصة في الضفة الجنوبية من المتوسط (MedECC, 2019)، والملاحظ أن السنوات الجافة كانت أكثر ترددا بمنطقة المتوسط حيث ازدادت حدتها في السنوات الأخيرة فكان لها تأثير على معدلات التساقطات المطرية التي تناقصت، كما تشير الدراسات التي تناولت المناخ القديم لهذه المنطقة، أن تراجع التساقطات المطرية بها والمنحى الذي تتجه فيه حاليا لم يعرف مثيلا له منذ 500 سنة الماضية (Xoplaki et al, 2004; Lespinas, 2008).

وقد تم تفسير هذه النتائج، بتراجع عدد الأيام المطرة خلال السنة، وكذا ضعف النشاط الضغطي بالمنطقة والاستقرار المطول، للضغط المرتفع شبه مداري فوق المتوسط، الشيء الذي نتج عنه تراجع الاضطرابات القادمة، من المحيط الأطلنطي الشمالي وكذا بفعل شذوذ الدورة الهوائية، عند مستوى هذه المنطقة بفعل الذبذبات المناخية وبسبب الاحترار العالمي، كما أن هناك عوامل أخرى، جغرافية مرتبطة بخصائص السطح. ويتوقع أن تشهد المنطقة المتوسطية حسب النماذج المناخية، ارتفاع الحرارة بين درجتين إلى أربع درجات مئوية خلال العقد الثامن من القرن 21، وتشير السيناريوهات إلى أن ارتفاع الحرارة بدرجة واحدة مئوية، سيؤدي إلى انخفاض الأمطار بـ 4% وإلى زيادة الفترات الجافة بنسبة 7%، كما من المتوقع أن تزداد حدة هطول الأمطار المتطرفة، بنسب تتراوح ما بين 10% و 20% في جميع الفصول باستثناء فصل الصيف (Schleussner et al, 2016; Lionello et Scarascia, 2018).

2.1.2.3. نتائج البحث الميداني

1.2.1.2.3. تقديم الأسئلة المعتمدة في المقابلة الشفوية

اعتمدنا في هذه المقابلات الشفوية، على 20 سؤالا مقسمة على ظاهرتي الجفاف والفيضانات (ملحق رقم 4)، وضمنها توجد أسئلة مرتبطة بالتغيرية الهيدرومترية، بالإضافة إلى أسئلة متعلقة

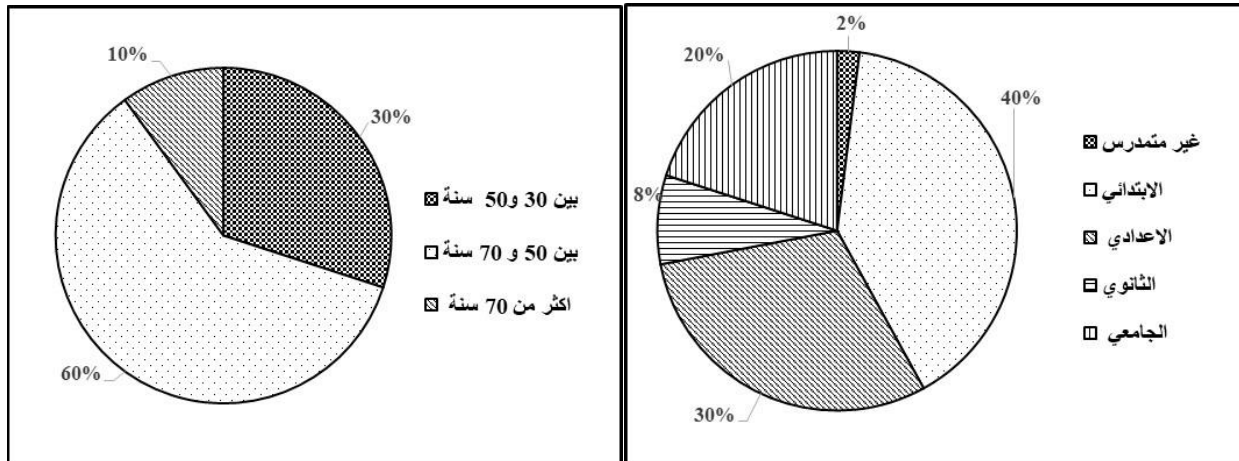
بالوحدة الجغرافية، إسم الدوار والجماعة، السن، المستوى الدراسي للأشخاص الذين أجرينا معهم الاستبيان الشفوي. وقد بلغ عدد المقابلات الشفوية أربعون مقابلة، وقد أجريناها في المناطق التي تعاني من الجفاف والتي تعاني من الفيضانات أو كلاهما معا.

شكل رقم 75 : سن الأفراد الذين تم إجراء

معهم المقابلة الشفوية

شكل رقم 74: المستوى التعليمي للأفراد الذين تم

إجراء معهم المقابلة الشفوية



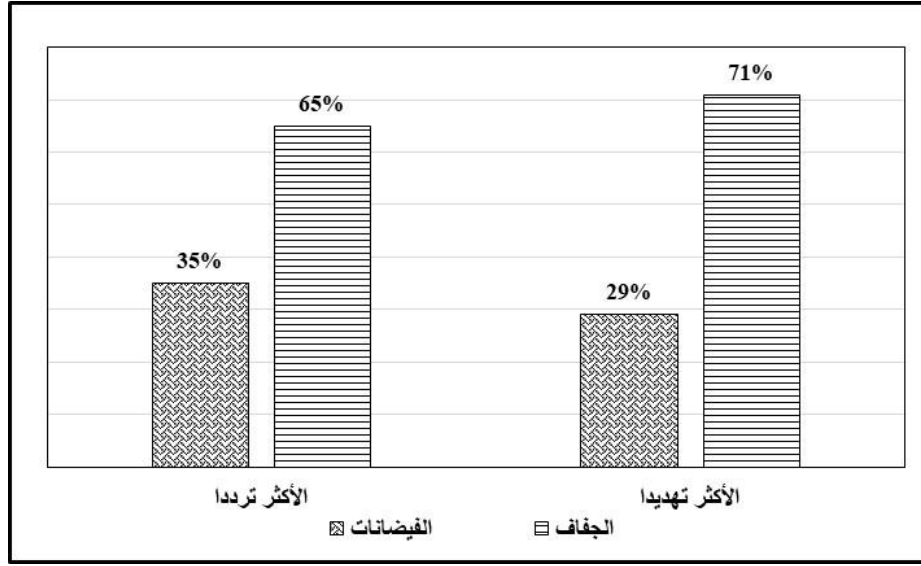
المصدر: البحث الميداني، 2020.

اعتمدنا في اختيار مجتمع البحث على معيارين، أولهما أن يكون لكل شخص مستوى تعليمي لا يقل عن الشهادة الابتدائية (شكل رقم 74)، وذلك لقراءة الأسئلة التي سيجيب عنها وللتعاطي معها بشكل إيجابي، وأن يكون سنه كبيرا (شكل رقم 75)، شيئا ما لكي يتم تغطية الفترة المدروسة في البحث وأن يكون استقراره قديما في منطقة الدراسة. كما عملنا على التنوع والتميز بين أماكن تواجد الأفراد المستجوبين، بحيث أشركنا ساكنة بعض الدواوير في مقدمة الريف والأطلس المتوسط وكذا، التي تقطن في المراكز الحضرية والقروية، نظرا لكون بعضها يعاني من ندرة الماء أو الفيضانات، والبعض الآخر يعاني منهما الإثنين.

2.2.1.2.3. نتائج المقابلات الشفوية

تبين من خلال البحث على المخاطر الأكثر ترددا وتهديدا للساكنة، أن الجفاف المناخي وما يخلفه من تأثير سلبي على الموارد المائية، يشكل الخطر الأكثر تهديدا وترددا خاصة بالساكنة، التي تقطن في مقدمة الريف حسب نتائج المقابلة الشفوية (شكل رقم 76)، ومن بين خصائصه حسب تصريح المستجوبين أنه مستمر في الزمن، أي أنه يغطي فترة طويلة من السنة كما يكون مصحوبا بتساقطات مطرية ضعيفة. متبوعا بخطر الفيضانات، التي ينحصر تأثيرها في المناطق القريبة من المجاري المائية، في حين المخاطر المتبقية (الصقيع والبرد) لا تشكل تهديدا بالمجال المدروس.

شكل رقم 76: نسب تهديد وتردد مخاطر الجفاف والفيضانات للسكان



المصدر: البحث الميداني، 2020

من خلال الأسئلة الموجهة للسكان حول ظاهرة الفيضانات، تبين أن السنوات التي عرفت أخطر الفيضانات هي: 1966-1967-1969-1986-1996-1997-2007-2008-2009-2010، جاء ذكر سنة 2009-2010 من طرف خمس أشخاص في حين البقية إكتفت بسنة واحدة، والجدير بالذكر أن ساكنة الأطلس المتوسط لا تتأثر بفيضانات الأودية، بل تتأثر بارتفاع حمولة الشعبات بفعل التساقطات المطرية، التي تعرفها هذه المنطقة خاصة في فصل الخريف كما هو الشأن سنة 1986 و 2007 و 2008، حسب تصريح ساكنة تاهلة والصميمة. في حين الذي ينتمون إلى مقدمة الريف فيعانون من امتطاحات الأودية، حيث أدلى الأشخاص المستجوبين أن فيضان 2010، من بين أخطر الفيضانات الذي عرفته مدينة تازة، إذ تتأثر بواد الأربعاء وبعض روافده.

نفس الشيء بالنسبة للمركز شبه حضري لواد أمليل الذي يتأثر بواد أغروز وايناون، بالإضافة أيضا إلى جماعة بني فتاح التي تتأثر بفيضان واد الأربعاء. في حين جماعة سبت بوقلال عرفت أخطر الفيضانات سنة 1996، حيث تم غمر السوق الأسبوعي بالكامل وتسبب في خسائر مادية مهمة. كما شهد واد لحضر فيضانات استثنائية 1966-1967-1969، والتي تسببت بجرف أحد القناطر الموجودة عليه، حسب قول الأشخاص اللذين عايشوا هذه الأحداث والصور رقم 41، تبين بقايا هذه القنطرة التي لازالت شاهدة على هذا الحدث لحد الآن.

صورة رقم 41: انهيار القنطرة بفعل فيضان واد لحضر سنة 1969



المصدر: تصوير شخصي بتاريخ 2020/08/07

وحسب المعطيات التي أدلى بها أحد العاملين بمديرية التجهيز بتازة، وتم تعزيزها بأراء الساكنة، أن فيضانات واد لحضر لسنة 1969، شكلت حدث استثنائي في النصف الثاني من القرن 20 وبداية القرن 21 م بالنظر إلى الخسائر المترتبة عنه، حيث دمرت ثلاث قناطر وتم قطع الطريق المؤدية إلى أحد امسيلة.

وتبين من خلال سؤالنا لساكنة حوض إيناون، حول تغييرية نظام التساقطات المطرية، من حيث كمية التساقطات المطرية وكيفية توزيعها على شهور السنة، أنه في سنوات الستينيات والسبعينيات كانت فصول السنة واضحة المعالم والخصائص، فالفصل المطير يبدأ خلال شهر شتنبر وينتهي في ماي، كما صرح أحد الأشخاص أنه خلال هذه السنوات، كانت الساكنة تعمل على تنقية وإصلاح أسطح المنازل في شهر شتنبر استعدادا لموسم المطر، كما كانت التساقطات المطرية تتوزع بشكل منتظم على شهور السنة، وكان لكل شهر نصيب منها، حيث في بعض الأحيان كانت تستمر لمدة شهرين متتابعين، وغالبا ما توافق هذه الفترة "الليالي" أي الأشهر الأغزر مطرا، خلال فصل الشتاء حسب تصريح المستجوبين. والجدير بالذكر أن الأودية كانت تحافظ على جريانها، حتى في فصل الصيف وكان بها أسماك، وكانت تتكون "المروج" الدائمة الاخضرار طوال السنة، في بعض الأراضي بفعل التساقطات المطرية الغزيرة التي تتلقاها.

انطلاقاً من نتائج هذه المقابلات، ابتداءً هذا التغير في التساقطات المطرية، ابتداءً من السنوات التالية: 1980-1991-1990-2001 حيث ذكر 70% من الأشخاص المستجوبين سنة 1980، في حين سنة 1991 جاء ذكرها من طرف 14 %، 1990 12 % وأخيراً 2001 4 %.

فيما يخص أجوبة المبحوثين المرتبطة بظاهرة الجفاف المناخي، وما خلفته من تأثير على الموارد المائية، مثلت سنوات 1986-1991-1992-2002-2007 الفترات الأشد جفافاً وتأثيراً على منابع الماء، حيث جفت العيون والآبار خاصة بمقدمة الريف، في حين تميز جفاف سنة 1997-2004 بتأثيره على مدينة تازة حيث كانت تنقطع المياه بشكل متوالي بفعل شح المياه.

وتميز التطور الزمني لأوضاع الجفاف، خاصة بعد التحول الذي وقع في نظام التساقطات المطرية منذ بداية الثمانينيات، بالتردد الكبير للسنوات الجافة التي أصبحت أكثر حدة، وأصبح غياب وعدم انتظام وتذبذب التساقطات المطرية، يشكل السمة الأساسية لمناخ المنطقة المدروسة (حسب المقابلات الشفوية)، ومن بين هذه السمات تراجع معدلات الأمطار المسجلة خلال السنوات والشهور، كما أنها أصبحت مركزة، في عدد قليل من الساعات والأيام (ثلاثة أيام أو أقل)، حيث وقع خلل في هذا التوزيع على شهور الفصل المطير، وبالتالي هناك من عاش شح الأمطار بشكل متكرر في هذا الفصل، خاصة للذين عاشوا خلال فترة السبعينيات والسبعينات إلى حدود الآن. هذا ولم تسلم المناطق المرتفعة من هذا التراجع وأخص بالذكر منطقة باب بودير، حيث صرح أحد الساكنين بها أن هذه الأخيرة، عرفت تراجعاً كبيراً في التساقطات المطرية خلال الأربعين سنة الماضية.

على العموم فنظام التساقطات المطرية، بكل المناطق التي شملها البحث الميداني تميز بالتذبذب وعدم الانتظام، بحيث يمكن أن تستقبل 800 ملم من الأمطار في السنة لكن أكثر من نصف هذه الكمية، تكون في الغالب مركزة في أيام قليلة. لكن تبقى كمية التساقطات السنوية ضعيفة مقارنة بما كانت عليه قبل فترة السبعينات، هذا ما أحسسته الساكنة المبحوثة خاصة مع بداية سنة 2008.

إذن من خلال المقابلات الشفوية التي أجريناها مع ساكنة الحوض، تبين أن نتائجها تتوافق مع النتائج التي توصلنا إليها عن طريق الدراسة الإحصائية (القسم الثاني)، بحيث قمنا بتحديد بداية تراجع التساقطات المطرية بحوض إيناون، الذي حدد منذ نهاية السبعينيات، كما بينا أنه كان له انعكاس سلبي على الصبيب الذي عرف بدوره تراجعاً مهماً. هذا التراجع كان موسوماً بالتردد الكبير للسنوات الجافة، إذ وقع تغير على التوزيع الشهري الاعتيادي للتساقطات المطرية. وفي المقابل وكما جاء حسب المقابلات الشفوية والتحليل الإحصائي، أنه في السنوات الأخيرة أصبحت التساقطات المطرية، مركزة زمنياً وهو ما عبروا عليه الساكنة المستجوبة بالأمطار الطوفانية، التي تسببت في حدوث فيضانات عانت منها الساكنة.

2.2.3 . تدبير الجفاف بالمغرب

1.2.2.3 . تنقسم مقارنة الجفاف بين المعالجة الظرفية والبنوية

تهدف هذه المقاربة إلى التخفيف من آثار الجفاف على المستوى البيئي والاقتصادي والاجتماعي والسياسي. حيث تقوم على نهج سياسة جديدة، لمكافحة الجفاف التي تعتمد على مبادئ التنمية القروية في شموليتها.

1.1.2.2.3 . المعالجة الظرفية للجفاف

بفعل الفترات المتتالية للجفاف في الثلاث العقود الأخيرة، نهج المغرب سياسة ظرفية تجسدت تبنيه للبرنامج الوطني لمكافحة الجفاف. وذلك عبر التدخل في عدة مجالات، من أجل تحقيق الحد الأدنى من الأمن الغذائي ويتمحور هذا البرنامج حول:

- توفير الماء الشروب لفائدة المناطق القروية وترشيد استعمال المياه في الأحواض السقوية؛
- إنقاذ وإغاثة الماشية؛
- دعم مداخيل الفلاحين بإحداث أورش للتشغيل؛
- جدولة ديون القرض الفلاحي.

ورغم هذه المجهودات الهامة فإنها تبقى للمعالجة الظرفية للجفاف بإستثناء التأمين الفلاحي.

2.1.2.2.3 . المعالجة البنوية للجفاف

ترتكز هذه الاستراتيجية على ضرورة اعتماد تقنيات تدبير الأخطار من خلال:

- إنجاز توقعات دقيقة مبنية على مؤشرات علمية مناخية وفلاحية وهيدرولوجية وسوسيواقتصادية؛
- تطوير نظام إنذار مبكر للجفاف؛
- تحديد نوعية الجفاف، وتقييم حدته في كل منطقة على حدة؛
- تحديد القطاعات الاقتصادية والمجموعات السكانية الأكثر تضررا بالجفاف؛
- إعداد مخططات عملية لمكافحة هذه الظاهرة؛
- رصد الموارد البشرية والمالية لإعداد وإنجاز برامج ملائمة وشاملة؛
- تقييم ميداني للنتائج المرتقبة من جراء تطبيق المشاريع المبرمجة؛
- تحليل مدى فعالية البرامج في كل منطقة على حدة؛
- إدماج المخاطر المرتقبة للجفاف في مخططات التنمية الاقتصادية والاجتماعية، على المدى القريب والمتوسط والبعيد؛
- إيلاء عناية خاصة لتحسيس السكان بما يجب القيام به قبل وأثناء وبعد فترة الجفاف المرتقبة.

2.2.2.3. استراتيجيات التكيف مع الجفاف بالمغرب

إن كل استراتيجية للتأقلم أو التكيف باعتباره " تعديل في النظم الطبيعية والبشرية في مواجهة ظواهر مناخية حالية أو مستقبلية أو تأثيراتها، بغية التخفيف من المخاطر الناتجة عنها أو استغلال الفرص المواتية مع الجفاف (GIEC,2014) " هذه الاستراتيجية تتضمن شطرين أساسين:

1.2.2.2.3. الشطر البنيوي

شطر بنيوي للتأقلم والمتابعة، ويعنى بالمراقبة والتتبع والترافع وتقييم الآثار المترتبة عن الجفاف، ومساهمة جميع الفاعلين ميدانيا على الصعيد المحلي والإقليمي والجهوي والوطني. ومهم أساسا برامج المرصد الوطني للجفاف، والرامية إلى:

- تنظيم البنيات المؤسسية بغية رفع مستوى الاستعداد للجفاف؛
- التنسيق بين البنيات المؤسسية لتحقيق فعالية أكبر لعمليات مكافحة الجفاف؛
- تحسين الأدوات المساعدة على اتخاذ القرار، ضمن البرنامج الاستعجالي للتخفيف من آثار الجفاف، بفضل نظام إنذار مبكر يرتبط بتدبير الجفاف على المدى القصير؛
- تحسين الأدوات المساعدة على اتخاذ القرار، بغرض إدماج أخطار الجفاف في البرمجة الاقتصادية لأنشطة المناطق القروية في تناسق مع تدبير الجفاف على المدى المتوسط والبعيد.

2.2.2.2.3. الشطر الإجرائي

تهم عناصر استراتيجية التأقلم مع الجفاف على الصعيد الإجرائي المحاور التالية:

- **جهوية الجفاف والتأقلم مع المؤهلات المجالية الجهوية والخاصيات المتعلقة بكل جهة:** ذلك أن المناطق الأكثر تضررا من الجفاف توفر المعيشة تقريبا لنصف الساكنة القروية التي لا تزال تلجأ إلى زراعة الحبوب على نطاق واسع، والسؤال المطروح يتعلق بمدى فعالية والاستمرار في إنتاج الحبوب، في ظروف هامشية عوض اتباع سياسة دعم تنمية تربية المواشي أو غرس الأشجار المناسبة حسب قابلية الأراضي. وتدبير الجفاف على الصعيد الجهوي، ينطلق من التوفر على أدوات عملية لتقييم الإمكانيات الفلاحية لكل جهة، على أساس خرائط استعمال الأراضي، وتوزيع الزراعات المواتية وكذلك خرائط الجفاف. كما أن ظاهرة الجفاف لا تعكس مختلف الجهات بنفس الحدة، و الجفاف لا يصيب جهة ما في القطاع الحيواني والنباتي بنفس الحدة، وتبعاً لذلك فإن استراتيجية التكيف مع الجفاف، يجب أن تأخذ بعين الاعتبار الطابع الجهوي لهذه الظاهرة مع مراعاة الخصائص المرتبطة، بكل إنتاج حيواني ونباتي.

- **التحكم في الموارد المائية:** إن الطرق التقليدية لتدبير الموارد المائية بمختلف جهات المغرب، كقنوات الري وسياسة الإعداد الهيدرو فلاحي المعتمدة منذ الستينيات، خير شاهد على العزيمة الثابتة للمغرب، لمواجهة المشاكل العصبية المرتبطة بالموارد وتديريها ، وقد أخذ المغرب يجني بالفعل ثمار هذه السياسة النموذجية والمستمرة في مجال تدبير موارده المائية، وبفعل الجفاف تعرف الموارد المائية بالمغرب، تغيرا كبيرا تبعاً للزمان و المكان ، إذ تصل الكمية السنوية المتوسطة للتماطلات إلى 150 مليار م

مكعب ، وتبلغ الكمية الممكن تعبئتها حوالي 21 مليار م مكعب، ويرتكز نظام تعبئة وتطوير وفرة الموارد المائية، على مبدأ تسوية استغلال المياه خلال السنة وبين السنوات.

ومن أهداف السياسة المائية المتبعة في المغرب للتكيف مع التغيرات المناخية:

✓ الاقتصاد في الماء الشروب والماء الصناعي، عبر التحسيس والتوعية ومحاربة التسربات في

شبكات التوزيع؛

✓ تعزيز البنية التحتية المائية عبر بناء سدود جديدة (59 سد ما بين 2008 و2030)،

والحفاظ على منابع المياه وتهيئتها والفرشة المائية الباطنية؛

✓ تعبئة الموارد المائية غير التقليدية من خلال تحلية مياه البحر، إذ ينتظر تحلية ما يقارب

400 مليون متر مكعب، كما سيتم إطلاق مشاريع تجميع مياه الأمطار؛

✓ تعزيز مسؤوليات وكالات الأحواض المائية في تدبير الموارد المائية، وتقوية دور شرطة

المياه.

- استثمار مكتسبات الأبحاث واستعمال التكنولوجيا الناجحة: إن تبني التقدم التكنولوجي

داخل مسالك الإنتاج النباتي الحيواني، يكون إحدى أهم الميكانيزمات لضبط الجفاف على مستوى الضيعات الفلاحية، إضافة إلى نقل التكنولوجيا يجب أن يكون موافقاً لنوع المنتجين من جهة، وأن ينجز على صعيد جهوي من جهة أخرى. لقد حقق البحث الزراعي الغابوي تقدماً هاماً، لذا يتعين بذل مزيد من الجهود في هذا المجال حتى يبقى التقدم، إحدى الآليات الفعالة لمحاربة آثار الجفاف، فتقنيات المحافظة على المياه داخل التربة، وإمكانيات خزنها من أجل استعمالها لاحقاً من طرف المزارعين معروفة وقد أثبتت التجارب، كاستعمال بذور من الأصناف المتكيفة مع الجفاف، ومراقبة الأعشاب المضرة والأمراض النباتية، والاستعمال المعقلن للأسمدة، تشكل أيضاً إحدى التكنولوجيات التكميلية للإنتاج، وجب نقلها إلى المنتجين الفلاحين. وفي مجال تربية المواشي يمكن تحقيق تقدم كبير على مستوى الضيعات، وذلك عبر تحسين طرق الإنتاج الحيواني وحماية الصحة الحيوانية، مما يترتب عنه تنمية الإنتاجية في هذا القطاع.

- تربية المواشي تحت ظروف الجفاف: إن آثار الجفاف على الماشية يختلف حسب نظامها، ودرجة اعتماده على الموارد الرعوية والعناية الصحية، عادة ما تسود أنظمة مزدوجة تعتمد على إدماج الماشية، في نظام الإنتاج الفلاحي كاستراتيجية للتأقلم مع المعطيات المناخية ومن بينها الجفاف، إن تأقلم مربّي الماشية يظهر جلياً، عند اللجوء إلى بيع الماشية من أجل مواجهة المتطلبات الآنية، وتقتضي استراتيجية الجفاف أن يؤخذ بعين الاعتبار، اختصاصات الجهة وحاجات السكان، وأن تحدد المراحل الحرجة للماشية، لاتخاذ الإجراءات العملية التي يمكنها أن تحد من الخسائر على المدى البعيد سواء تعلق الأمر بالإنتاج أو الصحة الحيوانية.

- تدبير الأخطار المرتقبة والمرتبطة بالجفاف: يعتمد تدبير المخاطر المرتقبة والمرتبطة بالجفاف،

على تكيف سياسات مكافحة آثار الجفاف، مع تنوع واختلاف الضيعات الفلاحية وإدماج الجفاف

ضمن آليات التمويل والدعم وتنوع واختلاف الأنشطة الفلاحية وغير الفلاحية، في العالم القروي وتطوير المقاربة التشاركية بين الفاعلين.

3.2.2.2.3. الشطر القانوني

في هذا الصدد أصدر المشرع المغربي قانون رقم 36.15 المتعلق بالماء، الذي يحدد قواعد التدبير المندمج واللامركزي والتشاركي للموارد المائية من أجل ضمان حق المواطنين والمواطنات في الحصول على الماء واستعمال عقلائي ومستدام للماء ويهدف تامين أفضل كما وكيفا له ولوسطه وللملك العمومي المائي بصفة عامة، كما يحدد قواعد الوقاية من المخاطر المرتبطة بالماء بما يضمن حماية وسلامة الأشخاص والممتلكات والبيئة. ويهدف هذا القانون أيضا إلى وضع ضوابط وآليات التخطيط للمياه بما في ذلك المياه المستعملة ومياه البحر المحلاة وغيرها للرفع من الإمكانيات المائية الوطنية مع الأخذ بعين الاعتبار التغيرات المناخية بهدف التأقلم معها. وقد جاء في بابه التاسع الخاص بتدبير الأخطار المتصلة بالماء لاسيما الخصاص في هذه المادة الحيوية المواد الآتية:

المادة 124: تضع وكالة الحوض المائي، في حالة الجفاف، مخططا لتدبير الخصاص في الماء بتشاور مع الإدارة والمؤسسات العمومية والجماعات الترابية ولجن العمالات أو الأقاليم للماء المعنية. يجب أن يتضمن هذا المخطط الإجراءات الموضوعية مسبقا حسب درجة الخصاص، وأن يدمج كل القطاعات المستعملة من أجل تدبير تفاعلي للخصاص في الماء. كما تحدد كفاءات وضع ومراجعة مخطط تدبير الخصاص في الماء بنص تنظيبي.

المادة 125: تضع وكالة الحوض المائي نظاما لتتبع الوضعيات المائية من خلال مؤشرات هيدرومناخية.

المادة 126: في حالة الخصاص في الماء، وخاصة في فترات الجفاف، تعلن الإدارة باقتراح من وكالة الحوض المائي حالة الخصاص في الماء، وتحدد المنطقة المعنية كما تتخذ، بناء على مخطط تدبير الخصاص في الماء وبإشراك لجن العمالات أو الأقاليم للماء المعنية، الإجراءات المحلية والمؤقتة مع إعطاء الأولوية لتزويد السكان بالكميات الضرورية من الماء الصالح للشرب مع الأخذ بعين الاعتبار حاجيات القطيع من الماء.

المادة 127: في حالة الخصاص في الماء الناتج عن أحداث أخرى غير الجفاف، تقوم الإدارة بالإعلان عن حالة الخصاص في الماء، وبتحديد المنطقة المعنية وبسن الإجراءات المحلية والمؤقتة.

المادة 128: علاوة على الإجراءات المتخذة تطبيقا لأحكام المادتين 126 و 127 أعلاه يمكن للإدارة، في حالة عدم الاتفاق الحبي مع المعنيين بالأمر، أن تقوم طبقا للنصوص التشريعية والتنظيمية الجاري بها العمل بعمليات مصادرة من أجل تعبئة الموارد المائية اللازمة لضمان تزويد السكان بالماء الشروب

3.2.2.3. برامج تدبير الجفاف بالمغرب

لتتبع حالات الجفاف وتدبيرها والوقوف على الآثار التي يمكن أن يحدثها على المجتمع والاقتصاد، اعتمد المغرب على البرامج التالية:

1.3.2.2.3. مديرية الأرصاد الجوية الوطنية

نتيجة لتوالي نوبات الجفاف التي تطبع المناخ المغربي من حين لآخر، كان من الضروري وضع التدابير الضرورية للتخفيف من انعكاساته، هنا جاء دور مديرية الأرصاد الوطنية، التي تم وضع رهن

إشارتها الوسائل التقنية والبشرية لتدبير الجفاف، من خلال إنجاز وتطبيق البرامج المرتبطة بهذه الظاهرة ومن هذه البرامج نجد:

- برنامج المبارك: يدرس حالة تذبذب الشمالي الأطلسي في علاقته بالتساقطات المطرية بالمغرب؛
- برنامج التوقع الموسمي في المغرب: يهدف إلى وضع توقعات للتساقطات الشهرية والموسمية، وذلك من أجل اتخاذ القرار فيما يخص الأنشطة المرتبطة بالفلاحة والموارد المائية؛
- برنامج الغيث: يقوم على استعمال الطاقة الطبيعية في الجو، عن طريق تحديد الظروف الجوية المناسبة لإحداث اضطراب بسيط داخل السحب.
- برنامج التغير المناخي: يهدف إلى تتبع التغيرات المناخية وذلك من خلال دراسة الماضي (دراسة تغير ثوابت المناخ)، تتبع الزمن الحقيقي (وضع مؤشرات لإثبات تغير كل من الحرارة والتساقطات والرياح... إلخ)، التوقع والمحاكاة (هدفها وضع إسقاطات مستقبلية لتغير المناخ بالمغرب).

2.3.2.2.3. المراصد الوطنية

- المرصد الوطني للجفاف: أنشأ من أجل دعم إستراتيجية الحكومة في مجال مكافحة انعكاسات الجفاف، ومن أهدافه الإنذار المبكر وذلك بالاعتماد على برامج استيعالية، لمواجهة الجفاف على المدى القريب، وإدخال خطر الجفاف ضمن التخطيط الاقتصادي.
- المراصد الوطنية والجهوية للبيئة: يعمل على جمع المعطيات الإستراتيجية، التي يمكن أن تساعد الحكومة على اتخاذ القرار في الأنشطة ذات الأولوية، كما يهدف أيضا إلى الجمع بين الاهتمامات التنموية والبيئية.

3.3.2.2.3. جهود وكالة الحوض المائي سبو في مواجهة الجفاف

من الإجراءات المتخذة على صعيد حوض سبو والتي تهم مواجهة الجفاف، هناك تتبع الحالة المناخية عن طريق دراسة وضعية التساقطات والصبوب، في مختلف الأحواض المكونة لحوض سبو، ومن بينها حوض إيناون، إذ تمكن هذه الدراسات من معرفة الوضعية الهيدرولوجية، على المدى القريب والمتوسط والبعيد لمجال دراستنا. مما يسهل معه تدبير أوقات الفائض والخصاص في الموارد المائية، ولهذا نجد أنه خلال السنوات الرطبة يتم توجيه ساكنة الحوض إلى استغلال الفرشات المائية السطحية، في حين يتم استغلال الطبقات المائية الجوفية خلال الفترات الجافة.

ومن المناطق الأكثر تأثرا بالجفاف، هي التي توجد بالواجهة الريفية للحوض (جماعة أحد امسيلة، مكناسة الغربية والشرقية، الترابية... إلخ) لكون هذه الأخيرة، وعند استغلالها لمياه الآبار أثناء فترات العجز المائي تكون مياهها مالحة، إذ تحتاج للمعالجة والتحلية حتى تصبح قابلة للشرب، وعلى العكس من ذلك نجد أن المناطق المتواجدة بالجزء الأطلسي للحوض، تتأثر بنسبة أقل من الجفاف لكون الطبقات الصخرية تحتفظ بالمياه التي تتفجر على شكل عيون بالسفوح.

وفي إطار المخطط الوطني لتدبير الجفاف، تم بناء قناة مبطنة بين سد علال الفاسي وسد إدريس الأول، لتحويل المياه فيما بينها خاصة أثناء الفترات الجافة، ومحاولة تغطية تراجع الخصاص المائي الذي

يمكن أن يتعرض له أحد السدين. ولتجاوز موجات العطش التي تعاني منها الساكنة القروية على الخصوص، تم إحداث 80 بئر، 105 ثقب وتم تهيئة 36 عين، بين الفترة الممتدة من سنة 1982 إلى سنة 1995.

4.3.2.2.3. برنامج تزويد العالم القروي بالماء الصالح للشرب

وأمام استفحال أوضاع الجفاف التي ازدادت حدتها سنة بعد سنة، وما خلفه ذلك من تراجع مزمن للموارد المائية لجأت وكالة الحوض المائي لسبو بالشراكة مع مختلف الفاعلين، إلى حفر وتهيئة العيون (صورة رقم 42-43) ببعض جماعات الحوض في إطار برنامج تزويد العالم القروي بالماء الصالح للشرب، الذي أعطي إنطلاقته سنة 1995 والذي يهدف إلى تزويد أكثر من 80 % من السكان القرويين، بالماء الصالح للشرب في أفق سنة 2007. ولضمان استمرارية المشاريع في إطار هذا البرنامج. تقرر نهج المقاربة التشاركية كوسيلة لتنزيل هذا البرنامج. وترمي هذه المقاربة، إلى إشراك السكان المستفيدين في إنجاز وتسيير وصيانة المشاريع المنجزة. كما يشارك السكان المستفيدون في تمويل هذه المشاريع بنسبة 5 % والجماعة المحلية بنسبة 15 %. حيث تتكف الدولة بنسبة 80 % المتبقية من تكلفة المشروع (المديرية الإقليمية للتجهيز بتازة، 2008). والجدول رقم 72 - 73 توضح أهم العمليات، التي تندرج ضمن تدبير الجفاف والتي قامت بها كل من وكالة الحوض المائي، والجماعات الترابية ومديرية التجهيز بإقليم تازة.

صورة رقم 43: عين شرشار بعد إصلاحها سنة 2015
(إقليم تازة)



صورة رقم 42: عين تاريش بعد إصلاحها سنة 2006
(دوارواد لحضر)



المصدر: الموقع الإلكتروني لوكالة الحوض المائي لسبو

<http://www.abhsebou.ma/nos-services/amenagement-des-sources/>

المصدر: تصوير شخصي بتاريخ 05 شتنبر 2017

جدول رقم 72: تدخلات وكالة حوض سبو في إطار تدير الجفاف بحوض إيناون

موسم 1997/1996			
الجماعة	الدواوير	عدد الساكنة المستفيدة	نوعية التدخل
صميعة	تمششت	720	تهيئة العيون
باب مرزوقة	–	250	تهيئة العيون
بني فراسن	المركز	500	تهيئة العيون
مكناسة الشرقية	مولاي رشيد	1430	حفر وتعميق الآبار
الكوزات	–	560	حفر بئر
برارحة	لعمارنة	1000	تهيئة العيون
مكناسة الغربية	رباعنة	500	تهيئة العيون
بني لنت	الحرش	–	تهيئة العيون
موسم 1997/1998			
مكناسة الشرقية	كعدة	500	تهيئة العيون
بوحلو	سيدي ميمون	935	إنجاز ثقب
الطايقة	مسوننة	210	تهيئة العيون
غياثة الغربية	مطاحن	1600	إنجاز ثقب
اجبرانة	تمرست	350	تهيئة العيون
أيت سفروشن	تمزارت	1400	تهيئة العيون
ترايبة	معوسة	1300	تهيئة العيون
باب مرزوقة	حمات	195	تهيئة العيون
كلدمان	ولاد عبد صادق	543	تهيئة العيون
باب بودير	درودر	370	تهيئة العيون
ولاد الشريف	عطابة	200	تهيئة العيون
بني فراسن	هكاكنة	139	تهيئة العيون
بني فتح	المركز	600	تهيئة العيون
مطماطة	عين فندل	1200	تهيئة العيون
موسم 1999/1998			
كلدمان	سيدي حمومفتاح	1309	إنجاز ثقب
أيت سفروشن	لخزانة	700	إنجاز ثقب
	تمزارت	1400	إنجاز ثقب
بوشفاة	محوجة	900	حفر بئر

المصدر: وكالة الحوض المائي لسبو، 2007.

جدول رقم 73: حفر الآبار ببعض جماعات حوض إيناون

الجماعة	الدواوير	عدد الساكنة المستفيدة
ترايبة	إغرم	212
الكوزات	سدي مسعود	371
صميعة	العطاش	94
مكناسة الشرقية	أسفار	202
زرادة	اوركشن	750
كاف الغار	أزرو	390
بني فراسن	تيارات	449
حد ولاد زباير	عين احمد	242
برارحة	كوبة	442
مطماطة	بومسعي	488

المصدر: وكالة الحوض المائي لسبو، 2007.

رغم المجهودات المبذولة من طرف المصالح المذكورة، فيما يخص تزويد قرى حوض إيناون بالماء، إلا أنه يغلب عليها طابع الظرفية، حيث في غالبا الأحيان تكون هذه التدخلات أثناء حصول الجفاف وليس قبل حدوثه؛ تحسبا لنضوب مياه هذه العيون والآبار. وأمام استفحال الجفاف وقلة الموارد المائية لجأت المصالح المعنية بتبني استراتيجية جديدة تهدف إلى تسريع تزويد العالم القروي بالماء، باعتباره الأكثر تأثرا من شح المياه.

ولتنزيل هذا البرنامج على أرض الواقع تقرر الاعتماد، على نظام التزويد بالماء المبسط انطلاقا من نقط المياه المهيأة والخزانات والسقايات العمومية (صور رقم 44 - 45 - 46). وربط المنازل بالشبكة المائية. إذ تنجز هذه المشاريع عن طريق الشراكة، بين الجماعة المحلية وجمعية مستعملي المياه في إطار تقنية المقاربة التشاركية.

وخلال الفترة الممتدة من سنة 1997 إلى أواخر 2015، استفاد من هذا البرنامج 533 دوار أي أكثر من 257 387 نسمة من التدخلات التالية: تربيء أكثر من 150 عين- حفر أكثر من 170 بئر- تعميق أكثر من 105 بئر إنجاز أكثر من 200 ثقب - بناء خزانات من حجم 25 م³ إلى 250 م³ - مد القنوات 390 كلم (مديرية التجهيز بتازة، 2015).

صورة رقم 44: خزان المياه بدوارواد لحضر جماعة أحد امسيلة



صورة رقم 46: سقاية عمومية بجماعة أحد امسيلة



صورة رقم 45: سقاية بجماعة بني لنت



مصدر الصور: تصوير شخصي بتاريخ 07 غشت 2020

مكنت الجهود المبذولة ما بين سنة 1996 إلى أواخر 2007 بحوض إيناون، من تزويد العالم القروي بالماء الصالح للشرب بنسبة 50 % في أواخر 2007، حيث لم تكن تتعدى هذه النسبة 11 % سنة 1995. كما كانت فيما قبل مدينة تازة تتأثر مصادر تزويدها بالماء الشروب بالفترة الجافة من السنة، حيث يقدر صبيب المياه الذي كانت تزود به 465 ل/ث، وينخفض بنسبة 30 % خلال فصل الصيف بحيث لا يتبقى من هذا الصبيب سوى 360 ل/ث بينما تصل حاجيات المدينة إلى 394 ل/ث وهي في ارتفاع مستمر نظرا لتزايد عدد سكانها.

ولتوفير هذه المادة الحيوية وتلبية الحاجيات المتزايدة، وتدارك الخصاص الذي تعانيه مدينة تازة وبعض القرى المحيطة بها، عمدت المديرية العامة لهندسة المياه إلى إنجاز سد باب لوطا أواخر سنة 1999 (صورة رقم 47)، ولقد مكن إنجاز هذا السد من توفير صبيب إضافي بلغ 340 ل/ث (مديرية التجهيز بتازة)، ويمكن من تلبية حاجيات مدينة تازة والمناطق التي توجد في مقدمة الريف، ويقع سد باب

لوطا على وادي بوسبع الذي يعتبر أحد أهم روافد وادي بوحلو قرب دوار باب لوطا بجماعة الصميعة. ويبلغ حجم الحقينة الإجمالي 34 مليون متر مكعب.



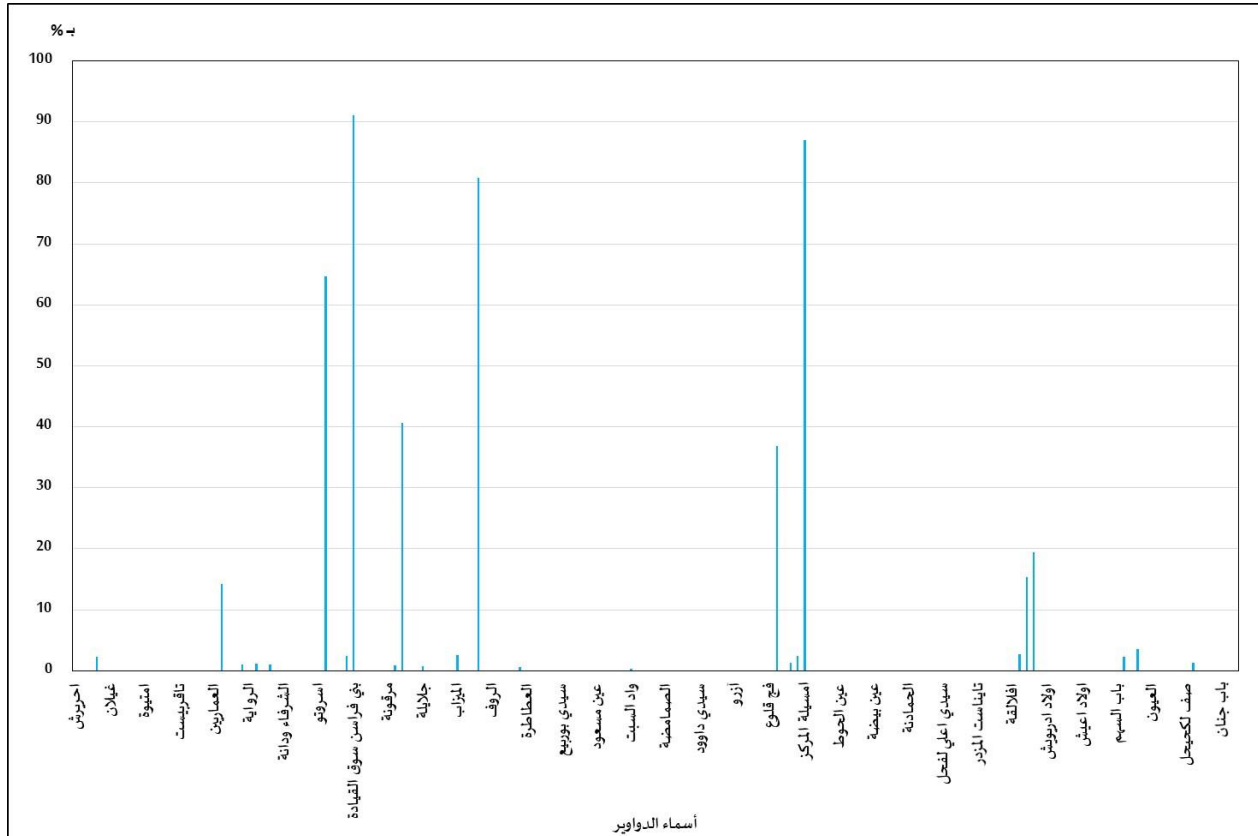
المصدر: تصوير شخصي بتاريخ 07 شتنبر 2020

ونظرا للنقص الحاد الذي تعانيه مقدمة الريف في نسبة التزويد بالماء الصالح للشرب، لعدم توفرها على المياه الجوفية، ولتدارك هذه الوضعية وتمكين ساكنة هذه المنطقة بالماء، وضع برنامج المكتب الوطني للماء الصالح للشرب عدة مشاريع انطلاقا من سدي باب لوطا وأسفلو. إذ تم إنجاز جزء من هذه المشاريع والشكل رقم 77 يوضح نسبة تزويد الدواوير بالماء، والبعض الآخر يوجد في طور الإنجاز وذلك انطلاقا من سد باب لوطا.

وحسب إحصاء 2014 تراوحت نسبة تزود الأسر بالمياه، عبر الشبكة العمومية والتي تنتهي لدواوير مقدمة الريف التي تعاني من خصائص في المياه خاصة في الفترة الجافة من السنة، ما بين 0,4 % بدوار ولاد عيسى (دائرة تايناست) و 100% بدوار الكركور (دائرة واد امليل) كما هو مبين في الشكل رقم 77، وكما يلاحظ أيضا أن معظم الدواوير لم يتم إيصالها بالماء الشروب خاصة تلك التي توجد في المناطق

النائية والتي تعاني من صعوبة التضاريس التي تحول دون تمديد القنوات التي توصل المياه، وحسب جولة ميدانية يلاحظ اللجوء إلى استعمال السقايات العمومية كوسيلة لتزويد الساكنة بالماء، و التي يتم وضعها غالبا بالقرب من الطرق الإقليمية أو الجهوية أو الرئيسية، مما يجعل الساكنة تقطع مسافة طويلة تصل في بعض الأحيان إلى 6 كلم للتزود بالماء.

شكل رقم 77: النسبة المئوية للأسر المزودة بالماء عبر الشبكة العمومية بالمنطقة الريفية لحوض إيناون



المصدر: المندوبية السامية للتخطيط إحصاء 2014

ونظرا لبعض النقائص، التي عرفها برنامج تزويد العالم القروي بالماء الذي إنطلق سنة 1995، تم إعداد برنامج وطني للتزويد بالماء الشروب للفترة الممتدة ما بين 2020-2027 بكلفة إجمالية تصل إلى 115 مليار درهم، ويشمل مجموعة من الإجراءات منها، تنمية العرض المائي؛ وتبدير الطلب وإقتصاد وتثمين الماء؛ وتقوية التزويد بالماء الصالح للشرب بالمجال القروي؛ وإعادة استعمال المياه العادمة المعالجة؛ والتواصل والتحسيس.

4.2.2.3. مقترح تدبير خطر الجفاف بحوض إيناون

نتيجة للتحديات التي يطرحها الجفاف على مستوى حوض إيناون، والمرتبطة بعجز الجريان وهبوط مستويات الفرشة المائية وشح الآبار والعيون، مما يجعل وصول ساكنة الحوض إلى المياه صعبا، خاصة وأن هذا الخطر أصبح من المميزات التي تطبع خصائص مناخه، كان لابد من وضع إجراءات للتكيف معه وتبديره. هذه الأخيرة تتم وفق مقارنة ظرفية في الغالب، خاصة حينما يتعلق الأمر بتأثير الجفاف المناخي على الموارد المائية، إذ تسهر مجموعة من المؤسسات على تنفيذ هذه التدابير، والتي يتم وضعها على

المستوى المركزي والجهوي والمحلي، ومنها وكالة الحوض المائي سبو، مصلحة التجهيز بتازة، الجماعات الترابية...الخ.

تتردد على حوض إيناون بشكل خاص ظاهرة الجفاف، وتصطحبها عواقب إقتصادية واجتماعية وخيمة بسبب ضعف شبكات التزويد بالمياه، إذ يعد هذا الضعف نتيجة ندرة المياه، وزيادة الطلب الناجمة عن التزايد الديمغرافي، ولهذا فإدارة الجفاف أصبحت ضرورية وذلك في إطار الإجراءات الرامية إلى تحسين تدبير الجفاف والتخفيف من آثاره.

بينت نتائج المخططات نجاعتها في مجال تدبير المياه و مواجهة خطر الجفاف، في العديد من الدول (أستراليا، الولايات المتحدة الأمريكية، إسبانيا، اليونان، قبرص...)، خاصة التي تقوم على أساس تدبير المخاطر كنعصر أساسي للتخفيف من آثار الجفاف (Iglesias .A et al,2011 ; WMO,2014)، وإستنادا إلى هذه التجارب والتدابير تم القيام بتبني بعضها، في إطار مقترحات تدبير الجفاف بمجال الدراسة مع إدخال عليه بعض التعديلات.

1.4.2.2.3. مقاربات تدبير الجفاف

تنقسم مقارنة تدبير الجفاف إلى:

- مقارنة رد الفعل: تقوم على اتخاذ وتنفيذ الإجراءات والتدابير بعد حدوث الجفاف، تتميز بعدم نجاعتها إذ تغفل بعض الجوانب الاقتصادية والتقنية نظرا لمحدودية الوقت ومشاركة الفاعلين.

- مقارنة وقائية أو استباقية: هي الأكثر نجاعة وفعالية، تعتمد على اتخاذ تدابير استباقية على المدى القصير والبعيد، وذلك بالاستعانة بأدوات التخطيط الملائمة والمشاركة مع الجهات المعنية، وتكمن أهمية هذه المقاربة في التخطيط المسبق، للتدابير اللازمة للحد والتقليل من آثار الجفاف، من خلال معرفة الوضعية الهيدرولوجية وحالة الموارد المائية الجوفية بشكل دائم، كما تكون الإجراءات وطريقة تنفيذها والمؤسسات المعنية بها محددة بشكل واضح.

2.4.2.2.3. عناصر إدارة الجفاف بالحوض

هدف هذه العناصر هو توفير إطار منهجي لتطوير خطة لتدبير الجفاف إذ تشمل:

- الإطار التخطيطي: يحدد المجال الجغرافي الذي يمكن أن يكون على المستوى المحلي والإقليمي والوطني، المستهدف بتطوير خطط تدبير الجفاف، كما يشمل الأهداف المشتركة في وضع الاستراتيجيات بين الجهات المعنية.

- العنصر التنظيمي: يعنى بالإطار المؤسسي والقانوني لخطة تدبير الجفاف، ويحدد الوحدة الجغرافية للتخطيط والأدوات المعتمدة للتخفيف من آثار الجفاف على الموارد المائية، كما يعمل هذا العنصر على جمع وتقديم المعلومات، حول مدى تعامل المجتمع مع الجفاف، ويهدف إلى التنسيق بين الجهات لتحديد المؤسسة المسؤولة عن الإعلان عن الجفاف.

- **العنصر المنهجي:** يحدد المقاربة العلمية والتقنية المتبعة لتصنيف الجفاف، ومؤشرات الخطر بالنسبة للموارد المائية، وضع أساليب إدارة الجفاف وتقييم الضعف الاجتماعي، عن طريق مؤشرات القدرة على الرصد والاستجابة ومواجهة الجفاف.

- **العنصر التنفيذي:** يشمل الإجراءات والخطط التي يمكن تنفيذها، على المستوى القريب أو البعيد للحد والتخفيف من آثار الجفاف، كالتأهب والإنذار المبكر، والجوانب ذات الأولوية التي ينبغي احترامها لمواجهة نقص المياه بفعل الجفاف.

- **المكون البشري:** من خلاله يتم إشراك المتدخلين وتحديد سبل التواصل بينهم، وذلك لأخذ الاعتبار مقترحاتهم في إعداد الخطط، ومن المهم كذلك مراجعة هذه الخطط خاصة عند إنهاء فترة الجفاف، وذلك بغية إجراء تعديلات عليها على المستوى الاجتماعي والتقني والبيئي.

3.4.2.2.3. تقييم خطر الجفاف

يتم تحديد خطر الجفاف في مجال التزويد بالماء، عن طريق مقاربات قائمة على تقدير الاحتمالات وتنقسم إلى:

- **المقاربة الأولى** تحدد الخطر عبر تقدير احتمال خطر الجفاف؛ إذ تعتمد على الإحصائيات الهيدرولوجية وذلك في تجاوزها لعتبة معينة مرة على الأقل في عدد معين من السنوات.

- **المقاربة الثانية** تحدد الخطر عن طريق تقدير الآثار التي يمكن أن يخلفها هذا الخطر، تأخذ بعين الاعتبار الخسائر المتوقعة خلال فترة زمنية محددة ومنطقة معينة، ويتم تصنيف هذه الخسائر [بـ 0: غياب الخسائر، 1: وجود الخسائر]، وترتبط بفقدان الحياة أو إلحاق الضرر بالممتلكات أو التدهور البيئي. كما يرتبط الخطر في التزويد بالماء، بقلّة الموارد المائية نتيجة الجفاف، ونتيجة نقص المياه المتاحة لتلبية المتطلبات، إذ يتولد هذا النقص عن الخلل بين العرض والطلب في الماء، إذ يمكن أن يكون نتيجة الجفاف المناخي من جهة ومن جهة أخرى بسبب البنيات الأساسية والمتطلبات التنموية واستراتيجية التدبير.

يعتبر تتبع الجفاف والاستعداد له خطوتين أساسيتين، للانتقال من حالة الأزمة إلى حالة تدبير المخاطر الناتجة عن الجفاف وهذين الخطوتين هما:

- **إعداد مخطط تدبير الجفاف (قبل الجفاف):** يتم من خلال التتبع المستمر والإنذار المبكر، للظاهرة وذلك في الظروف العادية وخلال حدوث الجفاف، ويواكب إعداد هذا المخطط تحديد أهداف الإجراءات، تحديد الأولويات والتدابير والعتبات، تحسين الظروف الاجتماعية.

- **تنفيذ المخطط (أثناء ظهور الجفاف):** عتبات بدء تنفيذ الإجراءات والتدابير.

لنجاح خطط تدبير الجفاف يجب الأخذ بعين الاعتبار:

- **"التأهب والإنذار"** المبكر لمكان حدوث الجفاف أهمية قصوى من خلال الرصد السنوي لأحوال الطقس، كما يتطلب أيضا، "رصد الظاهرة" من خلال توفير المعلومات من أجل الإعلان عن الجفاف لتحديد أفضل

الوسائل للتخفيف من آثاره، وترتبط هذه المعلومات بالوضع الهيدرولوجية والمتغيرات الجوية والموارد المائية المتاحة.

- "تحديد استعمالات الماء في المتطلبات ذات الأولوية" فالأولوية الأولى هي ضمان تزويد السكان بالماء، والثانية تقليل الآثار السلبية للجفاف على الاقتصاد والبيئة والمجتمع.

- "تحديد العتبات والإعلان الرسمي عن الجفاف" أولا "قبل الإنذار" حسب وضعية المياه وعند تطور محتمل لخطر الجفاف، يقابله إستهلاك كل المياه المخزنة يمكن تحديد هذا المستوى من خلال حجم التساقطات المطرية والصبيب. "الإنذار" عندما يتبين من خلال عملية التبع وجود خطر فعلي، سيؤدي إلى حدوث عجز في الموارد المائية، في الأفق القريب لذلك يجب مواجهته بتدابير استباقية.

- الإعلان عن "الطوارئ" عندما تظهر آثار ملموسة للجفاف، من تجليتها عدم القدرة على تلبية احتياجات السكان من الماء.

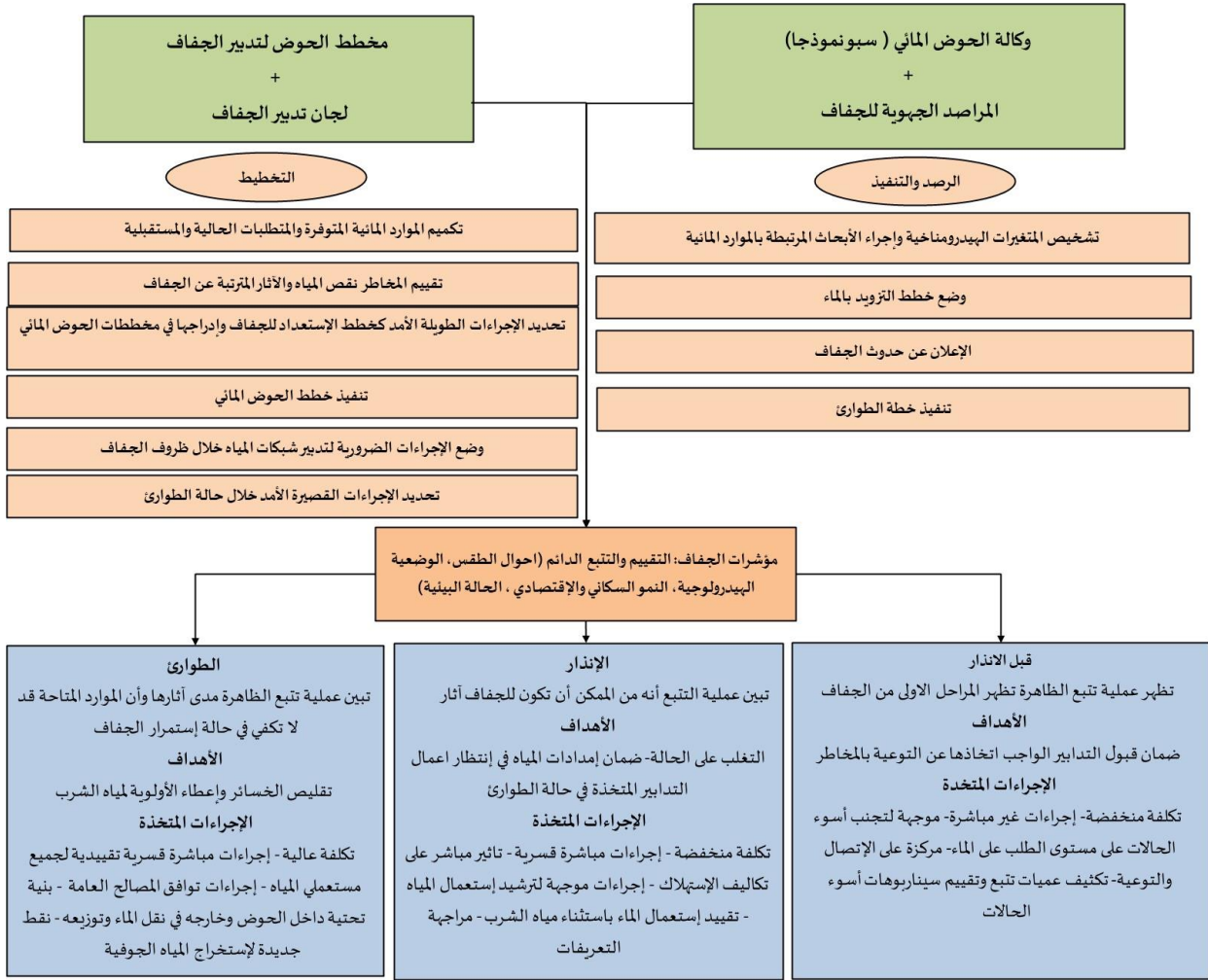
يتم تدبير فترات الجفاف على مستوى الحوض المائي، وذلك باتباع سياسة ملائمة يتم وضعها على المستوى الحوض، إذ تتيح فرصة كبيرة للإستجابة للمشاكل المرتبطة بالماء، من قبيل تحديد أولويات الاستغلال، وضع المشاريع التي تحد من ندرة الماء، والموافقة على طلب استعمال الموارد المائية في مختلف الفترات (Iglesias. A et al, 2011)، والنموذج المقترح في تدبير الجفاف يضم المستويات التالية (شكل رقم 78):

- ما قبل الإنذار أو التنبيه: في هذا الإطار يتم التحضير لاحتمال حدوث الجفاف، والتنسيق مع مختلف الأطراف لضمان قبول التدابير المتخذة، فعلى مستوى وكالة الحوض المائي يتم رصد الظاهرة وتقييم السيناريوهات المستقبلية عن طريق تشكيل لجان تدبير الجفاف، وفيما يخص مستعملي المياه تتمحور هذه التدابير، حول التوعية والتواصل بهدف خفض الطلب على الماء استعدادا لحدوث الجفاف.

- الإنذار والإبلاغ: هدف هذه المرحلة هو تجنب حالة الطوارئ، باتخاذ مجموعة من التدابير والتي تكون بشكل مباشر، وذلك عند طريق تجميع المزيد من المياه وإرغام مستعمليها على الاقتصاد في استعمالها، والأولوية تعطى لمياه الشرب، هذه التدابير تحتاج إلى تكلفة منخفضة أو متوسطة لتنفيذها.

- حالة الطوارئ: ترمي إلى التخفيف من أضرار وآثار الجفاف، وتعطى الأولوية إلى توفير الحد الأدنى من احتياجات مياه الشرب والمزروعات، وتكون هذه التدابير المتخذة استثنائية كالتقيد في استعمال المياه بالحواسر والقرى، والتبليغ باستخراج المياه الجوفية، هذه الإجراءات تتميز بتكلفة اقتصادية واجتماعية كبيرة كما أنها توضع في إطار قانوني يتوافق مع المصلحة العامة.

شكل رقم 78: إجراءات تدبير الجفاف وخطوات تنفيذها



المصدر: (Iglesias, A et al, 2011) بتصرف 2020.

تبقى الإجراءات القائمة على أساس الأولوية في استخدام المياه، وعلى مؤشرات الرصد وطرق تقييم المخاطر المرتبطة بالجفاف، من النقط الأساسية الفعالة في مواجهة الجفاف والتخفيف من آثاره. ويجب الإشارة أيضا إلى أنه من الضروري مراجعة هذه التدابير والخطط، وتحليل مدى نجاحها بشكل دوري حتى تتمكن من التكيف مع المتغيرات.

4.4.2.2.3. الإجراءات العملية المقترحة لتدبير الجفاف بالحوض

تهدف الإجراءات العملية إلى التخفيف من آثار المخاطر المرتبطة بالجفاف، ولاسيما ندرة المياه وما يصاحبها من مشاكل اقتصادية وبيئية، وكذا أيضا التقليل من تكاليف هذه الظاهرة، وتنقسم هذه الإجراءات إلى إجراءات طويل الأمد (تؤخذ بشكل استباقي واحترافي لمخاطر الجفاف، وترمي أساسا إلى زيادة التزود بالماء من أجل تلبية المتطلبات المستقبلية من هذه المادة) وأخرى قصيرة الأمد (تتخذ أثناء حدوث الجفاف، هدفها هو التخفيف من آثاره عبر الاستعانة بالبنية التحتية المائية الموجودة). و الجدول رقم 74 يوضح بعض إجراءات للتخفيف من آثار الجفاف (Iglesias, A et al, 2011 ; WMO, 2014).

جدول رقم 74: بعض الإجراءات العملية التي يمكن اتباعها لمواجهة آثار الجفاف

الصف	نوع التدابير	
إجراءات طويلة الأمد	إعادة استعمال المياه في الصناعات	خفض الطلب
	الحوافز الاقتصادية لتوفير المياه	
	مرافقة شبكة توزيع الماء في المناطق الحضرية	
	معالجة مياه الصرف الصحي	تحسين التوزد بالمياه
	نقل المياه بين وداخل الأحواض المائية لتغطية العجز المائي	
	بناء خزانات وسدود جديدة	
	تطوير تقنيات تجميع مياه الأمطار وإعادة استعمالها	
	وضع برنامج للإعادة الشحن الاصطناعي للفرشة المائية التي تعرضت للاستنزاف	
	مرافقة التسرب والتبخر	
	التعليم من أجل تحسين التأهب للجفاف والتوعية بمخاطره	تقليل الآثار
إجراءات قصيرة الأمد	إعادة تخصيص الموارد المائية على أساس نوعية المياه	
	تطوير أنظمة الإنذار المبكر وإنجاز توقعات حول وضعية الموارد المائية والضغط الممكنة عليها	
	وضع خرائط هشاشة الموارد المائية السطحية والجوفية للجفاف	
	وضع خطط لتدبير الجفاف	
	وضع حملة إعلامية للمحافظة على المياه	
	اقتصاد استعمال المياه داخل المجال الحضري (الإدارات غسل السيارات، البستنة...)	خفض الطلب
	تقليل استعمال الماء في المنازل	
	تقنين إلزامي للمياه المستعملة في الري	
	وضع عدادات المياه على مستوى الآبار ورفع التسعيرة	
	تحسين مردودية نظم توزيع المياه الموجودة (برامج كشف التسرب...)	تحسين التزود بالمياه
	استخدام مصادر أخرى ذات جودة منخفضة أو ذات تكلفة استغلال عالية	
	استخدام المياه الجوفية وتحلية المياه المالحة	
	إعادة تخصيص مؤقت للموارد المائية	تقليل الآثار
	مساعدة العموم على تعويض الخسائر	
	تعزيز اختصاصات شرطة الماء لمرافقة استغلال الموارد المائية	
	تخفيض الضريبة التأخير موعد دفعها	

هذه الإجراءات تطبق على عدة مستويات منها ما هو عام: توضع وتنفذ من طرف الحكومة؛ إذ تستند على الوعي بالمخاطر، كما أنها تعالج الاحتياجات الجماعية. والآخر خاص تقترح وتنفذ من طرف الأسر والأفراد والشركات والمنظمات وتنطلق من اهتمامات فردية.

5.4.2.2.3. التدابير المتخذة من طرف السكان للتكيف مع الجفاف بحوض إيناون

سنعتمد في هذا الصدد، على المعطيات المرتبطة بالتدابير المتخذة من طرف الساكنة، للتكيف مع ندرة المياه الناتجة عن الجفاف المناخي والهيدرولوجي، هذه المعطيات قمنا بجمعها انطلاقاً من المقابلة التي أجريناها مع بعض ساكنة حوض إيناون (تم تقديم أسئلة المقابلة المعتمدة في عنوان سابق)، ومن خلال أيضاً الملاحظة المباشرة للمجال المدروس.

إذن من خلال الإجابات المقدمة من طرف الساكنة، حول طرق التكيف مع الجفاف، خاصة عند تأثيره على منابع المياه (عيون، آبار) المجاورة لها والتي تلي منها احتياجاتها اليومية من الماء، تبين أن معظم العينة (حوالي 40 %) تلجأ إلى السقايات العمومية (صورة رقم 48)، خاصة بالجزء الذي ينتهي إلى مقدمة الريف، حيث تأثير الجفاف يكون أكثر حدة. في حين الجزء الذي ينتهي إلى الأطلس المتوسط (خاصة الجماعات التالية: الصميمة، بوشفاة، تاهلة، بوحلو، باب مرزقة) صرحت الساكنة (50 % منها) أن العيون والآبار لا تتأثر بشكل كبير بالجفاف، حتى وإن قل الماء بها يتم تعميقها، والجدير بالذكر أن هذا الجزء مزود أيضا بالسقايات العمومية التي بنيت على قناة المياه الآتية من سد باب لوطا.

صورة رقم 48: سقاية عمومية بدوارواد لحضر



المصدر: تصوير شخصي بتاريخ 2020/08/07

وبالرجوع إلى المناطق أكثر تأثرا بالجفاف المناخي، هناك بعض الساكنة (5 % منها) التي تبعد عن السقايات العمومية تلجأ إلى البحث عن العيون والآبار التي لم تجف في الدواوير الأخرى، حيث تقطع مسافة قد تصل إلى 5 كيلومترات للوصول إليها، وصرح أحد الأشخاص المستجوبين أن الحصول على فرصة ملء القنينات بالماء يمكن أن يصل الإنتظار إلى ساعة ونصف، ويضاف إلى ذلك أن جودة الماء رديئة. وهناك بعض الدواوير في مقدمة الريف، خاصة التابعة لجماعات الكوزات، ابرارحة، ابني فتاح (5 % من العينة) يتم تزويدها بالماء عبر الصهاريج المتنقلة (الصورة رقم 49) التي يتم ملؤها انطلاقا من السقايات العمومية، التابعة لمنطقة إسمها كراكرة (تبعد على جماعة احد امسيلة ب 2 كيلومتر). حيث تتوفر بعض هذه الساكنة على قنينات من الحجم الكبير (صورة رقم 50)، يتم ملؤها انطلاقا من هذه الصهاريج المتنقلة.

صورة رقم 50: القنينات المستعملة من طرف السكان
لمواجهة جفاف فصل الصيف



صورة رقم 49: الصهاريج المستعملة لنقل المياه لبعض
الدواوير



مصدر الصورتين: تصوير شخصي بتاريخ 2020/08/07

أما تدخلات الدولة للتخفيف من ندرة الماء، تبين من خلال إجابات الساكنة أنها غير كافية خاصة في الدواوير المنتمية إلى مقدمة الريف، حيث ركزت جل هذه التدخلات، في بداية الأمر على حفر الآبار وإصلاح العيون، والجدير بالذكر حسب تصريح الساكنة أن إصلاح العيون انعكس سلبا عليها لكون أن عملية الإصلاح لم تراعي موقع المنابع حيث تم طمر بعضا نهائيا بالإسمنت. وفي وقت لاحق من هذه التدخلات، تم تمديد قناة أو أنبوب للماء الصالح الشرب، انطلاقا من سد باب لوطا واستفادت من ذلك الساكنة القريبة من هذا الأنبوب، وكان الهدف من هذا التمديد أيضا، توصيل الماء إلى دائرة تايناست وجماعة الكوزات وابني فتاح، إلا أن العملية توقفت عند جماعة أحد امسيلة وإلى حدود الآن لم يتم تمديده للمناطق المذكورة.

في حين المناطق المنتمية للأطلس المتوسط (تاهلة، الصميمة، بوحلو، بوشفاع)، اتضح أن تدخلات الدولة للتخفيف من الجفاف، كافية حسب تصريح الساكنة المدروسة، حيث معظم الدواوير، بها آبار قامت الجماعة بحفرها، وتجدر الإشارة إلى أن عمق هذه الآبار يتراوح ما بين 8 و10 أمتار وهو ما يدل على قرب الفرشة المائية، وهناك عيون أيضا لا يتأثر صبيبها إلا قليل في السنوات الجافة، إذ تستفيد من الثلوج التي تسقط بقمم السفح الأطلسي للحوض.

عموم من خلال زيارتنا الميدانية لمجال الدراسة اتضح أن ساكنة مقدمة الريف، تعاني من ندرة مزمنة في الموارد المائية، بفعل تردد السنوات الجافة، وهو ما يتطلب معه تكثيف الجهود لتزويد هذه المنطقة بالماء الصالح للشرب في المستقبل القريب، وعلى العكس من ذلك نجد أن مناطق حوض إيناون المنتمية للأطلس المتوسط، تتميز بوجود موارد مائية كافية لا تتأثر بشكل كبير حتى في السنوات الجافة.

5.2.2.3. دراسة مقارنة لتدبير الجفاف بين المغرب وإسبانيا

تعتبر إسبانيا من أكثر الدولة عرضة لخطر الجفاف بأوروبا، كما أنها تعرف تفاوتاً كبيراً في التساقطات المطرية، فالجزء الشمالي الذي يمثل 11% من مساحة البلاد يستحوذ على 40% من الموارد المائية، أما المساحة المتبقية التي نسبتها 89% فتتقلى 60% من هذه الموارد. وابتداءً من سنة 1980 بدأت سنوات الجفاف تتواتر على البلاد، فكان تأثيرها قوياً على الموارد المائية خاصة بالجنوب الإسباني، مما دفع الحكومة الإسبانية إلى إصدار قانون الماء سنة 1985 الذي يتضمن مرسوم ملكي. وفي وقت لاحق تم استكمال المراجعة النقدية للإطار القانوني الإسباني، بتحليل من القواعد والتوصيات الصادرة عن الاتحاد الأوروبي لاسيما من إطار العمل حول المياه في عام 2000. كما تم إيلاء اهتمام خاص لهذا الإطار والإبلاغ عن الجفاف، وندرة المياه من خلال خطط إدارة هذا الخطر وأنظمة المراقبة والإنذار المبكر، التي أصدرتها المفوضية الأوروبية المجتمععة في عام 2007. بالإضافة إلى ذلك أطلقت الحكومة الإسبانية والمخطط الوطني الهيدرولوجي سنة 2001 (Pilar, 2015). وفيما يلي مستويات التي يتم وفقها تدبير خطر الجفاف بإسبانيا.

1.5.2.2.3. الإطار القانوني لإدارة الجفاف في إسبانيا

جرت العادة على معالجة الجفاف في إسبانيا، باعتباره حالة أزمة، من خلال تدابير الطوارئ التي تتصدى لها ويتضح هذا النهج في النص الموحد لقانون المياه، الذي ينص على اعتماد تدابير ضرورية للتغلب على هذه الحالات، فيما يتعلق باستخدام المجال الهيدروليكي العام، في ظروف الجفاف غير العادية، بمراسيم وقوانين متفق عليها في مجلس الوزراء بعد الاستماع إلى وكالة الحوض، ومنها:

- المرسوم الملكي 1265/2005 الذي ينص على اعتماد تدابير إدارية استثنائية؛ إدارة الموارد المائية وتصحيح آثار الجفاف في أحواض الأنهار؛

- المرسوم الملكي 1419/2005 يهدف إلى اتخاذ تدابير إدارية استثنائية، فيما يتعلق بالمجالات التي يمكن أن تكون فيها هذه التدابير ذات قدرة إدارة الموارد المائية، وتصحيح آثار الجفاف على أحواض الأنهار؛

- المرسوم الملكي رقم 15/2005 هدفه اتخاذ تدابير عاجلة لتنظيم معاملات الحق في استخدام المياه؛

- المرسوم الملكي 287/2006 والذي ينظم الأعمال العاجلة لتحسين وتعزيز الري، من أجل الحصول على القدر الكافي من التوفير المياه للتخفيف من الضرر الناجم عن الجفاف؛

- قانون 10/2001 المتعلق بالخطة الهيدرولوجية الوطنية، لإرساء أسس لإدارة الجفاف على نحو أكثر تخطيطاً؛

- المرسوم الملكي رقم 1/2016 الذي يوافق على مراجعة الخطط الهيدرولوجية، لترسيم الحدود الهيدروغرافية لبعض الأحواض.

حسب القانون 2001/10 المتعلق بإدارة الجفاف تسعى وزارة البيئة بالتشاور مع مجالس الأحواض المائية، التقليل إلى أدنى حد من الآثار البيئية والاقتصادية والاجتماعية، لحالات الجفاف المحتملة، عن طريق إنشاء نظام شامل للمؤشرات الهيدرولوجية للتنبؤ بهذه الحالات، والعمل بها على مستوى الأحواض من أجل الإعلان الرسمي عن حالات التأهب وحالات الجفاف المحتملة. كما تضع الكنفدراليات الهيدروغرافية باعتبارها المسؤولة عن تدبير الموارد المائية على مستوى الحوض، خطط عمل خاصة في حالات التأهب والجفاف المحتمل وذلك خلال كل سنتين، بما في ذلك تفعيل النظم والتدابير التي يتعين تنفيذها، فيما يتعلق بها باستخدام المجال الهيدرولوجي العام، وبعد أن يقدم مجلس المياه تقريراً عن الحوض، ترسل هذه التقارير إلى وزارة البيئة للموافقة عليها (Estrela, 2006).

2.5.2.2.3. أدوات إدارة حالات الجفاف في إسبانيا

هناك مجموعة من المؤسسات تهتم بتدبير الجفاف، إذ تركز أكثر على التنبؤ والرصد وتحليل نوبات الجفاف وهي:

- المرصد الأوروبي للجفاف: التابع لمركز البحوث المشتركة التابع للجنة أوروبي. هي عبارة عن بوابة تحتوي على معلومات حول الخصائص الفيزيائية للجفاف في شكل خريطة أو المؤشرات.
 - مركز إدارة الجفاف في جنوب شرق أوروبا: مهمته هو تنسيق وتطوير وتقييم أدوات، وسياسات إدارة مخاطر الجفاف في جنوب شرق أوروبا، إذ يهدف أيضاً إلى تحسين التأهب للجفاف والحد من آثاره. وذلك من خلال الرصد وتحليل المخاطر والضعف.
- كما يشكل الترقب لتنفيذ تدابير التخفيف عنصراً أساسياً في الحد من الأثر الاجتماعي-الاقتصادي للجفاف. ويتم ذلك من خلال نظم المؤشرات باعتبارها عنصراً أساسياً، في إدارة أحداث الجفاف والتخطيط الاستراتيجي.

الأدوات الرئيسية للتخطيط لحالات الجفاف في إسبانيا:

- مؤشرات الجفاف في الأراضي الإسبانية وهي ضرورية لإدارة الجفاف، من خلال تصميم نظام للمؤشرات يسمح بإعداد التقارير الدورية ومراقبة حالات الجفاف؛
- خطط الجفاف الخاصة لمنظمات الأحواض؛
- خطط الطوارئ للإمدادات الحضرية أكثر من 20000 نسمة؛
- التنسيق بين الإدارات.

3.5.2.2.3. تخطيط وإدارة الجفاف بإسبانيا

يقوم تخطيط وإدارة الجفاف على إنشاء نظم الرصد والإنذار المبكر، ووضع سلسلة من التدابير الاستباقية التي يتعين اتخاذها مع تقدم خطر الجفاف، وذلك بهدف تقليل الآثار البيئية والاقتصادية والاجتماعية الناتجة عنه، وقد أحرزت إسبانيا تقدم كبير في السنوات الأخيرة، وذلك بإدخال إستراتيجيات جديدة تقوم على إدارة الأزمات (Wilhite et al. 2014). وتتم عملية تخطيط إدارة الجفاف من الخطوات التالية:

الخطوة الأولى: تعيين لجنة للسياسة الوطنية لإدارة الجفاف؛

الخطوة الثانية: تحديد أهداف وغايات السياسة الوطنية لإدارة الجفاف القائمة على المخاطر؛

الخطوة الثالثة: تشجيع مشاركة أصحاب المصلحة؛ تحديد وحل النزاعات بين القطاعات الرئيسية لمستخدمي الموارد المائية؛

الخطوة الرابعة: جرد البيانات المتاحة والموارد المالية وتحديد المخاطر؛

الخطوة الخامسة: تحديد الفرضيات الرئيسية لسياسة الوطنية لإدارة الجفاف وخطط الوقاية ذات الصلة، والتي تشمل العناصر التالية: المراقبة؛ الإنذار المبكر والتنبؤ؛ تقييم المخاطر والأثر؛ والتخفيف والاستجابة؛

الخطوة السادسة: تحديد الاحتياجات البحثية وسد الثغرات المؤسسية؛

الخطوة السابعة: دمج العلم مع الجوانب التنظيمية لإدارة الجفاف؛

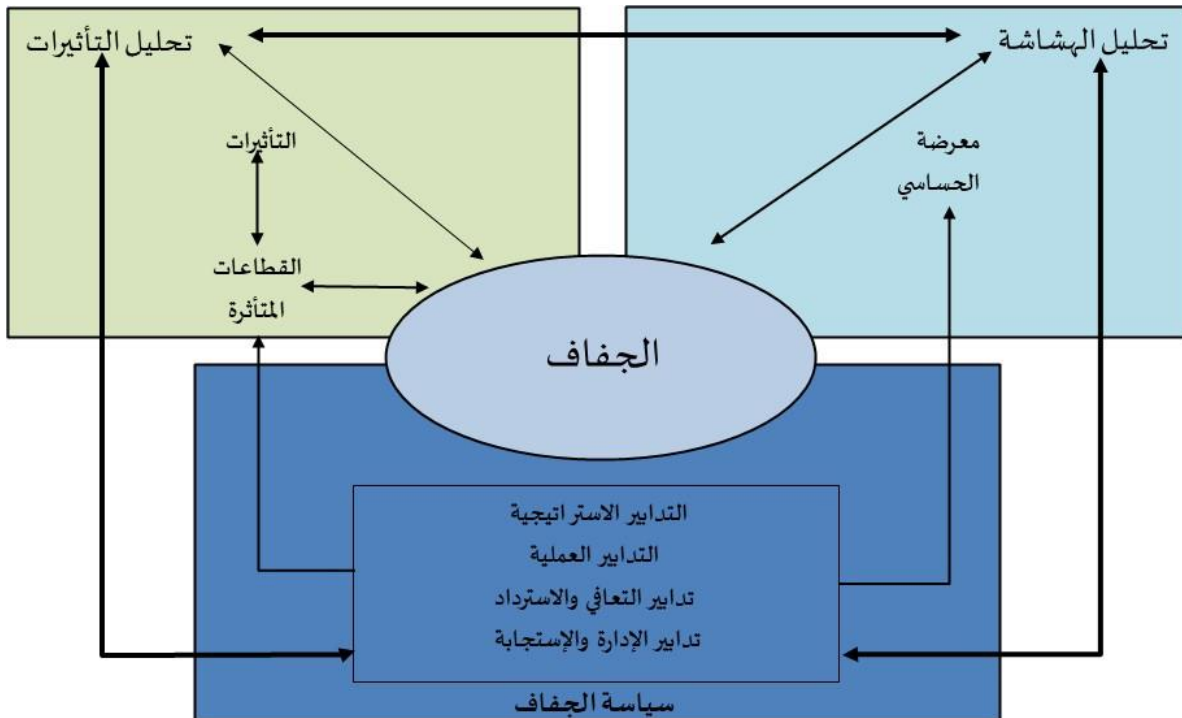
الخطوة الثامنة: نشر السياسة الوطنية لإدارة الجفاف، وخطط الوقاية ذات الصلة وتعزيز الوعي العام وتوافق الآراء؛

الخطوة التاسعة: تطوير برامج التعليم لجميع الأعمار وجميع مجموعات أصحاب المصلحة؛

الخطوة العاشرة: تقييم ومراجعة السياسة الوطنية لإدارة الجفاف وخطط الوقاية ذات الصلة.

وبالعودة إلى جميع هذه الجوانب، تتضمن إدارة مخاطر الجفاف (الجوانب الفيزيائية الحيوية والمناخية) وأيضًا التأثيرات وجوانب الضعف، وكذلك تدابير الإدارة في كل مجموعة. ومن أجل الخوض في كل هذه العناصر الرئيسية، يتم اتخاذ النهج الذي يعتمد على أربعة مكونات أو أبعاد رئيسية للتحليل (Knutson et al. 1998) (شكل رقم 79).

شكل رقم 79: تحليل إدارة مخاطر الجفاف بإسبانيا



المصدر: Knutson et al. 1998 بتصرف، 2020.

في إسبانيا، وبشكل أساسي، كان هناك بديلان لإدارة الجفاف؛ كحالة طوارئ: مع الأخذ في الاعتبار أنها حالة أزمة يجب مواجهتها بتعبئة موارد استثنائية، وفي إطار التخطيط العام: وذلك إجراء تحليل للمخاطر القائمة وإدخال الجفاف في التخطيط العام.

4.5.2.2.3. تطور نهج إدارة الجفاف

في وقت سابق كانت إسبانيا تدير حالات الجفاف باعتبارها حالة أزمة فقط، من خلال تطبيق إجراءات الطوارئ والتدابير العاجلة (من خلال اعتماد مراسيم الجفاف). ومع ذلك، أثبتت التجربة والدروس المستفادة، فشل النهج في تحقيق الحلول الأكثر إستدامة وفعالية من حيث التكلفة على المدى الطويل. وبعد العواقب البيئية والاجتماعية والاقتصادية المدمرة لجفاف 1991-1995، تحول النموذج نحو نهج إدارة الحد من مخاطر الجفاف.

وفي سنة 2001 تمت الموافقة على "الخطة الوطنية الهيدرولوجية Plan Hidrológico Nacional" من خلال قانون 2001/10، إذ تحدد مبادئ إدارة حالات الجفاف في الأحواض النهرية، حيث قامت وزارة البيئة الإسبانية بإنشاء نظام للمؤشرات الهيدرولوجية، من أجل تحديد حالات الجفاف في وقت مبكر والإعلان عنها في كل حوض، مما يتيح إنجاز تقارير موجزة ومتاحة للجميع، حول رصد ومراقبة الجفاف، الشيء الذي سيعطي إمكانية إنجاز "مخطط إدارة الجفاف Planes de gestión de sequía" من طرف السلطة المكلفة بتدبير الحوض، وذلك بإشراك أصحاب المصلحة المعنيين وعموم المواطنين في عمليات صنع القرار المرتبطة بتخطيط الجفاف، من أجل تمكين شركات المياه أو البلديات ضمان خدمات المياه، في حالات الجفاف في المناطق الحضرية التي تضم أكثر من 20000 من المواطنين.

وفي إطار عملية التحديث التي عرفها مخطط إدارة الجفاف في الفترة ما بين 2009-2015، تم إدخال بعض مقتضيات "الإطار التوجيهي للمياه la Directiva Marco de Agua" الذي تعمل به دول الاتحاد الأوروبي و يهدف إلى الحفاظ على موارد المياه، كوسيلة للحد من الضعف البيئي والاجتماعي، وترسيخ النهج الوقائي وخلق آليات وأدوات لتحل محل تقليدية سياسات إدارة المياه، وبالتالي تقليل المخاطر المتعلقة بالمياه (Carmen.,et al , 2019).

وبناء على المرسوم الملكي 2016/1 الذي دعا إلى مراجعة مخطط إدارة الجفاف، من أجل إدراج المستجدات المرتبطة بـ: الموارد، الطلبات، التدفقات البيئية، ظروف تغير المناخ، تمييز حالات الجفاف (كظاهرة طبيعية مستقلة عن استخدام الماء من قبل البشر)، وندرة المياه (المتعلقة بمشاكل مؤقتة لتلبية المطالب الحالية لمختلف الاستخدامات الاجتماعية والاقتصادية للمياه). تمت هذه المراجعة وفقا للتعليمات الفنية المقدمة من طرف وزارة البيئة الإسبانية، وذلك لضمان تطبيق منهجية مشتركة بين جميع المتدخلين، في الشأن المائي الإسباني ولاسيما سلطات الأحواض المائية، خاصة عند تشخيص حالات الجفاف وندرة المياه وتنفيذها لإجراءات وتدابير من نفس النوع والطبيعة (Carmen.,et al , 2019).

5.5.2.2.3. أحدث خطط إدارة الجفاف (دجنبر 2018)

في ماي 2018 تمت الموافقة من طرف المديرية العامة للمياه بإسبانيا، على خطة إدارة الجفاف في صيغتها الحديثة، التي أعدتها الهيئة التي تدير الأحواض المائية، وذلك بالتشاور مع: شركات المياه، جمعيات الري، مجموعات علماء البيئة، وعموم المواطنين، وفي سياق الإطار التوجيهي للمياه الذي يوحد السياسة المائية بالدول الأوروبية ومخطط تهيئة الأحواض المائية Plan de Manejo de la Cuenca del Río. والهدف من هذا التحديث هو إدراج التغيرات التي تطرأ على الموارد، متطلبات المياه، تزايد السكان...الخ.

6.5.2.2.3. الهدف والعناصر الرئيسية لخطة إدارة الجفاف بإسبانيا

الهدف من خطة إدارة الجفاف التي تم سنّها سنة 2018 في إسبانيا، هو التقليل من الآثار البيئية والاقتصادية والاجتماعية الناتجة عن نوبات الجفاف المحتملة، وعلى سبيل المثال خطة إدارة الجفاف في حوض نهر Guadalquivir (أكبر حوض نهر في جنوب إسبانيا) تتوخى تحقيق الأهداف التالية:

- ضمان توفير المياه بشكل كافٍ لضمان حياة السكان وصحتهم (مع تقليل الآثار السلبية للجفاف وندرة المياه إلى الحد الأدنى وتغطية إمدادات المياه في المناطق الحضرية) ؛
- تجنب أو تقليل آثار الجفاف السلبية على حالة المياه ؛
- تقليل الآثار السلبية على الأنشطة الاقتصادية إلى أدنى حد ممكن وتحديد أولويات الاستخدامات المنصوص عليها في تشريعات المياه وخطط إدارة أحواض الأنهار.
- في نفس الوقت، يتم اقتراح آليات إشتغال هذه الخطة:
- تحديد آليات للكشف في أقرب وقت ممكن وتقييم حالات الجفاف الممتدة وندرة المياه؛
- تحديد سيناريو الجفاف الطويل؛
- وضع سيناريوهات لتحديد شدة تراجع المياه نتيجة نوبات الندرة؛
- تحديد الإجراءات الواجب تطبيقها في سيناريو الجفاف المطول، وما يقابلها من تدابير في كل مرحلة من ندرة المياه؛
- ضمان الشفافية والمشاركة العامة في تنمية الخطط وتطويرها.

7.5.2.2.3. محتوى خطة إدارة الجفاف

بتعليمات من وزارة البيئة الإسبانية، يجب على الخطة المذكورة أن تتضمن البيانات الأولية في تقرير رئيسي، مصحوب بالملاحق اللازمة، ومن العناصر المضمنة فيه:

- وصف الحوض وتحديد الوحدات الإقليمية لتحليل الجفاف المطول وندرة المياه؛
- وصف مفصل لوحدات ندرة المياه الإقليمية ومعلومات عن الطلب عليها؛
- الاحتياجات والموارد البيئية؛
- سجل حالات الجفاف التاريخية وتغير المناخ؛

- تعريف نظام المؤشرات؛
- إجراء التشخيص؛
- الإجراءات الواجب تطبيقها في سيناريوهات الجفاف المطول؛
- التدابير الواجب تطبيقها في سيناريوهات ندرة المياه؛
- تدابير الإعلام؛
- تدابير التنظيم الإداري في حالة الجفاف؛
- معايير إعداد تقارير تقييم الأثر وتقارير ما بعد الجفاف؛
- التقرير البيئي الاستراتيجي؛
- خطط الطوارئ لإمدادات أكثر من 20 000 نسمة؛
- تقييم ومراجعة خطة إدارة الجفاف.

8.5.2.2.3. منهجية إدارة الجفاف

على عكس خطط إدارة الجفاف السابقة، ميزت خطة إدارة الجفاف الصادرة سنة 2018 بين أحداث الجفاف عن نوبات ندرة المياه، من حيث الأسباب الجذرية والعواقب والإجراءات المطلوبة للتعامل مع كل منهما. كما استحضرت الفرق بين حالي ندرة المياه، بشكل المؤقت وبشكل دائم؛ على اعتبار أن الأولى مرتبطة بالمشاكل المؤقتة، في تلبية متطلبات المياه نتيجة انحباس التساقطات المطرية، وتراجع الجريان السطحي الطبيعي ومعالجتها تتم "بمخطط إدارة الجفاف"، بينما الثانية مرتبطة بالمشاكل الدائمة لتلبية متطلبات المياه، وبالتالي فهي ليست حالة مؤقتة ناجمة عن نقص في هطول الأمطار، إذ يتم تدبيرها من خلال التخطيط الهيدرولوجي العادي Plan de Manejo de la Cuenca del Río الذي يوضع على مستوى كل حوض نهر.

وبالتالي فأهم هدف جاء به مخطط إدارة الجفاف، هو إدارة حالات طويلة الأمد بشكل منفصل بين الجفاف المطول وندرة المياه، لتحقيق ذلك، تعمل وحدات الإدارة الإقليمية unidades de gestión territorial على تحديد خصائص ظاهرة الجفاف المطول وندرة المياه. والغرض من نظام التشخيص هو تحديد مختلف عوامل الجفاف، وندرة المياه والمراحل التي يمكن أن تؤدي إلى تفعيل أو إلغاء الإجراءات والتدابير المحددة لكل منهما وحسب وحدات الإدارة الإقليمية. وبناء على ذلك تم إنشاء نظام شامل للمؤشرات الهيدرولوجية، من أجل تحديد حالات الجفاف وندرة المياه في وقت مبكر بما فيه الكفاية كما هو منصوص عليه في المخطط الوطني الهيدرولوجي. وتتكون المنهجية من الخطوات التالية:

في بداية الأمر يتم تطوير المؤشرات الخاصة بكل حوض، حسب خطط العمل في حالة التأهب وذلك من أجل تشخيص الوضع، وإتاحة المعلومات بشكل شهري، لعموم الشعب الإسباني في صفحة الويب الخاصة بالمؤشر الوطني للجفاف. وهذه المؤشرات هي: (أ) تعريف وحدات الطلب، (ب) المؤشر الأكثر تمثيلاً لتطور الموارد المتاحة لكل وحدة طلب، (ج) تجميع السلاسل الهيدرولوجية المرتبطة بكل مؤشر، (د) تكييف مختلف المؤشرات بنظام الاستغلال حسب نطاق الحوض، (هـ) المراقبة المستمرة

لتطور المؤشرات. ثم بعد ذلك يتم إعداد السلاسل الزمنية للمتغيرات، التي تتضمن معلومات عن حجم المياه في الخزانات السطحية، ومستويات قياس طبقات المياه الجوفية، المساهمات النهرية في النظام الطبيعي، قياس التدفق في المحطات التمثيلية، وسقوط الأمطار، وما إلى ذلك من مؤشرات. وبناء على ذلك يتم حساب متوسط قيم هذه المؤشرات التي تنحصر ما بين 0 و1، كما تصنف هذه المؤشرات الحالات الهيدرولوجية ونظم استغلال موارد المياه في أربعة فئات، ووفقا لقيمة حالة المؤشر وعتباته التقييمية، يتم تعريف وتنفيذ الإجراءات والتدابير المنصوص عليها في مخطط إدارة الجفاف، كما هو مبين في (الجدول رقم 75-76). ويوضح الملحق رقم 4 النظام الوطني لمؤشر الجفاف وندرة المياه في فبراير 2019. ويبين الملحق رقم 5 مؤشر ندرة المياه في حوض نهر Guadalquivir بجنوب إسبانيا للفترة 2006-2018.

جدول رقم 75: الإجراءات الواجب تطبيقها خلال سيناريوهات الجفاف المختلفة والمقترحة من طرف وزارة البيئة الإسبانية

فترة جفاف طويلة	التعريف	تراجع التساقطات المطرية الذي يؤثر بشكل سلبي الموارد المائية المتاحة سواء السطحية أو الجوفية
	التأثيرات	يمكن أن ينتج بشكل طبيعي انخفاض في كمية المياه وتدهور نوعيتها
	نوع المتغيرات	التساقطات والجريان المائي الطبيعي
	قيم المؤشر الشمولي	0_0,3 1_0,3
	السيناريوهات	غياب الجفاف لفترة طويلة _____ فترة جفاف طويلة
	نوع الإجراءات	التحكم والمراقبة: غياب التدهور مع الزمن: الإمتثال لنظام التدفق البيئي _____ إمكانية تبرير التدهور الزمني وتبني الجريان الطبيعي خلال حالة الجفاف الطويل
	الهدف	الحد من التراجع المؤقت للمياه وكذا تقنين استعمال الجريان السطحي حسب مقتضيات المخطط الوطني الهيدرولوجي المرتبطة بالأوضاع الطبيعية والموضوعية للجفاف لفترات طويلة

المصدر: (Carmen ,et al , 2019) بتصرف ، 20120.

جدول رقم 76: أنواع الإجراءات المقترحة من طرف وزارة البيئة الإسبانية خلال سيناريوهات ندرة المياه المختلفة

ندرة المياه	الوصف	تقليص استعمال الموارد المائية المتاحة خاصة التي يمكن أن تتعرض للاستغلال المكثف من طرف السكان والأنشطة الاقتصادية
	الأثار	الآثار الاقتصادية والاجتماعية بسبب محدودية الموارد المائية المتاحة المرتبطة بمختلف الاستخدامات
	نوع المتغيرات	حجم المياه المخزنة، الجريان المائي، الثلوج، مستوى المياه الجوفية
	المؤشرات	استحالة تلبية متطلبات المياه في حوض فرعي معين
	قيم المؤشر الشمولي	0,5_1 0,5_0,3 0,3_0,15 0_0,15
	السيناريوهات	غياب ندرة المياه عادية تنبيه مسبق تنبيه ندرة قاسية حالة الطوارئ
	الإجراءات والتدابير المتخذة	التخطيط والمراقبة التوعية، الحفاض على المياه، الرصد والتتبع إدارة الطلب والعرض، المراقبة والتحكم تكثيف الإجراءات المتخذة في حالة التنبيه، اعتماد تدابير استثنائية
	الهدف	وضع تدابير تجريبية من أجل تأخير أو تجنب الدخول في أشد مراحل الندرة، والتخفيف من أثارها السلبية على الاستخدامات الاجتماعية والاقتصادية

المصدر: (Carmen ,et al , 2019) بتصرف ، 2020.

في كل مرحلة من مراحل الجفاف وندرة المياه، يتم اقتراح مجموعة من التدابير المختلفة (الجدول رقم 75 و 76). على سبيل المثال، أثناء حالة ندرة المياه، يمكن أن يختلف التنفيذ التدريجي للتدابير عن التخطيط الإستراتيجي والرصد (غياب ندرة المياه أو الوضع الطبيعي)؛ توفير المياه والرصد والوعي العام (حالة ما قبل التنبيه)؛ إدارة العرض والطلب والرصد والمراقبة (تنبيه)، وتكثيف الإجراءات الاستثنائية المحتملة (الطوارئ). وأخيرًا، تم تضمين نظام المراقبة والمتابعة لتقييم تنفيذ برنامج إدارة الكوارث.

على الرغم من الظروف المناخية أو الجغرافية أو الخاصة بالطلب على المياه المتنوعة، فإن التشخيص والنتائج قابلة للمقارنة، بين جميع الأحواض الفرعية المختلفة في إسبانيا، إذ يسمح نظام المؤشر المشترك هذا بمعالجة متجانسة بين جميع هذه الأحواض. هذا يعني أنه إذا كان هذا المؤشر مشابهًا، فمن المتوقع أن تكون حالة (الجفاف أو ندرة المياه) متشابهة. لذلك، من المحتمل أن تكون الإجراءات والتدابير المتخذة من نفس النوع والطبيعة. هذا يسلط الضوء على الجهود والخطوات الكبيرة، التي اتخذتها الجهات المعنية بخطر الجفاف في إسبانيا من أجل تنسيق الإجراءات التقنية عبر جميع الأحواض. إذ يوفر هذا النظام الدعم لعمليات صنع القرار (خاصة عند الإعلان عن حالات الجفاف الرسمية)، وأيضًا نشر المعلومات وتقاسمها مع أصحاب المصلحة والأطراف المعنية (بما في ذلك عامة الناس). على الرغم من مزايا وجود نظام مؤشر شامل، لا يمكن تجاهل الخصائص الخاصة بكل حوض فرعي حيث قد تكون هناك حاجة إلى حلول مخصصة. كما تتجلى أحد أوجه القصور في مخططات إدارة الجفاف الحالية هو عدم استخدام نماذج التنبؤ بالجريان والتنبؤات المناخية الموسمية وعتبة ندرة المياه. والقرارات الحاسمة بشأن إدارة الجفاف تستند على المعلومات التاريخية فقط. ونظرًا للتحسينات في دقة وموثوقية المعلومات الهيدرولوجية المقدمة من طرف النماذج التنبؤية، يمكن استخدامها لتوقع وتقييم الآثار المستقبلية للجفاف، وكذلك لاتخاذ إجراءات مناسبة في كل حالة.

9.5.2.2.3. إجراءات إدارة الجفاف والتخفيف من تداعياته

في ضوء الخبرة المتراكمة في إسبانيا في مجال إجراءات إدارة الجفاف والتخفيف من مخاطره، كان من الضروري مراجعة التدابير المدرجة في الخطط السالفة الذكر لجعلها تقدم نهج وقائي من هذا الخطر. ومن بين التدابير المتخذة لتخفيف التأثير الاجتماعي والاقتصادي للجفاف، نميز من ناحية، تلك التي يتم تنفيذها من منظور التخطيط الهيدرولوجي وعلى سبيل المثال: الإدارة المتكاملة لمصادر المياه الجوفية والسطحية، تشديد السيطرة على الممتلكات العامة المياه، الكشف عن الاستخراج غير المشروع للمياه، وتكييف التنمية الحضرية والإقليمية مع مخاطر الجفاف. ومن ناحية أخرى، هناك تدابير محددة يتم تنفيذها في ظروف الجفاف: كالعتبات التنبيه الواضحة، التصميم التشاركي للاستراتيجيات التدريبية، والتنظيم المناسب لتبادل الحقوق بين المستخدمين، وإنشاء نظام تأمين مناسب، والجدول رقم 77 يوضح أصناف تدابير الجفاف المتخذة بإسبانيا.

جدول رقم 77: الإجراءات المتخذة لتدبير الجفاف بإسبانيا

الصف	نوع التدابير
التدابير الاستراتيجية (أو التخطيطية أو الوقائية)	وضع معايير لتحديد العتبات (التنبه المسبق والتنبيه والطوارئ)
	إعداد الدراسات والبحوث والمشاريع التجريبية (جرد ومراقبة وضع الموارد والنظم الإيكولوجية)
	تطوير نظم المعلومات عن الجفاف (المراصد، النماذج المعتمدة في الرصد والتنبؤ...)
	تحديد أولويات استخدام المياه
	متابعة ورصد الإجراءات / النتائج / الخطط ...
إدارة الطلب على الموارد المائية	تحسين كفاءة استخدام المياه
	إدارة الحقوق وأسواق المياه
	تقليل خسائر التوزيع والتسرب
	تعزيز المدخرات في مختلف القطاعات
	استخدام اللوائح (الأولويات والقيود) في استعمال الماء
إدارة العرض	الحفاظ على الموارد المائية
	إعادة شحن الفرشات المائية الباطنية والتخزين الطبيعي
	تحسين كفاءة البنية التحتية المرتبطة بالماء
	التحكم في استغلال المياه الجوفية
	تعزيز تجميع مياه الأمطار
	زيادة إعادة استخدام المياه المعالجة
	إنشاء محطات التحلية
	تغذية الخزانات الاصطناعية
التوعية والتربية	تحويل الموارد المائية (داخلي، خارجي)
	حملات توعية والتحميس بأهمية الحفاظ على الموارد المائية
بيئي	التعليم والوعي والتدريب على حسن استغلال المدخرات
تدابير التأهيل	حماية وتأهيل النظم البيئية
	خطط التعويض (التأمين والإعانات والائتمانات)
التدابير الاقتصادية	تأهيل النظام البيئي
	تطوير الحوافز الاقتصادية والمالية
الإجراءات الإدارية	تكيف سعر المياه مع الندرة والوفرة
	تدابير التنظيم الإداري من خلال تقوية الأجهزة التي تدبر الجفاف
	مواكبة الإجراءات القانونية للمستجدات
تعزيز المشاركة	تشديد العقاب على المخالفين
	تعزيز المشاركة العامة والمواطنين في عمليات التخطيط
تدابير التكميلية	حل النزاعات المتعلقة باستخدام المياه
	تعزيز التدابير الزراعية البيئية
	تعزيز التخطيط الإقليمي والاستخدام المستدام للأراضي
	تكيف التنمية الحضرية والإقليمية على الموارد المتاحة
	البحث وإشراك الجامعات والمعاهد وإدخال التكنولوجيا في ميدان الماء
	نشر معلومات الأرصاد الجوية في الوقت الحقيقي
	تحسين حماية البيئة
	تعزيز وضمان استخدامات معينة (الملاحة، النقل).
	منع الآثار الصحية

أحرزت إسبانيا تقدماً مهماً في تدبير الموارد المائية ابتداءً منذ سنة 1926 حيث شرعت في تدبير هذه الأخيرة على مستوى الأحواض المائية، وجاء قانون 1985 ليؤكد هذا التوجه من خلال إحداث الكنفدراليات المائية التي تعنى بتدبير الماء، وعددها 9 تتمتع بشخصية قانونية خاصة، وهي تابعة لوزارة البيئة الإسبانية. كما أنشأت الحكومة الإسبانية المجلس الوطني للماء، وهي هيئة إستشارية مستقلة تقدم مقترحات بطريقة تشاركية حول خطط تدبير الموارد المائية للدولة، وتعود لمناطق الحكم الذاتي (عددها 17 منطقة) الإشراف على المشاريع المائية المتعلقة بمد القنوات والتهيئة المائية. وحسب قانون الماء الصادر سنة 1985، يعتمد التخطيط في مجال الماء على المخططات المائية للأحواض والمخطط الوطني الهيدرولوجي، الأولى تصادق عليها الحكومة المركزية والثاني عبارة على قانون يصادق عليه البرلمان. اقترحت إسبانيا سنة 1993 مشروعاً، لنقل المياه من الأحواض الشمالية التي تعرف فائض في الموارد المائية إلى الجنوبية التي تعرف خصاصاً، إلا أن هذه المشاريع عرفت معارضة من طرف حكومات المناطق التي تعرف فائضاً في الماء والنموذج على ذلك جماعة الأرغون بحوض أيبير. كما أطلقت إسبانيا سنة 2004 برنامجاً لتحلية مياه البحر، خاصة على طول الشريط الساحلي المتوسطي الجنوبي، إذ تحتل إسبانيا المرتبة الرابعة في هذا المجال، بإنتاج ما يقارب مليوني متر مكعب من الماء المحلي يومياً.

إذن من خلال ما سبق يتضح أن إسبانيا عرفت تقدماً كبيراً في إدارة الجفاف، خاصة في السنوات الأخيرة حيث انتقلت من نهج رد الفعل القائم، على تدبير الأزمات ومعالجة أعراض الجفاف إلى النهج الوقائي واستباقي، إذ تركز إدارة المخاطر هنا على تحديد مواطن الضعف (القطاعات أو المناطق أو المجتمعات) وتنفيذ تدابير للتخفيف، وهذا من شأنه أن يقلل من المخاطر المرتبطة بموجات الجفاف في المستقبل. إذن فإن الأداة الأساسية التي أصبحت تستعمل في إسبانيا للتعامل مع الجفاف هي نظم الرصد والإنذار المبكر، ثم تأتي بعد ذلك توضع سلسلة من التدابير، التي يتعين اتخاذها مع تقدم هذه الظاهرة.

وبالرجوع إلى سياسة تدبير الجفاف بالمغرب، نجده أنه سجل بعض التأخر في هذه السياسة، خاصة عند إصدار قانون الماء و المخطط الوطني لتدبير الجفاف، وعلى مستوى المؤسسات ويلاحظ أن هناك تشابه بينهما، فعلى المستوى المركزي هناك وزارة البيئة التي تقوم بإعداد المخططات والمصادقة عليها، وعلى المستوى المحلي فيتم تدبير وإدارة الجفاف من خلال وكالة الأحواض المائية (أحدثت سنة 1995) عن طريق خطط خاصة في حين أن إسبانيا تدبره عبر الكنفدراليات المائية (أسست سنة 1985)، إذ تقوم بذلك وفق مخططات تدبير الجفاف التي توضع من طرف وزارة البيئة، كوزارة وصية بعد المصادقة عليها من طرف الحكومة والبرلمان، وهي عبارة عن نصوص القانونية يلزم تطبيقها.

أما في مجال الرصد نجد أنها حققت تقدماً مهماً، وذلك باعتمادها على مركز إدارة الجفاف في جنوب شرق أوروبا، الذي يمكن من التنبؤ بالجفاف، الشيء الذي جعل إسبانيا تنطلق من المقاربة الوقائية والاستشرافية للمخاطر، التي يمكن أن تنتج عن الجفاف، كما أن الجهات المعنية بهذا الخطر، تعمل

بشكل مستمر على تجديد هذه الخطط وكان آخرها سنة 2018، وذلك بغية إدخال المتغيرات المرتبطة بالتغيرات المناخية وتطور السكان.... إلخ.

في حين يعاني المغرب من ضعف الاعتماد على المراصد الوطنية والجهوية للجفاف، مما يضعف معه نظام المراقبة والإنذار المبكر، وانطلاقا من الاستراتيجيات المعتمدة وتوجهات مختلف المخططات، يمكن أن نستنتج أن تدبير الجفاف لم يصل بعد إلى مستوى من التركيز واللامركزية، كما يبقى التنبؤ بالجفاف المناخي من أكبر التحديات، باعتباره المسبب الرئيسي لشح المياه، في حين نجد أن الساكنة القروية أكثر عرضة لهذا الخطر، لذلك فتدبير الجفاف يواجه عدة تحديات نذكر منها، تعدد المتدخلين على المستوى المركزي والمحلي، مع ضعف قدرات مختلف الفاعلين على المستوى المحلي، الشيء الذي ينعكس على مختلف المشاريع، ثم عدم وضوح الرؤيا في تحديد الأدوار والمسؤوليات، ونسجل في هذا الصدد غياب رؤية واضحة لتدبير الجفاف على مستوى وكالة حوض سبو، كما أن هذه الأخيرة رفضت تمكيننا من المعطيات والتقارير الخاصة بهذا الخطر بدعوى أنها ذات طابع خاص والقانون التنظيمي يمنع ذلك.

ومن جهة أخرى لازال تدبير الجفاف، لم ينتقل بشكل كافٍ من منطق "تدبير الأزمات الواقعة" إلى منظور تدبير خطر الجفاف المحتمل" كما نسجل أيضا عدم استغلال "النظام الإعلامي الجغرافي Morocco natural hazards Probabilistic Risk Analysis» ou l'Analyse Probabiliste "MnhPRA des Risques de Catastrophes Naturelles au Maroc (تقرير المجلس الأعلى للحسابات، 2016) والتي هي عبارة عن أداة للتحليل الاحتمالي لمخاطر الكوارث الطبيعية (الفيضانات، الجفاف، الزلازل... إلخ)، ويهدف هذا النظام إلى جرد المواقع المهددة للمخاطر والأضرار التي يمكن أن تنتج عنها، واقتراح برامج الوقاية منها. ومن جهة أخرى هناك ضعف استعمال شبكات وأنظمة الإنذار السريع، وتوفير المعلومات الكافية بهذا الخصوص بشكل يضمن تدبيرا استباقيا أفضل للمخاطر. وعلى مستوى الترسانة القانونية نسجل صدور قانون خاص بسن الإجراءات والتدابير التي من شأنها التخفيف من حدة الجفاف.

6.2.2.3 الآفاق المستقبلية للسياسة الوطنية في ميدان تدبير خطر الجفاف

يسعى المغرب دائما إلى انخراطه في القضايا الكونية، خاصة في مجال مواجهة التغيرات المناخية، فمنذ مشاركته في قمة ريو سنة 1992 عمل جاهدا على بلورة سياسة وطنية في مجال البيئة، تقوم على تعبئة جميع القطاعات والفاعلين، للتكيف والتخفيف من آثار التغيرات المناخية. وفي هذا الإطار أصدر المغرب سنة 2009 من خلال كتابة الدولة المكلفة بالبيئة، مخطط وطني عام من أجل التكيف مع أوضاع المناخ الجديد الحالي والمستقبلي، إذ تمثل ذلك في "المخطط الوطني لمكافحة الاحترار المناخي". كما يتضمن إجراءات اللازم اتباعها من طرف مختلف القطاعات (الفلاحة، الماء، الأرصاد الجوية، الغابات... إلخ) للتكيف مع تغير المناخ. وإقتصرنا هنا فقط على قطاع الموارد المائية.

ولكي يحسن تدبير هذه الأخيرة، أصدر المغرب سنة 2009 الاستراتيجية الوطنية للماء في أفق تحقيق أهدافها في الفترة ما بين سنة 2010 و2030. وتقوم على ثلاث مرتكزات أساسية: تدبير وتطوير العرض –

تدبير الطلب وتثمين الماء - حماية الموارد المائية والتأقلم مع التغيرات المناخية. ويتواصل حاليا العمل وفق هذه الخطة من خلال:

- التخطيط الإستراتيجي: يرمي إلى برمجة المشاريع الرامية إلى تعبئة الموارد المائية، من أجل تلبية الحاجيات المائية، على المدى المتوسط والبعيد (المخططات التوجيهية للتهيئة المندمجة للموارد المائية على صعيد مختلف الأحواض المائية)، مع إدراج عامل التغيرات المناخية وآثارها على الموارد المائية. كما يتم حاليا تحيين المخطط الوطني للماء في أفق 2050، ومن بين أهدافه (استبدال سحب المياه الجوفية من الطبقات المستنزفة 85 (مليون م³ سنويا) بالسحب من المياه السطحية، معالجة المياه العادمة بنسبة 50% في 2016، و60% في 2020، إعادة هيكلة قطاع توزيع الخدمات على مستوى الأقاليم لبلوغ معدل ربط فردي قدره 60% في أفق 2020... إلخ)

- التدابير الاستباقية والتشاورية لمياه حقينة السدود: لتدبير المخزون المائي المتوفر في السدود، يتم إعداد برامج سنوية لتلبية حاجيات مختلف هذه القطاعات من الماء، مع الأخذ بعين الاعتبار الأسبقيات وعلى رأسها ضرورة تأمين الموارد المائية الصالحة للشرب.

وفي ظل تزايد تأثير التغيرات المناخية على الموارد المائية، وتماشيا مع ارتفاع الطلب على هذه الأخيرة، ولتنمية العرض المائي وتحسين التزويد بالماء لمختلف القطاعات، تتم مواصلة عمليات تعبئة المياه السطحية بواسطة السدود، حيث تم برمجة بناء 36 سدا، 14 منها في طور الإنجاز، مما سيمكن ذلك من الرفع من السعة التخزينية إلى 25 مليار متر مكعب، في أفق سنة 2030. هذا بالإضافة إلى مواصلة التنقيب على الموارد المائية الجوفية واتخاذ التدابير الرامية إلى عقلنة استعمالها، واللجوء أيضا إلى تحلية مياه البحر وإعادة استعمال المياه العادمة، وكذا العمل على تقوية شبكة الربط بين المناطق التي تعرف فائضا في الموارد والأخرى التي تعرف خصاصا فيها.

ومن جهة أخرى عملت الحكومة المغربية في 7 ماي 2020، على إحداث اللجنة الوطنية للتغيرات المناخية والتنوع البيولوجي مرسوم رقم 2.19.721 الصادر بالجريدة الرسمية عدد 6880، وهي هيئة للتشاور والتنسيق من أجل تنفيذ السياسة الوطنية في مجال محاربة التغيرات المناخية والمحافظة على التنوع البيولوجي. وقد جاء إحداثها تنزيلا لمقررات اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ الموقعة بنيويورك في 9 ماي 1992، الصادر بشأنها الظهير الشريف رقم 1.96.93، بتاريخ 5 نونبر 2001، واستنادا إلى إتفاق باريس بشأن تغير المناخ المعتمد في 12 دجنبر بباريس 2015، الصادر بشأنه الظهير الشريف رقم 1.16.157 بتاريخ 8 نونبر 2016، ثم اعتبارا للاتفاقية بشأن التنوع البيولوجي الموقعة بربو دي جانيرو في 5 يونيو 1992، الصادر بشأنها الظهير الشريف 1.95.229 بتاريخ 18 فبراير 2009 (الجريدة الرسمية عدد 6880).

كما يتجلى هدف هذه اللجنة؛ المساهمة في إعداد وتبعية تنفيذ السياسات الوطنية والجهوية المتعلقة بالتغيرات المناخية والتنوع البيولوجي، وضمان التنسيق بين مختلف القطاعات من أجل تنفيذ التزامات المغرب المتعلقة باتفاقية الأمم المتحدة الإطارية، بشأن التغيرات المناخية واتفاقية التنوع البيولوجي،

لاسيما المساهمة المحددة وطنيا. كما ستعمل اللجنة أيضا على ضمان يقظة علمية وتقنية حول تطور التغيرات المناخية بالمغرب، وتأثيراتها وتحديد وسائل مواجهتها، واقتراح ودراسة مشاريع المخططات والبرامج ذات الصلة، والبحث عن آليات للتمويل من أجل تنفيذ المخططات الوطنية والجهوية والمشاريع والبرامج، وإبداء الرأي في مشاريع النصوص التشريعية والتنظيمية، التي تتعلق بمجالات اشتغالها. وتتكون اللجنة من ممثلين عن السلطات والقطاعات الحكومية، إضافة إلى ممثل واحد عن المعاهد والمراكز البحثية والوكالات الوطنية، وثلاثة ممثلين عن الجمعيات الأكثر تمثيلية العاملة في المجالات ذات الصلة (المرسوم رقم 2.19.721 المتعلق بإحداث اللجنة الوطنية للتغيرات المناخية والتنوع البيولوجي).

ونظرا للأثار العميقة والشاسعة والمستمرة التي تنتج عن الجفاف المناخي، والتي تتجلى في تراجع الموارد المائية، الشيء الذي دفع المغرب إلى تبني مجموعة من المخططات والاستراتيجيات للوقاية والتكيف، هذه الأخيرة تم وضع ميثليتها فيما يخص تدبير خطر الفيضانات.

3.2.3. تدبير أخطار الفيضانات بالمغرب

بفعل حالات الفيضانات التي أصبح يعرفها المجال المغربي، من حين لآخر، أعطت الحكومة أهمية بالغة لتدبيرها، إذ تجسد ذلك في صدور عدة قوانين مثل قانون الماء في 1995، قانون التعمير في 2002، وضع مخططات استعجالية لتدبير المناطق الحرجة على المدى القصير، ثم مخططات أخرى على المستوى المتوسط والبعيد، انطلاقا من المخطط الوطني للوقاية من خطر الفيضانات. ويرجع تطبيق هذه القوانين والمخططات إلى المؤسسات منها وكالة الأحواض المائية، الجماعات الترابية، الوقاية المدنية... الخ.

1.3.2.3. تتعد قوانين تدبير خطر الفيضانات بالمغرب

سن المغرب مجموعة من القوانين، بهدف تدبير الشأن المحلي ومجال التهيئة وإعداد التراب الوطني (قانون الماء، قانون البيئة وقانون التعمير)، إذ تضمنت هذه القوانين بعض النصوص التي لها علاقة بتدبير خطر الفيضانات، ومن هذه القوانين نجد:

- دور قانون الماء رقم 10-95 و 15-36 في تدبير خطر الفيضانات

أصدر المشرع المغربي قانون الماء رقم 10-95 بهدف تدبير وحماية الموارد المائية، حيث تناول كيفية الوقاية من الفيضانات، عن طريق منع إقامة حواجز لعرقلة حركة الجريان، في الأودية خاصة في المناطق الأهلة بالسكان (المادة 1 من قانون 10-95). كما تنص المادة 95 على منع عرقلة سيلان مياه الفيضانات، ويستثنى من ذلك الغرض المنفعي من إقامة هذه الحواجز (حماية السكان وممتلكاتهم الخاصة المتاخمة للمجاري المائية)، وحسب المادة 95 فإن مهمة مراقبة وحماية الملك العام المائي، من أي عرقلة لحركة سيلان المياه أسندت لوكالة الحوض المائي. في حين أوكلت مهمة إنجاز البنيات التحتية الضرورية لحماية السكان، وممتلكاتهم من خطر الفيضان، إلى الجماعات الترابية و إلى لجن العمال والأقاليم (المادة 102).

بتاريخ 25 غشت 2016 تم إصدار قانون 15-36 المتعلق بالماء وقد تم تخصيص بابه التاسع لتدبير الأخطار المتصلة بالماء حيث تضمن في الفرع الأول ثلاث فصول تعنى بخطر الفيضانات. الفصل الأول حول الحماية والوقاية من أخطار الفيضانات والثاني يهتم أجهزة الرصد والمراقبة والإنذار والثالث حدد كيفية تدبير أحداث الفيضانات، حيث يضم هذا الأخير المادة 123 التي تدعو إلى إحداث لجن لليقظة على المستوى الوطني والجهوي والإقليمي لتدبير وتتبع أحداث الفيضانات. تتكلف اللجان الجهوية التي يرأسها ولاية الجهات على الخصوص بتنسيق وتتبع:

-عمليات الإنذار وإخبار وتحسيس السكان؛

-عمليات التدخل وتنظيم الإنقاذ؛

-جمع المعلومات الضرورية لتقييم الخسائر.

تقوم اللجنة الوطنية لليقظة التي ترأسها السلطة الحكومية المكلفة بالداخلية بالتنسيق والإشراف على اللجن الجهوية. وتتألف هذه اللجن من ممثلي السلطات الحكومية والمؤسسات العمومية والجماعات الترابية المعنية. كما تحدد تركيبة لجن اليقظة وكيفية عملها بنص تنظيمي.

- دور قانون التعمير والقوانين التنظيمية للجماعات الترابية ومجالس العمالات والأقاليم

والجهات في مواجهة خطر الفيضانات

تم إصدار هذا القانون في 17 يونيو 1992 بهدف تنظيم قطاع البناء وما يرتبط به داخل المدارات الحضرية والتجمعات القروية. تضمن هذا القانون مجموعة من النصوص التنظيمية، حيث تنص المادة السابعة من قانون 25-90 المتعلقة بالتجزئيات العقارية، على رفض التجزئيات السكنية التي لا تتوفر على شبكات الصرف الصحي والطرق وتوزيع الماء الصالح للشرب والكهرباء، حيث تعمل قنوات التطهير من تصريف مياه الأمطار وذلك حماية للمساكن من الفيضانات. أما بالنسبة لقانون 12-90 المتعلق بالتعمير فنجد أن المادة 19 حددت المناطق التي يمنع فيها البناء وهي مناطق يمكن أن تكون مهددة بخطر الفيضانات، كما خول هذا القانون سلطة مراقبة، ومنع البناء في هذه المناطق للجماعات الترابية وذلك عبر الشرطة الإدارية.

أما القانون 14.113 المتعلق بتنظيم الجماعات الترابية الصادر بتاريخ 7 يوليوز 2015، فقد أعطى بدوره للمجالس الجماعية، حق السهر على احترام الاختيارات والضوابط المقررة، في مخططات توجيه التهيئة العمرانية، وتصاميم التهيئة، والتنمية وكل الوثائق الأخرى المتعلقة بإعداد التراب والتعمير (الفصل الثالث المادة 85). كما تعمل الجماعات على إنشاء التجهيزات والمنشآت المائية المخصصة، للتحكم في مياه الأمطار وتصريفها والوقاية من الفيضانات. كما خول القانون رقم 14.112 (المادة 78، 79) لمجالس العمالات والأقاليم السهر على التخطيط والبرمجة والإنجاز والتدبير والصيانة داخل دائرتها الترابية. كما مكن القانون رقم 14.111 المتعلق بالجهات، من خلال الاختصاصات الموكولة للجهة في مجال معين بما يمكنها من القيام، في حدود مواردها، وداخل دائرتها الترابية، بالأعمال الخاصة بهذا المجال، لاسيما الحماية من الفيضانات (الباب الثالث- المادة 91).

كما عملت وزارتي الداخلية والسكنى على إصدار مجموعة من الدوريات لتدبير خطر الفيضانات ومنها:

- ✓ دورية رقم 2167 بتاريخ 14 نونبر 1985 المتعلقة بتجنب الخسائر التي يمكن أن تنتج عن الفيضانات.

- ✓ دورية رقم 1282/DGAI/DAG بتاريخ 25 أكتوبر 2000 المتعلقة بالوقاية من الحمولات.
 - ✓ دورية رقم 26/DGAI بتاريخ 19 يناير 2001 المتعلقة بمهمة الوقاية وتدبير الأخطار.
 - ✓ دورية الوزير المنتدب المكلف بالإسكان والتعمير رقم 2173/824 بتاريخ 20 فبراير 2003 المتعلقة بوضع مخطط الحماية الجهوية من الفيضانات وإحداث اللجنة الإقليمية للماء.
 - ✓ دورية مشتركة لوزير الداخلية والإسكان وإعداد التراب الوطني عدد 08 بتاريخ 7 يناير 2005، تتعلق "بإرساء آليات تنسيق العمليات التي يقوم بها مختلف الفاعلين المحليين لمكافحة خطر الفيضان".
- 2.3.2.3. تدبير خطر الفيضانات على المستوى المؤسسي

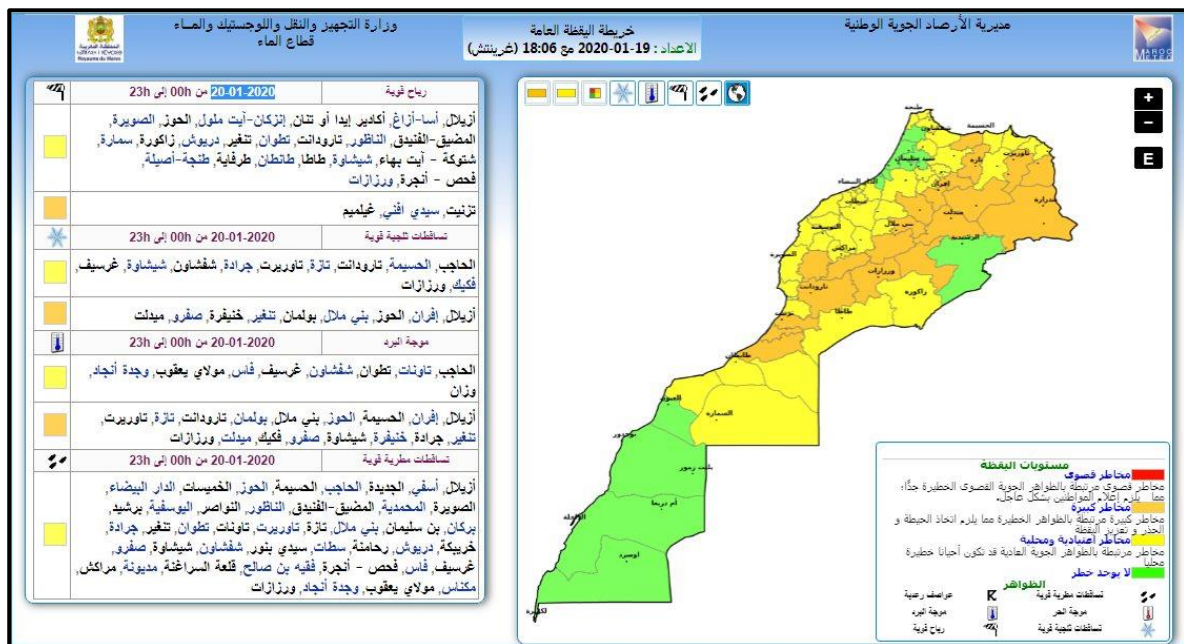
يشكل خطر الفيضانات إحدى الإكراهات التي تواجه المجالات الحضرية وشبه حضرية، كما يمكن أن تعرقل مسلسل التنمية بها، نظرا للخسائر التي تترتب عنها، لذا أصبح من الضروري تظافر مجموعة من المؤسسات لتدبير، هذا الخطر وذلك عبر وضع مخططات محلية، آخذة بعين الاعتبار كل العناصر المتدخلة فيها سواء الطبيعية أو البشرية.

- دور وكالة الحوض المائي في تدبير خطر الفيضانات

أقر قانون الماء (10-95) وكالة الأحواض المائية وهي مؤسسات تقوم بتدبير الموارد المائية، على صعيد كل حوض مائي، حيث يبلغ عددها حاليا 9 أحواض. أعطيت لهذه الوكالات مجموعة من المهام منها وضع وتنفيذ مخططات تهيئة الموارد المائية التابعة لنفوذها، منح رخص استغلال الفرشات المائية السطحية أو الباطنية، كمت جاء أيضا قانون رقم 15-36 المتعلق بالماء وتدبير الأخطار المتصلة به لاسيما المواد 117، 118، 119، 120، 121، 122 من أجل إعطاء لوكالات الأحواض المائية إمكانية تدبير وتتبع حالات الفيضانات من أجل حماية السكان وممتلكاتهم، وذلك من خلال إنجاز البنيات التحتية الضرورية، للوقاية من الفيضانات ومحاربتها، تهيئة وتنقية وتوسيع الأودية ومجاري المياه من أجل الوقاية من الفيضانات. كما يعطي هذا القانون لوكالة الحوض المائي الحق، في حذف الحواجز والمنشآت كيف ما كانت وضعيتها القانونية، التي يمكن أن تعرقل الجريان وأن تسبب في حدوث الفيضانات، وحماية للممتلكات التي تجاور المجاري المائية، قد تفرض هذه الوكالات على الملاكين إقامة الحواجز. وبالنسبة لوكالة الحوض المائي لسبو والتي يوجد بها مجال دراستنا، تقوم بتدبير خطر الفيضانات داخل نفوذ هذا الحوض، وذلك عن طريق تتبع حالات الفيضانات، وجرد المواقع المهددة بهذا الخطر وإنجاز الدراسات التي تهتم بـ:

- ✓ دراسة الحمولات السائلة والصلبة بالحوض؛
- ✓ إنجاز أطلس للمناطق المهددة بخطر الفيضانات؛
- ✓ تحديد المناطق المهددة بالفيضانات لإنجاز وثائق التعمير؛

- ✓ وضع مخططات الوقاية من خطر الفيضان لمدة 20 سنة؛
 - ✓ دراسة وضع نظام لقياس وتتبع بعض الأودية عن بعد؛
 - ✓ وضع نظام الإشعار بالفيضانات ببعض المناطق؛
 - ✓ إعداد نشرات إخبارية تتضمن معطيات حول الحمولات المتوقعة، ووضعها رهن إشارة السلطة الإدارية الترابية المعنية في حالة وجود خطر للفيضان.
- كما عملت على بناء الحواجز للوقاية من الفيضانات وإنشاء السدود للحد من الحمولات المتجهة للمناطق المهددة بالفيضانات، كما تقوم بتتبع حمولات الأودية وحقينة السدود بالاعتماد على المحطات الهيدرولوجية المجهزة بوسائل الاتصال للإشعار بالفيضانات.
- تلعب الأرصاد الجوية دورا مهما في الإنذار المبكر بالفيضانات
- من المهام المنوطة بالمؤسسة المذكورة الحفاظ على الأرواح والممتلكات عبر الإنذار الرصدي، لذلك سعت مديرية الأرصاد الجوية إلى إطلاق نظام جديد، ليقظة الرصدية بشراكة مع وزارة الداخلية (المديرية العامة للوقاية المدنية ومركز اليقظة والتنسيق) ومديرية البحث والتخطيط المائي. والهدف الأساسي لهذا النظام تحسين الإنذار من أجل حث المواطنين، على الحماية بشكل استباقي ضد الظواهر المناخية القصوى، بالإضافة أيضا إلى تمكين السلطات من أخذ التدابير الوقائية لتجنب المخاطر التي يمكن أن تنتج على هذه الظاهرة، وتقوم خريطة اليقظة الرصدية بإبراز ووصف المنطقة (المقاطعات أو الشرائط الساحلية) بأربعة ألوان، حسب مستويات المخاطر المرتبطة بالظروف المناخية خلال 24 و 48 ساعة القادمة. كما تقدم نصائح وإرشادات مناسبة حسب هذه المستويات (مديرية الأرصاد الوطنية)، وتخدم كأداة تعليمية لفهم مخاطر الأرصاد الجوية بشكل أفضل من قبل العموم (خريطة رقم 65).



يتجلى إذن دور الأرصاد الجوية الوطنية في الإنذار المبكر بالتساقطات، التي يمكن أن تسبب في حدوث الفيضانات، ويتم ذلك عن طريق إصدارها للنشرات الإنذارية المبكرة، مما يمكن من تخفيف حدة هذا الخطر عبر إجلاء السكان، وتوفير الوسائل اللوجستكية للتدخل عند حدوث خطر الفيضانات.

- تتدخل الوقاية المدنية بشكل مباشر أثناء حدوث الفيضانات

بموجب المرسوم الوزاري رقم 2. 97. 176 الصادر بتاريخ 15 ديسمبر 1997. تم إعطاء الوقاية المدنية اختصاصات متعلقة بالتدخل لتدبير خطر الفيضانات، هذا التدخل يكون مبنيا على إنذار بحدوث الخطر الذي تتوصل به بصفة مباشرة انطلاقا من الأرصاد الجوية، إذ يتم ذلك عبر:

✓ تقديمها مقترحات حول إمكانية التعمير في المناطق المراد البناء فيها، واقتراحها مخططات للتدخل في حالة حدوث خطر الفيضانات؛

✓ الإعلام بالخطر والتنسيق بين مختلف المتدخلين لأخذ الحيطة والحذر، والاستعداد للتدخل؛

✓ حث المصالح المعنية للقيام بالعمليات الوقائية المناسبة خاصة في مجال التطهير وإصلاح المجاري تحسبا للتساقطات المطرية الشتوية،

✓ جرد الأماكن المعرضة لخطر الفيضانات، وإعداد مخططات للحماية والتدخل للحد من الأضرار المحتملة لهذا الخطر؛

✓ إنقاذ الأرواح والممتلكات وانتشال الجثث، والمساهمة في وضع الحواجز لتحويل السيول؛

✓ إيواء وتقديم الإسعاف للمتضررين؛

- تتدخل الوكالات الحضرية بشكل غير مباشر في تدبير خطر الفيضانات

تم إحداث الوكالات الحضرية بموجب قانون رقم 51-93-1 بتاريخ 10 شتنبر 1993، والذي أعطاه مجموعة من الاختصاصات التي لها علاقة بالتعمير والتهيئة الحضرية ومنها نجد:

✓ إنجاز الدراسات الضرورية بهدف القيام، بإعداد وثائق التهيئة الحضرية بما في ذلك مخطط توجيه

التهيئة العمرانية، تصميم التنطيق، تصميم التهيئة، ومتابعة تطبيق التوجيهات المحددة فيها؛

✓ العمل على تحقيق الأهداف التي ترمي إليها المخططات التوجيهية عبر برمجة مشاريع التهيئة؛

✓ إعداد مشاريع والنصوص التنظيمية المتعلقة بخرائط التنطيق ومخططات التنمية؛

✓ مراقبة التجزيئات السكنية التي في طور الإنجاز للتأكد من مدى احترامها لرخص البناء.

إذن من خلال الاختصاصات المخولة للوكالة الحضرية، والمرتبطة بإعداد وثائق التعمير داخل المجال الحضري، فهي ملزمة دائما باستحضار المخاطر الطبيعية عند إعدادها، فعلى سبيل المثال يتم إدراج المناطق المهددة بخطر الفيضانات، في هذه الوثائق لكي يتم منع البناء فيها، وتشكل لجان مشتركة بين مختلف الفاعلين للوقوف على اتباع هذه الوثائق. من خلال ماسبق يتضح أن الوكالة الحضرية تتدخل بشكل غير مباشر في تدبير خطر الفيضانات.

3.3.2.3. الآفاق المستقبلية للسياسة الوطنية في ميدان تدبير خطر الفيضانات

وعيا منها بتزايد المخاطر المرتبطة بالتغيرات المناخية خاصة في السنوات الأخيرة، وما خلفه ذلك من تأثيرات سلبية على شتى مناحي الحياة الاقتصادية والاجتماعية والبيئية، فقد عملت الحكومة على اتخاذ مجموعة من الإجراءات من أجل الحد أو التخفيف من الكوارث الطبيعية، وذلك بالاعتماد على المقاربات الاحترازية والتدابير المواكبة للمخاطر الناجمة عن هذه الكوارث، كما أحدثت العديد من الصناديق وسنت العديد من القوانين المرتبطة بهذه الظواهر، إذ قسمت هذه السياسة إلى محورين:

المحور الأول: مرتبط بالمقاربات المعتمدة في مواجهة التغيرات المناخية وتدابير المخاطر الناتجة عنها

من خلاله تحاول الحكومة تنفيذ السياسة المناخية، عبر اعتماد مقاربة استشرافية ووقائية لمواجهة التغيرات المناخية وكذا تدبير المخاطر الناتجة عنها، وفي هذا الصدد التزم المغرب في جميع "مؤتمرات أطراف اتفاقية الأمم المتحدة الإطار بشأن تغير المناخ" بمكافحة الاحترار العالمي وتنفيذ إجراءات التكيف والتخفيف، وذلك عبر إصداره البلاغ الوطني الرابع للمناخ ويتضمن تقييما بخصوص الهشاشة المجالية، وجرى انبعاثات الغازات الدفيئة وتدابير التخفيف والتأقلم، بالإضافة إلى تحديده الحاجيات المرتبطة بذلك.

كما أنجز المغرب سنة 2019 مخططه الوطني للمناخ، لتعزيز المسلسل التنموي منخفض الكربون، والمقاوم لتغير المناخ، هذا وتم الشروع في إعداد المخططات الجهوية للمناخ التي من شأنها تحسين المعارف فيما الهشاشة وتأثير تغير المناخ على السكان وأنشطتهم، كما ستمكن من وضع التدابير المصاحبة في مجال مكافحة التغيرات المناخية. وفي الإطار المساهمة المحددة وطنيا بشأن الاتفاقية الإطار، وضع المغرب هدفا حول الحد من انبعاثات الغازات الدفيئة بنسبة 42 % بحلول سنة 2030، وذلك عبر الاعتماد على الطاقات المتجددة والتخلص التدريجي من الطاقات التي تعتمد الوقود الأحفوري. ومن جهة أخرى تم وضع وتنفيذ المخطط الوطني للتكيف والذي يهدف إلى تعزيز القدرة على التكيف، في مختلف القطاعات من خلال تعبئة الدعم التقني والمالي. كما سعى المغرب أيضا إلى تقوية إطار الحوكمة، خاصة على المستوى التنظيمي والمؤسسي للسياسة المناخية، في مجال مكافحة تغير المناخ وذلك عبر وضع مشروع مرسوم بإنشاء اللجنة الوطنية لتغير المناخ، والعمل على إدماج التغيرات المناخية في البرامج القطاعية وطنيا ومحليا، والقيام بالتحسيس والتوعية لكل الفاعلين في البيئة، بهدف حثهم على المحافظة على البيئة في أفق الانخراط الإيجابي في مسلسل التنمية المستدامة.

وفيما يخص تدابير الوقاية من الفيضانات، تعمل الحكومة على عصرنة شبكات محطات الرصد الهيدرومناخية، ووضع أجهزة الرصد والمراقبة والإنذار، وكذا شبكات الإشعار عن الحمولة والرادارات، ومن جهة أخرى تعمل المصالح المختصة بتدبير مياه حقينة السدود أثناء الحمولات، وذلك بإفراغ مياه الفيض لتجنب حصول الفيضانات بالسافة. وتزويلا لمقتضيات قانون الماء تم وضع مخططات الوقاية من هذه الظاهرة، وتتضمن تحديد المناطق المعرضة للفيضانات حسب ثلاث مستويات: ضعيف، متوسط ومرتفع، ضمن أطلس المناطق المهددة بالفيضانات. كما تم جرد 400 موقع معرضا لهذا الخطر،

الشيء الذي مكن من إنجاز عدة عمليات لتقوية الحماية في 250 موقع، إذ تشمل السدود والمجاري الوقائية، وتهيئة المجاري المائية، وهمت جل المدن المغربية بميزانية بلغت 7,2 مليار درهم.

وسعيا وراء تعزيز قدراتها الرصدية تم تطوير الأرصاد الجوية الوطنية، ضمن استراتيجية لتدبير المخاطر المتعلقة بالطوارئ الجوية والمناخية إذ تهدف إلى توفير توقعات ونشرات إنذارية دقيقة على المستوى الزمني والمكاني، الشيء الذي سيمكنها من الانتقال من مفهوم إدارة الأزمات كردة فعل، إلى إدارة معرفة المخاطر، كفعل استباقي مبني على أساس علمي متطور وتكنولوجية حديثة من خلال: الاعتماد على المحطات الأتوماتيكية وعلى حواسيب جد متطورة، لتجميع ومعالجة المعطيات - تطوير النماذج العددية للتوقعات - اعتماد نظام جديد لليقظة... إلخ. وفي مجال التخطيط الحضري دعت الحكومة إلى ضرورة الأخذ بعين الاعتبار، بعض المخاطر الطبيعية ولاسيما خطر الفيضانات، وإنجاز "خرائط قابلية التعمير" وفق برنامج حكومي والذي يهم إنجاز 30 خريطة في هذا الشأن في أفق 2021.

ولتدبير أمثل للمخاطر الطبيعية عملت الحكومة في 24 شتنبر 2019 وبغلاف مالي بلغ 32,6 مليون درهم على وضع " استراتيجية شاملة ومندمجة لتدبير المخاطر المرتبطة بالكوارث الطبيعية" وتهم خاصة الزلازل، انجراف التربة، التسونامي، والفيضانات أيضا ضمن "نظام الرائد" وذلك وفق منهجية تشاركية مع جميع القطاعات المعنية، ومع الشركاء الدوليين وتشمل الفترة ما بين 2020 و2030.

وتدخل هذه الاستراتيجية ضمن المقاربة الاستشرافية والوقائية للحد من خطورة الكوارث الطبيعية، حيث تركز على الملاحظة والرصد واليقظة والتتبع والمراقبة والإنذار والتحسيس والوقاية. إذ تهدف هذه الاستراتيجية التي توجد في طور المصادقة، إلى تحديد المخاطر ذات الأولوية لفهم تردداتها وآثارها وتقييمها بطريقة مندمجة، لكي يسهل اقتراح الحلول لمعالجتها. وستسهر على تطبيق هذه الاستراتيجية "مديرية تدبير المخاطر الطبيعية" وهي مصلحة تابعة لوزارة الداخلية، جاء إحداثها بموجب المرسوم 2.19.1086 بتاريخ 30 يناير 2020 (الجريدة الرسمية عدد 6854) الذي يهدف إلى تحديد اختصاصات وتنظيم وزارة الداخلية.

المحور الثاني: يتضمن الإجراءات المتخذة من طرف الحكومة لمواجهة آثار بعض الكوارث الطبيعية

سعت الحكومة إلى إحداث وتمويل مجموعة من الصناديق، بهدف التخفيف من هذه الكوارث وجبر الأضرار التي يمكن أن تحدثها، ومن أهم هذه الصناديق نجد:

- الصندوق الوطني لمكافحة آثار الكوارث الطبيعية: تم إحداثه بموجب قانون المالية لسنة 2009 لمكافحة الكوارث من قبيل الزلازل، الفيضانات، وحركات الأراضي، التعرية الساحلية والتسونامي، وذلك كإطار تمويلي لمشاريع الوقاية، حيث تم تبني هذه المقاربة سنة 2014 باعتبار أن ردة الفعل بعد الكارثة وإصلاح الأضرار يكون مكلف جدا، وفي هذا الإطار تم تمويل أكثر من 100 مشروع متعلق بمكافحة الكوارث، في الفترة ما بين 2015 و2018، وفي سنة 2019 تم إنتقاء 38 مشروع للتمويل بقيمة 430 مليون درهم، ساهم فيها الصندوق بـ 139 مليون درهم.

- صندوق الآفات الطبيعية: أحدث سنة 1994 ويغطي الآفات التي تنتج عن الفيضانات، الجفاف وأضرار السيول... إلخ، وقد تم استعمال الصندوق لتغطية التكاليف المرتبطة، بنظام التأمين المحدث لفائدة الفلاحين، ضد الآفات المناخية.

- صندوق التضامن ضد الوقائع الكارثية: تم إحداث هذا الصندوق بموجب المادة 15 من القانون 14-110، المتعلق بإحداث نظام لتغطية الوقائع الكارثية، وينص القانون على وضع نوعين من التأمينات: الأول موجه للأشخاص المؤمنين والثاني لغير المؤمنين وذلك في إطار تضامني، إذ يهدف إلى تعويض الأشخاص اللذين فقدوا مساكنهم وممتلكاتهم وأقاربهم بسبب إحدى الكوارث الطبيعية، وحدد مبلغ التعويض بما لا يقل عن 250 ألف درهم. ولتفعيل هذا الصندوق صدر المرسوم رقم 2.19.244 الذي يرمي إلى إحداث رسم شبه ضريبي يسمى "رسم التضامن على الوقائع الكارثية"، لفائدة هذا الصندوق.

كما عملت الحكومة في إطار "التدابير العملية" إلى تقوية جهاز "الوقاية المدنية"، ففي الفترة الممتدة من سنة 2016 إلى 2019 تم إنجاز ثلاثة مقرات للقيادات الجهوية للوقاية المدنية ومقرين للوحدات الجهوية المتنقلة للتدخل، كما تم تشييد مستودعين جهويين لتخزين معدات الإغاثة وإيواء المنكوبين... إلخ، هذا بالإضافة إلى تفويض 23 مليون درهم للعمالات والأقاليم قصد إحداث 10 مراكز إغاثة. كل هذا يرمي إلى تعزيز جهود الوقاية المدنية في مواجهة الكوارث الطبيعية.

4.3.2.3. تدبير الفيضانات داخل حوض إيناون

يتم تدبير الفيضانات بالمناطق المهددة بهذا الخطر، خاصة التي تجاور المجاري المائية بالحوض، والتي بينهاها في الفصل المرتبط بالخسائر المترتبة عن الفيضانات، وهي مناطق تنقسم ما بين مجال حضري، شبه حضري وريفي، إذ يتم تدبيرها على مستويات عدة منها ما هو مركزي وآخر محلي.

1.4.3.2.3. دور وكالة الحوض المائي

كما سبقت الإشارة إلى ذلك، يتجلى دور وكالة الحوض المائي في تدبير خطر الفيضانات، في إنجاز الدراسات واقتراح المشاريع وأجرتها على أرض الواقع وذلك بالشراكة مع المؤسسات الأخرى (الجماعات الترابية، وزارة التجهيز، عمالة الإقليم.... إلخ). ومن توجهات وكالة الحوض المائي لسبو للحماية من خطر الفيضانات، حسب تقرير صدر سنة 2005 نجد:

- احترام الملك العمومي المائي بعدم البناء في المناطق المهددة بالفيضانات؛
- عدم رمي الأردام والنفايات بمجاري المياه؛
- صيانة المنشآت الفنية وشبكات التطهير وكذا تنقية مجاري الأودية الموجودة بالمدار الحضري؛
- تحسيس السكان ومستغلي الأودية بخطر الفيضانات؛
- إنجاز الدراسات والأشغال للحماية من الفيضانات في إطار شراكة بين جميع المتدخلين؛
- تهيئة الأحواض المائية (التشجير،... إلخ).

وفي إطار المخطط الوطني للحماية من الفيضانات، تم تحديد عشر مناطق استعجالية، كما هو مبين في الجدول رقم 78.

جدول رقم 78: الأشغال المقترحة من طرف وكالة حوض سبيل للوقاية من الفيضانات بحوض إيناون

المنطقة	الواد	الأشغال المقترحة	التقديرات الأولية (م درهم)
مدينة تازة	أودية لغويرك، جعونة والأربعاء	تهيء الأودية (3800 م) + 5 منشآت فنية	18.3
مدينة تاهلة	شعبات	تهيء الشعبات (5200 م) + 5 منشآت فنية	12.2
مركز واد أمليل	واد إيناون وشعبي بردين وضهر علي موسى	تهيء الأودية	6.4
مراكز سبت بوقلال وتربية	واد لربعة	تهيء الأودية (2200 م)	9.4
4 نقط على الطريق الوطنية رقم 6	أودية الطويلة، وركاز، أغروز وكوان	تهيء الأودية والمقاطع	2.5
المجموع			51

المصدر: وكالة الحوض المائي لسبو 2005

نظرا لوجود مدينة تازة تحت تهديد مستمر لخطر الفيضانات، لكون مجالها الحضري يخترق من طرف مجموعة من الأودية: واد الأربعاء، واد لغويرك، الدفالي، الهدار... إلخ.

شكل رقم 80: تهيئة وادي لغويرك وجعونة بمدينة تازة

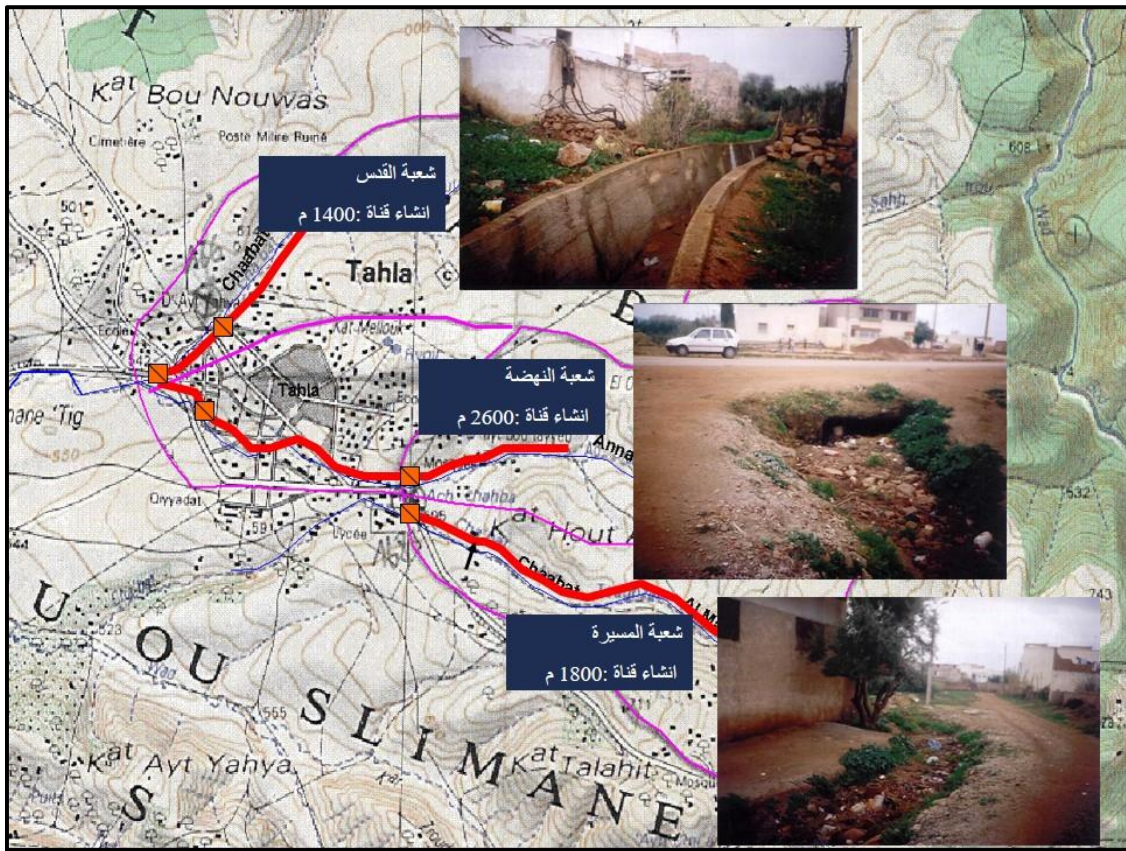


المصدر: وكالة الحوض المائي لسبو 2005

تم تهيئة كل من وادي لغويرك وجعونة (شكل رقم 80)، حيث كلف الأول 3,1 مليون درهم بينما الثاني 4,1 مليون درهم. وبفعل تعرضها للفيضانات بشكل مستمر، وضعت وكالة الحوض المائي لسبو، مشاريع لحماية مدينة تاهلة من هذا الخطر، وتجلت هذه المشاريع في تهيئة الشعبات التي تخترق بعض الأحياء أو توجد بالقرب منها (شكل رقم 81)، حيث كلفت 12,2 مليون درهم.

كما تكمنت هذه المؤسسة في الفترة الممتدة من سنة 2009 إلى 2015، من جرد 27 موقعا مهددا بخطر الفيضانات وذلك بهدف إنجاز تشخيصي للفيضانات بالحوض، فقامت بإنجاز 24 دراسة على هذه المواقع، وساهمت في تمويل هذه المشاريع الوقاية من الفيضانات بـ 25.70 مليون درهم، إلى جانب 2.50 مليون درهم كمساهمة من طرف الجماعات الترابية.

شكل رقم 81: المشاريع المقترحة لتهيئة الشعبات بمدينة تاهلة



المصدر: وكالة حوض سبو سنة 2005

تلعب المؤسسات المحلية بحوض إيناون دورا مهما في تدبير خطر الفيضانات، حيث تسهر على تنفيذ المخططات الوطنية وأجراتها على أرض الواقع، كما تعمل أيضا على وضع تدابير استباقية ووقائية لمواجهة هذا الخطر، بحكم احتكاكها بخصائص المجال الذي تسود فيه، ومن هذه المؤسسات نجد:

2.4.3.2.3. الوكالة الحضرية

كما سبقت الإشارة إلى ذلك، تلعب الوكالة الحضرية دورا مهما في تدبير الخطر المذكور، خاصة في المجال الحضري حيث أصبح خطر الفيضانات، يدرج ضمن وثائق التعمير، وهذا ما أصبح يشهده التخطيط الحضري بمدينة تازة، والذي تسهر عليه الوكالة الحضرية. إذ تعمل هذه الأخيرة على تحديد

الاتجاهات الأساسية لتهيئة المجال، وفي هذا النطاق تأخذ بعين الاعتبار القيود الطبيعية والمتمثلة في خطر الفيضانات. وتماشيا مع قانون التعمير، تتضمن وثائق التعمير معطيات بيانية ورسوم توضيحية (خرائط)، والتي هدفها تحديد المناطق أو المجالات المعرضة للمخاطر. ومن هذه الوثائق نجد:

- **تصميم التهيئة (P.A):** هي وثيقة قانونية تحدد قواعد استعمال الأرض، داخل المجال الترابي الذي تغطيه لفترة تصل إلى عشر سنوات، كما يشكل أداة لترجمة توجهات التصميم المدير للتهيئة الحضرية (SDAU)، بدأ العمل بهذه الوثيقة في المغرب منذ صدور ظهير 16 أبريل 1914، تسهر على إعداد مجموعة من المؤسسات منها الجماعات الترابية والوكالات الحضرية. في مجال دراستنا ومن خلال نموذجي مدينة تازة والمركز شبه حضري لواد أمليل، تم إعداد تصميم التهيئة الخاص بهما سنة 2011، بهدف تحديد المساحات العمومية ومحطات وقوف السيارات والمناطق الخضراء والملاعب الرياضية، والمناطق التي تصلح للبناء.... إلخ، كما حدد أيضا المجالات التي يحرم فيها البناء وهي التي توجد تحت تأثير خطر طبيعي معين، والأمر هنا ينطبق على مدينة تازة والمركز الحضري لواد أمليل، حيث تم إدراج في تصميم التهيئة، منطقة يحرم فيها البناء لكونها تتأثر بالفيضانات وبالدينامية النهرية، والرابط التالي لتصميم التهيئة لمدينة تازة: [https://www.autaza.ma/DocumentsAUT/DocumentsUrbanisme/TAZA-\(PA/pataza.pdf](https://www.autaza.ma/DocumentsAUT/DocumentsUrbanisme/TAZA-(PA/pataza.pdf)

- **التصميم المدير للتهيئة الحضرية (SDAU):** يعتبر أداة للتخطيط العمراني حيث يعطي آفاق مستقبلية يمكن أن تصل إلى 25 سنة، وذلك فيما يخص التنمية المندمجة للمجالات الحضري، ومجالات تأثيرها المباشر وذلك أخذا بعين الاعتبار خيارات التهيئة التي يتبناها. وبمدينة تازة تم وضع آخر تصميم مديري سنة 2015 على مدي يصل إلى سنة 2035، وقد حدد مجموعة من الأهداف في مجال حماية البيئة وتدابير الأخطار الطبيعية، ومنها إدراج المناطق التي يمنع فيها التعمير خاصة التي تتعرض لخطر الفيضانات، والرابط التالي للتصميم المدير للتهيئة الحضرية بتازة: [https://www.autaza.ma/DocumentsAUT/DocumentsUrbanisme/TAZA/SDAU-\(TAZA.pdf](https://www.autaza.ma/DocumentsAUT/DocumentsUrbanisme/TAZA/SDAU-(TAZA.pdf)

3.4.3.2.3. الجماعات الترابية

- تعمل الجماعات الترابية التي توجد تحت وصاية وزارة الداخلية، بتدبير خطر الفيضانات ضمن المجال الجغرافي الذي تسود فيه، وذلك بالسهل على تنفيذ القوانين والدوريات الصادرة عنها، بالإضافة إلى وضعها لتدابير وقائية في المجالات المهددة بهذا الخطر، والتي من شأنها حماية السكان وممتلكاتهم. كما عملت الجماعة الحضرية لتازة وذلك بالشراكة مع مختلف الفاعلين على:

- تشييد قناطر على واد الأربعاء وروافده بهدف ربط الأحياء الهامشية، بباقي المدينة، يتعلق الأمر بكل من دوار أسدور والملحة ودوار ميمونة ومكوسة.... إلخ. إلا أن طبيعة القناطر المنجزة لا تتناسب مع حجم

الحمولة الصلبة والسائلة للأودية، فتتسبب في عرقلة الجريان واختناق الأودية، مما يؤدي إلى امتطاحات عند الإحياء المجاورة للأودية؛

- إنشاء القناة المطرية لحي القدس 2، ضمن مشروع إعادة إسكان الساكنة المهددة بخطر الفيضانات (دوار ميك، دوار المحطة...الخ) بهدف تصريف مياه شعبة القدس 2؛
- بناء قناة مطرية شعبة إنملي لحماية أحياء مولي يوسف وأوريدة وساحة الطيران من الامتطاحات، إلا أنها لا زالت تهدد حي الوفاق؛
- بناء قنطرة مطرية على شكل نفق (صورة رقم 51) على واد جعونة لحماية حي القدس 1 من الفيضانات، تم غمر هذه القناة بالرواسب وحدث اختناق للقناة نتج عنه امتطاح قوي بحي القدس 1 سنة 2010؛
- تشييد جدار بالمناطق المهددة بفيضانات واد جعونة خاصة بالحي الصناعي والقدس (صور رقم 52).

صورة رقم 52: جدار لحماية الحي الصناعي من الفيضانات واد جعونة



صورة رقم 51: قناة تصريف مياه واد جعونة لحماية حي القدس 1 من الفيضانات



المصدر: تصوير شخصي بتاريخ 2017/11/12

نظرا لعرقلة الجريان التي يحدثها المطرح العمومي على مستوى واد الأربعاء ومشاكل أخرى مرتبطة بالبيئة، تم القيام بدراسة لاختيار موقع المطرح مستقبلا من طرف مكتب الدراسات Aquasoft سنة 2005، وتم اختيار موقع المطرح المقترح على بعد سبعة كيلومترات من مدينة تازة. لكن بفعل اعتراض أصحاب الأراضي المحيطة بالمطرح المقترح، وتعقد المساطر الإدارية لم يجد هذا المشروع طريقه للتنفيذ لحدود الآن (2020). ومن أجل الحد من تأثير هذه الظاهرة، صادق مجلس جماعة تازة على مشروع اتفاقية شراكة لحماية مدينة تازة من فيضانات واد الأربعاء، وذلك في إطار صندوق محاربة الكوارث الطبيعية برسم سنة 2019، ويتعلق الأمر ببناء حائط وقائي على طول 403 متر بغلاف بميزانية تصل إلى 1,2 مليون درهم، وذلك بهدف حماية الأحياء المجاورة لهذا المجرى المائي.

صورة رقم 53: جدار لحماية مركز عين بوقلال من فيضانات واد الأربعاء



صورة رقم 54: جدار لحماية مركز بني فتاح من فيضانات واد الأربعاء



مصدر الصورتين: تصوير شخصي بتاريخ 2020/08/06

وبفعل الأضرار التي يلحقها خطر الفيضانات بالمركز القروي للسبت بوقلال، قامت الجماعة القروية ببناء جدار وقائي لهذا المركز (صورة رقم 53)، وعلى غرار ذلك بنت جماعة بني فتاح حائط لتجنب الأضرار التي يمكن أن تحدثها الفيضانات بالسكان وممتلكاتهم (صورة رقم 54).

4.4.3.2.3. الوقاية المدنية

تلعب الوقاية المدنية دوراً أساسياً في تدبير خطر الفيضانات، وذلك من خلال تدخلاتها الميدانية أثناء حدوث هذا الخطر، وكذلك عبر تقديمها للإرشادات أثناء الإعداد لوثائق التعمير، وفيما يلي خطوات التدخل في خطر الفيضانات بإقليم تازة: عند حدوث كارثة ناتجة عن خطر الفيضانات يتم التدخل، عبر مجموعة من المراحل، ففي المرحلة الأولى قبل دخول موسم الأمطار وقبل وقوع خطر الفيضانات، بإقليم تازة يتم مراسلة العمالة بهدف حث مختلف المصالح للقيام بالإجراءات الوقائية، من

قبيل إصلاح قنوات تصريف المياه وجرى المناطق المهددة بهذا الخطر، والمشاركة مع اللجان المعنية المكلفة بإعداد الخطط لتدبير الفيضانات عند وقوعه.

وفي المرحلة الثانية تتدخل الوقاية المدنية في الميدان ، وذلك من خلال إنقاذ الأرواح والممتلكات، وفك العزلة عن المناطق المنكوبة، والمساهمة في التخفيف من السيول عبر وضع الحواجز... إلخ، ومن النماذج على ذلك نجد أن الوقاية المدنية بتازة، وفي إطار تدبيرها لخطر الفيضانات بالإقليم لشهري دجنبر 2009 ويناير 2010 قامت بإحصاء 139 منزل، مهدمة كلياً أو جزئياً موزعة على 18 جماعة بالإقليم، هذا بالإضافة إلى الأشجار المثمرة التي جرفت السيول والتي قدرت بـ 4803 شجرة، كما بلغت مساحة الأراضي الزراعية المغمورة بالمياه حوالي 436,72 هكتار. وفي المرحلة الثالثة بعد إنقاذ السكان المنكوبين تقوم الوقاية المدنية بإيوائهم في خيم معدة لذلك، والمساهمة في توزيع الأفرشة والأغطية والمواد الغذائية، وإعطاء بعض الإسعافات الأولية.

وبحكم الطابع الفجائي للفيضانات، يصعب على الوقاية المدنية وضع خطة لتفاديها والتخفيف منها. لكن هناك مخطط يهدف إلى جرد الأماكن المهددة باستمرار لخطر الفيضانات، وذلك بهدف وضع خطط جاهزة للتدخل في هذه الأماكن على اختلافها، كما يهدف أيضا هذا المخطط إقتناء الوسائل المستعملة في التدخل وتوفير الموارد البشرية الضرورية.

وفي إطار العمل على وضع استراتيجية وطنية لتدبير المخاطر الطبيعية والتكنولوجية، أصدر وزير الداخلية دورية بتاريخ 2015/11/22 وذلك بهدف تكوين فرقة على مستوى إقليم تازة للتدخل لحظية وقوع أية مخاطر داخل الإقليم. تتشكل هذه الفرقة من مجموعة من المصالح داخل الإقليم ومنها الوقاية المدنية، عمالة إقليم تازة، الجماعات الترابية، مؤسسات الهلال الأحمر، كما تم التخصيص لهذه العملية مجموعة من الإمكانيات وتجلت في:

- الموارد البشرية: عناصر الوقاية المدنية، بعض العاملين بالجماعات الترابية وعمالة إقليم تازة، الأفراد العاملين بالهلال الأحمر، الأطر الطبية وشبه الطبية، جمعيات المجتمع المدني.
- البنيات التحتية: في حالة حدوث خطر ما سيتم اللجوء إلى مقرات الجمعيات الخيرية، والمدارس والفنادق لإيواء المنكوبين.
- المعدات والعتاد المخصص للتدخل: سيارات الإسعاف التابعة للوقاية المدنية ولوزارة الصحة (عددتها 22)، مضخات المياه (2)، مولد كهربائي (عددتها 17)، زورق مطاطي (2)، أطر صحية (عددتها 212)، المستشفيات العمومية والخاصة (عددتها 8)، مراكز النداء والتوصل (عددتها 2).... إلخ.

5.3.2.3. الإجراءات والمشاريع المقترحة لتدبير خطر الفيضانات بحوض ايناون

من خلال هذا العنصر حاولنا تقديم بعض الإجراءات والمشاريع، لتدبير هذا الخطر على مستوى المغرب ككل وحوض ايناون بشكل خاص، وذلك في استحضار بعض الجوانب التنظيمية والتي استقينها من تجارب الدول المتقدمة في مواجهة هذه الظاهرة. ومن بين هذه الإجراءات نجد:

- ضرورة وضع قانون لتدبير المخاطر الطبيعية والتأمين ضدها

تعتبر الكوارث الطبيعية من بين أبرز الإكراهات التي تعرقل مسلسل التنمية بالمغرب، إذ تكلفه ميزانيات إضافية يمكن تفاديها إذا أحسن تدبيرها، ولقد لجأت مجموعة من الدول خاص بأوروبا والولايات المتحدة الأمريكية، إلى سن قوانين تتعلق بتدبيرها وفرض نظام إجباري للتأمين ضدها لحماية السكان وممتلكاتهم (الحافظ، 2006)، وعلى النقيض من ذلك نجد المغرب على الرغم من تعرضه باستمرار للمخاطر الطبيعية، لازل لم يتوفر على قانون خاص يساهم في تنظيم المجال و حماية السكان والمنشآت من هذه المخاطر، ووضع ضوابط محددة في مجال التعمير والتخطيط الحضري.

- مراجعة وتحسين قوانين التعمير

يتوفر المغرب على ترسانة قانونية مهمة في مجال التهيئة والتعمير، لكنها أصبحت متقادمة وغير مواكبة في ظل المستجدات والتغيرات السريعة التي تعرفها المدن المغربية، لذلك أصبح من الضروري تحيينها وتأهيلها ومواكبتها لتحولات قطاع التعمير عبر: العمل على تبسيط المساطر، سن قوانين قابلة للتطبيق تتماشى مع مميزات كل مدينة، أحكام المراقبة في مجال البناء العشوائي.

- الحرص على تطبيق العقوبات في مجال الوقاية من المخاطر

رغم توفر المغرب على مجموعة من النصوص القانونية والدوريات الوزارية التي تهدف إلى تنظيم مختلف القطاعات، لكنها تعاني من ضعف التطبيق والأجراً على أرض الواقع، وهذا ما عايناه انطلاقاً من الزيارة الميدانية لمجال الدراسة، حيث لاحظنا مجموعة من الخروقات، لذلك يجب السهر على تفعيل النصوص التشريعية، خاصة عندما يتعلق الأمر باحترام توجهات وثائق التعمير والتحكم في المجال لضمان إسقرار أفضل للسكان.

- تعزيز آليات المراقبة والمحاسبة

من بين الأسباب التي تؤدي إلى تزايد الهشاشة بمجال دراستنا، غياب المراقبة وزجر المخالفات، والنموذج على ذلك نجد مجموعة من الأحياء العشوائية بمدينة تازة وواد أمليل، بنيت في الأراضي التي توجد بالقرب من المجاري المائية، لذلك يجب عدم السماح بإعطاء الرخص للبناء في المناطق المهددة بالخطر، وتتبع المشاريع لضمان إنجازها، كما يجب مراجعة المساطر المتبعة في تتبع المخالفات.

- ضرورة تدبير خطر الفيضانات في إطار سياسة حكماية

في هذا الإطار نقترح حكمة تدبير خطر الفيضانات، باعتبارها تفاعل عدد من المتدخلين في مستويات متعددة، بالقطاعات العامة والخاصة لمعالجة المشاكل المجتمعية في إطار مؤسسي مبني على أسس معيارية، ولذلك يقتضي مفهوم الحكمة رصد خصائص الفاعلين حسب الأهداف والآليات والإمكانات كما يرتبط بتعدد السياقات، وتعدد أهدافها وتعدد الأهداف والآليات والإمكانات (Bressers, 2009).

وبخصوص البنية التنظيمية لحكمة هذا الخطر، يمكن يكون تابعا للسلطة المركزية كما هو الحال بألمانيا إذ يضمن التنسيق على أعلى مستوى، مع تحديد المحاور والتوجهات في مجال تدبير الفيضانات، ويمكن لهذه الأرضية أن تسير على المستوى العملي من طرف مديرية تدبير المخاطر الطبيعية التابعة

لوزارة الداخلية، وذلك في إطار تحديد وتقاسم المسؤوليات على المستوى المركزي والجهوي والمحلي والخطاطة رقم 82 توضح هذا الاقتراح.

شكل رقم 82: مقترح تنظيمي لتدبير المخاطر الطبيعية

مديرية تدبير المخاطر الطبيعية: هيئة عليا مشتركة مع الوزارات المكلفة بتدبير المخاطر الطبيعية، تقوم بتنسيق مع القطاعات والهيئات المعنية، في وضع وتنفيذ السياسة الحكومية المتعلقة بتدبير المخاطر الطبيعية والحد منها وإعداد مشاريع النصوص التشريعية والتنظيمية المرتبطة بها، وكذا المساهمة في وضع المخططات الوطنية للوقاية من المخاطر الطبيعية وآليات المراقبة، بالإضافة إلى المشاركة في إعداد وتنفيذ الاتفاقيات الدولية ذات الصلة. كما يعهد إليها بتنمية المعرفة بالمخاطر الطبيعية من خلال تجميع وتبادل واستغلال المعطيات المتعلقة برصد المخاطر. وتسهر على دعم العمليات والأقاليم في تدبير المخاطر وفق التوجيهات					
على المستوى الوطني	مديرية تدبير المخاطر الطبيعية (البحث، اليقظة، الإنذار)	وزارة الداخلية			الأجهزة المكلفة بتدبير المخاطر والأزمات على مستوى الميداني (الوقاية المدنية ، الدرك الملكي،
		تدبير الفيضانات: وضع جهاز مكلف بإدارة بخطر الفيضانات	تدبير الجفاف:وضع جهاز مكلف بإدارة بخطر الجفاف	تدبير المخاطر الطبيعية والتكنولوجية الأخرى: وضع جهاز مكلف بإدارة كل خطر	
على المستوى الجهوي	المديرية الجهوية أو الإقليمية لتدبير المخاطر الطبيعية				تدبير المخاطر أثناء حدوثها، وذلك بالشراكة مع مختلف الفاعلين على المستوى الجهوي أو الاقليمي وتوفير الوسائل اللوجيستكية الضرورية
على المستوى المحلي	جهاز محلي لتدبير الخطر بشكل مستعجل				تدبير العمليات أثناء وقوع الخطر، بمشاركة مختلف الفاعلين المحليين وتعبئة الوسائل اللوجيستكية الملائمة

المصدر: المجلس الأعلى للحسابات (2016) بتصرف، 2020.

كما يجب أن يعزز هذا المقترح التنظيمي بالوسائل القانونية والتمويلية الأساسية، وكذا اعتماد سياسة توعوية وتحسيسية موجهة للمساكنة من أجل تغيير سلوكها اتجاه المخاطر.

- تعزيز دور بعض المؤسسات المحلية في مواجهة خطر الفيضانات في هذا الإطار نقترح:

- دعم مديرية الأرصاد الجوية من خلال تطوير شبكات الرصد المناخي على سطح الأرض وفي المرتفعات بالاعتماد على التكنولوجيات العالية، كالاستشعار عن بعد، والرادارات... إلخ، بالإضافة إلى وضع نماذج رقمية للتوقع الرصدي على المدى القريب جدا، ووضع نظام متقدم للإعلاميات مخصص لليقظة المناخية والإنذار بحدوث الكوارث والأخطار المناخية، وإنجاز أبحاث معمقة حول تطور مناخ البلاد ماضيا وحاضرا ومستقبلا، ومن

خلال تعزيز القدرات البشرية والتقنية في مجال المراقبة والتتبع والتوقع المناخي، على المدى القصير والمتوسط والبعيد، وذلك بالشراكة مع الجامعات ومختلف الفاعلين في هذا المجال.

• تعزيز دور المؤسسات المحلية لمواجهة خطر الفيضانات تلعب كل من وكالة الحوض المائي لسبو والوكالة الحضرية والجماعات الترابية، دورا مهما في تدبير هذا الخطر. إلا أنه يطغى على تدخلاتها إنجاز الدراسات، أما تفعيلها فيظل يواجه إكراهات مالية وتعارض المصالح، لذلك يجب تمثيها بصلاحيات مهمة وتمكينها من الموارد البشرية والمالية الضرورية، كما يتطلب تجويد العرض الصحي لاسيما المستعجلات الطبية، لما لها من دور في معالجة المنكوبين ووضع استراتيجية للتدخل أثناء حدوث الفيضانات، وفي الأخير ينبغي إنعاش، ودعم الوقاية المدنية والدرك الملكي عبر توفير الموارد البشرية واللوجستية الملائمة.

- الاهتمام بالأرياف المجاورة كحل لوقف الهجرة القروية تعتبر الهجرة القروية من بين الأسباب، التي تؤدي إلى تفاقم الهشاشة المجالية، بمدينة تازة وتاهلة والمركز شبه حضري لواد امليل، لذلك يجب معالجة هذه الإشكالية من مصدرها عبر توفير البنيات التحتية الضرورية وخلق أنشطة إقتصادية مدرة للدخل من أجل وقف الهجرة القروية لهذه المناطق، إذ تبين أن المشاكل التي تتخبط فيها هذه المجالات من قبيل السكن العشوائي والبناء، في الأمكنة التي تكون عرضة لخطر الفيضانات، تجد سببها في الهجرة القروية.

- حل إشكالية السكن العشوائي وتجديد الوعاء العقاري يجب على المصالح المعنية، أن تعالج مشكل السكن العشوائي، خاصة الذي يوجد في المناطق المهددة بخطر الفيضانات، وذلك بترحيل الساكنة وإعادة إسكانها، كما يجب فرض إجراءات زجرية على السكن العشوائي، للحد منه من خلال تكثيف المراقبة وفرض عقوبات على المخالفين، من قبيل الهدم والغرامات المالية. ومن جهة أخرى ينبغي توفير الأراضي القابلة للبناء والتخفيف من المضاربات العقارية، حتى يتمكن الكل من إقتناء مساحة للبناء فيها.

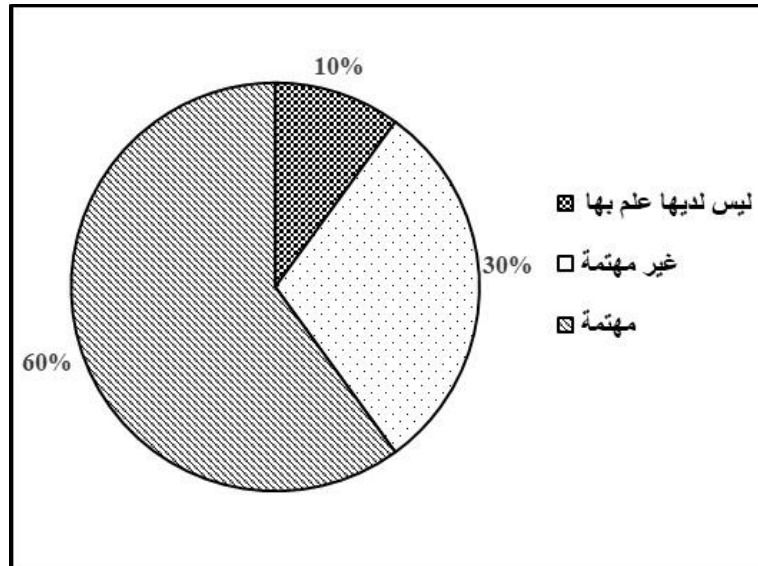
- تنمية الوعي والحس البيئي يجب تنمية الوعي البيئي لدى الإنسان لكي يكون عاملا إيجابيا ويحافظ على محيطه، وذلك من خلال نشر المعلومات الخاصة بالمشكلات البيئية والدعوة إلى استعمال مواردها بشكل عقلاني، ولأسبيل إلى ذلك إلا بالتربية البيئية التي تمكن من خلق إدراك واسع، للعلاقة بين البيئة والإنسان، والذي يجب أن يتجسد في سلوكيات الإنسان من خلال المشاركة في حماية البيئة وتجنب الإخلال بها.

- بعض المقترحات العملية لتدبير خطر الفيضانات بمجال الدراسة لمعالجة إشكالية الفيضانات يتطلب ترحيل الساكنة التي تقطن بالأحياء المهددة بخطر الفيضانات، خاصة بمدينة تازة والمركز الحضري لواد امليل وهذا الأمر جد مكلف إذ يتطلب موارد مالية مهمة، لهذا فالبدل وكما رأينا سابقا من خلال تدخلات الأطراف المعنية هو تهيئة المناطق المهددة، لحماية السكان وممتلكاتهم ومن التدخلات المقترحة:

- تنقية وصيانة الأودية وقنوات التصريف والقناطر بالمجال الحضري وذلك بإزالة النفايات والنباتات والرواسب التي تعرقل الجريان، كما يجب أن تتم هذه العملية في بداية فصل الشتاء، كما يتطلب أيضا تحويل المطرح العمومي إلى خارج المدينة، لكونه يشكل عائقا أمام جريان واد الأربعاء.
 - بناء سد تلي على مستوى واد الأربعاء وخاصة عند إلتقائه بواد بولجراف، حيث سيمكن من التقليل من حدة الجريان وبالتالي حماية الساكنة الواقعة بالسافلة من الفيضانات.
 - بناء أحواض لجمع المياه للحد من سرعة الجريان وعنفه وذلك بواد الدفالي وواد الهدار، وعلى واد الأربعاء عند دوار لعزيب وحي المسيرة 1.
 - تهيئة ضفاف الأودية وذلك بتشديد جدران من الإسمنت المسلح لحماية المناطق، المهددة بخطر الفيضانات ويكون علوها حسب قوة ارتفاع منسوب هذه الأودية، ويمكن اللجوء إلى هذه التقنية بكل من دوار الملح، أسدور، الربايز، الشلوح، ميمونة حي المسيرة، ثكنة سيدي محرز بمدينة تازة. وحي المحطة بواد أمليل وحي المسيرة والقدس بمدينة تاهلة.
 - استعمال تقنيات الدرجات وتشجير السفوح للتقليل من سرعة الجريان.
- إذن من خلال تتبعنا لتدخلات تدبير الفيضانات، بمجال الدراسة يلاحظ طغيان الجانب النظري على التطبيقي، إذ معظم الدراسات لم يتم تفعيلها على أرض الواقع إلا جزء قليل منها، إضافة إلى بطء إنجاز المشاريع وغلبة التدخلات الإرتجالية والعفوية، لذ تلجأ بعض الساكنة إلى تدبير هذا الخطر والتكيف معه بوسائلها الخاصة.
- 6.3.2.3. التدابير المتخذة من طرف السكان للتكيف مع الفيضانات بحوض إيناون
- من خلال الزيارات الميدانية التي قمنا بها للمناطق المهددة بالفيضانات، ومن خلال المقابلات الشفوية التي أجريناها مع بعض الساكنة، تبين أن غالبيتها (95%) لا تتخذ أية تدابير للوقاية من الفيضانات، في حين البقية (5%) صرحت أنه للوقاية من الفيضانات تعتمد ساكنة بعض الأحياء على بناء المنازل على علو معين تفاديا للغمر، وفي حالة وقوع فيضان تبتعد عن المجرى، وتعمل في وقت سابق على تحويل مجرى الشعبات ووضع الأكياس المملوءة بالرمل لصد ارتفاع المياه خاصة بحي أسدور بتازة، لكن سرعان ما تجرفها مياه واد الأربعاء حسب تصريح الساكنة.
- وانطلاقا من سؤالنا الموجه، للساكنة حول إخبارهم بحدوث الفيضانات والطريقة المتبعة في ذلك، اتضح أن (10%) من العينة تم إعلامها بطريقة استباقية باحتمال حدوث الفيضانات، وذلك عن طريق أعوان السلطة. كما صرح موظف لدى مديرية التجهيز والنقل بتازة، أنه في بداية ستينيات القرن الماضي وإلى حدود نهاية السبعينيات من نفس القرن، كانت هناك شبكة للإنذار بحدوث المخاطر الهيدرولوجية، حيث كان الإنذار ينطلق من عالية المجرى، وكان على رأس كل محطة هيدرولوجية تقني متخصص يتكلف بهذه المهمة وهو الشيء الذي يعد معمولاً به في الآونة الأخيرة.

وفيما يخص اهتمام الساكنة بالنشرة الجوية وخاصة المتعلقة بالإنذار (شكل رقم 83) صرحت 60 % منها، أنها تهتم بالنشرات الجوية الإنذارية، في حين انقسمت النسبة المتبقية بين 30 % غير مهتمة و10 % ليس لديها علم بها.

شكل رقم 83: اهتمام الساكنة المدروسة بالنشرة الجوية الإنذارية



المصدر: البحث الميداني 2020

ومن جهة أخرى عبرت الساكنة المدروسة عن عدم رضاها، حول تدخلات الدولة للتخفيف من المخاطر المرتبطة بالفيضانات، حيث 60 % منها غير راضية و40 % راضية عن هذه التدخلات (نموذج: المركز القروي لإين فتح والسبت بوقلال)، فالعينة غير الراضية تركزت أساسا في مدينتي تازة وتاهلة والمركز الحضري لواد امليل، حيث تبين من خلال الزيارة الميدانية التي قمنا بها في غشت 2020، أن معظم مشاريع التهيئة للوقاية من الفيضانات، التي كانت مقررة لم تنجز بعد، والتي أنجز منها تعرض للتلّف (صورة رقم 55 و56).

صورة رقم 55: تهمد القناة المنجزة على شعبة المسيرة بمدينة تاهلة



المصدر: تصوير شخصي بتاريخ 2020/08/09

صورة رقم 56: توضع الأتربة داخل شعبة النهضة بعد إصلاحها



المصدر: تصوير شخصي بتاريخ 2020/08/09

ومن خلال زيارتنا للمشاريع المنجزة، تبين أن معظمها يتطلب الصيانة وصرحت الساكنة المجاورة لها، أن هذه القنوات امتلأت بالوحل فتعطلت مهمتها، كما أن الجهات المسؤولة لا تعمل على تنقيتها وصيانتها.

4.2.3. تدبير الفيضانات: دراسة مقارنة بين المغرب وفرنسا

رغم أن الحكومة المغربية أعطت أهمية للمخاطر الهيدرولوجية، من خلال إصدار عدة قوانين مثل قانون الماء، قانون التعمير، قانون البيئة، وتحديد بعض المناطق المهددة بهذه المخاطر والعمل على التدخل، لمعالجة هذا المشكل وذلك بوضع استراتيجيات ومخططات مثل "المخطط الوطني للوقاية من خطر الفيضان"، فإن ذلك لم يرق للمستوى المطلوب، ولم يحد من هذه الظاهرة ومن الخسائر البشرية والمادية المترتبة عنها، وذلك لضعف إدراج خطر الفيضانات ضمن وثائق التعمير، وعدم تطبيق قانون الماء لحماية وتحرير الملك المائي العمومي.

وبمقارنة المغرب مع الدول الأوروبية في مجال تدبير الفيضانات، نجد أنه على الصعيد الدولي بدأت مجموعة من هذه الدول بإدماج خطر الفيضانات في السياسات العمومية، فحسب تقرير أنجز سنة 2013 من طرف منظمة التعاون والتنمية الاقتصادية حول تدبير المخاطر، يلاحظ أن أغلب البلدان المنخرطة فيها أخذت بعين الاعتبار، المخاطر المرتبطة بالفيضانات ضمن استراتيجياتها ومخططاتها القطاعية، في مجال الاستثمارات العمومية، ومن النموذج على ذلك نجد فرنسا التي تأخذ بعين الاعتبار هذه المخاطر ولاسيما الفيضانات في التهيئة والتعمير (Agence ; Barraqué et Gressent, 2004) l'environnement 2015 - Provence-Alpes-Côte d'Azur - 30 ans de politique régionale pour inondation) وذلك من خلال:

- تصميم التماسك الترابي le schéma de cohérence territoriale الذي وضع بتاريخ 2001/12/13 يتكون من وثيقة تخطيط استراتيجية هدفها جعل السياسات القطاعية فيما يخص التعمير، الإسكان، النقل والتجهيزات التجارية والبيئية أكثر تماسك وتجانس. كما يطمح إلى تحقيق التوازن، التنوع واحترام البيئة.
- المخططات المحلية للتعمير Plan Locale d'Urbanisme ترمي إلى تقنين إعطاء رخص البناء وعدم السماح بالبناء، في المناطق المعرضة للفيضانات، خاصة تلك المشار إليها في "أطلس المناطق المهددة بالفيضانات".
- مخطط الوقاية من المخاطر le Plan de Prévention de Risque يتم إنجازه من طرف الدولة يقوم بتحديد المناطق، التي يمنع فيها والتي السماح بالبناء فيها مع التحفظ، يعتمد هذا المخطط على خريطة التنطيق وهو ما يسمح بإعطاء ثلاثة مناطق: منطقة محرم فيها البناء -منطقة صالحة للبناء مع شروط -منطقة لا يطبق عليها القانون لأنها لم تتعرض لفيضانات مسجلة. ومن أهدافه أيضا تحديد وسائل الوقاية، الحماية والمحافظة التي تنجز من طرف الجماعات أو الأفراد، كما يعتبر من الوسائل التي تطبق الدولة، من خلاله سياستها إذ يأخذ بعين الاعتبار: المعلومة الوقائية، تأسيس مخطط الإنذار والإغاثة والإعلان عن الامتطاحات، ولضمان تنفيذ مرامي هذا المخطط تم إصدار مجموعة من القوانين والدوريات الوزارية.
- وبالموازاة مع ذلك تعمل الحكومة الفرنسية على الوقاية من الفيضانات، من أجل التخفيف من النتائج السلبية التي يمكن أن تحدثها على الأشخاص والممتلكات عبر التدابير التالية:
- دراسة الظواهر الهيدرولوجية القصوى: وذلك من خلال دراسة ماضي وحاضر ومستقبل هذه الظواهر، للتمييز بين المصادفة والخطر، إذ منذ سنوات عديدة بدأ استعمال أدوات وتقنيات لتجميع، المعلومات ومعالجتها وتحليلها في مجال الظواهر الطبيعية، من طرف مؤسسات عمومية متخصصة مثلا: "Météo-France"، مما مكن من وضع قاعدة البيانات والأطالس، اللذين سمحوا بتعيين نوع المجازفة وتحديد المجالات الهشة القابلة للخطر، اتجاه هذه الظواهر. كما ساعد هذا الأمر في جعل هذه المعطيات في متناول الجميع من خلال الأنترنت.
- التنبؤ بالتغيرات الجوية وأحوال الطقس: تعمل مصلحة الأرصاد الجوية بفرنسا، على وضع خريطة التنبؤ بالتغيرات الجوية، في الموقع التالي: www.meteofrance.com، كما تحين مرتين كل يوم في الساعة السادسة صباحا والرابعة بعد الزوال، وهدفها إثارة الانتباه إلى الظواهر الجوية (الرياح القوية، التساقطات، الأعاصير، الثلج والبرد، الانهيارات الثلجية، موجات الصقيع... إلخ) التي قد تكون خطيرة خلال 24 ساعة المرتقبة. يتم تبين مستوى الخطر بسلم من 4 ألوان تمثل على مفتاح خريطة حالة الطقس.

● اللون الأخضر: ليس هناك خطر محدد وخاص؛

- اللون الأصفر: يجب أخذ الحيطة من ممارسة أنشطة حساسة للخطر؛
- اللون البرتقالي: يجب أن تكون يقظ جدا: حالة الطقس المرتقبة خطيرة؛
- اللون الأحمر: يقظة مطلقة حالة الطقس خطيرة بحدة استثنائية.

يتم تحديد الظواهر المناخية القصوى بدقة، في خريطة على شكل رسوم مرتبطة بكل منطقة معنية بالتنبؤ من المستوى الأول إلى المستوى الرابع.

- الإعلام بحدوث الخطر: يعتبر الإعلام بحدوث الخطر من الوسائل المساعدة، على الوقاية ولكونه يمكن المواطنين من تنمية سلوك ملائم اتجاه المخاطر، حيث نجد أن قانون البيئة الفرنسي أعطى الحق للمواطنين، للوصول إلى المعلومة المرتبطة بالظواهر التي تهددهم، والتي يكونوا عرضة لها، وفي هذا الصدد يقوم العامل بإنجاز ملف إقليمي خاص بالمخاطر الكبرى "Dossier départemental des risques majeurs" كما ينجز العمدة وثيقة معلوماتية لكل جماعة، يحدد فيها هذه المخاطر "Document d'information communal sur les risques majeurs" هذه المعلومات يمكن للمواطنين الإطلاع عليها. كما توضع على شكل ملصقات في كل أماكن التجمع، التي يزيد عدد أفرادها عن 60 شخص بهدف التوعية بها.

- تحديد مرجعيات أو عتبة الفيضانات السابقة: تعمل السلطات المعنية على تحديد، مرجعيات للفيضانات التي عرفت المنطقة، ورصد الأماكن التي عرفت أعلى الفيضانات، بهدف تسجيل ذاكرة للمخاطر، من خلال الآثار التي يتركها أقصى صبيب. هذه المرجعيات توضع وتراقب من طرف الجماعة ويتم تحسيس السكان بالمحافظة عليها.

- التربية على الوقاية من المخاطر: عملت الوزارة المكلفة بالبيئة والتربية الوطنية سنة 1993 على توقيع اتفاقية، تهدف إلى نشر وتعميم التربية على الوقاية، من المخاطر الكبرى وذلك من خلال إدماج هذه المقاربة، ضمن مقررات المستوى الابتدائي والثانوي، ولأهميتها اعتمدتها في عدة مواد دراسية "الجغرافية، علوم الحياة والأرض، الفيزياء، الكيمياء...".

كما شاركت وزارة البيئة سنة 2002 في إنجاز "تصميم خاص، بتحقيق الأمن في مواجهة المخاطر الكبرى" موجه إلى المؤسسات التعليمية، هدفه تعزيز كفاءة التلاميذ الطلبة والآباء في مواجهة المخاطر. كما جاء قانون عصرنة الأمن المدني 2004 لتدعيم هذه الدينامية.

كما عملت الحكومة على إنشاء موقع إلكتروني www.georisques.gouv.fr، خاص بالوقاية من المخاطر الكبرى. يتضمن هذا الموقع معلومات مدققة لهذه المخاطر، وكذا مخططات واستراتيجية الدولة في مجال تدبير الفيضانات، عبر التراب الفرنسي، إذ يساهم هذا الموقع أيضا في نشر وتعميم التربية على الوقاية من المخاطر، حيث يمكن المواطنين من الإطلاع على الأخطار الكبرى لكل جماعة من خلال الخرائط التفاعلية.

إذن من خلال التطرق لسياسة تدبير الفيضانات بفرنسا، نجد أنها تترجم باستعمال تصاميم الوقاية من المخاطر الطبيعية التي تنزل على أرض الواقع بقوانين ودوريات وزارية، والتي يتم إدماج مفهوم خطر الفيضانات فيها، كما نجدها أيضا أنها قطعت أشواط مهمة في تدابير الوقاية، من الفيضانات التي تنطلق بتدابير استشرافية بدل رد فعل أثناء وقوع الكارثة، إذ تتم بطريقة تشاركية بين المواطنين والسلطات المعنية، وذلك من خلال تنمية الوعي الجماعي بهذه المخاطر والأبحاث العلمية التي تجرى على هذه الظواهر إلخ.

بالرغم من المجهودات التي يبذلها المغرب، في مجال التدبير والحماية من الفيضانات، يسجل عدم أجرأة القانون الخاص بالمخاطر المرتبطة بهذا الخطر. وفي المقابل يلاحظ وجود مجموعة من المخططات القطاعية، التي تعتمد على "رد الفعل" بتدبير الحالات الاستعجالية بدل "النهج الاستباقي"، الذي يهدف إلى الوقاية من خطر الفيضانات، كما هو الشأن بفرنسا. كما تتميز التدخلات العمومية فيما يخص معالجة هذه الظاهرة بعدم التنسيق بين الفاعلين المحليين وبالإرتجالية، وذلك ناتج عن غياب النظرة التوقعية والاحتياطية لهذا الخطر، ويزيد من تعميق هذه الأزمة تدخل الإنسان غير المعقلن في استغلال المجال وذلك بالبناء في المجالات المهددة وعدم احترام قوانين التعمير.

وعلى غرار تدبير الجفاف يلاحظ أيضا عدم استغلال "النظام الإعلامي الجغرافي MnhPRA". ومن جهة أخرى هناك ضعف استعمال شبكات وأنظمة الإنذار السريع، وتوفير المعلومات الكافية بهذا الخصوص بشكل يضمن تدبيرا استباقيا أفضل للمخاطر. وعلى مستوى الترسنة القانونية نسجل غياب قانون إطار بخصوص الوقاية من الفيضانات، ناهيك أيضا عن تأطير غير كاف لهذا الخطر في النصوص القانونية، وعدم تطبيق العقوبات في مجال الوقاية منه، والاستمرار في الاعتماد على الدوريات الوزارية في تدبير الفيضانات.

أما المؤسسات التي تعنى بتدبير خطر الفيضانات، فتعاني من غياب وضوح الاختصاصات والتداخل فيما بينها، كمركز اليقظة والتنسيق التابع لوزارة الداخلية، ومن ضعف الوسائل اللوجستكية وقلة الموارد البشرية، كالوقاية المدنية والدرك الملكي والمستشفيات، كما يلاحظ أن هناك تقصير في الإلتزام بمقتضيات وثائق التعمير، ويسجل أيضا تردي المنشآت الفنية التي توجد على الطرق. ومن ناحية أخرى يلاحظ عدم كفاية، الوسائل المسخرة لوكالة الحوض المائي وللأرصاء الجوية الشيء الذي ينتج عنه ضعف توصيف الأماكن المتأثرة، بشكل دقيق بالحالات المناخية القصوى. ومن جانب آخر تعاني صناديق مكافحة المخاطر الطبيعية، من غياب استراتيجية واضحة لمواجهة هذه الكوارث والتخفيف من آثارها والوسائل القانونية لتتبع المشاريع وتقييمها. ونظرا لغياب الإجراءات في مجال الرفع من ثقافة ووعي وسلوك المواطنين لمواجهة هذه المخاطر، فإن الأضرار الناتجة عنها تكون كبيرة، فالتدابير المتخذة حاليا عبر التمارين والمحاكاة والموجهة للتلاميذ والطلبة تبقى غير كافية.

كما يجب التذكير إلى أن المخطط الوطني لتدبير الفيضانات، أحصى 390 موقعا مهددا بالفيضانات، وإلى حدود سنة 2016 تم معالجة 74 نقطة فقط، وذلك نظرا لضعف الإمكانيات المالية

المرصودة، ومن معيقات تدبير هذا الخطر: صعوبة تحديد الملك العمومي المائي مما يجعل الساكنة تستقر به - وضع قياسات وأحجام غير ملائمة للمنشآت المخصصة للعبور- ضعف التنسيق بين الجهات المعنية (وزارة التجهيز والوزارة المكلفة بالماء)، خاصة خلال مراحل تصميم وبناء منشآت العبور- النقص في صيانة المجاري المائية - صعوبة ضبط المعطيات المتعلقة بتوحد السدود، للتحكم في الحقيقة أثناء الفيضانات.

خاتمة الفصل الثالث

- من خلال دراسة تأثير الظواهر المناخية القصوى بحوض إيناون توصلنا إلى النتائج التالية:
- تأثر الجريان المائي السطحي بشكل مباشر من جراء التراجع المطري الذي عرفه حوض إيناون خلال الفترة المدروسة، حيث شهدت مختلف عناصر الحصيلة المائية تطورات سلبية.
 - تناقص الفرشة المائية المتساقطة بمختلف أجزاء الحوض في الفترة التي تلت حدوث الانقطاع في التساقطات المطرية (1979/80_11/2012).
 - تراجع الفرشة الجارية بمحطة الكوشات وباب مرزوقة الفترة الثانية 91/92_01/02 مقارنة بالفترة الأولى.
 - ارتفاع عجز الجريان بمجال الدراسة، ويرجع ذلك أساسا إلى أهمية التبخر الجوي نظرا لارتفاع الحرارة وحركية الهواء المتزايدة خلال الفترة الصيفية، بسبب هبوب رياح الشرقي الحارة التي ترتفع سرعتها داخل ممر تازة. ويرجع أيضا إلى تخزين المياه الجارية بواسطة سد باب لوطا، هذا بالإضافة إلى استعمال الموارد المائية لتلبية حاجيات السقي بحوض إيناون.
 - ارتفاع قيم تبخر النتج الفعلي في الفترة الثانية (1993-94/2012-13)، بالمجالات المنخفضة (تازة وباب مرزوقة) طيلة شهور السنة، حيث انتقل في فصل الشتاء خاصة بشهر يناير من 16,3 ملم في الفترة الأولى إلى 18,7 ملم في الفترة الثانية بمحطة تازة، وبمحطة باب مرزوقة من 20,6 ملم إلى 22,2 ملم في شهر فبراير. وبالمجالات المرتفعة يلاحظ، وجود اختلاف طفيف بين قيم تبخر النتج الفعلي بين شهور السنة على امتداد الفترتين، ويلاحظ أيضا تناقصه في بعض الشهور خاصة بشهري شتنبر وأكتوبر.
 - يتأثر المردود الزراعي بالجفاف المناخي بالحوض إذ في السنوات الرطبة يتراوح مردود الحبوب الرئيسية بين 12 و14 قنطار في الهكتار الواحد، بينما في السنوات الجافة ينزل إلى 4 قنطار في الهكتار.
 - تعرض بعض المجالات التابعة للحوض لخطر الفيضانات بشكل مستمر مما يتسبب في حدوث خسائر كبيرة، ولعل أبرزها فيضانات شتنبر سنة 2000 ويناير - مارس سنة 2010.
- من خلال مقارنة النتائج المتوصل إليها في هذه الأطروحة، بالدراسات التي تناولت نفس إشكاليات هذه الدراسة، بالمغرب وبعوض دول البحر الأبيض المتوسط من جهة، وكذا بنتائج المقابلات الشفوية التي أجريتها بمجال الدراسة من جهة أخرى، وانطلاقا من الإجراءات المتخذة لتدبير الظواهر المناخية القصوى بالمغرب بشكل عام وحوض إيناون بشكل خاص يمكن الخروج بالنتائج التالية:

- اتسم التطور الزمني للتساقطات بالمغرب خلال القرن 20، بوجود فترتين مناخيتين كبيرتين، الأولى ابتدأت عند مطلع هذا القرن وانتهت مع نهاية السبعينيات، تميزت بنوع من التوازن بين السنوات الجافة والرطبة، بينما الثانية ابتدأت مع مستهل الثمانينات، دخل فيها المغرب في فترة جفاف طويلة، اعتبرت أعنف وأطول فترة جافة خلال تاريخ المغرب المعاصر، وهو ما توصلنا إليه أيضا من خلال هذه الدراسة.
 - من خلال نتائج الدراسات المنجزة حول اتجاهات التساقطات المطرية والصبيب، بمنطقة حوض البحر الأبيض المتوسط، خاصة السواحل المطلة عليه، تبين أن هناك عدم ثبات السلاسل الزمنية للتساقطات المطرية والصبيب وأن هناك انخفاض عام في قيمها، خاصة في النصف الثاني من القرن 20، عرفت منذ الفترة 77/1976 و86/1985 حدوث انقطاع وبداية التراجع في كمية التساقطات المطرية إلى حدود الفترة 03/2002 و07/2006.
 - تبين من خلال المقابلات الشفوية التي أجريناها مع ساكنة الحوض أن 70 % من العينة المدروسة، أجمعت على أن هناك تغير مطري، بدأ منذ سنة 1980، حيث ابتداء من هذه السنة تناقصت كمية التساقطات المطرية المسجلة بالحوض. كما تتميز هذه الساكنة بضعف مواجهتها للظواهر المناخية القصوى من جفاف وفيضانات، وجل الإجراءات المتخذة في مواجهتها ترجع للدولة.
 - أن المغرب يعتمد مقاربتين في تدبير الجفاف، الأولى ظرفية يتم اعتمادها أثناء حدوث الجفاف، والثانية بنيوية عن طريق نهج تدابير استباقية لمكافحته. ولمواجهة تأثير الجفاف على الموارد المائية وجعل هذه الأخير في متناول جميع ساكنة الحوض. تسعى مديرية التجهيز، والجماعات الترابية ووكالة الحوض المائي، إلى تنزيل برنامج تزويد العالم القروي بالماء الصالح الشرب، وذلك عن طريق بناء السدود، مد القنوات، حفر الآبار، بناء السقايات العمومية... الخ
 - ومن خلال مقارنة تدبير الجفاف بالمغرب مع الجارة إسبانيا، تبين أن هذه الأخيرة عرفت تقدما كبيرا في إدارة الجفاف خاصة إذ تعتمد على النهج الوقائي والاستباقي، في حين نجد أن المغرب لازال لم ينتقل بشكل كافي، من منطق تدبير الأزمات الواقعة إلى منظور تدبير خطر الجفاف المحتمل
 - من خلال دراسة بعض تجارب تدبير الجفاف على المستوى العالمي، والتي إستقينها منها بعض المعلومات، تبين أن النماذج الناجحة، هي التي تعتمد على المقاربة الوقائية أو الاستباقية باعتبارها الأكثر نجاعة وفعالية.
- أما فيما يخص تدبير خطر الفيضانات نجد أن:
- في المغرب يتم تدبير هذا الخطر على المستوى القانوني (قانون الماء، التعمير.. إلخ)، والمؤسساتي (وكالات الأحواض المائية، الوكالات الحضرية، الأرصاد الجوية، الوقاية المدنية..).
 - تتعد المؤسسات التي تعنى بتدبير الخطر المذكور على مستوى حوض إيناون، ومنها وكالة الحوض المائي لسبو التي تنجز الدراسات والمشاريع، وتساهم في أجرأتها في أرض الواقع، وذلك بالشراكة مع الجماعات الترابية ووزارة التجهيز والمؤسسات الأخرى. كما تلعب المؤسسات المحلية بحوض إيناون (الوكالة الحضرية بتازة، الجماعات الترابية، مديرية التجهيز) دورا مهما في تدبير خطر الفيضانات، حيث تسهر

على تنفيذ المخططات الوطنية والمحلية، وتعمل أيضا على وضع تدابير استباقية ووقائية لمواجهة هذا الخطر.

- من خلال الدراسة المقارنة وعلى غرار سياسة إدارة الجفاف، اتضح أن السياسة الناجحة في تدبير خطر الفيضانات، هي التي تقوم على إستشراق الخطر من خلال التنبؤ والرصد و سن تدابير الوقاية، والنصوص التشريعية المخصصة لهذا الخطر، والتي تعتمد على أجهزة تعمل فيما بينها في إطار من التنسيق والانسجام والفعالية.

خاتمة القسم الرابع

في نهاية القسم الرابع والذي كان مضمونه، الظواهر المناخية القصوى وأثارها بحوض ايناون والتدابير المتخذة لتدبيرها والتكيف معها، تبين أن خطر الجفاف احدى السمات البارزة المهيمنة على حوض ايناون، فالدراسة أبانت أن التساقطات المطرية غالبا ما تكون تحت المعدل، وهو ما ظهر من خلال التردد المهم للسنوات الجافة، مما أثر كذلك على المياه الجارية بمختلف أودية مجال الدراسة، ومن جهة أخرى نسجل أن الامتطاحات التي عرفها مجال الدراسة تميزت بالتعقد. حيث أوضحت النتائج، أن قيم الصبيب اللحظي تكون جد مهمة في بعض الأحيان، مما تسبب في حدوث فيضانات تحلق أضرارا بليغة بالحوض.

كما يحصل الجفاف المناخي بفعل تردد أصناف الطقس ضد إعصارية المستقرة والجافة، وذلك بفعل تكون خلايا حاجزية تمنع من تسرب الاضطرابات الممطرة إلى مجال الدراسة، وبالمقابل يكون تراجع قوي في عدد الطقوس المضطربة وفي فعاليتها المطرية، ومن جهة أخرى فالسنوات الشديدة الرطوبة، تحدث نتيجة النشاط والفعالية الكبيرة للطقوس المضطربة خاصة الاضطرابات الغربية السريعة، والاضطرابات الشمالية والشمالية الغربية، ثم الاضطرابات الجنوبية الغربية. وتبين من خلال دراسة الروابط بين تغيرية التساقطات المطرية بحوض ايناون، والذبذبتين الشمال أطلسية وغرب البحر الأبيض المتوسط، أن تأرجح شمال المحيط الأطلسي، يساهم بشكل كبير في تغيرية التساقطات المطرية. ومن جهة أخرى لوحظ ضعف تأثير تأرجح غرب البحر الأبيض المتوسط، على تغيرية التساقطات المطرية. كما تم تسجيل هيمنة الطور الإيجابي لتأرجح شمال المحيط الأطلسي منذ نهاية السبعينيات، الشيء الذي كان له دور في غياب الكتل الهوائية الرطبة عن المغرب، مما تسبب في استقرار أوضاع الجفاف المناخي بمجال الدراسة.

ومن خلال دراسة تأثير الجفاف على الموارد المائية تبين أن الجريان المائي السطحي تأثر بشكل مباشر، من جراء التراجع المطري الذي عرفه ايناون خلال الفترة المدروسة، حيث شهدت مختلف عناصر الحصيلة المائية تطورات سلبية. ومن جهة أخرى تتعرض بعض المجالات التابعة للحوض لخطر الفيضانات، بشكل مستمر مما يتسبب في حدوث خسائر كبيرة، نتيجة التساقطات المطرية الاستثنائية التي تسجل بالإضافة إلى مظاهر الهشاشة التي يعاني من المجال كالأستقرار بالقرب من المجاري المائية، ضعف الغطاء النباتي، ضعف نفاذية السطح.... إلخ. كما توافقت بشكل كبير نتائج هذه الدراسة مع نتائج الدراسات التي أجريت على الأحواض المائية بالمغرب وكذلك التي أنجزت ببعض أحواض البحر الأبيض المتوسط، وأيضا مع نتائج المقابلات الشفوية التي أجريت مع ساكنة الحوض، كما تبين أيضا أن مقاومة السكان للظواهر المناخية القصوى يتميز بالضعف.

راكم المغرب تجربة مهمة في ميدان تدبير الجفاف، وخاصة المخاطر المرتبطة بالتأثير على الموارد المائية، وذلك من خلال المقاربات المعتمدة، التي تجمع ما بين تدبير الجفاف أثناء حدوثه وتلك التي تعتمد على النهج الاستباقي، تتجسد هذه المقاربات في استراتيجيات التكيف المتبعة والتي تنطلق من المراقبة

والتتبع وتقييم الآثار المترتبة عن الجفاف، وتنتهي بوضع الإجراءات والخطط التي تنفذ على أرض الواقع، وعلى مستوى مجال الدراسة تقوم وكالة الحوض المائي لسبو، بتدبير الجفاف بحوض إيناون وذلك بتنفيذ سياسة الحكومة في هذا المجال بجانب مديرية التجهيز، والجماعات. ومن خلال مقارنة تدبير الجفاف بالمغرب مع الجارة إسبانيا، تبين أن هذه الأخيرة عرفت تقدماً كبيراً في إدارة الجفاف خاصة في السنوات الأخيرة، حيث انتقلت من نهج رد الفعل القائم على تدبير الأزمات ومعالجة أعراض الجفاف إلى النهج الوقائي والاستباقي. في حين نجد أن المغرب لازال لم ينتقل بشكل كافٍ، من منطق تدبير الأزمات الواقعة، إلى منظور تدبير خطر الجفاف المحتمل. ولتدارك هذا التأخر في ميدان تدبير الجفاف لابد من تعزيز المقاربة الوقائية أو الاستباقية، باعتبارها الأكثر نجاعة وفعالية، وتقوية الأجهزة المسؤولة عن إدارة هذا الخطر، في جميع مراحله خاصة من حيث التنبيه والإنذار وحالة الطوارئ، ونذكر منها مراكز الرصد ووكالة الحوض المائي لسبو، كما يجب الانتقال إلى المستوى المحلي في هذا التدبير وتمكين المؤسسات الساهرة على ذلك، بالترسانة القانونية لتنفيذ المخططات والاستراتيجيات للتخفيف من آثار الجفاف.

ومن جهة أخرى يتعرض حوض إيناون من حين لآخر لخطر الفيضانات التي تسبب في حدوث خسائر مهمة، لذا كان لابد من التفكير في وضع مخططات لتدبيرها والتخفيف من آثارها إذ ابتداءً ذلك من خلال وضع مجموعة من القوانين (قانون الماء، التعمير... إلخ). ولمواجهة آثار وانعكاسات خطر الفيضانات، سعت الحكومة إلى إحداث وتمويل مجموعة من الصناديق، منها الصندوق الوطني لمكافحة آثار الكوارث الطبيعية، صندوق الآفات الطبيعية، صندوق التضامن ضد الوقائع الكارثية.

وخلال التطرق لسياسة تدبير الفيضانات بفرنسا، نجد أنها قطعت أشواط مهمة، في تدابير الوقاية من الفيضانات التي تنطلق بتدابير استشرافية بدل رد فعل أثناء وقوع الكارثة، إذ تتم بطريقة تشاركية بين المواطنين والسلطات المعنية، وذلك من خلال تنمية الوعي الجماعي، بهذه المخاطر والأبحاث العلمية التي تجرى على هذه الظواهر... إلخ.

وبالرجوع إلى المغرب، فبالرغم من المجهودات التي يبذلها في مجال تدبير والحماية من الفيضانات، إلا أنه يسجل غياب قانون خاص بالمخاطر الطبيعية واستراتيجية وطنية واضحة المعالم للوقاية، وفي المقابل يلاحظ وجود مجموعة من المخططات القطاعية، التي تعتمد على "رد الفعل" بتدبير الحالات الاستعجالية بدل "النهج الاستباقي"، الذي يهدف إلى الوقاية من خطر الفيضانات كما هو الشأن بفرنسا. وفي ضوء هذا اقترحنا بعض التدابير للمساهمة في تدبير خطر الفيضانات بمجال الدراسة، ومن بينها ضرورة مراجعة وتحسين قوانين التعمير، وسن قوانين قابلة للتطبيق في مجال تدبير الفيضانات، وإحكام المراقبة في مجال البناء العشوائي، والحرص على تطبيق العقوبات في مجال الوقاية من المخاطر، وتعزيز آليات المراقبة والمحاسبة وكذا اعتماد سياسة توعوية وتحسيسية موجهة للسكان، من أجل تغيير سلوكها اتجاه المخاطر. كما ينبغي أيضاً تدبير خطر الفيضانات في إطار سياسة حكماية عبر تحديد وتقاسم المسؤوليات، على المستوى المركزي والجهوي والمحلي. وفي هذا الصدد يجب تعزيز دور بعض

المؤسسات المحلية في مواجهة هذا الخطر من خلال دعم مديرية الأرصاد الجوية، في مجال المراقبة والرصد وتعزيز دور المؤسسات المحلية خاصة، وكالة الحوض المائي لسبو والوكالة الحضرية والجماعات الترابية، لأنها تلعب دورا مهما في تديره، كما يجب الاهتمام بالأرياف المجاورة، كحل لوقف الهجرة القروية للمدن التي تقطن بالقرب من المجاري المائية، والسهر على تنمية الوعي البيئي لدى الإنسان، لكي يكون عاملا إيجابيا ويحافظ على محيطه. وفي الأخير عملنا على تقديم بعض المقترحات العملية، لتدبير خطر الفيضانات بمجال الدراسة.

خاتمة عامة

إن التطرق للتغيرية المطرية والهيدرولوجية بحوض إيناون كان لابد أن يبتدأ بمناقشة الأبحاث التي أنجزت في الموضوع بدءا بالبحر الأبيض المتوسط والمغرب مرورا بحوض سبو وإنهاء بمجال الدراسة، وتبين من خلال ذلك أن حوض إيناون كان موسوما بهذه التغيرية على غرار المجالات الأخرى مع وجود بعض التباينات المجالية، ولعل أبرز مظاهرها، حدوث تناوب بين الفترات الجافة والمطيرة مع الهيمنة للأولى، وكذلك حدوث تحول في التساقطات المطرية السنوية هذا مع وجود تركيز زمني ومجالي فيها، كما أصبحت تعرف ميلا نحو الانخفاض.

والخوض في هذا الموضوع تطلب الاعتماد على عدد مهم من محطات الرصد، التي وفرت لنا المعطيات، حيث عملنا في البداية على تقدير الفراغ في بعض المعطيات السنوية والشهرية، ثم أخضعناها بعد ذلك للاختبارات التجانس، حيث أفضى ذلك عن وجود مصداقية جيدة، مكنتنا من معالجة التغيرية السنوية للتساقطات المطرية وكذلك الأنظمة الهيدرولوجية داخل الحوض، انطلاقا من الفترة المحددة سلفا. كما تميزت الخصائص الطبيعية للمجال بالتنوع، فهو يجمع بين مجالين مختلفي الخصائص؛ مقدمة الريف في الشمال والأطلس المتوسط في الجنوب، وما يميزهما وجود إنحدارات قوية، تشكل سفوحا تأخذ في غالبيتها اتجاهها جنوبي وجنوبي غربي بالسفح الريمي، واتجاهها غربي وشمالي غربي في السفح الأطلسي، مما يجعل الأولى أقل تأثرا بالاضطرابات المحيطية على عكس الثانية، وهو ما يؤثر على مقاييس التساقطات المطرية المتهاطلة عليهما. وبخصوص البنية الجيولوجية فمقدمة الريف تتكون من الصلصال الذي يمتاز بضعف النفاذية، مما يجعلها مجالا خصبا لتكون الامتطاحات، وكذلك تتسم بضعف الشبكة المائية وهشاشة مواردها المائية الباطنية، في حين السفح الأطلسي يتميز بتواجد طبقات كلسية، تسمح باختزان الماء وكذلك يسمح بتكوين شبكة مائية أكثر أهمية.

كما أن موقع الحوض في العروض شبه مدارية، يجعله أكثر عرضة للتغيرية الهيدرولوجية. فهو يقع عند ملتقى ثلاثة تأثيرات مختلفة الأصول، تجمع بين البحر المتوسط شمالا والمحيط الأطلسي غربا، والصحراء جنوبا وبالجنوب الشرقي. وينعكس ذلك على توزيع الحرارة التي يتراوح متوسطها بين 28 °C في المنخفضات، و12 °C في المجالات المتوسطة الارتفاع. هذه الخصائص المناخية أعطت ثلاث مستويات بيومناخية، الأول رطب وشبه رطب يتميز بانتشار أشجار الأرز والبلوط الفليني والأخضر، والثاني شبه جاف يقل فيه الغطاء النباتي. كما تتميز الكثافة السكانية بالارتفاع بالقرب من المجاري المائية، لاستفادتها من الموارد المائية التي تعتمد عليها في سقي الأنشطة الفلاحية، التي تشكل نشاطا أساسيا داخل الحوض، كما تشكل الفلاحة التقليدية والمعتمدة على التساقطات المطرية، النشاط البارز المزاول من طرف السكان.

يتميز السفح الريمي بتغيرية كبيرة، في التساقطات المطرية السنوية تصل إلى 46 % مقارنة مع السفح الأطلسي التي تقل عن 27 %، كما تستقبل المناطق المنتمية للأطلس المتوسط، كميات مهمة من

التساقطات المطرية إذ تصل إلى 1085 ملم، على عكس المحطات المتواجدة بالسفح الريفي، التي تنحدر فيه التساقطات المطرية إلى 376 ملم، ويفسر هذا بالوضعية الطبوغرافية للحوض، فالأولى لها توجيه جيد في حين الثاني يتأثر بمفعول المخبأ التضاريسي. وعلى مستوى التغيرية الزمنية للتساقطات تبين وجود ثلاث فترات، الأولى فترة رطبة امتدت من 1970-71 إلى 1979-80، الثانية جافة ابتدأت بسنة 1980-81 وانتهت سنة 1994-95 والثالثة رطبة من سنة 1995-96 إلى 2011-12، عرفت توازن بين السنوات الجافة والرطبة. وما يلاحظ هو أن التساقطات المطرية ابتداء من سنة 1970-80 أصبحت تتجه نحو الانخفاض على امتداد الفترة المدروسة، الذي بلغ أوجه في المحطات المنخفضة من الحوض إذ وصل إلى 45.82% -، وعلى مستوى الأنظمة المطرية الشهرية تميز الهطول الشهري بقمة مطرية شتوية بمحطات السفح الريفي مع تسجيل تغيرية مرتفعة تصل إلى 94%، بينما السفح الأطلسي فاتسم بتحدب هذا النظام بين فصلي الشتاء والربيع وذلك بتغيرية أقل من 86%. كما تبرز التساقطات المطرية المحتملة، وجود تناقص بين القيم الدنيا والعليا في جميع المستويات الاحتمالية، ظهر بشكل واضح في السفحين، مع احتمال تنامي التساقطات المطرية لشهر أبريل مقارنة مع مارس.

وبينت اختبارات الانقطاع وجود تراجع في متوسط التساقطات الشهرية لفصلي الشتاء والربيع أكثر من النصف إذ وصل في أقصى حده إلى 59.6% -، وبلغ هذا الانخفاض ذروته بشهري مارس وأبريل، وهو ما سيؤثر على نظام الهطول الشهري بالحوض. وصاحب هذا التراجع تناقص عدد الأيام المطيرة، المسجلة خلال الفترة المدروسة خاصة خلال شهر مارس، كما هيمنت الفئة المطرية المنحصرة بين 20-49.9 ملم، على التساقطات المطرية اليومية بالحوض، بنسبة وصلت إلى 39.8% بالسفح الريفي و 41.1% بالسفح الأطلسي. ومن جهة أخرى تميزت التساقطات المطرية القصوى، بارتفاع في قيمها وتردداتها وحددت سنة 1996 بداية هذا الارتفاع، خاصة بالمحطات التي تتوفر على فترة قياس طويلة وبلغت 30% +.

على مستوى خصائص التصريف الهيدرولوجي بالحوض، يتميز الصبيب السنوي بعلو تغيريته من العالية (179,9%) في اتجاه السافلة (71%)، وتنحصر القيم المهيمنة عليه ما بين 5 م³/ث و 10 م³/ث على امتداد الفترة المدروسة، وعلى غرار الفترات الرطبة والجافة التي عرفت التساقطات المطرية، شهد الصبيب بدوره نفس هذه الفترات. وأثر التراجع المطري على الموارد الجارية التي بدأت في التقلص ابتداء من سنة 1979 بنسبة 57,5% -، وتراوح قيم الصبيب القصوى الأكثر ترددا ما بين 75 م³/ث و 112 م³/ث. على غرار الصبيب السنوي، يعرف الصبيب الشهري تغيرية مرتفعة خاصة بالسفح الريفي، وهناك علاقة قوية تجمع ما بين الهطول والصبيب المائي، حيث يظهر تأثير مباشر للعجز المطري على الصبيب، الذي أصبح يعرف اتجاها نحو التناقص بفصلي الشتاء والربيع إذ بلغ 30.01- م³/ث، بينما عرف الصبيب اليومي الأقصى ارتفاعا في قيمه خاصة في الفترة الأخيرة (1988-89 / 2011-12).

تهيمن على حوض إيناون المجالات المطرية المنحصرة بين 300 و 600 ملم 34,8 %، كما ترتفع الفرشة المائية المتساقطة والجارية بمحطة باب مرزوقة مقارنة مع الكوشات، و عجز الجريان من المحطة الأولى الذي بلغ 758.9 ملم في اتجاه الثانية والذي قارب 511.2 ملم نتيجة لارتفاع التبخر الجوي، وكذا استغلال مياه الأودية في سقي المزروعات. وتتميز الانحراف النسبي لقيم تبخر النتج الفعلي بوجود ثلاث فترات: الأولى 1970-71 / 1979-80 تميزت بارتفاع تبخر النتج الفعلي، الثانية: 1980-81 / 1994-95 اتسمت بانخفاضه، والثالثة 1995-96 / 2011-12 ميزتها انحرافات إيجابية في قيم تبخر النتج الفعلي، مما يدل على أن له علاقة وطيدة بفترات الندرة والوفرة في التساقطات المطرية.

فيما يخص الظواهر المناخية القصوى، شكل تردد الجفاف المناخي السمة الأساسية، لسنوات ما بعد حدوث الانقطاع في التساقطات المطرية، حيث اعتبرت الفترة الممتدة من شهر أكتوبر 1991 إلى شتنبر 1995 أطول فترة جافة، حيث تراوح عدد الشهور بين 60 شهرا. كما كان للجفاف المناخي أثر مباشر على الموارد المائية الجارية، التي تراجعت بدورها حيث عرفت فترات للشح الهيدرولوجي، تبعا للجفاف المناخي. ومن جهة أخرى تتردد الامتطاحات بشكل كبير خلال شهر دجنبر بمحطتي باب الشهبوب وابن هيثم، في حين خلال شهري يناير وفبراير بمحطة الكوشات وباب مرزوقة، هذه الأخيرة واعتبارا من سنة 1995-96 إلى 2011-12 عرفت الامتطاحات بها، ارتفاعا كبيرا في طول فتراتها وكذا الصبيب المرافق لها. وتبين أن مجال الدراسة، يعرف نشاط ظاهرة الامتطاحات الفيضانية باستمرار، ويعتبر امتطاح سنة 09/10 الحالة الاستثنائية والأكثر قوة في الفترة المدروسة.

تجد أوضاع الجفاف المناخي تفسيرها، في طغيان الطقوس ضد إعصارية المستقرة والجافة، وذلك نتيجة تشكل خلايا حاجزية، تمنع من تسرب الاضطرابات الممطرة إلى مجال الدراسة. هذا بالإضافة إلى التراجع القوي في عدد الطقوس المضطربة، وفي فعاليتها المطرية. بينما الامتطاحات تفسر بالنشاط والفعالية الكبيرة، وغير المعتادة للطقوس المضطربة، خاصة مثل الاضطرابات الغربية السريعة، والاضطرابات الشمالية والشمالية الغربية، ثم الاضطرابات الجنوبية الغربية، في هذا الصدد تبين وجود علاقة ارتباط وثيق ما بين تذبذب الأوضاع المناخية بمجال الدراسة، ومؤشر ذبذبة المحيط الأطلسي الشمالي مقارنة مع تأرجح غرب البحر الأبيض المتوسط. فتعاقب الفترات الممطرة والفترات الجافة يخضع للتأرجحات التي تقع في نظام هذه الذبذبة. إذ يقترن حدوث سنوات ممطرة في الحوض بظهور مؤشر سالب في هذه الذبذبة. ويظهر ذلك في ترحح العالي الأصوري عن مكانه المعتاد، وفي بعض الحالات يضعف أو يتلاشى نهائيا، فيحل محله منخفض جوي عميق، أو تنشأ مكانه إستعصارات محلية بالقرب من السواحل الوطنية. فيؤدي الى دخول الاضطرابات الممطرة، التي تنتج عنها تساقطات مهمة. كما يقترن حدوث سنوات الجفاف الاستثنائي بظهور مؤشر إيجابي في الذبذبة الأطلسية. ويرافق هذه الوضعية غالبا ظهور حالة شاذة في المرتفع الأصوري، حيث يصبح قويا، ويستقر

مدة أطول فوق المغرب. فتتكون بذلك خلية ضد إعصارية حاجزية تمنع تسلل الاضطرابات المحيطية إلى البلاد وإلى الحوض، فينجس تهطل المطر، ويتسبب ذلك في حدوث الجفاف.

علاقة بتأثير الجفاف المناخي على الفرشة المائية المتساقطة والجارية، تقلصت الأولى بـ 3,69% في حين الثانية ما بين 26,07% - و 31,61%، وبهذا ارتفع عجز الجريان خاصة بعالية الحوض مقارنة مع سافلتها، وارتفعت قيم تبخر النتج الفعلي في الفترة الثانية (1993-1994/ 2012-2013) مقارنة بالفترة الأولى (1973-1974/ 1992-1993)، مما جعل الموارد المائية تتسم بعجز مزمن. وفي المقابل يتأثر النشاط الزراعي المعتمد على التساقطات المطرية، بفترات الجفاف المناخي، حيث ينزل المردود إلى 4 ق/هـ. ومن جهة أخرى يعرف الحوض فيضانات خطيرة تتسبب في خسائر كبيرة، تقدر بملايين الدراهم. للتخفيف من حدة الجفاف وتداعياته، وضع المغرب مجموعة من التدابير، التي تجمع بين المعالجة الظرفية والبنوية للجفاف، فالأولى تتجسد من خلال التدخلات الآنية أثناء وقوع الجفاف، أما الثانية تعتمد على النهج الاستباقي، من خلال مراقبة وتتبع وتقييم الآثار المترتبة عن الجفاف بهدف إعداد المخططات المناسبة. كما سبقت الإشارة وللتكيف مع الجفاف بحوض إيناون، تم بناء سد باب لوطا لتزويد ساكنة الحوض بالماء الصالح للشرب، وقد عملت على تنفيذ ذلك كل من مديرية التجهيز، والجماعات الترابية ووكالة الحوض المائي لسبو. ومن خلال الزيارات الميدانية لمجال الدراسة تبين أن الساكنة المنتمة للريف لازلت تعاني من مشكل ندرة الماء خاصة في السنوات الجافة.

ومن خلال المقارنة التي أجريناها بين المغرب وإسبانيا فيما يخص تدبير الجفاف، تبين أن إسبانيا تركز على النهج الوقائي والاستباقي من خلال نظم الرصد والإنذار المبكر، ثم تأتي بعد ذلك توضع سلسلة من التدابير، التي تكون على شكل قوانين يصادق عليها البرلمان والحكومة. في حين نجد أن المغرب يلاحظ عدم وجود قانون إطار خاص بالإجراءات والتدابير، التي يتعين اتخاذها أثناء حدوث الجفاف. ولتجاوز هذا التأخر لابد من اتباع المقاربة الوقائية باعتبارها الأكثر فعالية، وتمكين المؤسسات المعنية بالترسانة القانونية، لتنفيذ المخططات والاستراتيجيات للتخفيف من آثار الجفاف.

يعرف حوض إيناون من حين لآخر، وقوع خطر الفيضانات التي تنجم عنها خسائر كبيرة، لذا سعى المغرب إلى تدبيرها والتخفيف من أثارها من خلال وضع مجموعة من القوانين (قانون الماء، التعمير...) وإحداث مؤسسات تعنى بتطبيقها (وكالات الأحواض المائية، الوكالات الحضرية، الأرصاد الجوية، الوقاية المدنية...) وخلال مقارنة سياسة تدبير الفيضانات بين المغرب وفرنسا، وجدنا أن هذه الأخيرة تعمل على وضع تصاميم الوقاية من المخاطر الطبيعية، من خلال تشريع قوانين ودوريات وزارية، والتي يتم إدماج مفهوم خطر الفيضانات فيها.

أما المغرب فيسجل غياب قانون خاص بالمخاطر، ويتم الاعتماد على المخططات القطاعية، كما تتميز التدخلات العمومية بعدم التنسيق بين الفاعلين المحليين وبالارتجالية وعدم وضوح الاختصاصات والتداخل فيما بينها، ويزيد من تعميق هذه الأزمة تدخل الإنسان غير المعقلن في استغلال المجال وذلك

بالبناء في المجالات المهددة وعدد احترام قوانين التعمير. وعلى مستوى مجال الدراسة، تعمل كل من وكالة الحوض المائي لسبو ومديرية التجهيز بتازة والجماعات الترابية، على إنجاز الدراسات والمشاريع وتنفيذها، وتضع أيضا تدابير استباقية ووقائية لمواجهة هذا الخطر. ومن خلال تتبعنا لتدخلات تدبير الفيضانات، بمجال الدراسة تبين أن هناك ضعف في هذا المجال، وأن معظم الدراسات والمشاريع المقترحة للوقاية منها التي لم يتم تنزيلها على أرض الواقع إلا جزء قليل منها.

كشفت هذه الدراسة عن إشكالات أخرى مرتبطة، بالتغيرية المطرية والهيدرولوجية والظواهر القصوى المصاحبة لها، إذ يمكن أن تشكل آفاق لتعميق البحث حولها، وأخذها كمنطلق لدراسة مشاريع بحثية جديدة مستقبلا، من قبيل:

- اعتماد فترات طويلة زمنيا فيما يخص قياسات التساقطات المطرية والصبيب، للتعرف على خصائص التغيرية بهما للفترة ما قبل 1970-71 وبعد 2011-12؛
- دراسة السلوك الهيدرولوجي للسفح الأطلسي من خلال المحطة الهيدرولوجية الزراردة التي أنشئت حديثا؛
- معرفة المناخ القديم للحوض خاصة خلال القرون الأخيرة، عبر الاعتماد على المصادر التاريخية ودراسة الرواسب النهرية وحلقات الأشجار؛
- تطوير مقارنة جديدة في دراسة السلاسل الزمنية للتساقطات المطرية والصبيب المعتمدة على التحليل الطيفي Les ondelettes؛
- معرف درجة تصحر التربة لاسيما بمقدمة الريف، من خلال تطبيق منهجية Medalus (Mediterranean Désertification and Land Use) وإجراء تحاليل مخبرية عليها، للوقوف على درجة التأثير التي يحدثها تراجع التساقطات المطرية؛
- دراسة دينامية لمساحة الأراضي الزراعية وربطها بالتغيرية المطرية؛
- تعميق البحث حول علاقة النشاط الزراعي بتغيرية التساقطات المطرية؛
- دراسة تأثير الدورة الهوائية في عروض المغرب بحرارة المحيط الأطلنطي؛
- البحث في نماذج الإسقاطات التي توافق مناخ مجال الدراسة وتطبيقها على التساقطات والصبيب لمعرفة مستقبل الموارد المائية والأنشطة السوسيواقتصادية؛
- تعميق البحث حول أساليب تأقلم الساكنة مع الجفاف الهيدرولوجي والزراعي؛

لائحة الاختزالات:

المنظمة العالمية للأرصاد الجوية	Organisation météorologique mondiale :OMM
معامل الصبيب الشهري	Le coefficient mensuel de débits : C .M.D
النموذج الرقمي للأراضي	Module numérique de terrain :MNT
قانون القيم القصوى العامة	Loi de valeurs extrêmes généralisée : La loi G.E.V
التحليل الترددي الهيدرولوجي	Analyse des fréquences hydrologiques :Hyfran
مؤشر التغطية النباتية	Indice de végétation par différence normalisée : NDVI
اللجنة الدولية للتغيرات المناخية	Le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat : GIEC
البرنامج الأممي للبيئة	Programme des Nations unies pour l'environnement : PNUE
البرنامج الأممي للتنمية	Programme des Nations Unies pour le développement : PNUD
تبخر النتج المحتمل	Évapotranspiration potentielle : ETP
تبخر النتج الفعلي	Évapotranspiration réelle :ETR
الاحتياطي النافع	Réserve utile: Ru
معامل الانحراف عن المعدل	Écart à la moyenne : E .M
الحصيلة المائية	Bilan hydrique : B.H
المجموع التراكمي للتباينات	The cumulative sum of différences :CUSUM
إدارة الشؤون العامة	la Direction des affaires générales: D.A .G
المديرية العامة للشؤون الداخلية	La Direction générale des affaires intérieures :DGAi
the Independent network of Mediterranean Experts on Climate and environmental Change : MedECC	
الخبراء المعنية بالتغيرات المناخية والبيئية في منطقة البحر الأبيض المتوسط	
الحد الأدنى للصبيب لأيام متتالية خلال	Volume consécutif minimal des débits : V.C.N _d
	السنة
حجم الصبيب الأدنى المسجل خلال السنة	Quantité mensuelle minimale annuelle: Q.M.I.A
حجم الصبيب الأدنى اليومي	Quantité des débits minimale journaliers : Q.M.I.N
صبيب الشح الهيدرولوجي	Le débit caractéristique d'étiage : D .C.E

لائحة المراجع

المراجع بالعربية:

كتب

- الحافظ إدريس (2015): الموارد المائية بالمغرب: الإمكانيات والتحديات. مجلة العموم الانسانية والاجتماعية، مطبعة وجدة، الطبعة الأولى..
- السلوي عبد المالك (2006): التساقطات والحصول المائية بالسهول الاطلنتية المغربية، منشورات كلية الآداب والعلوم الإنسانية المحمدية، جامعة الحسن الثاني بالدار البيضاء.
- جناتي إدريس عبد الحميد (2017): التراجع المطري والموارد المائية بحوض سبو في عالية مشرع بلقصور. منشورات كلية الآداب والعلوم الإنسانية سايس فاس، جامعة سيدي محمد ابن عبد الله فاس.

أطروحات الدكتوراه وبحوث جامعية

- أهمور محمد (2009): إسهام في التقييم الكمي للتعرية المائية بمقدمة الريف الشرقي (نموذج حوض واد الثلاثاء). أطروحة لنيل الدكتوراه في الجغرافيا، جامعة سيدي محمد بن عبد الله، كلية الآداب، سايس فاس.
- الحافظ إدريس (2005): نشأة وتغيير الأخطار الهيدرولوجية داخل المدارات الحضرية حالة: وجدة بركان والسعيدية. أطروحة لنيل الدكتوراه في الجغرافيا كلية الآداب سايس فاس.
- السلوي عبد المالك (2000): تغايرية التساقطات والحصول المائية بسهول وهضاب المغرب الأطلسي بين وادي سبو وسوس. أطروحة دكتوراه الدولة كلية الآداب والعلوم الإنسانية الرباط.
- العمراني محمد (2011): المناطق الهشة و تدبير المخاطر البيئية بمدينة تازة. بحث لنيل شهادة الماستر ، كلية الآداب والعلوم الإنسانية ظهر المهرز فاس .
- المقني عبد الرفيق (2007): تدبير الموارد المائية بين الممارسة والقانون حالة السقي غير المرخص بحوض سبو الأوسط. أطروحة لنيل شهادة الدكتوراه في شعبة الجغرافيا، جامعة سيدي محمد بن عبد الله، كلية الآداب، سايس فاس.
- الرقيق محمد (2012): إشكالية المباني المهددة بالانهيار الناجمة عن الأخطار الطبيعية والممارسات الحضرية بمدينة فاس. أطروحة لنيل شهادة الدكتوراه في شعبة الجغرافيا، جامعة سيدي محمد بن عبد الله، كلية الآداب، سايس فاس.
- الليداري صديق (2014): ورغة الأعلى مساهمة في دراسة الخصائص المناخية والهيدرولوجية الحالية للحوض بعالية محطة عين عائشة. بحث لنيل شهادة الماستر في شعبة الجغرافيا، جامعة سيدي محمد بن عبد الله كلية الآداب والعلوم الإنسانية، سايس فاس.
- باحو عبد العزيز (2002): الجفاف المناخي بالمغرب: خصائصه وعلاقاته بآليات الدورة الهوائية وأثره على زراعة الحبوب الرئيسية. أطروحة دكتوراه الدولة، كلية الآداب بالمحمدية.
- بريكة مونية (2007): الجفاف واستراتيجية التكيف والتدبير . حالات من حوض إيناون. أطروحة لنيل الدكتوراه في شعبة الجغرافيا، جامعة سيدي محمد بن عبد الله كلية الآداب والعلوم الإنسانية، سايس فاس.
- بوطلاق محمد (2019): الهشاشة البيئية بحوض ورغة وتزايد حدة الأخطار الطبيعية في ظل التقلبات المناخية، أطروحة لنيل الدكتوراه في شعبة الجغرافيا، جامعة سيدي محمد بن عبد الله كلية الآداب والعلوم الإنسانية، سايس فاس.
- جناتي إدريس عبد الحميد (2004): العجز المطري وانعكاساته على الموارد المائية السطحية وأنظمتها في حوض سبو بعالية مشروع بلقصور. بحث لنيل دكتوراه الدولة في الآداب، تخصص جغرافيا طبيعية، جامعة محمد بن عبد الله كلية الآداب والعلوم الإنسانية، سايس فاس.
- صباحي محمد (2004): إشكالية الموارد المائية بالمغرب بين الاستهلاك والحاجات الجهوية، أطروحة لنيل دكتوراه الدولة في الجغرافيا، جامعة الحسن الثاني المحمدية، كلية الآداب والعلوم الإنسانية المحمدية.
- لحلونادية (2013): دراسة هيدرولوجية لحوض أسيف غزاف: تحديد وتصنيف أنواع الامتطاحات الفيضانية مقارنة إحصائية – بحث لنيل شهادة الماستر، جامعة السلطان مولاي سليمان كلية الآداب والعلوم الإنسانية بني ملال.

مقالات

البكريوي عبد الرحمن (1993): التعمير بين المركزية واللامركزية. الطبعة الأولى، الشركة المغربية للطبع و النشر الرباط .

البليشي على (2012): دور الأنظمة البنوية للحركة الهوائية في التغيرات العامة للتساقطات في المغرب، حالة نظام تآرجج الشمال الأطلسي، منشورات كلية الآداب والعلوم الإنسانية المحمدية، أعمال المؤتمر الوطني للجغرافيين المغاربة العدد 27.

الحسني الطيب أمزيان، واسو عبد الله (2000): إستراتيجية التكيف مع الجفاف. مطبوعات أكاديمية المملكة المغربية، سلسلة "الدورات" عن " السياسة المائية والأمن الغذائي للمغرب في أفق بداية القرن 21"، الدورة الخريفية (20-22 نونبر) الرباط.

الديوري عز الدين (2000): الجفاف في المغرب: قرن من ملاحظات الأصداد الجوية. مطبوعات أكاديمية المملكة المغربية، سلسلة "الدورات" عن " السياسة المائية والأمن الغذائي للمغرب في أفق بداية القرن 21"، الدورة الخريفية (20-22 نونبر) الرباط.

المولودي محمد، وحشاش محمد (2018). حكامه التغيرات المناخية لظاهرة الجفاف بالمغرب. مجلة مقاربات. عدد 32، مجلد 16.

باحو عبد العزيز (2011) : التغيرات المناخية وانعكاساتها العامة على الموارد المائية وعلى الفلاحة وسبل التأقلم معها مقال مأخوذ من موقع www.arabgeographes.net. شعبة الجغرافية، كلية الآداب والعلوم الإنسانية. المحمدية.

بنيجي محمد (2005): قانون الماء. منشورات المجلة المغربية للإدارة المحلية والتنمية، سلسلة نصوص ووثائق الطبعة الأولى، مطبعة المعارف الجديدة الرباط.

محمد البوشيخي، عبد الواحد بوبرية ومصطفى أعفير (2015). استحضار العناصر البيئية في التنظيم المجالي للعمران الأصلي. حالة مدينة فاس العتيقة . مجلة شعبة التاريخ والجغرافية، الكلية متعددة التخصصات بتازة، العدد 2، مطبعة أنفو برانت، فاس.

صباحي محمد (2009): قراءة مختصرة لمناخ المغرب مقال مأخوذ من موقع www.arabgeographes.net. شعبة الجغرافية، كلية الآداب - تطوان.

تقارير، دراسات ونصوص قانونية

القانون التنظيمي رقم 111.14 المتعلق بالجهات. الصادر بالجريدة الرسمية عدد 6380 بتاريخ 23 يوليوز 2015

القانون التنظيمي رقم 14-112 المتعلق بالعمالات والأقاليم الصادر بالجريدة الرسمية عدد 6380 بتاريخ 23 يوليوز 2015.

القانون التنظيمي رقم. 14.113. المتعلق بالجماعات الصادر بالجريدة الرسمية عدد 6380 بتاريخ 23 يوليوز 2015.

القانون رقم 36.15 المتعلق بالماء الصادر بالجريدة الرسمية رقم 6494 بتاريخ 25 غشت 2016.

المجلس الأعلى للحسابات، (2016): تقرير حول تقييم تدبير الكوارث الطبيعية بالمغرب..

الوزارة المنتدبة للطاقة والمعادن والماء والبيئة المكلفة بالبيئة، 2016: المساهمة المحددة وطنيا.

تقرير شبكة الخبراء المعنية بالتغيرات المناخية والبيئية في منطقة البحر الأبيض المتوسط MedECC، (2019) : المخاطر المرتبطة بالمناخ والتغيرات البيئية في منطقة البحر الأبيض المتوسط.

عمالة إقليم تازة ومديرية التجهيز (2002): اليوم الإعلامي حول الماء بإقليم تازة، تحت رئاسة السيد وزير التجهيز 25 مارس 2002، حصيلة المنجزات البرنامج الوطني لتزويد العالم القروي بالماء الشروب.

عمالة تازة (2010) : المندوبية الإقليمية للسكنى، المديرية الإقليمية للتجهيز والنقل، الوكالة الحضرية لتازة، المديرية الإقليمية للفلاحة: تقرير عام حول أشغال اللجنة المكلفة بمعاينة أضرار فيضانات 2010 بإقليم تازة .

وكالة الحوض المائي لسبو (2005): دراسة حول الوقاية من الفيضانات بإقليم تازة.

المراجع باللغة الفرنسية ولغات أجنبية أخرى:

Ouvrages

Ababou, R., (2007) : Hydrologie statistique, Polycopié IMFT Toulouse.

Barraqué, B., et Gressent, P., (2004) : La Politique de Prévention du Risque d'Inondation en France et en Angleterre : de l'action publique normative à la gestion intégrée, Paris, Ministère de l'Écologie et du Développement Durable Direction des Études Économiques et de l'Évaluation Environnementale.

Barry, R.-G. and Chorley, R.-J., (2003): Atmosphere, weather and climate. Ed. Routledge, London.

Beltrando, G., (2007): Les climats : processus, variabilité et risques- Armand Colin Paris.

Dubreuil, P., (1966) : Les caractères physiques et morphologiques des bassins versants : leur détermination avec une précision acceptable. Cahiers Orstom, Sér. hydrol., III: 13-30. Paris.

- Dubreuil, P., (1974)** : Initiation à l'analyse hydrologique. Paris : ORSTOM, 1974.
- Dubreuil, P., (1972)** : Recueil des données de base des bassins représentatifs et expérimentaux: 1951 - 1969. Orstom, Paris.
- El Adlouni, S. and Bobée, B., (2014)** : Analyse Fréquentielle avec le logiciel HYFRAN-PLUS. Guide d'utilisateur.
- Escourrou, G., (1978)** : Climatologie pratique. Ed. : Masson (France).
- Estienne, P. et Godard , A., (1970)** : Climatologie. Ed. : A. Colin (France).
- Estrela, T ., (2006)** : **La gestión de las sequías en España** Ingeniería y territorio, Nº. 74 .
- Frecaut, R. et Pagney, P ., (1983)** : Dynamique des climats et de l'écoulements fluvial - edition masson , paris
- Gámez, C . H. et Delgado, R . F., (2019)** : Drought Management Planning Policy: From Europe to Spain , journal of sustainability.
- Gardner, L., (1969)** : On detecting changes in the mean of normal variates, The Annals of Mathematical Statistics.
- Gartet, A., (2010)** : Mouvements de terrains et risques environnementaux dans l'agglomération de Fès et son arrière-pays, aménagement gestion et prévention. Édit. Secrétariat d'État de l'Eau et de l'Environnement, Rabat.
- George, P. et Verger, F., (2000)** : Dictionnaire de la géographie, Editions PUF.
- Grisollet, H ., Guilmet, B. et Arlery, R., (1973)** : Climatologie, méthodes et pratiques , édi. Gauthier-Villars, Paris.
- Groupe, Chadule., (1974)** : Initiation aux méthodes statistiques en géographie. Ed. Masson et Cie.
- Guadalquivir River Basin Authority. Guadalquivir River Basin—Drought Management Plan. (2018)** : Available online : deSequíavigentes<http://www.chguadalquivir.es/plan-de-sequia-vigente/#PlanesEspeciales> (accessed on 16 January 2019).
- Gumbel, E. J., (1957)** : Méthodes graphiques pour l'analyse des débits de crues- Revue de statistique appliquée, tome 5, n°2.
- Hubert P., Servat E., Paturel J.E., Kouamé B., Bendjoudi H., Carbonnel J.P., Lubès-Niel H., (1998)** : La procédure de segmentation, dix ans après », IAHS Publication, vol. 252.
- Hubert, P. et al., 1989.** Segmentation des séries hydrométéorologiques. Application à des séries de précipitations et de débits de l'Afrique de l'ouest. J. Hydrol, 10.
- Iglesias, A., Cancelliere, D., Gabiña, A., López-Francos, M., Moneo, G ., (2014)** : Guide pour la gestion de la sécheresse Euro-Mediterranean Regional Programme for Local Water Management (MEDA Water).
- Kendall, M. G., (1975)** : Rank Correlation Methods, 4th ed., Charles Griffin: London. UK.
- Kendall, M.G., & Stuart. A., (1963)** : The Advanced Theory of Statistics, In: Population, 18ème année, n°2.
- Kendall, S.M., Stuart, A., (1943)** : The Advanced theory of statistics, Charles Griffin Londres, Volume 3.
- Laborde. J.P., (2000)** : Éléments d'hydrologie de surface. Tome 2 : critique et analyse statistique des données hydrologiques. École. Nat .Sup .de Géol .Appli/Nat .polytech de lorraine.
- Laborde. J.P., (2009)** : Éléments d'hydrologie de surface Université de Nice Sophia-Antipolis.,
- Labrere. J., (2010)** : Corrélation et régression linéaire simple".UE4 : biostatistiques chapitre 8, Université Joseph Fourier de Grenoble.
- Mann, H.B., (1945)** : Non-parametric test against trend, Econometrica, Volume 13.
- Martin, J., (1981)** : Le Moyen Atlas central : étude géomorphologique. Édit. Serv. Géolog. Maroc.
- Maurer, G., (1968)** : Les Montagnes du Rif central : Étude géomorphologique. Travaux de l'Inst. Scient. , Série géologie et géographie physique, n°14 Rabat.
- Ministry for the Ecological Transition (MITECO) (2007)** : Guía para la Elaboración de Planes de Emergencia por Sequía en Sistemas de Abastecimiento Urbano (Borrador); Ministry for the Ecological Transition: Madrid, Spain.
- Ministry for the Ecological Transition (MITECO) (2017)** : Instrucción Técnica para la Elaboración de los Planes Especiales de Sequía y la Definición del Sistema Global de Indicadores de Sequía Prolongada y de Escasez; Ministry for the Ecological Transition: Madrid, Spain.

- Ministry for the Ecological Transition (MITECO).** Planes de Gestión de Sequías. 2019. Available online: <https://www.miteco.gob.es/es/agua/temas/observatorio-nacional-de-la-sequia/planificacion-gestion-sequias/> (accessed on 15 January 2019).
- Parde, M., (1964),** : Fleuves et rivières. Coll. Armand Colin, Paris
- Pédélaborde, P. et Delannoy, H., (1958)** : Recherches sur les types de temps et le mécanisme des pluies en Algérie. Rev. Ann. Geo., Paris.
- Pédélaborde, P., (1982)** : Introduction à l'étude scientifique du climat. Ed. C.D.U et SEDES (France).
- Péguy Ch.P., (1970)** : Précis de Climatologie. Ed. : Masson (France).
- Peguy, ch. P. et Mounier,J., (1968):** une methode de recherche climatologie : l'analyse fréquentielle des précipitations tombés en 24 heures – in annales de geographie,n°424.
- Pettitt, A., (1979)** : A non-parametric approach to the change-point problem, Applied Statistics, Volume 28.
- Réménieras, G., (1986)** : L'hydrologie de l'ingénieur, 2ème édition, Eyrolles, Paris.
- Roche, M., (1986)** : Dictionnaire français d'hydrologie de surface: <http://www.cig.ensmp.fr/~hubert/glu/indexdic.htm>
- Roche. M., (1969)** : Les processus du raisonnement chez l'hydrologue, Bulletin de la Section Géographique, Tome LXXX.
- Sneyers, R., (1990)** : On the statistical analysis of observation. Technical Note n° 143, WMO
- Tabeaud, M., (2000)** : La climatologie. Ed.: A. Colin, colle c.I° cycle
- Taous, A., (2005)** : Geomorphodynamique fluviale ., pub.de la faculté des LSH de saïs Fès (Maroc) , Thèses et monographies N°11.
- World Meteorological Organization (WMO) & Global Water Partnership (GWP).(2014)** : National Drought Management Policy Guidelines. A Template for Action; WMO & GWP: Geneva, Switzerland.

Thèses

- Ahattab, J., (2016)** : Réadaptation des méthodes d'estimation de crues aux données hydrologiques extrêmes récentes des bassins versants de tensift et Essaouira thèse de doctorat, faculté des sciences semlalia – Marrakech .
- Amraoui, L., (2011)** : Évolution climatique récente en Afrique du Nord-Ouest (Maroc, Mauritanie et leur proche océan entre 1950 et 2008, Thèse de l'Université Jean Moulin - Lyon III.
- Afkir.H., (1985)** : le bassin versant d'Inaouène : caractéristiques climatiques et comportement hydrologique, contribution a une connaissance climato-hydrologique d'un bassin versant méditerranéenne, thèse de troisième cycle, faculté Toulouse -le Mirail France.
- Atilah, A., (1993)** : Les influences maritimes sur le climat du Maroc atlantique central : une analyse par télédétection spatiale- . Thèse de doctorat d'université, Université de rennes II.
- Belaassal, A., (2000)** : Variabilité des géopotentiels à 700 et 500 hPa et précipitations au Maroc nord occidental, Thèse de Doctorat, Université d'Aix-Marseille I.
- Bellichi, A., (2004)** : Anomalies et déficit pluviométriques : climatologie de la sécheresse de 1979-1984 dans le Maroc nord occidental. Thèse de Doctorat en sciences, Faculté des sciences, Université de Liège.
- Ben Brahim, Y., (1991)** : Le climat du Sahara marocain : conditions climatiques et circulations atmosphériques. Thèse de doctorat d'université, université de paris-Sorbonne, paris IV.
- Benabidate, L., (2000)** : Caractérisation du bassin versant de Sebou : hydrogéologie, qualité des eaux et géochimie des sources thermales. Thèse d'état, FST Saïs, Fès.
- Cherrad, B., (1997)** : Le bassin versant de l'oued Grou (plateau central marocain) : étude hydro-climatologique. these DE doctorat d'université, Université de Metz.
- Chkhami. KH., (2020)** : Les caractéristiques hydroclimatiques du bassin versant de Sebou et études des crues inondables : (Genèse Atmosphérique, Spatialisation et Impact sur la plaine du Gharb). Thèse de doctorat, CED : Langues, patrimoine et aménagement spatiale. Faculté des lettres ; Saïs- Fès.
- Dachary , M ., (1974)** : precipitation et écoulements dans le bassin supérieur de la Loire en amont de gien –these,2 tomes , brest.

- Davy, L., (1976) :** L'erbe étude hydrologique- thèse ,3 tomes , Montpellier 3 .
- Demri, Z ., (1995) :** Variabilité interannuelle de la sécheresse et de l'humidité au Maroc. Thèse soutenue à l'Université de Rennes 2.
- Driouech, F., (2010):** Distribution des précipitations hivernales sur le Maroc dans le cadre d'un changement climatique : descente d'échelle et incertitudes. Thèse de doctorat. Université de Toulouse. France.
- El Ghachi, M., (2007) :** La Seille : Un système fluvial anthropisé (Lorraine, France). Thèse de doctorat, Metz.
- Faye, C., (2013) :** Évaluation et gestion intégrée des ressources en eau dans un contexte de variabilité hydroclimatique : cas du bassin versant de la Falémé, Thèse de Doctorat, Université Cheikh Anta Diop de Dakar.
- Frécaut, R., (1971) :** La Moselle et son bassin. Contribution à l'hydrologie et la dynamique fluviales en milieu tempéré océanique. Thèse, doct, Brest, Reprod. Univ. Lille III.
- GARTET (A.) – 1995 :** Risques naturels et habitat dans le Préfif central marocain : cas du Centre de Tissa. Diplôme de 3^{ème} cycle en Architecture, Urbanisme et Aménagement (CEAA), Section Habitat et développement, École d'Architecture Marseille-Luminy, Carte et notice explicative, Marseille.
- Gartet, A., (2007) :** Risques naturels, anthropiques et technologiques dans l'agglomération de Fès : aménagement gestion et prévention. Thèse d'État, FLSH Saïs, USMBA, Fès.
- Goubanova, K., (2007) :** Une étude des événements climatiques extrêmes sur l'Europe et le bassin Méditerranéen et de leur évolution futur , Thèse de Doctorat, Université l'université paris 6 France .
- Janati Idrissi, A., (1993) :** Insuffisance pluviométrique et aspects hydrologiques du Souss (Maroc), Thèse pour obtenir le grade de Docteur de l'Université de Paul Valéry, Montpellier, France
- Karrouk,m,s., (2003) :** dynamique des climats du maroc. Thèse de doctorat d'état, université hassan II , faculté des lettres et sciences humaines ben m'sik, casablanca .
- Khomzi. K., (2014) :** Variabilité hydroclimatique dans les bassins versants du bouregreg et du tensift au maroc : moyennes, extrêmes et projections climatique, Thèse pour obtenir le grade de Docteur de l'Université de faculté de science de Rabat.
- Lang, C., (2007) :** Étiages et tarissements : vers quelle modélisation : L'approche conceptuelle et l'analyse statistique en réponse à la diversité spatiale des écoulements en étiage des cours d'eau de l'Est français. Thèse de Doctorat, Université de Metz, CEGUM.
- Lasri, M., (2015) :** Les inondations menaçant l'agglomération de Fès : de l'étude hydrologique et du risque à la cartographie des dangers d'inondation ». Thèse de Doctorat, Université Sidi Mohamed Ben Abdellah, Fès, Maroc.
- Lespinas, F ., (2008) :** Impacts du changement climatique sur l'hydrologie des fleuves côtiers en région Languedoc-Roussillon , these de doctorat de l'université de perpignan .
- Mateescu, M ., (2011) :** Étude statistique des chroniques des paramètres climatiques en Europe dans la période instrumentale Thèse de Doctorat, université de Nice Sophia Antipolis, Nice, France.
- Mazoz. H ., (2015) :** régimes pluvio-hydrologique du haut Sebou (maroc) et incidences des situations climatiques a risques dans le bassin. thèse de doctorat, université Sidi Mohamed Ben Abdellah, faculté Fès Sais.
- Makrane. I., (2016):** Potentialités forestières, dynamique végétale et gestion durable de la subéraie de Bab-Azhar et ses bordures (Moyen-Atlas septentrional) : Approche géosystémique. thèse de doctorat, Université Abdelmalek Essaâdi ; Faculté des Lettres et des Sciences Humaines, Tétouan.
- Mizani .F., (2006) :** Contribution à l'étude des ressources en eaux dans le bassin versant d'Inaouène, thèse de doctorat, université Sidi Mohamed ben Abdellah, FST Sais Fès.
- Naoura, j., (2012) :** caractérisation hydrologique et qualitative des eaux de surface du bassin versant du haut Inaouène, thèse de Doctorat, université Mohamed ben Abdellah, fst sais Fès.
- Nejjari.A (2002) :** La sécheresse, l'eau et l'homme dans le bassin versant du haut Sebou (moyen atlas septentrional-Maroc) Metz.
- Obda, Kh., (2004) :** Indigences extrêmes des écoulements des oueds méditerranéens : cas des oueds Nekor au Rif et du Haut Sebou au Moyen Atlas. Thèse de Doctorat d'État, Université Sidi Mohamed Ben Abdellah Fès, Maroc.

Qadem, A., (2015) : Quantification, modélisation et gestion de la ressource en eau dans le bassin versant du haut Sebou (Maroc). Thèse de Doctorat, Université Sidi Mohamed Ben Abdellah, Fès, Maroc.

Reguera, U., (2015) : La gestión de la sequía: contribuciones para su evaluación. Thesis (Doctoral), escuela técnica superior d'ingenieros de montes.

Riad, S., (2003) : typologie et analyse hydrologique des eaux superficielles a partir de quelques bassins versant représentatifs du Maroc, Thèse pour obtenir le grade de docteur de l'université en génie civil des sciences et technologies de lille & université ibnou zohr d'Agadir.

Rossi, A.,(2012) : Analyse spatio-temporelle de la variabilité hydrologique du bassin versant du Mississippi : rôle des fluctuations climatiques et déductions de l'impact des modifications du milieu physique , Thèse de Doctorat, université Rouen France .

Sabiri.H., (2000) : Étude hydrologique et hydro chimique des crues du bassin d'Inaouène rôle des crues dans les versants processus d'érosion et de transport de méthodes solides et dissoutes , thèse de doctorat , université Ibn Tofail , FS Kenitra.

Saidi, M.E., (1995) : Contribution à l'hydrologie profonde et superficielle du bassin du Souss (Maroc). Thèse de l'université de Paris IV.

Sebbar, A., (2013) : Étude de la variabilité et de l'évolution de la pluviométrie au Maroc (1935-2005) : Réactualisation de la carte des précipitations. Thèse de Doctorat en Bioclimatologie, Univ. Hassan II, Fac. Sci. Ben M'sik, Casablanca.

Senoussi, S., (2002) : Changements climatiques et ressources en eau dans le bassin versant de l'Ouergha », Thèse de Doctorat, Université Hassan II Casablanca.

Singla, S., (2009) : Impact du changement climatique global sur les régimes hydroclimatiques au Maroc : tendances, ruptures et effets anthropiques sur les écoulements. Mémoire de Master Recherche Eau et Environnement. Université de Montpellier 2

Tribak, A., (2000) : L'érosion hydrique en moyenne montagne du Prérif oriental : étude des agents et des processus d'érosion dans une zone de marnes tertiaires. Thèse d'état. Univ. chouaib Doukkali.

Zamrane, Z., (2016) : Recherche d'indices de variabilité climatique dans des séries hydroclimatiques au Maroc : identification, positionnement temporel, tendances et liens avec les fluctuations climatiques : cas des grands bassins de la Moulouya, du Sebou et du Tensift. Thèse de doctorat, Université Montpellier.

Articles

Abi-Zeid, I., Bobée, B., (1999): La modélisation stochastique des étiages : une revue bibliographique, revue des sciences de l'eau, n°12/3.

Adjim H., Djedid, A., (2018) : Drought and water mobilization in semi-arid zone: The example of Hammam boughrara dam (North-West of Algeria, Journal of Water and Land Development. N°37. DOI : 10.2478/jwld-2018-0019 .

Agoumi ,M. et al., (1998) : Comportement hydro-pluviométrique de bassin versant de l'Ouergha, revue marocaine de génie civil, N°73 .

Agoumi, A., (2003) : Vulnérabilité des pays du Maghreb face aux changements climatiques », in « Perspectives des changements climatiques . International Institut for Sustainable Développement, site : <http://www.iisd.org>. Manitiba, Canada .

Ait Brahima, Y., El Mehdi Saidi, M., Kouraisb Kh., Sifeddine, A., Bouchaou, L ., (2017) : Analysis of observed climate trends and high résolution scenarios for the 21st century in Morocco , JMES, 2017 Volume 8, Issue 4.

Akdim, B ., (2003) : Crues et sécheresses au Maroc : mécanismes, impact environnemental, adaptations et conséquences socio-économiques .Revue du Maroc N 21 .

Akdim, B., Laaouane M., Taous A., et Obda, Kh., (2003) : Risques hydrologiques dans la région de Taza (Maroc). Geomaghreb n°: 1.

Albergel, J., Claude J. et Habaieb H.,(2000): Sècheresse et gestion des ressources en cas de pénurie dans les pays du sud et de l'est du bassin méditerranéen.

Alibou, J., (2002) : Impacts des changements climatiques sur les ressources en eau et les zones humides au Maroc , Département de l'Environnement et CERSHE, EHTP, Casablanca.

Amraoui, L., (2009) : L'évolution hivernale des températures de surface en relation avec les pressions atmosphériques et les vents de surface en Afrique Nord-Ouest et le proche océan pendant la période 1950-2008, Géographia Technica, Numéro spécial.

Bahin Yoli Baudet, E., Haida, S., Probst, J.-L., (2017) : Analyse de la variabilité hydroclimatique et impacts des barrages sur le régime hydrologique d'une rivière de zone semi-aride: Le Sebou Au Maroc. Eur. Sci. J. 13.

Balaghi, R. et al., (2009) : Changements climatiques et agriculture au Maroc : impacts sur les rendements des cultures », Conférence Nationale : les changements climatiques au Maroc : défis et opportunités, INRA, Rabat, 11 et 12 février 2009. Doc. Inédit.

Banarafa, S., (1997) : Variabilité et impacts climatiques des types de temps sur Rabat. Pub. De la faculté des LSH de Rabat (Maroc). Sér. Colloques et séminaires, N° 63.

Belaassal, A., (1998) : Précipitations au Maroc et circulation atmosphérique au niveau 700 hPa, Méditerranée, Volume 88.

Belaassal, A., (2000) : Variabilité des géopotentiels à 700 et 500 hPa et précipitations au Maroc nord occidental. In: Méditerranée, Tome 88, 1-1998. Précipitations et cultures céréalières dans le Centre-ouest du Maroc.

Bennani, A., Buret J et Senhaji F., (2001) : Communication nationale (Maroc) initiale à la convention cadre des Nations Unies sur les changements climatiques », DMN, Casablanca, 101 p.

Bobée, B., (1999) : Extrême flood events valuation using frequency analysis: a critical review. Houille Blanche 54 (7-8).

Bouaicha, R. et Benabdelfadel, A., (2010) : Variabilité et gestion des eaux de surface au Maroc », Sécheresse vol. 21, n° 1^{er}.

Boudada, B., Sahbia, H., Manssourib, I., Manssouria, T., Boudebbouzb, B., (2015) : Prédiction de la sécheresse dans le bassin d'Inaouène en utilisant les réseaux de neurones et la régression linéaire multiple Scientific Association for Water Information Systems Journal of SAWIS, 2015 - N° 01.

Boukrim, S. et al., (2011) : Étude d'impact des changements climatiques sur les ressources hydriques de bassin versant de l'Ouergha (rif Maroc). Revue. Scientifiques et techniques N° 19.

Bressers, H., (2009) : From public administration to policy networks. Contextual interaction analysis. In: Stéphane N, Varone F (eds) Rediscovering public law and public administration in comparative policy analysis. A tribute to Peter Knoepfel. Presses polytechniques, Lausanne.

Camuffo, D. and Jones, P., (2002) : Improved Understanding of Past Climatic Variability from Early Daily European Instrumental Sources. Kluwer Academic Publishers: Dordrecht, The Netherlands.

Cazale, H., (1954) : classification des types de temps au maroc en fonction de l'indice de circulation. Bull, liason et doc. Secret. aviation civile, France, n° 76.

Combe, M., (1971) : La Zone Prérifaines et les Rides Prérifaines. Ressources en eau du Maroc, Tome1, Domaines du Rif et du Maroc Oriental, Éditions du service géologique du Maroc, Rabat 1971.

Cook, B. J., Anchukaitis K. J., Touchan R., Meko D. M., Cook E., (2016) : Spatiotemporal drought variability in the Mediterranean over the last 900 years, J. Geophys. Res. Atmos., 121, doi:10.1002/2015JD023929

Cubasch, U., von Storch, H., Waszkewitz, J., Zorith, E., (1996) : Estimates of climate change in southern Europe derived from dynamical climate model output. Climate Research 7.

Delannoy, H., (1970) : Aspects de la climatologie du Bassin du Sebou. In. Atlas du Bassin du Sebou : Livret explicatif.

Delannoy, H., (1982) : Introduction à l'étude des relations entre les températures des eaux océaniques et les précipitations côtières marocaines. Rev. Norois. N°116.

Demuth, S. and Stahl, K., (2000) : studying droughts at a European scale.

Donat, M. G., Peterson, T. C., Brunet, M., King, A. D., Almazroui, M., Kolli R. K., Boucherf, D., Al-Mulla, A. Y., Youssouf Nour, A., Aly, A. A., Nada, T. A. A., Al Dashti, H. A., Salhab, T. G., El Fadli, K. I., Muftah, M. K., Eida, S. D., Badi, W., Driouech, F., El Rhaz, K., Abubaker, M. J. Y., Ghulam, A. S., Sanhoury Erayah, A., Mansour, M. B., Alabdouli, W. O., Al Shekaili, M. N. (2014) : Changes in extreme temperature and precipitation in the Arab region: long-term trends and variability related to ENSO and NAO. International Journal of Climatology 34: doi: 10.1002/joc.3707

Douglas, A., Fortuniak, K., Razuvaev, V. N., Forland, E., Zhai, P.M. (2008) : Changes in the probability of heavy precipitation: important indicators of climate change. Climatic Change 42.

Driouech, F., (2010): Évaluation d'impacts potentiels de changements climatiques sur l'hydrologie du bassin versant de la Moulouya au Maroc », in Global change: Facing Risks and Threats to Water Resources (Proc. of the Sixth World FRIEND Conférence, Fez, Morocco, October 2010). IAHS. 340 .

Driouech, F., (2010) : Évaluation d'impacts potentiels de changements climatiques sur l'hydrologie du bassin versant de la Moulouya au Maroc », in Global change: Facing Risks and Threats to Water Resources (Proc. of the Sixth World FRIEND Conférence, Fez, Morocco, October 2010). IAHS. 340 .

Dubreuil, P. et Vuillaume, G., (1975) : Influence du milieu physico-climatique sur l'écoulement de petits bassins intertropicaux. Int. Assoc. Sci. Hydrol., Symposium de Tokyo, publication n° 177. pp.

El Adlouni, S. et Ouarda, T. B.M.J., (2008) : Comparaison des méthodes d'estimation des paramètres du modèle GEV non-stationnaire. Revue des Sciences de l'Eau.

El Adlouni, S., Bouziane, A. et El Hassnaoui, D., (1999) : Estimation du débit de période de retour par la méthode de maxima annuels, application à des bassins versants marocains. Journées d'Hydrologie à Tunis (ENIT), Tunisie.

El Baye, A., (1997) : A propos des perturbations au Maroc et leur structure aérologique. Pub. De la faculté des LSH de Rabat (Maroc). Sér. Colloques et séminaires, N° 63.

El garouani, A. et Tribak, A ., (2006) : relation entre hydrologie et climat dans le bassin versant de l'inaouen (Pre-Rif marocain) .reds books , international association of hydrological sciences publication , n 308 , 2006 .

El garouani, A. et Tribak, A., (2014) : variabilités climatiques et ressources en eau dans le bassin versant de l'oued d'Inaouène (nord du maroc), revue scientifique et technique ,LJEE N° 24&25 Juin-dec 2014.

El Jihad, M. D .,(2003) : Les s'écheresses saisonnières dans le haut bassin de l'Oum-er-Rbia (Maroc central) : aspects et fréquences. Sècheresse, 14 (3).

El jihad, M.D. et Taabni, M., (2017) : L'eau au Maghreb : quel « mix » hydrique face aux effets du changement climatique , In Eau et Climat en Afrique du Nord et au Moyen-Orient, Târgoviște, Transversal.

El jihad, M. D., (2016) : Changement climatique et développement rural dans les montagnes du Moyen-Atlas et leurs bordures (Maroc), Journal of Alpine Research / Revue de géographie alpine.

El Moçayd, N., Suchul, K., and Elfatih, A., Eltahir, B., (2020) : Climate change impacts on the Water Highways project in Morocco. Hydrology and Earth System Science, 24, 3 (March 2020).

Elodie, B., Cantat, O. et Carrega, P., (2017): Variabilité, changement climatique et conséquences en Méditerranée. hal-01794243f. p81.

Ernest, A .,(2015) : Analyse hydrométéorologique des crues dans le bassin-versant du Mono en Afrique de l'Ouest avec un modèle conceptuel pluie-débit, FMSH-WP-2015-90.

Esper, J ., Frank., D., Buntgen, U., Verstege, A ., Luterbacher, J ., et Xoplaki, E ., (2007) : Long-term drought severity variations in Morocco. Geophysical Research Letters, VOL. 34, L17702, doi:10.1029/2007GL030844 .

Faye, C., (2014) : Méthode d'analyse statistique de données morphométriques : corrélation de paramètres morphométriques et influence sur l'écoulement des sous-bassins du fleuve Sénégal, Cinq Continents, 4, 10.

Faye, C., (2014) : Variabilité et tendances observées sur les débits moyens mensuels, saisonniers et annuels dans le bassin de la Falémé (Sénégal), Hydrological Sciences Journal, <http://dx.doi.org/10.1080/02626667.2014.990967>.

Faye, C., Sow A. A. et Ndong J.B., (2015) : Étude des sécheresses pluviométriques et hydrologiques en Afrique tropicale : caractérisation et cartographie de la sécheresse par indices dans le haut bassin du fleuve Sénégal », Physio-Géo - Géographie Physique et Environnement, 9.

Filahi, S ., Mounir, L., Tanarhte, M., Trambly, Y., (2015) : tendance et variabilité des événements extrêmes au maroc. Actes XXVIII eme colloque de l'associations internationales de climatologie ,1-4 juill 2015.liege ,Belgique .

Florian, R ., Albin, U. et Pierre , C., (2016) : Précipitations intenses sur le Bassin Méditerranéen : quelles tendances entre 1950 et 2013 ?, Cybergeog : European Journal of Geography [En ligne],

Environnement, Nature, Paysage, document 760, mis en ligne le 07 janvier 2016, consulté le 07 janvier 2016. URL : <http://cybergeog.revues.org/27410> ; DOI : 10.4000/cybergeog.27410.

Florian, R., (2017) : Longs épisodes secs hivernaux dans le bassin méditerranéen et conditions atmosphériques associées : variabilité contemporaine et future (1957-2100). Climatologie. Université Bourgogne Franche-Comté, 2017. Français. ffnnt : 2017UBFCK017ff. fftel-01780797ff.

Folland, C.K., Rayner, N.A., Brown, S.J., Smith, T.M., Shen, S.S.P., Parker, D.E., Macadam, I., Jones, P.D., Jones, R.N., Nicholls, N., Sexton, D.M.H. (2001) : Global temperature change and its uncertainties since 1861. Geophysical Research Letters 28.

Forzieri, G., Feyen, L., Rojas, R., Flörke, M., Wimmer, F., Bianchi, A., (2014): ensemble projections of future streamflow droughts in europe, hydrology and earth system sciences, n° 18.

Fournier, M., (2008) : Quelle place pour les riverains dans la gestion des inondations de la Loire ? Partie 1 - Les leçons du passé., Orléans, Établissement Public Loire.

François, D., Gille E., el Zumstein F., (1993) : Analyse des séries chronologiques et applications aux données hydroclimatiques. In l'Eau, la Terre et les Hommes, hommage à R. Frécault, Presse Université de Nancy.

Gregory, J.M. et Mitchell, J.F.B., (1997) : The climate response to CO2 of the Hadley Centre coupled AOGCM with and without flux adjustment. Geophysical Research Letters 24.

Habibi, B ., Meddi, M ., et Boucefiane, A ., (2012) : Analyse fréquentielle des pluies journalières maximales Cas du Bassin Chott-Chergui, revue Nature & Technologie, algerie.

Haida, A. F., A. Probst J.L. et Senoussi . M., (1999) : Hydrologie et fluctuations Hydroclimatiques dans le bassin versant du Sebou entre 1940 et 1994. Actualité Scientifique/Sécheresse, 10, 3.

Hamilton, K. et Bergersen E.P., (1984) : Methods to Estimate Aquatic Habitat Variables. Colorado Co-operative Research Unit. Col. St. Univ., Ft. Collins. CO. Bureau of Réclamation.

Hanchane, M., (2010) : Impact des changements climatiques sur la tendance des précipitations annuelles, mensuelles et journalières en climats aride, semi-aride et subhumide marocain (1961-62/1990-91). Rev. Sc. Hum&Soc. N°53. (IURS, Rabat). In. « Actes du colloque international sous le thème : les migrations et les écosystèmes : les réfugiés de l'environnement ».

Hanchane, M., (2013) : Les tendances pluviométriques au Maroc montrent une diminution significative des précipitations. Entretien oral Publié le : 6 janvier 2013 - Propos recueillis par Rachida Bami, LE MATIN.

Hanchane, M., (2013) : Variabilité spatio-temporelle des précipitations annuelles : mise en évidence du rôle de l'orographie. (Cas de la région moyenne atlasique orientale au sud de Taza). In. Hommage à Lakmahi. Pub. IURS, Rabat.

Hanchane, M., (2016) : variabilité des pluies exceptionnelles dans le bassin de Sebou (maroc) : intensité et période de retour selon l'hypothèse de non stationnarité temporelle. In. acte de colloque de l'association internationale de climatologie, Lausanne Besançon.

Hanchane, M., (2016) : Régionalisation climatique en milieu montagnard selon les régimes pluviométriques mensuels : cas du Moyen Atlas Oriental (sud de Taza) . rev. Géo espace . N° 2 et 3.

Hanchane, M., (2017) : variabilité pluviométrique de la cote méditerranéenne marocaine et modes de la circulation atmosphérique a grande échelle. In. acte du xxxème colloque de l'association internationale de climatologie, Sfax 03-06 juillet 2017

Herrera, R.G., Puyol, D.G., Martin, E.H., Presa L.G. et Rodriguez, P.R., (2001): Influence of the North Atlantic Oscillation on the Canary Islands precipitation, Journal of Climate 14(19).

Hoepffner, C., (1989) : L'évolution structurale hercynienne de la meseta marocaine orientale. Essai de mise au point. Notes Memo. Serv. Geol. Maroc.

Huebener H., Kerschgens M., (2007) : Downscaling of current and future rainfall climatologies for southern Morocco. Part I: Downscaling method and current climatology. Inter. J. of climatology, 27.

Hulme, M., Barrow, E. M., Arnell, N. W., Harrison, P. A., Johns, T. C., Downing, T. E. (1999) : Relative impacts of human-induced climate change and natural variability. Nature 397.

Humbert, J. et Kaden U., (1994) : Détection des modifications de l'écoulement fluvial au moyen de l'indice de débit de base. Revue de Géographie Alpine, 1994 N°2.

Hurrell, J.W., (1995) : Decadal Trends in the North Atlantic Oscillation: Regional Temperatures and Precipitation, Science, volume 269.

Ilmen, R., Benjelloun, H., Ouahmane, L., Hakkou, M., Benghazi, M., (2016) : Étude préliminaire des effets de l'Oscillation Nord Atlantique d'hiver sur les cernes du cèdre de l'Atlas, *Cedrus atlantica* (Endl.) Carrière, au Maroc. Bulletin de l'Institut Scientifique, Rabat, Section Sciences de la Vie, 38.

Janati Idrissi, A., (2005) : Impact du déficit pluviométrique sur la fréquence, la durée et l'apport des crues dans le bassin du Sebou, in publication des actes du colloque Risques hydrologiques organisé en hommage à Ben Halima Fès.

Janati Idrissi, A., (2010) : Situations pluviométriques extrêmes et impacts engendrés au Maroc: cas de l'année 2008 – 2009 .pub.de la faculté des LSH de saï Fès (Maroc).rev.ann. Geomaghreb .

Janati Idrissi, A., (2011) : Les crues de l'ouerghra et Leben et leurs prévisions. Publication du colloque Systèmes Environnementaux et Prospective en hommage à Driss El fassi. Fès saï 31 mars-1avril 2011.

Janati Idrissi, A., Gartet, J., Gartet, G., Daoud, A., (2015) : impact du changement climatique dans le bassin du sebou (maroc), spatialisation pluviométrique et étude du régime d'efficacité des flux perturbés. Actes du Deuxième Colloque international « Eau & Climat : Regards croisés Nord/Sud », Fès (Maroc), 27-28 novembre 2013.

Janati Idrissi, A., Hanchane M (2011) : Types de circulations atmosphériques à l'origine des risques climatiques majeurs au Maroc entre septembre 2008 et novembre 2010. In Actes du XXIV^{ème} colloque de l'Association Internationale de Climatologie, 6-10 septembre 2011, Mart, Rovereto-Italie. (Ed. Fazzini, M. et Beltrando, G).

Kapala, A., Machel, H., and Plohn. H., (1998) : Behavior of the centers of action above the Atlantic since 1881. Part II: Associations with regional climate anomalies. *Int. J. Climatol.*, 18.

Katz, R. W., and Glantz. M. H., (1986) : Anatomy of a rainfall index. *Monthly Weather Review*, Volume 114.

Knippertz, P., Christoph, M., Speth, P., (2003) : Long-term precipitation variability in Morocco and the link to the large-scale circulation in recent and future climate, *Meteorology and Atmospheric physics*, Volume 83.

Khamsi, K., Mahe, G., Sinan, M., Snoussi, M., (2013) : Hydro-climatic variability in two Moroccan watersheds: A comparative analysis of temperature, rain and flow regimes. In *Climate and Land Surface Changes in Hydrology*; Boegh, E., Blyth, E., Hannah, D.M., Hisdal, H., Kunstmann, H., Su, B., Yilmaz, K.K., Eds.; IAHS Publication: Wallingford, UK, 2013; Volume 359.

Khamsi. K., (2014) : Impact des changements climatiques sur le climat et les ressources en eau – Application aux bassins versants du Sebou et du Tensift. Université Mohamed V, Rabat, Maroc.

Khoualdia. W., Djabar Y.et al., (2014) : Caractérisation de la variabilité climatique : cas du bassin versant de La Medjerda (Nord- Est algérien), *Revue Sciences Technologiques.*, Synthèse 29.

Knutson, C., Hayes, M., Phillips, T., (1998) : How to reduce drought risk, preparedness and mitigation working group of the western drought coordination council, Lincoln, NE

Kutiel, H., Maheras, P., & Guika, S., (1996) : Circulation and extreme rainfall conditions in the eastern Mediterranean during the last century. *International Journal of Climatology*, 16.

Lamb, P.J. and Pepler R.A., (1991) : West Africa: Teleconnection linking climate anomalies , Cambridge Univer.

Lamb, P.J., Pepler R.A., (1987) : North Atlantic Oscillation: Concept and an Application. *Bull. American and Meteorological Society*, Vol. 68.

Lang, C., et Gille E., (2006) : Une méthode d'analyse du tarissement des cours d'eau pour la prévision des débits d'étiage », *Norois* [En ligne], 201.

Leroux, M .,(2001): Les climats subtropicaux dits « méditerranéens » et les climats de la Méditerranée (1re partie , *L'information géographique* n°4, Sedes / VUEF.

Leroux. M., (2002) : Les climats subtropicaux dits « méditerranéens » et les climats de la Méditerranée (2re partie , *L'information géographique* n°4, Sedes / VUEF.

Lionello, P ., Scarascia, L ., (2018) : The relation between climate change in the Mediterranean region and global warming. *Regional Environmental Change*, 18.

Lopez-Bustins, J.A. et Sanchez-Lorenzo, A., (2007) : Western Mediterranean Oscillation (WeMO). Disponible sur: <http://www.ub.es/gc/English/wemo.htm>

Lubes, H., Masson, J. M., Servat, E., Paturel, J. E., Kouamé, B. & Boyer, J. F. (1994) : Caractérisation de fluctuations dans une série chronologique par applications de tests statistiques. Étude Bibliographique, Orstom, Montpellier, France.

Mahe, G., Singla, S., Driouech, F., Khomsi, K. (2011) : Analyse de la persistance de ruptures dans des séries pluviométriques au Maroc en fonction de l'échelle spatiale et de la reconstitution des données. Conférence CIREDD4, Blida, février 2011.

Maheras, P., Kolyva-Machera, F., (1990): Temporal and spatial characteristics of annual precipitation over the Balkans in the twentieth century. *Journal of Climatology* 10.

Martin-Vide . J., Lopez-Bustins, J. A., (2004) : The Western Mediterranean Oscillation (WeMO) and its influence in the Eastern Spanish rainfall. A methodological approach. EMS Annual Meeting Abstracts 1: 00166

McKee T.B., Doesken N.J., Kleist J., (1993) : The relationship of drought frequency and duration to time scales, Proceedings of the 8th Conference on Applied Climatology, 17-22 January 1993, Anaheim, California.

Meddi, H., (2009) : Variabilité des précipitations annuelles du Nord-Ouest de l'Algérie, Sécheresse, Volume 20.

Medjerab, A., et Henia, L., (2005) : Régionalisation des pluies annuelles dans l'Algérie nord-occidentale, *Revue Géographique de l'Est*. vol. 45 ,URL : <http://rge.revues.org/501>.

Meledje, N., Lazare Kouassi, K. N'Go. YA., Savane, I., (2015) : Caractérisation des occurrences de sécheresse dans le bassin hydrologique de la Bia transfrontalier entre la Côte d'Ivoire et le Ghana : contribution des chaînes de Markov. *Cah Agric* 24 : 186-97. doi : 10.1684/ agr.

M'Hirit, O., (1982) : Étude écologique et forestière du Rif marocain. Essai sur une approche multidimensionnelle de la phytocologie et de la productivité de cèdre. *Ann. Rech. For. Maroc*, 2.

Michalet, R., (1991) : nouvelle synthèse bioclimatiques des milieux méditerranéens . applications au maroc septentrional, *rev .ecol .*, Grenoble,I.

Michalet, R., (1994) : une quantification de la continentalité relative en climat méditerranéen : applications du synthèse GAMS (1932) au maroc septentrional ,*rev valdotaine Hist . nat .*, suppl au N°48.

Milly, P.C.D., Dunne K.A. and Vecchia. A.V., (2005) : Global pattern of trends in streamflow and water availability in a changing climate. *Nature*, 438(7066).

Mokssit, A., (2009) : Le changement climatique au Maroc : Observations et projections », Actes de colloque « Rencontre internationale sur Le changement climatique: enjeux et perspectives d'adaptation pour le Maroc », IRES, Rabat.

Mounier, J., (1965) : Les besoins en eau d'une région, d'après Thornthwaite. Essai d'application à la Bretagne, dans *Norois*.

Naciri, M., (1990) : Calamités naturelles et fatalités historiques. *Revue Sécheresse*, 1.

Nejjari A., Gille E., Francois, D., (2000) : Les longues séries pluviométriques et la caractérisation de la sécheresse récente du nord du moyen atlas (Maroc). » In *Mosella*, t. XXV 3-4.

Nejjari, A., et devos, A., (2000) : Spatialisation et cartographie des rendements dans le bassin du haut sebou, (Moyen Atlas, Maroc). In *Mosella* 2000, t. xxv, n°3-4.

Nejjari, A., Gille E., et François, D., (2001) : L'apport des longues séries pluviométriques dans l'étude de la sécheresse dans le Moyen Atlas (Maroc). » In *Mosella* 2000, t. xxv, Univ de Metz, n°3-4.

New, M. G., Hulme, M., Jones, P. D. (2000): Representing twentieth-century space time climate Fields. Part II: development of a 1901-1996 mean monthly terrestrial climatology. *Journal of Climate* 13.

New, M., Hewitson, B., Stephenson, D.B, Tsiga, A., Kruger, A., Manhique, A., Gomez, B., Coelho, C.A.S., Masisi, D.N., Kululanga, E., Mbambalala, E., Adesina, F., Saleh, H., Kanyanga, J., Adosi, J., Bulane, L., Fortunata, L., Mdoka, M.L., Lajoie, R. (2006): Evidence of trends in daily climate extremes over southern and west Africa. *Journal of Geophysics Research: Atmospheres*, 111, D14102, doi:10.1029/2005JD006289

Nicholls, N., Gruza, G.V., Jouzel, J., Karl, T.R., Ogallo, L.A., Parker, D.E. (1996) : Observed climate Variability and change. In: Houghton, J.T. et al. (eds) *Climate change 1995: the science of climate change*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.

Noin, D., (1963) : Types des temps d'été au Maroc. In: *Annales de Géographie*. 1963, t. 72, n°389.

Norrant, C., (2005) : Modifications de la circulation atmosphérique en relation avec les précipitations méditerranéennes (1950-2000). Journées de Climatologie – Dijon 17-19 mars 2005 : Le changement climatique.

Norrant, C., et Douguédroit, A., (2004) : Tendances des précipitations mensuelles et quotidiennes dans le sud-est méditerranéen français (1950-51 / 1999-2000). Ann. Assoc. Intern. Clim. (A.I.C.).Vol. 1.

Nouaceur, Z., Laignel B. et Turki, I., (2014) : changement climatique en Afrique du nord : vers des conditions plus chaudes et plus humides dans le moyen atlas marocain et ses marges , acte de colloque de l'association internationale de climatologie ,Dijon France 2-5 juillet.

Nouaceur, Z., Laignel, B. et Turki, I., (2013) : Changements climatiques au Maghreb : vers des conditions plus humides et plus chaudes sur le littoral algérien. Physio-géo, 7.

Palutikof, J. P. et Wigley, T. M. L., (1996) : Developing climate change scenarios for the Mediterranean Region. In: Jeftic, L., Keckes, S. and Pernetta, J. C. (eds). Climatic Change and the Mediterranean. Volume 2.

Palutikof, J.P., Guo, X., Wigley, T.M.L., Gregory, J.M.(1992) : Regional Changes in Climate in the Mediterranean Basin Due to Global Greenhouse Gas Warming. MAP Technical Report Séries. Athens: UNEP

Paneque, P.S., (2015) : estrategias de gestion de sequias en españa: de la gestion de crisis a la gestion de riesgos .in agua, estado y sociedad en america latina y españa .

Pearson, R. G., & Dawson, T. P., (2003) : Predicting the impacts of climate change on the distribution of species: are bioclimate envelope models useful , Global Ecology & Biogeography, Volume 12.

Pedelaborde, P. & Delannoy, H., (1957) : Recherches sur les types de temps et le mécanisme des pluies en Algérie" , Annales de Géographie, n° 360 Paris.

Pita MF, (2000) : Un nouvel indice de sécheresse pour les domaines méditerranéens. Application au bassin du Guadalquivir (sud-ouest de l'Espagne).Publications de l'Association Internationale de Climatologie 13.

Quezel, P. et Barbero, M., (1998) : Cèdres et cédraies du pourtour méditerranéen : Signification bioclimatique et phytogéographique, Forêt Med, Volume 3.

Riad, S., Mania, J. et Bouchaou, L., (2003) : Variabilité hydroclimatiques dans les bassins versants de du Haut Atlas de Marrakech (Maroc). Revue de Sécheresse. (sous press).

Rogers, J.C., (1984) : The association between the North Atlantic Oscillation and the Southern Oscillation in the northern hémisphère. Mon Weather Rev 112.

Sadiki. M., (2016) : Comment gérer les épisodes de sécheresse au Maroc ? Quelques enseignements tirés à partir de l'expérience 2016. Secrétaire général du Ministère de l'Agriculture et de la Pêche maritime du Maroc, Watch Letter, N°37, Septembre 2016.

Safi .M., (1990) : Essai sur l'économie de la sécheresse au Maroc (1493-1986): passé, présent et perspectives. DES en Sciences économiques, Université Mohammed V Rabat.

Salama, H. et Tahiri, M.,(2010) : La gestion des ressources en eau face aux changements climatiques : cas du bassin versant Tensift », Larhyss Journal, ISSN 1112-3680, 8 .

Salama. H., (2011) Régionalisation pluviométrique du bassin Tensift (Maroc). Larhyss Journal, Issn 1112-3680, n° 09 .

Schleussner, C, F., et al. (2016) : Differential climate impacts for policy-relevant limits to global warming : the case of 1.5 °C and 2 °C. Earth System Dynamics, 7, pp 327-351

Sebbar A., Hsaine M., Fougrach H., Saloui A., Badri W., (2014) : Retour des pluies au Maroc méridional. Actes du XXVIIe colloque de l'Association Internationale de Climatologie, Dijon.

Sebbar, A., Ilmen, R., Hsaine, M., Fougrach, H., Badri, W.,(2019) : Caractérisation de la sécheresse climatique au Maroc. Actes du Colloque UNESCO-SHF : Sécheresses 2019, Paris 11-12 et 13 décembre 2019.

Sebbar, A., Fougrach, H., Hsain, M., Badri W., (2012) : Étude des variations climatiques de la région Centre du Maroc. Actes du colloque de l'Association Internationale de Climatologie, Grenoble.

Sebbar, A., Fougrach, H., Hsain, M., Saloui, A., Badri, W., (2011) : Étude de la variabilité du régime pluviométrique au Maroc septentrional (1935 – 2004). Sécheresse, 22.

Sebbar, A., Hsaine, M., Fougrach, H., hama, S., ajeddou, M., badri ,W., (2017) : étude des variations climatiques a la region nord-ouest du maroc, débits de projet "bassin d'oued beht" xxxème colloque de l'association internationale de climatologie, Sfax 03-06 juillet 2017 .

Senoussi, S., Agoumi, A. et al ., (1999) : Changements climatiques et ressources en eau – bassin versant de l'Ouergha (Maroc) , Revue Hydroécol. Appli., T.1/2, 11 .

Sibari, H., Haida, S., Ait fora, A. (2001) : Étude du fonctionnement hydrologique d'un bassin versant méditerranéen (exemple du bassin versant de l'Inaouène : Maroc). Revue Marocaine de Génie Civil, 95, Septembre-Octobre.

Singla, S., Mahe, G., Dieulin, C., Driouech, F., Milano, M., El Guelai, F.Z., Ardoin-Bardin, S., (2010) : Évolution des relations pluie débit sur des bassins versants du Maroc. In: Global Change: Facing Risks and Threats to Water Resources (ed. by E. Servat et al.) (Proc. Of the Sixth World FRIEND Conference, Fez, Morocco, October 2010). IAHS Publ. 340.

Stockton, C.W., Debbagh, A., et Allili, A., (1992) : La sécheresse au Maroc et sa relation avec le système Al Moubarek » , Actes du séminaire sur l'Économie d'eau et irrigation des agrumes, 5-6 juin 1992, Taroudant, Maroc, Doc. Inédit .

Stour, L. et Agoumi. A., (2009) : Sécheresse climatique au Maroc durant les dernières décennies. Hydroécol. Appl., 16.

Strahler A. (1964) : Quantitative geomorphology of drainage basins and channel networks. In Handbook of Applied Hydrology, V. T. Chow, Ed., section 4-11, McGraw-Hill, New York, NY, USA

Taabni M., El jihad M-D., (2012) : Eau et changement climatique au Maghreb : quelles stratégies d'adaptation ? Cahiers d'Outre-mer, n° 260, pp 493-518. <http://com.revues.org/6718>

Tallaksen, L-M., (1995) : A review of base flow recession analysis. Journal of Hydrology, vol.165.

Timo, S. et al., (2002) : Detecting trend of annual values of atmospheric pollutants by the Mann-Kendall test and sen's slope estimates - the excel template application Makesens. Pub Air Quality, N° 31.

Till C., Guiot J., (1990): Reconstruction of precipitation in Morocco since 1100 A.D. based on Cedrus atlantica tree-ring widths. Quaternary Research, 33:

Traboulsi, M., (2012) : La saison pluvieuse au Proche-Orient : une tendance au raccourcissement. Climatologie, Revue de l'Association Internationale de Climatologie, vol 9.

Traboulsi, M., (2004) : Les précipitations au Proche-Orient, variabilité spatio-temporelle et relations avec la dynamique de l'atmosphère (1960-61/1989-90), Lille Atelier National de reproduction des thèses.

Traboulsi, M., (2010) : Les précipitations dans les marges arides de la Syrie du Nord, in : Gatier P.-L., Geyer B., Rousset M.-O. (éds), Entre nomades et sédentaires. Prospections en Syrie du Nord et en Jordanie du Sud, Lyon, Maison de l'Orient (TMO 55, Série « Conquête de la steppe » n° 3).

Tramblay, Y., Badi ,W., Driouech, F., El Adlouni, S., Neppel L., Servat E., (2012) : Climate change impacts on extreme precipitation in Morocco-, Global and Planetary Change, vol. 82-83. DOI : 10.1016/j.gloplacha.2011.12.002.

Tramblay, Y., El Adlouni, S., Servat, E., (2013) : Trends and variability in extreme precipitation indices over Maghreb countries, Natural Hazards and Earth System Sciences, vol. 13. DOI : 10.5194/nhess-13-3235-2013.

Tramblay, Y., Jarlan, L., Hanich, L., Somot, S., (2018) : Future scenarios of surface water resources availability in North African dams. Water Resources Management 32(4).

Tramblay, Y., Ruelland, D., Somot, S., Bouaicha, R., Servat, E., (2013) : High-résolution Med-CORDEX regional climate model simulations for hydrological impact studies : a first évaluation of the ALADIN-Climate model in Morocco. Hydrology and Earth System Sciences 17.

Trenberth, K. E., (2008) : The Impact of Climate Change and Variability on Heavy Precipitation, Floods, and Droughts. In: Encyclopedia of Hydrological Sciences, John Wiley & Sons, Ltd, ISBN: 978-0470848944.

Trenberth, K. E., (2011) : Changes in precipitation with climate change. Climate Research 47.

Trenberth, K. E., Jones, P. D., Ambenje, P., Bojariu, R., Easterling, D., Klein Tank, A., Parker, D., Rahimzadeh, F. J., Renwick, A., Rusticucci, M., Soden, B., Zhai, P. (2007) : Observations: Surface and Atmospheric Climate Change. In: Climate Change 2007: The Physical Science Basis.

Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Solomon, S., Qin, D., Manning, M., Marquis, M., Averyt, K., Tignor, M. M. B., Miller, H. L., Chen, Z. L. (Eds.), Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. ISBN: 978-0521-70596-7

TRIBAK (A.) – Facteurs climatiques de l'érosion hydrique dans quelques bassins du Rif Marocain: cas de la province de Taza. Faculté des Lettres et Sciences Humaines, université Sidi Mohamed Ben Abdellah, Fes-sais.

Türkes, M., (1996) : Spatial and temporal analysis of annual rainfall variations in Turkey. *International Journal of Climatology* 16.

Vidal, J.C., (1977) : Structure actuelle et évolution depuis le Miocène de la chaîne rifaine (partie sud de l'arc de Gibraltar). *Bull. Soc. Géol. France*, (7), t. XIX.

Walker G.T. et Bliss E.W., (1932) : *World Weather V*, Mem. Roy. Meteor. Societ. n° 4, London

Walker G.T., (1924) : Correlations in seasonal variations of weather IX. *Mem Ind Meteor Dept*, 24.

Wallace, J.M. and Gutzler, D.S., (1981) : Teleconnections in the Geopotential Height Field during the Northern Hemisphere Winter. *Monthly Weather Review*, 109.

Wilhite, D. A., Sivakumar, M. y., Pulwarty, R., (2014) : Managing Drought Risk in a Changing Climate : The Role of National Drought Policy, Weather and Climate Extremes, 3.

Wuillez, M. N., (2019) : Revue de littérature sur le changement climatique au Maroc: observations, projections et impacts , *Papiers de Recherche AFD*, n° 2019-108.

Xoplaki, E., (2002) : Climate variability over the Mediterranean. PhD Thesis, University of Bern, Switzerland. Disponible sur le site web http://sinus.unibe.ch/klimet/docs/phd_xoplaki.pdf.

Xoplaki, E., González-Rouco J.F., Luterbacher, J. et Wanner, H., (2004): Wet season Mediterranean precipitation variability: influence of large-scale dynamics and trends. *Clim. Dyn.*, 23, pp 63-78, doi: 10.1007/s00382-004-0422-0

Xoplaki, E., Gonzalez-Rouco, J. F., Luterbacher, J. U., & Wanner, H., (2004). Wet season Mediterranean precipitation variability: influence of large-scale dynamics and trends. *Climate dynamics*, 23.

Zemzami, M., & Elkadiri. R., (2015): Temporal dynamics of monthly rainfall time scales in semi-arid area, Morocco, *Journal of Applied Water Engineering and Research*, DOI: 10.1080/23249676.2015.1105159

Rapports

A.B.H.S (2006): débat national sur l'eau, rabat.

A.B.H.S (2011): Étude d'actualisation du plan directeur d'aménagement intègre des ressources en eau du bassin hydraulique de Sebou.

Agence du Bassin hydraulique du Sebou. (2009) : Crue du 10 octobre 2008 dans le haut Sebou.

Agence du Bassin hydraulique du Sebou. (2010) : .rapports sur les événements hydro-pluviométriques dans le bassin du Sebou en 2009-2010.

Agence du Bassin hydraulique du Sebou. (2005) : plan d'action pour la lutte contre les inondations dans le bassin du sebou. Rapport inédit ,Fes .

Agence du Bassin hydraulique du Sebou.(2015): Protection contre les inondations Bilan des réalisations : 2005 – 2015 .

Agence régionale pour l'environnement - Provence-Alpes-Côte d'Azur - Réseau régional des gestionnaires de milieux aquatiques 30 ans de politique inondation - Regard sur la politique de prévention des inondations et sa mise en œuvre par les gestionnaires de milieux aquatiques, Aix-en-Provence, , novembre 2015.

Agence urbaine de Taza, (2005) : plan d'aménagement de la ville de Taza, règlement d'aménagement.

Agence urbaine de Taza, (2011) : schéma directeur d'aménagement urbain de la ville de Taza et sa périphérie, et plan d'aménagement de la ville de Taza. rapport de diagnostic, analyse et évaluation prospectives. Document définitif.

Agoumi, A. et Debbarh, A., (2006): Ressources en eau et bassins versants du Maroc : 50 ans de développement (1955-2005). Rapport sur le Développement Humain au Maroc. 2005

Bates, B. C., Z. W. Kundzewicz, S. Wu et J. P. Palutikof, éd., (2008) : Le changement climatique et l'eau , Document technique publié par le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, Secrétariat du GIEC, Genève.

Département de l'Environnement, Aperçu général sur l'état de la vulnérabilité du Maroc face aux changements climatiques , Conférence Nationale : Les changements climatiques au Maroc : défis et opportunités, Février 2009, UNDP, Hydraumet, Doc. Inédi.

Direction de la Météorologie Nationale, (2009) : Tendances des caractéristiques climatiques au Maroc , Rapport Inédit, Royaume du Maroc, Secrétariat d'État chargé de l'Eau et de l'Environnement .

DMN., (2009) : Tendances des caractéristiques climatiques au Maroc , Rapport Inédit, Royaume du Maroc, Secrétariat d'État chargé de l'Eau et de l'Environnement.

Driouech, F., (2006): Rapport sur les changements climatiques au Maroc : observations et projections . Direction de la Météorologie Nationale du Maroc DMN.

Eckstein , D . Künzel, V . Schäfer, L., (2018) : Indice mondial des risques climatiques . Germanwatch e.v. Kaiserstr. 201. disponible à ce lien: www.germanwatch.org/en/14638

GIEC (2007) : Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden and C.E. Hanson, Eds., Cambridge University Press, Cambridge, UK.

GIEC (2014) : Changements climatiques 2014 : Impacts, vulnérabilité et adaptation. Résumé à l'intention des décideurs, Contribution du Groupe de travail II au cinquième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat.

GIEC (OMM & PNUE), 2002: « Les changements climatiques et la biodiversité », Document technique n° 5, Genève.

Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, (2007) : Rapport 2001 et 2007 sur l'évolution du climat. Genève.

IPCC. (2007) : Climate Change, The physical science basis, Working Group I Contribution to the fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), Cambridge University Press, Cambridge, UK.

IPCC. (1995) : Climate Change, The science of climate change, J.T, Houghton, L.G, Meira Filho,, Callender B.A, N, Harris, A, Kattenberg, A, Maskell (eds), Cambridge University Press, Cambridge.

IPCC. - Special Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change 2012.

Matee, Département de l'Environnement, (2009) : Plan national de lutte contre le réchauffement climatique, Secrétariat d'État chargé de l'Eau et de l'Environnement, Rabat.

Ministère de l'Energie, des Mines, de l'Eau et de l'environnement. (2008) : Le risque d'inondation.

Observatoire National de l'Environnement du Maroc, (2001): Rapport sur l'état de l'environnement du Maroc , Secrétariat d'État chargé de l'Eau et de l'Environnement, Rabat, 66 p.

PNUD (2010) : Le défi climatique du XXI^{ème} siècle », Rapport Mondial sur le Développement Humain 2007-2008, New Yourk.

PNUE et PAM (2011) : Adaptation du système eau-énergie au changement climatique Rapport final ; Plan Bleu, Centre d'Activités Régionales (étude réalisée par Moulay el Hassan Badraoui et Mohamed Berdai).

Secrétariat d'État chargée de l'Eau et de l'Environnement, Département de l'Eau, (2009) : Étude de la stratégie nationale de l'eau. Rabat : SEEE.

Sites internet

- <https://vigilance.marocmeteo.ma>
- <https://www.gestionrisques.ma>
- www.meteofrance.com
- www.georisques.gouv.fr
- www.wetter3.de. Source des cartes météorologiques.
- <https://climatereanalyzer.org/about/datasets.php>
- <https://www.autaza.ma/DocumentsAUT/DocumentsUrbanisme/TAZA-PA/pataza.pdf>

- <https://www.autaza.ma/DocumentsAUT/DocumentsUrbanisme/TAZA/SDAU-TAZA.pd>
- <https://climate.northwestknowledge.net>
- <http://www.cru.uea.ac.uk/cru/data/nao.htm>
- <http://www.ub.es/gc/English/wemo.htm>

Logiciels

- Khronostat., (1998) : Logiciel d'analyse statistique de séries chronologiques. ORSTOM Ed. Paris. <http://www.hydrosiences.org/spip.php?article=239>.
- Excel 2013 (Analyse statistique)
- Excel Stat 2014 (Analyse statistique)
- Hyfran plus version 1.2 (Analyse statistique)
- Arc gis 10.3 (Cartographie)
- Google Earth pro

الخرائط المعتمدة

- الخرائط الطبوغرافية 1/50000 لتازة، عين بوقلال، عين البحيرة، أكنول، باب مروج، بني فراسن، المنزل، شرق فاس، مغراوة، مظمطة، رباط الخير، صفرو. تايناست، تاهلة .
- الخريطة الجيولوجية لسلسلة جبال الريف 1/500000 .
- صور الأقمار الصناعية (Landsat 8).
- الأحواض المائية للمغرب وخريطة العالم على شكل Shapefile.
- النموذج الرقمي للأراضي MNT (30 متر).
- **Cavallar ,W., (1950):** Esquisse préliminaire de la carte des sols du Maroc au 1/1500.000. Rabat 1950. https://esdac.jrc.ec.europa.eu/images/Eudasm/Africa/images/maps/download/afr_masoil.jpg

المصالح الإدارية

- عمالة إقليم تازة.
- الوكالة الحضرية بتازة.
- وكالة الحوض المائي لسبو.
- المديرية الإقليمية للتجهيز بتازة.
- المديرية الإقليمية للفلاحة.
- المندوبية السامية للتخطيط (إحصاء سنة 1994 – 2004 – 2014).

الملاحق :

ملحق رقم 1: ثمن المعطيات المتوفرة لدى وكالة حوض سبو

GRILLE DE REMUNERATION DES DONNEES ET PRESTATIONS FOURNIES PAR L'ABH SEBOU

(en DH)

Montant HT

		FREQUENCE		
		MENSUELLE	JOURNALIERE	HORAIRE
DONNEES HYDROCLIMATOLOGIQUES/point de mesure	LIEU			
PLUIE	PP, SH	500	1000	1500
HAUTEUR	SH	500	1000	1500
DEBIT	SH, PJP	500	1000	1500
TEMPERATURE, EVAPORATION	SH, PJP	200	200	200
BILAN HYDRAULIQUE	BGE	500	1000	1500

		FREQUENCE
		MENSUELLE ou PLUS
DONNEES HYDROGEOLOGIQUES/point de mesure	LIEU	
NIVEAU PIEZO	PZ	300
PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES	PM	

DONNEES (autres)	
FICHE POINT DEAU	500
CARTE PIEZOMETRIQUE/NAPPE	500
CARTE INONDATION	500
MONOGRAPHIE	500
BATYMETRIE DES BARRAGES/BARRAGE	1000

PP : POSTE PLUVIOMETRIQUE

SH : STATION HYDROLOGIQUE

PJP : POINTS DE JAUGEAGE PERIODIQUE

BGE: BARRAGE

PZ : PIEZOMETRE

PM: POINT DE MESURE

ASSISTANCE TECHNIQUE	
DEBITS DE PROJETS.	5000
ETUDE INONDABILITE/ DELIMITATION ZONES INONDABLES	5000
ESSAIS DE POMPAGE	5000
IMPLANTATION ET SUIVI DE FORAGE	2500
AVIS SUR L'ETUDE HYDROLOGIQUE ET LES PROJETS D'INVESTISSEMENT IMMOBILIERS, TOURISTIQUES et AGRICOLES.	1 DH/m ² avec un minimum par projet de 1000 DH

PROJETS EXONERES

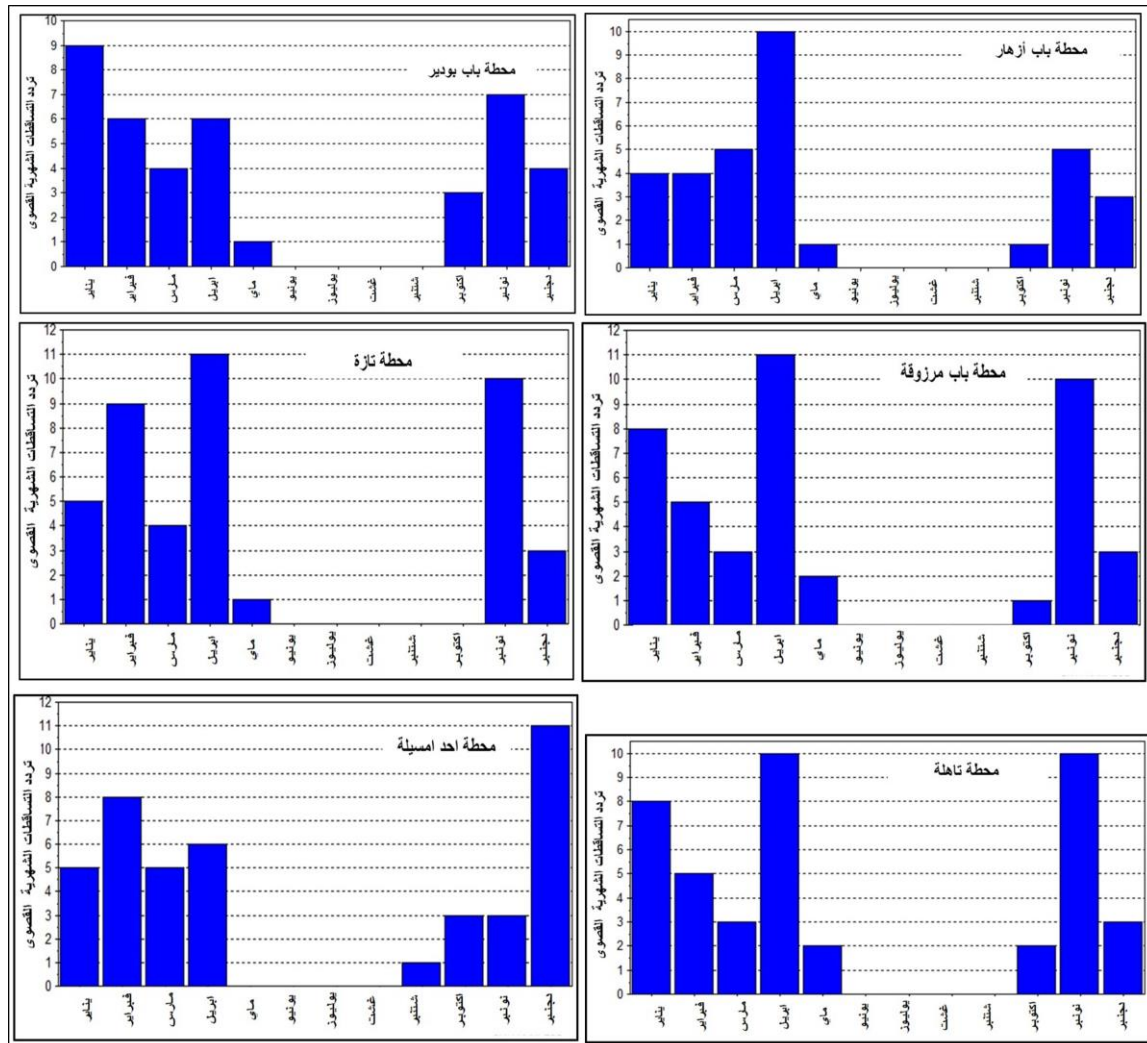
- PROJETS PRESENTES PAR DES ORGANISMES AVEC LESQUELS UNE CONVENTION DE PARTENARIAT D'ECHANGE DE DONNEES EXISTE
- PROJETS PRESENTES PAR DES ASSOCIATIONS A BUT NON LUCRATIF
- PROJETS A CARACTERE SOCIAL (habitat social, INDH,...)
- PROJETS D'HABITATIONS INDIVIDUELLES
- PROJETS D'ETABLES, DEPOTS AGRICOLES DONT LA SUPERFICIE EST INFERIEURE A 200 m²,

UNIVERSITES, ECOLES, INSTITUTS DE RECHERCHE

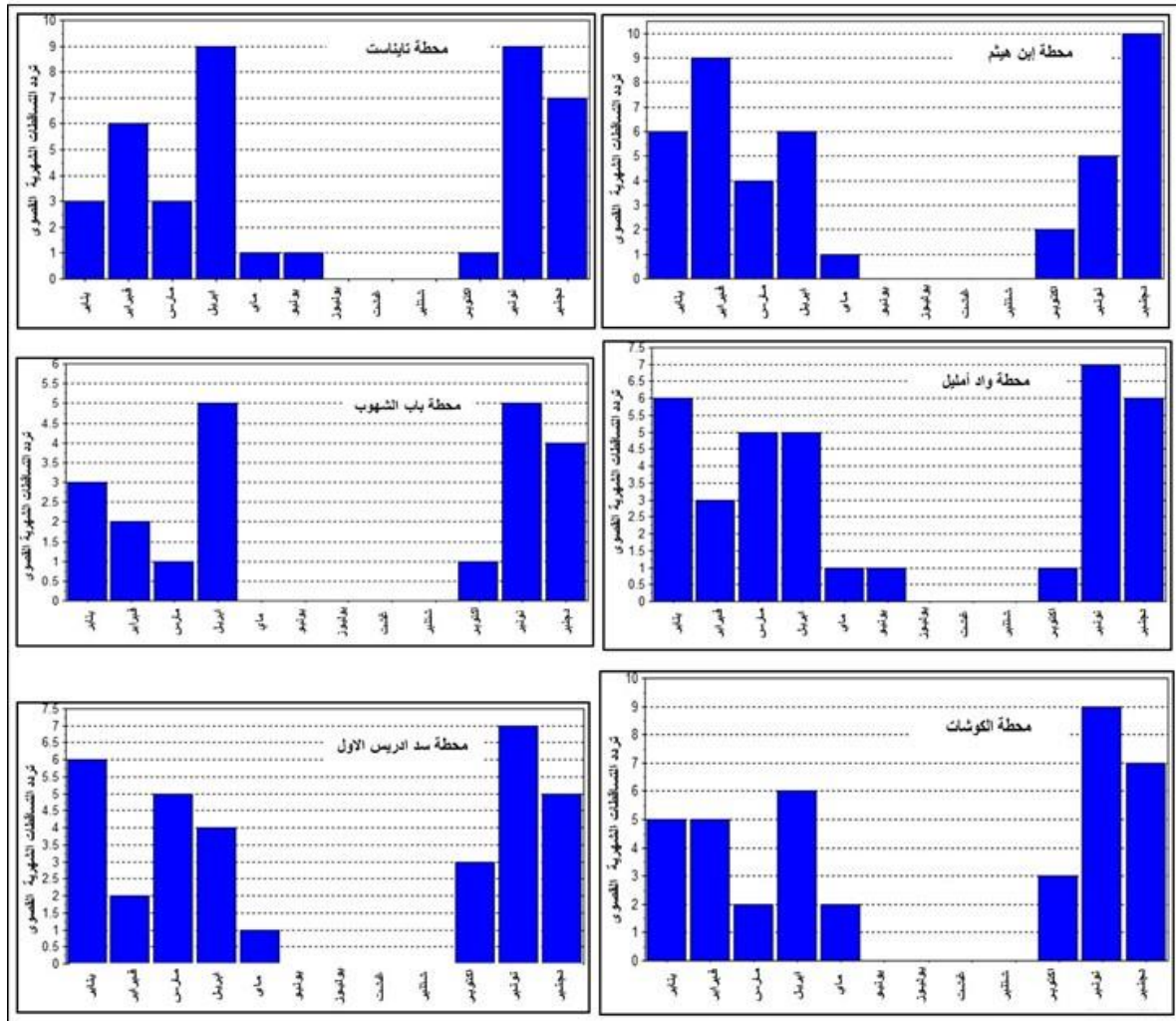
SONT EGALEMENT EXONERES LES UNIVERSITES, LES ECOLES D'INGENIEURS ET LES DIFFERENTS INSTITUTS DE RECHERCHE. CEPENDANT, LES SUJETS DE DOCTORAT DOIVENT FAIRE L'OBJET D'UNE CONVENTION ABHS/INSTITUTION PRECISANT L'OBJET, LES ENGAGEMENTS DE CHAQUE PARTIE ET LA PROPRIETE DES RESULTATS.

المصدر: وكالة الحوض المائي لسبو

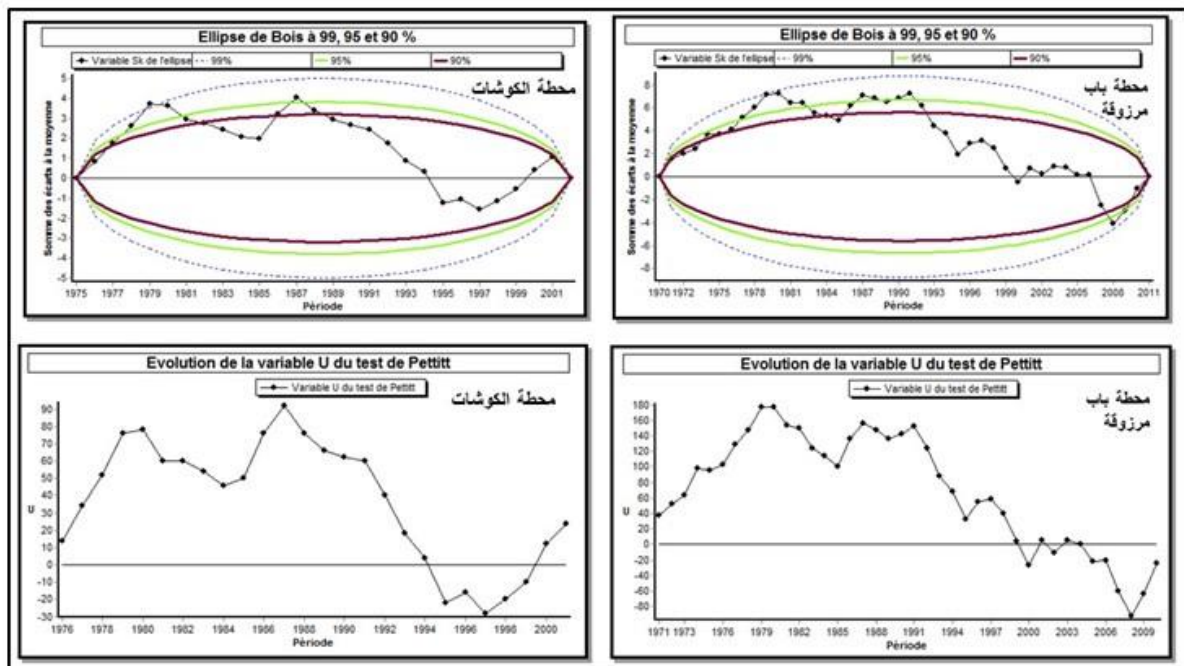
ملحق رقم 2: تردد قيم التساقطات المطرية القصوى الشهرية



ملحق رقم 2: تردد قيم التساقطات المطرية القصوى الشهرية (تتمة)



ملحق 3 : شكل إختبارات الإتجاه والإنقطاع للصبيب السنوي بالمحطات المدروسة



تأتي هذه المقابلة في إطار إعداد دكتوراه في الجغرافيا حول موضوع التغيرية الهيدرولوجية وتأثير الحالات المناخية القصوى بحوض ايناون، بهدف معرفة مدى ادراك السكان للمخاطر المصاحبة للظواهر المناخية القصوى (الجفاف والفيضانات)، وكذا الوقوف على التدابير المتخذة من طرف الساكنة للتكيف مع هذه المخاطر.

أسئلة المقابلة

- محل السكنى:.....
- الوحدة الجغرافية:..... إسم الدوار والجماعة:.....
- السن:.....
- المستوى الدراسي (الإبتدائي الإعدادي الثانوي الجامعي)
- نوع السكن: متجمع متفرق
 - 1. كم سنة وأنت تقطن في هذه الجماعة؟
 - منذ ولادتك:
 - منذ

أقل من 5 سنوات	بين 5 و10 سنوات	بين 10 و20 سنة	بين 20 و30 سنة	أكثر من 30 سنة

2. ماهي المخاطر الأكثر ترددا وتهديدا بمكان سكنك ؟ وما خصائص هذا الخطر؟

نوع الخطر	الأكثر تهديدا	الأكثر ترددا	خصائصه
الفيضانات			
الجفاف			
الصقيع			
البرد			
أنواع أخرى			

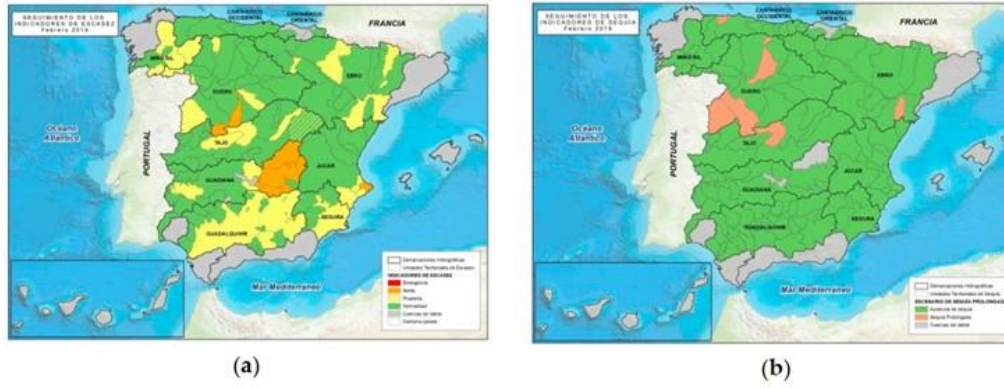
أولاً: خطر الفيضانات:

3. بالنظر الى الخسائر ومن خلال ما تتذكره ما هي السنوات التي عرفت أخطر الفيضانات ؟
4. أسم المجرى الذي تتأثر به
5. ما هو خطر الفيضانات الذي بقي راسخا في ذاكرتك من حيث الأضرار المترتبة
6. ماهي وسائل التي تستعملها للوقاية والتكيف مع الفيضانات ؟
7. هل تم إخباركم بحدوث الفيضانات كيف
8. هل تعطي اهتماما للنشرة الجوية وخاصة المتعلقة بالإنذار؟
9. ما رأيك في تدخلات الدولة للتخفيف من المخاطر المرتبطة بالفيضانات ؟
10. ما هو الإجراء ؟ بناء جدار تحويل المجرى.....إصلاح المجرى.....
11. الجهة المتدخلة
12. كيف كان نظام التساقطات المطرية من حيث كمية التساقطات المطرية وطول الفترة الزمنية ؟ (تساقطات موزعة على شهور السنة – تساقطات غزيرة مركزة في عدد قليل من الساعات)
13. منذ متى بدأ هذا التغير أو التحول؟

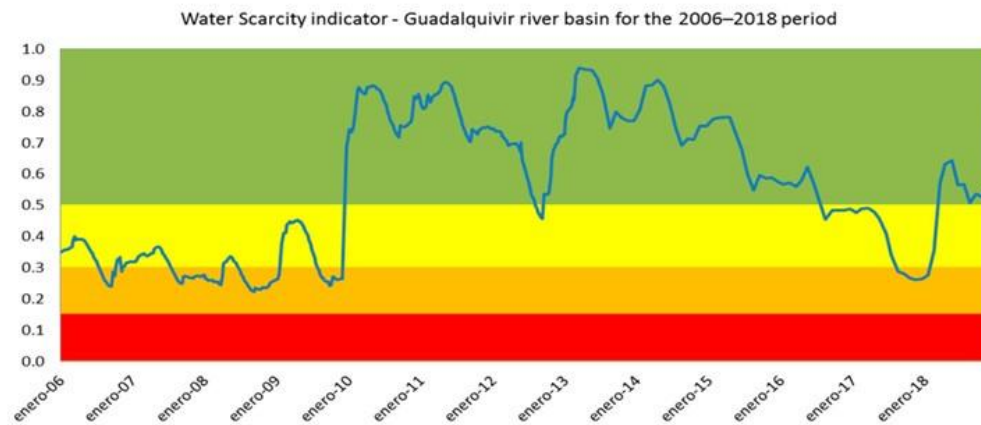
ثانياً: خطر الجفاف

14. من خلال ما تتذكره وبالنظر الى تأثير الجفاف على منابع المياه ما هي السنوات الأكثر جفافاً؟
15. ماهي وسائل التي تستعملها للوقاية والتكيف مع الجفاف ؟
16. ما مصدر المياه التي تلي منها احتياجاتك اليومية ؟
17. ما رأيك في تدخلات الدولة للتخفيف من المخاطر المرتبطة بالجفاف (خاصة ندرة الماء) ؟.....
18. الإجراء: الحفر..... تعميق..... تجهيز بوسائل الضخثقب.....
- الجهة المتدخلة
19. كيف هو التطور الزمني لأوضاع الجفاف خلال المدة التي قضيتها في محل سكنك (هل هناك تزايد او تناقص)؟
20. كيف كان وكيف أصبح التطور الزمني لنظام التساقطات المطرية (طول الفترة المطرة في السنة) ؟

ملحق رقم 5 : النظام الوطني لمؤشر الجفاف ونُدرة المياه في فبراير 2019 (المصدر 2019 Carmen ،



ملحق رقم 6 : مؤشر ندرة المياه في حوض نهر Guadalquivir بجنوب إسبانيا للفترة 2018-2006 (المصدر 2019 Carmen ،



- خريطة رقم 1: الموقع الجغرافي لحوض إيناون 13
- خريطة رقم 2: التوزيع الجغرافي للمحطات المعتمدة في الدراسة 35
- خريطة رقم 3: التوزيع الجغرافي للمحطات الهيدرولوجية بحوض إيناون 43
- خريطة رقم 4 : خريطة مبسطة لتضاريس حوض إيناون 55
- خريطة رقم 5: توزيع الارتفاعات بحوض إيناون 57
- خريطة رقم 6: توزيع الإنحدارات بحوض إيناون 60
- خريطة رقم 7: توجيه السفوح بحوض إيناون 64
- خريطة رقم 8: التكوينات الصخرية لحوض إيناون 67
- خريطة رقم 9: الشبكة الهيدروغرافية لحوض إيناون 72
- خريطة رقم 10: الحالة الجوية على مستوى السطح و 500 هكتوبسكال ليوم 10 فبراير 1985 82
- خريطة رقم 12: الحالة الجوية على مستوى السطح و 500 هكتوبسكال ليوم 5 دجنبر 1982 83
- خريطة رقم 11: الحالة الجوية على مستوى السطح و 500 هكتوبسكال ليوم 4 دجنبر 1982 83
- خريطة رقم 13: الحالة الجوية على مستوى السطح و 500 هكتوبسكال ليوم 10 يناير 1983 84
- خريطة رقم 15: الأنظمة السحابية وحالة الضغط عند مستوى 1015 هكتوبسكال ليوم 17-03-1986 85
- خريطة رقم 14: حالة الضغط عند مستوى 500 هكتوبسكال ليوم 17-03-1986 85
- خريطة رقم 17: الأنظمة السحابية وحالة الضغط عند مستوى 1015 هكتوبسكال ليوم 14-10-1989 86
- خريطة رقم 16: الضغط الجوي عند مستوى 500 هكتوبسكال ليوم 14-10-1989 86
- خريطة رقم 18: تأثير المنخفض الصحراوي على المغرب بتاريخ 11 غشت 2009 87
- خريطة رقم 19: أصناف التربة بحوض إيناون 94
- خريطة رقم 20: توزيع الأصناف الغابوية بحوض إيناون 99
- خريطة رقم 21: استعمال التربة بحوض إيناون 105
- خريطة رقم 22: التوزيع المجالي لمؤشر Michalet 114
- خريطة رقم 23: التوزيع المجالي للتساقطات المطرية بحوض إيناون حسب طريقة Krigeage 118
- خريطة رقم 24: التوزيع المجالي للتساقطات المطرية بحوض إيناون 204
- خريطة رقم 25: توزيع التساقطات المطرية اليومية المتراكمة خلال امتطاح 10 إلى 17 يناير 2010 258
- خريطة رقم 26: توزيع التساقطات المطرية اليومية المتراكمة خلال امتطاح 07 إلى 11 مارس 2010 259
- خريطة رقم 27: حالة الضغط عند مستوى 500 هكتوبسكال ليوم 14-01-2010 262
- خريطة رقم 28: الأنظمة السحابية وحالة الضغط عند مستوى 1015 هكتوبسكال ليوم 14-01-2010 262
- خريطة رقم 30: الأنظمة السحابية وحالة الضغط عند مستوى 1015 هكتوبسكال ليوم 08-03-2010 263
- خريطة رقم 29: حالة الضغط عند مستوى 500 هكتوبسكال ليوم 08-03-2010 263
- خريطة رقم 31: حالة الضغط عند مستوى 500 هكتوبسكال ليوم 21-11-1984 266
- خريطة رقم 32: الأنظمة السحابية وحالة الضغط عند مستوى 1015 هكتوبسكال ليوم 22-11-1984 266
- خريطة رقم 33: حالة الضغط عند مستوى 500 هكتوبسكال ليوم 01-12-1980 267

- خريطة رقم 34: الأنظمة السحابية وحالة الضغط عند مستوى 1015 هكتوبسكال ليوم 1980-12-01..... 267
- خريطة رقم 35: حالة الضغط عند مستوى 500 هكتوبسكال ليوم 1983-1-23..... 268
- خريطة رقم 36: الأنظمة السحابية وحالة الضغط عند مستوى 1015 هكتوبسكال ليوم 1983-1-23..... 268
- خريطة رقم 37: حالة الضغط عند مستوى 500 هكتوبسكال ليوم 2009-12-24..... 275
- خريطة رقم 38: الأنظمة السحابية وحالة الضغط عند مستوى 1015 هكتوبسكال ليوم 2009-12-24..... 275
- خريطة رقم 39: حالة الضغط عند مستوى 500 هكتوبسكال ليوم 1985-12-31..... 276
- خريطة رقم 40: الأنظمة السحابية وحالة الضغط عند مستوى 1015 هكتوبسكال ليوم 1985-01-01..... 276
- خريطة رقم 42: الأنظمة السحابية وحالة الضغط عند مستوى 1015 هكتوبسكال ليوم 1987-02-11..... 277
- خريطة رقم 41: حالة الضغط عند مستوى 500 هكتوبسكال ليوم 1987-02-11..... 277
- خريطة رقم 43: حالة الضغط عند مستوى 500 هكتوبسكال ليوم 1989-11-13..... 278
- خريطة رقم 44: الأنظمة السحابية وحالة الضغط عند مستوى 1015 هكتوبسكال ليوم 1989-11-13..... 278
- خريطة رقم 45: حالة الضغط عند مستوى 500 هكتوبسكال ليوم 1987-01-15..... 279
- خريطة رقم 46: الأنظمة السحابية وحالة الضغط عند مستوى 1015 هكتوبسكال ليوم 1987-01-15..... 279
- خريطة رقم 47: حالة الضغط عند مستوى 500 هكتوبسكال ليوم 1982-12-22..... 279
- خريطة رقم 48: الأنظمة السحابية وحالة الضغط عند مستوى 1015 هكتوبسكال ليوم 1982-12-22..... 279
- خريطة رقم 49: حالة الضغط عند مستوى 500 هكتوبسكال ليوم 1986-10-11..... 280
- خريطة رقم 50: الأنظمة السحابية وحالة الضغط عند مستوى 1015 هكتوبسكال ليوم 1986-10-11..... 280
- خريطة رقم 52: تذبذب شمال المحيط الأطلنطي الطور السلي..... 288
- خريطة رقم 51: تذبذب شمال المحيط الأطلنطي الطور الموجب..... 288
- خريطة رقم 53: متوسط الضغط الجوي عند المرتفع الأصوري والمنخفض الأيسلندي خلال شهور يناير فير اير ومارس سنة 1990..... 290
- خريطة رقم 54: متوسط الضغط الجوي عند المرتفع الأصوري والمنخفض الأيسلندي خلال شهور وديجنير، يناير وفبر اير سنة 1983..... 290
- خريطة رقم 55: متوسط الضغط الجوي عند المرتفع الأصوري والمنخفض الأيسلندي خلال شهور وديجنير، يناير وفبر اير سنة 2010..... 290
- خريطة رقم 56: متوسط الضغط الجوي عند المرتفع الأصوري والمنخفض الأيسلندي خلال شهور يناير، فير اير ومارس سنة 1996..... 292
- خريطة رقم 57: حالة الشدوذ في الدورة الهوائية المصاحبة للطور السلي لتأرجح غرب البحر الأبيض المتوسط. (B) تدل على الضغط المنخفض و (H) تدل على الضغط المرتفع وكلاهما بسطح الأرض..... 294
- خريطة رقم 58: حالة الشدوذ في الدورة الهوائية المصاحبة للطور الإيجابي لتأرجح غرب البحر الأبيض المتوسط. (B) تدل على الضغط المنخفض و (H) تدل على الضغط المرتفع وكلاهما بسطح الأرض..... 294
- خريطة رقم 59: الفرشات المائية المتساقطة بمختلف محطات حوض إيناون في الفترة ما بين سنتي 1970-1990/71-91..... 301
- خريطة رقم 60: الفرشات المائية المتساقطة بمختلف محطات حوض إيناون في الفترة ما بين سنتي 1991-1992/92-2011..... 302
- خريطة رقم 61: توزيع عدد ساكنة الحوض حسب إحصاء 1994..... 311
- خريطة رقم 62: عدد ساكنة حوض إيناون حسب إحصاء 2004..... 312
- خريطة رقم 63: توزيع عدد ساكنة الحوض حسب إحصاء 2014..... 313

- خريطة رقم 64: الأماكن المهددة بالفيضانات داخل حوض إيناون 317
- خريطة رقم 65: نموذج من خرائط اليقظة المناخية بالمغرب 369

رقم الشكل	لائحة الأشكال	رقم الصفحة
شكل رقم 1:	خطاطة توضح المنهجية المتبعة في الأطروحة	18
شكل رقم 2:	بنية الأطروحة	21
شكل رقم 3 :	المقاطع الطبوغرافية للمحطات المعتمدة في الدراسة	36
شكل رقم 4:	خط التراجع بين بعض المحطات داخل حوض إيناون	39
شكل رقم 5:	اختبار تجانس المعطيات المعتمدة بالاعتماد على الطريقة التراكمية	42
شكل رقم 6:	اختبار تجانس المعطيات المعتمدة بالاعتماد على طريقة تراكم المزدوج	43
شكل رقم 7:	علاقة متوسط الصبيب بمجاميع التساقطات المطرية السنوية بالمحطات المدروسة	47
شكل رقم 8:	منحنى فئات الارتفاع لحوض إيناون	58
شكل رقم 10:	المقطع الطولي لواد إيناون	76
شكل رقم 11:	متوسط الحرارة السنوي ببعض محطات حوض إيناون خلال الفترة ما بين 1970-71 / 2011-12	88
شكل رقم 12:	التوزيع الشهري لدرجات الحرارة بحوض إيناون 1970-71 / 2011-12	89
شكل رقم 13:	مؤشر كوسن Gaussen ببعض محطات حوض إيناون	90
شكل رقم 14:	النطاقات البيومناخية لحوض إيناون اعتمادا على مؤشر Emberger	92
شكل رقم 15:	وضعية الغطاء النباتي بحوض إيناون خلال فترات متباينة	96
شكل رقم 16:	العلاقة الخطية بين التساقطات والارتفاع	111
شكل رقم 17:	دائرة ترابط التساقطات المطرية السنوية (1970-71/11-2012) بالمحطات المدروسة	120
شكل رقم 18:	الاتجاه والمعدلات المتحركة للتساقطات المطرية السنوية بمحطات السفح الريف	122
شكل رقم 19:	الاتجاه والمعدلات المتحركة للتساقطات المطرية السنوية بمحطات السفح الأطلسي	123
شكل رقم 20:	انحراف التساقطات المطرية السنوية عن المعدل بمحطات السفح الريف	124
شكل رقم 21:	انحراف التساقطات المطرية السنوية عن المعدل بمحطات السفح الأطلسي	125
شكل رقم 22:	أنواع التغيرات المناخية (Barry et al, 2003 عن Hare, 1979)	126
شكل رقم 23:	اختبارات الاتجاه والإنقطاع المطبقة على المحطات المدروسة	130
شكل رقم 24:	تعديل تكراري للتساقطات المطرية السنوية بمحطتي باب بودير وتازة للفترة 1970-71 / 2012-13	133
شكل رقم 25:	نظام التساقطات بالسفح الريف	138
شكل رقم 26:	نظام التساقطات بمحطات السفح الأطلسي	140
شكل رقم 27:	التساقطات المطرية الشهرية المحتملة بالسفح الريف	144
شكل رقم 28:	التساقطات المطرية الشهرية المحتملة بمحطات السفح الأطلسي	146
شكل رقم 29:	تردد قيم التساقطات المطرية القصوى الشهرية بالسفح الأطلسي	151
شكل رقم 30:	تردد قيم التساقطات المطرية القصوى الشهرية بالسفح الريف	152
شكل رقم 31:	اتجاه عدد الأيام المطرة ببعض محطات إيناون	157

شكل رقم 32:	حدة التساقطات المطرية اليومية بالسفح الريفي	159
شكل رقم 33:	أيام التهاطل المطري بالسفح الريفي	161
شكل رقم 34:	حدة التساقطات المطرية اليومية بالسفح الاطلسي	163
شكل رقم 35:	أيام التهاطل المطري بالسفح الاطلسي	165
شكل رقم 36:	اتجاه التساقطات المطرية القصوى ببعض محطات إيناون	166
شكل رقم 37:	اختبار الاتجاه Mann kandell للتساقطات المطرية اليومية القصوى ببعض المحطات المدروسة	169
شكل رقم 38:	المسار السنوي لمتوسط الصبيب بعالية حوض إيناون	176
شكل رقم 39:	المسار السنوي لمتوسط الصبيب بساقلة حوض إيناون	177
شكل رقم 40:	اختبارات الاتجاه للصبيب السنوي بالمحطات المدروسة	179
شكل رقم 41:	اختبار CUSUM المطبق على المحطات المدروسة	181
شكل رقم 42:	تغيرية قيم الصبيب القصوى السنوية	183
شكل رقم 43:	تردد قيم الصبيب القصوى السنوية	185
شكل رقم 44:	نظام الصبيب الشهري بحوض إيناون	189
شكل رقم 45:	تطور متوسط الصبيب اليومي بحوض إيناون	195
شكل رقم 46:	الصبيب اليومي المرتب بالمحطات المدروسة	197
شكل رقم 47:	مقارنة قيم الصبيب اليومي المرتب	198
شكل رقم 48:	اتجاه الصبيب الأقصى اليومي	199
شكل رقم 49:	اختبار الاتجاه Mann Kendall للصبيب الأقصى بالمحطات المدروسة	201
شكل رقم 50:	الحصيلة المائية داخل التربة لبعض محطات إيناون	210
شكل رقم 51:	الانحراف النسبي لقيم تبخر النتج الفعلي عن المعدل ببعض محطات الحوض	211
شكل رقم 52:	بعض العوامل المسببة للظواهر المناخية القصوى بحوض إيناون	218
شكل رقم 53:	مؤشر التساقطات الموحد بالسفح الريفي في الفترة ما بين 1970-71 / 2012-13	221
شكل رقم 54:	مؤشر التساقطات الموحد بمحطات السفح الأطلسي للفترة الممتدة من 1970-71 / 2012-13	222
شكل رقم 55:	مؤشر الجفاف الموحد للتساقطات المطرية الشهرية بمحطة تازة 1970-71/2013-12	225
شكل رقم 56:	مؤشر الجفاف الموحد للتساقطات المطرية الشهرية بمحطة باب بودير 1974-73/2013-12	226
شكل رقم 57:	نسب إنحراف قيم الصبيب السنوية عن المتوسط وتردد قيم الصبيب	229
شكل رقم 58:	الشح الهيدرولوجي على المستوى الشهري بالمحطات المدروسة	232
شكل رقم 59:	تسوية الصبيب المحتمل بالمحطات المدروسة	237
شكل رقم 60:	استمرارية الشح الهيدرولوجي لـ 3 ، 10 و 30 يوما متتالية	239
شكل رقم 61:	الترابط الخطي بين الشح على المستوى اليومي VCD 3 ,VCD 30 وعلى المستوى الشهري Q.M:NA واليومي VCD 30	
شكل رقم 62:	التوزيع الشهري لعدد الامتطاحات بحوض إيناون	243
شكل رقم 63:	التطور الزمني للامتطاحات يناير ومارس 2010 بمحطة باب مرزوقة وابن هيثم وباب الشهب	246
شكل رقم 64:	مؤشر قوة الامتطاحات بالمحطات المدروسة	249
شكل رقم 65:	نماذج من قوانين التسوية المعتمدة في دراسة الصبيب الأقصى اللحظي	251

شكل رقم 66: تغيرية قيم الصبيب اليومي والتساقطات اليومية خلال شهور يناير، فبراير ومارس 2009-10.....	254
شكل رقم 67: مستويات الصبيب اللحظي بالامتطاحات المدروسة.....	256
شكل رقم 68: توزيع تردد الطقوس المستقرة والجافة حسب الشهور وذلك خلال سنة 82-1983.....	269
شكل رقم 69: توزيع عدد ترددات الطقوس ضد إعصارية المستقرة والجافة حسب الشهور خلال سنة 2006-07.....	272
شكل رقم 70: تغيرية مؤشرات الذبذبة الأطلسية الشمالية ومؤشر التساقطات الموحد بحوض إيناون للفترة الممتدة ما بين 1970-71 و 2012-13.....	291
شكل رقم 71: تغيرية مؤشرات الذبذبة المتوسطة ومؤشر التساقطات الموحد بحوض إيناون للفترة الممتدة من 1970-71 / 2012-13.....	296
شكل رقم 72 : الحصيلة المائية لبعض محطات حوض إيناون خلال فترتين متساويتين.....	306
شكل رقم 73: التغيرية البيسنوية لمردود الحبوب الرئيسة ومعدل التساقطات المطرية ببعض جماعات الحوض.....	309
شكل رقم 75 : سن الأفراد اللذين تم إجراء معهم المقابلة الشفوية.....	332
شكل رقم 74: المستوى التعليمي للأفراد اللذين تم إجراء معهم المقابلة الشفوية.....	332
شكل رقم 76: نسب تهديد وتردد مخاطر الجفاف والفيضانات للسكان المدروسة.....	333
شكل رقم 77: النسبة المئوية للأسر المزودة بالماء عبر الشبكة العمومية بالمنطقة الريفية لحوض إيناون.....	346
شكل رقم 78: إجراءات تدبير الجفاف وخطوات تنفيذها.....	350
شكل رقم 80: تهيئة وادي لغوريك وجعونة بمدينة تازة.....	374
شكل رقم 81: المشاريع المقترحة لتهيئة الشعبات بمدينة تاهلة.....	375
شكل رقم 82: مقترح تنظيمي لتدبير المخاطر الطبيعية.....	381
شكل رقم 83: اهتمام الساكنة المدروسة بالنشرة الجوية الإنذارية.....	384

رقم الجدول	لائحة الجداول	رقم الصفحة
جدول رقم 1: المعطيات الشهرية والسنوية المعتمدة في الدراسة.....		32
جدول رقم 2 : المعطيات الناقصة في السلاسل الزمنية للتساقطات المطرية المعتمدة في الدراسة.....		38
جدول رقم 3: معطيات الصبيب المعتمدة في البحث.....		44
جدول رقم 4: توزيع فئات الارتفاع بحوض إيناون.....		56
جدول رقم 5: تغير معامل الانحدار العام ب كلم / م.....		61
جدول رقم 6: تغير مؤشر الإشراف النوعي ب كلم / م.....		62
جدول رقم 7: رتب وأطوال المجاري بحوض إيناون.....		74
جدول رقم 8 : تطور عدد السكان بين 2004 و 2014 بالجماعات المنتمية لإقليم تازة.....		101
جدول رقم 9: تطور عدد السكان بين 2004 و 2014 بالجماعات المنتمية لإقليم صفرو.....		102
جدول رقم 10 : تطور عدد السكان بين 2004 و 2014 بالجماعات المنتمية لإقليم تاونات.....		102
جدول رقم 11 : تطور عدد السكان بين 2004 و 2014 بالجماعات المنتمية لعمالة فاس.....		103
جدول رقم 12: أصناف استغلال التربة بحوض إيناون.....		104
جدول رقم 13: التغيرية البيسنوية للتساقطات المطرية بالمحطات المدروسة للفترة 1970-71 / 2011-12.....		115
جدول رقم 14: المحطات المعتمدة في دراسة التوزيع المجالي للتساقطات المطرية بحوض إيناون.....		117

119.....	جدول رقم 15: جدول معامل الترابط Pearson بين المتغيرات الإحصائية
131.....	جدول رقم 16: نتائج اختبارات الاتجاه والانقطاع المطبقة على المعطيات المدروسة
134.....	جدول رقم 17: التهاطل المطري السنوي عند بعض المستويات من الاحتمال بـ ملم
136.....	جدول رقم 18: نسب توزيع التساقطات المطرية حسب الفصول بـ %
142.....	جدول رقم 19: معامل التغيرية النسبي للتساقطات المطرية الشهرية بالسفح الريفي
142.....	جدول رقم 20: معامل التغيرية النسبي للتساقطات المطرية الشهرية بالسفح الأطلسي
148.....	جدول رقم 21: نتائج اختبارات الانقطاع والاتجاه المطبقة على التساقطات الشهرية
149.....	جدول رقم 22: نتائج اختبارات الانقطاع والاتجاه المطبقة على التساقطات الشهرية (تتمة)
154.....	جدول رقم 23: معطيات التساقطات المطرية اليومية المعتمدة
155.....	جدول رقم 24: التوزيع الجغرافي لعدد الأيام المطيرة بحوض إيناون
156.....	جدول رقم 25: اختبارات الانقطاع والاتجاه للأيام المطيرة ببعض محطات إيناون
158.....	جدول رقم 26: نتائج اختبار الانقطاع والاتجاه لعدد الأيام الجافة بالمحطات المدروسة
168.....	جدول رقم 27: اختبارات الانقطاع والاتجاه المطبقة على التساقطات المطرية اليومية القصوى ببعض محطات إيناون
178.....	جدول رقم 28: بعض خصائص الجريان المائي بالمحطات المدروسة
180.....	جدول رقم 29: اختبارات الانقطاع والاتجاه للصبيب بمحطات حوض إيناون
186.....	جدول رقم 30: قيم الصبيب القصوى السنوية المحتملة وفترات الرجوع
188.....	جدول رقم 31: معامل التغيرية للصبيب الفصلي
190.....	جدول رقم 32: معامل التغيرية للصبيب الشهري
193.....	جدول رقم 33: نتائج اختبارات الانقطاع والاتجاه المطبقة على الصبيب الشهري
197.....	جدول رقم 34: قيم الصبيب اليومي المرتب بالمحطات المدروسة
198.....	جدول رقم 35: مقارنة قيم الصبيب اليومي المرتب بين فترتين
200.....	جدول رقم 36: اختبارات الانقطاع والاتجاه بالمحطات المدروسة
205.....	جدول رقم 37: متوسط الفرشة المائية المتساقطة بحوض إيناون خلال الفترة (1970- 71 / 2011- 12)
206.....	جدول رقم 38 : حصيلة الجريان بحوض إيناون (باب مرزوقة 71-70/11-12 ، الكوشات 75-76 / 01-02)
209.....	الحصيلة المائية ببعض محطات الحوض جدول رقم 39:
220.....	جدول رقم 40: فئات قساوة الجفاف من خلال (SPI)
227.....	جدول رقم 41: المتتاليات الجافة والحدة القصوى للجفاف بحوض إيناون
234.....	جدول رقم 42: مؤشر الجريان الأدنى بحوض إيناون
236.....	جدول رقم 43: قيم الصبيب المحتملة على فترات مختلفة بالمحطات المختلفة
248.....	جدول رقم 44: نتائج اختبارات الانقطاع والاتجاه بالمحطات المدروسة
250.....	جدول رقم 45: أهمية الامتطاحات بحوض إيناون
252.....	جدول رقم 46: الصبيب الأقصى اللحظي المحتمل بالمحطات المدروسة بـ م ³ /ث
257.....	جدول رقم 47: خصائص الجريان خلال الامتطاحات المدروسة
261.....	جدول رقم 48: قيم التساقطات المطرية اليومية القصوى المحتمل عودتها بالمحطات المدروسة
271.....	جدول رقم 49 : توزيع عدد ترددات الطقوس ضد إعصارية المستقرة والجافة حسب الشهور خلال سنة 1982-83

جدول رقم 50: المقادير المطرية الناتجة عن أصناف الطقس المضطربة خلال سنة 1982-83.....	271
جدول رقم 51: توزيع عدد ترددات الطقوس المضطربة حسب الشهور خلال سنة 2006-07.....	273
جدول رقم 52: الفعالية المطرية للطقوس المضطربة بالمحطات المدروسة خلال سنة 2006-07.....	274
جدول رقم 53: توزيع عدد ترددات الطقوس المضطربة حسب الشهور خلال سنة 1995-96.....	282
جدول رقم 54: الفعالية المطرية للطقوس المضطربة بالمحطات المدروسة خلال سنة 1995-96.....	282
جدول رقم 55: توزيع عدد ترددات الطقوس ضد إعصارية المستقرة والجافة حسب الشهور خلال سنة 1995-96.....	283
جدول رقم 56: توزيع عدد ترددات الطقوس المضطربة حسب الشهور خلال سنة 2010/09.....	284
جدول رقم 57: الفعالية المطرية للطقوس المضطربة بالمحطات المدروسة خلال سنة 2010-09.....	285
جدول رقم 58: توزيع عدد ترددات الطقوس ضد إعصارية المستقرة والجافة حسب الشهور خلال سنة 2010-09.....	285
جدول رقم 59: معامل الترابط بين مؤشر التساقطات الموحد ومؤشرات الذبذبة الأطلسية الشمالية.....	289
جدول رقم 60 : معامل الترابط بين مؤشر التساقطات الموحد ومؤشرات تأرجح غرب البحر الأبيض المتوسط.....	295
جدول رقم 61: الفرشات المائية المتساقطة بمختلف محطات الحوض في الفترة ما بين سنتي 1970-1990/71.....	299
جدول رقم 62: الفرشات المائية المتساقطة بمختلف محطات الحوض في الفترة ما بين سنتي 1991-1992/92.....	300
جدول رقم 63: مقارنة حصيلة الجريان بحوض إيناون (باب مرزوقة 71-70/90-91) ، (الكوشات 75-76/87-88).....	303
جدول رقم 64: مقارنة حصيلة الجريان بحوض إيناون (باب مرزوقة 91-92/92-11) ، (الكوشات 88-89/20-01).....	303
جدول رقم 65: الحصيلة المائية لبعض محطات حوض إيناون خلال فترتين متساويتين.....	305
جدول رقم 66: متوسط مردود الحبوب الرئيسة ومعامل الارتباط بالتساقطات المطرية ببعض جماعات حوض إيناون.....	307
جدول رقم 67 : النمو السكاني (بالنسمة) بمختلف جماعات وبلديات الحوض.....	314
جدول رقم 68: أهم حالات الفيضانات التي تعاقبت على المناطق التابعة لحوض إيناون خلال الفترة الممتدة من 1979 إلى سنة 2013.....	316
جدول رقم 69 : خلاصة خسائر فيضان 27-09-2000 بمدينة تازة.....	319
جدول رقم 70: الأضرار المترتبة عن فيضانات 14 يناير 2010.....	320
جدول رقم 71: الأضرار التي لحقت إقليم تازة على إثر فيضانات يناير 2010.....	322
جدول رقم 72: حفر الآبار ببعض جماعات حوض إيناون.....	343
جدول رقم 73: تدخلات وكالة حوض سبو في إطار تدبير الجفاف بحوض إيناون.....	342
جدول رقم 74: بعض الإجراءات العملية التي يمكن اتباعها لمواجهة آثار الجفاف.....	351
جدول رقم 75: الإجراءات الواجب تطبيقها خلال سيناريوهات الجفاف المختلفة والمقترحة من طرف وزارة البيئة الإسبانية.....	360
جدول رقم 76: أنواع الإجراءات المقترحة من طرف وزارة البيئة الإسبانية خلال سيناريوهات ندرة المياه المختلفة.....	360
جدول رقم 77: الإجراءات المتخذة لتدبير الجفاف بإسبانيا.....	362
جدول رقم 78: الأشغال المقترحة من طرف وكالة حوض سبوللوقاية من الفيضانات بحوض إيناون.....	374

رقم الصور	لائحة الصور	رقم الصفحة
-----------	-------------	------------

صورة رقم 1 : محطة الرصد المناخي بتازة.....	31
صورة رقم 2 : المحطة الهيدرولوجية بباب مرزوقة.....	31
صورة رقم 3: محطة احد امسيلة.....	31

31	صورة رقم 4: المحطة الهيدرولوغياية باب الشهب
31	صورة رقم 5: محطة الرصد المناخي بتايناست
31	صورة رقم 6: محطة باب بودير
44	صوررقم 7: المحطة الهيدرولوجية ابن هيثم
44	صوررقم 8: المحطة الهيدرولوجية باب الشهب
44	صورة رقم 9: جهاز قياس الصبيب باب الشهب
51	صورة رقم 10: مجال منبسط بجنبات واد لحضر على ارتفاع 459 متر
51	صورة رقم 11: إنبساط المجال ببلاد بوحلو بجنبات واد إيناون
52	صورة رقم 12: توضيح كتلة جبل تازكة
53	صورة رقم 13: التلال المنخفضة لمقدمة الريف
53	صورة رقم 14: الجبال السفلى بالمجال الريفى
53	صورة رقم 15: الجبال السفلى بالسفح الأطلسي
54	صوررقم 16: الجبال الوسطى الكتلية بالمجال الريفى (منطقة تايناست)
54	صوررقم 17: التلال العليا بمقدمة الريف (منطقة كهف الغار)
68	صورة رقم 18: مجرى واد إيناون
68	صورة رقم 19: واد لحضر في الفترة الربيعية بالساقلة
68	صورة رقم 20: واد لحضر في الفترة الربيعية بالعالية
69	صورة رقم 21: واد الأربعاء في الساقلة
69	صورة رقم 22: واد الأربعاء في العالية
73	صورة رقم 23: سد إدريس الأول
73	صورة رقم 24: سد باب لوطا
97	صورة رقم 25: شجر الأرز بجبل تازكة
97	صورة رقم 26: منظر للغطاء الغابوي بالمنزه الوطني لتازكة
98	صورة رقم 27: منظر للغطاء الغابوي بمرتيشة (غابة تايناست)
212	صورة رقم 28: انتشار الزراعة السقوية بالقرب من واد لحضر
212	صورة رقم 29: انتشار الزراعة السقوية بجوار واد إيناون
245	صورة رقم 30: امتطاح واد الأربعاء خلال يوم 14 مارس 2008 عند المدخل الغربى لتازة
245	صورة رقم 31: امتطاح واد تازة خلال يوم 14 مارس 2008 عند قنطرة دوار الجديد
245	صورة رقم 32: امتطاح بساقلة واد لحضر خلال يوم 20 يناير 2010
245	صورة رقم 34: امتطاح بعالية واد إيناون خلال يوم 20 يناير 2010
318	صورة رقم 35: فيضان 27 شتنبر 2000 بدوار الملحة
318	صورة رقم 36: فيضان واد الأربعاء بتاريخ 27 شتنبر 2000
321	صورة رقم 37: فيضان واد لغويرغ بالقرب من الكلية المتعددة التخصصات
321	صورة رقم 38: دوار الشلوح بعد فيضان 2010/01/14
323	صورة رقم 39: أهمية الفيضان المسجل بتاريخ 09 مارس 2010 بالمركز الحضري لواد أمليل

- صورة رقم 40: غمر بعض المنازل بفعل فيضان 09 مارس 2010 بواد أمليل 323
- صورة رقم 41: إنبهار القنطرة بفعل فيضان واد لحضر سنة 1969 334
- صورة رقم 42: عين تاريش بعد إصلاحها سنة 2006 (دوار واد لحضر) 341
- صورة رقم 43: عين جردة بعد إصلاحها سنة 2015 (جماعة باب مروج) 341
- صورة رقم 44: خزان المياه بدوار واد لحضر جماعة أحد امسيلة 344
- صورة رقم 45: سقاية بجماعة بني لنت 344
- صورة رقم 46: سقاية عمومية بجماعة أحد امسيلة 344
- صورة رقم 47: توضح سد باب لوطا بإقليم تازة 345
- صورة رقم 48: سقاية عمومية بدوار واد لحضر 352
- صورة رقم 49: الصهاريج المستعملة لنقل المياه لبعض الدواوير 353
- صورة رقم 50: القنينات المستعملة من طرف السكان لمواجهة جفاف فصل الصيف 353
- صورة رقم 51: قناة تصريف مياه واد جعونة لحماية حي القدس 1 من الفيضانات 377
- صورة رقم 52: جدار لحماية الحي الصناعي من الفيضانات واد جعونة 377
- صورة رقم 53: جدار لحماية مركز عين بوقلال من فيضانات واد الأربعاء 378
- صورة رقم 54: جدار لحماية مركز بني فتاح من فيضانات واد الأربعاء 378
- صورة رقم 55: تهدم القناة المنجزة على شعبة المسيرة بمدينة تاهلة 384
- صورة رقم 56: توضع الأتربة داخل شعبة النهضة بعد إصلاحها 385

رقم الملاحق	لائحة الملاحق	رقم الصفحة
ملحق رقم 1: ثمن المعطيات المتوفرة في وكالة الحوض المائي لسبو.....	407	
ملحق رقم 2: تردد قيم التساقطات المطرية القصوى الشهرية.....	408	
ملحق رقم 3: ملحق رقم 2: تردد قيم التساقطات المطرية القصوى الشهرية.....	409	
ملحق رقم 4 : أسئلة المقابلة المعتمدة.....	410	
ملحق رقم 5 : النظام الوطني لمؤشر الجفاف وندرة المياه في فبراير 2019.....	412	
ملحق رقم 6 : مؤشر ندرة المياه في حوض نهر Guadalquivir بجنوب إسبانيا للفترة 2006-2018.....	412	

فهرس الأطروحة

2.....	إهداء.....
3.....	كلمة شكر.....
4.....	الملخص:.....
6.....	Résumé.....
8.....	Abstract.....
9.....	1 . مقدمة عامة.....
11.....	2 . تحديد موضوع البحث وأهميته.....
12.....	3. تقديم مجال الدراسة.....
14.....	4. إشكالية البحث.....
15.....	5 . أهداف البحث وفرضياته.....
16.....	6. منهجية البحث وطريقة تحليله.....
16.....	1.6. المناهج المعتمدة في البحث.....
18.....	2.6. الأدوات المعتمدة في الأطروحة.....
20.....	7 . مضامين ومحتويات البحث.....
21.....	8. المفاهيم المؤطرة للبحث.....

القسم الأول :

الإشكالات المنهجية، وضعية المعطيات الهيدرومطرية

24.....	والإطار الطبيعي والمناخي والبشري لحوض إيناون.....
25.....	مقدمة القسم الأول.....

الفصل الاول :

26.....	مناقشة العمل البيبليوغرافي ووضعية المعطيات.....
26.....	مقدمة.....
26.....	1.1. مناقشة العمل البيبليوغرافي.....
26.....	1.1.1. مناقشة البيبليوغرافيا التي تناولت التغيرية الهيدرومطرية.....
26.....	1.1.1.1. تغيرية التساقطات المطرية.....
29.....	2.1.1.1. تغيرية الصبيب.....
30.....	2.1.1. مناقشة البيبليوغرافيا التي تناولت الظواهر المناخية القصوى.....
31.....	3.1.1. البيبليوغرافيا التي تناولت المجال المدروس.....
31.....	2.1. وضعية المعطيات ودرجة تمثيليتها.....
31.....	1.2.1. محطات قياس التساقطات المطرية.....
34.....	2.2.1. محطات القياس لا تغطي الحوض بشكل أمثل.....
37.....	3.2.1. جرد مقاييس التساقطات المطرية الناقصة (الثغرات).....
37.....	4.2.1. تقدير مقاييس التساقطات المطرية الناقصة بالمحطات المعتمدة.....

39.....	5.2.1. الدراسة النقدية للمعطيات المستعملة
40	1.5.2.1 البحث في درجة تجانس المعطيات المعتمدة
44	2.5.2.1 وضعية معطيات الصبيب المعتمدة ومددها الزمنية
47	3.5.2.1 معطيات هيدرولوجية تشوبها عدة معوقات
47	4.5.2.1 التحقق من مصداقية المعطيات الهيدرولوجية
48.....	خلاصة الفصل الأول.....

الفصل الثاني :

تقديم الإطار الفيزيوغرافي، التضاريسي،

49.....	والجيومرفولوجي لحوض إيناون
49.....	مقدمة
49.....	1.2. الخصائص الفيزيوغرافية لحوض إيناون
49.....	1.1.2. الخصائص الهندسية للحوض
49	1.1.1.2 المساحة والمحيط
50	2.1.1.2 مؤشر التراص
50	3.1.1.2 المستطيل المعادل
51.....	2.2. العناصر التضاريسية لحوض إيناون.....
51.....	1.2.2. توزيع الوحدات التضاريسية
52	1.1.2.2 المجال الأطلسي
52	2.1.2.2 المجال الريفي
56.....	2.2.2. يتميز حوض إيناون بارتفاعات مهمة
56	1.2.2.2. توزيع مستويات الارتفاع بالحوض
58	1.2.2.2. دراسة منحنى الارتفاع
59.....	3.2.2. تغطي على الحوض انحدارات قوية.....
59	1.3.2.2 متوسط الانحدار داخل الحوض
61	2.3.2.2 معامل الانحدار العام
60	3.3.2.2 الاشراف النوعي
60.....	4.2.2. توجيه السفوح وآثاره الرطوبة والحرارية.....
65.....	3.2. الخصائص الجيولوجية والبنوية للحوض
65.....	1.3.2. تمتاز جيولوجيا الحوض بالتنوع
65.....	2.3.2. التكوينات الصخرية داخل الحوض
65	1.2.3.2 تكوينات السفح الريفي
66	2.2.3.2 تكوينات سفوح الأطلس المتوسط
68.....	4.2. الخصائص الهيدروغرافية لحوض إيناون
68.....	1.4.2. شبكة هيدروغرافية متباينة حسب نوعية السطح
68	1.1.4.2. ورافد الضفة اليمنى لواد إيناون

70	2.1.4.2 . روافد الضفة اليسرى لواد إيناون
71	2.4.2. مميزات شبكة التصريف المائي داخل الحوض
71	1.2.4.2. طريقة اختيار الرتب النهري
73	2.2.4.2. كثافة التصريف
75	3.2.4.2. التكرار النهري
76	4.2.4.2. المقطع الطولي
77	خلاصة الفصل الثاني:

الفصل الثالث :

الخصائص المناخية والبيومناخية

79	والبشرية العامة لحوض إيناون
79	مقدمة
79	1.3. العوامل الجغرافية والجوية المؤثرة في مناخ الحوض
79	1.1.3. أثر العوامل الجغرافية في العناصر المناخية
77	1.1.1.3. تأثير الموقع العرضي في الحرارة والتساقطات المطرية
79	2.1.1.3. تأثير عامل القارية في الفوارق الحرارية
80	3.1.1.3. تأثير عامل التضاريس في الاختلافات الحرارية والمطرية
80	2.1.3. خصائص الدورة الهوائية العامة فوق الحوض
80	1.2.1.3. تعتبر التيارات الغربية العلوية أهم محرك للدورة الهوائية
81	2.2.1.3. تعد العروض شبه المدارية أهم مجال تأثير في شمال غرب إفريقيا
80	3.2.1.3. مراكز التأثير الجوية المتحركة في مناخ المغرب
80	1.3.2.1.3. مرتفع الأصور يعتبر أهم مركز فعال في أنواع الطقس المستقرة
81	2.3.2.1.3. دور مرتفع سيبريا الحراري خلال الفترة الشتوية
82	3.3.2.1.3. أثر مرتفع الشمال الإفريقي في الطقس المستقرة الدافئة الشتوية
82	4.3.2.1.3. منخفض إيسلندا أهم مركز تأثير بشمال المحيط الأطلسي
83	5.3.2.1.3. دور المنخفضات المحلية فوق المغرب وبالمحيط المجاور
84	6.3.2.1.3. المنخفض الصحراوي وأثره في الرفع من درجات الحرارة خلال فصل الصيف
87	2.3. الإطار البيومناخي لحوض إيناون
87	1.2.3. الاختلافات الحرارية بالحوض
87	1.1.2.3. دراسة متوسط الحرارة السنوي
89	2.1.2.3. خصائص النظام الحراري (الحرارة الدنيا والعليا والمتوسطة)
90	2.2.3. مؤشرات الرطوبة والجفاف بحوض إيناون
90	1.2.2.3. الفترة الجافة حسب مؤشر Gaussen
91	2.2.2.3. حاصل Emberger
91	3.2.3. توزيع المستويات البيومناخية داخل الحوض
91	1.3.2.3. تتنوع أصناف التربة بحوض إيناون

93	2.3.2.3 غطاء نباتي ضعيف مما يزيد من حدة الجريان
97	3.3.2.3 المنطقة الأطلسية
98	4.3.2.3 المنطقة الريفية
100	3.3 الخصائص البشرية المميزة لحوض إيناون
100	1.3.3 يعرف حوض إيناون نمو ديمغرافي مضطربا
100	1.1.3.3 1. الجماعات التابعة لإقليم تازة
100	2.1.3.3 2. الجماعات التابعة لإقليم صفرو
100	3.1.3.3 3. الجماعات التابعة لإقليم تاونات
100	4.1.3.3 4. الجماعات التابعة لعمالة فاس
101	2.3.3 انخفاض الكثافة السكانية بحوض إيناون حسب إحصاء 2014
101	3.3.3 تتركز أهم التجمعات البشرية بجنابت واد إيناون
102	4.3.3 النشاط الاقتصادي الممارس من طرف ساكنة حوض إيناون
102	1.4.3.3 1. يعتمد معظم السكان على الأنشطة الفلاحية
104	2.4.3.3 2. تعتبر تربية الماشية من أهم الأنشطة الاقتصادية بالمنطقة
104	خلاصة الفصل الثالث
108	خاتمة القسم الأول
	القسم الثاني :
107	دراسة التغيرية المطرية والهيدرولوجية بحوض إيناون
110	مقدمة القسم الثاني
	الفصل الأول
	يعرف حوض إيناون تغيرية مطرية سنوية مهمة
111	و اتجاهها نحو الانخفاض
111	مقدمة
111	1.1 يعرف التهاطل المطري السنوي تباينا مجاليا
111	1.1.1 1. تلعب التضاريس دورا أساسيا في التباين المجالي للتساقطات المطرية
112	2.1.1 2. تأثير القارية على التساقطات المطرية حسب مؤشر Michalet
115	3.1.1 3. التوزيع المجالي للتساقطات المطرية
115	1.3.1.1 1. المنهجية المتبعة
116	2.3.1.1 2. التوزيع المجالي لمتوسط التهاطل المطري السنوي
119	3.3.1.1 3. تحديد المحطات المتجانسة مناخيا بحوض إيناون
121	2.1 دراسة التوزيع الزمني للتساقطات المطرية
121	1.2.1 1. شهد التطور البيسنوي للأمطار تواتر الفترات الجافة والرطبة
121	1.1.2.1 1. دراسة طريقة المتوسطات المتحركة
124	2.1.2.1 2. دراسة معامل الانحراف عن المعدل النسبي
126	2.2.1 2. دراسة اتجاه واختبارات الانقطاع على مستوى التساقطات المطرية السنوية

126	1.2.2.1. التعريف بالمفاهيم وبمنهجية تشخيص اتجاه التساقطات المطرية.....
127	2.2.2.1. نتائج تطبيق مستقيم الاتجاه بطريقة المربعات الصغرى.....
128	3.2.2.1. اختبارات الانقطاع داخل السلاسل الزمنية للتساقطات المطرية السنوية.....
132	1.3.2.2.1. تفسير طريقة اختبار الاتجاه Mann Kendall
132	2.3.2.2.1. النتائج المحصل عليها من خلال هذه الطريقة.....
133	3.1. دراسة احتمال التساقطات المطرية السنوية.....
133	1.3.1. الطرق المعتمدة في الدراسة.....
134	2.3.1. تقدير القيم المحتملة السنوية.....
135	خلاصة الفصل الأول.....

الفصل الثاني :

136	التغيرية المجالية والزمنية لنظام التساقطات المطرية.....
136	مقدمة.....
137	1.2. يعرف نظام التهاطل المطري شكلا مختلفا ما بين السفح الريفي والأطلسي
137	1.1.2. نظام التساقطات بالسفح الريفي.....
139	2.1.2. نظام التساقطات بالسفح الأطلسي.....
141	2.2. يتأثر معامل التغيرية المطري بالتوزيع المجالي للتساقطات المطرية.....
141	1.2.2. معامل التغيرية النسبي بالمجال الريفي.....
142	2.2.2. معامل التغيرية النسبي بالمجال الأطلسي.....
142	3.2. التساقطات المطرية المحتملة.....
143	1.3.2. التهاطل الشهري المحتمل بالمجال الريفي.....
145	2.3.2. التهاطل الشهري المحتمل بالمجال الأطلسي.....
	4.2. تبين اختبارات الانقطاع والاتجاه للسلاسل الزمنية للتساقطات المطرية السنوية وجود انخفاض في
147	التساقطات المطرية الشهرية.....
150	5.2. ترددات قيم التساقطات مطرية شهرية العليا.....
153	خلاصة الفصل الثاني.....

الفصل الثالث:

154	دراسة التساقطات المطرية اليومية.....
154	مقدمة.....
154	1.3. المعطيات المعتمدة في دراسة التساقطات اليومية.....
155	2.3. دراسة عدد الأيام المطيرة خلال السنة.....
155	1.2.3. عدد الأيام الممطرة بالسفح الريفي.....
155	2.2.3. عدد الأيام الممطرة بالسفح الأطلسي.....
156	3.2.3. التطور الزمني للأيام المطيرة.....
158	3.3. دراسة حدة المقادير اليومية.....
158	1.3.3. نظام حدة المقادير اليومية بالمجال الريفي.....

2.3.3. نظام حدة المقادير اليومية بالسفح الأطلسي.....	162
4.3. دراسة التساقطات المطرية القصوى بحوض إيناون	165
1.4.3. تتسم التساقطات المطرية اليومية القصوى بحوض إيناون بتغيرية كبيرة.....	165
2.4.3. تبين اختبارات الانقطاع والاتجاه وجود ارتفاع في قيم التساقطات المطرية القصوى اليوم	
.....	167
خلاصة الفصل الثالث	169
خاتمة القسم الثاني	171
القسم الثالث:	
خصائص التصريف الهيدرولوجي لحوض إيناون	172
مقدمة القسم الثالث	173
الفصل الأول:	
يعرف الصبيب السنوي بحوض إيناون بتغيرية	175
زمنية ومكانية كبيرة.....	175
.....	175
1.1. يعرف متوسط الصبيب تعاقب فترات الوفرة والندرة المائية.....	175
1.1.1. متوسط الصبيب بمحطات حوض إيناون الأعلى	175
2.1.1. متوسط الصبيب بسافة الحوض (محطة الكوشات)	177
2.1. يعرف معامل التغيرية اختلافا بين المحطات المدروسة.....	178
3.1. يبرز التطور الزمني تدني متوسط الصبيب السنوي بحوض إيناون.....	178
1.3.1. تبين اختبارات الانقطاع والاتجاه وجود انخفاض في الصبيب السنوي.....	178
2.3.1. تبين طريق CUSUM وجود انخفاض في متوسطات الصبيب السنوي.....	180
4.1. دراسة قيم الصبيب السنوي الأقصى ودرجة ترددها.....	181
1.4.1. ترددات قيم الصبيب القصوى السنوية	182
2.4.1. احتمال الصبيب الأقصى السنوي.....	185
خلاصة الفصل الأول.....	187
الفصل الثاني	
يعرف النظام الهيدرولوجي تأثيرا واضحا للتغيرية	
المناخية ولطبيعة الجريان السطحي للمجالين الريفي والأطلسي	188
.....	188
1.2. يتميز متوسط الصبيب الفصلي والشهري بتأثير نظام الجريان بالسفح الريفي والأطلسي.....	188
1.1.2. يعرف متوسط الصبيب الفصلي هيمنة لنظام هيدرومطري شتوي بالمجال الريفي مقارنة مع	
المجال الأطلسي	189
2.2. تبين اختبارات الانقطاع والاتجاه وجود انخفاض في الصبيب الشهري	192
3.2. دراسة التصريف اليومي للصبيب المائي بحوض إيناون	194
1.3.2. متوسط الصبيب اليومي خلال السنوات الرطبة.....	194

2.3.2. متوسط الصبيب اليومي خلال السنوات الجافة.....	196
4.2. تطور متوسط الصبيب اليومي.....	196
1.4.2. دراسة الصبيب اليومي المرتب.....	196
2.4.2. يظهر تطور الصبيب الأقصى اليومي وجود ارتفاع في قيمه.....	199
5.2. تؤكد اختبارات الاتجاه والانقطاع وجود ارتفاع في الصبيب الأقصى اليومي.....	200
خلاصة الفصل الثاني :	200

الفصل الثالث:

حساب الفرشة المائية المتساقطة وحصيلة الجريان بحوض إيناون.....	202
مقدمة.....	202
1.3. تحليل خريطة التهاطل المطري.....	202
1.1.3. طريقة إنجاز خريطة للتساقطات المطرية للحوض.....	202
2.1.3. توزيع التهاطل المطري بالحوض.....	202
2.3. الفرشة المائية المتساقطة بالحوض.....	204
3.3. الفرشة المائية الجارية بالحوض.....	205
4.3. عجز الجريان بالحوض والعوامل المؤثرة فيه.....	205
1.4.3. ارتفاع في عملية تبخر النتح.....	205
2.4.3. التغيير البيسنوي لتبخر النتح الفعلي ببعض محطات الحوض.....	210
3.4.3. الاستغلال المكثف لمياه الأودية من أجل النشاط الفلاحي.....	212
5.3. معامل الجريان داخل الحوض.....	211
خاتمة الفصل الثالث.....	212
خاتمة القسم الثالث.....	214

القسم الرابع:

الظواهر المناخية القصوى، أثارها وتديرها بحوض

إيناون.....	214
مقدمة القسم الرابع.....	216

الفصل الأول:

دراسة فترات الشح المائي والوفرة الهيدرولوجية بحوض إيناون.....	217
مقدمة.....	217
1.1. ترتبط فترات الندرة المائية باستفحال ظاهرة الجفاف المناخي.....	219
1.1.1. تعريف ظاهرة الجفاف المناخي والشح الهيدرولوجي.....	219
2.1.1. يظهر مؤشر التساقطات الموحد طول امتداد الفترات الجافة داخل السلاسل الزمنية ...	219
3.1.1. تتميز المتتاليات الجافة بطول امتدادها الزمني.....	221
4.1.1. يعتبر الجفاف الهيدرولوجي كنتيجة لتوالي سنوات الجفاف المناخي.....	228
1.4.1.1. يبين معامل انحراف متوسط الصبيب السنوي تردد أكثر لسنوات الجفاف.....	228
2.4.1.1. دراسة الشح المائي بحوض إيناون.....	230

231.....	1.2.4.1.1. الشح الهيدرولوجي على المستوى الشهري (Q.M.N.A)
233.....	2.2.4.1.1. مؤشر الجريان الأدنى (IEB)
235.....	3.2.4.1.1. قيم صبيب الشح القصوى اليومية (Q.M.I.N)
235.....	4.2.4.1.1. الشح المحتمل بالمحطات المدروسة
237.....	5.2.4.1.1. الشح الهيدرولوجي على المستوى اليومي (V.C.Nd)
241	2.1. دراسة الامتطاحات المائية بحوض إيناون
241	1.2.1. تعريف ظاهرة الامتطاحات المائية.....
242	2.2.1. المنهجية المتبعة في تحديد صبيب الإمتطاح.....
242	3.2.1. التوزيع الفصلي والشهري للامتطاحات المائية.....
243	4.2.1. دراسة الامتطاحات على المستوى الزمني
242.....	1.4.2.1. المسار الزمني للامتطاحات بحوض إيناون
246.....	2.4.2.1. نتائج اختبارات الإنقطاع والاتجاه.....
247.....	3.4.2.1. تتميز امتطاحات حوض إيناون بالقوة.....
250.....	5.4.2.1. تسوية الصبيب الأقصى اللحظي.....
252	5.2.1. دراسة بعض الفيضانات التي عرفها حوض إيناون
252.....	1.5.2.1. تقديم نماذج الفيضانات المدروسة.....
255.....	2.5.2.1. تشكل الامتطاحات المدروسة وتطورها.....
257.....	3.5.2.1. توزيع التساقطات المطرية اليومية خلال الامتطاحات.....
260.....	4.5.2.1. قيم التساقطات المطرية القصوى اليومية المحتملة بالمحطات المدروسة وفترة عودته.....
262.....	4.5.2.1. دراسة الحالة الجوية المسؤولة عن الامتطاحات المدروسة.....
262.....	1.4.5.2.1. الحالة الجوية ليوم 2010-01-14.....
262.....	2.4.5.2.1. الحالة الجوية ليوم 2010-03-8.....
263	خاتمة الفصل الاول

الفصل الثاني:

265	الظواهر المناخية القصوى وعلاقتها بآليات الدورة الهوائية.....
264	مقدمة.....
265	1.2. ترتبط حالات الجفاف المناخي بالحوض بتردد واستفحال الطقوس الجوية المستقرة
265	1.1.2. أصناف الطقوس المستقرة فوق الحوض.....
266.....	1.1.1.2. الطقس ضد الإعصاري النطاقي.....
266.....	2.1.1.2. الطقس المستقر القاري الشمالي الشرقي.....
267.....	3.1.1.2. نظام الطقس المستقر القاري الشرقي أو الجنوبي الشرقي (الشرقي).....
268	2.1.2. بعض حالات الجفاف وعلاقتها بميكانيزمات الدورة الهوائية.....
268.....	1.2.1.2. دراسة حالة سنة 1982-83.....
	1.1.2.1.2. تميزت سنة 1982-83 بسيادة أنماط طقسية ضد إعصارية مستقرة وجافة
269.....	مما أدى إلى حدوث جفاف إستثنائي بحوض إيناون

- 2.1.2.1.2. ساهم كل من الطقوس المضطربة وضعف حصصها المطرية في تفاقم حالة الجفاف خلال سنة 82-1983 270
- 2.2.1.2. دراسة حالة سنة 2006-07 271
- 1.2.2.1.2. ارتبط جفاف 2006-07 بسيادة طقس من نوع ضد إعصاري نطاق 271
- 2.2.2.1.2. كان لقلة الطقوس المضطربة وضعف فعاليتها المطرية أثر بالغ في تفاقم حالة الجفاف 272
- 2.2. ينتج عن الطقوس الجوية المضطربة نشاط هيدرولوجي داخل الحوض 273
- 1.2.2. أصناف الطقوس المضطربة المسؤولة في حدوث الحالات الجوية الرطبة بالحوض 275
- 1.1.2.2. الاضطرابات الغربية النطاقية السريعة 275
- 2.1.2.2. نظام المؤخرات الجنوبية للجيئات الباردة 276
- 3.1.2.2. الطقس المضطرب الغربي والشمالي الغربي 277
- 4.1.2.2. الطقوس المضطربة الغربية الجنوبية الغربية 277
- 5.1.2.2. الطقوس الممطرة الشمالية والشمالية الشرقية 278
- 1.5.1.2.2. الطقس المضطرب الشمالي الشرقي 277
- 2.5.1.2.2. الطقس المضطرب الشمالي 279
- 6.1.2.2. الطقوس الرعدية الناتجة عن الانقلابات الحرارية 280
- 2.2.2. دراسة بعض حالات الامتطاحات بحوض إيناون وعلاقتها بميكانيزمات الدورة الهوائية ... 281
- 1.2.2.2. دراسة حالة سنة 1995-96 281
- 1.1.2.2.2. تميزت سنة 95-1996 بسيادة أنماط طقس غير مستقرة ورطبة مما أدى إلى حدوث امتطاحات استثنائية بحوض إيناون 281
- 2.1.2.2.2. تميزت رغم التردد المهم لأصناف الطقس المستقرة سنة 95-1996 فان ذلك لم يؤثر على المعدلات المطرية المسجلة 283
- 2.2.2.2. دراسة حالة سنة 2009-10 284
- 1.2.2.2.2. كان لفعالية الطقوس المضطربة سنة 2009-10 دور مهم في حدوث امتطاحات استثنائية بحوض إيناون 284
- 2.2.2.2.2. لم يكن لتأثير أصناف الطقس المستقرة تأثير على الأجواء الرطبة بحوض إيناون لسنة 2009-10 284
- 3.2. الظواهر المناخية القصوى وبعض أوجه ارتباطاتها بالأنظمة البنيوية للحركة الهوائية العامة 286
- 1.3.2. مدى ارتباط الحالات الجوية الاستثنائية بنظام تآرجح شمالي أطلسي 287
- 1.1.3.2. تنتج ذبذبة المحيط الأطلنطي الشمالي بفعل تآرجح شاذ بين حقلي الضغط الأصوري والآيسلندي 287
- 2.1.3.2. تأثير ذبذبة المحيط الأطلسي الشمالي على التساقطات المطرية الشتوية بحوض إيناون 289
- 3.1.3.2. علاقة تآرجح شمال المحيط الأطلسي الشمالي بالجفاف بحوض إيناون 289

4.1.3.2. علاقة تأرجح شمال المحيط الأطلسي الشمالي بالتساقطات القصوى بحوض إيناون	292
2.3.2. تأثير نظام تأرجح غرب البحر الأبيض المتوسط على مناخ الحوض	293
1.2.3.2. دور تأرجح غرب البحر الأبيض المتوسط في تغييرية التساقطات المطرية بحوض إيناون	294
2.2.3.2. علاقة تأرجح غرب البحر الأبيض المتوسط بالجفاف بحوض إيناون	295
3.2.3.2. علاقة تأرجح غرب البحر الأبيض المتوسط بالتساقطات الاستثنائية بحوض إيناون	296
297 خلاصة الفصل الثاني	
الفصل الثالث:	
انعكاسات الظواهر الهيدرولوجية المناخية القصوى بحوض إيناون	
وأشكال تدبيرها على المستوى الوطني والدولي	299
مقدمة	299
1.3. انعكاسات الحالات الهيدرولوجية المناخية القصوى بحوض إيناون	299
1.1.3. الآثار الناجمة عن الجفاف بالحوض	299
1.1.1.3. أثر حالات الجفاف المناخي على الحصيلة المائية لحوض إيناون	299
1.1.1.1.3. تراجع متوسط الفرشة المائية المتساقطة	299
2.1.1.1.3. تراجع حصيلة الجريان بحوض إيناون	302
3.1.1.1.3. تقدير عجز الجريان بالحوض	302
4.1.1.1.3. الحصيلة المائية بحوض إيناون	303
2.1.1.3. انعكاسات الجفاف المناخي على الإنتاج الزراعي بالحوض	307
3.1.1.3. تعتبر الهجرة السكانية نتيجة لتردد السنوات الجافة	310
2.1.3. الآثار الناجمة عن الامتطاحات بحوض إيناون	315
1.2.1.3. تاريخ خطر الفيضانات بحوض إيناون	315
2.2.1.3. تترتب عن الفيضانات خسائر مهمة بحوض إيناون	318
2.3. تدبير الظواهر المناخية القصوى وطرق التكيف معها	324
1.2.3. نتائج الدراسة الإحصائية والبحث الميداني وبعض الدراسات في المغرب وحوض البحر الأبيض المتوسط	324
1.1.2.3. النتائج المتوصل إليها من خلال الدراسة الإحصائية	324
1.1.1.2.3. التغييرية الهيدرولوجية ببعض أحواض المغرب: دراسة مقارنة	324
2.1.1.2.3. التغييرية الهيدرولوجية ببعض أحواض الدول المجاورة	328
2.1.2.3. نتائج البحث الميداني	331
1.2.1.2.3. تقديم الأسئلة المعتمدة في المقابلة الشفوية	330
2.2.1.2.3. نتائج المقابلات الشفوية	332
2.2.3. تدبير الجفاف بالمغرب	336

336.....	1.2.2.3. تنقسم مقارنة الجفاف بين المعالجة الظرفية والبنوية.....
336.....	1.1.2.2.3. المعالجة الظرفية للجفاف.....
336.....	2.1.2.2.3. المعالجة البنوية للجفاف.....
337.....	2.2.2.3. استراتيجيات التكيف مع الجفاف بالمغرب.....
337.....	1.2.2.2.3. الشطر البنوي.....
337.....	2.2.2.2.3. الشطر الإجرائي.....
338.....	3.2.2.2.3. الشطر القانوني.....
339.....	3.2.2.3. برامج تدبير الجفاف بالمغرب.....
339.....	1.3.2.2.3. مديرية الأرصاد الجوية الوطنية.....
340.....	2.3.2.2.3. المراصد الوطنية.....
340.....	3.3.2.2.3. جهود وكالة الحوض المائي سبو في مواجهة الجفاف.....
341.....	4.3.2.2.3. برنامج تزويد العالم القروي بالماء الصالح الشرب.....
346.....	4.2.2.3. مقترح تدبير خطر الجفاف بحوض ايناون.....
347.....	1.4.2.2.3. مقاربات تدبير الجفاف.....
347.....	2.4.2.2.3. عناصر إدارة الجفاف بالحوض.....
348.....	3.4.2.2.3. تقييم خطر الجفاف.....
350.....	4.4.2.2.3. الإجراءات العملية المقترحة لتدبير الجفاف بالحوض.....
351.....	5.4.2.2.3. التدابير المتخذة من طرف السكان للتكيف مع الجفاف بحوض ايناون.....
354.....	5.2.2.3. دراسة مقارنة لتدبير الجفاف بين المغرب وإسبانيا.....
354.....	1.5.2.2.3. الإطار القانوني لإدارة الجفاف في إسبانيا.....
355.....	2.5.2.2.3. أدوات ادارة حالات الجفاف في إسبانيا.....
355.....	3.5.2.2.3. تخطيط وإدارة الجفاف بإسبانيا.....
357.....	4.5.2.2.3. تطور نهج إدارة الجفاف.....
358.....	5.5.2.2.3. أحدث خطط إدارة الجفاف (دجنبر 2018).....
358.....	6.5.2.2.3. الهدف والعناصر الرئيسية لخطة ادارة الجفاف بإسبانيا.....
358.....	7.5.2.2.3. محتوى خطة إدارة الجفاف.....
359.....	8.5.2.2.3. منهجية إدارة الجفاف.....
361.....	9.5.2.2.3. إجراءات إدارة الجفاف والتخفيف من تداعياته.....
364.....	6.2.2.3. الآفاق المستقبلية للسياسة الوطنية في ميدان تدبير خطر الجفاف.....
366.....	3.2.3. تدبير أخطار الفيضانات بالمغرب.....
366.....	1.3.2.3. تتعد قوانين تدبير خطر الفيضانات بالمغرب.....
368.....	2.3.2.3. تدبير خطر الفيضانات على المستوى المؤسسي.....
371.....	3.3.2.3. الآفاق المستقبلية للسياسة الوطنية في ميدان تدبير خطر الفيضانات.....
373.....	4.3.2.3. تدبير الفيضانات داخل حوض إيناون.....
373.....	1.4.3.2.3. دور وكالة الحوض المائي.....

375.....	2.4.3.2.3. الوكالة الحضرية
376.....	3.4.3.2.3. الجماعات الترابية
378.....	4.4.3.2.3. الوقاية المدنية
379.....	5.3.2.3. الإجراءات والمشاريع المقترحة لتدبير خطر الفيضانات بحوض إيناون
383.....	6.3.2.3. التدابير المتخذة من طرف السكان للتكيف مع الفيضانات بحوض إيناون
385	4.2.3 . تدبير الفيضانات: دراسة مقارنة بين المغرب وفرنسا
389	خاتمة الفصل الثالث
392	خاتمة القسم الرابع
395	خاتمة عامة
399	لائحة الإختزالات
400	لائحة المصادر والمراجع
417	الملاحق
423	لائحة الخرائط
424	لائحة الأشكال
427	لائحة الجداول
429	لائحة الصور
430	لائحة الملاحق
432	فهرس الأطروحة