

جامعة قاصدي مرباح - ورقلة -

كلية المحروقات والطاقات المتجددة وعلوم الأرض والكون

قسم: علوم الأرض والكون



مذكرة مقدمة لاستكمال متطلبات نيل شهادة ماستر أكاديمي

الميدان : علوم الأرض والكون

الشعبة : جيولوجيا

التخصص: جيولوجيا المياه

مقدمة من طرف:

قصي يوسف

الموضوع :

فيضانات حوض واد بشار (مقاربة هيدرولوجية)

تاريخ المناقشة: 2024/ 06/29

لجنة المناقشة مكونة من السادة :

(أستاذ، جامعة ورقلة) رئيسا

(أستاذ محاضر أ، جامعة ورقلة) مناقشا

(أستاذ ، جامعة ورقلة) مؤطرا

د/ رميتا عبد اللطيف

د/ فيفاتي عمرية

د/ مرابط لخضر

السنة الجامعية : 2024/2023

شكر و عرفان

أود أن أعرب عن عرفاني وامتناني العميق لكل من:

والديّ الذين دعموني طوال مسيرتي التعليمية بحبهم
ودعمهم وتضحياتهم وصبرهم.

وللأستاذ مرابط لخضر خاصة ، أستاذ في جامعة قاصدي
مرباح -ورقلة- ، على توجيهه لعملي وارشاده ودعمه
ونصائحه القيمة التي كانت ذات فائدة كبيرة لي في التغلب
على العديد من الصعوبات.

كما أتقدم بالشكر لأعضاء اللجنة الذين شرفوني بتقديرهم
لعملي.

وأخيراً، أود أن أعرب عن خالص امتناني لجميع أصدقائي
الذين دعموني دائماً في إعداد هذه المذكرة .

ولكل من ساهم بشكل مباشر أو عن بعد في إنجاز هذا العمل،
أتقدم بجزيل الشكر.

شكراً لكم جميعاً.

- الملخص:

ظاهرة الفيضانات تتزايد بسبب التغير المناخي، حيث تعد مدينة بشار النقطة المحورية لمياه الجزء الشمالي من شمال جبال القصور. ولقد تأثرت بشدة بالفيضانات المتكررة في العقود الأخيرة، ومن بينها فيضان عام 2008 الذي سجل فيضاً استثنائياً بلغ 830 م³ (ارتفاع الماء = 8 م) من التدفق، وكذلك فيضانات عام 2012 و 2014 و 2017 وقبل ذلك فيضان 1967 الذي كان يقوِّن الفيضانات بالمنطقة. نرى أيضاً أن ظاهرة الفيضانات تتزايد بشكل ملحوظ في المدة الأخيرة ليتحول تردد الفيضانات العشرية إلى فيضانات كل سنتين تقريباً، مما يتسبب في أضرار بشرية ومادية كبيرة (وفيات، قطع الطريق الوطني رقم 6 والسكة الحديدية ومختلف المنشآت الفنية، صعوبة الحركة، عزل المدينة، فقدان الأراضي الزراعية...). هدفنا هو إجراء دراسة هيدرولوجية قائمة على نمج هيدرولوجي يتمثل في البرامج السنوية للهندسة الزراعية (GR1A) والبرامج الشهرية (GR2M)، التي تشخص آليات التدفقات وتقتراح تدابير فعالة لضمان انتقال وإدارة أفضل للفيضانات في مدينة بشار. يتيح لنا هذا النهج تقدير الميزان المائي لحوض وادي بشار ومن ناحية أخرى يُلاحظ النهج الهيدروليكي المقدم من خلال برنامج HEC-RAS، الذي يمثل التدفقات المنقضية والمقدرة وفقاً لفترات العودة أو التردد (10 سنوات، 25 سنة، 50 سنة، 100 سنة و 500 سنة). وفقاً لتوزيع غامبل يمكن اكتشاف المناطق المعرضة للفيضانات في مدينة بشار بدقة.

هيدرولوجياً نجد شهرياً أن الجزء المتسرب يكون أكثر أهمية في حوض وادي بشار، مما يؤدي إلى عملية جريان سطحي أسرع في محطة بينما على النطاق السنوي يشير إلى أن حوض وادي بشار يفقد عمق الماء إلى المياه الجوفية أو إلى أحواض مائية مجاورة أخرى. ولا سيما أن منطقة بشار تتميز بفوالق وانكسارات شديدة بسبب النشاط التكتوني العنيف في الأزمنة الجيولوجية القديمة، ركزنا في هذا العمل أيضاً على إبراز أهمية الدراسة المورفومترية لما لها من أهمية في فهم وتكميم الظاهرة الطبيعية. سيشكل هذا العمل إذن أساساً لأداة إدارة حقيقية قادرة على أخذ تأثير العمليات المختلفة المشتركة في عمل حوض وادي بشار في الاعتبار.

الكلمات المفتاحية : فيضان، حوض وادي بشار، الدراسة المورفومترية، حماية وادي بشار

Résumé :

Le phénomène des inondations augmente en raison du changement climatique, et la ville de Béchar est le point focal des eaux de la partie nord des montagnes du Ksour. Elle a été fortement affectée par les inondations récurrentes au cours des dernières décennies, y compris l'inondation de 2008 qui a enregistré un débit exceptionnel de 830 m³/s (hauteur de l'eau = 8 m), ainsi que les inondations de 2012, 2014, 2017 et auparavant l'inondation de 1967 qui était une icône des inondations dans la région.

Le phénomène des inondations augmente de manière significative ces derniers temps, transformant la fréquence des inondations décennales en inondations presque biennales, causant d'importants dégâts humains et matériels (décès, coupure de la route nationale n°6 et de la voie ferrée, diverses infrastructures, difficultés de circulation, isolement de la ville, perte de terres agricoles...). Notre objectif est de réaliser une étude hydrologique basée sur une approche hydrologique représentée par les programmes annuels de génie rural (GR1A) et les programmes mensuels (GR2M), qui diagnostiquent les mécanismes des débits et proposent des mesures efficaces pour garantir une meilleure gestion des inondations dans la ville de Béchar. Cette approche nous permet d'estimer le bilan hydrique du bassin de l'oued Béchar. D'autre part, l'approche hydraulique est présentée par le programme HEC-RAS, qui représente les débits passés et estimés selon des périodes de retour ou des fréquences (10 ans, 25 ans, 50 ans, 100 ans et 500 ans). Selon la distribution de Gumbel, les zones inondables de la ville de Béchar peuvent être identifiées avec précision.

Hydrologiquement, on observe que mensuellement, la partie infiltrée est plus importante dans le bassin de l'oued Béchar, ce qui entraîne un ruissellement de surface plus rapide en aval, tandis qu'à l'échelle annuelle, il indique que le bassin de l'oued Béchar perd de la profondeur d'eau vers les eaux souterraines ou vers d'autres bassins voisins. La région de Béchar est particulièrement caractérisée par des failles et des fractures importantes dues à une activité tectonique intense dans les temps géologiques anciens.

Nous avons également mis l'accent dans ce travail sur l'importance de l'étude morphométrique pour comprendre et quantifier le phénomène naturel. Ce travail constituera donc la base d'un véritable outil de gestion capable de prendre en compte l'impact des différents processus intervenant dans le fonctionnement du bassin de l'oued Béchar.

Mots clés:

Abstract:

The phenomenon of floods is increasing due to climate change, with the city of Béchar being the focal point for the waters of the northern part of the Ksour Mountains. It has been severely affected by recurring floods over the past decades, including the 2008 flood which recorded an exceptional flow of 830 m³/s (water height = 8 m), as well as the floods of 2012, 2014, and 2017, and earlier the 1967 flood which was an iconic flood in the region.

The phenomenon of floods has increased significantly recently, turning decadal flood frequencies into almost biennial floods, causing significant human and material damage (deaths, cutting off of National Road No. 6 and the railway, various infrastructures, difficulty in movement, isolation of the city, loss of agricultural land...). Our goal is to conduct a hydrological study based hydrological approach represented by the annual agricultural engineering programs (GR1A) and the monthly programs (GR2M), which diagnose the flow mechanisms and propose effective measures to ensure better flood management in the city of Béchar. This approach allows us to estimate the water balance of the Béchar valley basin. On the other hand, the hydraulic approach is presented by the HEC-RAS program, which represents past and estimated flows according to return periods or frequencies (10 years, 25 years, 50 years, 100 years, and 500 years). According to the Gumbel distribution, flood-prone areas in the city of Béchar can be accurately identified.

Hydrologically, we find that monthly, the infiltrated part is more significant in the Béchar valley basin, leading to faster surface runoff downstream, while on an annual scale, it indicates that the Béchar valley basin loses water depth to groundwater or other neighboring basins. The Béchar area is particularly characterized by significant faults and fractures due to intense tectonic activity in ancient geological times.

In this work, we also focused on highlighting the importance of the morphometric study for understanding and quantifying the natural phenomenon. This work will thus form the basis of a real management tool capable of taking into account the impact of the different processes involved in the functioning of the Béchar valley basin.

Keywords:

Flood, Béchar valley basin, morphometric study, Béchar valley protection

الفهرس

شكر وعران

ملخص

قائمة الاختصارات

قائمة الاشكال

قائمة الجداول

مقدمة عامة

الفصل الأول I : التعريف بالموقع وظاهرة الفيضانات

2	.....مقدمة	1-I
2	.....المنهجية	2-I
3	.....السمات العامة لمنطقة الدراسة	3-I
3	.....الموقع والموضع	1-3-I
3	.....الإطار الإداري لولاية بشار	1-1-3-I
4	.....الإطار الإداري لإقليم بشار	2-1-3-I
5	.....الوضع الديموغرافي	3-1-3-I
6	.....ظاهرة الفيضانات	4-I
6	.....تعريف الفيضان	1-4-I
6	.....تعريف خطر الفيضان	2-4-I
6	.....الفيضان	3-4-I
7	.....أنواع الفيضانات	4-4-I
7	.....العمليات التي تؤدي إلى الفيضانات	5-4-I
8	.....الأسباب الرئيسية للفيضانات	6-4-I
8	.....العوامل المُفاقمة للفيضانات	7-4-I
9	.....تأثيرات الفيضانات	8-4-I

10	.....عواقب الفيضانات في جميع أنحاء العالم	5-I
10	.....عواقب الفيضانات في الجزائر	6-I
11	.....خطر فيضان وادي بشار	7-I
12	.....نظرة تاريخية على فيضانات وادي بشار	8-I
13	.....فيضانات 19-21 مارس 1959	1-8-I
14	.....الخاتمة	9-I

الفصل الثاني // : الطرق والمواد

16	.....المقدمة	1-II
16	.....السياق المورفولوجي	2-II
17	.....الحالة المناخية والهيدرولوجية	3-II
18	.....تعريف مستجمعات المياه	4-II
19	.....الوضع الجغرافي لحوض وادي بشار	5-II
19	.....التضاريس	1-5-II
19	.....تأثير الجيولوجيا على هيدرولوجية الأحواض المائية	2-5-II
20	.....الغطاء النباتي	3-5-II
20	.....القياسات المورفومترية	4-5-II
31	.....الطوبولوجيا: هيكل الشبكة وترتيب الأنهار	5-5-II
33	.....الخاتمة	6-II

الفصل الثالث III: تحليل المعايير الهيدرولوجية

35	.....مقدمة	1-III
35	.....علم المناخ	2-III
35	.....الاستعدادات الفيزيائية	1-2-III
35	.....دراسة هطول الأمطار	2-2-III
37	.....دراسة التبخر المحتمل	3-2-III
42	.....الهيدرولوجيا	3-III
42	.....دراسة معدلات التدفق (شفرات المياه المتدفقة)	1-3-III
43	.....دراسة إحصائية	4-III
45	.....الخاتمة	5-III

الفصل الرابع IV : تهيئة مجرى وادي بشار وحماية المدينة من الفيضانات

47	.....مقدمة	1- IV
47	.....ترتيب وتنظيم المجاري المياه	2- IV
48	.....رسم خرائط القابلية للتعرض للخطر	3- IV
50	.....المفاهيم	4- IV
51	.....مستويات القابلية للتعرض	5- IV
53	.....تحليل المخاطر	6- IV
55	.....الحماية من الفيضانات	7- IV
55	.....أنواع الحماية المختلفة	1-7- IV
57	.....مقترح تطوير المجرى المائي بمدينة بشار	8- IV
61	.....الخاتمة	9- IV
62	.....الخاتمة العامة	
64	.....المراجع والمصادر	

قائمة الاختصارات

GR: Génie Rurale

HEC-RAS: Hydrologic Engineering Center River Analysis System

OMNA : Office National de la Météorologie Algérie

ORSTOM: Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer

Dd: Densité de drainage

ETP: Evapotranspiration potentielle

قائمة الاشكال

4	..... موقع ولاية بشار.	الشكل 1-I
5	..... موقع منطقة بشار.	الشكل 2-I
14	..... فيضان وادي بشار سنة 1959	الشكل 3-I
17	..... الخريطة المورفولوجية لمدينة بشار.	الشكل 1-II
18	..... مستجمع مياه وادي بشار.	الشكل 2-II
22	..... المستطيلات المكافئة لمستجمع مياه وادي بشار.	الشكل 3-II
24	..... رسم تخطيطي توضيحي لمنحنى الهيسومتري.	الشكل 4-II
26	..... مؤشر منحدر السيد روش.	الشكل 5-II
29	..... صورة طويلة لمستجمع مياه وادي بشار.	الشكل 6-II
31	..... توزيع الشبكة الهيدروغرافية لوادي بشار وترتيب المجاري المائية.	الشكل 7-II
36	..... هطول الأمطار السنوي.	الشكل 1-III
36	..... هطول الأمطار الشهرية.	الشكل 2-III
37	..... هطول الأمطار الموسمية.	الشكل 3-III
38	..... متوسط درجات الحرارة السنوية.	الشكل 4-III
38	..... متوسط درجات الحرارة الشهرية.	الشكل 5-III
41	..... تبخر التبرك في مستجمع مياه وادي بشار.	الشكل 6-III
42	..... تدفقات المياه السنوية.	الشكل 7-III
43	..... تدفقات المياه الشهرية.	الشكل 8-III
52	..... خريطة القابلية.	الشكل 1-IV

قائمة الجداول

11	..... الفيضانات في الجزائر	الجدول I-1
12	..... فيضانات وادي بشار	الجدول I-2
13	..... هطول الأمطار 1959	الجدول I-3
21	..... الخصائص الشكلية للوحدات الهيدرولوجية لمستجمع مياه وادي بشار	الجدول II-1
23	..... التوزيع الضغطي لمستجمع مياه وادي بشار	الجدول II-2
25	..... الارتفاع المميز لحوض واد بشار	الجدول II-3
27	..... تصنيف التضاريس طبقا ل <i>Ig</i>	الجدول II-4
28	..... للتضاريس على أساس فرق الارتفاع النوعي	الجدول II-5
28	..... مؤشرات المنحدرات لحوض واد بشار	الجدول II-6
29	..... إعدادات الشكل الطولي لمستجمع مياه وادي بشار	الجدول II-7
32	..... تصنيف وطول وعدد المجاري المائية في مستجمع وادي بشار	الجدول II-8
44	..... الكميات المقدرة بقانون Gumbel	الجدول III-1
50	..... عوامل القابلية للتعرض	الجدول IV-1
53	..... شبكة تحليل المخاطر البسيطة	الجدول IV-2

مقدمة عامة

المقدمة:

كثيراً من المناطق في العالم تتعرض للفيضانات نتيجة ارتفاع منسوب المياه في المناطق المنخفضة أو بسبب تكوّن السيول بسرعة بعد هطول أمطار غزيرة أو تصريف مياه الأمطار في المناطق الحضرية أو الريفية .

تحدث هذه الظواهر نتيجة لغزارة الهطولات المطرية وتركيز المياه وشكل حوض التصريف وقد تتأثر بأنشطة البشر أيضاً والتغيرات المناخية، وقد تسببت الظواهر المناخية القصوى مثل موجات الحر والجفاف والفيضانات في أضرار متزايدة التكلفة، ومن المتوقع حدوث تأثيرات أخرى تؤثر بشكل كبير على المجتمع والبيئة في العالم حيث تُمثل الفيضانات أكثر من 50% من الكوارث الطبيعية وتتسبب في متوسط وفاة 20,000 شخص سنوياً.

في السنوات الأخيرة شهدت الجزائر مثل العديد من البلدان الأخرى كوارثاً منها فيضان باب الوادي (الجزائر) في نوفمبر 2001، وفيضانات خريف 2008 بشكل خاص في غرداية، عين الدفلى، باتنة، وبنشار، بالإضافة إلى فيضانات 2012 التي أثرت على شمال شرق وشمال غرب الجزائر تستمر تداعيات هذه الفيضانات في التفاقم: تدهور البنية التحتية، وغمر الأراضي الزراعية، وغمر بعض المناطق السكنية مع فقدان أحياناً للأرواح (مرسلي، 2012). يُسجل متوسط أكثر من 30 حالة فيضان سنوياً (تابت، 2008). ظهور أهمية هذه المخاطر جعل الحاجة لتحليل مخاطر الفيضانات واضحة وإجراء تقييم جيد للمخاطر فمن الضروري معرفة سمات ومدى الفيضانات وتأثيرها.

يُعد هذا العمل جزءاً من إسهامنا في فهم مخاطر الفيضانات في منطقة صحراوية. ويهدف أيضاً إلى دراسة سمات ومدى تأثير ظاهرة الفيضانات في المناطق الجافة، تمت دراسة منطقة الساورة وبشكل خاص منطقة بشار وهي منطقة جافة في الجنوب الغربي الجزائري الشديداً الجفاف كمثال جيد لدراسة مخاطر الفيضانات في البيئات الجافة. تتعرض هذه المنطقة لفيضانات متكررة تتسبب في غمر مدينة بشار والأراضي الزراعية وتدهور البنية التحتية، مما يؤدي أحياناً إلى فقدان أرواح (حليلو، 2011). يُعد هذا العمل مساهمة في فهم آليات التصريف السطحي في حوض مجرى وادي بشار وتحسين إدارة مخاطر الفيضانات.

هذا البحث يهدف إلى جذب انتباه صنّاع القرار والمخططين للتنمية إلى مخاطر الفيضانات في المناطق الجافة وتوجيه عمل السلطات العامة في إدارتها، حيث ستُستخدم النتائج كأدوات لمساعدة القرار وتصميم المشاريع لتحسين إدارة وحماية البيئة.

يعد حوض مجرى وادي بشار واحدًا من المناطق المتأثرة بالفيضانات، حيث كانت أهمها في أكتوبر 2008، نتيجة للأمطار الغزيرة التي تسببت في الفيضانات والتأثيرات الاجتماعية والاقتصادية الهامة على المناطق الحضرية والسكان المقيمين في محيط مجرى النهر الأضرار البشرية والمادية كانت كالتالي (مرزوقي، 2014): 08 وفيات، 506 عائلة تضررت، و17,677 رأس ماشية.

معظم التعاريف تتفق على أن الفيضان هو تجاوز سريع أو بطيء للمياه على منطقة عادةً ما تكون خالية من المياه نتيجة لهطول أمطار غزيرة في وقت قصير، وأن أسباب الفيضانات تعود بشكل رئيسي إلى ظروف المناخ والجغرافيا وتدخّل الإنسان. يعتبر خطر الفيضان نتيجة لمكونين: الماء الذي يمكن أن يخرج من مساره الطبيعي للتصريف (ما يُسمى الأليا)؛ واستيطان الإنسان للمناطق المعرضة للفيضان لبناء مختلف أنواع المباني والمعدات والأنشطة (ما يُسمى المصلحة). بالتالي يصبح السيطرة على المخاطر المتعلقة بالفيضانات مسألة حيوية.

بعد فيضان وادي بشار في 8 أكتوبر 2008، تزايدت التوعية بضرورة مكافحة الفيضانات إذ توجد العديد من الأسئلة بشأن الأسباب الطبيعية للفيضانات:

ما هي العوامل التي ساهمت في زيادة هذه الظواهر الطبيعية؟ ما هي العوامل الجوية المسؤولة عن مثل هذه الكوارث؟ هل هناك دراسات أو مشاريع تنمية تم تنفيذها بالفعل لتقليل تأثير الفيضانات؟ كيف يمكن تقليل مخاطر الفيضانات؟ ما هي الطرق المتاحة للحماية من هذا الخطر الطبيعي؟ هل تجاوزت مستويات مجاري المياه المستويات المعروفة سابقًا؟ ما هي فترة عودة تدفقات المياه في حوض مجرى وادي بشار؟ هل نحن أمام ظاهرة تكرر كل خمسين سنة أو كل مئة سنة أو أكثر؟ كيف يمكن إدارة السيول في حوض مجرى وادي بشار؟

الفصل الأول I

التعريف بالموقع وظاهرة الفيضانات

I-1- مقدمة: طبيعة وأصل الفيضانات أو مياه الفيضانات مرتبطة بالأنظمة الهيدرولوجية وحجم حوض التصريف. في هذا الفصل، سنقوم بتقديم مرور هام يمتد من الجوانب الوصفية للهيدرولوجيا من خلال فهم العمليات الكامنة وراء مفهوم الاستجابة الهيدرولوجية، وصولاً إلى نهاية هذا الدورة، سنذكر العوامل الرئيسية التي تحكم سلوك الهيدرولوجية لحوض مائي.

I-2- المنهجية: يمكن استعراض المنهجية المعتمدة لدراسة المخاطر المرتبطة بالفيضانات بشكل أكثر تفصيلاً ودقة على النحو التالي، والتي تسمح بتمثيل العناصر التي تدخل في تصميم ووصف منهجية دراسة خطر الفيضانات من الحصول على البيانات اللازمة حتى إعداد خرائط المخاطر، حيث تم تحديد المحاور الرئيسية عبر هذه العملية:

- المحور الهيدرولوجي.

- المحور الهيدروليكي.

- استخدام الأراضي.

- الرسم البياني بما في ذلك التضاريس.

ومع ذلك، فإن هذه المنهجية لا تتدخل بطريقة تسلسلية صارمة، حيث تساهم على حد سواء في تحليل الخطر والضعف.

وبالنسبة للجانب الهيدرولوجي حيث إن سلاسل البيانات المطرية أكثر اكتمالاً وأقل فجوات، فإن نمذجة العلاقة بين الأمطار والتدفق تُعد واحدة من الحلول للتغلب على هذا النقص في البيانات.

وعادة ما تكون سجلات التدفق لحوض وادي بشار غير مكتملة ومتقطعة وقصيرة المدى وبالتالي يصعب استخدامها بشكل موثوق لتحليل هيدرولوجي. والمأمول من ذلك محاكاة وتوسيع سلاسل البيانات الهيدرولوجية في أقصى حد ممكن باستخدام نموذج الأمطار-التدفق بالمدى الزمني السنوي.

في المرحلة الأولى، بعد الحصول على بيانات الأمطار للحوض وفقاً لبيانات الأرصاد الجوية وحساب متوسط البخارية الواقعية بطريقة تورك كبيانات إدخال، حيث تم تطبيق هذا النموذج على كامل سلسلة الأمطار المتاحة لمحاكاة التدفقات. سمحت هذه المنهجية بإكمال وتوسيع سلاسل التدفقات الشهرية للأحواض المائية.

وبعد إجراء 542 دراسة إحصائية تتضمن التدفقات المتوقعة لفترات عودة مختلفة بمقدار 25 سنة و50 سنة و100 سنة. تم

دمج نتائج الدراسة الإحصائية مع الهندسة الميدانية والانحدار والطول الموجي لوائي بشار لتستخدم كبيانات مدخلة لنموذج الهيدروليكا HEC-RAS من أجل الحصول على ارتفاعات المياه.

من الناحية الهيدرولوجية وكطريقة جديدة مميزة في هذا العمل، تم إنشاء النموذج الرقمي للتضاريس بناءً على مسح تضاريسي يدوي لطول 17000 متر وامتداد 300 متر، لضمان الدقة والجودة.

يتمثل النموذج في تحويل خط وسط وادي بشار يدويًا إلى شكل ملف شيب فايل باستخدام أدوات معالجة الهندسة الميدانية في HEC-GeoRAS، وصور الطائرات لتحديد موقع وادي بشار، وتم إنشاء بقية الملفات المطلوبة من قبل HEC-GeoRAS؛ ضفاف النهر، والقنوات الجراة، والقطاعات. بالإضافة إلى ذلك، تم تعديل بعض القسم لتجنب التقاطع مع القسم الآخر.

I-3- السمات العامة لمنطقة الدراسة:

I-3-1 الموقع والموضع:

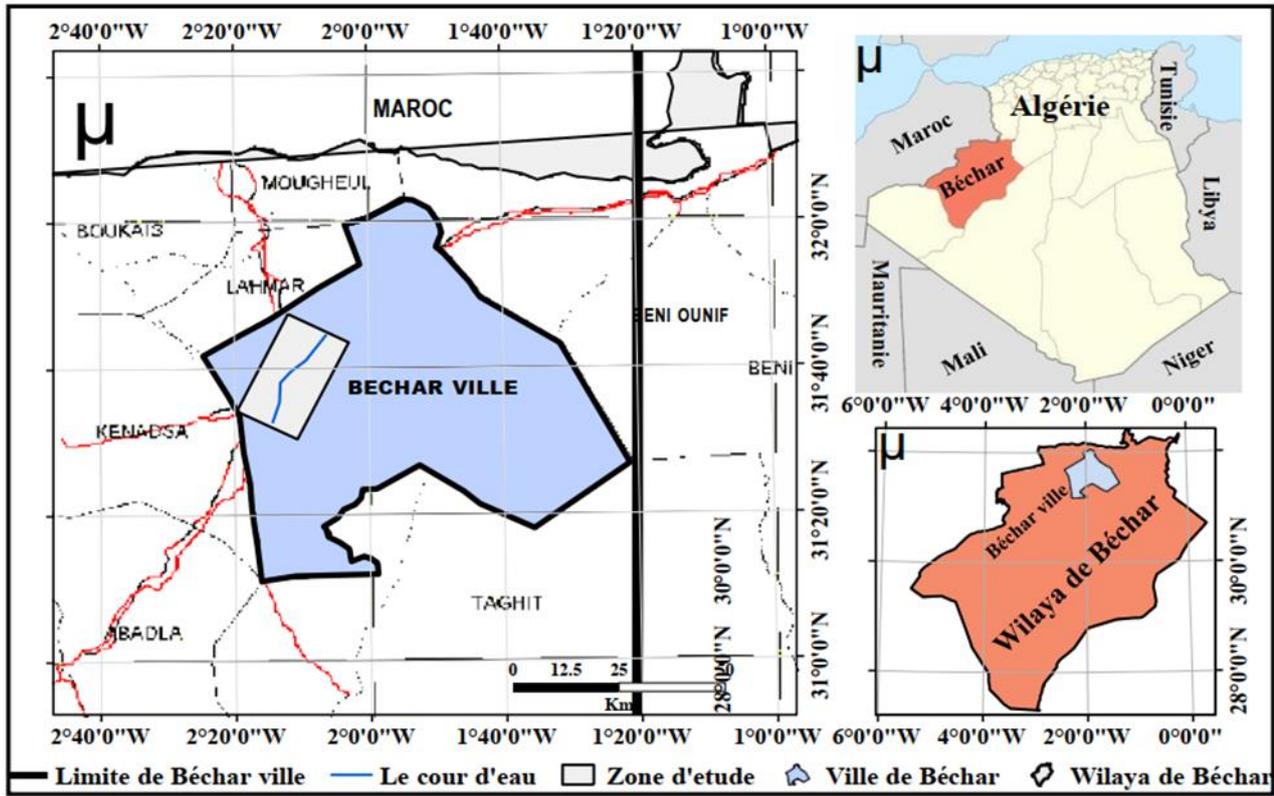
I-3-1-1 الإطار الإداري لولاية بشار:

تعتبر ولاية بشار حسب التقسيم الإداري القديم واحدة من أكبر الولايات في الجنوب (الشكل 1)، حيث تمتد على مساحة تقدر بحوالي 164.881 كم مربع، أي حوالي 6.77% من مساحة البلاد تقريبًا، وتقع في جنوب غرب البلاد.

تحدها على النحو التالي: - شمالاً وشمال شرقاً بولايتي النعام والبيض. - غرباً بالمملكة المغربية.

- شرقاً وجنوب شرقاً بولاية أدرار. - جنوب غرباً بولاية تندوف.

أصبحت ولاية بشار حسب التقسيم الإداري الأخير مقسمة على ولايتين هما بشار وبني عباس واحدة يشكلا معا وعشرين (21) بلدية وإثني عشر (12) دائرة، بسكان يبلغ عددهم 267,943 نسمة.

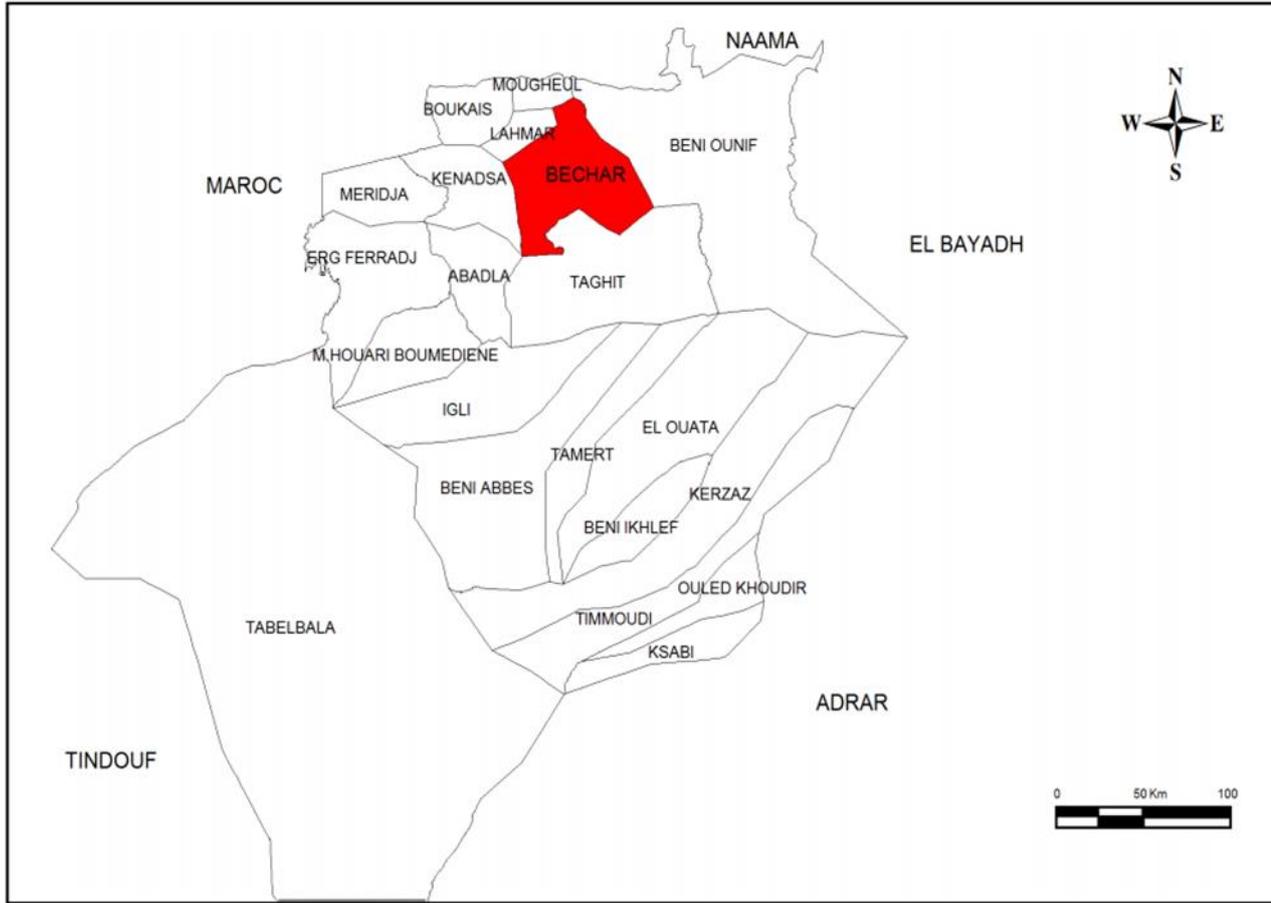


الشكل I-1: موقع ولاية بشار (Bekhira et al 2019b)

I-3-1 الإطار الإداري لإقليم بشار:

تشغل بلدية بشار الجزء الشمالي من الولاية، وتبلغ مساحتها 5050 كيلومترا مربعا، أي حوالي 3.129% من أراضي الولاية. ولها حدود إدارية (الشكل 2):

- بالشمال الشرقي والشرق : بلدية بني ونيف.
- في الشمال والشمال الغربي: بلديتا موغل ولحمر.
- وجنوباً: بلدة تاغيت.
- غرباً: بلدية قنادسة.



الشكل I-2 : موقع منطقة بشار

I-3-1-3 الوضع الديموغرافي

■ هيكل السكان

تمتد ولاية بشار على مساحة تبلغ حوالي 164,881 كيلومتر مربع بإجمالي سكان يبلغ 279,851 نسمة (عام 2009)، مما يعادل كثافة سكانية تبلغ 1.73 نسمة لكل كيلومتر مربع. ويتجلى أهمية المعطيات الديموغرافية في ما يتعرض له هذه الساكنة لخطر الفيضانات الدائم .

■ تقدير السكان

تشكل بلدية بشار ما يقرب من 62% من السكان الإجماليين للولاية. في عام 2007 كان عدد سكانها حوالي 192,909 نسمة.

يتم حساب السكان المتوقعين على أساس معدل نمو سنوي يبلغ 3%.

I-4- ظاهرة الفيضانات:**I-4-1 تعريف الفيضان:**

الفيضان هو تجاوز لمجرى مائي، غالبًا ما يحدث أثناءه غمر الأراضي المجاورة ، وغالبًا ما يُمتد هذا المصطلح ليشمل تجاوزات الهياكل الاصطناعية مثل السدود أو شبكات الصرف الصحي ، ممكن أن تحدث الفيضانات أيضًا في المناطق المعبرة للمجري المائية نتيجة لتوليد كميات كبيرة من تصريف المياه ويؤدي هذا التصريف إلى حدوث فيضانات طينية.

فيما يتعلق بالتأمينات وحقوق البيئة وتنظيم الأراضي (مثل تنظيم البناء..)، تسود تعاريف رسمية على سبيل المثال، تعرّف إحدى التوجيهات الأوروبية (2007/60/CE) الفيضان على النحو التالي:

الغمر المؤقت بالمياه للأراضي التي لا تكون مغمورة عادة وتشمل هذه المفهوم الفيضانات الناتجة عن فيضانات الأنهار والجداول الجبلية والمجري المائية الفترية في المناطق المتوسطة فضلاً عن الفيضانات الناتجة عن البحر في المناطق الساحلية وقد تستبعد الفيضانات الناتجة عن شبكات الصرف الصحي.

I-4-2 تعريف خطر الفيضان:

يعتبر خطر الفيضان نتيجة لتأثير مكونتين: المياه التي قد تخرج من مجراها الطبيعي للتدفق والإنسان الذي يستقر في الفضاء الفيضاني لإقامة مختلف أنواع البناء والتجهيزات والأنشطة (Benmechernane 2013) إنه ظاهرة طبيعية أو ناتجة عن تحويلات اصطناعية في البيئة أو حتى تدخل بشري عن قصد أو بطريق الخطأ إنها غمر يؤثر عادة على الأراضي المجاورة لمجرى مائي أو مستوى مائي متغير يمكن أن تكون منتظمة، على سبيل المثال في المناطق المعتدلة والباردة أثناء ذوبان الثلوج أو في البلدان الاستوائية بسبب الرياح أثناء موسم الأمطار... الخ. لذا يمكن أن تكون عشوائية أو عرضية عندما يحدث فيضان نتيجة لأمطار استثنائية أو اختيار المنشآت تحدث الفيضانات عندما تكون الكميات المائية زائدة ولا يمكن تصريفها عبر الطرق الطبيعية أو الاصطناعية المخصصة لذلك (الصرف أو شبكات الصرف الصحي) . غالبًا ما تحدث الفيضانات بسبب فيضان الأنهار، يمكن أن تكون نتيجة أيضًا لبطء التصريف في المساحات التي تتعرض لزخات غزيرة سواء كانت الظروف "العرضية" للتراكم بمفردها أو مجتمعة ذات طابع هيدرولوجي، تضاريسي، جوي أو بشري.

I-4-3 الفيضان:

يعادل زيادة في كمية المياه التي تتدفق في النهر ويمكن أن يشمل كامل مجرى النهر الرئيسي حيث تعتمد أهمية الفيضان على ثلاثة معايير: ارتفاع مستوى المياه، سرعة التيار ومدة الفيضان ، هذه المعايير تتوقف على الهطولات المطرية وحالة حوض التصريف وخصائص مجري المياه (العمق، وعرض الوادي، وما إلى ذلك). يمكن أن تزيد هذه الخصائص الطبيعية من شدة التأثير بوجود أنشطة بشرية . (Benmechernane 2013).

I-4-4 أنواع الفيضانات:

يمكن أن تكون الفيضانات نتيجة للفيضانات أو مجرد زخات مطر قوية ليست الفيضانات في المناطق الحضرية دائمًا مرتبطة بقرب مجرى مائي أي العوامل الرئيسية التي تؤثر في مدة وشدة الفيضانات هي كمية الأمطار المتساقطة وحالة التربة درجة التجعيد والممارسات الزراعية وتنظيم وصيانة الشبكة الهيدروغرافية أي مجموعة المواعيد العذبة الموجودة فتكون الفيضانات مختلفة تقريبًا جميعها. (Benmechernane 2013).

✓ الفيضانات بالغمر المباشر:

وهو تجاوز لمجرى الماء حدود مجراه الصغير ليحتل مجراه الرئيسي حيث يرتفع مستوى المياه ويتجاوز النهر موقعه المعتاد وبذلك، يمكن لمجرى الماء أن يغمر واديًا بأكمله.

✓ الفيضانات بالغمر غير المباشر:

وهو ارتفاع المياه عن طريق تأثير السحب عبر الطبقات الغروية وهي طبقات أرضية تحت السطح في شبكات الصرف الصحي أو نقاط منخفضة محددة تعيق هذه الارتفاع الأرضي تسرب المياه في التربة مما يسبب الفيضانات.

✓ الفيضانات بالتصريف:

هذه هي الفيضانات التي يمكن أن تحدث بشكل رئيسي في المناطق الحضرية عندما تعيق التجعيد الإنشائي للأرض، أي قدرة التربة على تمرير الماء وتصميم المدينة وتدفق الأمطار الكثيفة (مثل تلك التي تحدث نتيجة للعواصف)، أو بسبب عدم كفاية قدرة أنظمة الصرف أو تصريف المياه من التربة.

I-4-5 العمليات التي تؤدي إلى الفيضانات:

يفترض فهم العملية التي تؤدي إلى الفيضانات والفيضانات تحليل العوامل المختلفة التي تسهم في تكوين وزيادة تدفقات مؤقتة لمجرى مائي. يمكن التفريق بين:

- المياه المتحركة: التي تتكون من المياه التي تصل إلى حوض التصريف مثل ذوبان الثلوج أو الجليد المرتبطة أو غير المرتبطة بالأمطار.
- التصريف: يشير إلى الجزء من الماء الذي لم يتسرب في التربة. يعتمد على طبيعة التربة واحتلالها للسطح.
- وقت التركيز: يعرف بالمدة اللازمة لوصول قطرة ماء إلى المصب ويعتمد هذا الوقت على حوض التصريف، والتضاريس، واحتلال الأراضي.

- انتشار الفيضان: يعتمد على هيكل السريير والوادي الروافد، أي حقل تدفق المياه ومعامل الانحدار.

I-4-6 الأسباب الرئيسية للفيضانات:

- الأسباب الطبيعية:

ترتبط بالظواهر المناخية والظواهر الجوية المتوقعة أو بحدوث حدث طبيعي (انهيار أرضي) الذي يعيق التدفق المعتاد للمياه.

- الأسباب البشرية المباشرة:

تتمثل في التصريف، الري، تجعيد الأرض، وتدهور الأراضي، وبعض الممارسات الزراعية المكثفة يمكن أن تسرع من تصريف المياه وتقلل من امتصاصها.

- الأسباب البشرية غير المباشرة:

تتعلق بالتغيرات المناخية العالمية بانبعاثات الغازات الدفيئة التي تسبب ذوبان الأنهار الجليدية وتسبب ارتفاع مستوى المحيطات والأنهار، مما قد يؤدي إلى أعاصير أكثر شدة.

I-4-7 العوامل المُقاومة للفيضانات:

غالبًا ما تتفاقم الفيضانات بسبب العوامل الطبيعية ولكن أيضًا بسبب نشاط الإنسان. سنقوم في البداية بدراسة العوامل الطبيعية ثم تأثير أفعال الإنسان.

- العوامل الطبيعية:

يؤدي انحدار حوض التصريف وطبيعته إلى تأثير الفيضان بشكل أكبر أو أقل كلما كان الانحدار أكثر شدة، كلما كانت الفيضانات أكثر أهمية، ولكن الفيضانات ستزداد سوءًا أيضًا إذا كانت هناك الكثير من النباتات، مما يؤدي إلى بطء تدفق المياه. بالإضافة إلى ذلك، إذا كانت الأمطار متكررة جدًا في المنطقة المتضررة فسيواجه المياه الجوفية والتربة صعوبة كبيرة في امتصاص كل الماء، وبالتالي سيستغرق تدفق كل هذا الماء وقتًا أطول.

تزيد العواصف الرعدية في الخريف والأمطار القادمة من المحيطات في الشتاء والربيع من شدة الفيضانات. بالإضافة إلى ذلك، يمكن أن تزيد هذه العوامل مرة أخرى من شدة الفيضانات بسبب شدة ومدة الهطولات في نهاية الشتاء، تزايد الفيضانات أيضًا بسبب ذوبان الثلوج الذي يسهل الفيضانات في الكتل الجبلية الرئيسية.

■ العوامل البشرية:

يؤدي الإنسان أيضًا دورًا مهمًا في تطوير الفيضانات عن طريق:

✓ الزراعة المكثفة والتصحر (قطع الأشجار):

تجعل الأرض أكثر صلابة وتقلل من قدرتها على احتجاز المياه وتسبب الفيضانات يمكن أن يُسهل قطع الأشجار لمناطق كبيرة الفيضانات فعندما يتم قطع الأشجار بكميات كبيرة جدًا يقل نظام الأمطار، ويزداد التصريف وتتسارع عملية تآكل التربة لأن الأرض لم تعد تُمسك بواسطة الجذور.

✓ تكثيف الحضرية:

زيادة المساحات غير القابلة للاختراق، ونقص المساحات الطبيعية والمساحات الخضراء يقلل من تسرب المياه ويشجع على التصريف، مما يسبب الفيضانات.

✓ التحضر والتنظيمات الخارجية:

- التحضر في المساحات الفيضانية والأودية.
- عدم مراعاة اتجاه تدفق مياه الأمطار في التنظيمات والبناء لتجنب حجب حركة تدفق مياه الأمطار بسبب فيضان المناطق التي لم تشهد هذه الظاهرة.
- عدم مراعاة اتجاه تدفق مياه الأمطار في إنشاء الطرق والشوارع من حيث الانحدار والاتجاه ومستوى الطريق يزيد من مخاطر الفيضانات.

I-4-8 تأثيرات الفيضانات:

● الآثار المباشرة للفيضانات:

- تشريد السكان نتيجة فيضان منازلهم، وحدوث وفيات وإصابات لبعض السكان المجاورين.
- تدمير المباني والمنازل والمؤسسات والبنية التحتية مثل الجسور وخطوط السكك الحديدية بالإضافة إلى مختلف الشبكات الحيوية مثل الكهرباء والغاز والهاتف والمياه.

• الآثار الغير مباشرة للفيضانات:

- الأزمات الاقتصادية الناتجة عن تدمير المحاصيل.
- توقف الأنشطة التجارية والصناعية بسبب فقدان المعدات والبنية التحتية الأساسية.
- الأمراض والأوبئة نتيجة لنقص المياه النظيفة.
- التلوث وإمكانية تلوث المحاصيل.

يجدر بالذكر أن الفيضانات لها تأثيرات إيجابية أيضًا مثل تزويد السدود بالمياه، وتساعد في تخليص الطين من السدود أثناء الفيضانات عند تفريغ السد، والاستخدام الجيد لمياه الفيضانات. كما تلعب الفيضانات دورًا في تنظيف مجرى الوادي من النفايات الصلبة ومياه الصرف الصحي، وتقليل عدد الحشرات.

I-5- عواقب الفيضانات في جميع أنحاء العالم:

توجد فيضانات في جميع أنحاء العالم، بدرجات مختلفة من الخطورة من منطقة إلى أخرى، حيث تؤثر الفيضانات الأكثر تدميرًا بشكل رئيسي على السهول الطينية، عادة في البلدان النامية مثل بنغلاديش والهند والسودان والصين بسبب الأمطار الموسمية التي غمرت مناطق شاسعة من البلاد لعدة أيام وحتى أسابيع. بالمقابل، لا تتجاوز فيضانات المناطق ذات المناخ المتوسط يوميًا واحدًا في معظم الأحيان. كما يجدر بالذكر أن هذه الظاهرة ليست نادرة في البلدان المتقدمة، على سبيل المثال، شهدت الولايات المتحدة أكثر من 40 فيضانًا بين عامي 1928 و1988.

إن تاريخ الفيضانات في جميع أنحاء العالم قد أصبح مشكلة كبيرة تهدد الإنسان والبيئة.

I-6- عواقب الفيضانات في الجزائر:

تتمثل تداعيات الفيضانات في الجزائر في أن الأراضي الوطنية تتعرض للفيضانات بشكل كارثي، مما يشكل عائقًا رئيسيًا أمام التنمية الاقتصادية والاجتماعية. وفقًا للتعداد الذي أجرته خدمات الحماية المدنية فإن ثلث البلديات (48 بلدية) قابلة للفيضان جزئيًا أو كليًا. تعتبر هذه الفيضانات أكثر الكوارث الطبيعية تكرارًا وتدميرًا مسببة أضرارًا بشرية ومادية هائلة كما يوضح الجدول 1 (Zeggane 2017).

الجدول I-1 : الفيضانات في الجزائر

التاريخ	المنطقة	الأضرار
من 28 الى 30 مارس 1974	الجزائر العاصمة، تيزي وزو	- 52 حالة وفاة. - 16.000 ضحية. - تدمير 4570 منزلاً. - 130 قرية معزولة. - تدمير 13 جسراً.
03 فيفري 1984	قسنطينة، جيجل	- 20 حالة وفاة في جيجل. - 1140 عائلة متضررة بقسنطينة.
04 افريل 1996	عناية، الطارف	- 05 حالة وفاة. - 10 جرحى. - تدمير البنية التحتية الأساسية والأراضي الزراعية.
23 سبتمبر 2001	برج بوعرييج، المسيلة، الجلفة، المدية، البويرة، عين الدفلى، تيارت	- 27 حالة وفاة. - 84 جرحياً. - 941 أسرة متضررة.
من 09 الى 10 نوفمبر 2001	الجزائر (باب الواد)	- أكثر من 712 قتيلاً. - 311 جرحياً - 1454 عائلة بلا مأوى.
اكتوبر 2008	غرداية، بشار، النعامة، معسكر، ادرار، سيدي بلعباس، سعيدة، البيض	- 87 حالة وفاة. - تضرر 16 ألف منزل، بما في ذلك ما يقرب من 5500 كانت خطيرة. - المتضررة، و2500 دمرت تماماً.
11 - 12 سبتمبر 2009	بسكرة	- غمرت المياه 164 منزلاً - تدمير 744 دفيئة- فقدان 200 هكتار من المحاصيل

Source : PC

I-7- خطر فيضان وادي بشار :

تقع منطقة بشار في مناخ صحراوي جاف حيث تكون الأمطار نادرة، وعلى الجانب الآخر تحدث البخار القوي خلال فصل الصيف مما يؤدي إلى جفاف شديد، ويجعل المنطقة نادراً ما تتعرض لفيضانات تتباعد بينها فترات طويلة، مما يشجع على البناء في مناطق الخطر.

على الرغم من هذا الجفاف، تعرضت المنطقة لفيضانات مفاجئة نتيجة لهطول أمطار غزيرة تسببت في أضرار كبيرة واختفت في وقت قصير.

I-8- نظرة تاريخية على فيضانات وادي بشار:

على الرغم من أن منطقتنا تعاني من نقص كبير في كمية الأمطار، حيث لا تتجاوز متوسط الهطول السنوي 90 ملم، فإنه ليس نادراً أن تشهد العواصف الرعدية العنيفة هناك وتتسبب في أضرار كبيرة في الأرواح والممتلكات.

شهد تاريخ منطقة بشار هطول أمطار ويمكن تطبيق البيانات التي قدمها (Lasserre) حول بني ونيف، وهي مدينة أيضاً تقع على سفح الأطلس الصحراوي على مدينة بشار أيضاً. (Halilou 2011).

كانت كميات المياه المتجمعة في بشار خلال الموسم الزراعي 1924-1925 كالتالي:

من 1 سبتمبر إلى 31 ديسمبر 1924، كانت 29 ملم مع 11 يوماً من الأمطار ومن 1 جانفي إلى 30 افريل 1925 كانت 36 ملم مع 4 أيام من الأمطار، ومن 1 ماي إلى 31 أوت 1925 كانت 3 ملم مع 3 أيام من الأمطار بمجموع يبلغ 69 ملم مع 18 يوماً من الأمطار.

تسمح هذه الأرقام بالنظر إلى بشار كمنطقة جافة إذا كانت السجلات المتتالية تقدم نفس المعلومات المتفق عليها وعلى الجانب الآخر في عام 1927 سجلت إجمالي 295 ملم، مع انخفاض كبير بلغ 254 ملم في شهر ماي، ولاحظنا أيضاً 107 ملم في عام 1928. (Halilou 2011).

الجدول I-2: فيضانات وادي بشار

السنة	هطول الأمطار ملم	السنة	هطول الأمطار ملم
1909-1908	65	1965-1964	48
1912-1911	103	1980-1979	40.7
1928-1927	295	1986-1985	52.5
1929-1928	107	1991-1990	48.6
1941-1940	47	1994-1993	108.3
1959-1958	77	2008-2007	151.8

Source : OMNA

فيضانات عامي 1928 و 2008 تعتبر ما زالت المراجع للفيضانات، حدثت فيضانات هامة خلال السنوات الأخيرة قد غمرت المناطق الحضرية وتسببت في خسائر ملحوظة، بمن فيهم تلك التي وقعت في عامي 1991 و 1992، حيث تجاوزت مستويات ارتفاع المياه فيها 4 أمتار، وأدت إلى غمر كل ما كان على مساراتها (في بعض الحالات، عادت هذه الفيضانات بالألغام المزروعة في المنطقة خلال الفترة الاستعمارية).

كانت آخر الفيضانات هي تلك التي وقعت في ديسمبر 1999، وأكتوبر 2007، وأكتوبر 2008، حيث شهدت كميات كبيرة من الأمطار خلال فترة زمنية قصيرة نسبياً.

تتعلق الأحداث الطبيعية الرئيسية التي سجلت في المدينة بالفيضانات الناجمة عن هطول أمطار غزيرة للغاية ومن بين الأحداث الأكثر أهمية:

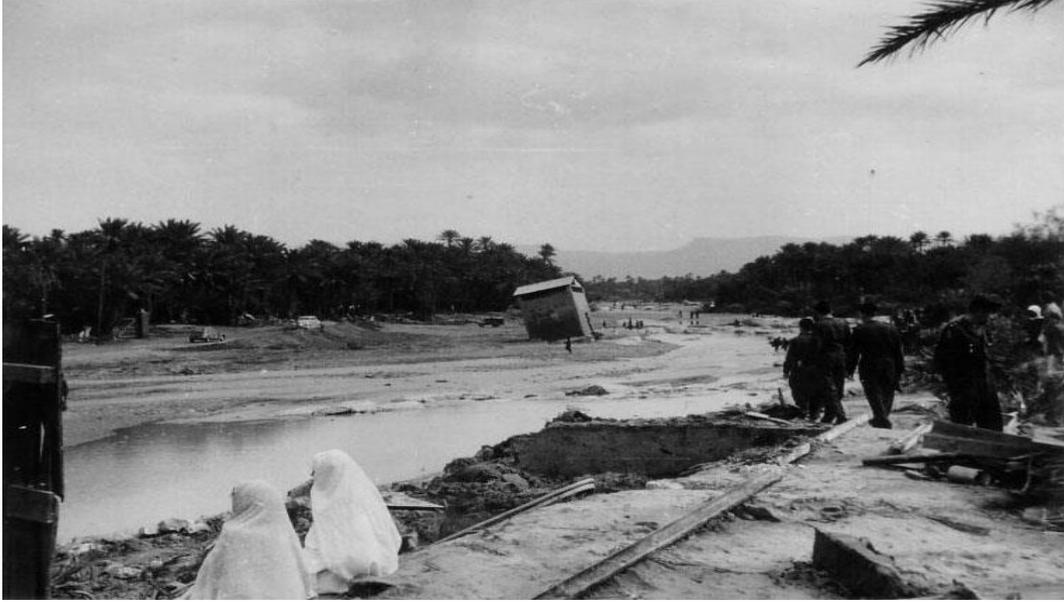
I-8-1 فيضانات 19-21 مارس 1959:

في عام 1959 كان تأثير الحدث إقليمياً حيث شهدت هطول أمطار غزيرة للغاية حيث سجلت خدمات الأرصاد الجوية خلال الفترة من 19 إلى 21 مارس الكميات التالية كما هو موضح في الجدول 04

الجدول I-3: هطول الأمطار 1959

البلديات	هطول الأمطار ملم
بشار	84
بني ونيف	65
العبادلة	60
تاغيت	60
بني عباس	51
كرزاز	40
تبلبالة	40

هذه الأمطار الاستثنائية سواء من حيث كمياتها أو شدتها، حيث تسببت هذه الأخيرة في فيضانات عنيفة للغاية أحدثت أضراراً هائلة في مدينة بشار (الشكل 1). وفقاً للتقرير الصادر عن الولاية في منطقة الساورة، فإن عدد الضحايا يقدر بحوالي 1900 شخص متضرر وتم تدمير 470 منزلاً واجتياح 50 خيمة.



الشكل I-3 : فيضان وادي بشار سنة 1959

I-9 الخاتمة

تقع معظم المدن الجزائرية الصحراوية على ضفاف الأودية. في هذا الفصل، نحاول تقديم ملخص بيبيوغرافي عن ظاهرة الفيضانات وتكون الفيضانات في مدينة بشار ومعرفة تاريخها.

يعد تطور تكون الفيضانات عملية معقدة للغاية وتعتمد على عوامل متعددة، حيث يرتبط كل عامل بأخرين من الناحية المورفولوجية والمناخية، مما يشكل نظاماً مترابطاً.

الفصل الثاني II

الطرق والمواد

II-1- المقدمة:

يخصص هذا الفصل لتقديم منهجية الدراسة والتوصيف العام لمنطقة الدراسة وحوض وادي بشار، يُعرض فيه الموقع الجغرافي لمنطقة الدراسة، ويتم تقديم معلومات بسيطة حول الجوانب الجيولوجي والهيدروجيولوجي لإبراز الهيكل العام لبشار، تعتبر معرفة حوض الأفق أمراً أساسياً في أي دراسة هيدروجيولوجية أو دراسة للمخاطر الطبيعية أو القابلية للتعرض للموارد المائية.

يُعتبر حوض الأفق الإطار العام والوحدة الأساسية للدراسات الهيدروجيولوجية للنظام ويمكن من خلاله تتبع تدفق المياه وتقييم جودة المياه وتحديد كمية المياه بهدف اقتراح تدابير الوقاية من مخاطر الفيضانات وإعداد خرائط القابلية للتعرض، وتهدف أيضا هذه الدراسة الهيدرو-مناخية إلى العثور على العلاقة والتأثيرات التي تمارسها عناصر المناخ على نظام التصريف السطحي.

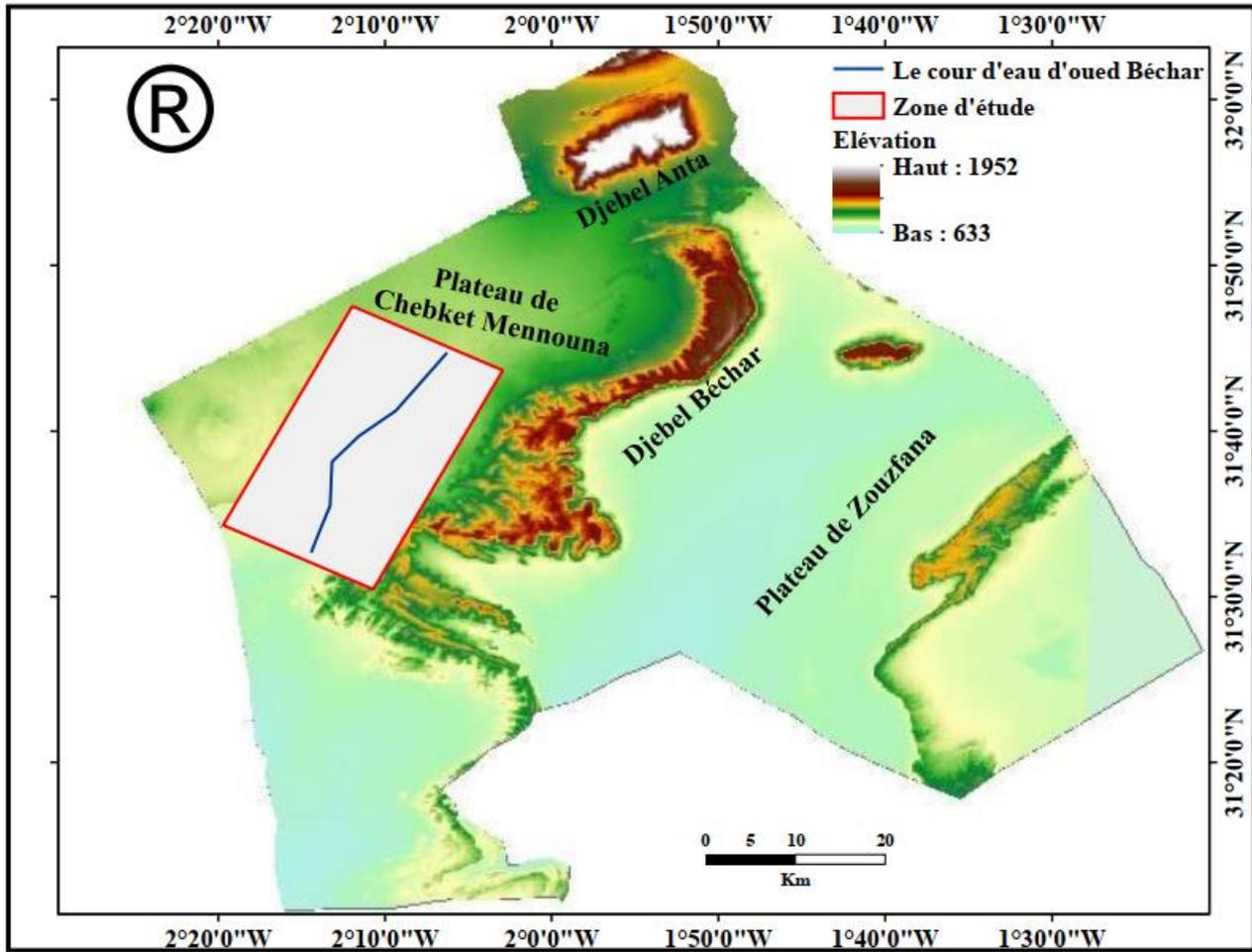
يتناول هذا الفصل مختلف المعايير الهيدروجيولوجية لحوض وادي بشار وتشمل المعايير المناخية التي تم دراستها البيانات الشهرية والسنوية لمحطة الرصد الجوي في بشار (الأمطار، درجات الحرارة، التبخر، التبخر الاحتمالي، إلخ.) ومحطة قياس المياه لحوض وادي بشار (كمية المياه، ارتفاع المياه، التدفقات).

II-2- السياق المورفولوجي

يتكون الأطلس الصحراوي من سلسلة جبلية تتميز هذه السلاسل بالعريضة وأحياناً ترتفع إلى مستوى جبال مثل جبل أنتار (1953 متر)، جبل غروز (1835 متر)، وجبل بشار (1206 متر)، حيث تتشابه السمات الأساسية لهذه الجبال عبر مساحة السلسلة بين المغرب والأوراس (الشكل 3) (Benaradj وآخرون 2012).

تمثل عناصر التضاريس مجموعة من الأشكال الهيكلية المتعددة المتوازية على الأقل مع بعضها البعض.

تنخفض الارتفاعات التي تزيد عن 2000 متر داخل السلسلة بسرعة نحو الجنوب (Benaradj وآخرون 2012).



الشكل II-1: الخريطة المورفولوجية لمدينة بشار (Bekhira et al 2019b)

II-3- الحالة المناخية والهيدرولوجية

يهدف دراسة الجوانب المناخية إلى إظهار تأثير المناخ على المنطقة المدروسة وتحديد العوامل المناخية المختلفة التي لها علاقة بموضوع البحث (الفيضان).

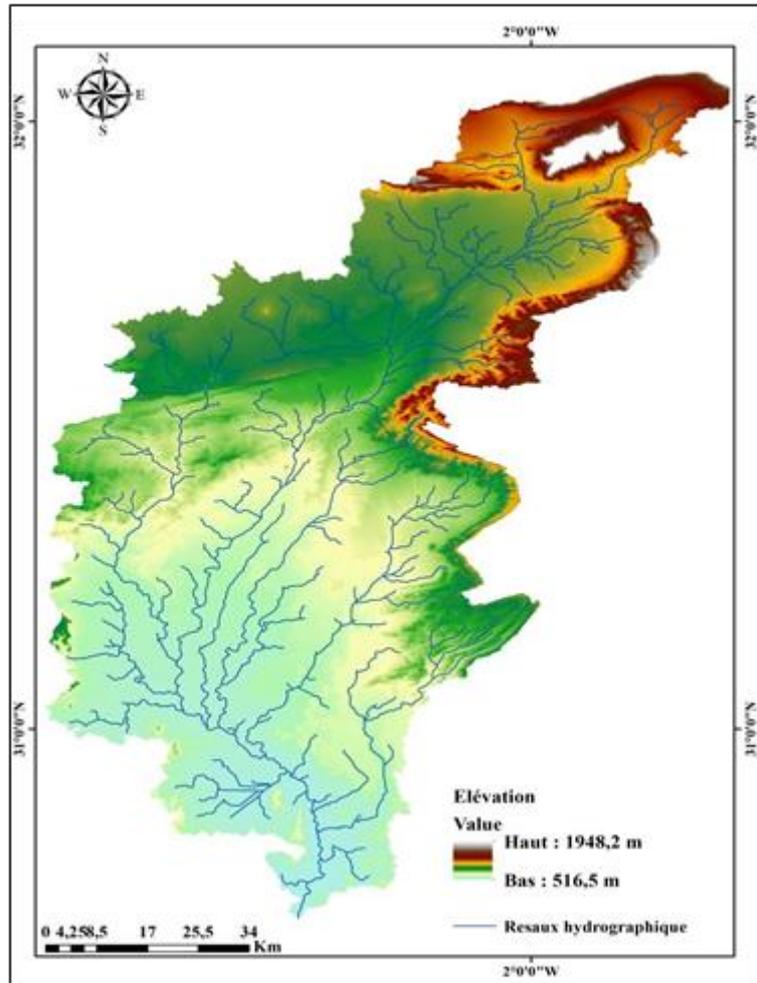
لهذا السبب أجرينا دراسة مناخية خاصة لحوض وادي بشار وبشكل أكثر تحديداً للأمطار التي تعتبر بلا شك الأكثر أهمية لأنها تؤثر مباشرة على الفيضانات.

تلعب الظروف المناخية لحوض وادي دوراً مهماً للغاية في سلوك المياه للأهجار مثل الأمطار خاصة السائلة التي تشكل العامل الأساسي.

II-4-تعريف مستجمعات المياه:

مستجمع المياه هو كامل المنطقة التي تتجمع فيها المياه لتركيزها في النهر وروافده وتكون لها حدود حيث هذه الحدود طبيعية تسمى "مستجمعات أو أحواض المياه" وهي تتبع قمة التلال (الشكل 2). ويتركز هطول الأمطار على أحد جانبي التل في شكل جداول وينضم في النهاية إلى نهر.

أما تلك التي تقع على المنحدر الآخر فسوف تغذي نهرًا مجاورًا وهو مستجمع مياه مجاور يمكن أن يتسلل هذا الهطول أيضًا إلى الصخور ويشكل خزانات أو جداول للمياه الجوفية.



الشكل II-2: مستجمع مياه وادي بشار (Bekhira et al 2019b)

II-5- الوضعية الجغرافية لحوض وادي بشار:

يمتد وادي بشار على طول 215 كيلومتراً ويصرف حوالي 6570 كيلومتراً مربعاً من الحوض، وهو يقع في قاعدة السفح الجنوبي للأطلس الصحراوي، حيث يحده من الشمال سلسلة جبلية تسمى جبل قروز، ومن الجنوب الغربي جبال أوقرتا، ومن الجنوب الشرقي الرمال الكبيرة الغربية، ومن الغرب حمادة القيرو، ومن الشرق حمادة وادي ناموس.

ينبع مصدره من جبل قروز على ارتفاع 1590 متراً فوق مستوى سطح البحر ويمتد من الشمال الشرقي إلى الجنوب الغربي على مدى مئات الكيلومترات. حيث يعتبر وادي بشار هو أحد روافد واد الساورة.

II-5-1 التضاريس:

يشكل الأطلس الصحراوي سلسلة جبلية تتميز بخصائص متشابهة بشكل أساسي على طول مسافة الكتلة الجبلية، من المغرب حتى الأوراس، تمثل عناصر الأرض شكلاً من مجموعة من الهياكل المتموجة تقريباً بشكل موازي لبعضها البعض تنخفض الارتفاعات التي تزيد عن 2000 متر داخل السلسلة بسرعة نحو الجنوب.

فهي تكون فقط 1000 متر في بني ونيف في منطقة القدم الجبلية، و300 متر في بني عباس، مما يشكل ميلاً بنسبة 3% شمال الصحراء الغربية، مجموعة من التضاريس الأفقية تشكل هضاباً شاسعة وتعرف باسم الحمادات، حيث تتناقص سماكتها من 100 متر شمالاً، ثم تقل تدريجياً مع الابتعاد عن سلاسل الأطلس.

II-5-2 تأثير الجيولوجيا على هيدرولوجية الأحواض المائية:

نوع التكوينات الجيولوجية التي تظهر في حوض الأنهار له تأثير على توزيع التدفقات السطحية. فعلى سبيل المثال، يتكون حوض من مواد قابلة للنفاذية جداً مع غطاء نباتي ضعيف عموماً من كثافة تصريف منخفضة، مما يضمن تسرباً أفضل للمياه السطحية (Houbib 2013). علاوة على ذلك، يتكون الحوض من صخور غير قابلة للنفاذية لكنها لينة وغير مقاومة للتآكل، مثل الطين والمارن، في العادة يظهر كثافة تصريف عالية مما يشجع على جريان المياه السطحية على حساب التسرب.

تتكون الأحواض الفرعية في الغالب من تكوينات قابلة للنفاذ إلى شبه قابلة للنفاذ التي تشكل معظم مساحة الحوض، مما يشجع على تسرب المياه السطحية (Houbib 2013). ومع ذلك يمكن لوفرة التكوينات الجيرية النسبية التي تتمثل في حمادة القيرو والساورة العالية في حوضي القيرو والساورة أن تختلف بلا شك عن السلوك الهيدرولوجي لهذين الحوضين عن تلك في زوسفانة التي يشغل أكثر من نصف مساحتها من الرواسب الطينية، كما يمكن أن يكون لوادي القيرو سلوكيات مختلفة بسبب وفرة الطين والمارن الذي يشغل 30% من مساحة الحوض ويكون المارن والطين أكثر تفضيلاً للتآكل وقابلية للنقل بالتعليق (Yousfi 1992).

II-5-3 الغطاء النباتي:

النباتات هي عامل محوري في سرعة تدفق المياه السطحية ومعدل التبخر وقدرة الاحتفاظ بالمياه في الحوض. لذلك فإن وجود النباتات سيؤدي دور "التنظيم" في نظام التدفق، حيث تمتلك التغطية النباتية تأثيراً مباشراً على التدفق النهري بالإضافة إلى العوامل الجبلية والمناخية (Radia 2012). كلما كان الغطاء النباتي أكثر كثافة زادت مقاومته للتدفق ويعتبر الإقليم النباتي في حوض الساوره ضعيفاً بشكل كبير (Radia 2012).

وبصرف النظر عن بعض بقايا غابة الثويا التي يصعب الحفاظ عليها على أعلى القمم، فإن الغطاء النباتي الطبيعي يتكون من سهوب قاحلة مع عناصر محبة للجفاف ومتدهورة.

ومع ذلك، فإن هذا المشهد الطبيعي ذو المناخ الجاف عادة (45 ملم من متوسط هطول الأمطار السنوي) يمكن أن يكون مضللاً بسبب عدم انتظامه الشديد يمكن أن يتنوع نحو خضرة موسمية استثنائية تحجب الاتجاه العام نحو التصحر الشديد.

II-5-4 القياسات المورفومترية:

سنركز في هذا الجزء بشكل خاص على الوحدات الهيدرولوجية التي تتحكم فيها محطات القياس بما أن أشكال الحوض المقابلة تكون متشابهة إلى حد ما.

- **مساحة حوض الوادي :**

على خريطة ذات مقياس طوبوغرافي (1/500.000) وعن طريق التخطيط المسطح، يتم تحديد مساحة حوض وادي بشار التي تبلغ حوالي $S=6570$ كلم².

• محيط حوض الوادي :

تعطي قياسات المحيط لحوض وادي بشار محيطاً عادياً P كما هو موضح في الجدول 1 الفائدة الأساسية للمحيط هي القدرة على تحديد مؤشر جرافيليوس (Kc) والمستطيل المكافئ.

الجدول II-1: الخصائص الشكلية للوحدات الهيدرولوجية لمستجمع مياه وادي بشار (Boulnoar 2007)

المستطيل المكافئ	Kc	المحيط (كم)	المساحة (كم ²)	مستجمعات المياه
24	2.03	590	6570	واد بشار

• مؤشر الشكل أو استدلالي التماسك :Gravellius:

ويسمى أيضاً مؤشر شكل الحوض. ويؤثر شكل مستجمع المياه بقوة على التدفق الإجمالي، وبالتالي فإن الحوض طويل جداً لن يتفاعل بنفس الطريقة التي يتفاعل بها الحوض ذو الشكل المضغوط، إذا لم تكن الظروف الأخرى متساوية في مكان آخر. (Houbib 2013).

هذا المؤشر يُعرّف على أنه النسبة بين محيط حوض التصريف المرسوم بشكل مبسط إلى محيط دائرة لها نفس المساحة. كلما اقترب هذا المؤشر من الواحد الصحيح، كلما كان شكل الحوض أكثر تجمّعاً وكان وقت تركيز المياه أقصر (Houbib 2013).

$$Kc = \frac{P}{E}$$

- P محيط مستجمع المياه

- E محيط الدائرة

$$E = \pi \times D \quad \text{أو} \quad D = \sqrt{\frac{4S}{\pi}}$$

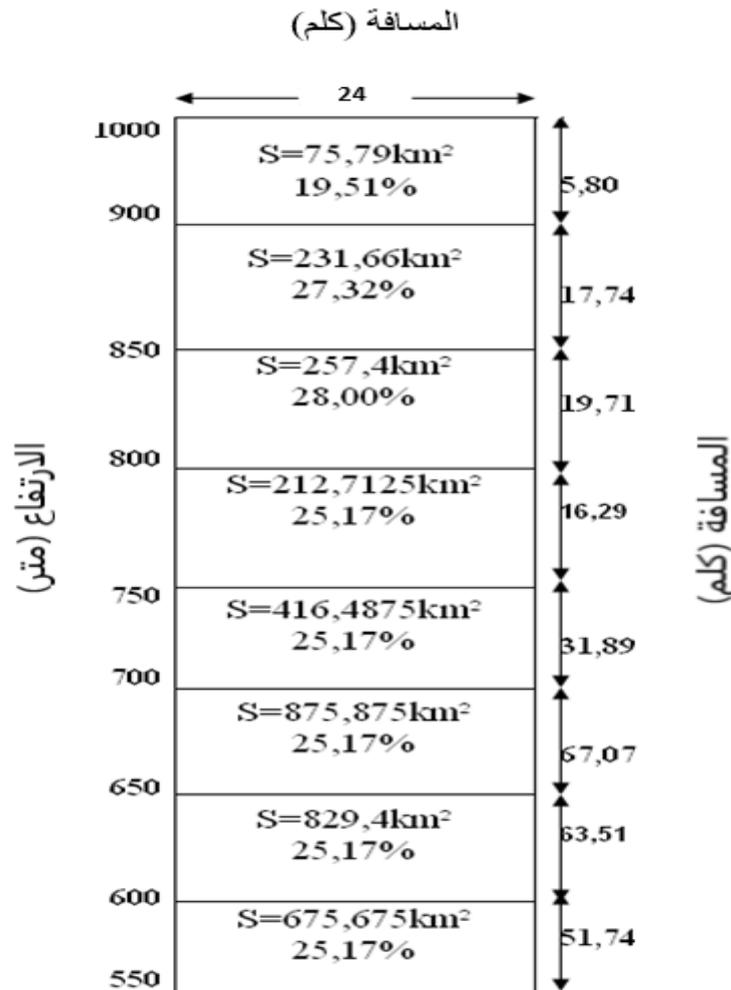
$$E = \pi \sqrt{\frac{4S}{\pi}} = 2\sqrt{S\pi}$$

$$E = \sqrt{S}|P|\sqrt{S\pi} = 0.28P$$

وترد نتائج حساب Kc في الجدول 1

• المستطيل المكافئ:

ونقوم بتمثيل الحوض المستطيل الذي يعادله لكي تتمكن من مقارنته بالنسبة إليه أحواض أخرى من وجهة نظر تأثير الشكل على الجريان. الشكل 3



الشكل II-3: المستطيلات المكافئة لمستجمع مياه وادي بشار (Boulouar 2007)

• الدراسة المغيائية:

تعد التضاريس عاملاً أساسياً، فهي تحدد إلى حد كبير مدى ملائمة الأرض للجريان السطحي والتسرب والتبخر، وهو عنصر حاسم في السلوك الهيدرولوجي للحوض. (Houbib 2013).

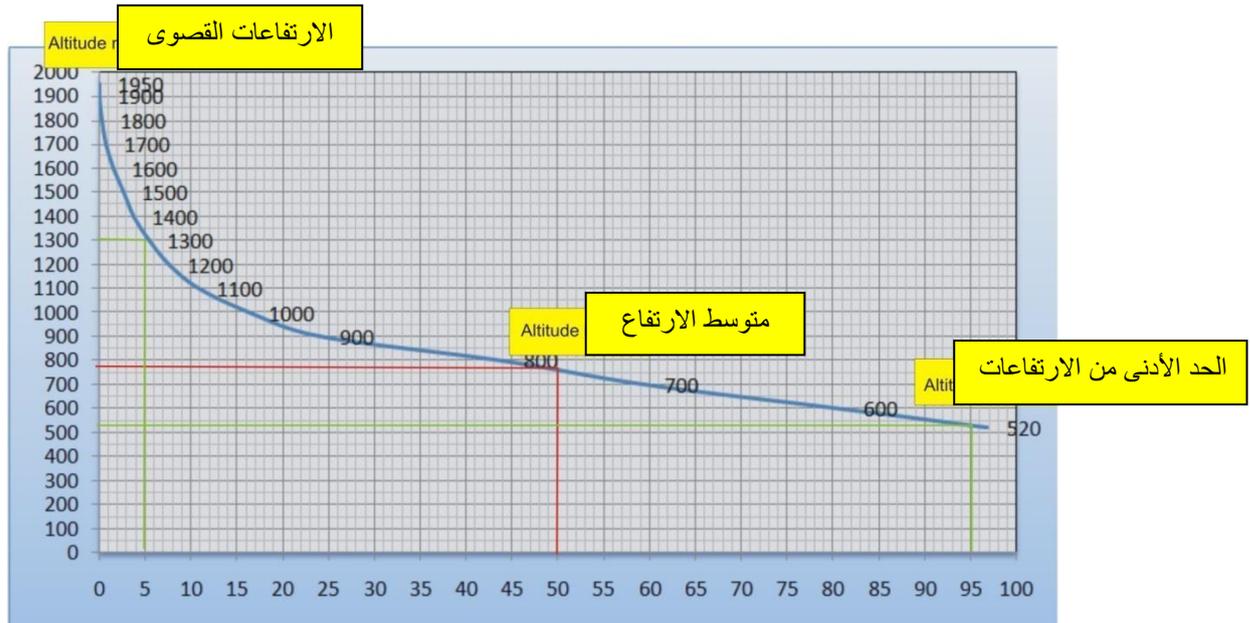
• المنحنى الهيبسوميترى:

تتميز التضاريس بمنحنى قياس الضغط (الشكل 4)، وهذا يخبرنا عن توزيع السطح وفقاً لشريحة الارتفاع عن طريق ترتيب الشرائح المعطاة وحذف سطح الحوض الذي تكون كل نقطة بالنسبة له ساحلاً يساوي على الأقل هذا على ارتفاع يتم التعبير عن المساحات الموجودة على الإحداثي المحوري كنسبة مئوية من المساحة الإجمالية للحوض ويمثل التوزيع الارتفاعي لمستجمع مياه وادي الساورة في

الجدول 2 وفي الشكل 4

الجدول II-2: التوزيع الضغطي لمستجمع مياه وادي بشار (Boulouar 2007)

الارتفاع	المساحة	المساحة في %	المساحة السطحية التراكمية %
1950	0	0	0
1900	0,55726688	0,008485544	0,008485544
1800	14,6402244	0,222927776	0,23141332
1700	32,0763583	0,488429073	0,719842393
1600	56,5309908	0,860801565	1,580643959
1500	73,153247	1,113909886	2,694553845
1400	70,8456642	1,078772153	3,773325998
1300	106,340309	1,619251726	5,392577724
1200	147,005471	2,238463147	7,631040871
1100	206,820698	3,149274019	10,78031489
1000	369,308997	5,623495329	16,40381022
900	504,125452	7,67635543	24,08016565
800	1319,1522	20,08682782	44,16699347
700	1007,815594	15,34608236	59,51307583
600	1423,795633	21,68024109	81,19331692
520	1024,831887	15,60519071	96,79850763



الشكل II-4: رسم تخطيطي توضيحي لمنحنى الهيسومتري

الطريقة تجعل من الممكن الحصول على هذا المنحنى. نحن نخطط بين المنحنيات المستوى من هذا المنحنى يمكن تحديد فرق الارتفاع بواسطة D:

$$D = h_{5\%} - h_{95\%}$$

• الارتفاعات المميزة:

الارتفاعات المميزة اللازمة للحسابات الهيدرولوجية هي:

• الارتفاعات القصوى:

يتم الحصول عليها مباشرة من الخرائط الطبوغرافية.

يمثل الحد الأقصى للارتفاع أعلى نقطة في الحوض بينما يمثل الحد الأدنى للارتفاع أدنى نقطة بشكل عام عند المخرج.

وتكتسب هاتان البيانتان أهمية خاصة عند تطوير علاقات معينة تتضمن متغيرات مناخية مثل درجة الحرارة وهطول الأمطار والغطاء الثلجي.

وهم يحددون السعة الارتفاعية لمستجمع المياه ويشاركون أيضاً في حساب المنحدر (Boulnoar 2007).

• متوسط الارتفاع:

ويتم استنتاج متوسط الارتفاع مباشرة من منحنى قياس الضغط أو من قراءة الخريطة الطبوغرافية (Boulnouar 2007).

ويمكن تعريفها على النحو التالي:

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

مع:

H_{moy} : متوسط ارتفاع الحوض [متر].

A_i : المنطقة الواقعة بين منحنين المستوى [كلم²].

h_i : متوسط الارتفاع بين منحنين المستوى [متر].

A : المساحة الإجمالية لمستجمع المياه [كلم²].

متوسط الارتفاع لا يمثل الواقع بشكل كبير ومع ذلك فإنه يستخدم أحياناً في تقييم بعض معايير الأرصاد الجوية الهيدرولوجية أو في تنفيذ النماذج الهيدرولوجية (Boulnouar 2007).

• الارتفاع المتوسط:

الارتفاع الوسيط يقابل الارتفاع الذي يُقرأ عند النقطة التي تمثل 50% من المساحة الكلية للحوض على منحنى الهيسوميتري.

هذه القيمة تقترب من الارتفاع المتوسط في حالة ما إذا كانت منحنى الهيسوميتري للحوض المعني يظهر انحداراً منتظماً.

(Boulnouar 2007).

يتم تجميع هذه الارتفاعات المميزة في الجدول 3

الجدول II-3: الارتفاع المميز لحوض واد بشار

لاارتفاعات المميزة (متر)							
H95%	H75%	H5%	Hmoy	D=H5%-H95%	H _{min}	H _{max}	حوض
525	625	1300	745.28	775	520	1950	واد بشار

• مؤشرات المنحدر:

✓ مؤشر منحدر روش:

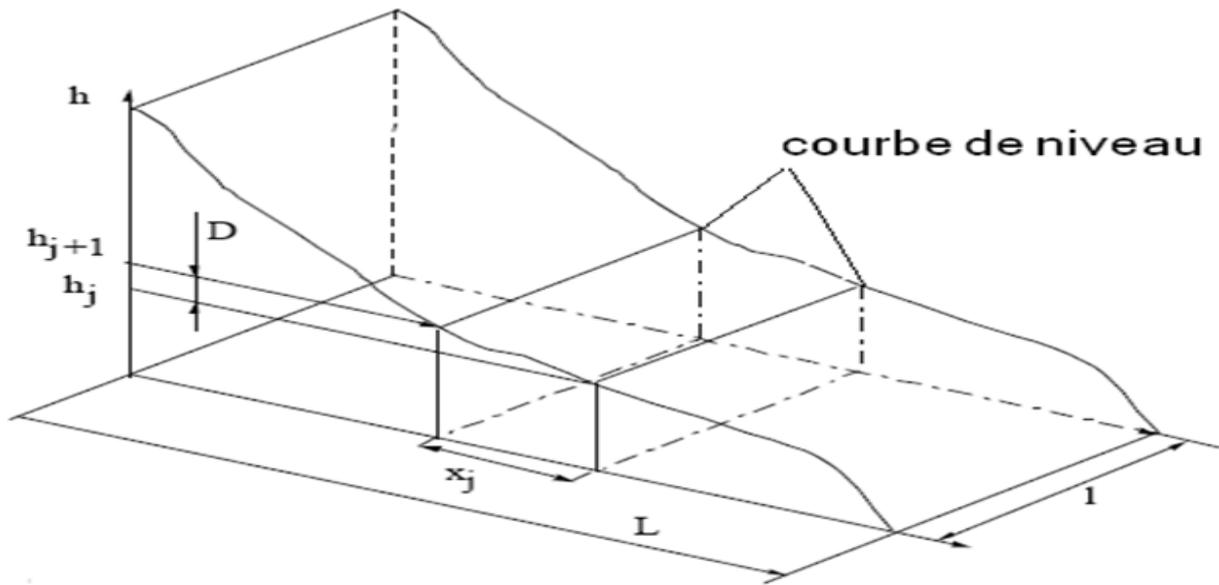
اقترح السيد روش مؤشر انحدار يأخذ في الاعتبار تأثير عامل الانحدار على النظام الهيدرولوجي (الشكل 5)، ويتم تحديد هذا المؤشر من العبارة التالية:

$$I_p = \frac{\sqrt{D}}{L} \cdot \sum \sqrt{B_j}$$

من خلال ضبط B_j تكون النسبة المئوية لمساحة السطح الإجمالية بين h_j و h_{j+1} :

$$B_j = \frac{x_j \cdot 1}{L} = \frac{x_j}{L}$$

تقدير I_p أبسط من تقدير الميل I لأننا نعمل على المستطيل المكافئ



الشكل II-5: مؤشر منحدر السيد روش

✓ مؤشر الانحدار الكلي (I_g):

نظرًا لأن مؤشر روش طويل جدًا بحيث لا يمكن تقييمه لإجراء دراسات سريعة، فقد اقترحنا مؤشرًا أبسط المنحدر الإجمالي (الجدول 4):

$$I_g = \frac{D}{L} (m / km)$$

D : هو الفرق في الارتفاع

$D=h5\%-h95\%$ محددة على منحنى قياس الضغط أو حتى مباشرة بالعين على الخريطة الطبوغرافية.

L : هو طول المستطيل المكافئ (كلم). (Boulnoar 2007)

الجدول II-4: تصنيف التضاريس طبقاً ل (Boulnoar 2007) (*O.R.S.T.O.M*) I_g

I_g	نوع التضاريس	الفصل
$I_g < 0.002m/km$	تضاريس ضعيفة جدا	R1
$0.002 < I_g < 0.005$	تضاريس ضعيفة	R2
$0.005 < I_g < 0.01$	تضاريس منخفضة إلى حد ما	R3
$0.01 < I_g < 0.02$	تضاريس معتدلة	R4
$0.02 < I_g < 0.05$	تضاريس قوية إلى حد ما	R5
$0.05 < I_g < 0.5$	تضاريس قوية	R6
$I_g > 0.5m/km$	تضاريس قوية جدا	R7

• الارتفاع المحدد (D_s):

لذلك بشكل عام عندما تزيد مساحة سطح مستجمع المياه سيكون من الصعب مقارنة L مع زيادة I_g تنخفض قيمة بأحجام مختلفة لذلك نحدد الكمية التي لا تمثل هذا العيب (Radia 2012) مستجمعين مائيين :

$$D_s = I_s \sqrt{s}$$

D_s يتناسب مع الطول :

$$D_s = \frac{D}{L} \sqrt{L \cdot 1} = D \cdot \sqrt{\frac{1}{L}}$$

المطبق أدناه على أي حوض مهما *O.R.S.T.O.M* وشكل الحوض حسب تصنيف D يعتمد على قياس الضغط D_s كانت مساحة سطحه (الجدول 5).

الجدول II-5: تصنيف التضاريس على أساس فرق الارتفاع النوعي (Boulnoar 2007) *O.R.S.T.O.M*

الفصل	نوع التضاريس	D_s
R1	تضاريس ضعيفة جدا	$D_s < 10m$
R2	تضاريس ضعيفة	$10m < D_s < 25m$
R3	تضاريس ضعيفة الى حد ما	$25m < D_s < 50m$
R4	تضاريس معتدلة	$50m < D_s < 100m$
R5	تضاريس قوية الى حد ما	$100m < D_s < 250m$
R6	تضاريس قوية	$250m < D_s < 500m$
R7	تضاريس قوية جدا	$D_s > 500m$

بشكل عام نستخدم تصنيف *ORSTOM* وفقاً لمؤشر المنحدر الإجمالي Ig لمناطق مستجمعات المياه التي تبلغ $S < 25$ كلم² (الجدول 6):

الجدول II-6: مؤشرات المنحدرات لحوض واد بشار

تصنيف التضاريس على أساس D_s	تصنيف التضاريس على أساس Ig	D_s (m)	Ig (m\km)	I_p	المساحة كلم ²	حوض
تضاريس متوسطة	تضاريس قوية جدا	47.25	2.87	3.60	6570	حوض رسوبي واد بشار

• المقطع الطولي :

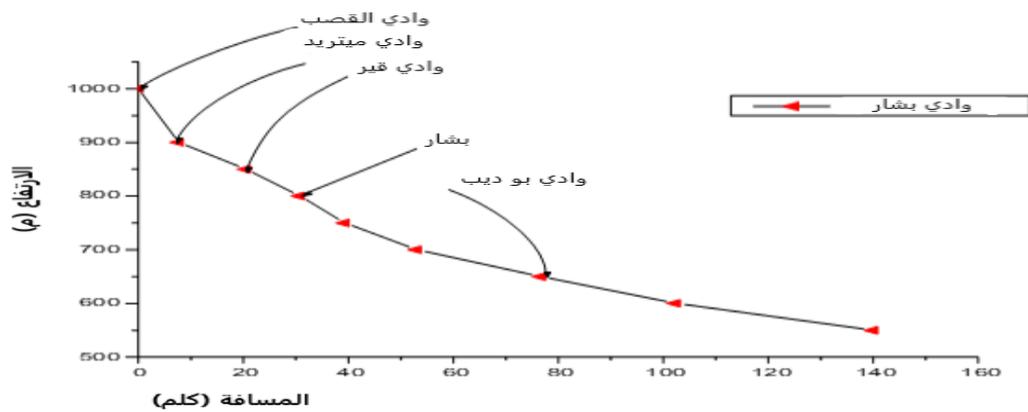
تمثل بيانياً (الشكل 6) التباين في مقياس الارتفاع لقاع المجرى المائي بدلالة المسافة من المصب (الجدول 7)

الجدول II-7: إعدادات الشكل الطولي لمستجمع مياه وادي بشار

الارتفاعات (م)	المنحدرات (م/كلم)	المسافة الجزئية (كلم)	المسافة التراكمية (كلم)
1000	0,00	0,00	0
900	12,99	7,70	7,7
850	3,90	12,83	20,53
800	4,87	10,26	30,79
750	5,85	8,55	39,34
700	3,65	13,68	53,02
650	2,09	23,95	76,7
600	1,95	25,66	102,36
550	1,62	30,79	140

يصبح هذا التمثيل مثيراً للاهتمام عندما نذكر المجاري المائية الثانوية لمستجمعات المياه لأنه من السهل المقارنة بين المجاري المائية الثانوية والمجري المائي الرئيسي (Boulnoar 2007).

نلاحظ أنه من المعتاد استخدام رسم بياني مختلف عندما تكون الروافد على الضفة اليسرى أو اليمنى من النهر الذي تصب فيه. بحيث يتيح المقطع الطولي للمجاري المائية تحديد انحدارها المتوسط. (Boulnoar 2007).



الشكل II-6: صورة طولية لمستجمع مياه وادي بشار

• متوسط انحدار النهر:

انحدار مجرى النهر المتوسط يحدد السرعة التي تصل بها المياه إلى مصب الحوض وهو ما يُعرف بوقت التركيز، لذا فإن هذه المتغير تؤثر على التدفق الأقصى الملحوظ بحيث يميل الانحدار الحاد إلى تسريع الجريان السطحي، بينما يمنح الانحدار البسيط أو المنعدم المياه الوقت للتسرب، كلياً أو جزئياً، إلى التربة. (Boulnoar 2007).

يتم حساب منحدرات النهر المتوسطة والجزئية من المنظر الطولي للنهر الرئيسي وروافده (Boulnoar 2007).

الطريقة الأكثر استخداماً لحساب المنحدر الطولي للتيار هي تقسيم الفرق في الارتفاع بين النقاط القصوى للملف الجانبي على الطول الإجمالي للتيار

$$P_{moy} = \frac{\Delta H_{max}}{L}$$

أو

P_{moy} : متوسط انحدار المجرى المائي [م/كلم].

ΔH_{max} : أقصى اختلاف في ارتفاع النهر [م] (فرق الارتفاع بين أبعد نقطة والمصب).

L : المجرى المائي الرئيسي [كلم].

في حالة دراسة قيم المنحدرات المتوسطة ومنه :

I : 4 في الألف (Boulnoar 2007).

• دراسة الشبكة الهيدروغرافية:

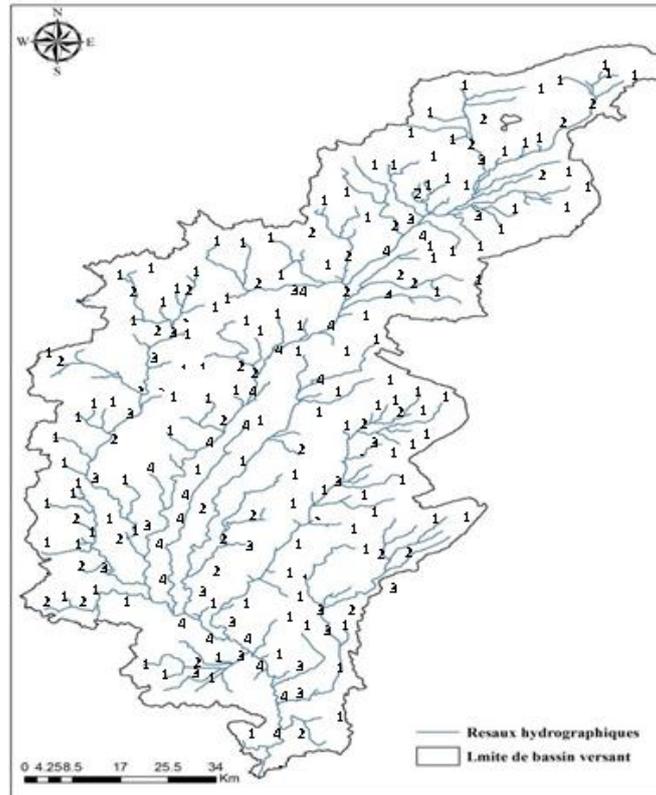
تم إنشاء الشبكات الهيدروغرافية لمستجمع مياه واد بشار باستخدام خرائط بمقياس رسم 1:250,000 (الشكل 6) (Houbib 2013).

المعلومات الهامة التي تحكم النظام الهيدرولوجي لمجرى مائي هي: كثافة التصريف (Dd)، ونسبة التقاطع (Rc)، ونسبة الأطوال (RL).

II-5-5 هيكـل الشبـكة وترتيب الأنهار

تثبت الطوبولوجيا فعاليتها في وصف الشبكة المائية، خصوصاً من خلال تقديم تصنيف يسمح بوصف تطور الشبكة التصريفية لحوض المياه من المصب إلى المنبع دون أي إبهام. تعتمد هذه الطريقة على القواعد التالية: (الشكل 7 والجدول 8) (Boulouar 2007).

- كل مجرى مائي ليس له روافد فهو من الدرجة الأولى.
- المجرى المائي الذي يتكون من التقاء مجريين من رتبة مختلفة يأخذ ترتيب الأعلى بينهما.
- المجرى المائي الذي يتكون من التقاء مجريين مائتين من نفس الترتيب يزداد بمقدار واحد.



الشكل II-7: توزيع الشبكة الهيدروغرافية لوادي بشار وترتيب المجاري المائية

الجدول II-8: تصنيف وطول وعدد المجاري المائية في مستجمع وادي بشار (Boulouar 2007)

مستجمع مياه وادي بشار		
Nx	Lx (km)	X
116	692	1
50	300	2
26	143	3
08	60	4
200	1195	

• كثافة الصرف (D_d):

تعتمد كثافة الصرف بشكل وثيق على عاملين رئيسيين:

تسمح لنا الصخور ووفرة هطول الأمطار بتقدير الشبكة الهيدروغرافية في مستجمعات المياه (Boulouar 2007).

تسمى الأشكال المورفولوجية بكثافة *thalweg*. ويتم تحديد كثافة الصرف من خلال:

$$D_d = \sum \frac{L_i}{S}$$

II-6 الخاتمة

يقع حوض تصريف واد بشار في وسط حوض تصريف الساورة. أتاحت لنا الدراسة المورفومترية تحديد طرق التدفقات السطحية وكذلك النظام الهيدرولوجي. الميل قوي إلى حد ما بسبب الفرق في الارتفاع بين أعلى وأسفل حوض التصريف (450 متر).

أظهرت الدراسة الهيدرولوجية أن نظام الفيضانات يكون جارفاً خلال فترة الأمطار.

توجد تباينات في التوزيع الارتفاعي والهيدروغرافي، مما يؤدي إلى تأثيرات على استقرار نظام التدفق.

تميز بين:

- المناطق الجبلية (بشار) التي تتميز بخصائص مورفومترية مواتية لتكون وانتشار الفيضانات.
- المناطق المنحدرة (السهول الجبلية) التي تتميز بدرجة أقل من التأثير.
- المناطق السهلية التي تشهد تراكم الرواسب، حيث تكون ظروف التدفق غير مواتية لتخزين المياه والجريان السطحي.

الفصل الثالث III

تحليل المعايير الهيدرومناخية

III-1 مقدمة

تهدف الدراسة الهيدرومناخية إلى إيجاد العلاقة والتأثير بين عناصر المناخ ونظام التدفق السطحي. سيتناول هذا الفصل العديد من المعايير الهيدرولوجية لحوض وادي بشار. وتمثل المعايير المناخية المدروسة في البيانات الشهرية والسنوية لمحطة الرصد الجوي في بشار (الأمطار، درجات الحرارة، التبخر، التبخر الاحتمالي، الخ) ومحطة الرصد المائي لحوض وادي بشار (سماكة الماء، الارتفاعات، والتدفقات).

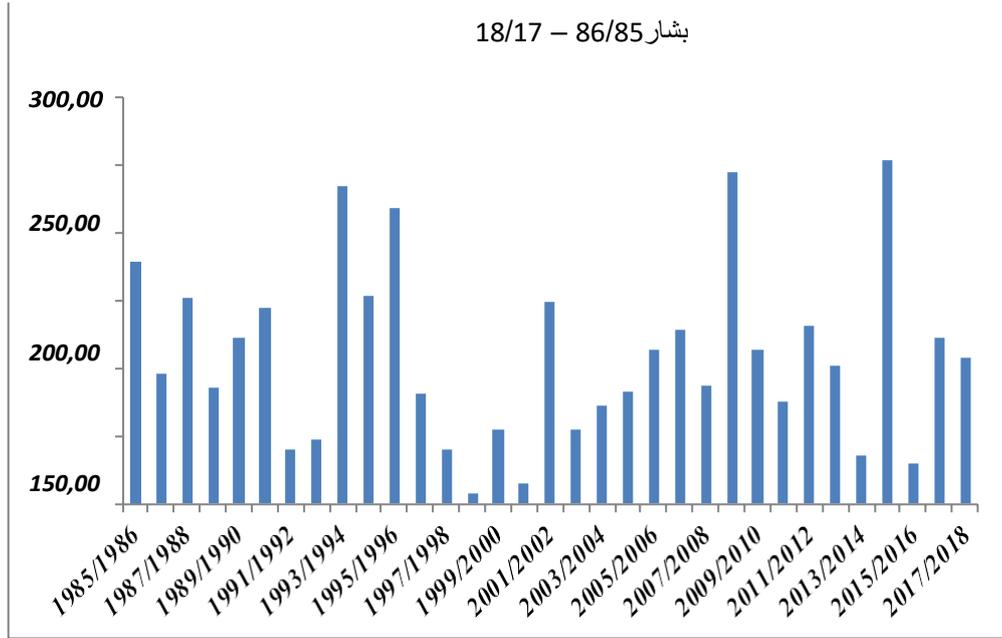
III-2 علم المناخ:**III-2-1 الاستعدادات الفيزيائية:**

تقييم المعلمة الفيزيائية يسمح لنا بمعرفة حوض التصريف وتوصيف العوامل الطبيعية الرئيسية التي تتداخل في عمليات التدفق السطحي؛ وتشمل هذه العوامل الأوروغرافية والمورفولوجية والصخرية والمناخية والبيوجغرافية (Benzater 2020, Elouissi 2016,) (Houbib 2013).

. تفاعلها يحدد سلوك الأنهار في المناطق الواقعة ضمن الحوض النهري.

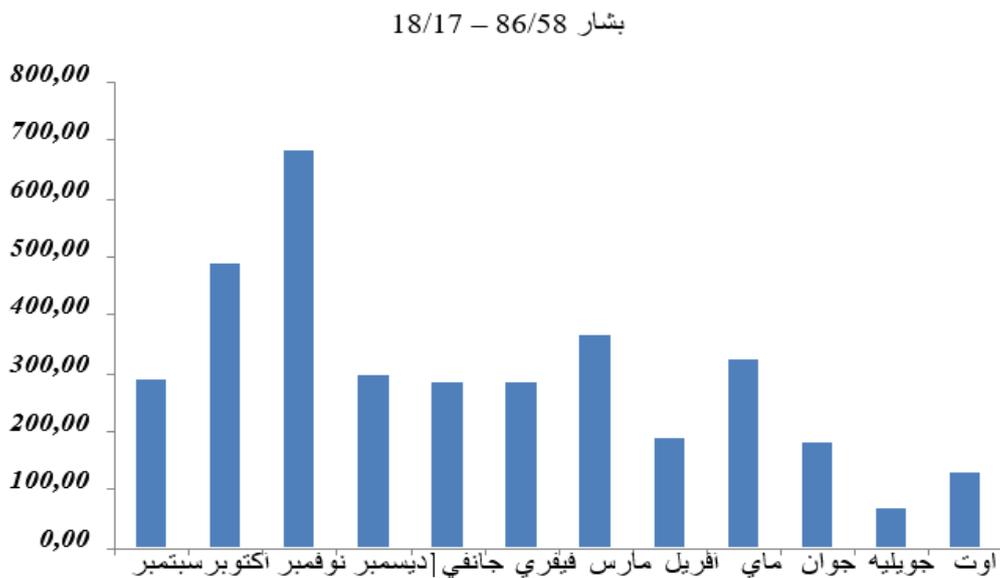
III-2-2 دراسة هطول الأمطار:

البيانات المتوفرة لدراسة الهطولات هي للفترة (1985/1986-2017/2018)، نستخدم القيم السنوية والشهرية (الشكل 1، الشكل 2). ويبلغ متوسط هطول الأمطار السنوي المحسوب 109.02 ملم.



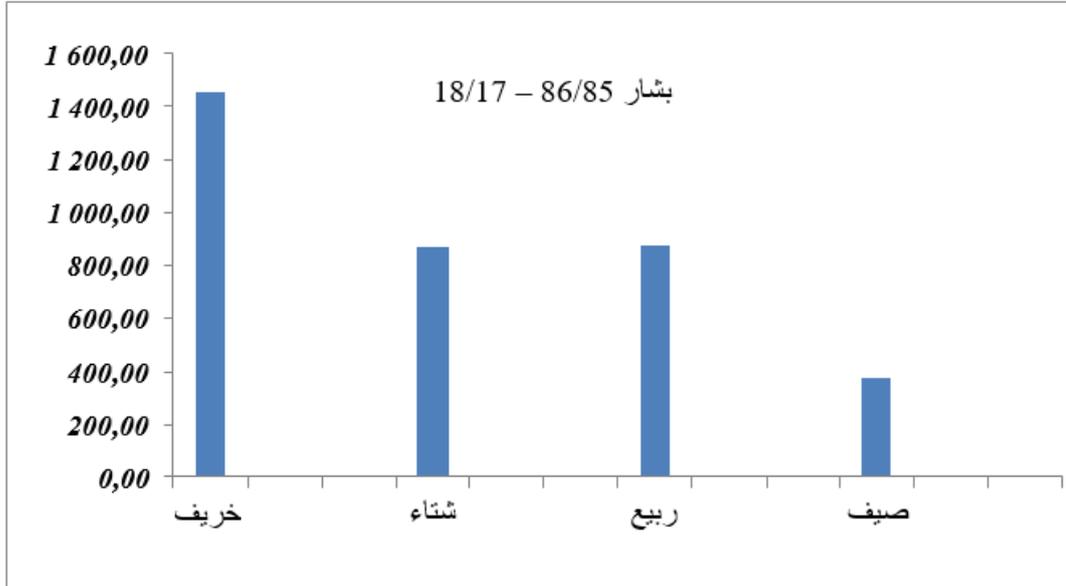
الشكل III-1 : هطول الأمطار السنوي

وفقا للرسم البياني فإن نظام التساقطات غير منتظم إلى حد كبير (الشكل 1)، كما هو الحال في السنوات (00-01-98-99) حيث كانت التساقطات منخفضة للغاية مما يعني أن وادي بشار في حالة جافة ومن ناحية أخرى في السنوات (86-93-94-95-96-02-08 إلى 2018) كانت الهطولات كبيرة وتدفق وادي بشار خلال هذه السنوات مهم جدا لأننا نلاحظ أن سنة 2008 سجلت نسبة كبيرة من هطول الأمطار وفي بقية السنوات هطول الأمطار متوسط تماما.



الشكل III-2 : هطول الأمطار الشهرية

ويبين التباين في الهطول الشهري للفترات المختلفة للحوض أن الأشهر الأكثر أمطاراً هي نوفمبر وأكتوبر ومارس ، وقد سجل شهر أكتوبر 2008 معدل هطول استثنائي حيث تعتبر أشهر جوان وجويلية وأوت جافة عملياً (الشكل 2)



الشكل III-3: هطول الأمطار الموسمية

وتبين التغيرات الموسمية في هطول الأمطار لفترات مختلفة للحوض أن أكثر المواسم هطولا هي الخريف والشتاء والربيع الصيف جاف عمليا (الشكل 3)

III-2-3 دراسة التبخر المحتمل:

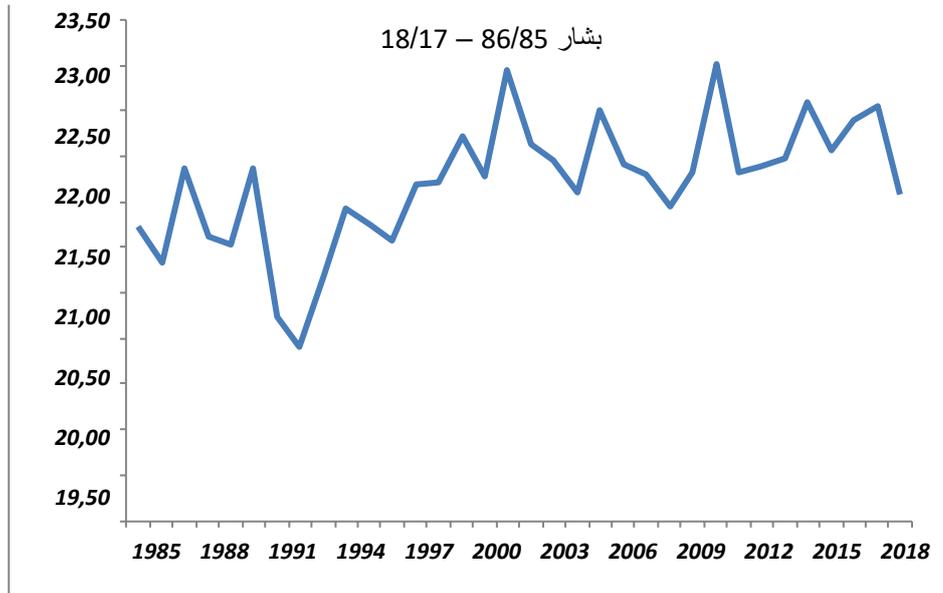
• دراسة درجات الحرارة:

تعتبر درجة حرارة الهواء من العوامل المهمة التي تتحكم في فقدان الماء الذي يحدث من خلال ظاهرة التبخر.

تعد دراسة متوسط درجات الحرارة الشهرية والسنوية أمراً ضرورياً وتسمح لنا بتقييم العجز في تدفق مستجمعات المياه.

تعتبر درجة الحرارة عنصراً أساسياً في المناخ وهي مرتبطة بالإشعاع الشمسي ومن المهم معرفة تباينها ، استخدمنا درجات الحرارة السنوية والشهرية لمحطة بشار .

• درجات الحرارة السنوية:

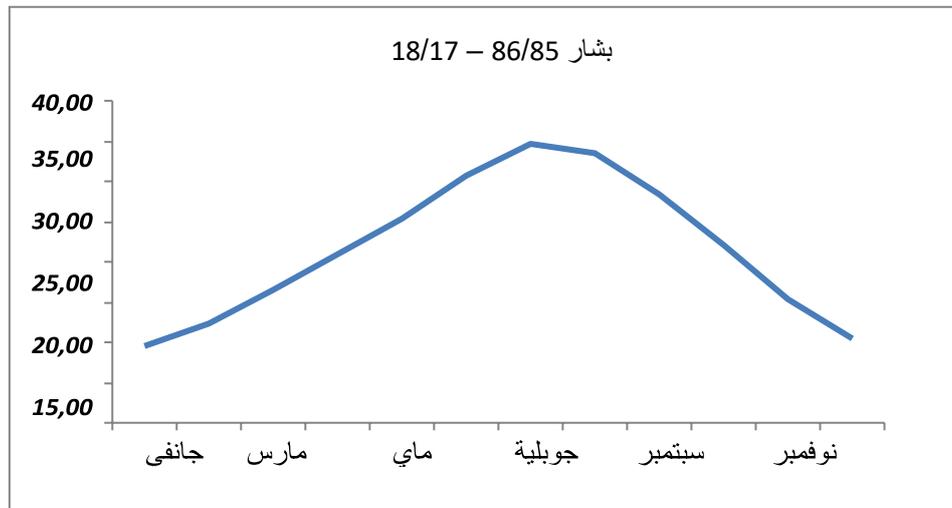


الشكل III-4: متوسط درجات الحرارة السنوية

لاحظنا في المنحنى (الشكل 4) أن متوسط درجة الحرارة السنوية ارتفع منذ عام 2000 بسبب ظاهرة الاحتباس الحراري. يبلغ متوسط درجة الحرارة بين السنوات حوالي 260.64 درجة مئوية.

• درجات الحرارة الشهرية:

أدنى درجة حرارة تسجل في أشهر جانفي وديسمبر وأعلى درجة حرارة في شهري جويلية وأوت (الشكل 5)



الشكل III-5: متوسط درجات الحرارة الشهرية

والنقاط الأساسية التي يجب أن نتذكرها من هذه الدراسة هي تقسيم السنة إلى موسمين.

حرارية تتميز بشكل جيد ويمتد الموسم الحار من ماي إلى أكتوبر، ويكون متوسط درجات الحرارة أعلى من المتوسط السنوي وهو 20 درجة مئوية ويصل الحد الأقصى في جويلية أو أوت إلى قيمة 34 درجة مئوية، أما الموسم البارد فيوافق نوفمبر وأفريل. بحد أدنى في جانفي (10 درجات مئوية).

ويرتبط الانخفاض من الشمال إلى الجنوب في درجات حرارة مستجمعات المياه بشكل رئيسي بالارتفاع، ولكن أيضًا بسبب تأثير القارة في المنطقة القاحلة ويبلغ النطاق الحراري السنوي الذي يعكس الفرق بين متوسط درجة حرارة الشهر الأكثر سخونة ومتوسط درجة حرارة الشهر الأبرد حوالي 24 درجة مئوية، مما يؤكد القارية الملحوظة لهذه الأحواض.

• مفهوم التبخر الكامن:

التبخر المحتمل (المشار إليه فيما بعد بـ ETP) هو كمية المياه التي يمكن أن تتبخر أو تنتج من مستجمع المياه إذا لم تكن المياه المتاحة للتبخر عاملاً مقيداً.

• تقدير التبخر

تتيح العديد من الصيغ تقييم ETP من قياسات مناخية مختلفة، بالنسبة لحالتنا استخدمنا صيغة TURC.

على أساس التوازنات الهيدرولوجية التي لوحظت في 254 مستجمعاً مائياً تقع في مناخات مختلفة، وعلى أساس تجارب مقياس الذوبان، يرى TURC (1955) أن العناصر الرئيسية التي تحكم ETP هي بشكل أساسي:

درجة الحرارة، والإشعاع الشمسي، وهطول الأمطار واحتياطي مياه التربة.

• صيغة TURC :

إن صيغة تورك المشتقة من خلال تبسيطها من صيغة (Penmann)، لا تتطلب سوى معرفة درجات حرارة الهواء والإشعاع العالمي أو مدة الشمس. وهذه الصيغة هي كما يلي (Bouanani 2010):

$$ETP = 0.40(Ig + 50) \frac{T}{T + 15}$$

مع :

Etp : التبخر الشهري المحتمل (بالمليمت من الماء).

T : المتوسط الشهري لدرجة حرارة الهواء (بالدرجة المتوية).

Ig : المتوسط الشهري لإشعاع العالمي المتلقى على الأرض (بالساعات الحرارية/سم²/اليوم).

K معامل يساوي 1 إذا كانت الرطوبة النسبية.

Hr نسبة الرطوبة أكبر من 50% (كما هو الحال عمومًا في مناخاتنا) (Bouanani 2010).

ومنه

$$K = 1 + \frac{50 - hr}{70}$$

إذا لم يتم قياس الإشعاع الإجمالي Ig ، فيمكن تقييمه من مدة الشمس h باستخدام الصيغة

$$Ig = Iga \left(0.18 + 0.62 \frac{h}{H} \right)$$

مع:

Iga : الإشعاع العالمي النظري (بالكالوري/سم²/اليوم).

H : الأطوال النظرية لأيام الشهر.

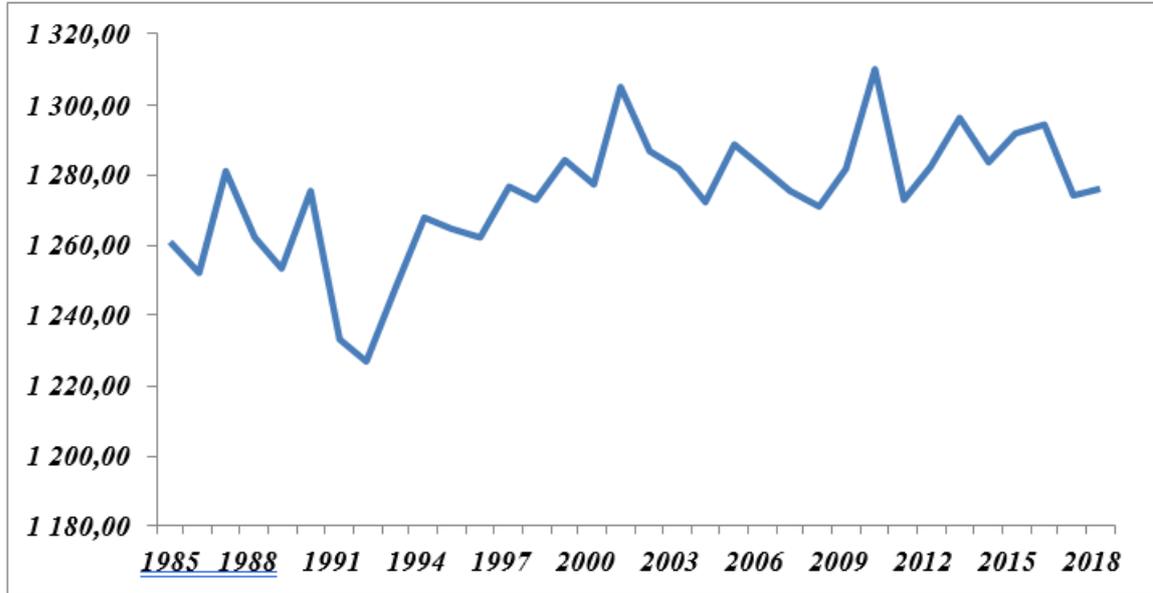
h : المدة الفلكية لليوم بالساعات، تعتمد على خط العرض ويتم الحصول عليها من الجداول المعامل 0.4 صالح للأشهر من 30

إلى 31 يومًا لشهر فيفري سيتم استبدال 0.4 بـ 0.37.

يجب تصحيح قيم FTE التي وجدتها هذه الصيغة بمعامل التصحيحات $ETP.K$ المصححة = $ETP.K$ وتقدير FTE

السنوي؛ هذه الأخيرة تعطي فكرة عامة عن التبخر لمساحات واسعة.

وتظهر النتائج الحسابية لمحطة بشار في الشكل 6



الشكل III-6: تبخر *TURC* في مستجمع مياه وادي بشار

في منحى الشكل 6، وجدنا أن قيم ETP السنوية مستقرة تقريباً في جميع أنحاء سلسلة البيانات، وتصل إلى قيمها القصوى خلال الموسم الحار بحد أقصى 206 ملم في يوليو ويبلغ متوسط التبخر السنوي للفترة (1985-2018) 1274.29 ملم وتتفق هذه القيم بشكل وثيق مع تلك الخاصة بعوامل الأرصاد الجوية الأخرى، ولا سيما درجة الحرارة ومدة التشميس وتردد (سيروكو).

بالنسبة للمستجمع المائي الكبير لوادي بشار تتميز الرياح باتجاهاتها وسرعتها وكثافتها فهي تمارس عملاً مدمراً تزيد من التبخر وظواهر التعرية، الرياح السائدة في الجزء الجنوبي من الحوض في فصل الشتاء تكون شمالية غربية الاتجاه قادم من شمال الأطلسي محملاً بالرطوبة.

تلك الموجودة في الصيف تكون في اتجاه الجنوب / الشرق. الشمال/الغرب، هي شكل من أشكال الرياح الرملية الجافة سيروكو المميزة في هذا الجزء من المنطقة، وتتكرر خلال أشهر مارس افريل وماي. إلا أنه يمكننا أن نلاحظ ظهورها خلال المواسم الأخرى بوتيرة منخفضة.

III-3 الهيدرولوجيا:

III-3-1 دراسة معدلات التدفق (شفرات المياه المتدفقة)

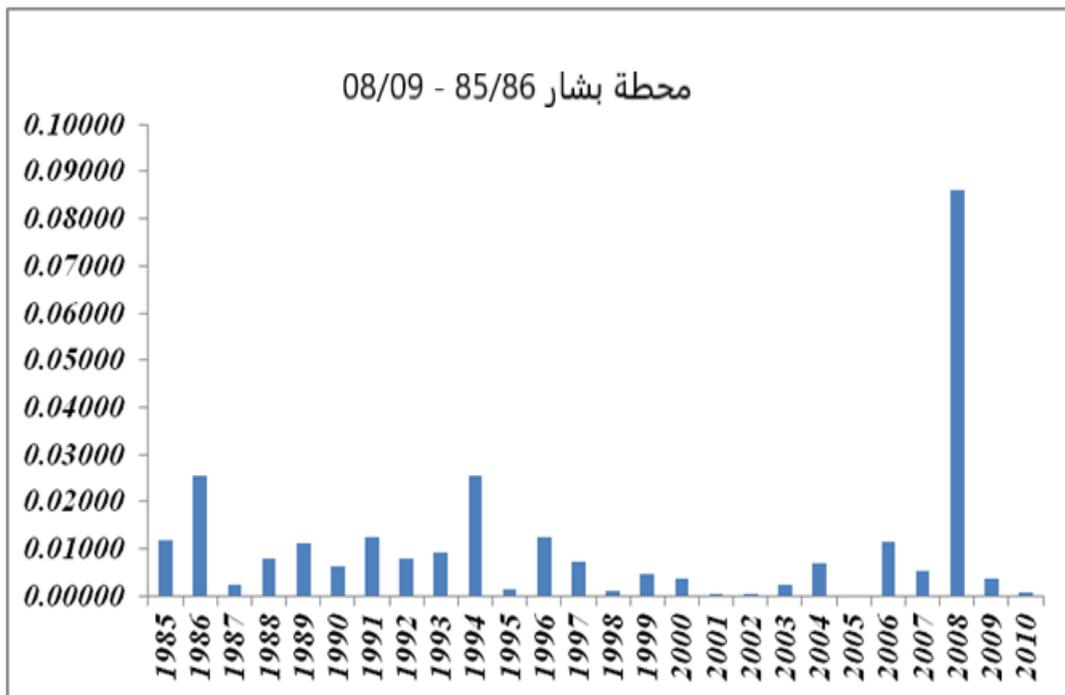
أقصى تدفق لوادي هو نتيجة للأمطار الشتوية والربيعية يحدث بين شهري مارس وماي ويمثل حوالي نصف التدفق السنوي للوادي، وغالباً ما يتجلى في فيضانات كبيرة تواجه المجتمعات الموجودة على سفوح الجبال خاصة المدن الموجودة في مصبات الأودية.

تقديرات أقصى تدفقات الفيضانات دائماً ما كانت تُدرك كضرورة ملحة، لحماية ضد التسلسلات الضارة.

يبدو أنه من الضروري التمييز بين الفيضانات في فصل الشتاء والفيضانات في فصل الصيف، فهذين النوعين الرئيسيين من الفيضانات يتميزان بالفعل سواء من حيث نشأتهما وآليات انتشارهما، أو من حيث قوتهما ومدتهما وتكرارهما وانتشارهما الجغرافي.

لهذه الدراسة، اعتمدنا على القيم السنوية والشهرية لسلك المياه التي تمر عبر محطة بشار.

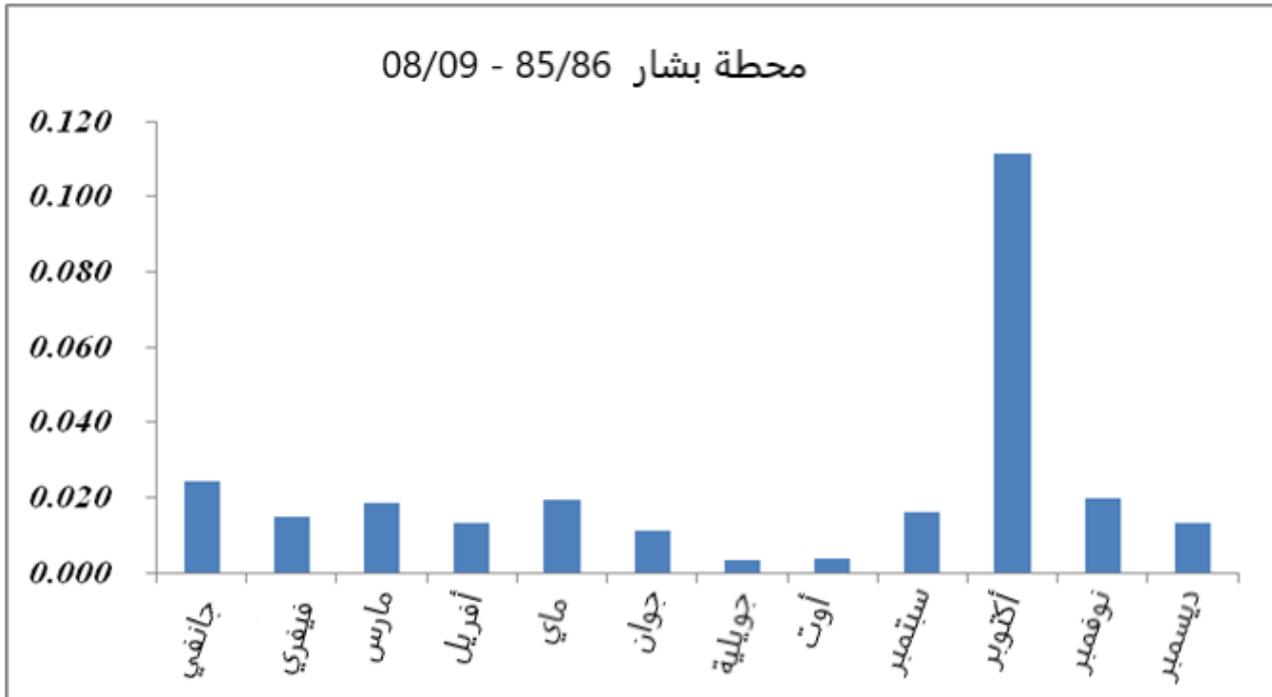
• التدفق السنوي:



الشكل III-7: تدفقات المياه السنوية

يظهر التوزيع السنوي لتدفقات المياه في الشكل 7 انخفاضاً كبيراً من عام 1997 حتى عام 2007، وقد لاحظنا زيادة إجمالية في تدفق المياه في عام 2008 ومعدل تدفق قدره 850 مترًا مكعبًا في الثانية، وهذا هو تأثير المطول الاستثنائي في أكتوبر 2008.

• معدلات التدفق الشهرية:



الشكل III-8: تدفقات المياه الشهرية

إن التباين الشهري في كميات تدفق المياه يدعم تفسيرنا السابق، لأنه يوضح أن هناك كمية كبيرة من المياه المتدفقة خلال شهر أكتوبر (الشكل 8).

III-4 دراسة إحصائية:

- خصائص أخذ العينات:

تتكون العملية الأولى من توصيف العينة مما يسمح للشخص بالتعرف على البيانات المراد دراستها يمكن تصنيف المؤشرات التي تصف السلسلة الإحصائية إلى ثلاث فئات.

يوفر المؤشر الأول معلومات عن موضع البيانات مثل الوسط الحسابي وتقدم الفئة الثانية من المؤشرات معلومات عن تشتت البيانات ومستوى تجمعها حول المتوسط، أي التباين والانحراف المعياري والقيم المتطرفة الدنيا والقصى.

الفئة الأخيرة من المؤشرات: وهي التي تتميز شكل عينة البيانات وتجمع مجموعة من المعاملات مثل معاملات عدم التماثل والتفلطح وتستخدم هذه المؤشرات على نطاق واسع في الممارسة العملية وخاصة في الدراسات الهيدرولوجية مجرى مائي.

✓ تحليل التردد لمعدلات التدفق اللحظية القصوى

التحليل الترددي هو نهج إحصائي للتنبؤ يعتمد على حسابات احتمالية باستخدام تاريخ الأحداث للتنبؤ بتردد ظهور الأحداث المستقبلية. باستناد إلى المفاهيم والمفاهيم المعالجة، يجب على هذا التحليل تقدير الكميات المقابلة لفترات العودة المختلفة.

يتم إجراء تقديرات الكميات عن طريق النظر في طريقة التحليل الترددي التي تتألف من الخطوات التالية:

1- توصيف العينات المدروسة وتحديد المؤشرات الإحصائية العادية مثل المتوسط والانحراف المعياري ومعامل التباين ومعامل الانحراف ومعامل التسطیح.

2- التحقق من الافتراضات الأساسية لسلسلة البيانات التي يتعين دراستها.

3- تحديد الكميات (ضبط توزيعات إحصائية، تقدير معلمات التوزيعات، اختيار القانون الذي يتوافق أفضل مع البيانات المرصودة وتقدير الكميات وفترات العودة المحددة وفترات الثقة).

❖ التوزيعات الاحتمالية

وهي كثيرة جداً، وأكثرها استخداماً في دراسة الفيضانات والفيضانات بشكل عام: Log-Normale, ... Exponentielle ou Gumbel, Pearson 3, Log – Pearson 3 Weibull

❖ النتائج والمناقشة

قوانين التعديل عديدة ولا يمكن تطبيقها إلا على عينة إذا كان استيفاء شروط التجانس والثبات. وترتبط معايير اختيار القانون بالتعديل البياني أولاً ومن ثم باختبار تشتت. شكل النقاط على ورقة الاحتمالات يسمح لك بقبول القانون أو رفضه.

وفقاً (Bekhira et al) [b2019] فإن سلسلة العينات تتناسب جيداً مع قانون (Gumbel 1942,1958)

(Gumbel). يقدم الجدول التالي الكميات لكل فترة عودة بموجب قانون Gumbel

T (ans)	Q (m3/s)
100	567.3
50	478.3
25	388.6
10	268
5	172

الجدول III-1 : الكميات المقدرة بقانون Gumbel (Bekhira et al 2019b)

III-5 الخاتمة

ترتبط الخصائص المناخية لأحواض التصريف ارتباطاً وثيقاً بموقعها الجغرافي وتضاريسها؛ حيث نجد تفاوتات كبيرة في توزيع الهطولات المطرية على المستويين المكاني والزمني، وكذلك في درجات الحرارة والتأثير الكبير للتبخر والنتح. إن تداخل هذه الظروف الفيزيائية الجغرافية والمناخية يلعب دوراً حاسماً في السلوك الهيدرولوجي لوحدات الأحواض المختلفة. تحليلنا للمعلومات المناخية المختلفة لحوض تصريف واد بشار (لفترة 1985-2007) عبر محطات الأرصاد الجوية في بشار، على الرغم من قلة تغطية المحطات المناخية في الحوض، سمح لنا باستخلاص ما يلي:

القيم المتوسطة السنوية لدرجات الحرارة، التبخر والهطول هي على التوالي: 260.64 درجة مئوية، 1274.29 مم، 109.02 مم.

أكدت دراسة مؤشرات المناخ الجفاف الشديد لهذه المنطقة.

أظهرت الدراسة الهيدرولوجية لتدفقات محطة القياس الهيدرومترية في واد بشار أن التدفقات السنوية المتوسطة تتراوح بين 172 و567.3 م³/ث، وفي الحالات الاستثنائية تصل إلى 830 م³/ث.

نظراً لتوفر البيانات الهيدرومترية (مدة 25 عاماً)، تم ضبط سلسلة التدفقات القصوى على القوانين الإحصائية التي تُستخدم عادة دراسة الفيضانات.

الفصل الرابع IV

تهيئة مجرى وادي بشار

وحماية المدينة من

الفيضانات

IV-1 مقدمة:

تُميز تضاريس جميع مناظرنا الطبيعية من خلال المجاري المائية. من وجهة نظر وظيفية، يُعتبر النظام الهيدرولوجرافي أيضًا العمود الفقري لمنظرنا الطبيعي. خلال العقود الأخيرة، فقدت المجاري المائية الكثير من قيمتها بسبب التصحيحات والتعديلات الصناعية والضوابط المفروضة عليها.

تُعد المياه الطبيعية أو القريبة من الحالة الطبيعية بيئات أساسية والهياكل الرئيسية لربط المواطن البيئية. لقد كان وادي بشار في وقت مضى يمثل منطقة للاسترخاء وعنصرًا من عناصر الهوية. لذا فإن إحيائها يُعتبر أولوية لحماية الطبيعة والمناظر الطبيعية. لذلك، في هذا السياق حاولنا في هذا الفصل أن نقترح إدارة فعالة لوادي بشار بطريقة لحماية مدينة بشار من الفيضانات، ومن جهة أخرى لاستعادة قيمته السياحية. أولاً، نضع خريطة تعرض مواطن القابلية لضعف، وثنائيًا نجري تشخيصًا عامًا للوادي، وأخيرًا نقترح خطة إدارة باستخدام برنامج HEC-RAS.

IV-2 ترتيب وتنظيم المجاري المياه:

يتعين على معظم البيئات المائية أن تُعدَّ بعناية عميقة من قبل الإنسان. يجب تنفيذ العديد من ترتيبات مجاري الأنهار وفقًا لظروف كل نهر ومن هذه الترتيبات نذكر:

- الحفر (تعميق قاع النهر).
- التجهيز (تغطية الضفاف بالخرسانة وأحيانًا القاع أيضًا).
- التحصين (رفع ارتفاع الضفاف لمنع تجاوز المياه).
- تصحيح مسار النهر (قطع المنعطفات).
- إعادة ضبط المجرى (زيادة سعة النهر عن طريق تغيير عمقه وعرضه).

غالبًا ما كانت هذه الترتيبات تستجيب لأهداف مشروعة مثل حماية الأراضي الزراعية والمنازل من الفيضانات ومكافحة تآكل الضفاف وتسهيل الملاحة النهرية وتوليد الطاقة والري وتوفير المياه الصالحة للشرب للبشر والحيوانات وفي الآونة الأخيرة تم إنشاء مرافق ترفيهية.

قبل بدء أي ترتيب يجب إجراء دراسة موثوقة لتحديد المناطق التي تتعرض لخطر الفيضانات ثم اختيار نوع الترتيب المناسب للحالة المعينة في هذا السياق، من الضروري إعداد خريطة القابلية لتحديد المناطق الضعيفة.

IV-3 رسم خرائط القابلية للتعرض للخطر:

"يعرف علم الخرائط بأنه مجموعة من الدراسات والعمليات العلمية والتقنية والفنية التي تتدخل بناءً على نتائج الملاحظات المباشرة أو استغلال الوثائق بهدف إعداد وإنشاء واستخدام الخرائط والمخططات ووسائل التعبير الأخرى (Chachoua 2010).

تتطلب تعقيدات المشاكل المتعلقة بوفرة البيانات في إطار خرائطية خطر الفيضانات (الطبوغرافيا، الهيدرولوجيا، الهيدروليكا، استخدام الأراضي)، تطوير واجهات متقدمة لمساعدة المستخدم وجعل تدخله أكثر فعالية لحل المشاكل الناجمة عن خطر الفيضانات (Chachoua 2010). إلى جانب المخاطر، فإن العنصر الرئيسي لتحليل المخاطر هو هشاشة المناطق الحضرية ولا سيما المدن الكبرى.

الهشاشة هي بشرية، اجتماعية اقتصادية، مؤسسية. وتشمل وجود أو غياب إجراءات الحماية التي تتخذها بعض الدول دون غيرها.

إنها تضع في موضع الشك مرونة المجتمع في مواجهة هذه "الأزمات" ذات الأصل الطبيعي.

تشمل الهشاشة نهبًا نظاميًا، لا غنى عنه ولكنه معقد خاصةً عندما يتعلق الأمر بتحليل المدينة وأكثر من ذلك المدينة الكبرى. فالمدينة تضاعف وتضخم وتنوع عوامل الهشاشة والتي تنجم عن وظيفة المدينة نفسها، منطق تنظيمها المكاني والديناميات الإقليمية يمكن أن تكون الجوانب الاقتصادية والاجتماعية والتنظيمية والتراثية والعناصر البيئية عوامل هشاشة كما هو موضح في الجدول 1.

بعض العوامل التي تجعل المدينة مكانًا معرضًا للخطر
الكثافة السكانية، امتداد المباني
العوامل الفنية: - سوء نوعية البناء، وسوء التحكم في المياه. - تقليص حجم أعمال إخلاء ومعالجة مياه الصرف الصحي...
العناصر الاجتماعية والاقتصادية: - تحدد جزئيًا على الأقل أنماط استخدام الأراضي، والفصل الاجتماعي، والتجزئة المكانية.
قبول الخطر: - يتم قبول الخطر أحيانًا مقابل الحصول على سكن أو وظيفة الفقر كعامل من عوامل القابلية للتعرض.
العوامل النفسية: - الجهل بالخطر، غياب الوعي بالمخاطر (تحويل المخاطر إلى أمور عادية، ودمجها في الحياة اليومية) - الجوانب الدينية لقبول.
العوامل السياسية وتلك المرتبطة بتاريخ المجتمعات: العوامل المؤسسية والسياسية الإدارية: - غياب برنامج للوقاية. - تشريعات مرنة. - غياب التفكير في برامج التخطيط الحضري. - غياب ثقافة المخاطر داخل الجماعة الاجتماعية. - التقسيمات الإدارية: مناطق الخطر، وتعدد الجهات المعنية، وتفريق المسؤوليات.

<p>العوامل الهيكلية:</p> <ul style="list-style-type: none"> - موقع وزمان محدد للتأثير . - عدم الانتظام في الوظائف والمشاكل التقنية التي لا يمكن التنبؤ بها.
<p>العوامل الوظيفية:</p> <ul style="list-style-type: none"> - سوء إدارة الأزمات، وسوء تنظيم الجوانب التقنية والبشرية - غياب نظام التنبيه، وعدم وجود تنبؤ فعال.

الجدول IV-1 : عوامل القابلية للتعرض

IV-4 المفاهيم:

الفيضان لا يشكل خطراً بمفرده. بل هو انتشار الأنشطة البشرية القابلة للتعرض في المناطق المعرضة للفيضانات مما يخلق الخطر حيث تشمل تقدير مخاطر الفيضان مواجهة الخطر والقابلية للتعرض للفيضانات لاحتلال الأرض (Chachoua 2010).

كل شيء في منطقة الفيضانات له قابلية للتعرض للفيضان بتردد محدد يمكن وصف قابلية التعرض للفيضانات بطريقة بسيطة من خلال افتراض أن كل بناء أو بنية تحتية حساسة للفيضانات (Chachoua 2010).

وقد تبدو هذه النهج قريبة من الاقتراب التقريبي، ولكن في الواقع تكون قليلة من البناء مصممة لتحمل ارتفاعات المياه التي تزيد عن عشرين سنتيمتراً. وتكون المسألة أكثر تعقيداً فيما يتعلق بالزراعة ففي الواقع لا تكون المروج حساسة جداً للفيضانات، لكن الزراعات هي التي تتعرض للخطر (Chachoua2010).

- القابلية للتعرض ضعيفة للمروج والغابات

- القابلية للتعرض متوسطة للمحاصيل

- القابلية للتعرض قوية للمباني والبنية التحتية

في هذه الحالة تظهر الدراسة مخاطر في بيئة حضرية وتكون القابلية للتعرض نسبياً قوية. ومع ذلك، يمكن تقسيم هذه القابلية للتعرض إلى عدة مستويات وفقاً للنوع والموقع وطبيعة استخدام كل كائن.

IV-5 مستويات القابلية للتعرض:

غالبًا ما يقتصر إنشاء خريطة القابلية للتعرض على رسم خريطة يستند إلى تمييز أنماط مختلفة لاحتلال الأرض بناءً على قدرتها على تحمل الفيضانات. يمكن تحديد نوعين رئيسيين من جمع البيانات: (النهج القائم على المنطقة والنهج القائم على الكيان للسلع) (Chachoua 2010).

الأولى تتضمن رسم خرائط للأراضي المعرضة للفيضانات وفقاً لنمط استخدام الأراضي، ثم تخصيص كثافة متوسطة للممتلكات لكل منطقة متجانسة. أما النهج الثاني، الأقل انتشاراً فيتضمن مجرد كل مصلحة. وهو مناسب بشكل أفضل للمناطق قليلة التحضر والأقاليم الصغيرة.

النمط الأكثر شيوعاً هو كالتالي:

- السكن (أو أملاك الأفراد، التي تتضمن العقارات والأثاث)
- الأنشطة (أو المصالح الاقتصادية) (الشركات التجارية، والحرفية، والصناعية؛ حيث يتعلق المصلحة بالمبنى، وأدوات الإنتاج أو المعدات، والمخزون، والنشاط من حيث الإيرادات، أو الربح)
- المصالح الزراعية (الأراضي ومقرات التشغيلية)
- البنى التحتية (المنشآت وشبكات التجهيزات العامة)
- المصالح البشرية.

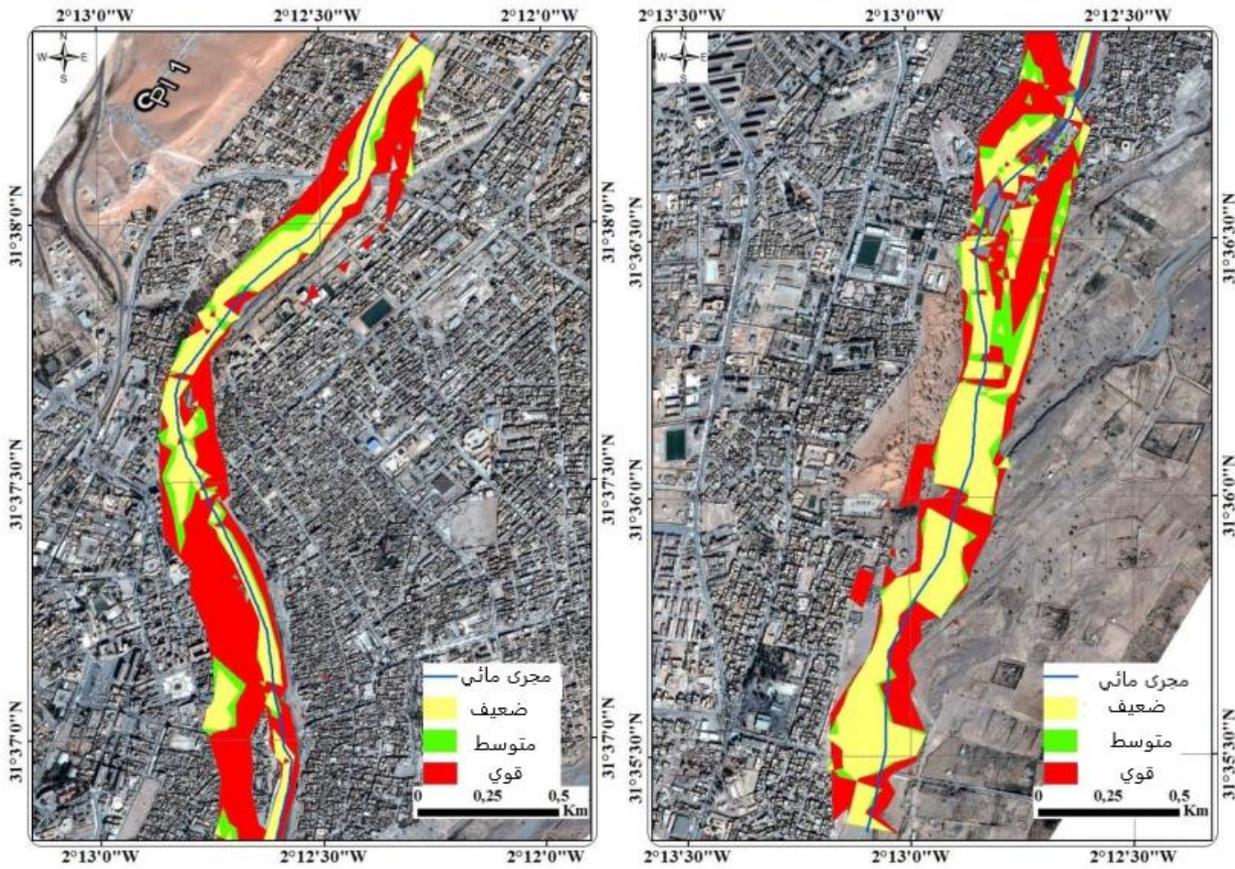
تكون معظم المباني والبنى التحتية للنقل حساسة للغاية للفيضانات، نذكر على سبيل المثال الضرر الذي لحق بولاية بشار خلال فيضان عام 2008 عندما تم قطع الطرق بسبب انهيار الجسور على طول الطريق الوطنية RN°6.

يمكن أيضاً أخذ العوامل التصحيحية في الاعتبار على سبيل المثال، فإن المدارس والمستشفيات أكثر عرضة للخطر (Chachoua 2010).

في حالتنا، تكون المناطق القابلة للفيضانات عادةً مناطق حضرية، حيث تمتد التنمية الحضرية في منطقة بشار على طول وادي بشار مع توسع محدد بالقرب من المجرى المائي الرئيسي، بالإضافة إلى وجود مناطق زراعية مثل (OUAKDA, MER- NIGER) أو أكدة و مر نيجر، وفي منطقة بشار الجديد في الضفة اليسرى (Bekhira et al2019b).

لقد حاولنا توضيح مستويات التعرض لفيضان 100 عام في الصورة منظر جوي لمدينة بشار.

وبما أن وادي بشار طويل جداً، فقد حاولنا تطوير عدة خرائط وبعيداً عن السطح المدرّوس، تظهر الخرائط في الشكل التالي:



الشكل IV- 1: خريطة القابلية (Bekhira et al 2019b)

IV-6 تحليل المخاطر

تميز بين النهج النوعي والنهج الكمي. بحيث يهدف النهج الكمي إلى توفير تقدير اقتصادي للأضرار المحتملة. أما النهج شبه الكمي هو مرحلة وسيطة بين النهج الكمي.

❖ النهج النوعي

أبسط وأشهر نهج نوعي هو مقارنة مستوى الخطر مع مستوى الضعف نقطة بنقطة ويتم الحصول على شبكة التحليل عن طريق تقاطع مستويين من الخطر ومستويين من الضعف ويمكن تعريف مستويين من المخاطر: منخفض وعالي (الجدول 2) (Chachoua 2010).

	ضعف منخفض	ضعف قوي
خطر منخفض	خطر قليل	خطر قليل
خطر قوي	خطر قليل	خطر قوي

الجدول IV-2: شبكة تحليل المخاطر البسيطة

قد يكون هذا النهج كافياً لتزويد أصحاب المصلحة برؤية تركيبية للموضوع الوضع الذي تجدد أراضيهم نفسها فيه ومع ذلك، يبقى أن نحدد ما هو المقصود به خطر قوي وضعف قوي وسوف تركز المناقشات بشكل رئيسي على هذه النقطة.

✓ طريقة تعداد رقمية

ومن الناحية الاقتصادية، ينبغي أن يتم تحديد هدف الحماية تحليل التكلفة/الفائدة للحماية من الفيضانات وبالتالي، تهدف بعض الدراسات إلى تحديد متوسط التكلفة السنوية للفيضانات لقسم ما من المجاري المائية. يمكن حساب متوسط التكلفة السنوية من تكلفة الفيضان C بالصيغة التالية (F هو التردد) (Torterotot 1994):

$$CMA = \int_0^1 C(F) \cdot df$$

من الصعب جداً تحديد التكلفة المحتملة لأضرار الفيضانات بسبب التأثيرات متنوعة (Torterotot 1994). هناك نوعان من الضرر:

- الأضرار غير الملموسة هي تلك التي لا يمكن أن تعزى إليها أي قيمة اقتصادية على سبيل المثال فقدان الحياة البشرية، والصدمة النفسية للضحايا، والخسارة كائنات لا يمكن تعويضها..
- الأضرار الملموسة قد تخضع لتقدير اقتصادي في وسعنا تعيين قيمة نقدية: الأضرار التي لحقت بالمباني والمركبات والبنية التحتية، وما إلى ذلك.

يركز النهج الكمي لمخاطر الفيضانات على الأضرار الملموسة، بما في ذلك الأضرار الناجمة عن الفيضانات بحيث يمكننا التمييز بين فئتين:

- الأضرار المباشرة المرتبطة بفيضانات العقار: الأضرار التي لحقت بالمباني والأجهزة، الكهرباء، المركبات، الطرق...
- الأضرار غير المباشرة المرتبطة بتأثير الفيضان على المدى المتوسط: الخسائر، تكاليف التشغيل، خسارة قيمة المبنى، الخ.

من الصعب تقدير هذا الضرر لأنه يعتمد على عوامل كثيرة مثل: ارتفاع مياه الفيضان ومدة الفيضان وغيرها لحساب التكلفة الناجمة عن كل منها:

"يمكن استخدام منحنيات الأضرار كفيض مرجعي، وهناك عدد كبير منها في الأدب الخاص بالموضوع." (ملخص بيليوغرافي Torterotot [1994]).

وبغض النظر عن الطريقة المختارة، فإن التقدير الكمي لمخاطر الفيضانات يخضع لـ شكوك كبيرة جداً وبشكل عام، فإن تقدير الأضرار يأخذ في الاعتبار فقط الأضرار المادية المباشرة التي لحقت بالأرض ميني. ويمكن أن تمثل هذه التكاليف أقل من 50% من التكلفة الإجمالية للفيضانات (Bceom 2000). وينبغي اعتبار متوسط التكلفة السنوية مؤشراً تقريبياً للعبء المالي أن الفيضانات تؤثر على المجتمع.

✓ النهج شبه الكمي

عندما نسعى إلى إجراء تقدير كمي للأضرار الناجمة عن الفيضانات، فإننا نحتاج للتعرف على العقارات المعرضة للفيضانات.

تعتبر هذه الخطوة الأولى من النهج الكمي مثيرة للاهتمام لأنها تنطوي على قدر أقل عدم اليقين من حساب تكلفة الضرر وأولى اهتماماتنا ببساطة هو عدد المنازل المتضررة أو المساحة السطحية للمناطق الصناعية والتجارية التي غمرتها المياه.

إن الطرق المختلفة لتقييم مخاطر الفيضانات لها أسباب وجودها أنها توفر دعم القرار لتنفيذ تدابير للحد من الخطر ولهذا يعد تطوير شبكة تحليل المخاطر أمراً ضرورياً لاقتراح تشخيص المخاطر المتكامل والمتضافر (Chachoua 2010).

IV-7 الحماية من الفيضانات

وفقاً للأمانة العامة المكلفة بالمياه والبيئة، تعتمد مكافحة الفيضانات على ثلاث نهج رئيسية:

- التخطيط للوقاية.

- المراقبة والتنبيه.

- التهيئة للحماية.

IV-7-1 أنواع الحماية المختلفة

لا يمكن منع حدوث الفيضانات، ولكن يمكن التخفيف من آثارها أو تقليل تكرارها بشكل أساسي في المناطق الأكثر حساسية والأكثر عرضة للخطر.

يمكن تقسيم هذه الحميات إلى مجموعتين: مباشرة وغير مباشرة.

✓ الحماية المباشرة

تتمثل الحماية المباشرة في التدخل مباشرة في الموقع المهدد من خلال تنفيذ الإجراءات التالية:

- التطهير الذي يسمح بتحسين كبير في ظروف تدفق المياه نتيجة لإزالة جميع العقبات والرواسب التي تعيق تدفق المياه في مجرى النهر. كما أن إزالة الأعشاب ضرورية عند مرورها عبر التجمعات السكانية لأسباب صحية وفي المقاطع العامة لتقليل الخشونة وزيادة التدفق.
- إعادة التهيئة التي تسمح بتوسيع وتعميق مقاطع الأنهار لزيادة قدرتها على تصريف المياه وضمان مقطع مبلل يلي معايير الحماية المطلوبة.
- تعزيز المنشآت العابرة للأودية وتعديل خصائصها والأنظمة الموجودة في حالة عدم كفايتها (الجسور، الأنفاق، الأنابيب...).
- إنشاء قنوات تسمح بتجديد الممر الأصلي للوادي. هذا الحل ضروري في حالة احتلال مجرى الوادي ومجاله الهيدروليكي بالكامل بالمباني أو الطرق.
- حماية الضفاف التي تشمل جميع المنشآت التي تهدف إلى الحفاظ على استقرار الأراضي على الرغم من تأثير المياه. فالضفاف تتعرض للهجوم من قبل التيارات المضطربة التي تسببها الفيضانات. كما تنزلق الأراضي نتيجة تسرب المياه بعد انحسار الفيضان. حماية الضفاف ضرورية أيضًا في جوار بعض المنشآت مثل الجسور.
- تحصين الأودية عن طريق بناء سدود تمتد على طول مجرى المياه على ضفتيه. يمكن تنفيذ هذه العملية بسهولة بواسطة الموارد المحلية من اليد العاملة والمواد. علاوة على ذلك، يسمح هذا النوع من الحماية بتحقيق حماية انتقائية. يمكن أن يتم إنشاؤه تدريجيًا بدءًا من حماية الأجزاء الأكثر ثراءً والأكثر كثافة سكانية في المناطق المعرضة لمعظم الفيضانات. ومع ذلك، يجب ملاحظة أن هذا الإجراء للحماية يتسبب في رفع ملحوظ لمستوى المياه وغالبًا ما يجعل من الصعب تصريف الأراضي المنخفضة.

✓ الحماية غير المباشرة

تتمثل الحماية غير المباشرة في التدخل بعيداً عن المواقع المهددة، أي خارج نطاق التهيئة من خلال إنشاء منشآت على المجاري المائية المسببة للفيضانات عن طريق:

- إنشاء قنوات محيطية لتحويل المياه نحو الأودية مما يسمح بإعادتها إلى مناطق تقع خارج المناطق التي تحتاج إلى الحماية.

يمكن أن تشمل هذه التحويلات جزءاً من مياه الوادي أو كلها نحو وادٍ آخر.

- إنشاء السدود أو الحواجز لتخزين وتخفيف الفيضانات في أعلى المناطق المهددة بحيث يجب تحسين حجم وقدرة السد لتلبية متطلبات الحماية بشكل مثالي.

- تهيئة أحواض التصريف لمكافحة التآكل باستخدام الأساليب البيولوجية أو بناء الحواجز السلوكية التي تسمح بتقليل سرعات التدفق وترسيب الرواسب في أعلى المنبع.

IV-8 مقترح تطوير المجرى المائي بمدينة بشار

ولفهم هذه المشكلة برمتها، أجرينا دراسة حول حماية المدينة بشار ضد الفيضانات. وقبل البدء في تطويرنا من الضروري إجراء تشخيص عام لوادي بشار.

وقد أتاح تحليل المواقع ذات الأولوية تحديد الأسباب الرئيسية وراء هذه الظاهرة الفيضانات:

- مورفولوجية مستجمعات المياه التي تتميز بالمنحدرات الشديدة وتدهور التربة والنفاذية المحدودة تساعد على نشوء الفيضانات وزيادة معدلات تدفقها.

- تضيق أقسام المجاري المائية بواسطة رواسب من الحمولة الصلبة والتصريفات بكافة أنواعها التي تعيق تدفق المياه والتي لا تساعد على إخلاء الفيضانات في الظروف الهيدروليكية العادية والطبيعية.

- احتلال المجال المائي العام من خلال إنشاءات فوضوية و تركز الأنشطة الاقتصادية حول سفوح الواد على مستوى الوادي مثلاً

مركز دبدابا وبشار.

- التصميم غير الملائم لبعض الجسور ومنشآت عبور الأودية (شبكات الصرف الصحي) على المستوى الذي تشكل فيه الفروع التي جلبتها الفيضانات عقبة أمام التدفق الطبيعي للمياه.

- الحجم غير المناسب لأعمال قنوات المجاري المائية من خلال المراكز والمدن الحضرية.

بحيث تتم دراسة هذه التطورات على المدى القصير والطويل.

✓ على المدى القصير

وتهدف هذه إلى حماية مدينة بشار من التدفق المستمر منذ عشر سنوات ونذكر منها:

(1) - تطوير مستجمعات المياه في المنبع من خلال إنشاء مقاعد في المناطق ذات المنحدرات الشديدة والحفاظ على التراث

النباتي الطبيعي وتوفير إعادة التشجير على ضفاف واد بشار حيث لدينا امتداد (منطقة أكدة ومنطقة بشار الجديد).

(2) - زيادة قدرة النقل المائي بمدينة بشار؛ في الواقع هو لا يبدو من المثير للاهتمام إعادة معايرة الوادي من خلال توسيع

قسمه (تأثير محدود بسبب التحضر الكبير للبنوك)، بل لتحسين قدرة الوادي عن طريق الحد من التدخلات على حقوق

الطريق الحالية من أجل الحصول على قدرة متجانسة على كامل طول الطريق.

✓ التدخلات هي بشكل رئيسي:

إزالة الهياكل المقيدة قدر الإمكان (الجسور وخطوط الأنابيب والمنازل المراد حمايتها أو هدم...)، تحسين حالة أسطح قاع الوادي

للتقليل من خشونته وتعزيز التدفقات وتصحيح انحدار الوادي وكذلك التجريف (تعميق السرير) من أجل زيادة ارتفاع واد بشار،

يمكننا السماح للشركات أو المواطنين باستخدام رمال الوادي في بناء إنشاءات حضرية ذات جدول زمني منظم جيداً، هذه الطريقة

تجعل من الممكن زيادة عمق الوادي بطريقة غير مباشرة ومرحبة (بدعم من الشركات).

● إحداث هيكل لتحويل المياه من منبع بشار

● التقليل من شدة السيول والفيضانات

- التقليل من الفيضانات الغزيرة تتمثل في القيام بالأعمال التصحيحية نشط أو سلمي لتقليل النقل الصلب من السرير ومستجمعات المياه.
- يشمل التصحيح النشط جميع الأحكام التي تهدف إلى تقليل النقل الصلب من خلال العمل بشكل مباشر على عمليات التآكل وأسبابها (على سبيل المثال: إعادة التشجير).
- التصحيح السلمي يتكون فقط من حماية النفس من الظاهرة عن طريق التحكم في تقدم الفيضان وعواقبه (على سبيل المثال: سد العتبة، شاطئ الترسيب).
- مراعاة خطر الفيضان في التخطيط وسيلة الأكثر فعالية نجاحها في العديد من البلدان هي تنفيذ قانون تنظيمي يفرض مراعاة المخاطر في وثائق التخطيط العمراني.
- وبالتالي فإن خطط التخطيط الحضري المحلية (PLU) تجعل من الممكن الرفض أو القبول في ظل ظروف معينة شروط الحصول على رخصة البناء خاصة في المناطق المعرضة للفيضانات.
- ومن نفس المنطلق يجب على الدولة تحديد المناطق المحظورة والمناطق المحظورة والتي يمكن بناؤها بشرط التحفظ.
- وقد يتطلب الأمر اتخاذ إجراءات بشأن الوضع الحالي للحد من تعرض الأصول للخطر وينظم القانون إقامة الهياكل التي من شأنها أن تسبب تعطيل تدفق المياه خلال فترات الفيضانات.
- والهدف من هذا النهج ذو المزدوج:
- مراقبة التنمية في مناطق الفيضانات حتى مستوى الفيضان المرجعي.
- الحفاظ على حقول التوسع الفيضاني.

(3) الحد من القابلية للضعف:

في مواجهة خطر الفيضانات يوصي المتخصصون باتخاذ إجراءات للحد من ضعف المشكلات، أي للحد من الأضرار المحتملة: وهذا ما يسمى التخفيف وهذا يتعلق بالسلع الاقتصادية: الإنشاءات (الخاصة والعامة)، والمباني الصناعية والتجارية، تلك اللازمة لإدارة الأزمات وشبكات الاتصالات والكهرباء والمياه والاتصالات وغيرها.

ويتطلب التخفيف على وجه الخصوص تدريب مختلف أصحاب المصلحة (المهندسين المعماريين والمهندسين المدنيين والمقاولين، وما إلى ذلك) من حيث التصميم ودراسة الظواهر الطبيعية (المناخية والجيولوجية)، وكذلك تعريف قواعد البناء. ويجب أيضاً ضمان تطبيقها عن طريق فحص الأعمال.

وسيكون هذا الإجراء أكثر فعالية عندما تكون جميع الجهات الفاعلة المعنية متساوية وسيتم توعية الوسطاء مثل شركات التأمين ومديري المشاريع بذلك.

إذا كانت للدولة والبلديات مسؤوليات في هذا المجال فيمكن للمالكين أو المستأجرين أو المواطنين العاديين المساعدة في حماية أنفسهم بشكل فعال والحد من ضعفهم. ولهذا لا بد من أن يعرف الجميع مسبقاً الظاهرة التي يتعرضون لها، وذلك من خلال التعرف على وصفها والحادث المحتمل والأضرار المحتملة.

✓ على المدى البعيد

إن البديل الأكثر أهمية الذي تم اعتماده والذي يشكل أهم أعمال الحماية على المدى المتوسط والطويل هو بناء سد حدودي أعلى منبع بشار؛ إنه سد من المفترض أن يحمي المدينة من تدفق مائة عام.

وأخيراً، فإن صيانة مجاري المياه (التنظيف المنتظم، وصيانة البنوك والهياكل، وما إلى ذلك) ضرورية لتجنب تفاقم الفيضانات.

وتقع مسؤولية هذه الصيانة على عاتق الدولة أو السلطات المحلية ومجموعاتها فيما يتعلق بالمجاري المائية المملوكة للدولة وأصحاب المجاري المائية على ضفاف المجاري المائية غير المملوكة للدولة.

وفي بعض حالات العجز المالي ينبغي تشجيع المجتمع المدني من خلال إنشاء جمعيات تجمع بين المالكين.

IV-9 خاتمة

لقد سهل لنا هذا الفصل ملاحظة أن الفيضانات أصبحت تشكل خطرًا كبيرًا في مدينة بشار، ويجب معالجتها في برامج التخطيط من خلال تحديد المناطق المعرضة للخطر وتصنيفها وفقًا لارتفاع منسوب المياه أثناء الفيضانات، وذلك لتقليل أضرار الكوارث الطبيعية والحد من تأثير الفيضانات في منطقة الدراسة لحماية مدينة بشار والتجمعات السكانية المعرضة لهذا الخطر.

يوصى بشدة بإجراء التعديلات اللازمة لإدارة مخاطر الفيضانات على مستوى مجرى واد بشار واقتراح خطة للوقاية من الفيضانات.

تتوافق استراتيجيات مكافحة مخاطر الفيضانات في بشار مع مجموعة من الإجراءات:

- رسم خرائط مخاطر الفيضانات.

- التنبؤ، المراقبة والإنذار.

- التدخل، الإسعاف وإعادة التأهيل.

الأدوات التي تم تنفيذها خلال هذا العمل سمحت لنا بتحديد التعديلات الضرورية لمكافحة الفيضانات. وهكذا، قمنا باقتراح

إنشاءات لاحتجاز المياه بهدف تقليل تأثير الفيضانات المئوية وتصريفها

على المستوى المحلي، أي على طول ضفاف واد بشار اقترحنا تعديلات أكثر محدودية (تدعيم الضفاف، رفع السواحل...) لدعم

فيضان مئوي.

كما قدمنا بعض النصائح حول تنفيذ خدمات مكافحة الفيضانات.

سيكون من المفيد في المستقبل دمج مقاطع عرضية إضافية في مجرى المياه السفلي لمعرفة رد فعل مجرى المياه على مساحة أكبر،

وكذلك دمج رد فعل واد بشار تجاه الفيضانات القصوى في نموذج HEC-RAS. مع بيانات أكثر دقة حول خصائص تدفق

واد بشار (الجيومورفولوجيا الدقيقة...)، سيتم إعداد محاكاة أكثر دقة في الدراسات المستقبلية.

الخاتمة العامة

الخاتمة العامة

أتاح لنا هذا العمل فهماً أفضل لمخاطر الفيضانات. حيث مكنتنا من دراسة خصائص وحجم تأثير ظاهرة الفيضانات في منطقة بشار، وهي منطقة جافة تقع في أقصى الجنوب الغربي الجزائري. في هذا العمل، قمنا بتطوير منهجية تشمل جميع مكونات الإدارة المتكاملة لمخاطر الفيضانات.

في استعراضنا لنماذج الهيدرولوجيا، قدمنا ملخصاً بيولوجرافياً عن النماذج الهيدرولوجية الأكثر استخداماً في مجال النمذجة. وعرضاً عاماً لحوض تصريف واد بشار.

من خلال الدراسة المناخية، قمنا بتحليل البيانات (المطول، التدفقات المائية، وحتى التبخر والنتح المحتمل). وقد مكنتنا دراسة تعديلات المطول من تحديد التدفقات لفترات عودة تبلغ 25 سنة ($Q_{25} = 388.6$ م³/ث)، 50 سنة ($Q_{50} = 478.3$ م³/ث) و100 سنة ($Q_{100} = 567.3$ م³/ث).

تبين أن نمذجة حوض التصريف الهيدرولوجي ضرورية، خاصة في حالتنا، حيث نواجه مشكلات تتعلق بإدارة الموارد المائية في تنظيم حوض التصريف. تطبيق نموذج الهندسة الريفية (GR) الذي تم على فترتين زمنية، السنوية والشهرية، سمح لنا بتقريب نمذجة الهيدرولوجيا.

ينبغي استخدام خريطة مخاطر الفيضانات كقاعدة معرفية لتطوير نظام دعم للإدارة بحيث يمكن اختبار وتحليل التطورات الموصى بها في سياق شامل لحوض التصريف.

تم تنفيذ تنظيم لواد بشار من أجل تطبيق منهجية رسم خرائط تأثير التدخلات على تقليل المخاطر، وعرض النتائج بطريقة بسيطة وواضحة لمقارنة المشاريع المختلفة المحتملة للتنفيذ. يمكن لهذه المنهجية أيضاً أن تقدم أداة للمخططين لإقناع صانعي القرار.

ما زالت الأبحاث الإضافية ضرورية لتحسين أساليب التثبيت الهيدرولوجية والهيدروليكية، وتحديد مفهوم النظام الهيدرولوجي بشكل أفضل، وتحسين المعرفة بالعمليات التي تسبب الفيضانات ودمج البيانات الاجتماعية الاقتصادية والقانونية.

قائمة المراجع والمصادر

- Bceom. A., 2000**, Inondations de Novembre 1999 dans le Sud de la France. Estimation des dommages des crues et cartographies des zones inondées, rapport inédit, MATE, 24p.
- Bekhira A., Habi M., Morsli B., 2019a**, La gestion des risques d'inondations et aménagement des cours d'eaux dans les zones urbaines: cas de la ville de Béchar, Larhyss Journal, ISSN 1112-3680, n°37, Mars 2019, pp. 75-92.
- Bekhira A., Habi M., Morsli B., 2019b**, Management of hazard of flooding in arid region urban agglomeration using HECRAS and GIS software: The case of the Bechar's city, Journal of Water and Land Development, No. 42 (VII-IX) p. 21-32, DOI: 10.2478/jwld-2019-0041.
- Bekhira A., Nebou M., Merzougi T., 2014**, Gestion des crues dans le bassin versant de l'Oued Béchar: etude hydrologique et aménagement [Flood management in the Wadi Bechar watershed: hydrological study and development]. MSc Thesis. Bechar. Tahri Mohammed University pp. 159.
- Benaradj A., Boucherit. H., Bouazza. M., Baghdadi. D., Aibout. F., 2012**, Particularité géologique de l'atlas saharien oranais (Béchar), CU Nâama, CI, Ouargla, 19-24.
- Benmechernane N., 2013**, Etude de protection de la ville de bensekrane (w.tlemcen) contre les inondations, Mémoire. Tlemcen Master en Hydraulique, Université Abou Bekr Belkaïd, Tlemcen, 136p.
- Bouanani. R., 2010**, Modélisation de la fonction pluie - débit. Application au bassin versant de la Tafna (NW Algérien). Mém. Magister, Univ. Tlemcen, 109 p.
- Boulanouar. S., 2007**, Caractérisation hydrologique du bassin versant d'Oued Saoura (Sud Ouest Algérien). Mémoire de fin d'étude, université de Béchar, 11-32.
- Chachoua. A., 2010**, Gestion de crue dans un bassin versant étude hydrologique, hydraulique et aménagement, mémoire de magister écoulement et transport solide, université Aboubakr Belkaid Telemcen, 41-45.
- Zeggane. H., 2017**, Étude de comportement hydrologique des cours d'eau en Algérie, cas du bassin versant Isser, Algérie. Thèse de docteur en sciences, Université Kasdi-Merbah, Ouargla, 186p.

- Houbib. H., 2013.**, Analyse Multicritères des composantes du Milieu à l'aide des techniques de la géomatique pour un aménagement intégré de la vallée de Oued Mellagou- Bouhmama W. KHENCHELA-, Thèse de Magister en Aménagement de Territoire, Université El Hadj Lakhdar –Batna, 210p
- Halilou M.A., 2011**, Historique et impact des inondations de l'Oued Béchar dans la ville de Béchar [History and impact of the floods of Oued Bechar in the city of Bechar]. MSc Thesis. Oran. University of Oran pp. 156.
- Yousfi. N et Ait-Ahmed. C., 1992**, Contribution à l'étude hydrogéologique de la Grande Source et de la palmeraie de Béni Abbès (Sahara occidental). Thèse Ing Etat, Univ Sci Tech d'Oran Algérie, 440p
- Radia. G., 2012**, Hydrologie et modélisation pluie-débit cas du bassin versant de l'oued Lakhdar (ex : Chouly) Tafna-nw Algerien, mémoire de magister option ressources en eau dans leur environnement, université Aaboubakr Belkaid Telemcen, 13-42.
- Turc L., 1955**, Le bilan d'eau des sols. Relations entre les précipitations, l'évaporation et l'écoulement, Annales agronomiques, vol. 6, n°1, pp. 3-133
- Gumbel E.J., 1942**, On the frequency distribution of extreme values in meteorological data, Bulletin of the American Meteorological Society, 23-95
- Torterotot. J.P., 1994**, Le coût des dommages dus aux inondations : estimation et analyse des incertitudes. CERGRENE. Thèse de Doctorat - PARIS, Ecole Nationale des Ponts et Chaussées, 283p