



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République Algérienne Démocratique et Populaire  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة غرداية

N° d'enregistrement  
/...../...../.....

Université de Ghardaïa

كلية العلوم والتكنولوجيا

Faculté des Sciences et de la Technologie

قسم الهندسة المدنية والري

Département hydraulique et génie civil

## Mémoire

Pour l'obtention du diplôme de Master

Domaine: ST

Filière: Hydraulique

Spécialité: Hydraulique urbaine

### Thème

انجاز قاعدة بيانات باستخدام برنامج Arc Gis  
لدراسة الأحواض الإنسيابية بمنطقة شمال الصحراء الجزائرية

Déposé le : 16/06/2021

Par

Moulay Abdallah Bachir

Devant le jury composé de :

Boulmaiz Tayeb

MCA

Univ Ghardaia

Evaluateur

Amieur Rehia

MAA

Univ Ghardaia

Evaluateur

Ouled Belkir Cheikh

MCB

Univ Ghardaia

Encadreur

Année universitaire : 2020/2021





الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République Algérienne Démocratique et Populaire  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي



Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة غرداية

N° d'enregistrement  
/...../...../.....

Université de Ghardaïa

كلية العلوم والتكنولوجيا

Faculté des Sciences et de la Technologie

قسم الهندسة المدنية والري

Département hydraulique et génie civil

## Mémoire

Pour l'obtention du diplôme de Master

Domaine: ST

Filière: Hydraulique

Spécialité: Hydraulique urbaine

### Thème

انجاز قاعدة بيانات باستخدام برنامج Arc Gis  
لدراسة الأحواض الإنسيابية بمنطقة شمال الصحراء الجزائرية

Déposé le : 16/06/2021

Par

Moulay Abdallah Bachir

Devant le jury composé de :

Boulmaiz Tayeb

MCA

Univ Ghardaia

Evaluateur

Amieur Rekia

MAA

Univ Ghardaia

Evaluateur

Ouled Belkir Cheikh

MCB

Univ Ghardaia

Encadreur

Année universitaire : 2020/2021

## التشكرات

بسم الله الرحمن الرحيم

( الحمد لله الذي هدانا لهذا وما كنا لنهتدى لولا أن هدانا الله )

صدق الله العظيم.

مع آخر اللمسات نتوجه بالشكر الجزيل للمولى تبارك وتعالى الذي بفضلته وفقنا إلى إتمام هذا العمل.

كما نتوجه بالشكر الخالص للأستاذ الكريم: **أولاد بلخير الشيخ**، الذي ثابر معنا لإتمام هذا العمل ولم يبخل علينا بالنصح والتوجيه. ونتوجه بالشكر إلى السادة أعضاء لجنة المناقشة على ما قدموه من توجيهات وارشادات لإتمام وتنقيح هذا العمل.

كما لا ننسى كل الأساتذة الذين قدموا لنا المساعدة من قريب أو من بعيد ونخص بالذكر الأستاذ: الأستاذ شبيحي لخضر ، الأستاذ شويرب مصطفى ، الاستاذ بولمعيز ، والأستاذ منصور عاشور ، والأستاذ نواصر بلقاسم.

كما نقوم بشكر كل عمال طاقم الادارة من الزملاء العاملين بمصلحة شؤون الطلبة وقسم الري والهندسة المدنية وكل المصالح التي ساهمت في إعداد هذا البحث وعلى ما قدموه لنا من عون ومساعدة في جمع الوثائق والتوجيه لإنجاح هذا العمل.

كما لا ننسى جميع الزملاء هشام ، علي ، نور الدين ، الشيخ ، حسان ، عبد السلام ، أحمد وبالأخص بوتاروك عبد الرحمن ...على ما قدموه من نصح ومساعدة وتوجيه .

وشكرا جزيلا للجميع

## الملخص

هدفت هذه الدراسة إلى انشاء قاعدة بيانات مورفومترية وهيدرولوجية حول الأحواض الانسيابية بشمال الصحراء الجزائرية اعتمادا على برنامج Arc Gis محاولين الإجابة على الإشكالية : هل يمكن انشاء قاعدة بيانات باستخدام نظم المعلومات الجغرافية (برنامج Arc Gis) للأحواض الانسيابية بشمال الصحراء الجزائرية يمكن الاعتماد عليها في تحليل خصائص هذه الأودية ؟

وتم من خلال هذه الدراسة تحليل مختلف خصائص الأحواض وذلك بتطبيق مختلف المعادلات النظرية و تحليل نتائجها مقارنة بمختلف المعايير. وقد أظهرت نتائج تحليل الخصائص المورفومترية والهيدرولوجية لمختلف الأحواض الانسيابية بمنطقة الدراسة مدي التباين الواضح في المساحة والأبعاد ، حيث تتميز بمساحاتها الكبيرة والاقليمية ، وأنها تميل إلى الاستطالة وتبتعد عن الشكل المستدير ، كما أنها تشكل خطورة متوسطة من حيث الجريان السطحي وإمكانية حدوث الفيضان، مع كونها تصرف ثروة معتبرة من المياه السطحية الغير مستغلة.

وأوصت الدراسة بضرورة العمل على تنظيم التدفق عند مصب الأحواض واستغلاله لتحويل مياه الأمطار إلى مياه سطحية واستقبال الفائض من المياه لتغذية الخزان الجوفي للمنطقة و الاتجاه بالدراسات المستقبلية لتحليل خصائص الأحواض الجيومورفولوجية والهيدرولوجية إلى استخدام تقنيات نظم المعلومات الجغرافية الحديثة.

## الكلمات المفتاحية.

الأحواض الإنسيابية - نظم المعلومات الجغرافية - المورفومترية والهيدرولوجية - قاعدة بيانات .

## **ABSTRACT**

This study aimed to create a morphometric and hydrological database about the watersheds in the northern Algerian Sahara based on the Arc Gis program, trying to answer the problem: **Is it possible to create a database using geographic information systems (Arc Gis software) for the watersheds in the north of the Algerian Sahara that can be relied upon in analyzing the characteristics of these valleys ?**

Through this study, the various characteristics of the basins were analyzed by applying various theoretical equations and their results were analyzed in comparison with the various criteria. The results of the analysis of the morphometric and hydrological characteristics of the various watersheds in the study area showed clear contrast between the basins in terms of area and dimensions, as they are characterized by their large and regional areas, and that they tend to have an elongated than round shape. Also, they pose a medium risk in terms of surface flow and the possibility of flooding. It is also considered as a non-exploited surface water.

The conducted study recommends the need to work on regulating the flow at the estuary of the basins and exploiting it to convert rainwater into surface water and receive the surplus water to feed the aquifer of the region and to conduct future studies to analyze the characteristics of the geomorphological and hydrological basins to the use of modern GIS techniques.

### **Keywords.**

watersheds – Geographic Information Systems – Morphometric and Hydrological – Database

## Résumé

Cette étude vise à créer une base de données morphométriques et hydrologiques sur les bassins versants dans le nord du Sahara algérien basée sur le programme Arc Gis, en essayant de répondre au problème : **Est-il possible de créer une base de données utilisant des systèmes d'information géographique (logiciel Arc Gis) pour les bassins versants au nord du Sahara algérien sur lequel on peut s'appuyer pour analyser les caractéristiques de ces vallées ?**

A travers cette étude, les différentes caractéristiques des bassins ont été analysées à l'aide de diverses équations théoriques et analysées en comparaison avec les différents critères. Les résultats de l'analyse des caractéristiques morphométriques et hydrologiques des différents bassins versants de la zone d'étude ont montré un net contraste entre les bassins en termes de superficie et de dimensions, car ils se caractérisent par leurs superficies étendues et régionales, et qu'ils ont tendance à avoir une forme allongée que ronde. De plus, ils présentent un risque moyen en termes d'écoulement de surface et de possibilité d'inondation. Elle est également considérée comme une eau de surface non exploitée.

L'étude menée recommande la nécessité de travailler sur la régulation du débit à l'estuaire des bassins et de l'exploiter pour convertir les eaux pluviales en eaux de surface et recevoir le surplus d'eau pour alimenter l'aquifère de la région et de mener des études futures pour analyser les caractéristiques de la bassins géomorphologiques et hydrologiques à l'utilisation des techniques SIG modernes.

### Mots clés.

Bassins versants – systèmes d'information géographique – morphométriques et hydrologiques – base de données.

# قائمة المحتويات



## فهرس المحتويات

### المقدمة العامة

II.....	مقدمة عامة
III.....	الإشكالية
IV.....	الفرضيات
IV.....	أسباب اختيار الموضوع
V.....	أهمية الدراسة
V.....	الأهداف
VI.....	حدود الدراسة
VI.....	المنهجية المتبعة
VIII.....	محتوى المذكرة

### الفصل النظري

2.....	مقدمة الفصل
--------	-------------

#### المبحث الأول: مفاهيم عامة حول نظم المعلومات الجغرافية

	• أولاً: نظم المعلومات الجغرافية وبرامج Arc Gis
3.....	نظم المعلومات الجغرافية
4.....	نماذج الارتفاعات الرقمية
4.....	تعريف نماذج الارتفاعات الرقمية
4.....	مصادر إنتاج نماذج الارتفاعات الرقمية
6.....	نماذج الارتفاعات الرقمية المستخدمة في الدراسة

#### • ثانياً: التحليل الهيدولوجي باستخدام برنامج Arc Gis

9.....	دراسة الحوض تفصيلياً
9.....	تطبيق المعادلات المورفومترية

#### المبحث الثاني: الاحواض الانسيابية وتحليل خصائصها

	• أولاً: الخصائص المورفومترية
10.....	الخصائص المساحية
10.....	مساحة الحوض
11.....	محيط الحوض

11.....	عرض الحوض
11.....	الخصائص الشكلية.....
11.....	معامل الشكل
12.....	نسبة الاستدارة
12.....	نسبة الاستطالة
13.....	الخصائص التضاريسية.....
13.....	الانحدار
13.....	الانحدر المتوسط
14.....	مؤشر الانحدار العام
14.....	مؤشر الانحدار حسب روش (Roche)
14.....	فارق الارتفاع النوعي
14.....	التضرس الكلي للحوض
15.....	نسبة التضرس
15.....	قيمة الوعورة
15.....	التضاريس النسبية.....
16.....	معدل النسيج الطبوغرافي
16.....	التحليل الهيسومتري.....
16.....	التكامل الهيسومتري.....
17.....	المنحنى الهيسومتري.....
17.....	الخصائص الخطية لشبكة التصريف.....
17.....	كثافة التصريف
18.....	نسبة التشعب
18.....	رتب المجاري المائية
19.....	أطوال المجاري النهرية
19.....	تكرارية المجاري
20.....	معامل التعرج الطبوغرافي
	• ثانيا : بعض المتغيرات الهيدرولوجية
20.....	معامل الجريان السطحي
21.....	سرعة الجريان السطحي
21.....	زمن التركيز

22.....	معامل الفيضان
22.....	قمة التدفق
24.....	الهيديروغراف
24.....	ذروة التدفق
26.....	خلاصة الفصل

## الفصل التطبيقي

28.....	مقدمة الفصل
---------	-------------

### المبحث الأول : تقديم منطقة الدراسة

29 .....	• أولا : تقديم عام لمنطقة الدراسة
29 .....	الموقع
29 .....	المناخ
30 .....	التساقط
31 .....	الحرارة
31 .....	الرطوبة
32 .....	• ثانيا : تحليل معدلات التساقط (التساقطات اليومية القصوى ومتوسط التساقط السنوي)

### المبحث الثاني : بناء قاعدة بيانات للاحواض الانسيابية

34 .....	• أولا : الحوض الانسيابي لواد زرقون
34 .....	الخصائص المساحية لحوض واد زرقون
36 .....	الخصائص الشكلية لحوض واد زرقون
37 .....	الخصائص التضاريسية لحوض واد زرقون
40 .....	الخصائص الخطية لشبكة التصريف لحوض واد زرقون
43 .....	التحليل الهيسومتري لحوض واد زرقون
44 .....	بعض المتغيرات الهيدرولوجية لحوض واد زرقون
44 .....	زمن التركيز
44 .....	معاملات الجريان السطحي بحوض واد زرقون
45 .....	تقدير قيم التدفق ( $Q_{max}$ و $Q_{moy}$ ) / $m^3$ وأحجام المياه $V$ ( $m^3$ ) بحوض واد زرقون
46 .....	بناء الهيديروغراف لحوض واد زرقون
47 .....	• ثانيا : الحوض الانسيابي لواد صقر
47 .....	الخصائص المساحية لحوض واد صقر
49 .....	الخصائص الشكلية لحوض واد صقر
49 .....	الخصائص التضاريسية لحوض واد صقر
53 .....	الخصائص الخطية لشبكة التصريف لحوض واد صقر

56	التحليل الهيسومتري لحوض واد صقر .....
57	بعض المتغيرات الهيدرولوجية لحوض واد صقر .....
57	زمن التركيز .....
57	معاملات الجريان السطحي بحوض واد صقر .....
58	تقدير قيم التدفق ( $Q_{max}$ و $Q_{moy}$ ) / $m^3$ وأحجام المياه $V$ ( $m^3$ ) بحوض واد صقر .....
59	بناء الهيدروغراف لحوض واد صقر .....
60	• <b>ثالثا : الحوض الانسيابي لواد الغربي</b> .....
60	الخصائص المساحية لحوض واد الغربي .....
60	الخصائص الشكلية لحوض واد الغربي .....
62	الخصائص التضاريسية لحوض واد الغربي .....
65	الخصائص الخطية لشبكة التصريف لحوض واد الغربي .....
68	التحليل الهيسومتري لحوض واد الغربي .....
69	بعض المتغيرات الهيدرولوجية لحوض واد الغربي .....
69	زمن التركيز .....
69	معاملات الجريان السطحي بحوض واد الغربي .....
70	تقدير قيم التدفق ( $Q_{max}$ و $Q_{moy}$ ) / $m^3$ وأحجام المياه $V$ ( $m^3$ ) بحوض واد الغربي .....
71	بناء الهيدروغراف لحوض واد الغربي .....
72	• <b>رابعا : الحوض الانسيابي لواد الناموس</b> .....
72	الخصائص المساحية لحوض واد الناموس .....
74	الخصائص الشكلية لحوض واد الناموس .....
74	الخصائص التضاريسية لحوض واد الناموس .....
77	الخصائص الخطية لشبكة التصريف لحوض واد الناموس .....
80	التحليل الهيسومتري لحوض واد الناموس .....
81	بعض المتغيرات الهيدرولوجية لحوض واد الناموس .....
81	زمن التركيز .....
81	معاملات الجريان السطحي بحوض واد الناموس .....
82	تقدير قيم التدفق ( $Q_{max}$ و $Q_{moy}$ ) / $m^3$ وأحجام المياه $V$ ( $m^3$ ) بحوض واد الناموس .....
83	بناء الهيدروغراف لحوض واد الناموس .....
85	النتائج والتوصيات .....
89	• <b>خلاصة الفصل</b> .....
90	المراجع .....
93	الملاحق .....

**قائمة الجداول  
والملاحق والاختصارات**

## فهرس الجداول

- الجدول رقم(01): التساقطات اليومية القصوى ..... 33
- الجدول رقم(02): متوسط التساقط السنوي ..... 33
- الجدول رقم(03): الخصائص المساحية بحوض واد زرقون ..... 34
- الجدول رقم(04): الخصائص الشكلية لحوض واد زرقون ..... 36
- الجدول رقم(05): الانحدارات بحوض واد زرقون ..... 37
- الجدول رقم(06): الخصائص التضاريسية لحوض واد زرقون ..... 38
- الجدول رقم(07): تحليل الارتفاعات ونسب المساحة المتراكمة لحوض واد زرقون ..... 38
- الجدول رقم(08): الخصائص الخطية لشبكة التصريف بحوض واد زرقون ..... 41
- الجدول رقم(09): تحليل شبكة المجاري المائية بحوض واد زرقون ..... 43
- الجدول رقم(10): زمن التركيز  $T_c$  بحوض واد زرقون ..... 45
- الجدول رقم(11): معاملات الجريان السطحي بحوض واد زرقون ..... 45
- الجدول رقم(12): تقدير قيم التدفق ( $Q_{max}$  و  $Q_{moy}$ ) / $m^3$  وأحجام المياه  $V$  (م3) بحوض واد زرقون ..... 46
- الجدول رقم(13): بناء الهيدروغراف بحوض واد زرقون ..... 47
- الجدول رقم(14): الخصائص المساحية بحوض واد صقر ..... 48
- الجدول رقم(15): الخصائص الشكلية بحوض واد صقر ..... 50
- الجدول رقم(16): الانحدارات بحوض واد صقر ..... 51
- الجدول رقم(17): الخصائص التضاريسية بحوض واد صقر ..... 52
- الجدول رقم(18): تحليل الارتفاعات ونسب المساحة المتراكمة لحوض واد صقر ..... 52
- الجدول رقم(19): الخصائص الخطية لشبكة التصريف بحوض واد صقر ..... 55
- الجدول رقم(20): تحليل شبكة المجاري المائية بحوض واد صقر ..... 55
- الجدول رقم(21): تقدير زمن التركيز  $T_c$  بحوض واد صقر ..... 59
- الجدول رقم(22): معاملات الجريان السطحي بواد صقر ..... 59
- الجدول رقم(23): قيم التدفق ( $Q_{max}$  و  $Q_{moy}$ ) / $m^3$  وأحجام المياه  $V$  (م3) بحوض واد صقر ..... 60
- الجدول رقم(24): عناصر بناء الهيدروغراف لحوض واد صقر ..... 61
- الجدول رقم(25): الخصائص المساحية لحوض واد الغربي ..... 62
- الجدول رقم(26): الخصائص الشكلية لحوض واد الغربي ..... 63
- الجدول رقم(27): الخصائص التضاريسية لحوض واد الغربي ..... 65
- الجدول رقم(28): الانحدارات بحوض واد الغربي ..... 65
- الجدول رقم(29): تحليل الارتفاعات ونسب المساحة المتراكمة لحوض واد الغربي ..... 66
- الجدول رقم(30): تحليل شبكة المجاري المائية بحوض واد الغربي ..... 68
- الجدول رقم(31): الخصائص الخطية لشبكة التصريف لحوض واد الغربي ..... 70
- الجدول رقم(32): تقدير زمن التركيز  $T_c$  لحوض واد الغربي ..... 72
- الجدول رقم(33): معاملات الجريان السطحي بحوض واد الغربي ..... 72

- الجدول رقم(34): تقدير قيم التدفق ( $Q_{max}$  و  $Q_{moy}$ ) / $3m$  وأحجام المياه  $V$  (3م) بحوض واد الغربي .....73
- الجدول رقم(35): بناء الهيدروغراف لحوض واد الغربي .....74
- الجدول رقم(36): الخصائص المساحية لحوض واد الناموس .....75
- الجدول رقم(37): الخصائص الشكلية لحوض واد الناموس .....77
- الجدول رقم(38): الخصائص التضاريسية لحوض واد الناموس .....78
- الجدول رقم(39): الانحدارات بحوض واد الناموس .....79
- الجدول رقم(40): تحليل الارتفاعات ونسب المساحة المتركمة لحوض واد الناموس .....81
- الجدول رقم(41): الخصائص الخطية لشبكة التصريف لحوض واد الناموس .....81
- الجدول رقم(42): تحليل شبكة المجاري المائية بحوض واد الناموس .....82
- الجدول رقم(43): زمن التركيز  $T_c$  بحوض واد الناموس .....85
- الجدول رقم(44): معاملات الجريان السطحي بواد الناموس .....85
- الجدول رقم(45): تقدير قيم التدفق ( $Q_{max}$  و  $Q_{moy}$ ) / $3m$  وأحجام المياه  $V$  (3م) بحوض واد الناموس .....86
- الجدول رقم(46): بناء الهيدروغراف لحوض واد الناموس .....87

## فهرس الخرائط

- خريطة رقم (01): خريطة التساقط السنوي 2008 .....30
- خريطة رقم (02): خريطة معدل درجات الحرارة السنوي 2008 .....31
- خريطة رقم (03): خريطة نسبة الرطوبة السنوي 2008 .....32
- خريطة رقم (04): المجاري المائية بحوض واد زرقون .....35
- خريطة رقم (05): رتب المجاري المائية بحوض واد زرقون .....35
- خريطة رقم (06): خطوط التسوية بحوض واد زرقون .....39
- خريطة رقم (07): الانحدارات بحوض واد زرقون .....39
- خريطة رقم (08): كثافة التصريف بحوض واد زرقون .....41
- خريطة رقم (09): مقاطع بحوض واد زرقون .....41
- خريطة رقم (10): المجاري المائية بحوض واد صقر .....48
- خريطة رقم (11): رتب المجاري المائية بحوض واد صقر .....48
- خريطة رقم (12): خطوط التسوية بحوض واد صقر .....52
- خريطة رقم (13): الانحدارات بحوض واد صقر .....52
- خريطة رقم (14): كثافة التصريف بحوض واد صقر .....55
- خريطة رقم (15): مقاطع عرضية بحوض واد صقر .....55
- خريطة رقم (16): المجاري المائية بحوض واد الغربي .....61
- خريطة رقم (17): رتب المجاري المائية بحوض واد الغربي .....61
- خريطة رقم (18): خطوط التسوية بحوض واد الغربي .....64
- خريطة رقم (19): الانحدارات بحوض واد الغربي .....64
- خريطة رقم (20): مقاطع عرضية بحوض واد الغربي .....66

- 66.....خريطة رقم (21): كثافة التصريف بحوض واد الغربي
- 73.....خريطة رقم (22): المجاري المائية بحوض واد الناموس
- 73.....خريطة رقم (23): رتب المجاري المائية بحوض واد الناموس
- 76.....خريطة رقم (24): خطوط التسوية بحوض واد الناموس
- 76.....خريطة رقم (25): الانحدارات بحوض واد الناموس
- 79.....خريطة رقم (26): مقاطع عرضية بحوض واد الناموس
- 79.....خريطة رقم (27): كثافة التصريف بحوض واد الناموس

## فهرس الأشكال

- 24.....شكل رقم (01): شكل الهيدروغراف
- 29.....شكل رقم (02): تقديم منطقة الدراسة
- 40.....شكل رقم (03): مبيان نسبة الإرتفاعات بحوض واد زرقون
- 42.....شكل رقم (04): العلاقة بين عدد وأطول المجاري بحوض واد زرقون
- 43.....شكل رقم (05): المنحنى الهيسومتري لحوض واد زرقون
- 46.....شكل رقم (06): منحنى الهيدروغراف لحوض واد زرقون
- 51.....شكل رقم (07): مبيان نسبة الإرتفاعات بحوض واد صقر
- 56.....شكل رقم (08): العلاقة بين عدد وأطول المجاري بحوض واد صقر
- 56.....شكل رقم (09): المنحنى الهيسومتري لحوض واد صقر
- 59.....شكل رقم (10): منحنى الهيدروغراف لحوض واد صقر
- 65.....شكل رقم (11): مبيان نسبة الإرتفاعات بحوض واد الغربي
- 68.....شكل رقم (12): العلاقة بين عدد وأطول المجاري بحوض واد الغربي
- 68.....شكل رقم (13): المنحنى الهيسومتري لحوض واد الغربي
- 71.....شكل رقم (14): منحنى الهيدروغراف لحوض واد الغربي
- 77.....شكل رقم (15): مبيان نسبة الإرتفاعات بحوض واد الناموس
- 80.....شكل رقم (16): العلاقة بين عدد وأطول المجاري بحوض واد الناموس
- 80.....شكل رقم (17): المنحنى الهيسومتري لحوض واد الناموس
- 83.....شكل رقم (18): منحنى الهيدروغراف لحوض واد الناموس

## قائمة الملاحق

- الملاحق رقم (01): جدول تصنيف التضرس حسب مؤشر الميل العام
- الملاحق رقم (02): تصنيف التضاريس حسب مؤشر روش « Roche »
- الملاحق رقم (03): جدول تصنيف OROSTOM
- الملاحق رقم (04): جدول فئات تصنيف الانحدارات
- الملاحق رقم (05): تصنيف المجاري حسب شوم Scham



## قائمة الإختصارات

نموذج الإرتفاع الرقمي العالمي المنتج من صور ASTER	ASTER Global Digital Elevation Model GDEM	ASTER GDEM
نموذج الارتفاع الرقمي	Digital Elevation Model	DEM
نموذج الارتفاع الشبكي	Gridded Digital Elevation Model	GDEM
نموذج الإرتفاع الرقمي العالمي بدقة تفريقية 1كم	Global 1km Digital Elevation Mode	GTOPO DEM
مهمة الرادار المحمول على مكوك الفضاء الأمريكي Endeavor لتصوير طوبوغرافية الأرض	Shuttle Radar Topography Mission	SRTM
نموذج شبكة المثلثات غير المنتظمة	Triangulated Irregular Network	TIN
هيئة المساحة الجيولوجية الأمريكية	U.S. Geologic Survey	USGS
نظام المعلومات الجغرافية	geographic information system	Gis
نموذج أرضي رقمي	Digital Terrain Model	DTM
شركة معهد الأبحاث البيئية الأمريكية	Environmental Systems Reserch Institute	ESRI
نظام تحويل مركاتور العالمي	Universal Transverse Mercator	UTM
المحيط	perimeter	P
المساحة	Area	A
الطول	Length	L
عرض	Width measurement	l
ارتفاع	High	H
تدفق	Debit	Q
حجم	Volume	V
درجة مئوية	Celsius	C°
متر مكعب	Cubic meters	م <sup>3</sup>
هكتومتر مكعب	Cubic hectometer	هم <sup>3</sup>
متر مكعب في الثانية	Cubic meters per second	م <sup>3</sup> /ثا
ساعة	Hour	سا
كيلو متر مربع	Square kilometer	كم <sup>2</sup>

# المقدمة العامة

## مقدمة عامة

تعتبر دراسة خصائص الأحواض الإنسيابية من الاتجاهات الحديثة في علم الهيدرولوجيا التطبيقية حيث انه يختص بالتحليل الكمي للخصائص الهيدرولوجية و المورفومترية المساحية والشكلية التضاريسية و الشبكة المائية للأحواض ومجاري الأنهار و الوديان ، ويمكن الاعتماد على تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية بالتكامل مع الطرق الإحصائية والرياضية لاستخلاص وتحليل المتغيرات المورفومترية وإيجاد العلاقات ما بين هذه المتغيرات وتحديد دلالاتها الهيدرولوجية، الجيومورفولوجية، الجيولوجية، والمناخية في بناء قواعد بيانات بهدف الإدارة وتخطيط للأحواض التجميعية واستغلال مياهها. و تعد تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية أدوات ذات فعالية تساعد على تحليل خصائص السطح ودراسة أحواض التصريف والأودية وتحديد خصائصها ومدلولاتها الهيدرولوجية.

وتكتسب دراسة الأحواض الإنسيابية أهمية كبيرة خاصة في المناطق الجافة وشبه الجافة نظرا للحاجة الماسة لاستغلال مياه الأمطار حال توفرها شتاء حيث تعاني هذه المناطق التي من عجز حاد في الموارد المائية ، وأحيانا أخرى فيضانات مجهولة التردد ، والصحراء الجزائرية معروفة بمناخها الجاف وشبه الجاف و فيضاناتها الغير منتظمة لذا أصبح من الضروري تكثيف الدراسات حول أحواض أوديتها وتحليل دلالاتها الهيدرولوجية ، حيث تفتقر معظم الأحواض الإنسيابية في صحراء الجزائر إلى دراسات هيدرولوجية تعتمد على التقنيات الحديثة في دراسة خصائص التضاريس والشبكات المائية لأحواض الإنسيابية يمكن الإعتماد عليها في تحديد القياسات والدراسات حيث تكون أكثر دقة وصحة.

و كمساهمة علمية فاعلة تثري الدراسات السابقة في الجزائر والوقوف على الإمكانيات المائية والموارد وبحث سبل الاستفادة منها والحماية من أخطارها المحتملة يهدف هذا البحث إلى توظيف الأساليب التقنية المتمثلة في استخدام برمجيات نظم المعلومات الجغرافية (GIS) Geographic Information System ونماذج الارتفاعات الرقمية (ASTER GDEM) لبناء قاعدة بيانات مورفومترية وهيدرولوجية رقمية لمنطقة شمال الصحراء الجزائرية ورسم الشبكة الهيدروغرافية لأحواض منطقة الدراسة ، ثم استخلاص العديد من الخصائص المورفومترية لكل حوض وتحليل خصائصها ومدلولاتها الجيومورفولوجية والهيدرولوجية انطلاقا من بعض المعايير والمعادلات الرياضية.

## الإشكالية

يعد استخدام التقنيات الحديثة في دراسات خصائص الأودية والتحليل الجيومورفولوجي من الأمور المهمة، وقد دخلت نظم المعلومات الجغرافية في عدد كبير من الدراسات بالدول المتقدمة منذ النصف الثاني من القرن العشرين، وتطورت تطورا كبيرا في العقدين الأخيرين، ويختلف استخدام نظم المعلومات الجغرافية من فرع إلى آخر من فروع علم الأرض . واعتمدت الدراسة الحالية على استخدام نظم المعلومات الجغرافية في انجاز قاعدة بيانات بهدف الى دراسة خصائص بعض الأحواض الكبرى بشمال صحراء الجزائر .

ونظرا لنقص المعطيات حول منطقة الدراسة فقد تحتاج الطرق التقليدية لدراسة الخصائص الهيدرولوجية و المورفولوجية للأودية واستنباط خصائصها إلى وقت طويل ، كما تحتاج إلى مجهود كبير بدراسة الخرائط الكنتورية والزيارات الميدانية ، كما أن دقت نتائجها قد تتفاوت حسب ما هو متاح من بيانات. لدى اعتمدت هذه الدراسة على تقنية GIS التي توفر الدقة والسرعة في التحليل المكاني والاحصائي للأحواض الانسيابية . وتحاول هذه الدراسة الإجابة على التساؤلات التالية :

1. في حين نقص المعلومات والمعطيات ، هل يمكن انشاء قاعدة بيانات باستخدام نظم المعلومات الجغرافية (برنامج Arc Gis) للأحواض الانسيابية بشمال الصحراء الجزائرية ، يمكن الاعتماد عليها في تحليل خصائص هذه الأودية ؟

2. ما هي الخصائص المورفومترية والتضاريسية والدلالات الجيومورفولوجية والهيدرولوجية للأحواض الانسيابية بشمال الصحراء الجزائرية ؟

وكمحاولة منا لدراسة موضوع انجاز قاعدة بيانات باستخدام برنامج Arc Gis للأحواض الانسيابية بشمال الصحراء وتغطية بعض جوانبه سنحاول الإجابة عن الإشكالية المطروحة . وتقودنا هذه الإشكالية إلى طرح التساؤلات التالية:

- كيف يمكن انجاز قاعدة بيانات لتحليل خصائص أحواض منطقة الدراسة ؟ وما هي المعايير المتبعة في حساب واستخلاص هذه الخصائص ؟

- وما هي الوسائل والطرق المعتمدة في بناء هذه القاعدة ، وما مدى توافقها مع معايير التحليل الهيدرولوجي ؟

- وهل يمكن تمثيل هذه القاعدة في شكل مخرجات من خرائط وأشكال بيانية ومعطيات عددية تكون معتمدة للدراسات اللاحقة ؟

## الفرضيات

تعد الفرضية العلمية بأنها مقترح مبدئي أو أولي لمشكلة البحث يصوغه الباحث لمعرفة الصلة بين الأشياء والمسببات، أو هو تفسير مؤقت للظواهر، فمن أجل تحقيق أهداف هذا البحث و الإجابة على الإشكالية المطروحة أعلاه يمكننا صياغة الفرضيات التالية:

1. في ظل العولمة وتطور البحث العلمي نقول أنه يمكن انجاز قاعدة بيانات تمكنا من لتحليل خصائص الأحواض الانسيابية .
2. يمكن استخدام نظم المعلومات الجغرافية وما تتحيه صور الاقمار الصناعية والمعطيات الرقمية ونظام الاستشعار عن بعد واستغلالها في انجاز هذه القاعدة لأحواض التصريف.
3. كما أنه يمكن تمثيل هذه القاعدة في شكل مخرجات من خرائط وأشكال بيانية ومعطيات عددية تكون معتمدة للدراسات اللاحقة ؟

## أسباب اختيار الموضوع

يرجع سبب اختيار الموضوع إلى المشكل القائم في نقص الموارد المائية و المعلومات المتاحة حول الأحواض الإنسيابية بشمال الصحراء لاستغلال مواردها المائية وكذا اجتناب كوارثها في حال الفيضان .

كما يوجد هناك عدة أسباب تدعو إلى الخوض في هذا الموضوع منها :

- 1- الاهتمام العالمي المتزايد بتطبيق نظم المعلومات الجغرافية .
- 2- نقص الدراسات و الأبحاث المتعلقة بالتحليل الهيدرولوجي والجيومورفولوجي لمنطقة الدراسة.
- 3- حاجة المؤسسات والأبحاث وافتقارها إلى المعلومة لإعداد الخطط والاستراتيجيات .
- 4- من أجل لفت أنظار القائمين على التخطيط والتسيير في المؤسسات بضرورة تحديث قاعدة البيانات حول المنطقة .

## أهمية الدراسة

يتناول موضوع هذه الدراسة انجاز قاعدة بيانات انطلاقاً من تحليل الخصائص المورفومترية و الخصائص الهيدرولوجية للأحوض الانسيابية بشمال الصحراء الجزائرية ، وتتصف هذه الدراسات في الجزائر عموماً بافتقارها لمنهج التقنيات الحديثة في دراسة أحواض التصريف التي تتصف بالدقة وقلة الوقت والجهد ، ومن هنا فان هذه الدراسة سوف تقدم نموذجاً تطبيقياً لنظم المعلومات الجغرافية في بناء قاعدة بيانات للأحواض الانسيابية ، مما يجعل هذه الدراسة تساهم مع بقية الدراسات السابقة في اضافة قيمة علمية في مجال البحث وكذا توضيح جدوى وأهمية استخدام التقنيات الحديثة في الدراسات والهيدرولوجية المرتبطة بأحواض التصريف والأودية.

## الأهداف

تهدف الدراسة بشكل رئيسي إلى بناء قاعدة معطيات انطلاقاً من دراسة الخصائص الهيدرولوجية و المورفومترية لأحواض شمال الصحراء الجزائرية وإيجاد المدلول الهيدرولوجي لها بالاعتماد على نظم المعلومات الجغرافية باستخدام برنامج Arc Gis لدراسة المتغيرات المورفومترية والهيدرولوجية. كما نهدف من خلال هذه الدراسة إلى تحقيق بعض الأهداف الفرعية و المتمثلة في:

1. مسايرة الاتجاه العالمي في دراسة الخصائص المورفومترية للأحواض وشبكات الهيدرولوجية، والتي بدأت في النصف الثاني من القرن العشرين، وتعتمد أساساً على نماذج الارتفاع الرقمية وصور الأقمار الصناعية . و التعرف على ماهية نماذج الارتفاع الرقمية، وأهمية استخدامها في الدراسات الجيومورفولوجية، والتعرف على أنواعها.
2. استخراج الخصائص المورفومترية لكل حوض انسيابي وتكوين قاعدة بيانات واسعة لهذا الحوض.
3. تطبيق مختلف المعادلات الرياضية والمعادلات الهيدرولوجية على أحواض منطقة الدراسة.
4. تقييم وتحليل نتائج هذه المعادلات المتعلقة بمنطقة الدراسة و مقارنتها بالمعايير المختلفة.
5. اعداد مجموعة من المخرجات التقنية تتمثل في خرائط وجداول واشكال بيانية تكون مرجع متعمد للدراسات والابحاث المقبلة.
6. مساعدة صناع القرار والمخططين على اتخاذ القرارات التخطيطية المطلوبة بدقة وجودة عالية.
7. التوصل إلى بعض النتائج و التوصيات التي من شأنها المساهمة في اضافة قيمة للبحث العلمي ومشاريع التنمية .

## حدود الدراسة

تتمثل حدود هذه الدراسة في مايلي :

- **الحدود المكانية** : تقتصر هذه الدراسة جزء من التراب الجزائري والمتمثل في بعض أحواض التصريف الكبرى الواقعة بشمال الصحراء انطلاقا من حدود سلسلة الأطلس الصحراوي شمالا وصولا الى مصبات الأودية جنوبا .
- **الحدود الادارية** : تقع منطقة الدراسة حسب التقسيم الاداري للجزائر في حدود سبع ولايات وهي الاغواط غرداية المنعيا البيض النعامة وبيشار وتمس حدود حوالي 20 بلدية ضمن هذه الولايات.
- **المحدد الفلكية** : تقع منطقة الدراسة فلكيا ضمن : خطي طول  $0^{\circ} 24' 46.21''$  شرقا و  $1^{\circ} 3' 14.71''$  غربا و دائرتي عرض  $30^{\circ} 55' 49.33''$  و  $34^{\circ} 0' 30.21''$  شمالا

## المنهجية المتبعة

من أجل الإجابة على الإشكالية المطروحة وفهم أوسع للموضوع ومحاولة منا للإلمام بجوانب موضوع بحثنا ومن أجل إثبات الفرضيات وبناء قاعدة البيانات التي نسعى لها تم الاعتماد على **المنهج الوصفي** التحليلي الذي يتلأم وطبيعة الموضوع بالاستعانة بنظم المعلومات الجغرافية (GIS) المتمثلة في برنامج Gis Arc لوصف أشكال أحواض التصريف، وأنماط شبكاتهما، وأنماط أوديتها وغيرها ، وكذلك تم استخدام **الأسلوب الكمي** في دراسة أبعاد الأشكال الأرضية، وتطبيق المعادلات الرياضية لمتغيرات أحواض وشبكات التصريف. كما استخدمت بعض التحليلات الإحصائية الوصفية كالمتوسط الحسابي والمجموع وقوانين التوزيع الاحصائي.... كما تم استخدام **الأسلوب الكارتوجرافي** لتحليل وعرض الخرائط والأشكال البيانية وذلك باستخدام برنامجي ArcGIS و Microsoft Excel ، تمت هذه الدراسة عبر المراحل التالية :

### 01- مرحلة البحث النظري:

في هذه المرحلة تم جمع المادة العلمية التي من شأنها أن تخدم موضوع بحثنا ، كذلك اعتمدت الدراسة على المصادر المكتبية كالكتب والمطبوعات والبحوث العلمية والرسائل والأطروحات الجامعية التي تغني موضوع البحث، وكذا الجرائد والمجلات العلمية.

### 02- مرحلة البحث الميداني:

إن الباحث في الميدان ، الدارس للمجال ، ليس له من السهل اليسير أن يحصل على دعائم بحثه ومادة موضوعه ، وهذا لكون المرحلة طويلة وتطلب مسح شامل ودقيق لجميع نقاط مجال الدراسة ، وتحديد مختلف المشاكل التي تحيط بموضوع الدراسة .

لذا فقد كانت هذه مرحلة تفرض أولاً اعداد قاعدة يقوم عليها ركائز البحث وتمثلت هذه المرحلة في اعداد البرامج والمتمثلة اساسا في حزمة برامج Arc-gis وتنصيب أدوات التحليل الهيدرولوجي المتمثلة في ادوات Arc Hydro Tools ، ومن ثم القيام بتحميل الشرائح لنماذج الارتفاعات الرقمية التي تغطي منطقة الدراسة والصور الجوية وصور الاقمار الصناعية التي تخدم موضوع البحث ، وكذا تحميل البيانات المتعلقة بالمناخ والبيانات الطبيعية وبيانات التربة والغطاء وجمع مختلف الطبقات الخطية والشبكية التي تغطي مجال الدراسة بتصفح المواقع الرسمية والحكومية والهيئات التي من شأنها أن تزودنا بمختلف المعلومات والمعطيات فتم اعتماد المواقع التالية :

- تحميل اداة التحليل الهيدرولوجي:

<http://downloads.esri.com/archydro/archydro/Setup/10.3/10.3.0.72/ArcHydroTool/s10.3>

- لتحميل نموذج الارتفاعات الرقمية

<https://srtm.csi.cgiar.org/download>

- تحميل نماذج الارتفاعات الرقمية من نوع ASTER

[https://gdemdl.aster.jspacesystems.or.jp/index\\_en.html](https://gdemdl.aster.jspacesystems.or.jp/index_en.html)

- تحميل الطبقات الخطية والشبكية

<http://www.diva-gis.org/gdata>

- تحميل معلومات التربة

<http://cgiar-csi.org/data/global-high-resolution-soil-weter-balance>

- تحميل معلومات التساقط

[www.cru.uea.ac.uk](http://www.cru.uea.ac.uk)

- تحميل المعطيات المناخية

[/https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer](https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer)

- تحميل خريطة التربة العالمية



<http://www.fao.org/geonetwork/srv/en/metadata.show%3Fid=14116>

- لتحويل الاحداثيات والارجاع تم اعتماد

<http://rcn.montana.edu/Resources/Converter.aspx>

هذا ورغم ومع ذلك إلا أنه وجدنا صعوبات تمثلت أساسا في قلة المعطيات لاسيما منها الخرائط والمخططات المرجعية التي تغطي مجال الدراسة .

### 03- مرحلة معالجة المعطيات :

في هذه المرحلة تم فرز وتنظيم وتحليل المعطيات ، وكذا معالجة مختلف البيانات المحصل عليها ، ومحاولة استخلاص مختلف المخرجات والبيانات والصور والاشكال التي من شأنها أن تدعم بحثنا.

### محتوى المذكرة

وعليه تم تقسيم البحث إلى فصلين وكل فصل يشتمل على مبحثين وفيما يلي خطة العمل المتبعة :

### • الفصل الأول (الجزء النظري) : الاطر العامة

- المبحث الأول : وتناولنا فيه أهم المفاهيم العامة وكل ما له علاقة بنظم المعلومات الجغرافية ونماذج الارتفاعات الرقمية وكذا التحليل الهيدرولوجي باستخدام برامج Arc gis .
- المبحث الثاني : وتم في هذا المبحث سرد أهم المعايير والمعادلات الرياضية والنظرية المعتمدة في تحليل خصائص الأحواض الإنسيابية المورفولوجية والهيدرولوجية .

### • الفصل الثاني (الجزء التطبيقي) الأحواض الانسيابية بشمال الصحراء الجزائرية

ويتكون من مبحثين:

- المبحث الأول : ويشتمل هذا المبحث على تقديم عام لمنطقة الدراسة انطلاقا من الموقع وتحليل عناصر المناخ والمميزات الطبيعية لمجال الدراسة
- المبحث الثاني : ويشمل هذا الجزء عرض وقراءة تحليلية تمثلت في تطبيق مختلف المعادلات الرياضية لجميع خصائص كل حوض انسيابي وتحليل النتائج وعرض جميع المخرجات من خرائط وجداول وأشكال بيانية واستقراء مضامينها .

# الفصل النظري

المبحث الأول: مفاهيم عامة حول نظم المعلومات الجغرافية

- أولاً: نظم المعلومات الجغرافية
- ثانياً: التحليل الهيدرولوجي باستخدام Arc Gis

المبحث الثاني : تحليل خصائص الاحواض الانسيابية

- أولاً : الخصائص المورفومترية
- ثانياً : الخصائص الهيدرولوجية

## مقدمة الفصل

يحاول الإنسان منذ القدم تمثيل أو عرض سطح الأرض. وبدأ ذلك بمرحلة الرسم على حوائط الكهوف وقطع الجلد، ثم مرحلة الخرائط ، فالتصوير الجوي، وصولاً إلى التصوير الفضائي. وكان الهدف الرئيس من ذلك دراسة سطح الأرض، والتعرف على خصائصها؛ لفهم طبيعتها والتكيف معها. وقد ظهر منذ منتصف خمسينيات القرن الماضي ما يسمى بالنماذج الأرضية الرقمية DTM ونماذج الارتفاع الرقمية DEM . ويمكن القول بأنهما مثلاً نقلة جديدة، وقفزة طويلة في تمثيل سطح الأرض. وأصبحت هذه النماذج تدخل في كل الدراسات المرتبطة بعلم الأرض. فيمكن باستخدام التقنيات الحديثة كالاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية وتوظيفها لتكون القياسات المتعلقة بأحواض التصريف أكثر دقة وصحة ومقارنة بالأساليب التقليدية ، وتعتبر القياسات المورفومترية وتحليل الخصائص الهيدرولوجية حيز الأساس لبناء قاعدة البيانات الضرورية لأية دراسة هيدرولوجية تهدف إلى استغلال أو تسيير الأحواض الانسيابية لأنها توفر القياسات الضرورية للأشكال الأرضية وتقدم مؤشرات هامة للخصائص المورفومترية والخصائص الهيدرولوجية .

ولأن استغلال مياه الأحواض الانسيابية و السيطرة على الفيضانات لا يمكن أن يتم دون فهم كاف للخصائص المورفومترية والهيدرولوجية لأحواض التصريف ، لهذا تسعى هذه الدراسة إلى بناء قاعدة بيانات للأحواض الانسيابية عن طريق توظيف نظم المعلومات الجغرافية و تقنيات الاستشعار عن بعد باستغلال نماذج الارتفاعات الرقمية كمدخلات وتحويلها إلى مصادر يعتمد عليها في الدراسات المرتبطة بعلم الأرض والهيدرولوجيا.

وسنحاول في هذا الفصل النظري سرد لمختلف نماذج الارتفاعات الرقمية وكيفية استغلالها في انجاز قاعدة بيانات هيدولوجية و ابراز مختلف مراحل التحليل بالاعتماد على نظم المعلومات الجغرافية باستخدام برنامج Arc Gis وسرد لمختلف المعادلات الرياضية التي تسمح بمختلف التحليلات المورفومترية والهيدرولوجية لتحليل خصائص الأحواض الانسيابية لشمال الصحراء الجزائرية .

## المبحث الأول: مفاهيم عامة حول نظم المعلومات الجغرافية

### أولاً: نظم المعلومات الجغرافية وبرامج Arc Gis

#### 1. نظم المعلومات الجغرافية

نظم المعلومات الجغرافية هي طريقة أو أسلوب لتنظيم المعلومات الجغرافية والوصفية بواسطة الحاسوب، وربطها بمواقعها الجغرافية اعتماداً على إحداثيات معينة.

و نظم المعلومات الجغرافية مكونة من ثلاثة أجزاء هي :

- نظم **Systems** أي تكنولوجيا الحاسوب والبرمجيات المرتبطة به.
- المعلومات **Information** وهي البيانات التي تتكون منها النظم، وطرق إدارتها وتنظيمها واستخدامها.
- الجغرافية **Geographical** وهي العنصر المكاني في هذه النظم والذي هو الأرض والعالم الحقيقي الذي توجد به تلك المعلومات.

والهدف من صنع نظم المعلومات الجغرافية هو مقارنة الصفات المتباينة للمنطقة الجغرافية الواحدة ، وإعطاء نظرة شمولية لها، ومقارنة الصفات المتباينة لمناطق جغرافية مختلفة. ومن المفاهيم العامة التي تركز عليها تقنيات نظم المعلومات الجغرافية هو ربط الظواهر المنتشرة على سطح الأرض بنظام إحداثيات معين، وتخزينها في ذاكرة الحاسب ، وربط البيانات الوصفية المرتبطة بتلك الظواهر من خلال قواعد البيانات وتحليلها، وإظهار العلاقات بين الظواهر، وكذلك عرض المعلومات المكانية بمقياس محدد على الشاشة، وطباعتها على الورق. ونظم المعلومات الجغرافية ليست وسيلة لصنع الخرائط بواسطة الحاسب بل هذه المهمة هي إحدى أهدافها ، بل هي منهج وأسلوب للتعامل مع البيانات وإدارتها سواء كانت مكانية (جغرافية) أو غير مكانية (وصفية). ومصادر بيانات نظم المعلومات الجغرافية متعددة منها الخرائط الورقية، البيانات المجدولة، الرسوم البيانية، الصور الجوية والأقمار الصناعية، بيانات رقمية، بيانات نظام التوقيع العالمي GPS ، بيانات مكتوبة Text Data على شكل تقارير وأبحاث وكتب . ومخرجاتها عبارة عن خرائط ورسومات، تقارير مكتوبة أو مطبوعة، إحصاءات . وهناك فرق بين برمجيات صنع الخرائط و نظم المعلومات الجغرافية، فالأولى تهدف إلى استبدال الطريقة التقليدية في صنع الخرائط بطريقة حديثة اقل تكلفة وأسرع، أما نظم المعلومات الجغرافية تتميز بأنها توفر تحليل متكامل عن طبيعة العلاقة بين المتغيرات في الأماكن المختلفة، وهي عبارة عن أدوات لربط قواعد البيانات الوصفية بالمعلومات المكانية عن مكان محدد أو إقليم معين (آمنه علاجي ، 2010).

## 2. نماذج الارتفاعات الرقمية

### 1.2. تعريف نماذج الارتفاعات الرقمية

تعد دراسة (Miller & La Flamme ,1985. pp435) أول دراسة تقدم مصطلح النموذج الأرضي الرقمي ، DTM حيث عرف بأنه : " تمثيل إحصائي بسيط لسطح الأرض باستخدام عدد كبير من النقط المختارة والمعلومة الإحداثيات والارتفاع (x , y ,z) ويمكن استخدام التعريف السابق لتعريف نماذج الارتفاع الرقمية DEM.

ولكن مع دخول هذه النماذج في معظم الدراسات المرتبطة بعلم الأرض أصبحت Z لا تمثل الارتفاع فقط، وإنما يمكن أن تكون نسبة تلوث أو درجة حرارة أو درجة انحدار أو عدد سكان وغيرها. ونظرا لدخول هذه النماذج في فروع علمية عديدة، فقد حدث اختلاف بين الباحثين في استخدام مصطلح DTM ، فهناك دراسات تستخدمه على أنه نموذج تضاريسي رقمي يشمل بيانات تضاريسية فقط كالارتفاع والانحدار، بينما تستخدمه دراسات ثانية على أنه نموذج أرضي رقمي يطلق على كل النماذج الرقمية التي ترتبط بسطح الأرض، وتحتوي على بيانات تضاريسية وأخرى غير تضاريسية ونتيجة لهذا الخلط فقد اقترح (Dole,1978) مصطلح نموذج الارتفاع الرقمي DEM ليطلق على النماذج الرقمية التي تحتوي على بيانات ارتفاع سطح الأرض فقط؛ ويعد هذا المصطلح مصطلحا دقيقاً من وجهة النظر الجغرافية؛ لأنه يحمل في معناه محتوى النموذج، بينما مصطلح DTM يمكن أن يطلق على أي نماذج أرضية توجد في صيغة رقمية بالكمبيوتر. وقد لاقى مصطلح نموذج الارتفاع الرقمي DEM قبولاً كبيراً لدى هيئة المساحة الجيولوجية الأمريكية (USGS)، والتي ساعدت بفضل ما تنشره من بيانات ارتفاع رقمية على توسيع استخدامه. (محمد ابراهيم ، 2013)

### 2.2. مصادر إنتاج نماذج الارتفاعات الرقمية

يتطلب إنتاج أي نموذج ارتفاع رقمي جمع عددا كبيرا من النقط المعلومة الإحداثيات والارتفاع وهذه النقط لا تمثل كل نقط سطح الأرض، وإنما تمثل عددا كبيرا من نقط هذا السطح؛ فمن المستحيل أن يتم أخذ ارتفاع كل نقطة على سطح الأرض. وتوجد حاليا عدة مصادر تُستخدم لجمع بيانات الارتفاع لإنتاج هذه النماذج، ويمكن وضع هذه المصادر في ثلاث مجموعات رئيسية:  
الأولى: نقط ارتفاع يتم تحديدها وجمعها من الطبيعة إما بالمسح الأرضي أو باستخدام أجهزة حديثة مثل GPS.

والمجموعة الثانية: عبارة عن نقط الارتفاع وخطوط الكنتور المرسومة بالخرائط الطبوغرافية. والمجموعة الثالثة: من البيانات المستشعرة عن بعد سواء من الصور الجوية أو الصور الفضائية والرادارية ، ويعتمد تحديد مصدر البيانات التي ستستخدم لإنتاج النموذج على مساحة المنطقة المدروسة، وخصائصها

التضاريسية، والغرض من النموذج، والتقنيات المتاحة، والميزانية المالية المحددة، ومدى توفر نماذج ارتفاع رقمية من مصادر متعددة. فمثلاً عادة ما يستخدم المسح الأرضي لإنتاج نموذج لمنطقة صغيرة المساحة، أو لدراسة تتطلب نتائج عالية الدقة، ولذلك يستخدمه المهندسون بينما المناطق الكبيرة المساحة و الشديدة التضرس يتم إنتاج نماذجها من بيانات مستشعرة عن بعد أو من الخرائط الطبوغرافية، ويحدد ذلك تبعاً للميزانية المقررة لإنتاج النموذج .

وقد توفر خلال العقدین الأخيرین عدد كبير من نماذج الارتفاع الرقمية المتاحة مجاناً في عدد من المواقع على الإنترنت. وتغطي هذه النماذج مساحات كبيرة من يابس العالم، وتختلف فيما بينها في مصادر إنتاجها ودقتها التفريقية (محمد ابراهيم ، 2013) وفيما يلي عرض موجز لبعض منها :

### 1.2.2. نموذج GTOPO

أنتجته هيئة المساحة الجيولوجية الأمريكية في أواخر عام 1996 بالتعاون مع عدد من الهيئات منها: وكالة ناسا، وهيئة المساحة الجغرافية اليابانية. ويغطي هذا النموذج كل يابس العالم. وعادة ما يستخدم في الدراسات الأرضية على المستوى الإقليمي والقاري كالنمذجة المناخية، ودراسة الغطاءات الأرضية وغيرها. وتبلغ دقته التفريقية نحو  $1 \times 1$  كم. وتم إنتاجه من 8 مصادر مختلفة منها خرائط العالم المليونية ، ويمكن تحميله من الموقع من الموقع :

<http://edcdaac.usgs.gov/gtopo30/gtopo30.html>

### 2.2.2. نماذج SRTM

تم إنتاجها بالاشتراك بين الوكالة القومية للاستخبارات الأرضية المكانية الأمريكية، ووكالة ناسا الأمريكية، ومركز الطيران والفضاء الألماني، ووكالة الفضاء الإيطالية

<http://www.jpl.nasa.gov/srtm/statistics.html>

وتوجد منها ثلاثة مستويات تبعاً للدقة التفريقية:

- المستوى الأول: يعرف بنموذج SRTM-30 arc second وتبلغ دقته التفريقية نحو  $1 \times 1$  كم ، وهو متاح مجاناً لكل الكرة الأرضية.
- والمستوى الثاني: نموذج SRTM-3 arc second وتبلغ دقته التفريقية نحو  $90 \times 90$  م، وهو متاح مجاناً لنحو 80 % من يابس العالم.
- والمستوى الثالث: نموذج SRTM-1 arc second وتبلغ دقته التفريقية نحو  $30 \times 30$  م، وهو متاح مجاناً للولايات المتحدة فقط و . أنتجت هذه النماذج من التصوير الراداري لسطح الأرض باستخدام مكوك الفضاء الأمريكي Endeavor ، واستغرقت المهمة 11 يوماً (11-22 فبراير 2000 ) ، تم خلالها جمع البيانات لنحو 80 % من يابس الأرض بين دائرتي عرض 60 شو<sup>65</sup> ج .

وتعتبر نماذج SRTM أول نماذج ارتفاعات رقمية شبكية تنتج لمعظم الكرة الأرضية بدقة تفريقية عالية ويمكن تحميله من الموقع

<http://dds.cr.usgs.gov/srtm/>

-

### 3.2.2. نموذج ASTER GDEM

أنتج بالاشتراك بين وزارة الاقتصاد والتجارة والصناعة اليابانية، ووكالة ناسا الأمريكية. واعتمد في إنتاجه على صور صورت بألة التصوير اليابانية، ASTER، والتي حملت في ديسمبر 1999 على رصيف المركبة الفضائية تيرا Terra التابعة لوكالة ناسا. واستخدم نحو ٥,١ مليون صورة لإنتاج نماذج ارتفاع رقمية بدقة تفريقية نحو . 30 × 30 م ويغطي النموذج يابس العالم بين دائرتي عرض 83 شمالاً وجنوباً (ASTER GDEM Validation Team, 2009 p02). وقد نشر في يونيو 2009 وبعد أفضل النماذج المتاحة مجاناً على الإنترنت من حيث الدقة التفريقية. ويمكن تحميله من موقعين الأول تابع لليابان :

<https://wist.echo.nasa.gov/api>

والثاني تابع للولايات المتحدة :

<http://www.gdem.aster.ersdac.or.jp/>

### 3.2. نماذج الارتفاعات الرقمية المستخدمة في الدراسة

بعد التعرض لمختلف أنواع نماذج الارتفاعات الرقمية نقول أن هذه الدراسة قد اعتمدت على نموذج ASTER GDEM للحصول على المخرجات ، إلا أنه يوجد حالياً إصداران من نموذج ، ASTER GDEM فقد تم نشر الإصدار الأول GDEM -1 في يونيو 2009 ونشر الإصدار الثاني GDEM-2 في أكتوبر 2011 . و قامت فرق عمل من اليابان والولايات المتحدة بتقييم هذين الإصدارين، ونشرت تقارير التقييم. وخلصت إلى أن الإصدار الأول تكثر به العديد من الأخطاء، خاصة الظاهرات الزائفة كالحفر والقمم والحافات الزائفة، وقد حلت معظم هذه الأخطاء في الإصدار الثاني GDEM-2؛ ولذلك ستعتمد الدراسة على الإصدار الثاني

(ASTER GDEM Validation Team 2011)

وتقع منطقة الدراسة ضمن الشرائح:

- ASTGTMV003\_N33W001\_dem
- ASTGTMV003\_N33E002\_dem
- ASTGTMV003\_N33E001\_dem
- ASTGTMV003\_N33E000\_dem

- ASTGTMV003\_N32W002\_dem
- ASTGTMV003\_N32W001\_dem
- ASTGTMV003\_N32E002\_dem
- ASTGTMV003\_N32E001\_dem
- ASTGTMV003\_N32E000\_dem
- ASTGTMV003\_N31W002\_dem
- ASTGTMV003\_N31W001\_dem
- ASTGTMV003\_N31E002\_dem
- ASTGTMV003\_N31E001\_dem
- ASTGTMV003\_N31E000\_dem
- ASTGTMV003\_N30W001\_dem

وتم تحميل هذه الشرائح من موقع:

<http://www.gdem.aster.ersdac.or.jp/>

### ثالثا: التحليل الهيدرولوجي باستخدام برنامج Arc Gis

تمثل البرمجية ArcGis عائلة من المكونات البرمجية التي تؤدي جميع مهام نظم المعلومات الجغرافية ، و تقف وراءه شركة معهد الأبحاث البيئية الأمريكية ، المكون الرئيسي في هذه العائلة هي الحزمة المكتبية .

ArcGis وهي حزمة تحتوي على الوظائف الرئيسية لنظم المعلومات الجغرافية ، ويمكن توسيع إمكانات هذه الحزمة بإضافة مكونات إضافية تعمل من خلالها يطلق عليها الامتدادات extensions . ( نبيل سليمان ، 2009 )

و يتيح برنامج Arc gis مجموعة من الادوات المستخدمة في التحليل الهيدرولوجي ضمن حزمة Arc toolbox ، سنحاول تطبيق ادوات التحليل الهيدرولوجي علي بيانات التضاريس (DEM) ( للاحواض الانسيابية بمنطقة شمال الصحراء الجزائرية.

#### 1. التحليل الهيدرولوجي

ويمكن تنفيذ عملية التحليل الهيدرولوجي عبر الخطوات التالية : (وفاء الزهارنة ، 2014)  
1. القيام بتحويل صورة DEM الي Raster من خلال حزمة conversion tools بإختار الاداة Dem to raster فعند اضافة الطبقة الجديدة dem من نوع grid ستظهر بها معالم الطبقة الاولى مع ادني واعلي ارتفاع تمثله التضاريس.



2. تغيير نظام الاحداثيات من العالمية الي النظام المحلي بالمتري من خلال الحزمة data management tools بإختار الاداة project raster ، ( وقد تم الاعتماد في الدراسة على المرجع الجيوديسي العالمي WGS1984\_UTM ضمن المنطقة رقم 30 و 31 شمالا )
3. اقتطاع منطقة الدراسة و يكون الاقتطاع علي طبقة shapfile حسب حدود الحوض الانسيابي باستخدام الاداة Extract By Mask ضمن حزمة spatial Analyst Tools
4. التحليل الهيدرولوجي باستخدام ادوات hydrology من حزمة spatial Analyst Tool
  - 1.4. معالجة القيم الشاذة بالاداة Fill
- تعمل هذه الاداة علي معالجة القيم الشاذة عن طريق ملئ الانخفاضات غير المتوقعة والتي تكون فجائية من نموذج الارتفاع الرقمي ، وهي تعتبر الخلايا التي تحتوي علي قيم منخفضة او مرتفعة بشكل اكبر عن قيم الخلايا المجاورة لها وهذا يعمل علي اعاقه عملية الجريان.
- 1.4. تحديد اتجاه الجريان Flow Direction
- تعمل هذه الاداة علي تحديد اتجاه الجريان الذي ستاخذه المياه من خلية لآخري عن طريق مقارنتها لارتفاعها مع ارتفاعات الخلايا المجاورة لها. وترفق كل خلية برقم يحدد اتجاه الجريان
- 3.4. تحديد مناطق تجميع المياه Flow accumulation
- حيث تعمل هذه الاداة علي حساب عدد الخلايا التي ستصب فيها كل خلية يعني ان الناتج سوف يحتوي علي عدد الخلايا التي ستندفق منها المياه الي هذه الخلية ، وبذلك تتحدد لنا المجاري الرئيسية.
- 4.4. تحديد قيمة التحسس او العتبة Stream Definition
- يعني ذلك الحد الادني من الدقة وكلما كانت قيمة العتبة منخفضة زادت معها تفاصيل شبكة المجاري ، فيكون هدف هذه الخطوة زيادة التحسس عند استخراج مسارات الاودية من طبقة تجميع الجريان.
- 5.4. تحويل الناتج من raster الي vector من خلال الاداة stream to feature سنحصل علي طبقة من نوع الخطوط (polylines) تحدد مجاري الاودية.
- 6.4. استنباط رتب المجاري Stream Order
- حيث تتيح هذه الاداة استخدام طريقتين للاستنباط وهما Strahler كانت 1952 والآخري Shreve كانت 1967 لكن في الاغلب يتم التعامل مع طريقة سترالر ذلك لانها سهلة التعامل ومرنة. ثم تحويل الرتب الي طبقة خطية من خلال الاداة Stream to Feature حتي يمكننا الاطلاع علي عدد واطوال الرتب.
- 7.4. تحديد موقع نقطة مطلوب دراستها
- القيام بانشاء طبقة نقاط point shapfile ونعمل علي الرسم في هذه الطبقة في أي رتبة

نريدها حيث نفترض اننا سوف نقوم بدراسة نقطة او موقع محدد عند الرتبة الثامنة وذلك لبيان الحوض المائي الذي يؤثر علي الجريان عند هذا الموقع بالتحديد.

8.4. تحديد الحوض الذي يؤثر علي الموقع حيث تتيح الاداة Watershed تحديد الحوض الذي يؤثر علي الموقع ، والنتائج يكون ملف شبكي يحتوي علي الحوض المائي المؤثر علي الموقع الذي تم تحديده.

9.4. دراسة الحوض تفصيلياً

ولدراسة الحوض تفصيلياً نعمل علي تحويله من raster الي vector من خلال اداة

التحويل raster to polygon فنحصل علي حدود الحوض المطلوب.

10.4. اقتطاع رتب المجاري النهرية التي تقع داخل هذا الحوض فقط عن طريق اداة clip ضمن

حزمة Analysis tools

11.4. تحديد احواض منطقة الدراسة

وذلك عن طريق الاداة Basins يمكننا تحديد جميع الاحواض في منطقة الدراسة و

النتائج سيكون عبارة عن طبقة raster لجميع الاحواض، ثم العمل علي تحويل هذه الطبقة من

raster الي طبقة من نوع polygon عن طريق الاداة raster to polygon

## 5. تطبيق المعادلات المورفومترية

اعتماداً على العناصر الأساسية عن طريق استدعاء المتغيرات المورفومترية التي تمثل

عناصر بناء المعادلات الرياضية المورفومترية وذلك من خلال بناء استفسار لها ( Building Query )

واستخراج القيم المحسوبة لها ، حيث تحسب نتائج المعادلات بصورة آلية عن طريق خيارات

( Selection – Select By Attributes ) , Statstics , field calculator , calculate

geometry التي يتيحها برنامج نظم المعلومات الجغرافية Arc Gis وصولاً إلى النتائج المرجوة.

## المبحث الثاني :الأحواض الانسيابية وتحليل خصائصها

أولاً : الخصائص المورفومترية

### 1. مفهوم الحوض الانسيابي

ويعني جميع الأراضي المحيطة بمجرى الوادي في المناطق الجافة التي تزودها بالمياه عن طريق الجريان السطحي أو الجوفي، ويفصلها عن الأراضي الأخرى أرض مرتفعة تمثل أعلى نقطة فيها منطقة تقسيم المياه بين حوض وآخر ، والتي يطلق عليها خط تقسيم المياه، وهو خط يحيط بالحوض ماراً بأعلى نقطة مرتفعة لتمثيل الحد الفاصل بين حوض وآخر ، ويكون واضحاً في الخرائط الطبوغرافية الخاصة بتلك الأحواض التي تظهر فيها على أشكال مختلفة منها الدائري والبيضاوي والمستطيل ، وكلما كان الحوض كبيراً زادت كمية المياه الواردة في الوادي في المناطق الصحراوية (الدليمي،2001).

### 2. الخصائص المساحية للأحواض الانسيابية

#### 1.2. مساحة الحوض

تعتبر مساحة الحوض من أهم الخواص المساحية المستخدمة كثيراً في النماذج الهيدرولوجية، وتستخدم في حساب الكثير من المقاييس المهمة مثل كثافة التصريف ومنحنى التكامل الهيسومتري للمساحة وغير ذلك (الحواس،2007) ، وهي كامل المساحة التي يحدها خط تقسيم المياه، وتقاس بعدة طرق منها استخدام جهاز البلاينيتر على الخريطة الكنتور ، أو عن طريق الصور الجوية أو المرئيات الفضائية، أو بطريقة المربعات أو أي أجهزة مساحية أخرى، أو برامج حاسوبية. وتم حساب مساحة أحواض الدراسة باستخدام Arc Gis من خلال الامر calculate geometry.

#### 2.2. طول الحوض

توجد عدة طرق لقياس طول الحوض المائي وتتوقف هذه الطرق على طبيعة قناة مجرى النهر إن كانت متعرجة، غير منتظمة، مستقيمة، وعادة ما تستخدم طريقة قياس الطول الموازي لخط التصريف الرئيسي من نقطة المصب إلى أعلى نقطة في الحوض (آل سعود،1997) ، وتم حساب أطوال أحواض منطقة الدراسة باستخدام Arc Gis من خلال الاداة Measure.

#### 3.2. محيط الحوض

هو طول خط تقسيم المياه المحيط بالحوض الذي يفصل بين الحوض والأحواض المجاورة له ويقاس تقليدياً بواسطة عجلة القياس، ويقاس حالياً باستخدام برامج الكمبيوتر. حاسوبية. وتم حساب محيط أحواض منطقة الدراسة باستخدام Arc Gis من خلال الامر calculate geometry.

## 4.2. عرض الحوض

لعرض الحوض دلالة مورفومترية في فهم شكل الحوض وذلك من خلال معرفة النسبة بين الطول والعرض (الدوعان، 1998) وقد يحسب عرض الحوض بأخذ عدد من الخطوط العرضية التي تفصل بينها مسافات رأسية متساوية بين المنبع والمصب ثم يحسب متوسطها للحصول على متوسط عرض الحوض، وعرض الحوض يعد قيمة هندسية تتفاوت الطرق المستخدمة في تحديدها بحسب تباين الشكل المورفوهندسي للأحواض (آل سعود، 1997)

## 3. الخصائص الشكلية

### 1.3. معامل الشكل

يتأثر شكل حوض التصريف المائي ونمطه وشبكة التصريف التي تمتد داخله بالخصائص الأخرى لحوض التصريف مثل نوع الصخر ودرجة الانحدار بالإضافة إلى أن الشكل يؤثر على العمليات الجيومورفولوجية خاصة فيما يتعلق بكفاءة الحوض المحتملة وشبكة التصريف المائي به، وقد استخدم هورتون سنة 1932 م عامل الشكل لتحديد أشكال الأحواض النهرية (سليم، 1987). ويمكن الحصول عليه من خلال المعادلة التالية (Gregory, and Walling. 1976):

$$K_G = \frac{P}{2\sqrt{\pi \cdot A}} = 0.28 \frac{P}{\sqrt{A}} \quad \dots\dots (01)$$

حيث:

- A: مساحة الحوض كم<sup>2</sup>
- P: محيط الحوض كم

تدل القيمة المنخفضة على صغر مساحة الحوض بالنسبة لطوله مما يجعل الحوض يقترب من شكل المثلث (محسوب، 1998) ويعد معامل شكل حوض التصريف من المقاييس المهمة التي لها اثر واضح على الكثير من الخصائص بما فيها الخصائص الهيدرولوجية (الحواس، 2007).

### 3.3. نسبة الاستدارة

تعكس نسبة الاستدارة مدى تقارب الحوض من الشكل الدائري فعند تقارب قيم نسبة الاستدارة للواحد الصحيح، فإن شكل الحوض يقترب من الشكل الدائري والعكس صحيح. وتعكس القيم المرتفعة القريبة من 7 إلى تقدم الدورة الحتية في الحوض مما يدل على نشاط عمليات النحت الرأسية والأفقي لفترة زمنية طويلة وبذلك تكون الدورة الحتية قد شرفت على الانتهاء (Abdulla,2011) ، وقد يؤدي تعرج الحوض إلى زيادة طول القنوات المائية خاصة ذات الرتب الأولى والثانية القريبتان من المنبع (الدوعان، 1998) ، وقد حدد (Miller، 1953) طريقة حساب معامل استدارة الحوض من خلال المعادلة التالية:

$$Rc = 12.57 \times (A / P^2) \quad \dots\dots (02)$$

حيث:

- **Rc**: نسبة الاستدارة
- **A**: مساحة الحوض كم<sup>2</sup>
- **12.57**: قيمة ثابتة
- **P<sup>2</sup>**: مربع محيط الحوض

### 3.3. نسبة الاستطالة

يعبر معامل الاستطالة عن مدى امتداد الحوض مقارنة مع الشكل المستطيل (الدليمي، 2009) ويتم حسابه حسب الصيغة الرياضية التالية :

$$Re = 1.128 * \frac{\sqrt{A}}{Lb} \quad \dots\dots (03)$$

حيث:

- **Re**: مساحة الحوض
- $\sqrt{A}$ : الجذر التربيعي لمساحة الحوض كم<sup>2</sup>
- **Lb**: أقصى طول الحوض كم

وتعبر هذه النسبة عن مدى امتداد الحوض مقارنة مع شكل المستطيل إذ ترتفع نسبة الاستطالة في الأحواض المستطيلة بينما تنخفض في الأحواض ذات الأشكال الأخرى، وتكون النسبة بين (1-0) إذ يكون الشكل قريباً من الاستطالة إذا كان اقرب إلى الواحد من الصفر (الدليمي، 2001).

### 4.3. المستطيل المعادل

يستعمل من اجل مقارنة الأحواض من ناحية تأثير الجريان وهو ذو طول L و عرضا شكل وبنفس مساحة الحوض ونفس المحيط وكذا نفس معامل الـ  $K_c$  وهي معادلة أعطيت من طرف روش (roche) وبواسطتها يتحول الحوض إلي مستطيل له طول L وعرضا بنفس المساحة ونفس المحيط ونفس  $K_c$ . حيث أن :

$$L = K_G \frac{\sqrt{A}}{1.12} \left( 1 + \sqrt{1 - \left( \frac{1.12}{K_G} \right)^2} \right) \quad \dots\dots (04)$$

$$l = K_G \frac{\sqrt{A}}{1.12} \left( 1 - \sqrt{1 - \left( \frac{1.12}{K_G} \right)^2} \right) \quad \dots\dots (05)$$

#### 4. الخصائص التضاريسية

##### 1.4 الانحدار

والانحدار يعني انحراف أو ميل الأرض عن المستوى الأفقي ويكون الانحدار كبيراً كلما زاد الانحراف أو الميل ، وتعد الانحدارات ذات أهمية كبيرة في الدراسات الجغرافية عامة والجيومورفولوجية خاصة لأنها تساهم في تحليل مظاهر سطح الأرض وعلاقتها بالنشاط البشري وأشكاله المختلفة كالعمران والطرق والزراعة وغير ذلك، إذ يعتمد استغلال السفوح على طبيعة انحدارها وتكويناتها السطحية وتحت السطحية والعمليات التي تتعرض لها تلك السفوح (الدليمي، 2001). ويقاس الانحدار من خلال العلاقة بين الفاصل الرأسى والمسافة الأفقية بعدة علاقات منها ما يلي :

##### 1.1.4 الانحدر المتوسط

$$I_m = \frac{H_{\max} - H_{\min}}{L} \quad \dots\dots (06)$$

حيث

- $I_m$  : متوسط الانحدار م/كم
- $H_{\max}$  : أقصى إرتفاع في الحوض م
- $H_{\min}$  : أدنى إرتفاع في الحوض م
- $L$  : طول المستطيل المكافئ كم

##### 2.1.4 مؤشر الانحدار العام

$$I_g = \frac{H_{5\%} - H_{95\%}}{L} = \frac{D}{L} \quad \dots\dots (07)$$

حيث

- $I_g$  : مؤشر الانحدار العام م/كم
- $D$  : فارق الارتفاع م
- $L$  : طول المستطيل المكافئ كم

##### 3.1.4 مؤشر الانحدار حسب روش (Roche)

$$I_p = \sqrt{\frac{I_g}{0,8}} \quad \dots\dots (08)$$

##### 4.1.4 فارق الارتفاع النوعي

$$D_s = I_g \cdot \sqrt{A} \quad \dots\dots (09)$$

حيث

- $A$  : هي مساحة الحوض التجميعي كم<sup>2</sup>
- $I_g$  : مؤشر الانحدار لروش

#### 2.4. التضرس الكلي للحوض

وهو الفارق الرأسي بين أعلى نقطة وأدناها في الحوض ، و تكون أعلى النقاط عند خط تقسيم المياه وأدناها عند مخرج الحوض ، يقاس التضرس الكلي للحوض بالمتراً ، وبحسب بالمعادلة التالية (آل سعود، 1997).

$$Ra = H_{max} - H_{min} \quad \dots\dots (10)$$

حيث أن:

- **Ra** : التضرس الكلي للحوض (م)
- **H<sub>max</sub>** : أعلى نقطة في الحوض (م)
- **H<sub>min</sub>** : أدنى نقطة في الحوض (م)

#### 3.4. نسبة التضرس

يعد هذا العامل معياراً مهماً لمعرفة الطبيعة للمنطقة ويمثل نسبة الفارق بين أعلى وأخفض نقطة في الحوض إلى الطول الحقيقي للحوض، و يدل على المرحلة الجيومورفولوجية التحتانية التي يمر بها الحوض إذ تشير القيم المرتفعة إلى التضرس الشديد لسطح الحوض، وبالتالي تأخر الحوض في دورته التحتانية (أبورية ، 2007) في حين تشير القيم المنخفضة إلى أن الحوض استطاع أن يقطع شوطاً كبيراً في دورته التحتانية، واستطاع أن يخفض من تضرسه (الودعاني، 2014) تحسب نسبة تضرس الحوض حسب المعادلة التي وضعها Schumm عام 1956 كالتالي :

$$Rc = (H_{max} - H_{min}) / Lb \quad \dots\dots (11)$$

حيث :

- **Rc** : معامل التضرس (م/كم)
- **Lb** : طول الحوض (م)
- **H<sub>max</sub>** : منسوب أعلى نقطة في الحوض (م)
- **H<sub>min</sub>** : منسوب أدنى نقطة في الحوض (م)

#### 4.4 قيمة الوعورة

تشير قيمة الوعورة إلى مدى تضرس الحوض، ثم مدى انحدار المجرى المائي فيه، بالاعتماد على كثافة الصرف الطولية للحوض، وارتفاع هذه القيمة يعني شدة التضرس وسيادة التعرية المائية ونقل الرواسب في المنابع العليا للأحواض إلى أسفل المنحدرات (تراب، 1997) ويتم حساب هذا العامل من خلال المعادلة الرياضية التالية:

$$Rn = Dd \times H / 1000 \quad \dots\dots (12)$$

حيث:

- **Rn** : قيمة الوعورة
- **Dd** : كثافة التصريف
- **H** : فرق الارتفاع (م)

#### 5.4. التضاريس النسبية

تساعد هذه النسبة على إدراك قيمة التضرس النسبي للحوض بغض النظر عن نسيجه الطبوغرافي، ويشير انخفاض قيم التضرس إلى كبر المساحة الحوضية مما يدل على نشاط عملية النحت والتراجع نحوى المنابع وتقويض مناطق تقسيم المياه ، مما يشير إلى التقدم في دورة التعرية، وعلى العكس من ذلك فإن الأحواض العالية في نسبة تضرسها تكون صغيرة المساحة ونشطة في عملية النحت في ظل ظروف تضرس مرتفع ، ويعني هذا أنها ما زالت في المراحل الأولى من دورة التعرية النهرية (الحري، 2007). ويتم حساب نسبة تضرس من خلال المعادلة التالية التي وضعها Melton (1959):

$$RHP=RH/P \quad \dots (13)$$

حيث:

- **RHP** : التضاريس النسبية (م/كم)
- **RH** : الفرق بين أعلى وأدنى ارتفاع (م)
- **P** : محيط الحوض (كم)

#### 6.4. معدل النسيج الطبوغرافي

ويحسب بالمعادلة التالية :

$$\text{معدل النسيج الطبوغرافي} = \text{عدد الروافد في الرتبة} / \text{محيط الحوض المائي للرتبة} \dots (14)$$

ويعتبر هذه المعدل مؤشر نسيجياً يصف طبيعة طبوغرافية الروافد في الحوض الواحد. ويدل على مدى تقطع الأحواض في الوادي، وتقسيم نسبة التقطع إلى ثلاث درجات: (آمنة علاجي، 2010)

1. خشنة وهي أقل من 4

2. متوسطة وتتراوح بين (4-10)

3. ناعمة أكثر من 10

#### 7.4. التحليل الهيسومتري

يوضح العلاقة رقمياً بين مساحة الحوض وارتفاعه ويمكن بواسطته فهم العلاقة بين طبوغرافية الحوض وتعرية المجاري المائية للسطح بواسطة الجريان السطحي، إذ يعتبر مقياس للمراحل الحثية التي يمر بها الحوض المائي خلال مدة زمنية ، كما أنه أيضاً يبين كمية المواد الصخرية التي تم نحتها والتي



تنتظر دورها تباعاً في العملية الحثية. (سلامة، 2004 )، وهناك طريقتان للتحليل الهيسومتري هما التكامل الهيسومتري و المنحنى الهيسومتري.

#### 1.7.4. التكامل الهيسومتري

يحدد هذا المعامل المرحلة التي يمر بها الحوض وقد قام Strahler (1952) بتقسيم المراحل حسب قيمة التكامل الهيسومتري إلى مرحلة الشبخوخة (40 فأقل) و مرحلة النضج (40-60) ومرحلة الشباب (60-79.5) وقد اقترح Strahler المعادلة التالية لاستخراج قيمة التكامل الهيسومتري : (أمنه علاجي ، 2010 )

$$H_i = (h / H) / (a / A) \dots\dots (15)$$

حيث أن:

- $H_i$  : التكامل الهيسومتري.
- $(h/H)$  : الإرتفاع النسبي (النسبة بين ارتفاع أي خط كنتور إلى أقصى ارتفاع في الحوض)
- $(a/A)$  : المساحة النسبية (النسبة المحصورة بين أي خط كنتور ومحيط الحوض إلى مساحة الحوض).

#### 2.7.4. المنحنى الهيسومتري

ويوضح المنحنى العلاقة بين المساحة النسبية للحوض وارتفاعه النسبي على محورين  $(x, y)$  (عمر ضو و طارق ، 2017)

#### 5. الخصائص الخطية لشبكة التصريف

##### 1.5. كثافة التصريف

يمكن حساب كثافة التصريف بالمعادلة التي وضعها (Horton 1932): (أبو العينين، 1976)

$$Dd = \Sigma L/A \dots\dots (16)$$

حيث :

- $Dd$  : كثافة التصريف
  - $\Sigma L$  : الطول الكلي للمجري النهرية في كل الرتب المختلفة كم
  - $A$  : المساحة الكلية للحوض الإنسيابي كم<sup>2</sup>
- وتعد كثافة التصريف مقياساً أساسياً للخصائص المساحية للحوض الإنسيابي وللتحليل الهيدرولوجي وهي تعكس مدى كفاءة التصريف أو هي مقياس لمدى تقطع أرضية الحوض ، وتعتبر كثافة التصريف مجمع الأمر كله فمنها يمكن التعرف على كثير من المتغيرات في الحوض الانسيابي ، وهي متغير يساعد كثيراً على معرفة كميات المياه المنصرفة من الحوض، وهذا العامل يتوقف على

خصائص كثيرة من ضمنها: نوعية الصخور، سعة التربة، كثافة الغطاء النباتي، إضافة إلى تدخلات الإنسان كعامل جيومورفولوجي (آمنه علاجي، 2010). وقد صنفها (Strahler 1964) حسب قيم الكثافة التصريفية إلى ثلاث فئات هي: أقل من 12 (منخفضة)، ومن 12-16 (متوسطة)، وأكبر من 16 (مرتفعة). (عمر ضو و طارق، 2017)

### 2.5. نسبة التشعب

تعبر عن العلاقة بين عدد المجاري في كل رتبتين متتاليتين، وتحسب كالآتي : (أبو العينين، 1976)

$$R = Nu / Nu+1 \dots\dots (17)$$

حيث:

- R : نسبة التشعب
- Nu : عدد مجاري رتبة ما
- Nu+1 : عدد مجاري الرتبة التي تليها

ونسبة التشعب بهذا التحديد مؤشر على العدد اللازم من القنوات من رتبة معينة في المتوسط لدعم وجود قناة من الرتبة التالية، ولأغراض المقارنة بين الأحواض الانسيابية يمكن حساب نسبة التشعب للشبكة التصريفية كاملة بجميع رتبها وذلك عن طريق حساب متوسط نسب التشعب لرتب القنوات الموجودة في الشبكة فتكون هي نسبة التشعب للحوض بأكمله (الحواس، 2007). وتكمن أهمية قياس نسبة التشعب لحوض التصريف في إظهار حجم العلاقة بين حجم التصريف ومعدل التفرع للمجاري المائية فكلما زاد خطر الفيضانات والسيول عقب سقوط الأمطار زادت كثافة التصريف في مناطق التجمع العليا (الدوعان، 1998).

### 3.5. رتب المجاري المائية

تتوزع المجاري المائية في الحوض بشكل رتب تقل عدداً وتزداد سعة من رتبة لأخرى، حيث تبدأ بمجاري صغيرة وكثيرة تمثل الرتبة الأولى وهي تلتقي مع بعضها البعض لتكون الثانية التي تكون أقل عدداً وأكثر سعة من الأولى وتلتقي مع بعضها لتكون الرتبة الثالثة كما تلتقي روافدها لتكون الرتبة الرابعة إلى أن تكون آخر رتبة والتي تكون المجري الرئيسي، ويستفاد من دراسة رتب المجاري في التعرف على جوانب متنوعة لها أهميتها في المجالات الجيومورفولوجية والهيدرولوجية ذات العلاقة بالمشاريع والأنشطة المختلفة مثل السدود والخزانات (الدليمي، 2001).

وتعرف الرتبة النهرية بأنها نظام لتصنيف المجاري في الحوض الانسيابي حسب تدرجها الهرمي داخل الحوض، وتعد الرتبة النهرية بذلك معاملاً يستند عليه في تحديد نقاط النقاء الروافد ببعضها

فرعية كانت أم رئيسية في الحوض الواحد . (آل سعود، 1997) ويعتبر الترتيب الهرمي تصنيف كمي ذو مدلولات مورفولوجية لديناميكية التعرية المائية، وهناك العديد من الطرق المستعملة في دراسة هذا الترتيب أهمها :

- طريقة هورتون
- طريقة سترايلر
- طريقة شراف
- طريقة شايديفر

وتعتبر طريقة سترايلر أكثر الطرق المورفومترية استعمالاً نظراً لبساطة تطبيقها وسهولة إجراء مقارنات بواسطتها للأحواض الانسيابية (بوروية، 1999)، وتعطي هذه الطريقة القنوات الابتدائية التي لا رافد لها المرتبة الأولى وهذه هي القاعدة الأولى، وعندما تلتقي قناتان من نفس الرتبة تنتج قناة من الرتبة التالية وهذه القاعدة الثانية، القاعدة الثالثة عندما تلتقي قناتان من رتبتين مختلفتين فالقناة الناتجة بعد نقطة التقائهما أسفل المنحدر ستكون استمراراً للقناة ذات الرتبة الأعلى، وتكون رتبة الحوض برمته مساوية لرتبة المصب (الحواس ، 2007)

#### 4.5. أطوال المجاري النهرية

إن مجاري انهار الرتبة الأولى لها في المتوسط اصغر طول، في حين أن طول النهر يزداد مع زيادة رتبة المجرى النهري .وقانون أطوال المجاري النهرية هو أن "مجموع متوسطات أطوال المجاري النهرية من الرتب المتتالية تميل إلى تكوين متتالية هندسية تبدأ بمتوسط طول مجاري انهار الرتبة الأولى وتتصاعد تبعاً لنسبة طول ثابتة"، ويمكن قياس أطوال الأنهار باستخدام عجلة القياس من الخرائط الطبوغرافية، والتي يمكن أن نعرف بها مجموع أطوال الأنهار مباشرة من معرفتنا لمقياس الخريطة المستخد (أبو العينين، 1979) والآن يمكن حساب الأطوال حاسوبياً بأقل جهد ممكن. ويمكن معرفة معدل أطوال المجاري في كل رتبة رغم أنها متباينة الأطوال من مكان لآخر من خلال العلاقة بين عدد المجاري وأطوالها حسب المعادلة التالية :

$$\text{معدل أطوال المجاري} = \text{مجموع أطوال المجاري في الرتبة} / \text{عدد المجاري في نفس الرتبة} \dots\dots (18)$$

#### 5.5. تكرارية المجاري

تسمى أيضا بكثافة التصريف العددية ويعبر عنها بالعلاقة النسبية بين عدد المجاري النهرية ومساحة الحوض، وعليه فان زيادة عدد المجاري يزيد من الكثافة التصريفية المائية، وبالتالي يزيد نشاط

عمليات التعرية، و يتم استخراج معامل تكرار المجاري للحوض الانسيابي حسب المعادلة التي اقترحها  
: Horton (1954)

$$DF= N /A \dots\dots (19)$$

حيث أن:

- DF : تكرار المجاري
- N : مجموع عدد مجاري الحوض
- A : مساحة الحوض (كم<sup>2</sup>)

وتشير القيم المرتفعة لتكرارية المجاري إلى إمكانية عالية لتجميع المياه داخل حوض التصريف مما يسبب حدوث جريان (عمر ضو و طارق ، 2017 ) تعبر تكرارية المجاري عن العلاقة النسبية بين عدد المجاري ومساحة الحوض، وهي تدل بذلك على درجة تخدد الحوض بواسطة التعرية المائية .وعلية فان زيادة عدد المجاري بواسطة عملية التخدد عن طريق التعرية المائية يؤدي بالضرورة إلى زيادة أطوالها ومن ثم إلى ارتفاع كثافة التصريف (بوروية ،1999).

#### 6.5. معامل التعرج الطبوغرافي

ويحسب كالتالي : (آمنه علاجي ، 2010 )

$$VI = VL / Air \dots\dots (20)$$

حيث :

- VI : معامل التعرج الطبوغرافي
- VL : طول المجرى (كم)
- Air : اقصر امتداد ما بين المصب والمنبع (كم)

فكلما زادت النتيجة عن واحد صحيح زادت نسبة تعرج الوادي. وتعتبر هذه النسبة مؤشراً لمعرفة المرحلة التحتية التي يمر بها الوادي بالإضافة إلى قدرته على الإزاحة والحركة الجانبية مما يؤثر على استعمالات الأرض، وتكمن أهمية إيجاد هذا المعامل في معرفة مدى انعطاف المجرى وما لذلك من تأثير على كمية المياه في المجرى، حيث انه كلما ازدادت درجة انعطاف الوادي ازدادت احتمالات التبخر والترشيح، بينما تقل هذه الاحتمالات عندما تنقص درجة الانعطاف، وذلك نتيجة سرعة الجريان، ووصول المياه إلى منطقة المصب في فترة زمنية قصيرة (الحربي، 2007).

## ثانيا : بعض المتغيرات الهيدرولوجية

### 1. معامل الجريان السطحي

تطلق كلمة الجريان أو التدفق على انسياب المياه وتحركها من مكان لآخر، ويشير الجريان السطحي إلى كل المياه التي تجري على سطح الأرض أو التي تتدفق في الجداول والقنوات و الأنهار، ويحدث عندما تتجاوز شدة المطر قدرة المجاري على استيعابه حيث تتركز كميات كبيرة من المياه في المجاري أو في جزء منها وتصبح سرعة جريان المياه عالية مما قد يسبب حدوث الفيضانات. (أمنه علاجي ، 2010) ويكمن حساب المعامل من خلال المعادلة :

$$Kr= 110.A^{-0.186} (Kr \text{ en } \%) \quad \dots\dots (21)$$

### 2. سرعة الجريان السطحي

وتعكس سرعة الجريان في الأحواض معدل الانحدار فيها فسرعة الجريان تزيد مع زيادة الانحدار والعكس ، وهناك العديد من الطرق لقياس سرعة الجريان والكثير من المعادلات، وقد أورد ( مرزا و البارودي،2005) معادلة جاتون Jaton لقياس سرعة الجريان وهي كتالي:

$$V = L (m) / 3.6 TC (s) \quad \dots\dots (22)$$

حيث :

- V: سرعة الجريان السطحي
- L (m) : طول المجرى الرئيسي بالأمتار
- 3.6: ثابت
- TC (s) : زمن التركيز بالثواني

### • معادلة مانينج وستركلر (Norme ISO 1070-1973) Manning – Strickler

$$V = n * Rh^{0,667} * i^{0,5} \quad \dots\dots (23)$$

حيث:

- V : هي متوسط سرعة المقطع العرضي (م / ثا)
- Rh = نصف القطر الهيدروليكي بالمتر.
- i : الانحدار الهيدروليكي للفتاه
- n : معامل الخشونة الذي يختلف باختلاف طبيعة قاع الفرشة وعمق الماء. قيم n هي كما يلي:  
الأحجار: 25 ، الحصى الخشن: 35 ، الحصى المتوسط: 40 ، الحصى الناعم: 45 ، الرمل: 50

### 3. زمن التركيز

تبرز أهمية زمن التركيز في معرفة قدرة أراضي الحوض على تحويل مياه الأمطار إلى مياه جارية سطحية ومياه سيول؛ فكلما قل زمن التركيز كلما زادت خطورة تشكل الفيضان (عاطف، 2020) ويُعبّر عن زمن التركيز من خلال تطبيق عدة معادلات نذكر منها :

1.3 معادلة **Turazza** ومعادلة **Giondootti** التي تعد الأكثر استعمالاً وتعطى بالعلاقة

التالية :

$$Tc = \frac{(4 \cdot A^{0.5} + 1.5 \cdot L)}{0.8 \cdot \sqrt{(H_{moy} - H_{min})}} \quad \dots\dots (24)$$

حيث :

- **A**: مساحة الحوض (كم)
- **Lp**: طول المجري الرئيسي (كم)
- **H<sub>moy</sub>**: الارتفاع الأوسط (م)
- **H<sub>min</sub>**: أدنى ارتفاع بالحوض (م)

2.3. معادلة **IGC-USTHB** (الجزائر) : حيث تم تحديد هذه الصيغة من تحليل أحداث الفيضانات الغزيرة المسجلة في 15 متجمع مياه بشمال البلاد (SARI,2002) ، وبحسب وفق المعادلة:

$$Tc = 0,0055 \cdot A + 0,1657 \cdot L + 0,0078 \cdot (H_{moy} - H_{min}) + 0,821 \quad \dots\dots (25)$$

3.3 معادلة **Kirpich** وتعطى بالعلاقة :

$$Tc = 0,38 \cdot \left(\frac{L}{\sqrt{I}}\right)^{0.77} \quad \dots\dots (26)$$

- **L**: طول المجري الرئيسي (كم)
- **I**: متوسط الانحدار

### 4. معامل الفيضان

ويبين هذا المعامل قوة احتمالات حدوث الفيضانات من عدمها، ويتم حساب معامل الفيضان عن طريق معادلة جاتون **Jaton** (آمنه علاجي ، 2010 ) كالآتي :

معامل الفيضان = كثافة التصريف لكل حوض × في تكرارية مجاري الرتبة الأولى لكل حوض ..... (27)

## 5. قمة التدفق

يمثل التدفق الأعظمي أعلى كمية للجريان وهو يحدث خلال طور الفيضان والموجات الفيضانية ويرتبط بالعوامل الجغرافية الطبيعية ويكمن حسابه بعدة معدلات منها :

1.5 معادلة التدفق حسب ماير Myer (Michel A.R., 1996; Ouled Belkhir, 2002)

$$Q_{100} = 9.6.A^{0.59} \quad \dots (28)$$

$$Q_{10} = 2.55.A^{0.665} \quad \dots (29)$$

2.5 الطريقة التناظرية لـ Rodier – Auvray و ORSTOM (1988) وتنتم بـ:

- حساب معامل الفواقد (30) ....  $K_a = 1.1943 - 0.0604 \cdot \ln(A)$  الذي يمثل التناقص المجالي لكمية التساقط مقارنة بالقيمة المسجلة في محطة الرصد المرجعية.
- حساب حجم التساقط الكلي باعتبار شدة التساقط وافترض تجانس السطح بـ:

$$V_p = P_{jf} \cdot k_a \cdot A \quad \dots (31)$$

- حساب حجم الجريان (32) ....  $V_r = k_r \cdot V_p$  و يختلف حسب التضاريس والتغطية النباتية والطبيعة الجيولوجية للسطح
- حساب متوسط التدفق (10 سنوات) خلال زمن الاساس المحدد لفترة الجريان الفعلية وفق

$$Q_{moy} = (k_r \cdot V_p) / T_b \quad \dots (33)$$

- حساب تدفق الذروة (34) ....  $Q_{max} = \alpha \cdot Q_{moy}$

وقد تم حساب التدفق لفترة رجوع المئة سنة لمنطقة الدراسة حسب المعادلة التناظرية للمناطق

الصحراوية والشبه صحراوية حسب المعادلة: (Michel A.R., 1996; Ouled Belkhir, 2002)

$$Q_{100} = 32,6 \cdot A^{0.42} \quad \dots (35)$$

3.5 معادلة سوكولوفسكي Sokolovsky (1965)

$$Q_{f\%} = \frac{0,28 \cdot P_{tc f\%} \cdot K_r \cdot K \cdot A}{tc} \quad \dots (36)$$

حيث :

- $Q_f\%$  : قمة التدفق عند تردد "f" بـ m<sup>3</sup>/s
- $P_{tc f\%}$  : مطر قصير الأمد يقابل زمن التركيز tc وبتردد "f" بالمليمتر ؛

$$P_{tc f\%} = P_{jf} \left( \frac{tc}{24} \right)^{0.15}$$

- K: معامل الشكل لهيدروغراف الفيضان و يساوي:  $k = 12 / (4 + 3\phi)$  وتختلف قيم  $\phi$  حسب خصائص الاحواض كما يلي :

- الأحواض الأنسيابية الصغيرة  $S \leq 50$  كم<sup>2</sup>

- الأحواض الانسيابية غير المشجرة وذات نفاذية ضعيفة 2-3
  - الأحواض الانسيابية المشجرة وذات نوعية تربة نفوذة 3-4
- نظرًا لأن الأحواض في منطقة الدراسة ضعيفة التشجير والنفاذية، فسنعتمد أن  $\phi=3$  ، وبالتالي:  $k = 0.92$
- A: الحوض بالكيلومتر المربع.
  - tc: زمن التركيز بالساعات .
  - Kr: معامل جريان الفيضان لفترة رجوع (T). خلال فترة الأمطار الغزيرة (العواصف الرعدية) ، التي تسبب ظاهرة الفيضانات ، تكون نسبة الجريان السطحي عالية و يكون التبخر ضئيلا والنفاذية منخفضة يمكن أن تصل معاملات الجريان السطحي إلى قيم من 0.95 إلى 0.99 و عليه سنعتمد:  $Kr = 0.95$
  - $T = 2$  ،  $10,5$  و  $20$  و  $50$  سنة و  $Kr = 0.99$  لـ  $T = 100$  سنة وما فوق. (Sokolovsky, 1968)

#### 4.5 معادلة تورازا (1965) Turraza (SARI, 2002)

$$Q_{max} = \frac{P_{jmax} \cdot Kr \cdot A}{3,6 \cdot tc} \quad \dots\dots (37)$$

حيث :

- tc : زمن التركيز
- Kr : معامل الجريان.
- A : مساحة الحوض
- Pjmax : معدل التساقط اليومي الاقصى ملم.

#### 5.5 طريقة (1947) Mallet et Gautier

اعتمد Mallet et Gautier على حساب الصبيب الأقصى على قانون بسيط لا يرتبط بالتساقطات اليومية القصوى، حيث لا يمكن تطبيق قانون Mallet et Gautier إلا إذا كانت فترة العودة تساوي أو تتعدى 50 سنة ، وبالتالي يمكن تقييم التدفق لفترات تردد 50 ، 100 ، 1000 سنة اعتماد على القانون التالي :

$$Q_{max} = 2K * \log(1 + A * P) * \frac{S}{\sqrt{L}} (1 + 4\log T - \log S)^{1/2} \quad \dots\dots (38)$$

حيث :

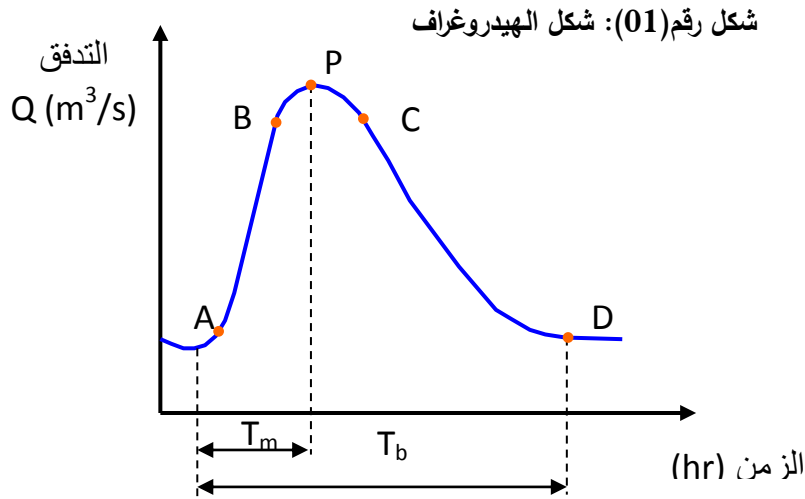
- Q<sub>max</sub>: التدفق الأقصى m<sup>3</sup>/s
- S: مساحة الحوض (km<sup>2</sup>)
- L: طول المجرى الرئيسي (Km)
- P: متوسط الأمطار السنوية (mm)
- T: فترة العودة (سنة)
- K و A : في الجزائر يأخذ هذين المعاملان القيم التالية: K= 1 و A=20 حيث K يتغير حسب الخصائص الطبوغرافية، المناخية و الجيولوجية للأحواض.



## 6. الهيدروغراف

هو تمثيل للتصريف في مجرى مائي أو حوض تجميعي معين نتيجة عاصفة مطرية خلال مدة

زمنية.



ويتكون الهيدروغراف من عدة أجزاء أهمها:

- **الطرف الصاعد AB** : وهو الزيادة في التصريف بسبب الزيادة التدريجية للتدفق في المجاري أو فوق السطح . حيث تزيد والفاقد الأولية وضائعات النفاذية خلال الفترة الأولى من سقوط العاصفة المطرية و تقل مع مرور الوقت ولهذا فإنه بسقوط عاصفة منتظمة فوق السطح فإن كمية الجريان السطحي سوف يزداد بسرعة مع الوقت.

- **قطعة الحافة BC** : و تمثل ذروة الجريان التي تحدث عندما تشارك أجزاء مختلفة من مجاري الحوض بنفس الوقت في إيصال كمية الجريان إلى الحالة العظمى نحو مصب الحوض .

- **الذروة P** : النقطة الواقعة بين نقطتي الانقلاب B و C .

- **الطرف الهابط (منحني الانحسار) CD** : و يمتد من نقطة الانقلاب في نهاية قطعة الحافة إلى وقت بدء أو شروع الماء الأرضي بالجريان، و يعتمد شكل هذا الجزء من الهيدروغراف على خصائص سطح الحوض .

- **وقت الذروة أو الصعود (T<sub>m</sub>)** : الوقت من النقطة A حتى نقطة P هو الوقت بين بداية التدفق

وأقصى ارتفاع للفيضان، وكتب بالمعادلة: (Michel A.R., 1996; Ouled Belkhir, 2002)

$$T_m = 0.395 * A^{0.409} \dots\dots (39)$$

• زمن القاعدة (Tb) : هو الزمن الذي يتدفق فيه جزء الجريان السطحي من الأمطار الغزيرة عبر المصب ويكتب بالمعادلة : (Michel A.R., 1996; Ouled Belkhir, 2002)

$$T_b = 2.146 * A^{0.36} \dots\dots (40)$$

ومن أجل اعداد مخطط هيدروغراف العاصفة أو الفيضان لمنطقة الدراسة تم اعتماد طريقة سوكولوفسكي (Sokolovsky 1968) وتم حساب كل من تدفق الصعود والنزول حسب المعادلات:

$$Q_t = Q_{max} * (t/t_m)^2 \dots\dots (41) \quad \text{معادلة الصعود: حيث } t_m \text{ زمن الصعود}$$

$$Q_t = Q_{max} * ((t_d - t')/t_d)^3 \dots\dots (42) \quad \text{معادلة النزول: حيث أن } t' = t - t_c \text{ و } t_d = \gamma * t_m$$

γ: مُعامل يعتمد على حجم الحوض الإنسيابي ونفاذية التربة ، ويؤخذ حسب القيم التالية:

- $\gamma = 2$  : الاحواض الانسيابية التي تقل مساحتها عن 5 كم<sup>2</sup>.
- $\gamma = 2 -$  : إلى الاحواض الانسيابية ضعيفة الغطاء النباتي .
- $\gamma = 3 - 4$  : إلى الاحواض الانسيابية بها كبيرة النفاذية و التغطية النباتية.

فبالنسبة لمنطقة الدراسة ، تم أخذ قيمة  $\gamma = 2.5$  ، بذلك يكون  $t_d = 2.5 * t_m$

#### 7. معامل الذروة α

معامل الذروة α يساوي  $Q_{max} / Q_{moy}$ . حيث يفترض أن يتم توزيع الفيضان بالتساوي على مدار زمن الأساس  $T_b$ . ، حسب عدة دراسات يحسب هذا المهامل وفق المعادلة التالية : ( Michel A.R. ، 1996 ، Bekhouche ، 1998).

$$\alpha = 0.24 \ln(A) + 2 \dots\dots (43)$$

## خلاصة الفصل

تسعى هذه الدراسة إلى انشاء قاعدة بيانات للخصائص المورفومترية والهيدرولوجية لشبكة التصريف المائي للأحواض الانسيابية بمنطقة شمال صحراء الجزائر ، وتتمثل في تحليل الخصائص المساحية والطولية والشكلية والتضاريسية، وخصائص شبكة الصرف المائي، فضلاً عن التعرف على بعض المتغيرات الهيدرولوجية، مثل زمن التركيز وكمية التدفق المائي للأحواض، والتحليل الهيسومتري . وستعتمد الدراسة على نظم المعلومات الجغرافية ونماذج الارتفاعات الأرضية الرقمية DEM كأداة لإعداد خرائط شبكة التصريف الأودية ، واستخلاص بعض الخصائص المورفومترية والهيدرولوجية لكل حوض اعتماد على أدوات التحليل الهيدرولوجي وما يتيحها برنامج ArcGis من أدوات التحليل المكاني والاحصائي .

فمن خلال هذا الفصل حاولنا الالمام بالجانب النظري والأطر العامة حول نظم المعلومات الجغرافية وطرق استغلال برنامج ArcGis ومختلف مراحل التحليل من خلاله ، وسرد مختلف المعادلات التجريبية التي تساهم في تحليل خصائص الأحواض الانسيابية المورفولوجية ومنها والهيدرولوجية ، وفي الفصل التالي سنحاول تطبيق مختلف هذه الطرق والوسائل على أحواض منطقة الدراسة وتحليل نتائجها .

# الفصل التطبيقي

بناء قاعدة بيانات للأحواض الانسيابية بشمال الصحراء الجزائرية

## مقدمة الفصل

### المبحث الاول : تقديم منطقة الدراسة

- أولا : تقديم عام لمنطقة الدراسة
- ثانيا : الخصائص الطبيعية والمناخية

### المبحث الثاني : بناء قاعدة بيانات للأحواض الانسيابية

- أولا : الحوض الانسيابي لواد زرقون
- ثانيا : الحوض الانسيابي لواد صقر
- ثالثا : الحوض الانسيابي لواد الغربي
- رابعا : الحوض الانسيابي لواد الناموس
- النتائج والتوصيات

## خلاصة الفصل

## مقدمة

إن دراسة خصائص الاحواض الانسيابية تعتبر أحد الاتجاهات الحديثة في دراسة الأحواض المائية ، وترتبط هذه الخصائص ارتباطاً مباشراً بالعوامل الطبيعية كما تعتبر الدراسة المورفومترية وانشاء قواعد بيانات هيدرولوجية من أساسيات علم الجيومورفولوجيا التطبيقية الذي يختص بتحليل الكمي للخصائص المورفومترية المساحية والشكلية التضاريسية و الشبكة المائية لأحواض ومجري الأنهار و الوديان. اذ تعد هذه الخصائص مقياساً مهماً لما تحتويه من دلالات تساعد على فهم كيفية تكون وتطور العمليات الجيومورفولوجية لأحواض التجميع المائية .

تفتقر الدراسات المورفومترية للأحواض المائية في الصحراء الجزائرية إلى دراسات تطبيقية تعتمد على التقنيات الحديثة لدراسة خصائص التضاريس والشبكات المائية لأحواض التصريف . لذا يهدف هذا البحث لتوظيف الأساليب التقنية المتمثلة في استخدام برمجيات نظم المعلومات الجغرافية (GIS) Geographic Information System باستخدام نموج الارتفاعات الرقمية (ASTER GDEM) من أجل بناء قاعدة بيانات لمنطقة شمال الصحراء الجزائرية وتحديد الاحواض الكبرى في المنطقة ورسم شبكة التصريف المائي لكل حوض وتطبيق مختلف المعادلات الهيدرولوجية وتحليل خصائص كل حوض.

## المبحث الأول : تقديم منطقة الدراسة

### أولا : تقديم عام لمنطقة الدراسة

#### 1. الموقع

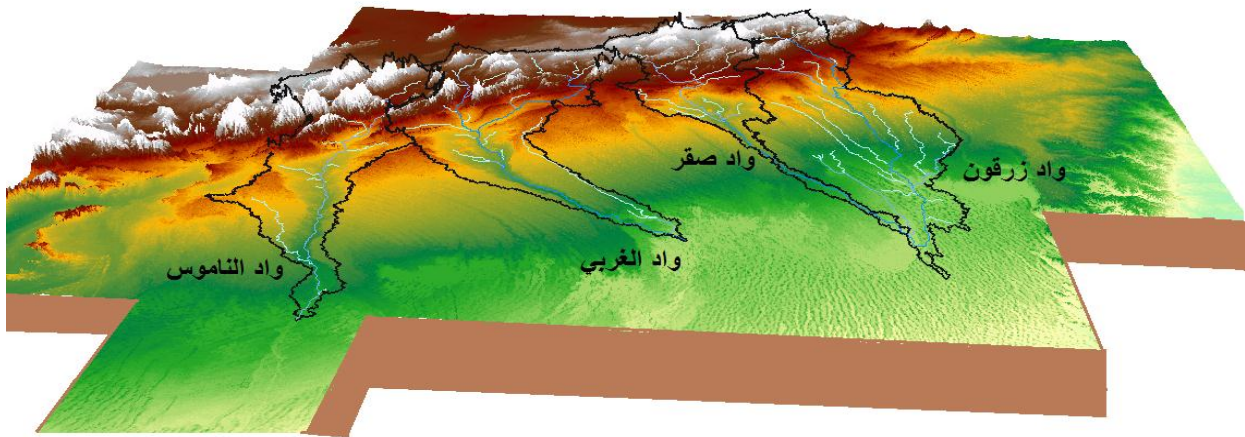
خريطة رقم (01): موقع منطقة الدراسة



(المصدر : اعداد الطالب 2021)

تقع منطقة الدراسة في الجزء الشمالي من صحراء الجزائر ، وتقع اداريا ضمن سبع ولايات وهي الاغواط غرداية المنعيا البيض النعامة وبشار ، وتقع فلكيا بين خطي طول  $0^{\circ} 24'$  و  $1^{\circ} 3'$  شرقا و  $30^{\circ} 55'$  و  $34^{\circ} 0'$  شمالا، وتبلغ المساحة الإجمالية لأحواض منطقة الدراسة  $45467.21$  كم<sup>2</sup> ، حيث تضم أربع أحواض انسيابية كبرى للاودية من شمال الصحراء الجزائرية وهي واد زرقون ، واد صقر ، واد الغربي وواد الناموس وتمتد حدود هذه الأودية من سلسلة الاطلس الصحراوي شمالا الى حدود العرق الغربي الكبير<sup>1</sup> جنوبا.

شكل رقم (02): موقع منطقة الدراسة



(المصدر : DEM+ معالجة الطالب 2021)

#### 2. المناخ

يعتبر المناخ أهم العوامل المؤثر في نشاط الأحواض الانسيابية ، فهي تساهم في تشكيل سطح الأرض، كما تساهم في نشاط العمل الهيدرولوجي في الأحواض، وقد اقتصرت الدراسة بصفة ملخصة على عوامل المناخ المتمثلة في التساقط ومعدلات الحرارة والرطوبة السنوية ، لدورها الهام

<sup>1</sup> العرق الغربي الكبير : (ويعرف أيضا ببحر الرمال الغربي) هو ثاني أكبر عرق في الجزائر بعد العرق الشرقي الكبير يقع في الجنوب الغربي للجزائر ويمتد على مساحة  $80,000$  كم<sup>2</sup> وتتكون من كثبان رملية تصل حتى  $300$  م طولاً. يحده من الجنوب ومن الجنوب الشرقي هضبة تادمايت الضخمة، ومن الغرب وادي الساورة وعرق الراوي، ومن الشمال الشرقي السلسلة الجبلية الأطلس الصحراوي، معدل هطول الأمطار عليه لا يتجاوز  $25$  سم سنوياً. (ويكيبيديا : 2021/06/01 ، 9:30)

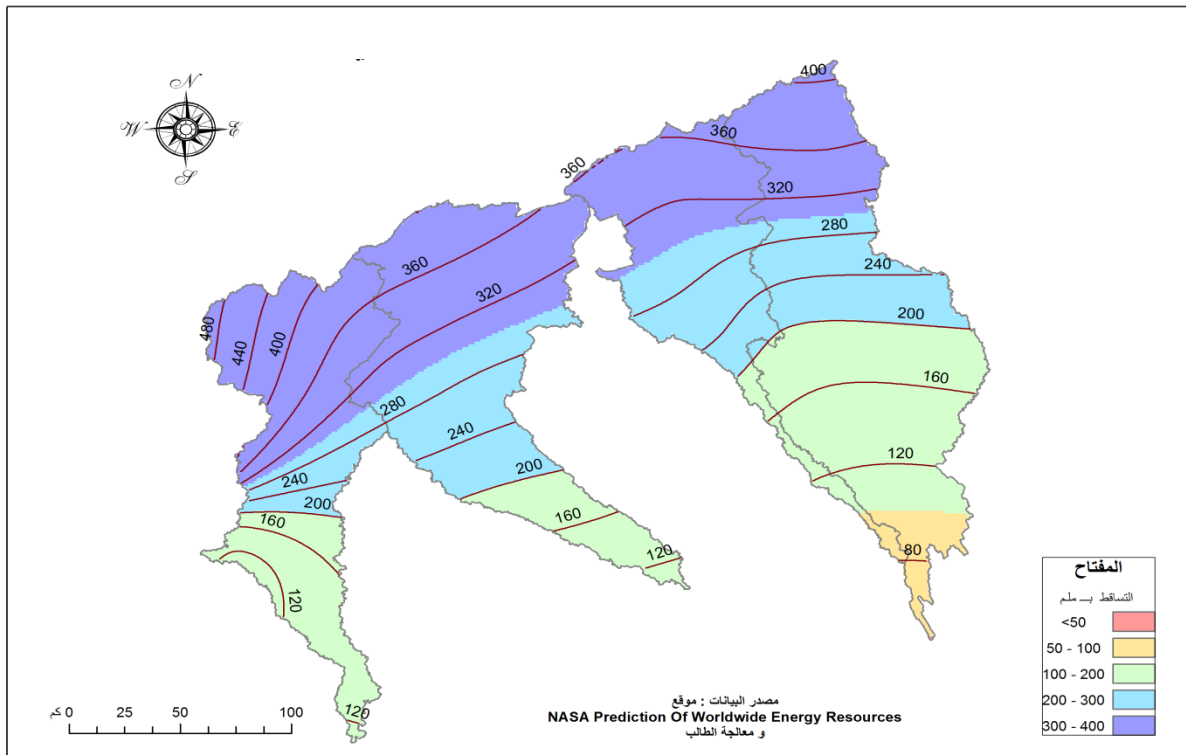
والأساسي في تشكيل الخصائص المورفومترية والهيدرولوجية للأحوض، وبما أن منطقة الدراسة لا توجد بها محطات كافية لقياس عوامل المناخ فقد تم اعتماد البيانات الرقمية التي يتيحها موقع " Nasa prediction" بالأخذ في الاعتبار 20 نقطة مرجعية ضمن منطقة الدراسة بدرجة وضوح مكانية (0.5\*°0.5).

## 1.2. التساقط

تقع منطقة الدراسة في المنطقة الغربية شمال الصحراء الجزائرية حيث تتميز الصحراء عموماً بشح أمطارها، ولكن المنابع العليا للأحواض بمنطقة الدراسة تتميز بارتفاعات عالية تفوق الـ 2000 م فوق سطح البحر، وبالتالي فهي تتلقى كميات معتبرة من الأمطار سنوياً كما يظهر في خريطة التساقط.

فنجذ من خلال خريطة التساقط أن هناك تبايناً في كميات الأمطار على امتداد أحواض منطقة

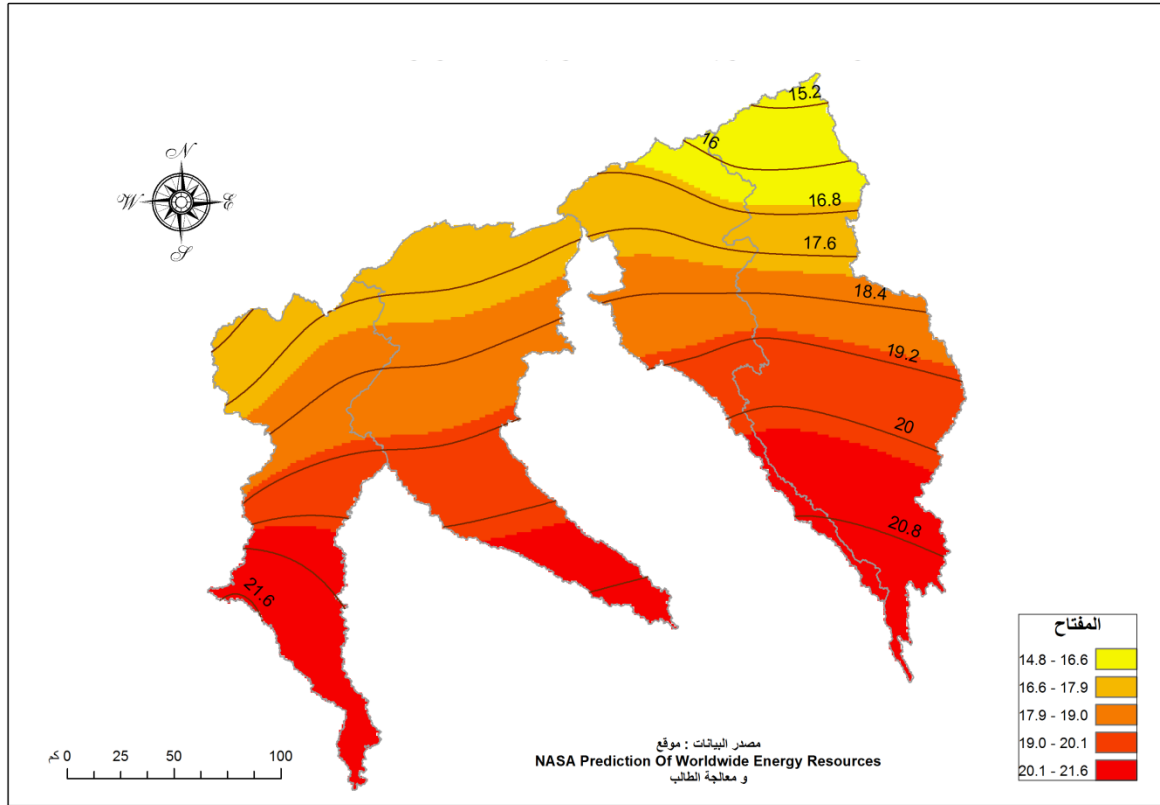
خريطة رقم (01): خريطة التساقط السنوي 2008



الدراسة فنجد أن الجهات الشمالية الغربية عند المنابع العليا هي الأكثر أمطاراً إذ بلغ معدل التساقط السنوي 490 ملم بمنطقة سفياسة الواقعة بحوض واد الناموس ثم يبدأ المعدل في التناقص كلما اتجهنا جنوباً نحو مصب الاودية في المنطقة الرملية ليصل إلى 97 ملم، وهذا التوزيع يتوافق تماماً مع تضاريس المنطقة فالمناطق الأكثر ارتفاعاً في الشمال تحظى بأعلى معدلات التساقط والمناطق السفلى التي لا يزيد ارتفاعها عن 539 م يقل بها معدل الأمطار ويصل إلى 0.1 ملم سنوياً كما سجلت سنة 2019.

## 2.2. الحرارة

خريطة رقم (02): خريطة معدل درجات الحرارة السنوي 2019 (°م)



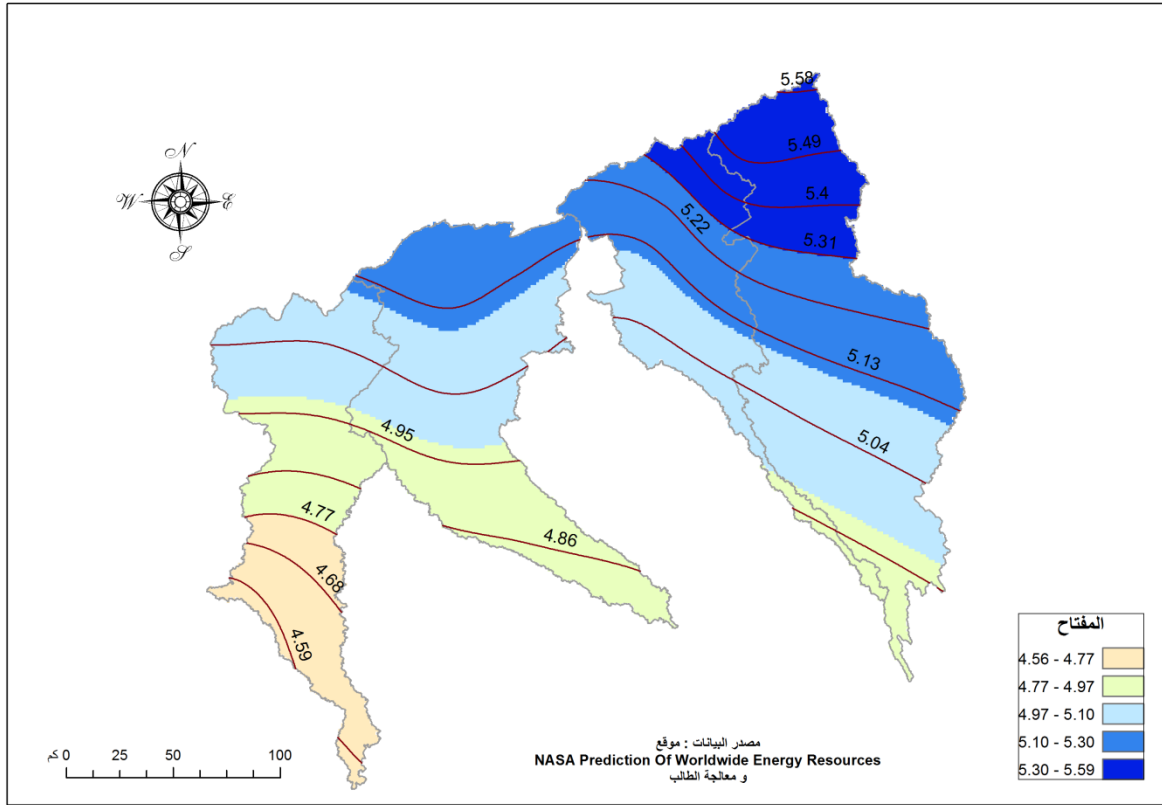
من خلال خريطة معدلات درجة الحرارة نجد أن هناك تبايناً في درجات الحرارة على امتداد الاحواض الانسيابية ، حيث نجد أن الجهات الشمالية الشرقية من منطقة الدراسة عند المنابع العليا تسجل أقل معدلات درجة حرارة إذ يبلغ معدلها السنوي 15.2 ° م ثم يبدأ المعدل في الإرتفاع كلما اتجهنا إلى ناحية الغرب والجنوب عند مصب الاودية في المناطق الجنوبية ليصل إلى 21.6 ° م ، وهذا التوزيع يتوافق تماماً مع تضاريس ومناخ المنطقة ، فالمناطق الأكثر ارتفاعاً في الشمال والشمال الشرقي تمتاز بمناخ بارد كلما اتجهنا شمالاً .

## 3.2. الرطوبة

انطلاقاً من خريطة معدل الرطوبة نجد أن هناك تبايناً في النسب على امتداد الاحواض الانسيابية ، حيث نجد أن الجهات الشمالية الشرقية من منطقة الدراسة عند المنابع العليا بها أكبر المعدلات إذ يبلغ نسبة معدل الرطوبة السنوي بها 5.59 % ثم يبدأ المعدل في التناقص كلما اتجهنا إلى ناحية الغرب والجنوب عند مصب الاودية في المنطقة السفلى ليصل إلى 4.59 %، وهذا التوزيع يتوافق



خريطة رقم (03): خريطة نسبة الرطوبة السنوي 2019 (%)



تماماً مع مناخ المنطقة فالمناطق الأكثر ارتفاعاً في الشمال والشمال الشرقي تحظى بأعلى معدلات الرطوبة لوفرة الامطار والغطاء النباتي والمناطق السفلى التي يقل بها معدل الرطوبة لطبيعتها الرملية والصحراوية.

ثانياً : تحليل معدلات التساقط (التساقطات اليومية القصوى ومتوسط التساقط السنوي)

من أجل تحليل الأمطار اليومية القصوى الساقطة في كل حوض من منطقة الدراسة لتقدير الصيبيات القصوى وترددتها بالطرق النظرية لحساب التدفقات القصوى المئوية ، وتحديد فترات ترددها و تقدير القيم التي تسجلها واختيار قانون التوزيع الإحصائي الأنسب قمنا باعتماد سلسلة التساقطات القصوى اليومية حسب كل حوض إنسيابي من سنة 1981 إلى غاية سنة 2019 ثم قمنا بترتيب المتغيرات تصاعدياً و إعطاء لكل متغير رتبته في السلسلة و هذا حسب النقاط المرجعية في الأحواض ، ثم قمنا بحساب التردد التجريبي وفق المعادلة التالية:

$$F=(i-0.5)/N$$

حيث:

- i : الرتبة.
- F : التردد النظري.
- n : طول العينة.

و بعدها البحث عن القانون الإحصائي الملائم و هذا بالتمثيل في كل قانون ثم انتقائه بإختبار (Khi2) وملاحظة التوزيع ، ثم إقصاء كل قانون غير ملائم لهذا التوزيع. وقد تم اختيار قانون قامبل للاعتماد عليه في التقديرات والترددات وهذا بعد اختبار كل من قانون قوس ، قاطون، و فريشي وكانت النتائج كما هو موضح في الجدول :

الجدول رقم(01): التساقطات اليومية القصوى

$X_0 = \bar{X} - (0.577/a) \cdot \delta$ ، $1/a = 0.780 \cdot \delta$ حيث: $P_{jmax} = (1/a)U + X_0$								المتغيرات
0.999	0.998	0.99	0.98	0.95	0.9	0.8	0.5	التردد
1000	500	100	50	20	10	5	2	فترة العودة (سنة)
6.91	6.21	4.60	3.90	2.97	2.25	1.50	0.37	متغير غامبل (U)
124.68	114.46	90.67	80.38	66.65	56.04	44.97	28.27	$P_{jmax}$ بحوض واد زرقون (ملم) $P_{jmax} = 14.741U + 22.863$
118.42	109.21	87.78	78.50	66.12	56.56	46.59	31.54	$P_{jmax}$ بحوض وادصقر (ملم) $P_{jmax} = 13.28U + 26.670$
170.98	156.88	124.09	109.9	90.96	76.33	61.08	38.05	$P_{jmax}$ بحوض واد الغربي (ملم) $P_{jmax} = 20.32U + 30.600$
103.21	94.33	73.68	64.74	52.81	43.60	33.99	19.49	$P_{jmax}$ بحوض واد الناموس (ملم) $P_{jmax} = 12.800U + 14.794$

(المصدر : اعداد الطالب 2021)

الجدول رقم(02): متوسط التساقط السنوي

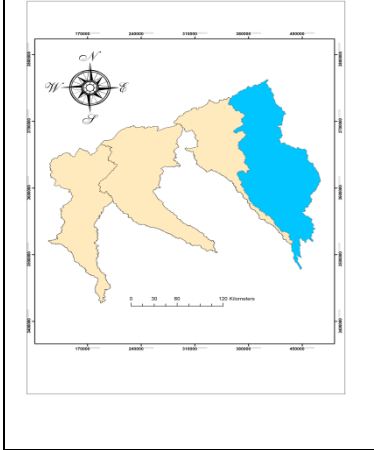
0.999	0.998	0.99	0.98	0.95	0.9	0.8	0.5	التردد
1000	500	100	50	20	10	5	2	فترة العودة (سنة)
6.91	6.21	4.60	3.90	2.97	2.25	1.50	0.37	متغير غامبل (U)
28.93	26.81	21.89	19.75	16.91	14.71	12.42	8.96	حوض واد زرقون $P_{moy} = 3.054U + 7.839$ (ملم)
37.33	34.54	28.06	25.25	21.50	18.61	15.59	11.04	حوض وادصقر $P_{moy} = 4.02U + 9.562$ (ملم)
43.26	39.97	32.32	29.02	24.60	21.19	17.63	12.26	حوض واد الغربي $P_{moy} = 4.738U + 10.528$ (ملم)
19.69	18.14	14.53	12.97	10.88	9.27	7.60	5.06	حوض واد الناموس $P_{moy} = 2.236U + 4.24$ (ملم)

(المصدر : اعداد الطالب 2021)

## المبحث الثاني : بناء قاعدة بيانات للأحواض الانسيابية

### • أولاً : الحوض الانسيابي لواد زرقون

خريطة رقم (04): موقع حوض واد زرقون



(المصدر : اعداد الطالب 2021)

يقع الحوض الانسيابي لواد زرقون في الجزء الغربي من شمال الصحراء الجزائرية بين دائرتي عرض "31° 24' 5.28" و "34° 30.21' 0" شمالاً ، وخطي طول "1° 30' 51.59" و "2° 43' 50.15" شرقاً كما مبين بالشكل و تبدأ منابعه من مرتفعات جبال الاطلس الصحراوي و تتجه نحو الجنوب حتى تنتهي عند حدود العرق الكبير. و يتصف سطح الحوض الانسيابي بالانحدار التدريجي من الشمال إلى الجنوب.

### 1. الخصائص المساحية لحوض واد زرقون

تؤثر الخصائص المساحية بصورة مباشرة في التصريف المائي للحوض إذ توجد علاقة طردية بين كل من مساحة الحوض وحجم التصريف المائي ، كما أن هناك علاقة متبادلة بين مساحة الحوض وعمليات التعرية ، إذ تزداد مساحة الأحواض المائية كلما ازدادت عملية التعرية المائية. وقد قيست مساحة حوض واد زرقون من خلال البرنامج Arc Map الملحق بالبرنامج Arc GIS 10.3 فكانت مساحته 15448.39 كم<sup>2</sup> كما هو مبين بجدول الخصائص المساحية وهو بذلك يعد من الأحواض الكبيرة جداً إذا ما قورنت بالأحواض المائية الصغيرة في الجزائر.

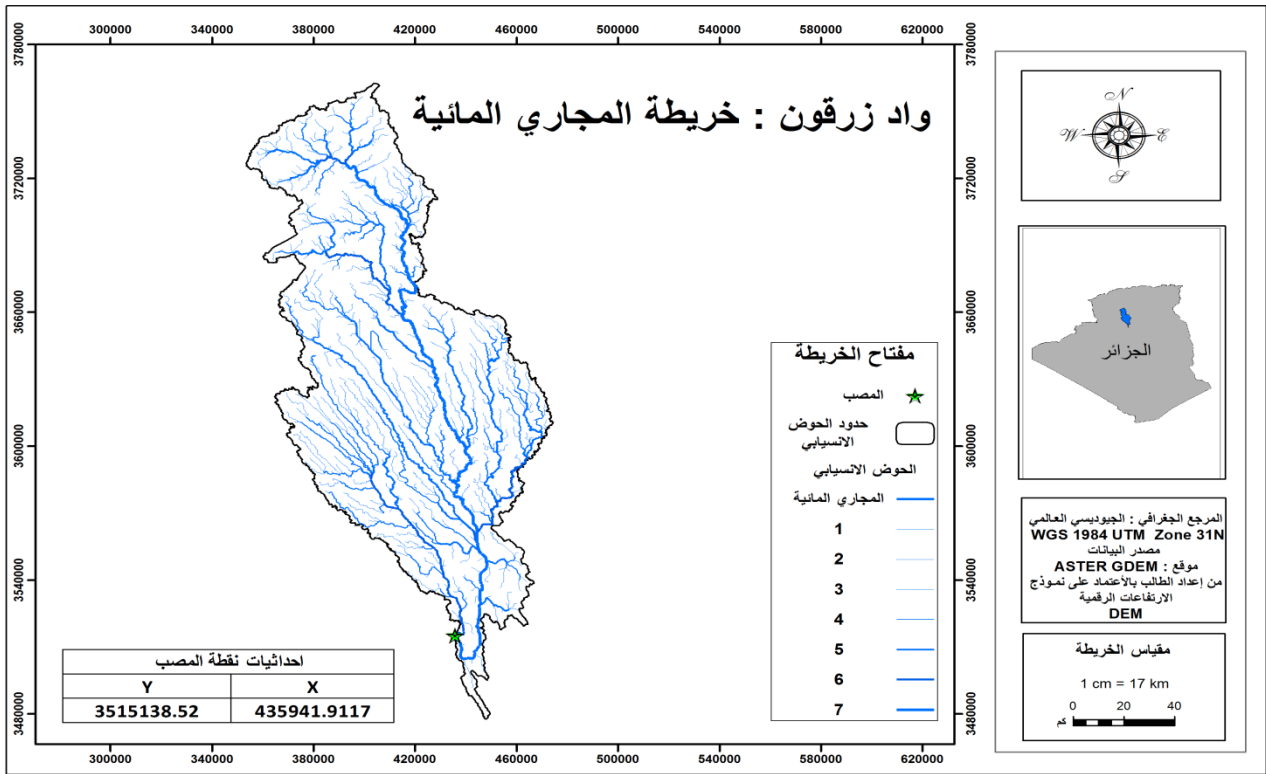
الجدول رقم(03): الخصائص المساحية بحوض واد زرقون

مساحة الحوض	طول الحوض	محيط الحوض	عرض الحوض	أقصر مسافة بين المنبع والمصب
15448.39 كم <sup>2</sup>	283.53 كم	1246.00 كم	54.49 كم	1216.0 كم

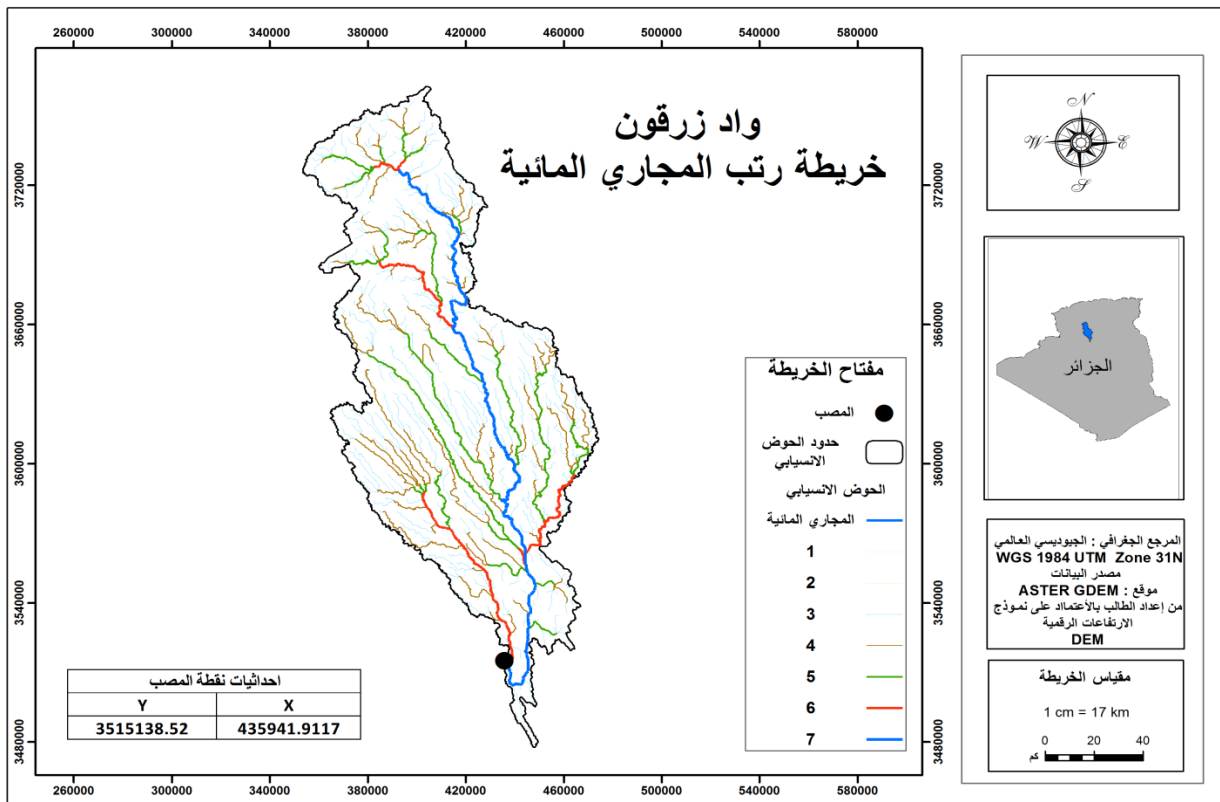
(المصدر : اعداد الطالب 2021)

أما طول الحوض فهو يؤدي دوراً مهماً في عملية الجريان السطحي، فهو يتحكم بمدة تفريغ الحوض لمياهه وحمولته الرسوبية ، كما تتناسب معدلات التسرب والبخر مع طول الحوض تناسباً طردياً وذلك لتباطؤ سرعة المياه الجارية بالاتجاه نحو مخرج الحوض بسبب قلة انحدار السطح، واتساع القنوات والمجاري المائية (عمر ضو و طارق ، 2017) . وقد تم قياس طول الحوض مباشرة من أداة القياس Measurements في البرنامج Arc Map الملحق ببرنامج Arc GIS 10.3 فكانت حوالي 283.52 كم مسافة خطية فاصلة ما بين المنبع والمصب. كما تم قياس المحيط بناء على نموذج الارتفاعات الرقمية DEM من خلال البرنامج Arc Map حيث وجد أن محيط حوض وادي زرقون يبلغ 1246 كم.

خريطة رقم (04): المجاري المائية بحوض واد زرقون



خريطة رقم (05): رتب المجاري المائية بحوض واد زرقون



أما بخصوص عرض الحوض فهو يمثل معدل عرض مجموعة من الخطوط المتعامدة على أقصى طول في الحوض، وقد تم استخدام معادلة قسمة مساحة الحوض على طول الحوض ، وقد بلغ متوسط عرض حوض واد زرقون 54.48 كم ، وهكذا نجد أن عرض الحوض صغير مقارنة بطوله حيث تبلغ نسبة الطول إلى العرض 5.2 ضعف وهذا يعني استطالة الحوض وبالتالي فإن قمة التصريف المائي أو حالة الفيضان تتأخر في وصولها إلى بيئة المصب بشكل ملحوظ بسبب طول المسافة وتناقص التصريف المائي بسبب التبخر والتسرب (عمر ضو و طارق ، 2017).

## 2. الخصائص الشكلية لحوض واد زرقون

الجدول رقم(04): الخصائص الشكلية لحوض واد زرقون

المستطيل المكافئ		نسبة الاستطالة	نسبة الاستدارة	معامل الشكل
العرض ا	الطول L			
25.87 كم	597.13 كم	0.49	0.13	2.81

(المصدر : اعداد الطالب 2021)

يعد شكل الحوض انعكاس لمؤثرات الظروف الجيومورفولوجية والطبيعية المؤثرة في صياغة شكل الحوض بنمط معين أو أنماط جيومورفولوجية متميزة، كما إن شكل الحوض هو خلاصة لكل مراحل التطور الجيومورفولوجية التي صاغت صورته الحالية (عمر ضو و طارق ، 2017). فيعطي معامل الشكل فكرة عن مدى تناسق أجزاء الحوض المختلفة ومدى انتظام الشكل العام له، حيث يوضح العلاقة بين المساحة والطول فكلما اقترب الناتج من الواحد كان الشكل للحوض أكثر تناسقاً بعيد عن شكل المثلث. وقد وجد في الحوض الانسيابي لواد زرقون أن معامل الشكل يمثل قيمة 2.81 وتشير هذه القيمة الى عدم التناسق واقترب شكل الحوض من شكل المثلث وأنه يبتعد عن الشكل الدائري .

كما تعكس نسبة الاستدارة مدى تقارب الحوض من الشكل الدائري فعند تقارب قيم نسبة الاستدارة للواحد الصحيح، فإن شكل الحوض يقترب من الشكل الدائري والعكس صحيح. وتعكس القيم المرتفعة القريبة من الواحد إلى تقدم الدورة الحتية في الحوض مما يدل على نشاط عمليات النحت الرأسى والأفقي لفترة زمنية طويلة، وقد بلغ معدل الاستدارة في حوض واد زرقون 0.12 وتبعد هذه القيمة تقريبا القيمة المطلقة 1 التي تعني الاستدارة التامة، وهذا يدل على ابتعاد شكل الحوض عن الشكل الدائري واقتربه من الشكل المستطيل مما يؤثر في ببطء وصول المياه إلى المجرى الرئيسي وضعف دورته الحتية.

يعبر معامل الاستطالة عن مدى امتداد الحوض مقارنة مع الشكل المستطيل وبلغت قيمة هذا المعامل 0.49 بما يفسر أن الحوض تقريبا متوسط القيمة يميل الى الاستطالة . وإذا تم تمثيل المستطيل المكافئ لمساحة الحوض فسيكون بطول 5970.13 كم مضروب بعرض 25.71 كم.

### 3. الخصائص التضاريسية لحوض واد زرقون

تم استخراج مختلف القيم مباشرة اعتمادا على نموذج الارتفاعات الرقمية DEM للمنطقة و خريطة خطوط التسوية باستخدام البرنامج Arc Map. وقد بلغ أقصى ارتفاع في الحوض الانسابي لواد زرقون 1950 م فهي تمثل أعلى قيمة لمنسوب ارتفاع على خط تقسيم المياه وتقع هذه النقطة في الطرف الشمالي الغربي من الحوض ، وتمثل قيمة 540 م أدنى منسوب لنقطة في الحوض .

ويعد الانحدار عامل فعال في تحديد كمية الجريان السطحي و سرعة الجريان وقيم التدفق وتم حساب مختلف مؤشرات الانحدار لحوض واد زرقون كما هو موضح في الجدول :

الجدول رقم(05): الانحدارات بحوض واد زرقون

متوسط الانحدار $I_m$	مؤشر الانحدار العام $I_g$	الانحدار حسب روش $I_p$	فارق الارتفاع النوعي $D_s$
2.36 م/كم	1.78 م/كم	1.57	245.71 م

(المصدر : اعداد الطالب 2021)

بلغ متوسط الانحدار بحوض واد زرقون القيمة 2.36 م/كم ، أما مؤشر الانحدار العام فبلغ 1.78 م/كم فيمكن القول أن أراضي الحوض متوسطة الانحدار حسب هذه القيم ، وحسب روش يشير مدلول الانحدار لحوض واد زرقون الى القيمة 1.57 وتدل أن الحوض ينتمي إلي الأوساط ذات التضاريس القوية جدا ، أما قيمة فارق الارتفاع النوعي فقيمتها محصورة في المجال (100 و 250) فالحوض حسب تصنيف OROSTOM ذو رتبة R5 وهو بذلك يتميز بتضاريس قريبة من المتوسطة. كما نجد من خلال خريطة الانحدارات أن نسبة الانحدار السائدة هي من 2% إلى 10%.

وتساهم الخصائص التضاريسية في فهم الدورة الحثية للأحواض المائية وتطور شبكة التصريف فهي مؤشر للعديد من العمليات الجيومورفولوجية كالحث والترسيب ، وقد تم تطبيق مختلف معدلات الخصائص التضاريسية لحوض واد زرقون وكانت النتائج كما هو مبين في الجدول:

الجدول رقم(06): الخصائص التضاريسية لحوض واد زرقون

التضرس الكلي للحوض	نسبة التضرس	قيمة الوعرة	التضاريس النسبية	معدل النسيج الطبوغرافي
1410 م	4.97	1.76	1.13	10.34

(المصدر : اعداد الطالب 2021)

يمثل التضرس الكلي للحوض الفارق الرأسي بين أعلى نقطة وأدناها ، فقد بلغت في حوض واد زرقون 1410م ، كما يعد معامل نسبة التضرس معياراً مهماً لمعرفة الطبيعة الطبوغرافية للمنطقة ، و يدل على المرحلة الجيومورفولوجية التحتية التي يمر بها الحوض إذ تشير القيم المرتفعة إلى التضرس الشديد لسطح الحوض، وبالتالي تأخر الحوض في دورته التحتية (أبورية، 2007) في حين تشير القيم

المنخفضة إلى أن الحوض استطاع أن يقطع شوطا كبيرا في دورته التحاتية، واستطاع أن يخفض من تضرسه.

وتمثل نسبة التضرس في حوض زرقون 4.97 م/كم كما هو مبين بالجدول وهي نسبة مرتفعة تدل على تضرس الحوض ونشاط عملية الحت به.

وأما التضاريس النسبية فهي العلاقة بالنسبة المئوية بين قيمة التضرس و محيط الحوض ويؤثر هذا العامل على العديد من المتغيرات المورفومترية في الحوض والتي من أهمها الخصائص الهيدرولوجية وكثافة التصريف ، وتدل القيم المنخفضة للتضاريس النسبية على ضعف مقاومة الصخر ونشاط عوامل التعرية في الحوض (عمر ضو و طارق ، 2017). وقد بلغت قيمة التضاريس النسبية لحوض واد زرقون 1.13 م/كم وتعتبر هذه القيمة منخفضة تدل على ضعف مقاومة الصخر ونشاط عوامل التعرية في الحوض.

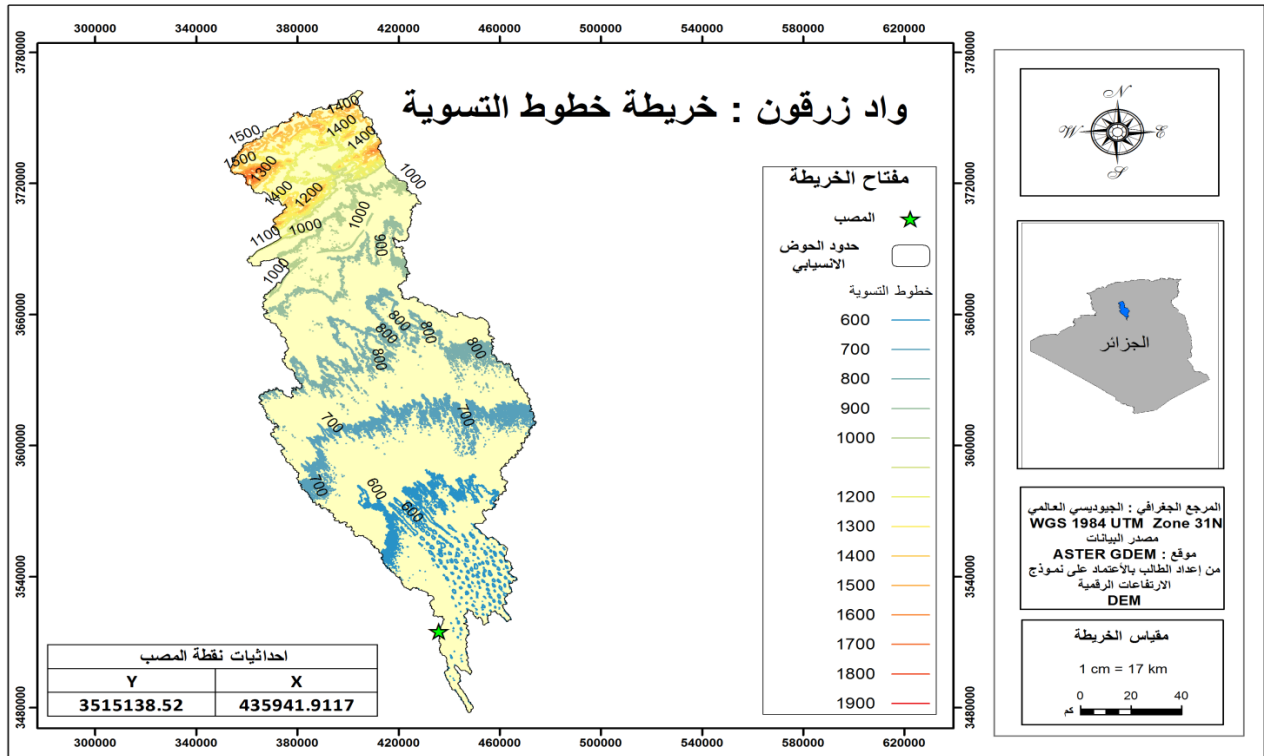
الجدول رقم(07): تحليل الارتفاعات ونسب المساحة المتراكمة لحوض واد زرقون

الفئة	أدنى ارتفاع (م)	أقصى ارتفاع (م)	مساحة فارق الإرتفاع (km <sup>2</sup> )	المساحة المتراكمة (km <sup>2</sup> )	نسبة مساحة فارق الإرتفاع	نسبة المساحة المتراكمة
1	540	695.89	5765.94	15448.39	%37.35	100.00%
2	696.24	852.06	5004.21	10444.19	%32.41	62.65%
3	852.3	1008.27	2149.33	8294.86	%13.92	30.24%
4	1008.85	1164.17	735.61	7559.26	%4.76	16.32%
5	1164.7	1320	934.21	6625.05	%6.05	11.55%
6	1320.75	1475.99	700.33	5924.72	%4.54	5.50%
7	1477.46	1627.39	133.27	5791.45	%0.86	0.96%
8	1638.92	1788.92	15.68	5775.77	%0.10	0.10%

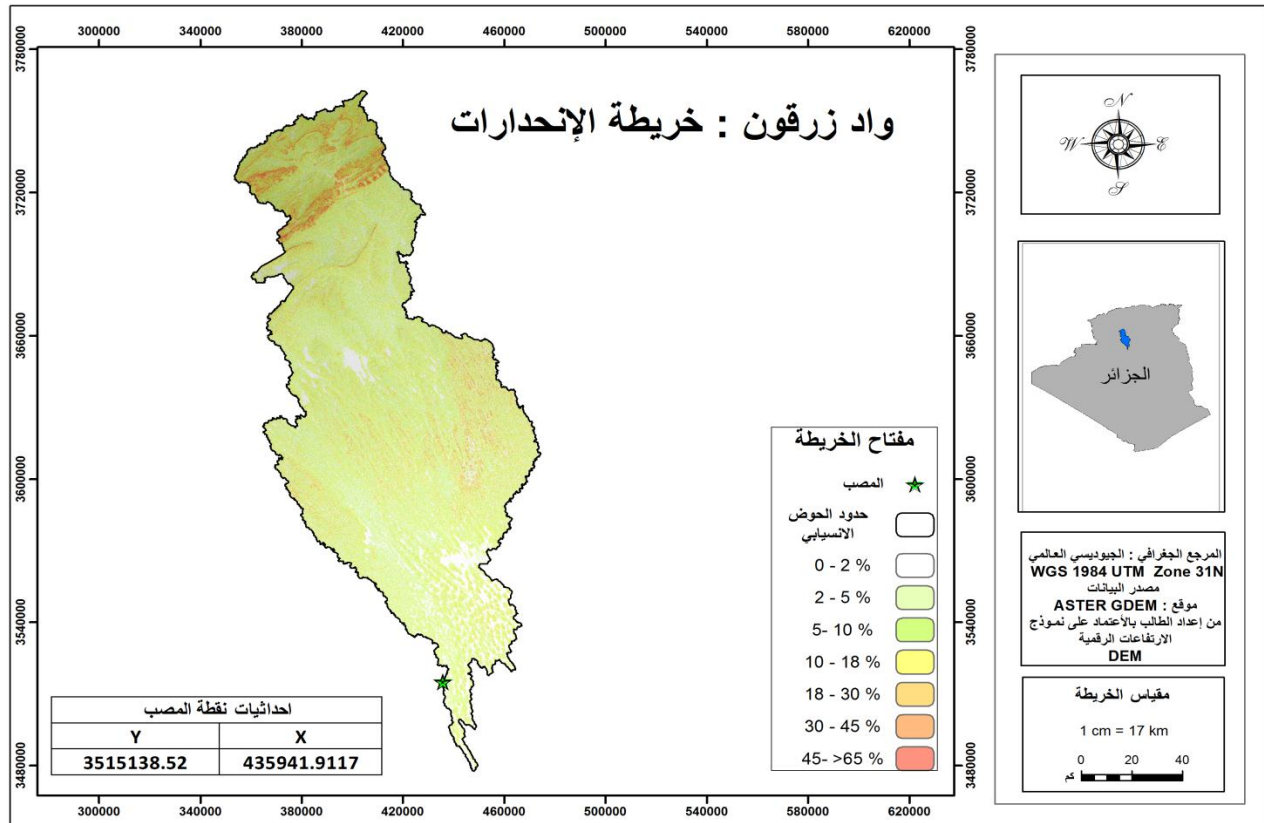
(المصدر : اعداد الطالب 2021)

وتشير قيمة الوعورة إلى مدى تضرس الحوض، ثم مدى انحدار المجرى المائي فيه، بالاعتماد على كثافة الصرف الطولية للحوض، وارتفاع هذه القيمة يعني شدة التضرس وسيادة التعرية المائية ونقل الرواسب في المنابع العليا للأحواض إلى أسفل المنحدرات(تراب، 1997) . و بتطبيق المعادلة وجد أن قيمة الوعورة في حوض زرقون 1.76 وهي قيمة منخفضة تدل على أن الحوض ما زال يقوم بدورته التحاتية لإكمال دورته، وزيادة أطوال مجاريه على حساب مساحته.

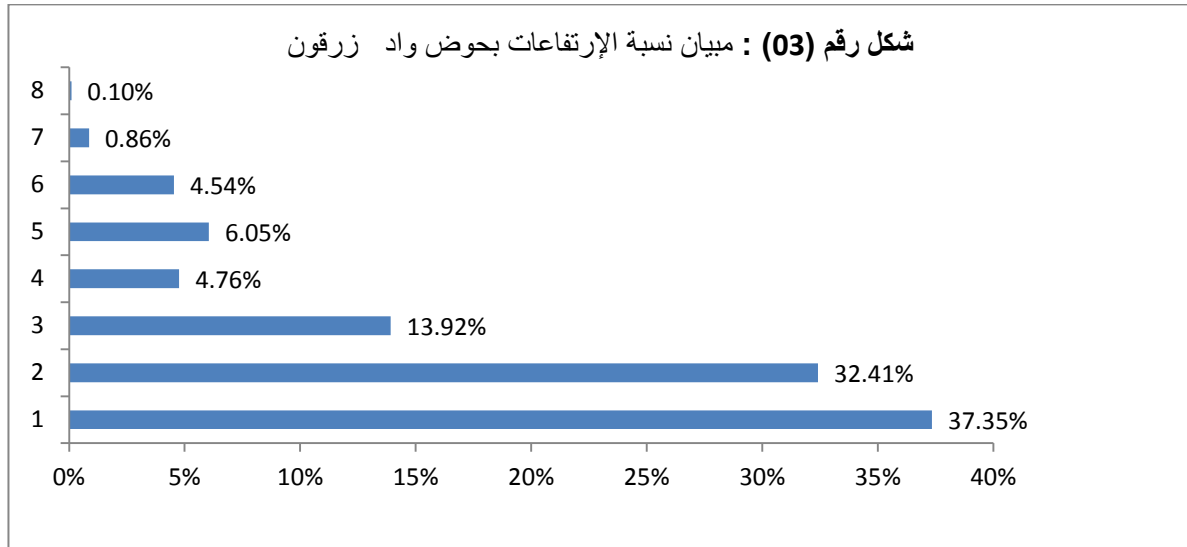
خريطة رقم (06): خطوط التسوية بحوض واد زرقون



خريطة رقم (07): الانحدارات بحوض واد زرقون







(المصدر : اعداد الطالب 2021)

#### 4. الخصائص الخطية لشبكة التصريف لحوض واد زرقون

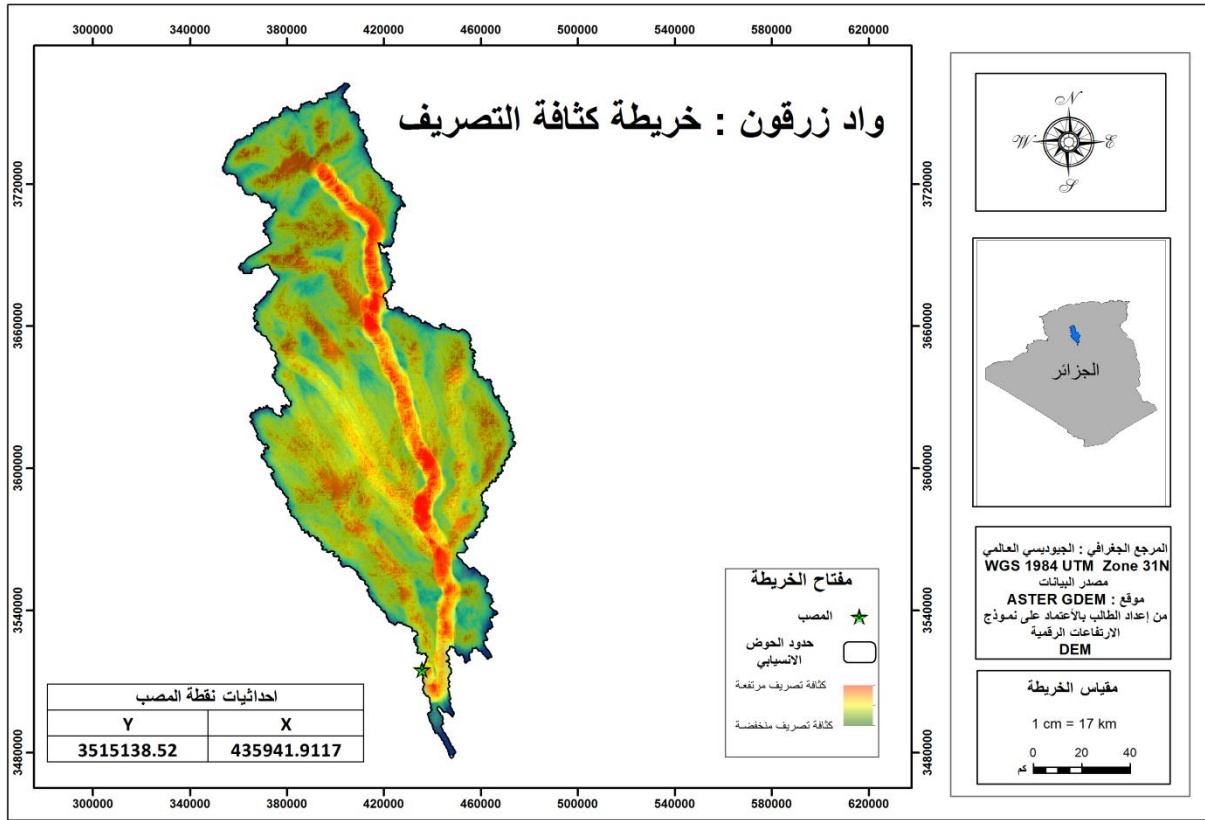
تمثل كثافة التصريف النسبة بين مجموع أطوال المجاري النهرية والمساحة الكلية للحوض، وقد بلغت الكثافة التصريفية لحوض وادي زرقون 1.25 وتعتبر هذه القيمة منخفضة جدا حسب تصنيف (Strahler 1964) ، حيث تؤثر كثافة التصريف تأثيرا كبيرا على الجريان المائي بالأحواض زيادة سرعة حدوث الجريان، وتقليل زمن التباطؤ، وارتفاع قمة منحنى التصريف المائي (الهيدروغراف). وتبين نسبة التشعب العلاقة بين عدد المجاري في كل مرتبتين متتاليتين حيث توجد علاقة عكسية بين نسبة التشعب وخطر الفيضان، إذ أنه كلما قلت نسبة التشعب في الأحواض تقل كثافة التصريف وبالتالي فإن المياه تتجمع في مجاري قليلة ومحدودة فتعطي جريانا سطحياً سريعاً مما يسمح بحدوث خطر الفيضان، أما إذا زادت نسبة التشعب في الأحواض فإن كثافة التصريف تزيد مما يؤدي إلى توزيع المياه على عدد أكبر من المجاري فتصل إلى المجرى الرئيسي وهي متشعبة وبالتالي يقل خطر فيضانها. و بناء على المعادلة فان معدل نسبة التشعب قدرت بـ 3.5 وهي نسبة لا تخرج عن معدل النسبة الطبيعية التي حددها ستالر ، Starhler وهي تقترب قليلاً من الحد الأدنى مما يدل على وجود خطر للفيضان لزيادة نسبة التشعب وكثافة التصريف ، وعليه فان مياه الأمطار الساقطة ستتجمع في مجاري كثيرة وستصل إلى مصب الحوض مجتمعة وقوية.

الجدول رقم(08): الخصائص الخطية لشبكة التصريف بحوض واد زرقون

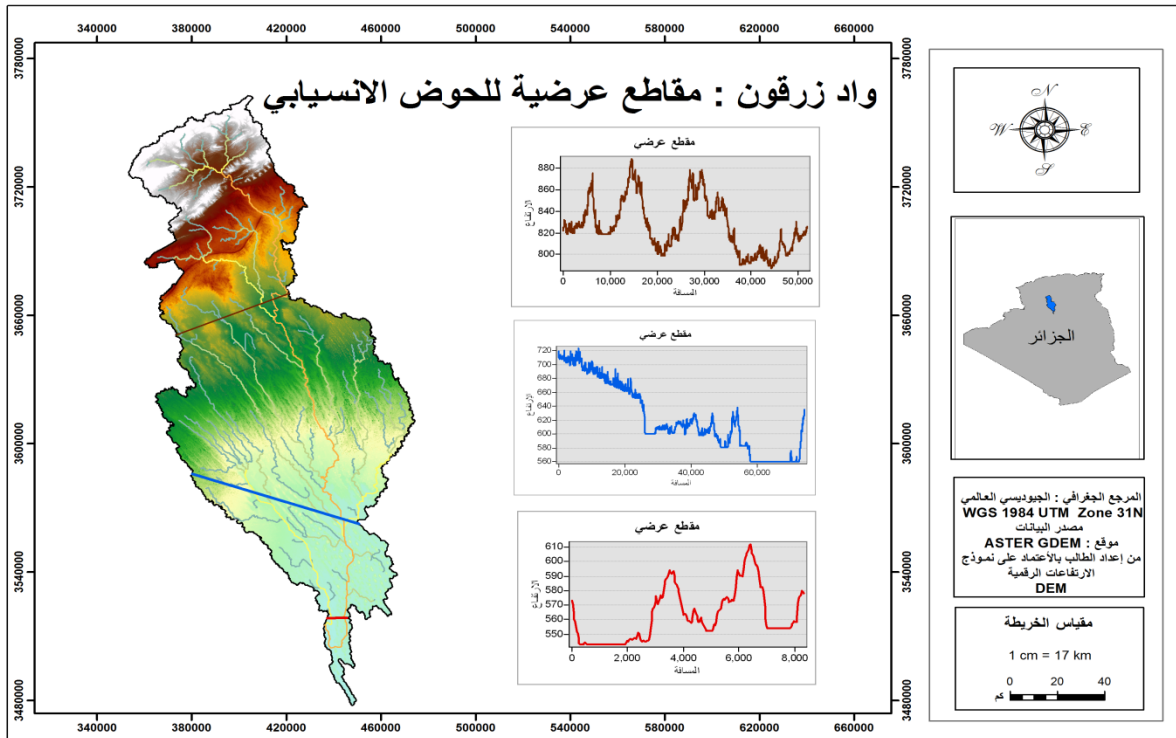
كثافة التصريف	نسبة التشعب	معدل أطوال المجاري	تكرارية المجاري	معامل التدرج الطبوغرافي
1.25	3.50	1.49	0.83	1.54

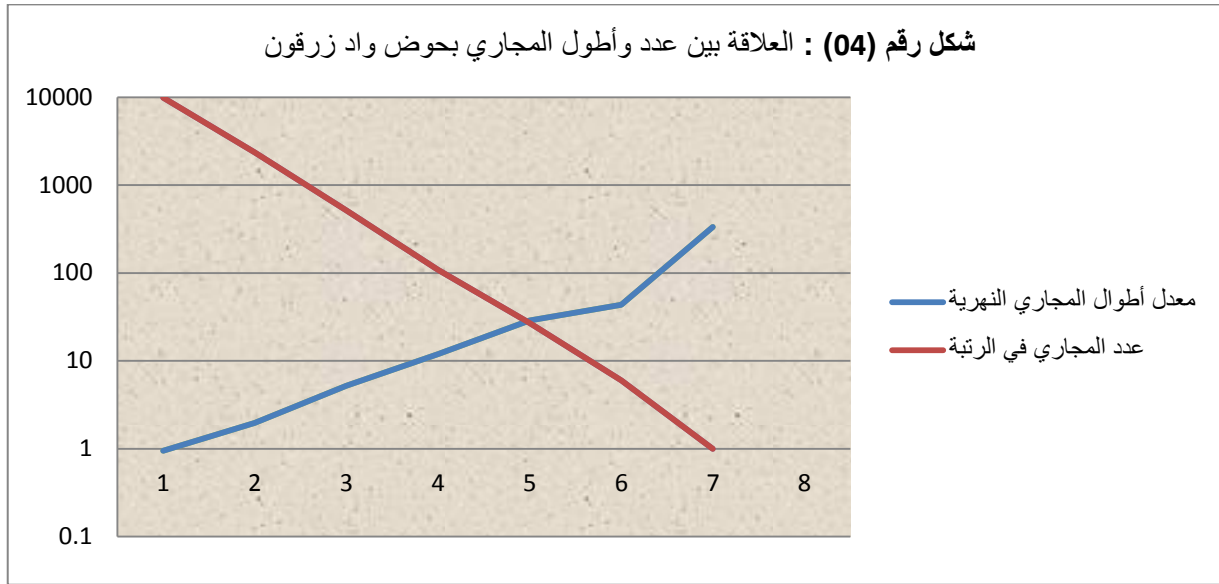
(المصدر : اعداد الطالب 2021)

خريطة رقم (08): كثافة التصريف بحوض واد زرقون



خريطة رقم (09): مقاطع بحوض واد زرقون





(المصدر : اعداد الطالب 2021)

الجدول رقم(09): تحليل شبكة المجاري المائية بحوض واد زرقون

المرتبة	عدد المجاري في المرتبة	مجموع أطوال المجاري في المرتبة كم	نسبة التشعب Rc	معدل أطوال المجاري النهرية	نسبة التشعب الطولي RI
1	9875	9358.05	4.197	0.95	/
2	2353	4615.25	4.54	1.96	0.49
3	518	2684.98	4.80	5.18	0.58
4	108	1293.73	4	11.98	0.48
5	27	777.26	4.5	28.79	0.60
6	6	260.14	6	43.36	0.34
7	1	332.75	/	332.75	1.28
مجموع عدد المجاري	12888	19322.15	معدل طول المجري	1.50	/
نسبة التشعب الكلي للحوض			4.01	/	0.54

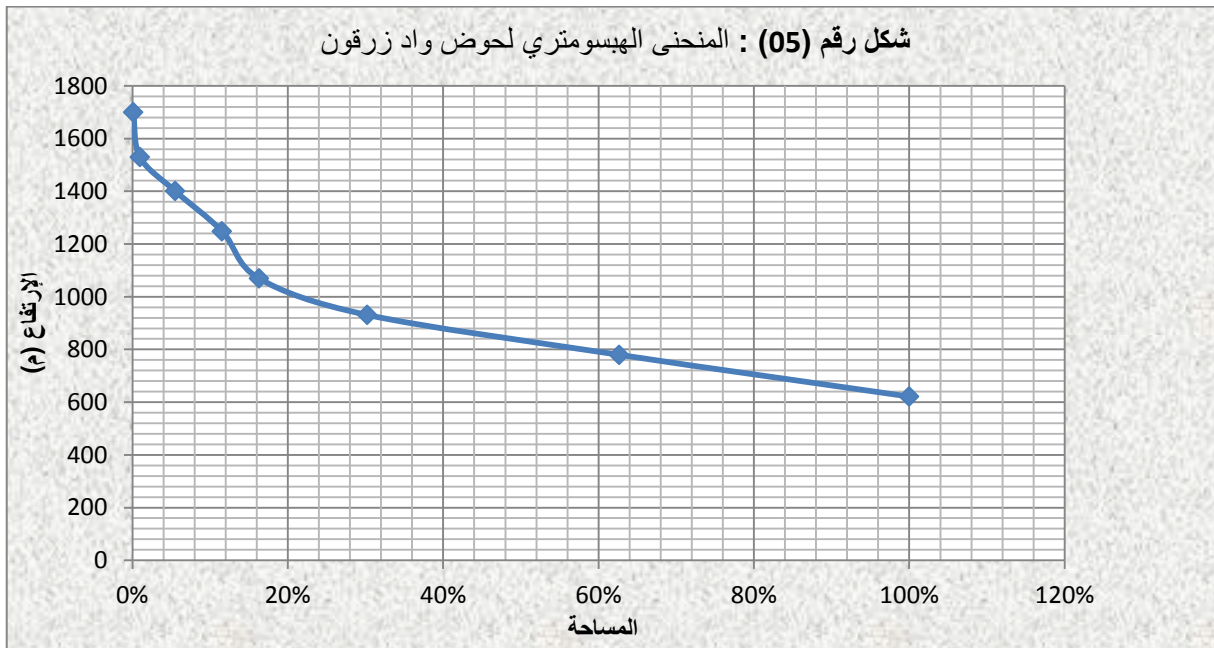
(المصدر : اعداد الطالب 2021)

يبلغ مجموع أطوال مجاري الشبكة المائية في حوض وادي زرقون 19322.15 كم، وتتباين أطوالها حسب المراتب كما مبين بالجدول ، فتسجل أطوال المجاري في المرتبة الأولى نحو 9358.05 كم، وبنسبة 48.4% من مجموع أطوال الشبكة المائية في الحوض، في حين يصل مجموع أطوال مجاري الشبكة المائية في المرتبة السابعة نحو 332.74 كم وبنسبة 3.55% .

أما نسبة تكرارية المجاري ( تسمى أيضا بكتافة التصريف العددية ) ويعبر عنها بالعلاقة النسبية بين عدد المجاري النهرية ومساحة الحوض . وعليه، فإن زيادة عدد المجاري يزيد من الكثافة التصريفية المائية، وبالتالي يزيد نشاط عمليات التعرية. وتشير القيم المرتفعة لتكرارية المجاري إلى إمكانية عالية لتجميع المياه داخل حوض التصريف مما يسبب حدوث جريان سطحي بصورة أكبر، وتتنخفض تكرارية

المجري في الأحواض كبيرة المساحة والعكس صحيح للأحواض صغيرة المساحة. وقد بلغت قيمة تكرارية المجاري لحوض وادي زرقون 0.83 مجرى/كم ، وتعد هذه القيمة موافقة لما ذكره (علي متولي ، 2008 ) عن Schumm أن أودية المناطق الجافة تتسم بانخفاض تكرارية مجاريها حيث تتراوح ما بين (0.1-1) مجرى/كم(عمر ضو و طارق ، 2017) وهي قيمة منخفضة تدل على مدى مساحة حوض التصريف. كما تم استخراج معامل التعرج لحوض وادي زرقون وقد بلغ هذا المؤشر القيمة 1.54 كما هو مبين في جدول وبناءً على تصنيف شوم Schamm فان حوض وادي زرقون يصنف بأنه ذو مجاري المنتظمة والتي يبلغ مؤشر تعرجها 1.5 والسبب في قلة تعرج مجاري الحوض هو الإنحدار الشديد في الحوض. (آمنة علاجي ، 2010 )

### 5. التحليل الهيسومتري لحوض واد زرقون



(المصدر : اعداد الطالب 2021)

تم إعداد المنحنى الهيسومتري لحوض وادي زرقون اعتماداً على بيانات نموذج الارتفاع الرقمي حيث يوضح المنحنى العلاقة بين المساحة النسبية للحوض وارتفاعه النسبي على محورين كما هو مبين في الشكل. ومن خلال الرسم البياني نجد أن المنحنى محدب في المناسيب الأعلى ومقعر في المناسيب الأدنى ، ويدل شكل المنحنى المحدب في الجزء العلوي إلى ضعف عمليات النحت والتخفيض في الأجزاء العليا من هذه الحواض، بينما تقعر المنحنى في المناسيب الأدنى، فيرجع أساساً إلى اتساع وكبر

مساحة واستواء نطاق البيدمونت لهذا النوع من الأحواض. بينما يعزى ضعف النحت في الأجزاء العليا إلى اتساع المناطق الخالية من المجاري المائية، وقلة عدد المجاري في مناطق المنابع. كما تم اعتماد نفس النتائج لاستخراج الارتفاعات H5% و H95% وكانت القيم كما يلي :

- H5% = (م) 1701.15
- H95% = (م) 640.73

## 6. بعض المتغيرات الهيدرولوجية لحوض واد زرقون

### 1.6. زمن التركيز

يمثل زمن التركيز المدة الزمنية التي تستغرقها المياه من ابعد نقطة من الحوض إلي المصب ، وبافتراض أن العاصفة التي تؤثر على الوادي تسقط بشكل منتظم وديمومية المطر المؤثر كافية وعليه فقد تم حساب زمن التركيز لحوض واد زرقون حسب معادلات زمن التركيز الأشهر استعمالا وكانت النتائج كما يلي :

الجدول رقم(10): زمن التركيز Tc بحوض واد زرقون

معادلة Kirpich	معادلة l'USTHB-IGC	معادلة Turazza ومعادلة Giondootti
23.89 سا	145.80 سا	49.81 سا

(المصدر : اعداد الطالب 2021)

وبتطبيق معادلة زمن التركيز على حوض وادي زرقون فقد بلغ زمن التركيز 23.89 سا و 49.81 سا وهي نسب عالية تدل على الشكل المستطيل للحوض، وبالتالي فان احتمال خطر فيضان في حوض وادي زرقون ضعيف لطول فترة زمن التركيز .

### 2.6. معاملات الجريان السطحي بحوض واد زرقون

الجريان السطحي هو حركة الماء تحت تأثير الجاذبية الأرضية في مجاري سطحية محددة ، حيث يتأثر الجريان السطحي بكميات الهطل وتوزيعه وكذلك البخر ومقداره ، ولحساب قيم التدفق في منطقة الحوض الانسيابي لواد زرقون تم حساب بعض العوامل المؤثرة علي كمية الجريان السطحي وكانت النتائج كما يلي :

الجدول رقم(11): معاملات الجريان السطحي بحوض واد زرقون

معامل الجريان السطحي Kr	سرعة الجريان V (م/ثا)	معامل الفقد Ka	معامل الفيضان
18.29	1.86	0.61	12351.21

(المصدر : اعداد الطالب 2021)

### 3.6. تقدير قيم التدفق ( $Q_{max}$ و $Q_{moy}$ ) / $m^3$ وأحجام المياه $V$ (هم<sup>3</sup>) بحوض واد زرقون

اعتماد على المعادلات الرياضية تم تقدير قيم التدفق حسب مختلف فترات الرجوع وكانت النتائج حسب مايلي:

الجدول رقم(12): تقدير قيم التدفق ( $Q_{max}$  و  $Q_{moy}$ ) / $m^3$  وأحجام المياه  $V$  (هم<sup>3</sup>) بحوض واد زرقون

1000	500	100	50	20	10	5	2	فترة العودة (سنة)
1964.91	1803.77	1428.96	1266.76	1050.31	883.09	708.76	445.45	Qmax Turraza
5960.64	4968.24	2849.14	2028.39					Qmax Mallet et Gautier
		2842.58			1556.49			Qmax Myer
		1873.05			1298.59			QmaxRodier - Auvray و ORSTOM
2039.88	1872.60	1483.48	1315.09	1090.38	916.78	735.80	462.45	Qmax Sokolovsky
455.38	418.04	331.17	293.58	243.42	204.66	164.26	103.24	Qmoy Turraza
1381.42	1151.43	660.31	470.09					Qmoy Mallet et Gautier
		658.79			360.73			Qmoy Myer
		434.09			300.96			Qmoy Rodier - Auvray و ORSTOM
472.76	433.99	343.81	304.78	252.70	212.47	170.53	107.18	Qmoy Sokolovsky
122.41	112.37	89.02	78.92	65.43	55.01	44.15	27.75	V Turraza
371.34	309.51	177.50	126.36					V Mallet et Gautier
		177.09			96.97			V Myer
		116.69			80.90			V Rodier - Auvray و ORSTOM
127.08	116.66	92.42	81.93	67.93	57.11	45.84	28.81	V Sokolovsky

(المصدر : اعداد الطالب 2021)

من خلال نتائج جدول تقدير قيم التدفق وأحجام المياه المتجمعة على مستوى حوض واد زرقون نجد تقارب في قيم التدفق خاصة طرق Sokolovsky و Turraza كونها مرتبطة بالخصائص الأخرى للفيضان المقدر ( $Kr$ ،  $Tc$ ،  $Tb$ ). ، والتي يمكنها تقدير التصريف لأي تردد. فنجد قيم  $Q_{max}$  100 الناتجة عن تراكم قيم  $Q_{max100}$  لكل الوحدات المناسبة لفترات التردد 2، 10، 100، 1000 سنة تأخذ القيم التالية 445.45 م<sup>3</sup>/ثا ، 883.09 م<sup>3</sup>/ثا ، 1050.31 م<sup>3</sup>/ثا ، 1428.96 م<sup>3</sup>/ثا. والملاحظ أن هذه القيم تتغير بحصص مختلفة باختلاف فترات التردد. حيث تتزايد مع تزايد فترة التردد ( $F$ ) و نسب تغير بين المعادلتين تقدر ب 3.67% .

#### 4.6. بناء الهيدروغراف لحوض واد زرقون

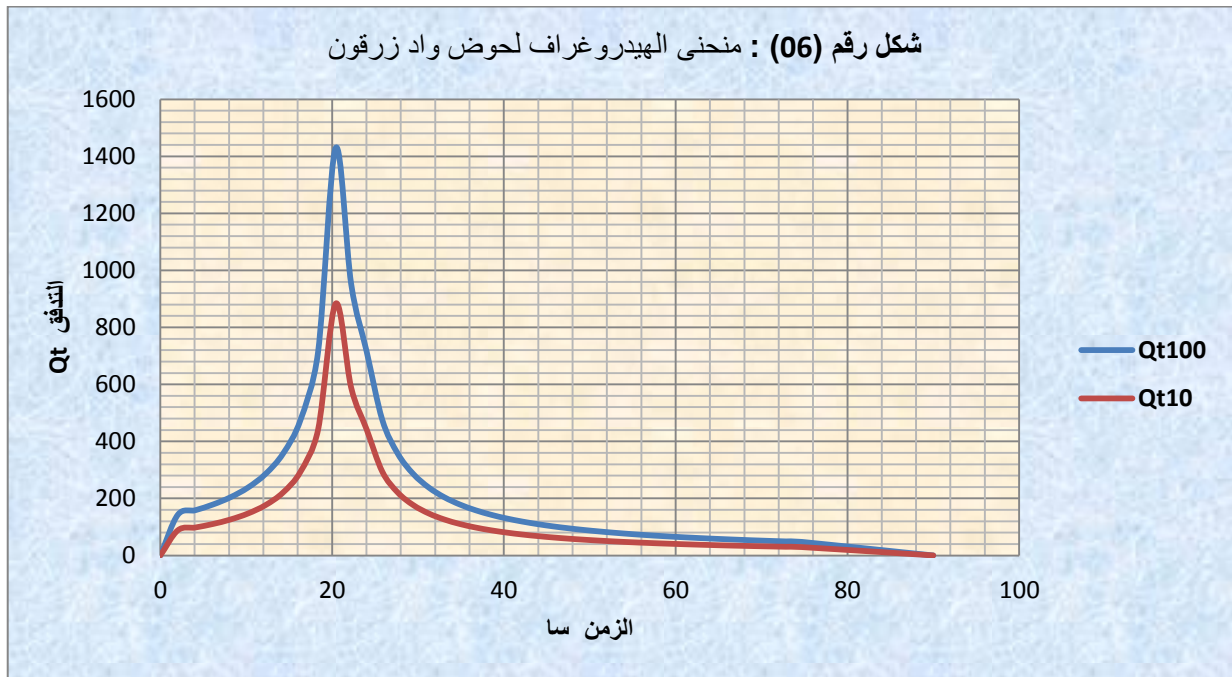
يعبر هيدروغراف الجريان عن تغيرات التدفق عبر المجرى المائي مع الزمن، و يمثل العلاقة  $Q=F(t)$  ويحدد نظام التغذية التهرية، ويقسم إلى منحنى التركيز، القمة، فمحنى التلاشي و منحنى التآخيف فانطلاقاً من القياسات التي أجريت تم حساب المتغيرات اللازمة لتصميم الهيدروغراف وكانت النتائج كما يلي :

الجدول رقم(13): بناء الهيدروغراف بحوض واد زرقون

معامل الذروة $\alpha$	زمن الصعود Tm (سا)	زمن الاساس Tb (سا)	زمن الهبوط (سا)
4.31	20.41	74.67	54.26

(المصدر : اعداد الطالب 2021)

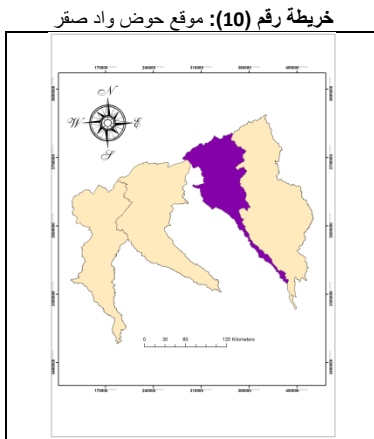
حيث وجد أن زمن الصعود لبلوغ قمة التدفق ستكون 20.41 سا ضمن زمن أساس Tb لمدة التدفق بحوض واد زرقون مدتها 74.67 سا مع معامل ذروة  $\alpha$  يساوي 4.31



(المصدر : اعداد الطالب 2021)

يمثل التدفق الأعظمي أعلى كمية للجريان وهو يحدث خلال طور الفيضان والموجات الفيضانية ويرتبط بالعوامل الجغرافية الطبيعية ، فمن خلال تحليل هيدروغراف الجريان لحوض واد زرقون الموضح أعلاه. يبدأ طور الفيضان بالتصاعد خلال زمن الأساس حتي يبلغ التدفق الأقصى  $Qt_{100}=1428.96m^3/s$  و  $Qt_{10}=883.09m^3/s$  ويتلاشى خلال زمن الهبوط و تُظهر الرسوم البيانية أن وقت الارتفاع أقل من وقت الهبوط ، و أن نصف حجم الفيضان (أي من 15 إلى 24 مليون متر مكعب من الفيضان) يمر خلال المصب في أول 20 ساعة يستغرق مرور الجزء الباقي من الحجم 54 ساعة المتبقية من زمن الأساس Tb.

• ثانيا : الحوض الانسيابي لواد صقر



(المصدر : اعداد الطالب 2021)

يقع الحوض الانسيابي لواد صقر في الجزء الغربي من شمال الصحراء الجزائرية بين دائرتي عرض 31° 45' و 33° 44' شمالا ، وخطي طول 0° 37' 49.37" و 2° 22' 4.72" شرقا كما مبين بالشكل و تبدأ منابعه من مرتفعات جبال الاطلس الصحراوي و تتجه نحو الجنوب حتى تنتهي عند حدود العرق الغربي الكبير. و يتصف سطح الحوض الانسيابي بالانحدار التدريجي من الشمال إلى الجنوب.

1. الخصائص المساحية لحوض واد صقر

لقد تم قياس مساحة حوض واد صقر من خلال البرنامج Arc Map الملحق بالبرنامج Arc GIS 10.3 فكانت مساحته تساوي 7760.34 كم<sup>2</sup> كما هو مبين بجدول الخصائص المساحية وهو

الجدول رقم(14): الخصائص المساحية بحوض واد صقر

مساحة الحوض	طول الحوض	محيط الحوض	عرض الحوض	أقصر مسافة بين المنبع والمصب
7760.34 كم <sup>2</sup>	241.53 كم	1076.66 كم	32.13 كم	136.54 كم

(المصدر : اعداد الطالب 2021)

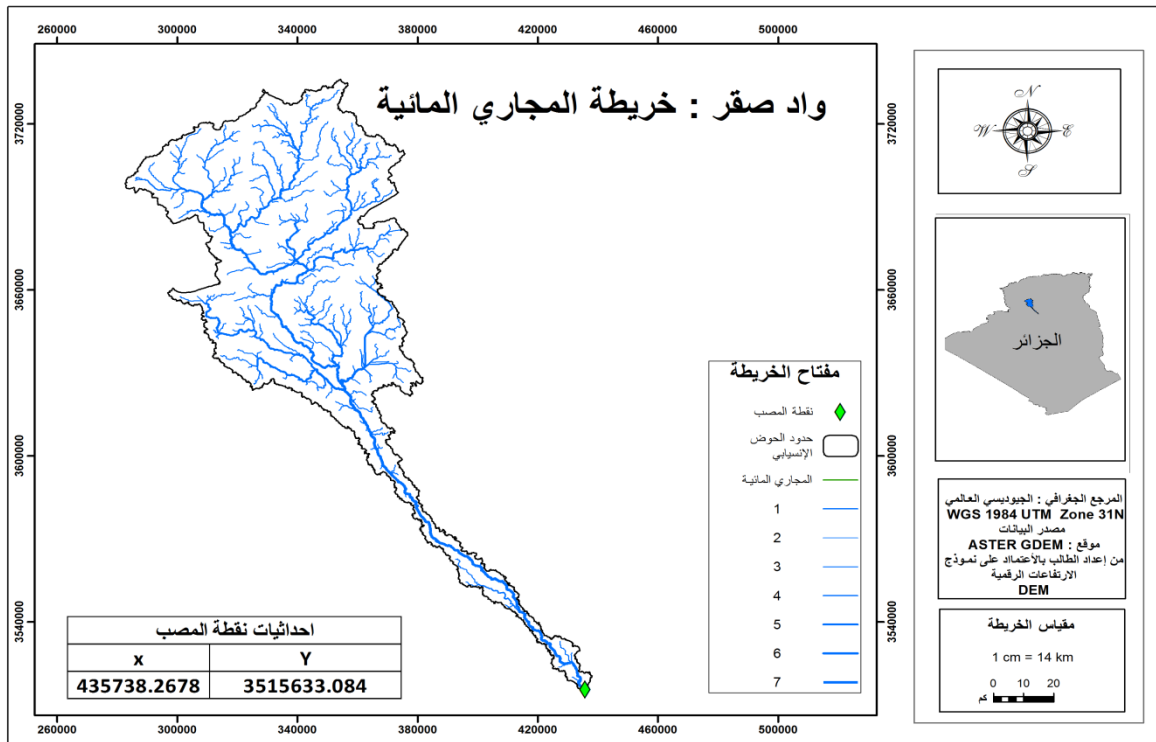
بذلك يعد من الأحواض الكبيرة جدا إذا ما قورنت بالأحواض المائية الصغيرة في الجزائر.

كما تم قياس طول الحوض مباشرة من أداة القياس Measurements في البرنامج Arc Map الملحق ببرنامج Arc GIS 10.3 من خلال حساب المسافة الخطية الفاصلة ما بين المنبع والمصب فكان حوالي 241.52 كم. وكان قياس المحيط بناء على نموذج الارتفاعات الرقمية DEM من خلال البرنامج Arc Map حيث وجد أن محيط حوض وادي صقر يبلغ 1076.65 كم.

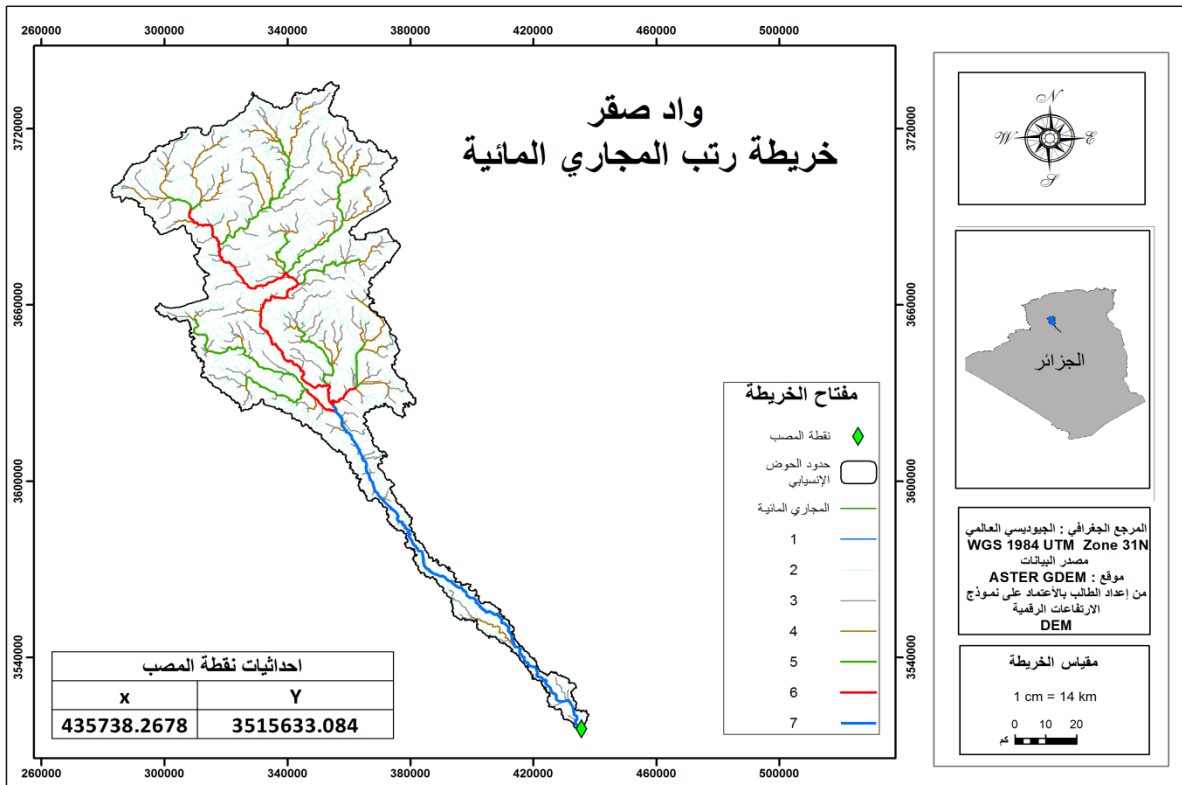
أما بخصوص عرض الحوض وقد تم استخدام معادلة قسمة مساحة الحوض على طول الحوض ، وقد بلغ متوسط عرض حوض واد صقر 32.13 كم ، وهكذا نجد أن عرض الحوض صغير مقارنة بطوله حيث تبلغ نسبة الطول إلى العرض 16.8 ضعف ، وهذا يعني استطالة الحوض وبالتالي فإن قمة التصريف المائي أ و حالة الفيضان تتأخر في وصولها إلى بيئة المصب بشكل ملحوظ بسبب طول المسافة وتناقص التصريف المائي بسبب التبخر والتسرب.



خريطة رقم (10): المجاري المائية بحوض واد صقر



خريطة رقم (11): رتب المجاري المائية بحوض واد صقر



## 2. الخصائص الشكلية لحوض واد صقر

تساعد دراسة الخصائص الشكلية للأحواض على فهم التطور الجيومورفولوجي لها، والعمليات التي شكلتها إلى جانب تفهم تأثيرها على حجم التصريف النهري وبالتالي على تحديد درجات أخطار الفيضانات، ويتم قياس شكل الحوض من خلال مقارنته بالأشكال الهندسية الشائعة مثل الدائرة والمستطيل والمربع ومن خلال قياس النسبة بين طوله وعرضه. (آمنة علاجي ، 2010 )

الجدول رقم(15): الخصائص الشكلية بحوض واد صقر

المستطيل المكافئ		نسبة الاستطالة	نسبة الاستدارة	معامل الشكل
العرض I	الطول L			
14.82 كم	523.50 كم	0.41	0.08	3.42

(المصدر : اعداد الطالب 2021)

فمعامل الشكل في الحوض الانسيابي لواد صقر يمثل قيمة 3.42 وتشير هذه القيمة الى عدم التناسق واقتراب شكل الحوض من شكل المثلث .

و تعكس نسبة الاستدارة مدى تقارب الحوض من الشكل الدائري ، وقد بلغ معدل الاستدارة في حوض واد صقر 0.08 وتبعد هذه القيمة تقريبا القيمة المطلقة I التي تعني الاستدارة التامة، وهذا يدل على ابتعاد شكل الحوض عن الشكل الدائري واقتربه من الشكل المستطيل مما يؤثر في بطء وصول المياه إلى المجرى الرئيسي.

كما يعبر معامل الاستطالة عن مدى امتداد الحوض مقارنة مع الشكل المستطيل ، ، وتكون النسبة بين 0-1 إذ يكون الشكل قريباً من الاستطالة إذا كان اقرب إلى الصفر من الواحد وبلغت قيمة هذا المعامل في الحوض الانسيابي لواد صقر 0.41 مما يفسر أن الحوض يتجه الى زيادة في الاستطالة نسبياً. وإذا تم تمثيل المستطيل النظري الذي يكافئ مساحة الحوض فسيكون بطول 5970.13 كم مضروب بعرض 25.71 كم.

## 3. الخصائص التضاريسية لحوض واد صقر

تفيد دراسة تضرس الأحواض في معرفة مدى نسبية التضرس وما له من علاقة بالعمليات الجيومورفولوجية السائدة في هذه الأحواض، حيث تنخفض نسبة التضرس في الأحواض ذات المساحة الكبيرة والعكس ، وتدل القيمة المرتفعة لنسبة التضرس على شدة النحت والجريان في الحوض (آمنة علاجي ، 2010 )

فبالنسبة للارتفاعات فقد بلغ أقصى ارتفاع في حوض حوض واد صقر 1920 م حيث تمثل هذه القيمة أعلى منسوب ارتفاع على خط تقسيم المياه وتقع هذه النقطة في الطرف الشمالي الشرقي من الحوض ، ويمثل قيمة 540 م أدنى منسوب ارتفاع لنقطة في الحوض ، وتم استخراج هذه القيم مباشرة من نموذج الارتفاعات الرقمية DEM للمنطقة و خريطة خطوط التسوية باستخدام برنامج Arc Map.

كما يلعب الانحدار دورا فعال في تحديد كمية الجريان السطحي و سرعة الجريان وقيم التدفق وتم حساب مختلف مؤشرات الانحدار لحوض واد صقر كما هو موضح في الجدول :

**الجدول رقم(16):** الانحدارات بحوض واد صقر

متوسط الانحدار Im	مؤشر الانحدار العام Ig	الانحدار حسب روش Ip	فارق الارتفاع النوعي Ds
2.64 م/كم	2.12 م/كم	1.63	187.15 م

(المصدر : اعداد الطالب 2021)

وقد بلغ متوسط الانحدار بحوض واد صقر القيمة 2.64 م/كم ، أما مؤشر الانحدار العام فبلغ 2.12 فيمكن القول أن أراضي الحوض متوسطة الانحدار حسب هذه القيم ويغلب عليها فئة الانحدار من 5% إلى 18% (حسب خريطة الانحدارات) ، وحسب روش يشير مدلول الانحدار لحوض واد صقر الى القيمة 1.63 وتدل القيمة أن الحوض ينتمي إلي الأوساط ذات التضاريس القوية جدا ، أما قيمة فارق الارتفاع النوعي فقيمتها محصورة بين (250 و 100) فالحوض حسب تصنيف OROSTOM ذو رتبة R5 وهو بذلك يتميز بتضاريس قريبة من المتوسطة.

**الجدول رقم(17):** الخصائص التضاريسية بحوض واد صقر

التضرس الكلي للحوض	نسبة التضرس	قيمة الوعورة	التضاريس النسبية	معدل النسيج الطبوغرافي
1380م	5.71	1.78	1.28	11.97

(المصدر : اعداد الطالب 2021)

يمثل التضرس الكلي في حوض وادي صقر 1380م ، وتمثل نسبة التضرس في حوض صقر 5.71 م/كم كما هو مبين بالجدول وهي نسبة مرتفعة تدل على تضرس الحوض و نشاط عملية الحت به ، و أن الحوض يقطع شوطا في دورته التحاتية، من أجل أن يخفض من تضرسه.

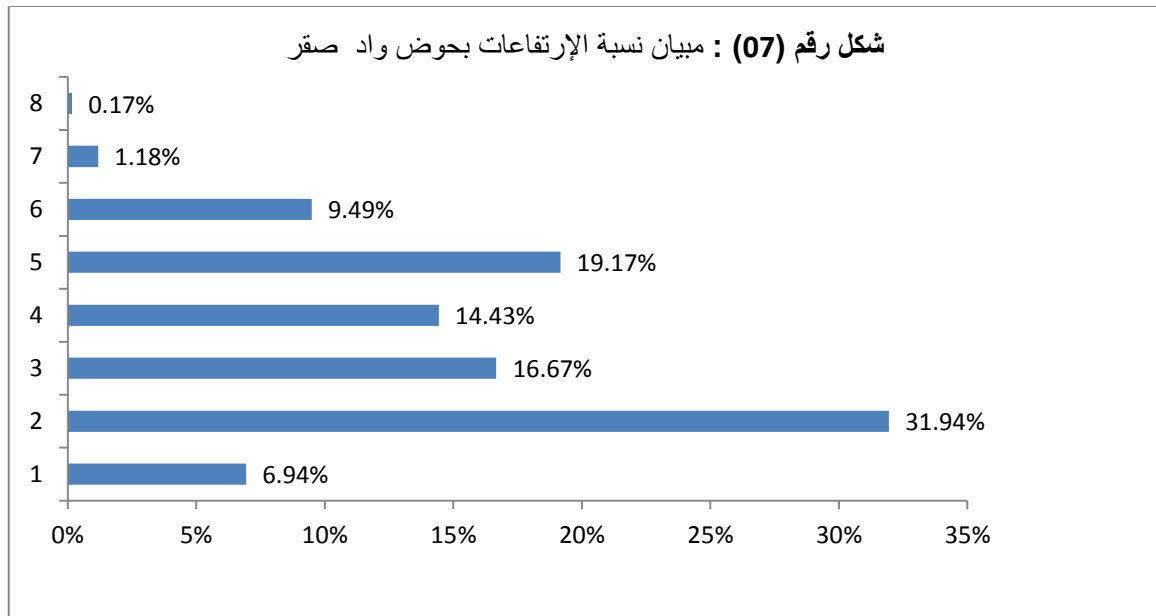
وأما التضاريس النسبية التي تمثل العلاقة بالنسبة المئوية بين قيمة التضرس و محيط الحوض لحوض واد صقر فقد بلغت قيمة 1.28 م/كم وتعتبر هذه القيمة منخفضة تدل على ضعف مقاومة الصخر ونشاط عوامل التعرية في الحوض و كبر المساحة الحوضية مما يدل على نشاط عملية النحت والتراجع نحو المنابع وتقويض مناطق تقسيم المياه .

وتشير قيمة الوعورة إلى مدى تضرس الحوض، ثم مدى انحدار المجرى المائي فيه، بالاعتماد على كثافة الصرف الطولية للحوض، وترتفع قيمة الوعورة عند زيادة التضرس الحوضي إلى جانب زيادة أطوال المجاري على حساب المساحة، و بتطبيق معادلة حساب قيمة الوعورة لحوض واد صقر وجدت القيمة: 1.78 وتعتبر القيمة منخفضة تدل على أن الحوض ما زال يقوم بدورته التحاتية لإكمال دورته، وزيادة أطوال مجاريه على حساب مساحته.

الجدول رقم(18): تحليل الارتفاعات ونسب المساحة المتراكمة لحوض واد صقر

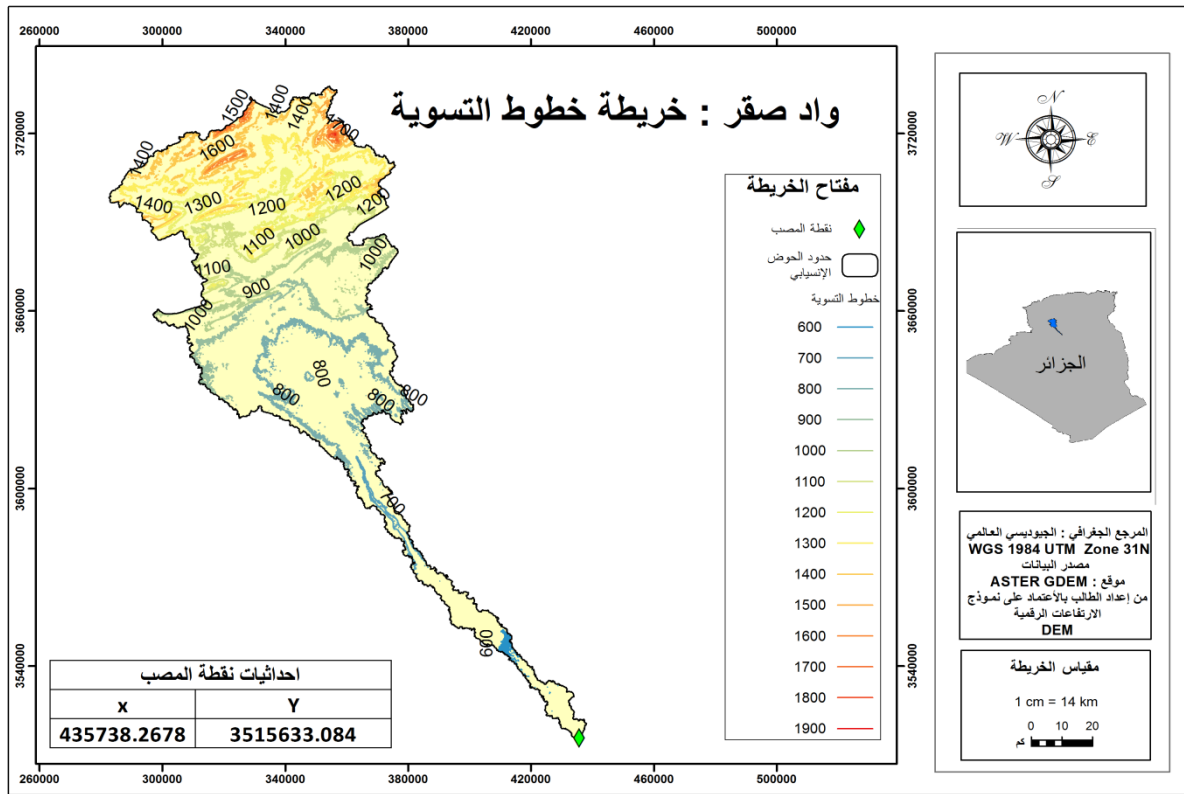
الفئة	أدنى ارتفاع (م)	أقصى ارتفاع (م)	مساحة فارق الارتفاع (كم <sup>2</sup> )	المساحة المتراكمة (كم <sup>2</sup> )	نسبة مساحة فارق الارتفاع	نسبة المساحة المتراكمة
1	540	703.97	537.47	7760.34	%6.94	%100.00
2	706.47	870	2474.23	5286.11	%31.94	%93.06
3	870.56	1034.42	1291.18	3994.94	%16.67	%61.12
4	1035.48	1200	1118.03	2876.91	%14.43	%44.45
5	1200.22	1364.80	1484.69	1392.22	%19.17	%30.01
6	1365.52	1530	734.90	657.32	%9.49	%10.84
7	1532.41	1693.70	91.67	565.65	%1.18	%1.36
8	1699.39	1860	13.32	552.33	%0.17	%0.17

(المصدر: اعداد الطالب 2021)

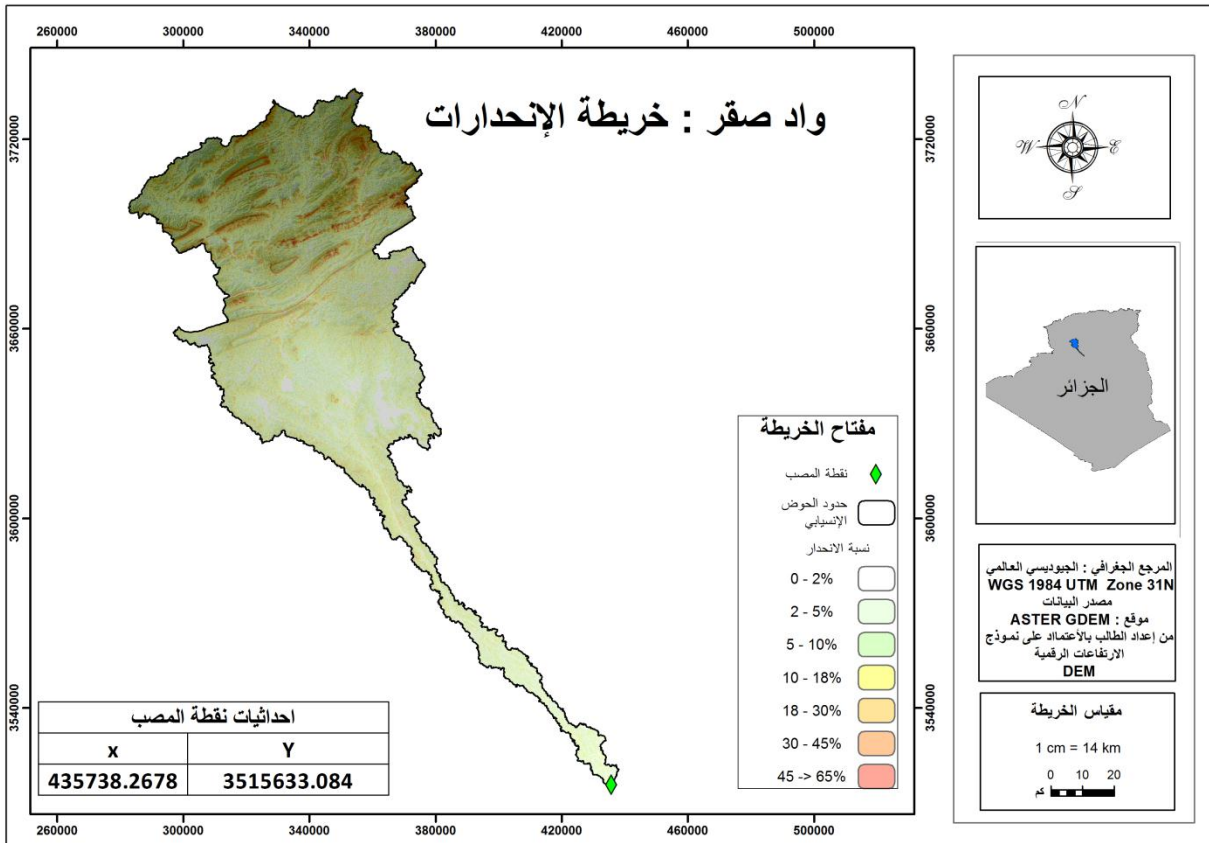


(المصدر : اعداد الطالب 2021)

خريطة رقم (12): خطوط التسوية بحوض واد صقر



خريطة رقم (13): الانحدارات بحوض واد صقر



#### 4. الخصائص الخطية لشبكة التصريف لحوض واد صقر

الجدول رقم(19): الخصائص الخطية لشبكة التصريف بحوض واد صقر

معامل التعرج الطبوغرافي	تكرارية المجاري	معدل أطوال المجاري	نسبة التشعب	كثافة التصريف
1.23	0.89	1.46	3.63	1.29

(المصدر : اعداد الطالب 2021)

من نتائج تحليل الرتب في حوض واد صقر نجد أن الحوض يصنف على انه حوض من الرتبة السابعة ، وتتكون شبكة تصريفه من 6880 مجرى ، وبعد تطبيق المعادلات الرياضية لاستخراج الخصائص الخطية لشبكة التصريف وجدنا أن الكثافة التصريفية لحوض وادي صقر هي 1.29 وتعتبر هذه القيمة منخفضة جدا حسب تصنيف (Strahler 1964). وتفسر القيم المنخفضة بارتفاع كثافة التصريف وتبين نسبة التشعب العلاقة بين عدد المجاري في كل مرتبتين متتاليتين و بناء على المعادلة فان نسبة التشعب لرتب المجاري السبعة في الحوض المدروس كانت تتراوح بين 3 و 5.45 كما مبين بالجدول أما معدل نسبة التشعب الاجمالية فكانت بقيمة 3.63 وهي نسبة لا تخرج عن معدل النسبة الطبيعية للأحواض التي تتراوح نسبتها بين 3-5 وهي النسبة التي حددها سترالر، Starhler وهي تقترب قليلاً من الحد الأدنى للنسبة مما يدل على انخفاض معدل تقطع الحوض بفعل مجاريه وتطور نظام شبكة التصريف للحوض وبالتالي يوجد هناك احتمال خطر للفيضان لضعف نسبة التشعب و ارتفاع كثافة التصريف ، وعليه فان مياه الأمطار الساقطة ستجتمع في المجري الرئيسي وستصل إلى مصب الحوض متجمعة وقوية.

أما بخصوص المجاري فنعلم أن مجاري الرتبة الأولى عموماً هي الأقل طولاً، في حين أن طول المجري الرئيسي يزداد كلما زادت رتب المجارى الفرعية. وقد اعتمدت الدراسة على برنامج Arc Map في حساب عدد وأطوال المجاري في الحوض كما هو مبين في الجدول.

الجدول رقم(20): تحليل شبكة المجاري المائية بحوض واد صقر

الرتبة	عدد المجاري في الرتبة	مجموع أطوال المجاري في الرتبة كم	نسبة التشعب RC	معدل أطوال المجاري النهرية كم	نسبة التشعب الطولي RL
1	5157	5000.90	13.8	70.9	/
2	1355	2661.89	34.6	1.96	0.53
3	293	1239.82	4.88	4.23	70.4
4	60	7454.6	5.45	7.5	70.3
5	11	8329.3	73.6	29.9	0.72
6	3	164.56	3	54.85	500.
7	1	1167.5	/	1167.5	21.0
المجموع	6880	10018.73	معدل طول المجري	61.4	
			نسبة التشعب الكلي للحوض	/	20.5

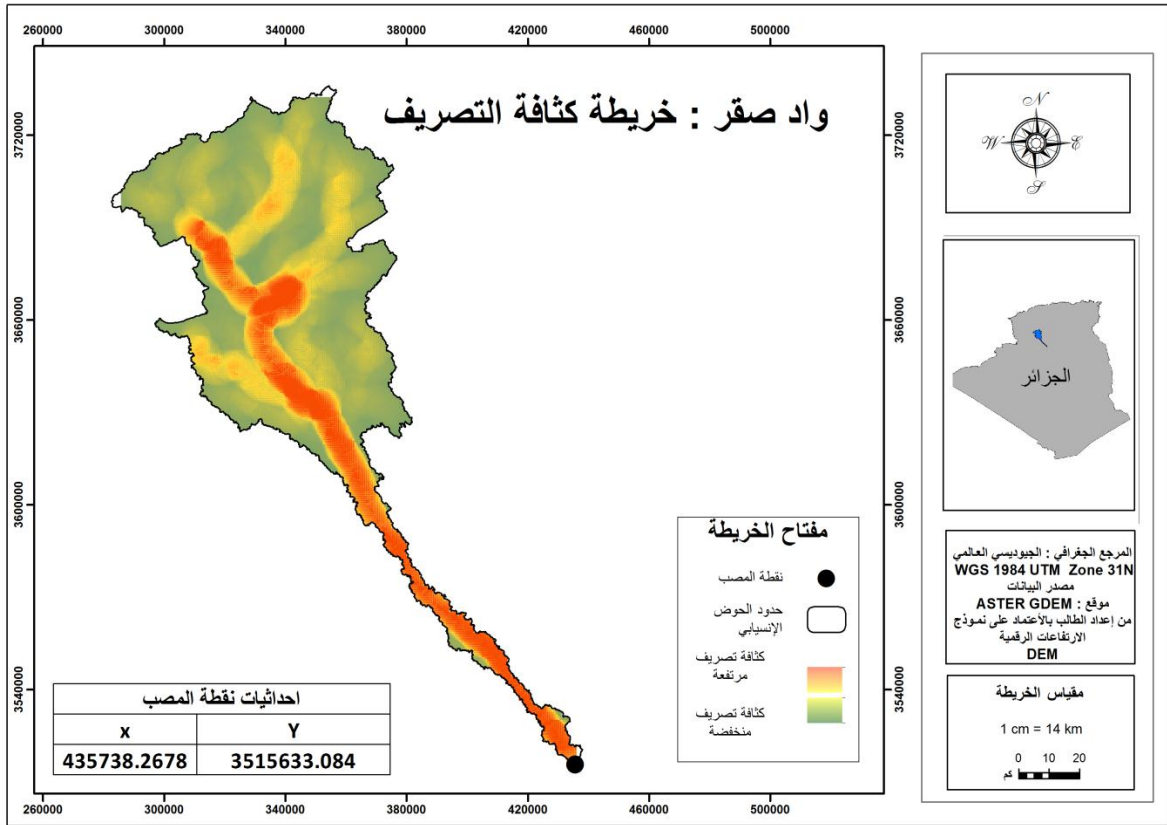
(المصدر : اعداد الطالب 2021)

ويمكن معرفة معدل أطوال المجاري في كل رتبة رغم أنها متباينة الأطوال من مكان لآخر من خلال العلاقة بين عدد المجاري وأطوالها. وقد بلغ مجموع أطوال المجاري في حوض وادي صقر 10018.73 كم كما بلغ طول مجاري الرتبة الأولى 5000.9 كم بنسبة 49.91% من مجموع أطوال مجاري الحوض ، أما الرتبة السابعة فقد بلغ طول مجراها 167.51 كم بنسبة 1.67 % من مجموع أطوال مجاري الحوض. ومما سبق نجد أن أكثر من نصف أطوال مجاري الحوض يتركز في الرتبة الأولى، وبقية النصف يتوزع على بقية الرتب ، وذلك بسبب زيادة عدد المجاري في الرتبة الأولى . وقد عدل سترالر قانون هورتون لأطوال المجاري والذي ينص على " أن مجموع متوسطات أطوال المجاري النهرية من المراتب تميل إلى تكوين متوالية هندسية تبدأ بمتوسط طول مجاري انهار المرتبة الأولى وتتصاعد تبعاً لنسبة طول ثابتة " (آمنة علاجي ، 2010 ) ، وهذا ما نلاحظه بالنسبة لمعدل أطوال المجاري لحوض وادي صقر فمعدل أطوال المجاري يزيد مع زيادة الرتبة، وذلك لقلة أعداد المجاري بزيادة الرتب بشكل أسرع من قلة أطوال المجاري بزيادة الرتبة.

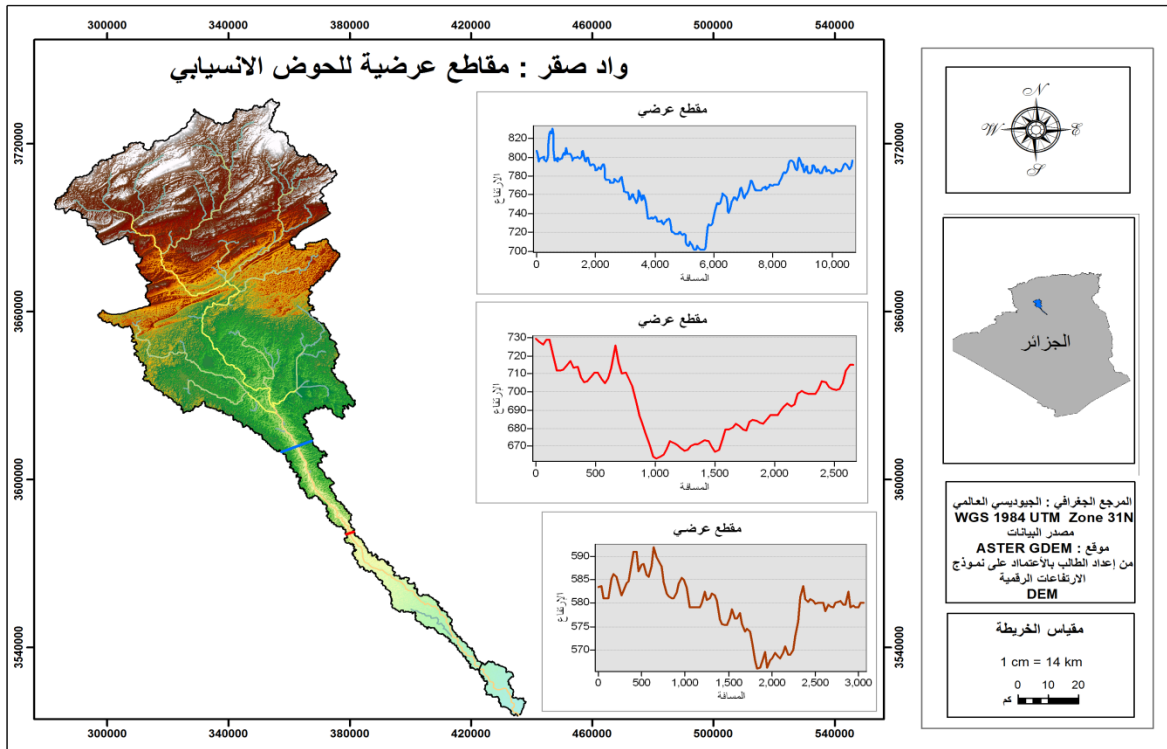
أما تكرارية المجاري فتبين العلاقة النسبية بين عدد المجاري ومساحة الحوض، وتدل على درجة تتخذ الحوض بواسطة التعرية المائية. وبالتالي فزيادة عدد المجاري بواسطة عملية التخذد عن طريق التعرية المائية يؤدي بالضرورة إلى زيادة أطوالها ومن ثم إلى ارتفاع كثافة التصريف ، وقد بلغت القيمة التكرارية لواد صقر 0.89 وهي نسبة منخفضة قليلا وهو ما يفسر بكون مساحة الحوض وفقدان كميات كبيرة من محتوى موادها الصخرية ذات القابلية الشديدة للتعرية المائية .

كما تم استخراج معامل التعرج الطوبوغرافي لحوض وادي صقر وقد بلغ هذا المؤشر القيمة 1.23 كما هو مبين في جدول وبناءً على تصنيف شوم Schamm فان حوض وادي صقر يصنف بأنه ذو مجاري انتقالية والتي يبلغ مؤشر تعرجها 1.2 أي انه سينتقل إلى المجاري المنتظمة والتي يبلغ مؤشر تعرجها 1.5 والسبب في قلة تعرج مجاري الحوض هو الإنحدار الشديد إضافة إلى قدرة الأودية على شق مجاريها باستقامة (آمنة علاجي ، 2010).

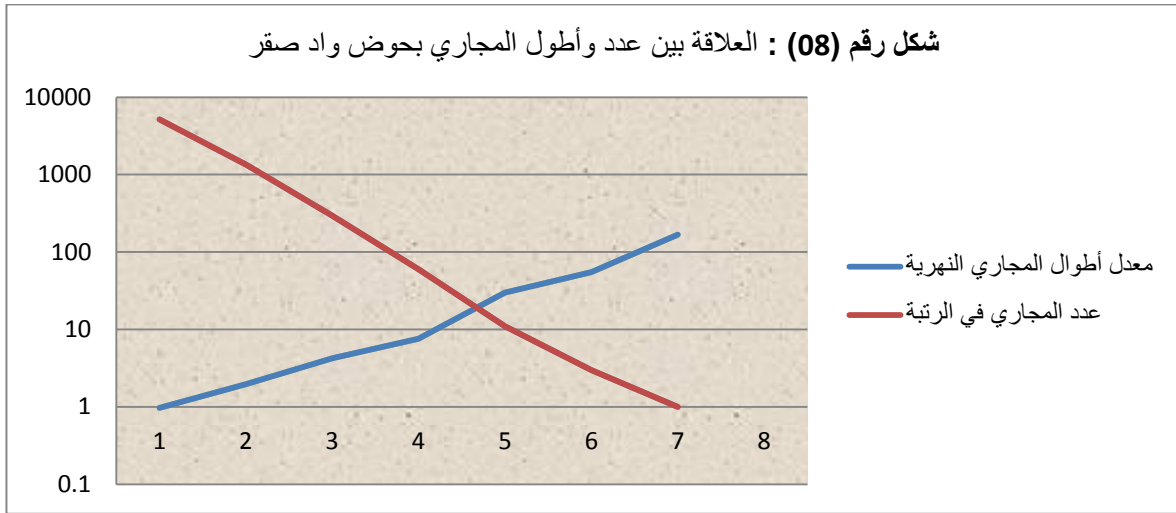
خريطة رقم (14): كثافة التصريف بحوض واد صقر



خريطة رقم (15): مقاطع عرضية بحوض واد صقر

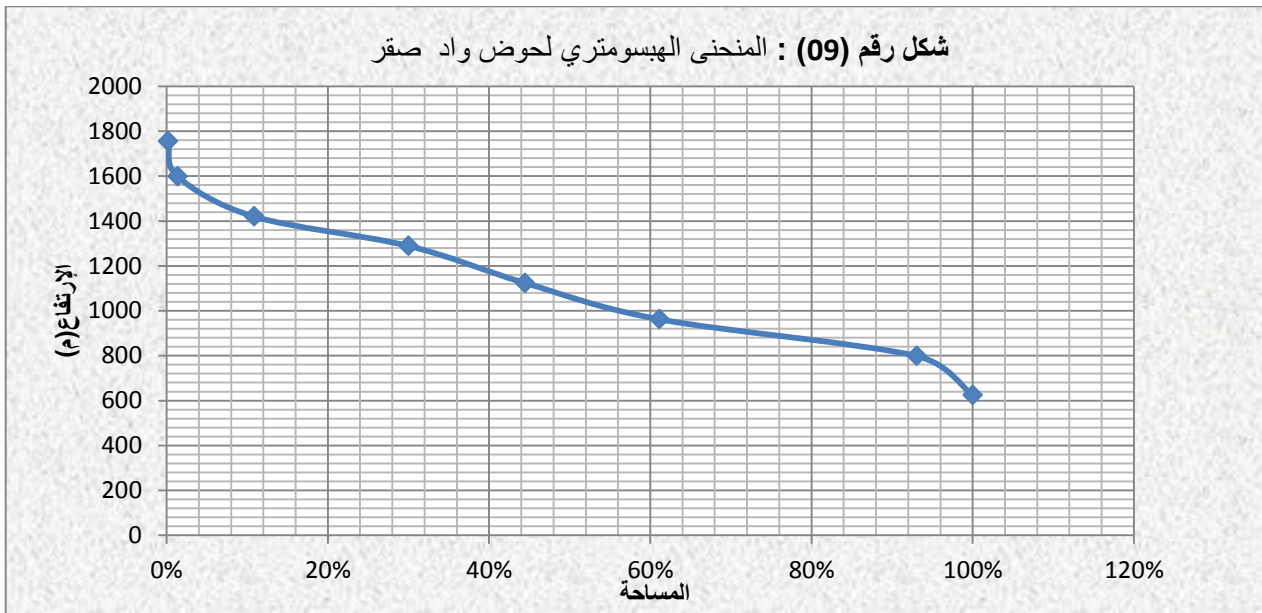






(المصدر : اعداد الطالب 2021)

### 5. التحليل الهيسومتري لحوض واد صقر



(المصدر : اعداد الطالب 2021)

يستخدم المنحنى الهيسومتري في تحديد المرحلة الجيومورفولوجية التي تمر بها الأحواض النهرية ، ومن خلال الشكل البياني الذي يمثل المنحنى الهيسومتري لواد صقر نجد شكل المنحنى يتخذ الشكل المقعر وهو ما يفسر بوجود جزء كبير من مساحته أسفل سطح الهضبة، و يتسم بانحداره الهين والمنتظم، وتقل به المجاري المائية الواضحة، بينما الأجزاء العليا فتتسم بوجود عدد أكبر من المجاري الواضحة، ولهذا تسود عمليات النحت في الأجزاء العليا من هذه الحوض ويحدث إرساب في الأجزاء الدنيا فوق المراوح الفيضية .

كما تم اعتماد نفس النتائج لاستخراج الارتفاعات H5% و H95% فكانت القيم :

H5% = 1755.55 •

H95% = 643.39 •

## 6. بعض المتغيرات الهيدرولوجية لحوض واد صقر

### 1.6. زمن التركيز

يمثل زمن التركيز المدة الزمنية التي تحتاجها قطرة الماء لاجتياز المسار المائي من أبعد نقطة في الحوض وحتى بلوغ المصب. وعليه فإن زمن التركيز يكون أقصر في الأحواض مستديرة الشكل مقارنة بالأحواض المستطيلة التي تتميز بطولها والتي تحتاج فيها المياه إلى وقت أطول للوصول إلى مصب الحوض. يمكن حساب Tc من خلال العلاقات التجريبية المختلفة التي تركز على بعض خصائص حوض التصريف (الميل ، مساحة الحوض، النفوذية، وشدة الهطل وغيرها) وعليه فقد تم حساب زمن التركيز لحوض واد صقر حسب معادلات زمن التركيز الأشهر استعمالا وكانت النتائج كما يلي:

الجدول رقم(21): تقدير زمن التركيز Tc بحوض واد صقر

معادلة Kirpich	معادلة l'USTHB-IGC	معادلة Turazza ومعادلة Giوندوتتي
13.50 سا	76.41 سا	29.37 سا

(المصدر : اعداد الطالب 2021)

وبتطبيق معادلة زمن التركيز على حوض وادي صقر فقد بلغ زمن التركيز بين 13.50 سا و 76.41 سا وهي نسب عالية تدل على الشكل الطويل للحوض، وبالتالي فان احتمال خطر فيضان في حوض واد صقر ضعيف إذا تم الأخذ في الإعتبار طول فترة زمن التركيز.

### 2.6. معاملات الجريان السطحي بحوض واد صقر

تطلق كلمة الجريان أو التدفق على انسياب المياه وتحركها من مكان لآخر ، حيث يتأثر الجريان السطحي بكميات الهطل وتوزيعه وكذلك البخر ومقداره ، ولحساب قيم التدفق بالحوض الانسيابي لواد صقر تم حساب بعض العوامل المؤثرة علي كمية الجريان السطحي وكانت النتائج كما يلي :

الجدول رقم(22): معاملات الجريان السطحي بواد صقر

معامل الفيضان	معامل الفقد Ka	سرعة الجريان V (م/ثا)	معامل الجريان السطحي Kr
6657.77	0.65	1.58	20.79

(المصدر : اعداد الطالب 2021)

### 3.6. تقدير قيم التدفق ( $Q_{max}$ و $Q_{moy}$ ) / $m^3$ وأحجام المياه $V$ (هم<sup>3</sup>) بحوض واد صقر

بعد حساب مختلف المعاملات الفاعلة في الجريان السطحي تم تقدير قيم التدفق باستخدام

المعادلات التجريبية لتقدير قيم التدفق عند مصب حوض صقر وكانت النتائج حسب الجدول :

الجدول رقم(23): قيم التدفق ( $Q_{max}$  و  $Q_{moy}$ ) / $m^3$  وأحجام المياه  $V$  (هم<sup>3</sup>) بحوض واد صقر

1000	500	100	50	20	10	5	2	فترة العودة (سنة)
1807.18	1666.57	1339.51	1197.97	1009.1	863.18	711.06	481.31	$Q_{max}$ Turraza
5148.84	4327.34	2557.32	1863.92					$Q_{max}$ Mallet et Gautier
		1893.66			984.72			$Q_{max}$ Myer
		1402.71			981.12			$Q_{max}$ Rodier - Auvray و ORSTOM
1733.21	1598.36	1284.68	1148.94	967.79	827.85	681.96	461.60	$Q_{max}$ Sokolovsky
435.51	401.62	322.80	288.69	243.18	208.01	171.36	115.99	$Q_{moy}$ Turraza
1240.80	1042.83	616.28	449.18					$Q_{moy}$ Mallet et Gautier
		456.34			237.30			$Q_{moy}$ Myer
		338.03			236.44			$Q_{moy}$ Rodier - Auvray و ORSTOM
417.68	385.18	309.59	276.88	233.22	199.50	164.34	111.24	$Q_{moy}$ Sokolovsky
90.87	83.80	67.35	60.23	50.74	43.40	35.75	24.20	$V$ Turraza
258.89	217.58	128.58	93.72					$V$ Mallet et Gautier
		95.21			49.51			$V$ Myer
		70.53			49.33			$V$ Rodier - Auvray و ORSTOM
87.15	80.37	64.59	57.77	48.66	41.63	34.29	23.21	$V$ Sokolovsky

(المصدر : اعداد الطالب 2021)

من خلال نتائج جدول تقدير قيم التدفق وأحجام المياه المتجمعة على مستوى حوض واد صقر

نجد تقارب في قيم التدفق خاصة طرق Sokolovsky و Turraza كونها مرتبطة بالخصائص الأخرى

للفيضان المقدر ( $T_b$ ،  $T_c$ ،  $K_r$ ). ، والتي يمكنها تقدير التصريف لأي تردد. فنجد قيم  $Q_{max}$

100 الناتجة عن تراكم قيم  $Q_{max}$  100 لكل الوحدات المناسبة لفترات التردد 2، 10، 100، 1000،

سنة تأخذ القيم التالية 481.31 م<sup>3</sup>/ثا، 863.13 م<sup>3</sup>/ثا، 1197.97 م<sup>3</sup>/ثا، 1807.18 م<sup>3</sup>/ثا. والملاحظ

أن هذه القيم تتغير بحصص مختلفة باختلاف فترات التردد. حيث تتزايد مع تزايد فترة التردد ( $F$ ) و نسب

تغير بين المعادلتين تقدر بـ 4.09% .

#### 4.6. بناء الهيدروغراف لحوض واد صقر

يمثل هيدروغراف الفيضان تغيرات التدفق عبر المجرى المائي بدلالة الزمن، و يمثل العلاقة  $Q=F(t)$  ، ويقسم إلى : منحنى التركيز، القمة، فمحنى التلاشي و منحنى التّجفيف ، وانطلاقاً من القياسات التي أجريت على حوض واد صقر تم حساب المتغيرات اللازمة لتصميم الهيدروغراف وكانت النتائج كما يلي :

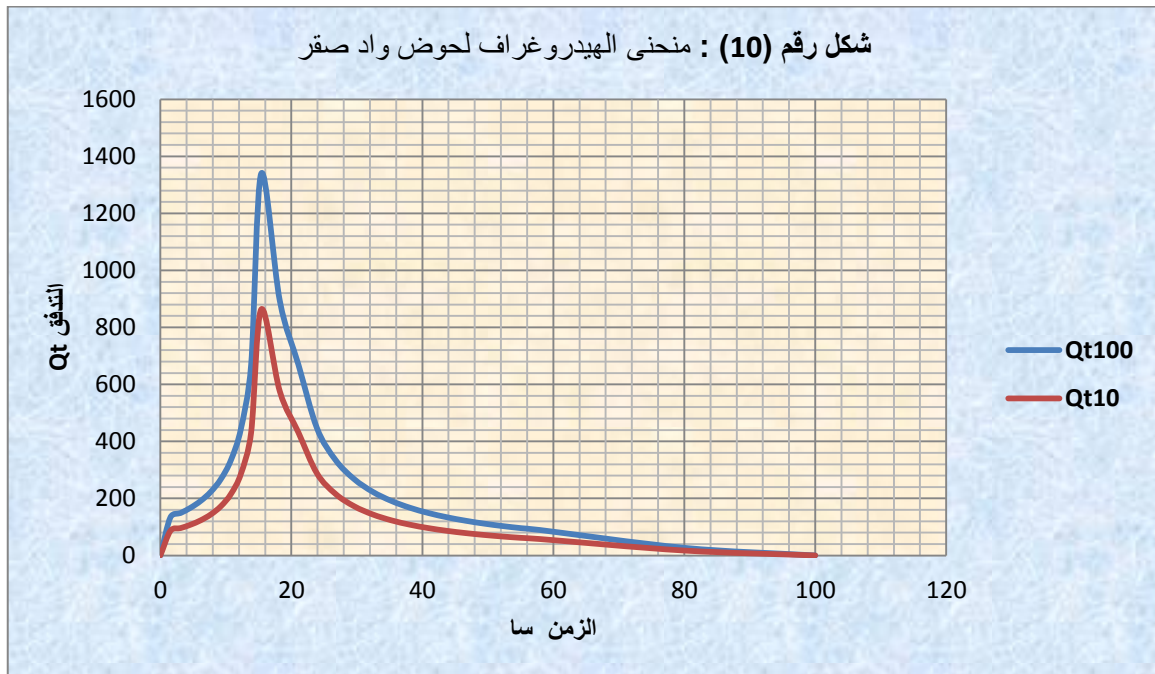
الجدول رقم(24): عناصر بناء الهيدروغراف لحوض واد صقر

معامل الذروة $\alpha$	زمن الصعود $T_m$ (سا)	زمن الأساس $T_b$ (سا)	زمن الهبوط (سا)
4.15	15.40	57.96	42.56

(المصدر : اعداد الطالب 2021)

حيث وجد أن زمن الصعود لبلوغ قمة التدفق بحوض واد صقر ستكون 15.40 سا ضمن زمن

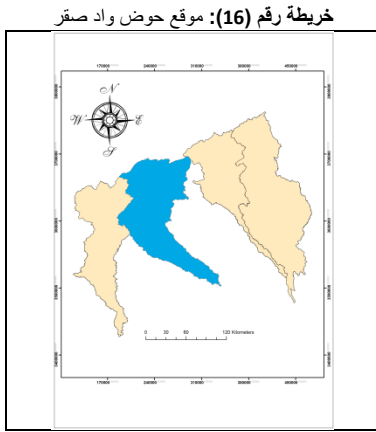
أساس  $T_b$  لمدة تدفق مدتها 57.96 سا مع معامل ذروة  $\alpha$  يساوي 4.15



(المصدر : اعداد الطالب 2021)

يمثل التدفق الأعظمي أعلى كمية للجريان و يحدث خلال طور الفيضان ويختلف حسب بالعوامل الجغرافية و الطبيعية والمناخية ، فمن خلال تحليل شكل هيدروغراف الجريان لحوض واد صقر الموضح أعلاه. نجد أن طور الفيضان يبدأ بالتصاعد خلال زمن الأساس حتي يبلغ التدفق الأقصى  $Qt_{100}=1339.51m^3/s$  و  $Qt_{10}=863.18m^3/s$  ويتلاشى خلال زمن الهبوط و تُظهر الرسوم البيانية أن وقت الارتفاع أقل من وقت الهبوط ، و أن نصف حجم الفيضان (أي من 11 إلى 17 مليون متر مكعب من الفيضان) يمر خلال المصب في أول 15 ساعة يستغرق مرور الجزء الباقي من الحجم 42 ساعة المتبقية من زمن الأساس  $T_b$ .

## • ثالثاً : الحوض الانسيابي لواد الغربي



(المصدر : اعداد الطالب 2021)

يقع الحوض الانسيابي لواد الغربي في الجزء الغربي من شمال الصحراء الجزائرية بين دائرتي عرض  $31^{\circ} 37' 22.7''$  و  $20^{\circ} 33' 23''$ . شمالا ، وخطي طول  $1^{\circ} 13' 49.76''$  شرقا و  $0^{\circ} 24' 46.21''$  غربا كما مبيّن بالشكل و تبدأ منابعه من مرتفعات جبال الاطلس الصحراوي و تتجه نحو الجنوب حتى تنتهي عند حدود العرق الغربي الكبير. و يتصف سطح الحوض الانسيابي بالانحدار التدريجي من الشمال إلى الجنوب.

### 1. الخصائص المساحية لحوض واد الغربي

الجدول رقم(25): الخصائص المساحية لحوض واد الغربي

مساحة الحوض	طول الحوض	محيط الحوض	عرض الحوض	أقصر مسافة بين المنبع والمصب
12273.10 كم <sup>2</sup>	219.85 كم	1042.92 كم	55.82 كم	143.91 كم

(المصدر : اعداد الطالب 2021)

وترتبط مساحة الحوض بظروف المناخ ونوع الصخر والحركات التكتونية والزمن، حيث تميل الأحواض المائية إلى زيادة مساحتها إذا نشطت الحت المائي في ظل ظروف مناخية رطبة، وإذا كانت الصخور الموجودة في الأحواض ليّنة يسهل حتها. وقد بلغت مساحة حوض وادي الغربي حوالي 12273.1 كم<sup>2</sup> وهي مساحة كبيرة بالنسبة للأحواض المائية في الجزائر، وتأتي مساحة حوض وادي الغربي في المرتبة الثانية بمنطقة الدراسة بعد حوض واد زرقون. كما بلغ امتداد الحوض على طول 219.85 كم بعرض 55.82 بخط محيط بهذا الحوض بطول 1042.92 كم ، كما نجد أن أقصر مسافة فاصلة بين المنبع والمصب في الحوض هي 143.91 كم.

### 2. الخصائص الشكلية لحوض واد الغربي

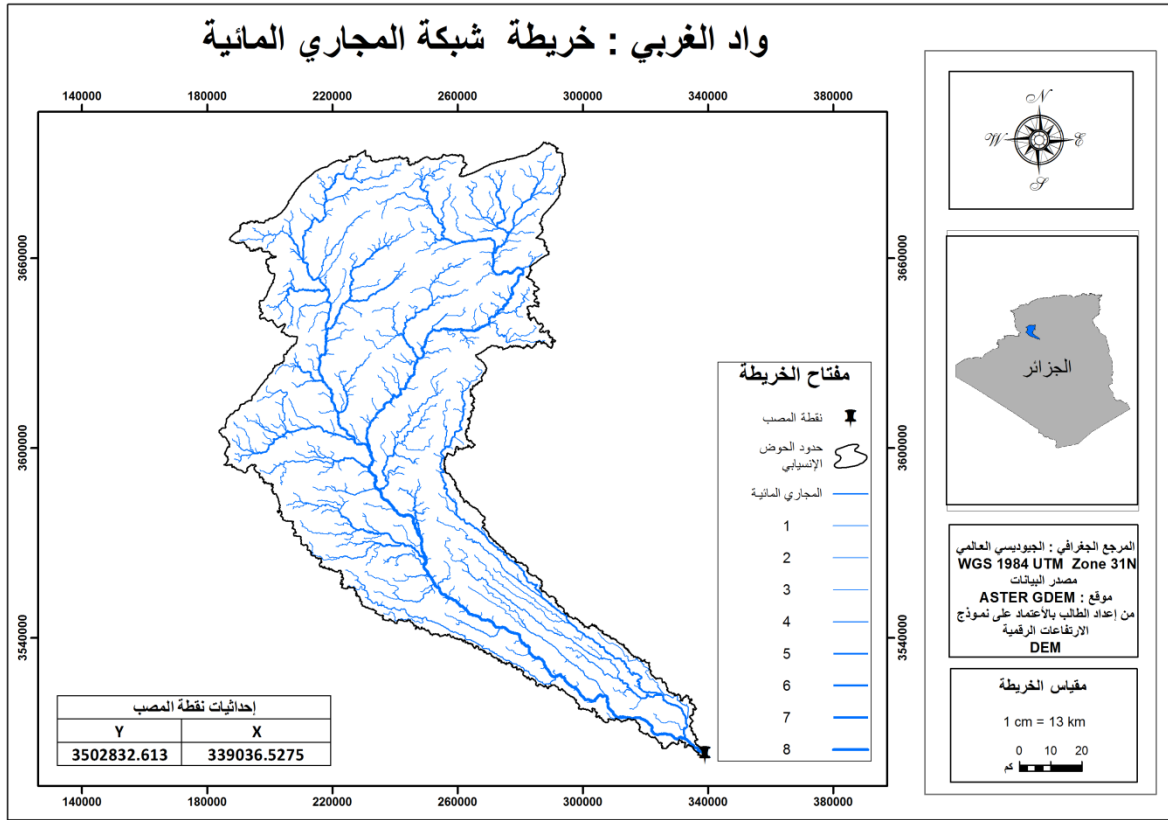
يتفق الباحثون على أن الخصائص الشكلية ترتبط ارتباطاً مباشراً بالبنية الجيومورفولوجية ونوع الصخر والمناخ والزمن، حيث يتأثر شكل الحوض بالأنماط الصخرية السائدة التي تؤثر بدورها في العمليات التي تتم في الحوض، كما تؤثر على نظم التصريف، وتتخذ الأحواض أشكالاً مختلفة مثل المستطيل والمستدير والمثلث والمربع (أمّنه علاجي ، 2010 )

الجدول رقم(26): الخصائص الشكلية لحوض واد الغربي

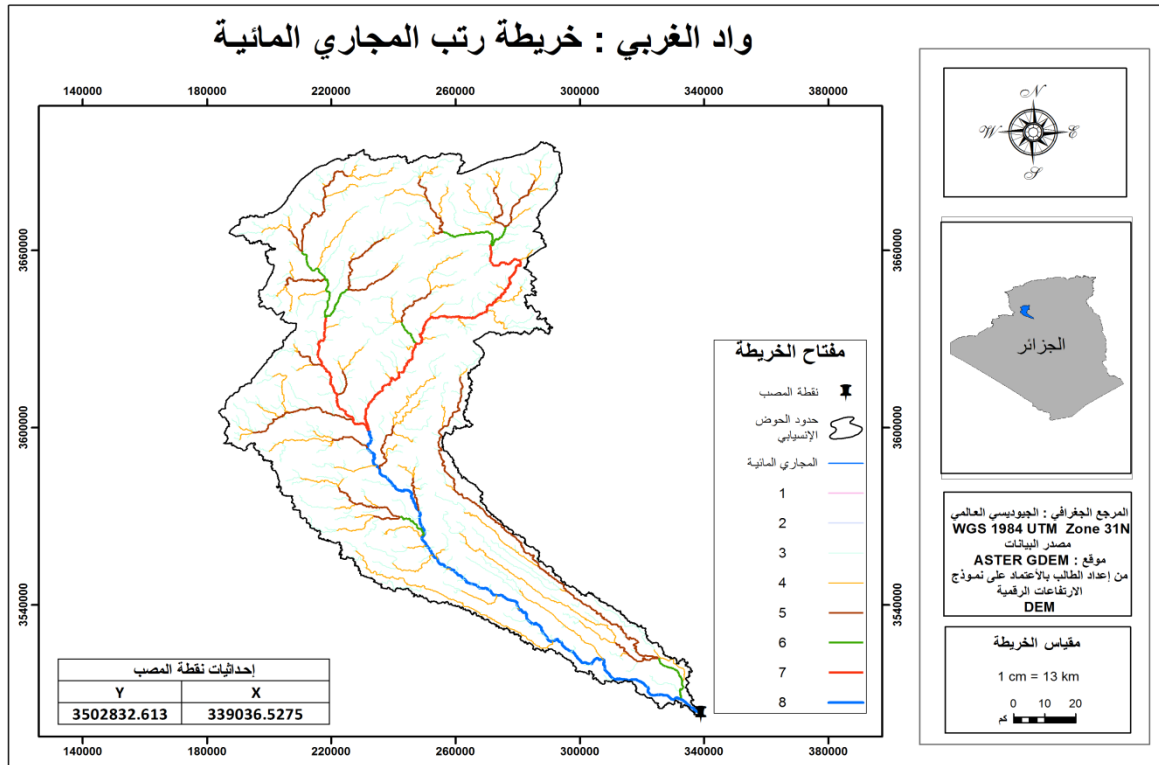
معامل الشكل	نسبة الاستدارة	نسبة الاستطالة	المستطيل المكافئ	
			الطول L	العرض ا
0.25	0.14	0.57	496.75 كم	24.71 كم

(المصدر : اعداد الطالب 2021)

خريطة رقم (16): المجاري المائية بحوض واد الغربي



خريطة رقم (17): رتب المجاري المائية بحوض واد الغربي



بلغ معامل شكل الحوض لواد الغربي القيمة 0.25 وبذلك فإن الحوض قريب من الشكل المثلثي نظراً لانخفاض قيمة معامل شكل الحوض، حيث يتغير عرض الحوض من منطقة المنابع وحتى منطقة المصب، وإن نسبة معامل الشكل تتناسب طردياً مع نسبة الاستطالة، فيؤثر شكل الحوض على كمية التدفق المائي وعلى طبيعة الجريان أيضاً، فتتخفف كمية التدفق المائي في الشكل الطولي مما يقلل من احتمالية حدوث الفيضانات .

وبلغت نسبة الاستدارة في حوض وادي الغربي 0.14 مما يعني أن الحوض بعيد عن الشكل الدائري المنتظم؛ لانخفاض قيمة الاستدارة، مما يؤثر ذلك على طول المجاري المائية وخطوط تقسيم المياه، وكذلك يعني عدم تعرض الحوض لفترة طويلة من الحت المائي، أي أنه مازال في مرحلة الشباب.

أما نسبة الاستطالة فتكون مرتفعة بالنسبة للأحواض الطويلة كما هو في حوض وادي الغربي، حيث بلغت نسبة الاستطالة 0.57 إضافة إلى ذلك فإن لنسبة الاستطالة دلالة على وعورة جوانب الوادي، وخاصة في الحوض الأعلى في المناطق الشمالية ، وتتوقف نسبة الاستطالة على الظروف المناخية والجيولوجية كما هو الحال في جميع الأحواض الانسيابية. وإذا ما تم تمثيل المستطيل النظري الذي يكافئ مساحة حوض واد الغربي فسيكون بطول 496.75 كم مضروب بعرض 24.71 كم.

### 3. الخصائص التضاريسية لحوض واد الغربي

تعد دراسة تضاريس الأحواض المائية ونسبة التضرس ذات أهمية في معرفة العلاقة المباشرة بين التضاريس والمتغيرات المتمثلة بعمليات الحت المائي، والدورة الحتية والعمليات التكتونية حيث يرتبط ذلك بنوع الصخر وخصائص السطح في هذه الأحواض.

الجدول رقم(27): الخصائص التضاريسية لحوض واد الغربي

التضرس الكلي للحوض	نسبة التضرس	قيمة الوعورة	التضاريس النسبية	معدل النسيج الطبوغرافي
1410 م	6.41	1.86	1.35	10.58

(المصدر : اعداد الطالب 2021)

بلغ التضرس الكلي لحوض واد الغربي القيمة 1410 م وبما أن أعلى نقطة في الحوض 1980م وأدنى نقطة 570 م فوق مستوى سطح البحر فإن نسبة التضرس تساوي 6.41 م/كم و تعد هذه النسبة مرتفعة وتعكس شدة تضرس الشبكة المائية و ارتفاع كثافة شبكة التصريف المائي.

كما بلغت قيمة التضاريس النسبية للحوض 1.35 وتعتبر قيمة منخفضة تدل على ضعف مقاومة الصخر ونشاط عوامل التعرية في الحوض. و كبر المساحة الحوضية مما يدل على نشاط عملية النحت والتراجع نحو المنابع وتآكل مناطق تقسيم المياه .

بلغت قيمة الوعورة في الحوض 1.86 وتعد هذه القيمة ضعيفة إذ يعد الحوض في بداية دورته الحثية ، و يعود ذلك إلى طبيعة صخور المنطقة وهي صخور قابلة للتعرية، من أهمها الصخور الكلسية الفتاتة ، والطينية والرملية. وهذه الصخور أكثر استجابة لعمليات التعرية المائية من غيرها من الصخور الكلسية الصلبة ذات التطبيق الجيد .

ويعتبر الانحدار أحد العوامل المؤثرة في تحديد كمية الجريان السطحي و سرعة الجريان وقيم التدفق وقد تم استخراج مختلف مقاييس الانحدار لحوض واد الغربي كما هو موضح في الجدول :

الجدول رقم(28): الانحدارات بحوض واد الغربي

متوسط الانحدار Im	مؤشر الانحدار العام Ig	الانحدار حسب روش Ip	فارق الارتفاع النوعي Ds
2.84 م/كم	2.38 م/كم	1.72	263.26 م

(المصدر : اعداد الطالب 2021)

بلغ متوسط الانحدار بحوض وادالغربي القيمة 2.84 م/كم ، أما مؤشر الانحدار العام فبلغ 2.38 فيمكن القول أن أراضي الحوض متوسطة الانحدار حسب هذه القيم ، وحسب روش يشير مدلول الانحدار لحوض واد الغربي الى القيمة 1.72 وتدل القيمة أن الحوض ينتمي إلي الأوساط ذات التضاريس القوية جدا ، أما قيمة فارق الارتفاع النوعي فقيمته محصورة بين (250 و 100) فالحوض حسب تصنيف OROSTOM ذو رتبة R5 وهو بذلك يتميز بتضاريس قريبة من المتوسطة.

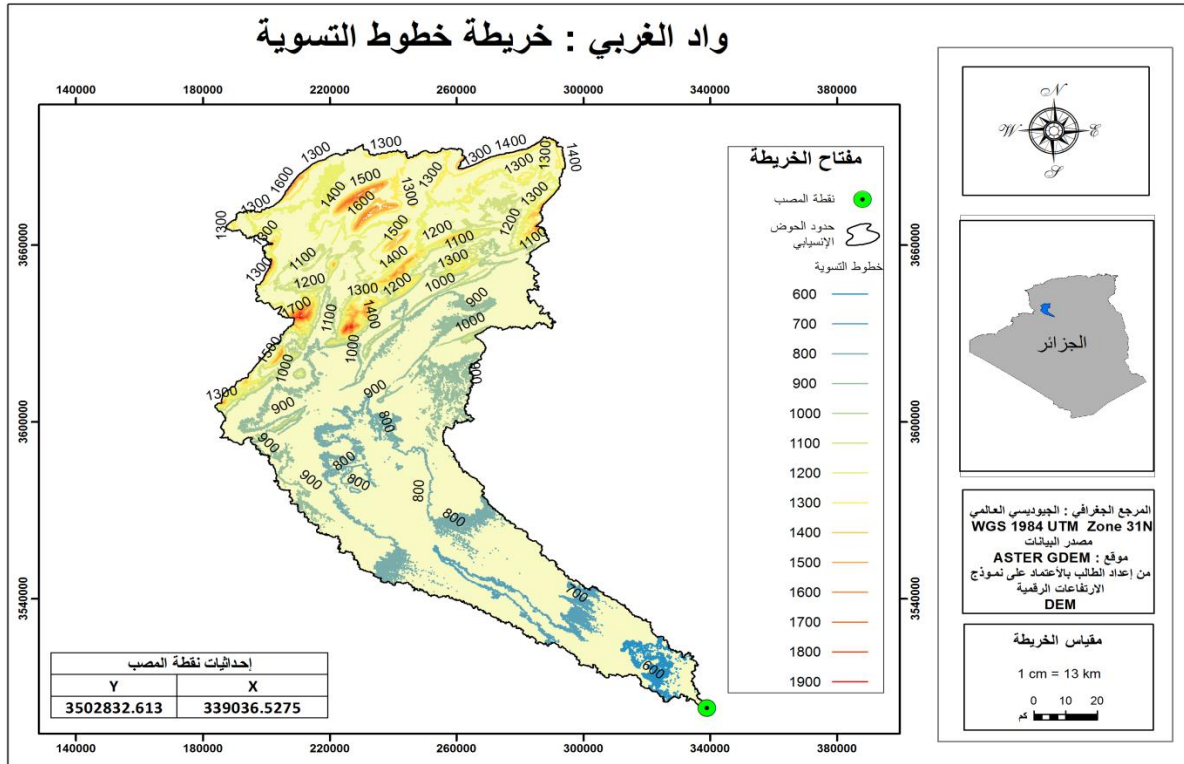
الجدول رقم(29): تحليل الارتفاعات ونسب المساحة المتراكمة لحوض واد الغربي

الفئة	أدنى ارتفاع (م)	أقصى ارتفاع (م)	مساحة فارق الارتفاع (كم <sup>2</sup> )	المساحة المتراكمة (كم <sup>2</sup> )	نسبة مساحة فارق الارتفاع	نسبة المساحة المتراكمة
1	570	742.37	1505.88	12273.10	%12.28	%100.00
2	742.79	914.96	5024.25	7248.85	%40.97	%87.72
3	915.06	1087.37	1965.88	5282.97	%16.03	4%6.75
4	1087.51	1260	2758.16	2524.80	%22.49	%30.72
5	1260.039	1432.16	788.047	1736.76	%6.43	%8.23
6	1432.53	1603.98	169.47	1567.28	%1.38	%1.80
7	1605.245	1770	42.97	1524.31	%0.35	%0.42
8	1784.19	1950	8.47	1515.84	%0.07	%0.07

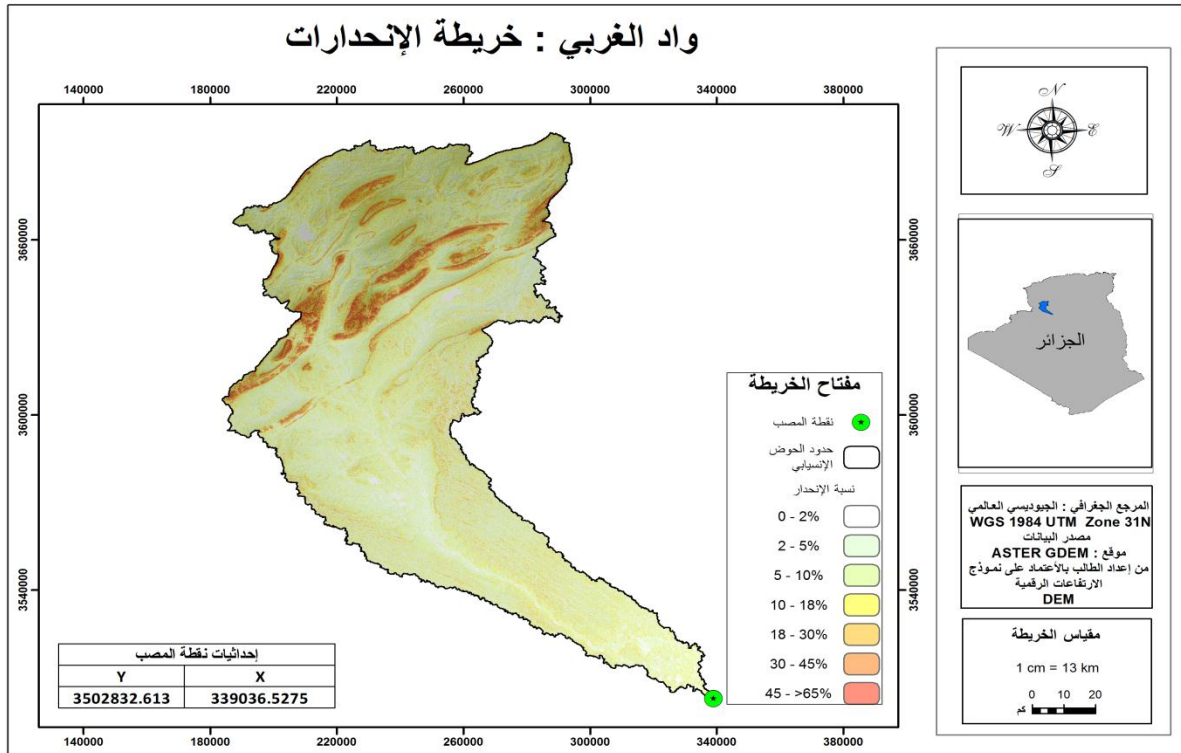
(المصدر : اعداد الطالب 2021)

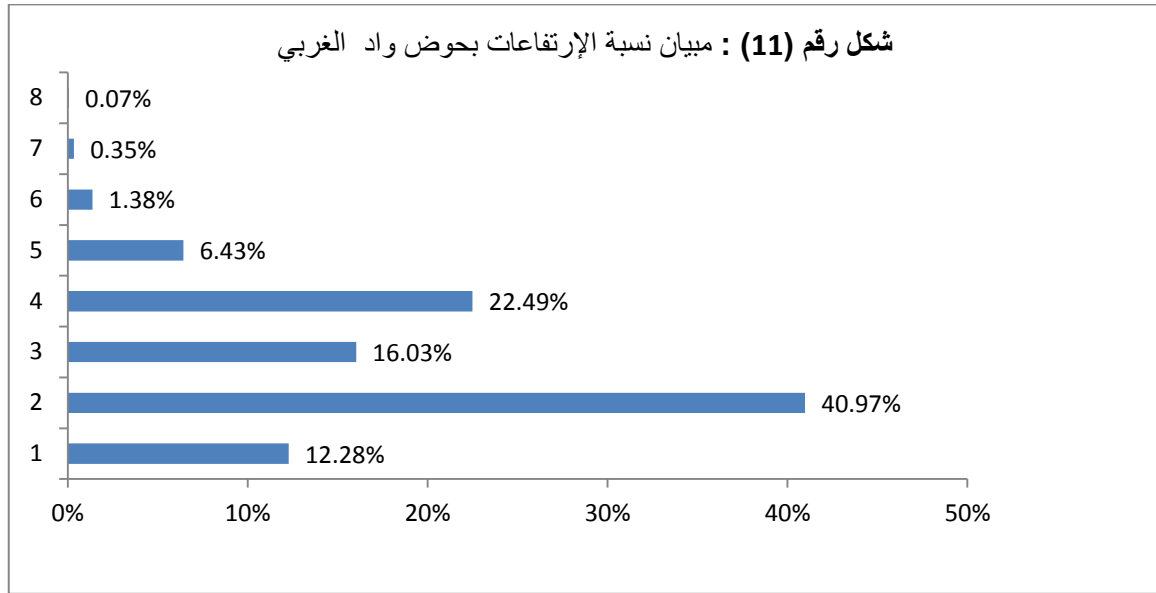


خريطة رقم (18): خطوط التسوية بحوض واد الغربي



خريطة رقم (19): الانحدارات بحوض واد الغربي





(المصدر : اعداد الطالب 2021)

#### 4. الخصائص الخطية لشبكة التصريف لحوض واد الغربي

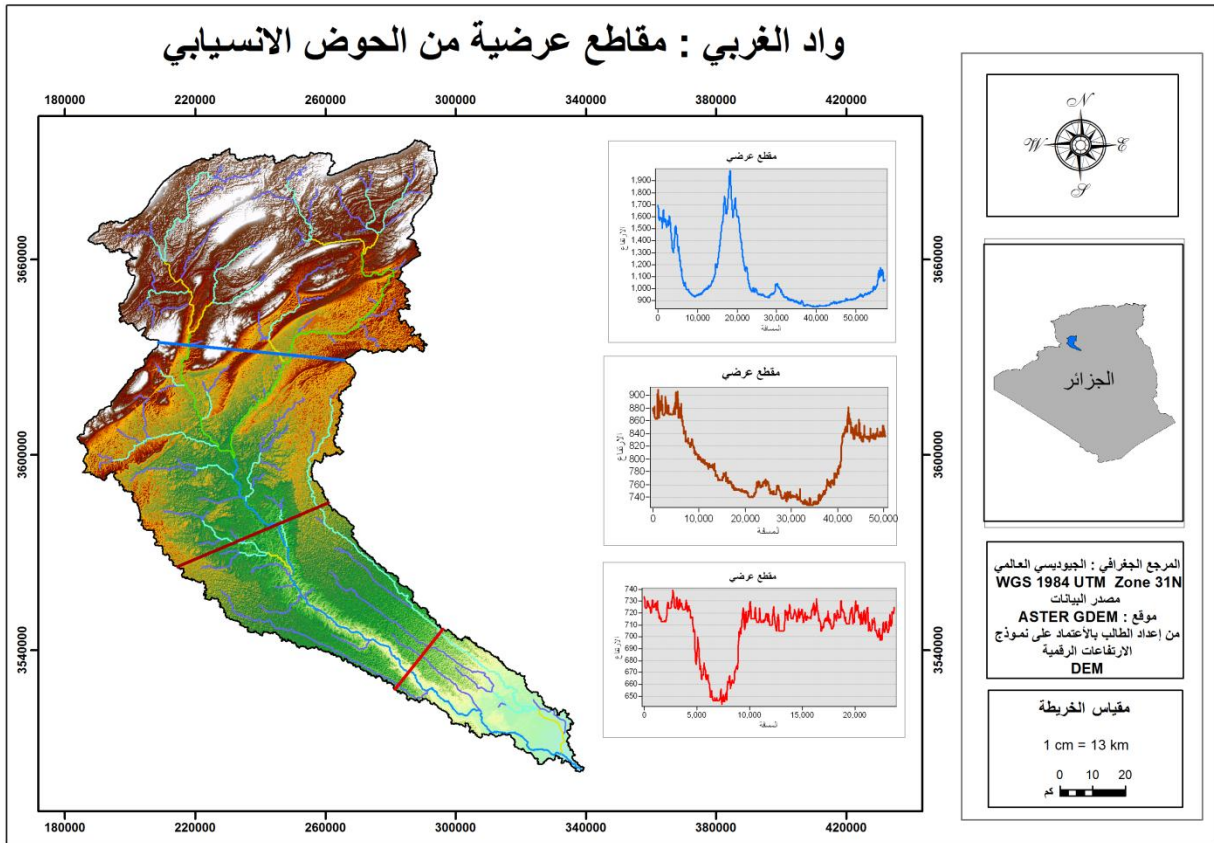
لقد تم اعتماد طريقة ستريلر في حساب الرتب والتي تنص على أن المسيلات المائبة ، والجداول الصغيرة التي لا تصب فيها مسيلات ، أو وديان أخرى تنتمي إلى المرتبة الأولى . وعند التقاء مجرى مائي من المرتبة الأولى مع مجرى آخر من المرتبة نفسها يشكلان مجرى مائي من المرتبة الثانية . وعند التقاء وديان المرتبة الثانية يشكلان مجرى مائي من المرتبة الثالثة ، وهكذا حتى تصل إلى المصب الرئيس للواد أو النهر وكانت النتائج كما هو مبين في الجدول :

الجدول رقم(30): تحليل شبكة المجاري المائبة بحوض واد الغربي

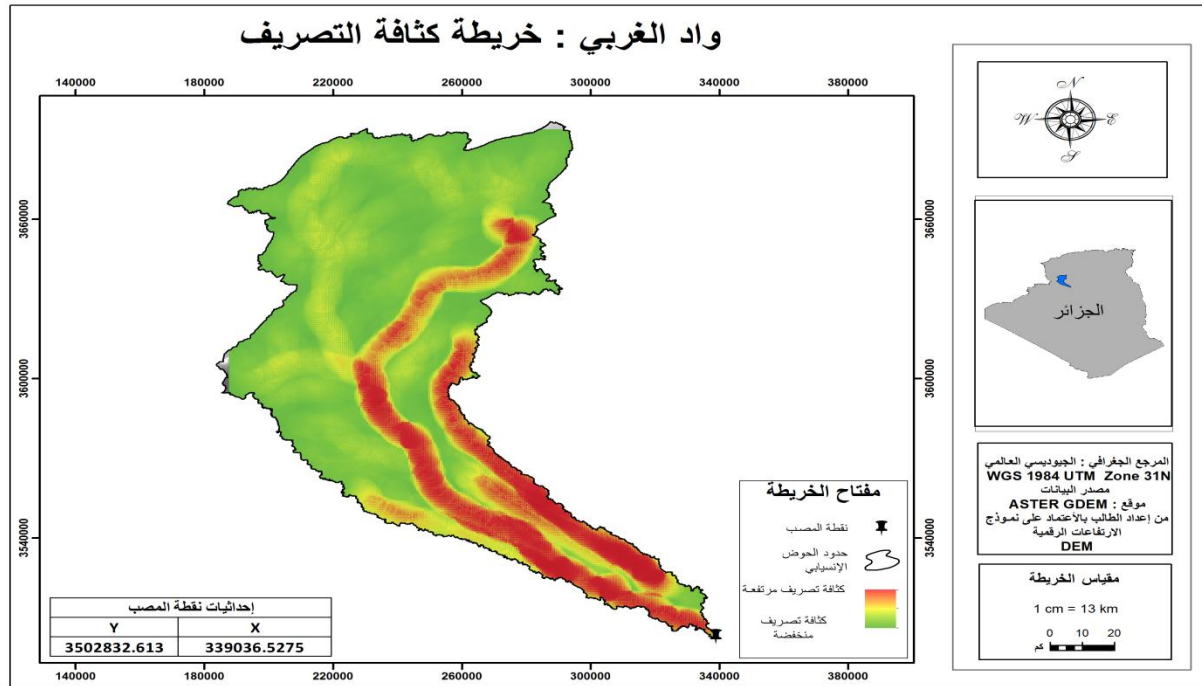
الرتبة	عدد المجاري في الرتبة	مجموع أطوال المجاري في الرتبة	نسبة التشعب Rc	معدل أطوال المجاري النهرية	نسبة التشعب الطولي RL
1	8227	8057.28	3.80	0.98	/
2	2166	4052.30	4.36	1.87	0.50
3	497	1997.03	4.73	4.02	0.49
4	105	1043.86	4.77	9.94	0.52
5	22	553.30	2.44	25.15	0.53
6	9	121.35	4.50	13.48	0.22
7	2	181.74	2.00	90.87	1.50
8	1	187.59	/	187.59	1.03
مجموع	11029	16194.45	معدل طول المجري الكلي	1.47	/
نسبة التشعب الكلي للحوض					0.47

(المصدر : اعداد الطالب 2021)

خريطة رقم (20): مقاطع عرضية بحوض واد الغربي



خريطة رقم (21): كثافة التصريف بحوض واد الغربي



من تحليل نتائج الرتب في حوض واد الغربي نجد أن الحوض يصنف على انه حوض من الرتبة الثامنة ، وتتكون شبكة تصريفه من 11029 مجرى ، وقد تم تطبيق المعادلات الرياضية لاستخراج الخصائص الخطية لشبكة التصريف فوجد أن :

الجدول رقم(31): الخصائص الخطية لشبكة التصريف لحوض واد الغربي

كثافة التصريف	نسبة التشعب	معدل أطوال المجاري	تكرارية المجاري	معامل التعرج الطبوغرافي
1.32	3.33	1.47	0.90	1.30

(المصدر : اعداد الطالب 2021)

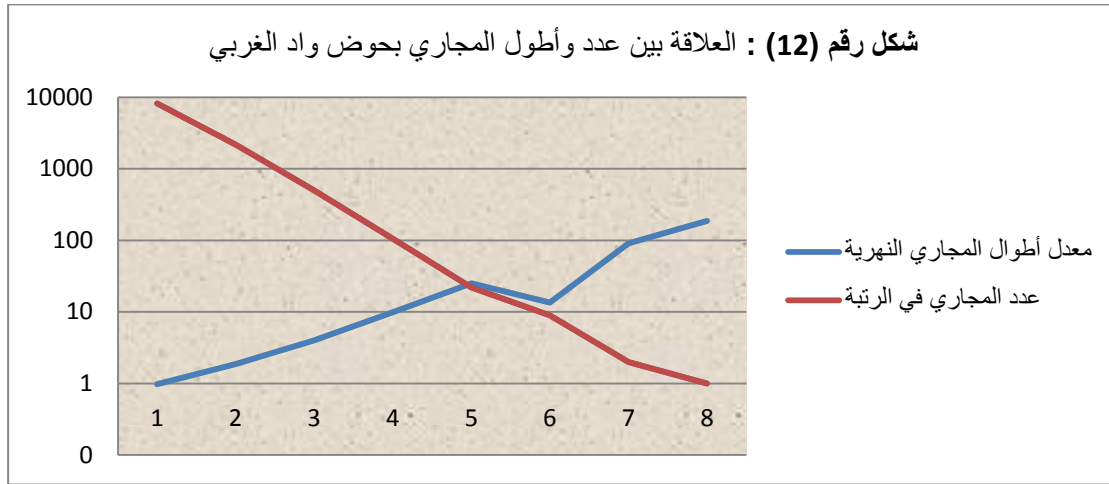
الكثافة التصريفية لحوض وادي الغربي هي 1.32 وتعتبر هذه القيمة منخفضة جدا حسب تصنيف (1964) Strahler وهي نسبة منخفضة فالحوض يتميز بكثافة تصريف عالية لذلك فإنه يوجد احتمال حدوث فيضان.

بلغت نسبة التشعب للحوض القيمة 3.33 ، اذ تعد نسبة التشعب من الخصائص المهمة لشبكة الصرف كونها احد العوامل المتحكممة بمعدل التصريف المائي للأودية ، حيث انه كلما قلت نسبة التشعب ارتفعت مؤشرات ودلالات حدوث الفيضان ، وإن انخفاض هذه النسبة في الحوض دليل على ارتفاع مؤشرات و دلالات حدوث الفيضان فيه، إضافة إلى ذلك أن ارتفاع او انخفاض هذه النسبة دليل على عدم تماثل الحوض جيولوجيا ومناخيا.

أما مجموع أطوال مجاري الشبكة المائية في حوض وادي الغربي فهو 16194.45 كم، وتتباين أطوالها حسب المراتب كما مبين بالجدول ، فوجد أن مجموع أطوال المجاري في المرتبة الأولى نحو 8057.28 كم، أي بنسبة 49.75 % من مجموع أطوال الشبكة المائية في الحوض، في حين يصل مجموع أطوال مجاري الشبكة المائية في المرتبة الثامنة نحو 187.59 كم وبنسبة 1.15 % .

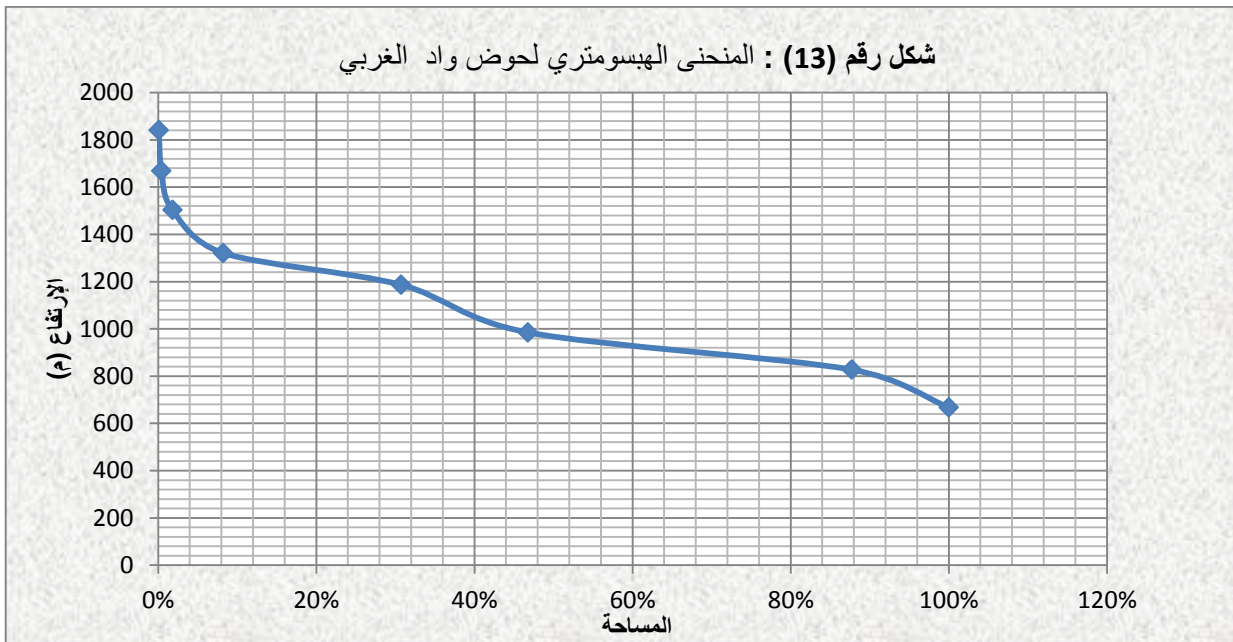
أما نسبة تكرارية المجاري فقد بلغت القيمة لحوض وادي الغربي 0.89 مجرى/كم ، وتعد هذه القيمة تتسم بانخفاض تكرارية المجاري وهي ضمن المجال ما بين (0.1-1) مجرى/كم الذي يميز أحواض المناطق الجافة كما يعكس مدى كبر مساحة حوض واد الغربي رغم ارتفاع عدد المجاري به .

أما معامل التعرج الطبوغرافي لحوض وادي الغربي فبلغ القيمة 1.30 كما هو مبين في جدول وبناءً على تصنيف شوم Schamm فان حوض وادي الغربي يصنف بأنه ذو مجاري انتقالية التي يبلغ مؤشر تعرجها 1.2 أي انه سينتقل إلى المجاري المنتظمة والتي يبلغ مؤشر تعرجها 1.5 والسبب في قلة تعرج مجاري الحوض يعود الى الإنحدار الشديد داخل حدود الحوض.



(المصدر : اعداد الطالب 2021)

### 5. التحليل الهيسومتري لحوض واد الغربي



(المصدر : اعداد الطالب 2021)

يمثل المنحنى الهيسومتري مقياساً زمنياً يعبر عن المرحلة الحتية التي تمر بها الأحواض المائية، إضافة إلى أنه يشير لكمية المواد الصخرية التي لا تزال تنتظر دورها في العملية الحتية ، ويمثل الارتفاع النسبي النسبة بين ارتفاع أي خط كنتور في الحوض إلى أقصى ارتفاع في الحوض، والمساحة النسبية تمثل المساحة المحصورة بين أي خط كنتور ومحيط الحوض إلى المساحة الكلية لنفس الحوض. (شذا الرواشدة، وآخرون ، 2017) ، ومن خلال الشكل البياني الذي يمثل المنحنى الهيسومتري لواد الغربي نجد شكل المنحنى يتخذ الشكل المقعرة في المناسيب العليا و يميل الى المحدب في المناسيب الدنيا ويرجع ذلك إلى سيادة عمليات النحت والتخفيض في الأجزاء العليا؛ حيث تكثر عدد مجاري الشبكة، وترتفع كثافتها التصريفية وتكرارية المجاري بها، بينما يحدث العكس في الأجزاء الدنيا، وتكون الحالة وسط في

الأجزاء الوسطى من الأحواض. ويكون واضحا عند مقارنة خريطة الشبكة الهيدروغرافية وكثافة التصريف وخريطة خطوط التسوية.

كما تم اعتماد نفس النتائج لاستخراج الارتفاعات H5% و H95% فكانت القيم :

H5% = (م)1858.91 •

H95% = (م)678.45 •

## 6. بعض المتغيرات الهيدرولوجية لحوض واد الغربي

### 1.6. زمن التركيز

يمثل زمن التركيز المدة اللازمة لوصول الهطل على الحوض الإنسيابي لتصل إلى مخرج الحوض بافتراض أن العاصفة التي تؤثر على الوادي تسقط بشكل منتظم واستمرارية المطر المؤثر كافية ، فقد تم حساب زمن التركيز لحوض واد الغربي حسب معادلات زمن التركيز الأشهر استعمالا وكانت النتائج كما يلي:

ومن خلال نتائج معادلة زمن التركيز على حوض وادي الغربي فقد بلغ زمن التركيز بين

الجدول رقم(32): تقدير زمن التركيز Tc لحوض واد الغربي

معادلة Kirpich	معادلة l'USTHB-IGC	معادلة Turazza ومعادلة Giondootti
14.31 سا	104.80 سا	34.45 سا

(المصدر : اعداد الطالب 2021)

14.31 سا و 34.75 سا وهي نسب عالية تدل على الشكل الطويل للحوض، وبالتالي فان احتمال خطر فيضان في حوض وادي واد الغربي ضعيف لطول فترة زمن التركيز.

### 2.6. معاملات الجريان السطحي بحوض واد الغربي

ويشير الجريان السطحي إلى كل المياه التي تجري على سطح الأرض أو التي تتدفق في الجداول والقنوات و الأنهار، ويحدث عندما تتجاوز شدة المطر قدرة المجاري على استيعابه حيث تتركز كميات كبيرة من المياه في المجاري أو في جزء منها وتصبح سرعة جريان المياه عالية مما قد يسبب حدوث الفيضانات، ولحساب قيم التدفق في منطقة الحوض الانسيابي لواد الغربي تم حساب بعض العوامل المؤثرة علي كمية الجريان السطحي وكانت النتائج كما يلي :

الجدول رقم(33): معاملات الجريان السطحي بحوض واد الغربي

معامل الفيضان	معامل فقد Ka	سرعة الجريان V (م/ثا)	معامل الجريان السطحي Kr
10855.59	0.63	1.51	19.09

(المصدر : اعداد الطالب 2021)

### 3.6. تقدير قيم التدفق ( $Q_{max}$ و $Q_{moy}$ ) / $m^3$ وأحجام المياه $V$ (م<sup>3</sup>) بحوض واد الغربي

بعد حساب مختلف المعاملات الفاعلة في الجريان السطحي تم تقدير قمة التدفق باستخدام

المعادلات التجريبية لتقدير قيم التدفق عند مصب حوض الغربي وكانت النتائج حسب الجدول :

الجدول رقم(34): تقدير قيم التدفق ( $Q_{max}$  و  $Q_{moy}$ ) / $m^3$  وأحجام المياه  $V$  (م<sup>3</sup>) بحوض واد الغربي

1000	500	100	50	20	10	5	2	فترة العودة (سنة)
3230.51	2964.15	2344.60	2076.49	1718.71	1442.30	1154.14	718.91	Qmax Turraza
7717.79	6464.42	3765.22	2709.04					Qmax Mallet et Gautier
		2481.73			1335.66			Qmax Myer
		1700.51			1183.22			Qmax Rodier - Auvray و ORSTOM
3173.31	2911.67	2303.08	2039.72	1688.27	1416.76	1133.70	706.18	Qmax Sokolovsky
758.40	695.87	550.42	487.48	403.49	338.60	270.95	168.77	Qmoy Turraza
1811.84	1517.6	883.93	635.98					Qmoy Mallet et Gautier
		582.61			313.56			Qmoy Myer
		399.21			277.78			Qmoy Rodier - Auvray و ORSTOM
744.97	683.55	540.68	478.85	396.34	332.60	266.15	165.78	Qmoy Sokolovsky
187.31	171.87	135.95	120.40	99.65	83.63	66.92	41.68	V Turraza
447.49	374.82	218.32	157.08					V Mallet et Gautier
		143.90			77.44			V Myer
		98.59			68.60			V Rodier - Auvray و ORSTOM
184.0	168.83	133.54	118.27	97.89	82.15	65.74	40.95	V Sokolovsky

(المصدر : اعداد الطالب 2021)

توضح نتائج تطبيق المعادلات الهيدرولوجية لقيم التدفقات وأحجام المياه بنطاق حوض واد

الغربي حسب مختلف فترات الرجوع تقارب في قيم التدفق والاحجام خاصة طرق Sokolovsky و

Turraza كونها مرتبطة بالخصائص الأخرى للفيضان المقدر ( $Kr$  ،  $Tc$  ،  $Tb$ ). ، والتي يمكنها تقدير

التصريف لأي تردد. فنجد قيم  $Q_{max100}$  الناتجة عن تراكم قيم  $Q_{max100}$  حسب معادلة Turraza لكل

الوحدات المناسبة لفترات التردد 2 ، 10 ، 100 سنة تأخذ القيم التالية 718.91 م<sup>3</sup>/ثا ، 1442.30

م<sup>3</sup>/ثا ، 2344.60 م<sup>3</sup>/ثا ، 1428.96 م<sup>3</sup>/ثا. والملاحظ أن هذه القيم تتغير بحصص مختلفة باختلاف

فترات التردد مع مختلف المعادلات . و تتزايد مع تزايد فترة التردد ( $F$ ) بنسبة فارق بين المعادلتين يقدر بـ

1.77% .

#### 4.6. بناء الهيدروغراف لحوض واد الغربي

يمثل شكل الهيدروغراف تغيرات التدفق عبر المجرى المائي بدلالة الزمن،، ويقسم إلى : منحني التركيز، القمة، فمنحنى التلاشي و منحني التّجفيف ، وانطلاقاً من القياسات التي أجريت على حوض واد الغربي تم حساب المتغيرات اللازمة لتصميم الهيدروغراف وكانت النتائج كما يلي :

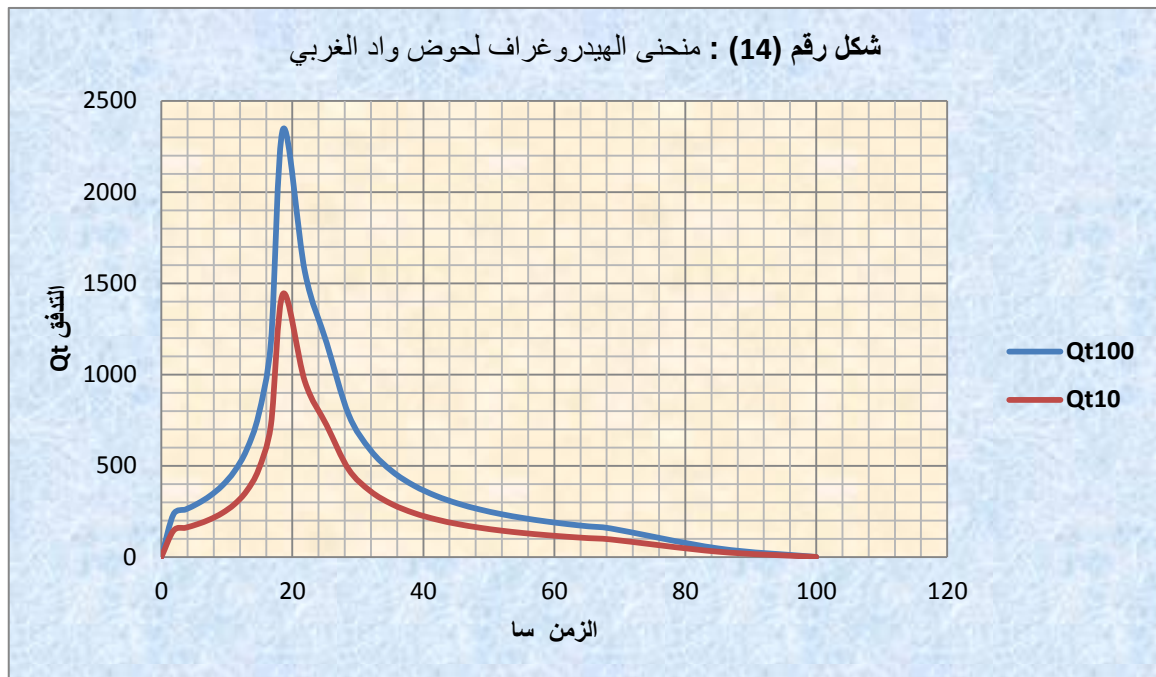
الجدول رقم(35): بناء الهيدروغراف لحوض واد الغربي

معامل الذروة $\alpha$	زمن الصعود Tm (سا)	زمن الاساس Tb (سا)	زمن الهبوط (سا)
4.26	18.58	68.61	50.03

(المصدر : اعداد الطالب 2021)

حيث وجد أن زمن الصعود لبلوغ قمة التدفق بحوض واد الغربي ستكون 18.58 سا ضمن زمن

أساس Tb لمدة تدفق مدتها 68.61 سا مع معامل ذروة  $\alpha$  يساوي 4.26

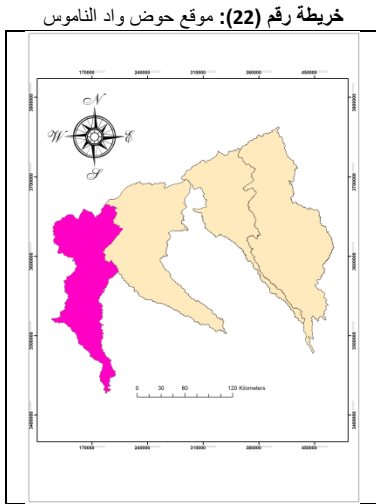


(المصدر : اعداد الطالب 2021)

فمن خلال تحليل شكل هيدروغراف الجريان لحوض واد الغربي الموضح أعلاه. نجد أن طور الفيضان يبدأ بالتصاعد خلال زمن الأساس حتي يبلغ التدفق الأقصى  $Qt_{10}=1442.30m^3/s$  و  $Qt_{100}=2344.60m^3/s$  ويتلاشى خلال زمن الهبوط و تُظهر الرسوم البيانية أن وقت الارتفاع أقل من وقت الهبوط ، و أن نصف حجم الفيضان (أي من 22 إلى 36 مليون متر مكعب من الفيضان) يمر خلال المصب في أول 18 ساعة ويستغرق مرور الجزء الباقي من الحجم 42 ساعة المتبقية من زمن الأساس Tb.



• رابعا : الحوض الانسيابي لواد الناموس



(المصدر : اعداد الطالب 2021)

يقع الحوض الانسيابي لواد الناموس في الجزء الغربي من شمال الصحراء الجزائرية بين دائرتي عرض 30° 55' و 33° 5' و 17.37" شمالا ، وخطي طول 0° 7' 15.32" و 1° 3' 14.71" غربا كما مبين بالشكل و تبدأ منابعه من مرتفعات جبال الاطلس الصحراوي و تتجه نحو الجنوب حتى تنتهي عند حدود العرق الغربي الكبير . و يتصف سطح الحوض الانسيابي بالانحدار التدريجي من الشمال إلى الجنوب.

1. الخصائص المساحية لحوض واد الناموس

يعد حوض واد الناموس من الأحواض الكبيرة في منطقة الدراسة فبعد حساب مساحة الحوض من خلال البرنامج Arc Map وجد أن مساحته تبلغ 9985.38 كم<sup>2</sup> كما هو مبين بجدول الخصائص المساحية وهو بذلك يحتل المرتبة الثالثة مساحيا في منطقة الدراسة.

الجدول رقم(36): الخصائص المساحية لحوض واد الناموس

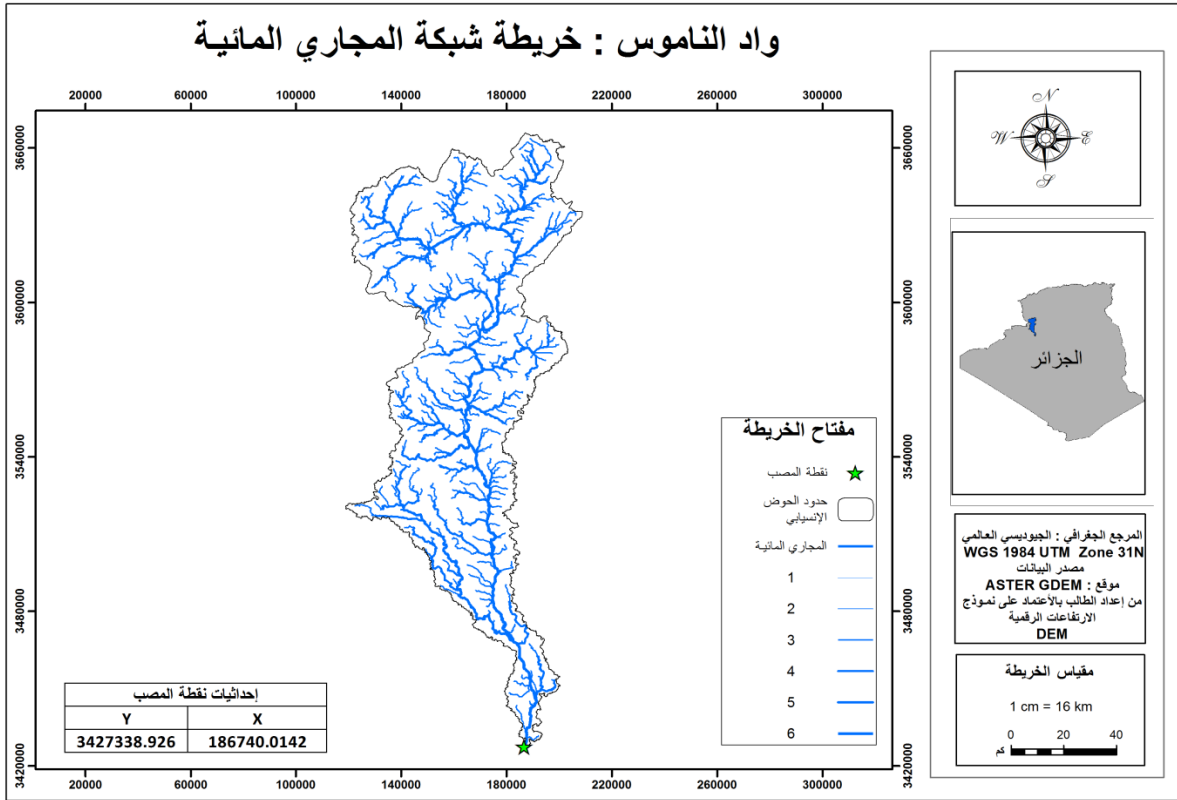
مساحة الحوض	طول الحوض	محيط الحوض	عرض الحوض
9985.38 كم <sup>2</sup>	234.14 كم	1109.94 كم	42.65 كم

(المصدر : اعداد الطالب 2021)

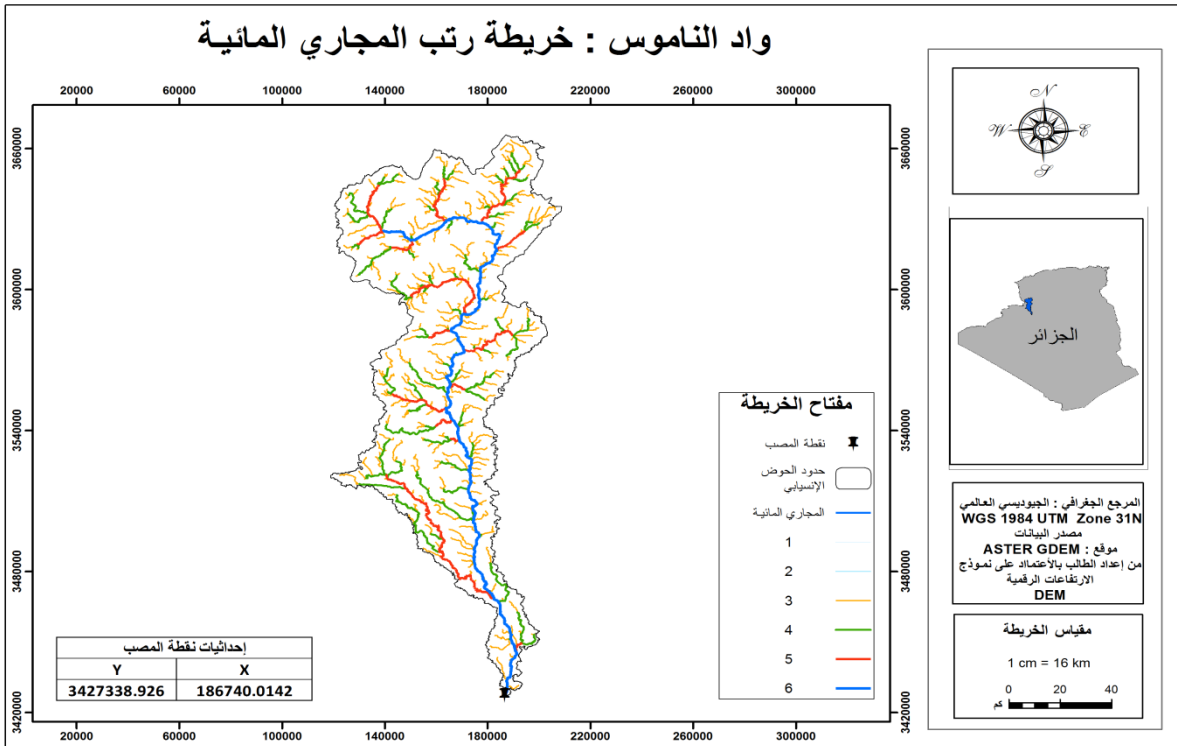
أما طول الحوض الذي يمثل المسافة الخطية الفاصلة ما بين المنبع والمصب فبعد قياسه مباشرة من أداة القياس Measurements في البرنامج Arc Map كان حوالي 234.14 كم. كما تم قياس المحيط بناء على نموذج الارتفاعات الرقمية DEM من خلال نفس البرنامج فوجد أن محيط حوض وادي الناموس يبلغ 1109.93 كم.

أما بخصوص عرض فقد تم استخدام معادلة قسمة مساحة الحوض على طول الحوض ، وقد بلغ متوسط عرض حوض واد الناموس 42.65 كم ، وهكذا نجد أن عرض الحوض صغير مقارنة بطوله حيث تبلغ نسبة الطول إلى العرض 5.4 وهذا يعني استطالة الحوض وبالتالي فإن قمة التصريف المائي أو حالة الفيضان تتأخر في وصولها إلى بيئة المصب بشكل ملحوظ بسبب طول المسافة وتناقص التصريف المائي بسبب التبخر والتسرب.

خريطة رقم (22): المجاري المائية بحوض واد الناموس



خريطة رقم (23): رتب المجاري المائية بحوض واد الناموس



## 2. الخصائص الشكلية لحوض واد الناموس

تعد دراسة الخصائص الشكلية مقياساً مهماً يشير إلى مدى تناسب الشكل العام للحوض كما يعكس شكل الحوض مراحل التطور الجيومورفولوجية التي مر بها الحوض وصاغت صورته الحالية ، فبعد تطبيق المعدلات الرياضية لخصائص الشكل على النتائج المتحصل عليها من خلال برامج Arc Gis لواد الناموس وجد أن :

الجدول رقم(37): الخصائص الشكلية لحوض واد الناموس

المستطيل المكافئ		نسبة الاستطالة	نسبة الاستدارة	معامل الشكل
العرض ا	الطول L			
18.62 كم	536.35 كم	0.48	0.10	3.11

(المصدر : اعداد الطالب 2021)

معامل الشكل يمثل القيمة 3.11 وتشير هذه القيمة إلى عدم التناسق وأن الحوض غير منتظم الشكل واقترب شكل الحوض من شكل شبه المثلث .  
أما نسبة الاستدارة في الحوض فتمثل القيمة 0.10 وتبتعد هذه القيمة تقريباً عن القيمة المطلقة لـ 1 التي تعني الاستدارة التامة، وهذا يدل على ابتعاد شكل الحوض عن الشكل الدائري واقتربه من الشكل المستطيل مما يؤثر في بطء وصول المياه إلى المجرى الرئيسي. كما أن معامل الاستطالة الذي يعبر عن مدى امتداد الحوض مقارنة مع الشكل المستطيل فبلغت قيمة المعامل 0.48 مما يبين أن الحوض تقريباً متوسط القيمة يميل إلى الاستطالة. وإذا ما تم تمثيل المساحة التي يغطيها المستطيل المكافئ للحوض فسيكون بالطول 536.35 كم مضروب بعرض 18.62 كم .

## 3. الخصائص التضاريسية لحوض واد الناموس

تتمثل أهمية دراسة تضاريس الحوض في كونها انعكاساً لزيادة فعالية ونشاط عمليات التعرية وأثرها في تشكيل سطح الأرض داخل حدود الحوض، كما يعد كذلك انعكاساً لأثر أنواع الصخور وخصائصها البنيوية. ويبين الجدول التالي بعض من المتغيرات التضاريسية لحوض واد الناموس:

الجدول رقم(38): الخصائص التضاريسية لحوض واد الناموس

التضرس الكلي للحوض	نسبة التضرس	قيمة الوعورة	التضاريس النسبية	معدل النسيج الطبوغرافي
1620 م	6.92	2.11	1.46	8.02

(المصدر : اعداد الطالب 2021)

بلغ أقصى ارتفاع في حوض حوض واد الناموس 2173 م فوق سطح البحر لأعلى قيمة منسوب ارتفاع على خط تقسيم المياه وتقع هذه النقطة في الطرف الشمالي الشرقي من الحوض ، وتمثل قيمة 600م أدنى منسوب لنقطة في الحوض ، وتم استخراج هذه القيم مباشرة من نموذج الارتفاعات الرقمية DEM لمنطقة الحوض و خريطة خطوط التسوية باستخدام البرنامج Arc Map.

يمثل التضرس الكلي للحوض الفارق الرأسى بين أعلى نقطة وأدناها ، فقد بلغت في حوض وادي الناموس 1620م ، كما يعد معامل نسبة التضرس معيارا مهماً لمعرفة الطبيعة الطبوغرافية للمنطقة وتمثل نسبة التضرس في حوض واد الناموس نسبة 6.91 م/كم كما هو مبين بالجدول ، إذ تشير هذه القيمة المرتفعة إلى التضرس الشديد لسطح الحوض، وبالتالي تأخر الحوض في دورته التحاتية و نشاط عملية الحت به.

وأما التضاريس النسبية التي تبين العلاقة بين قيمة التضرس و محيط الحوض قد بلغت في حوض وادي الناموس النسبة 1.46 م/كم وتعتبر هذه القيمة منخفضة تدل على ضعف مقاومة الصخر ونشاط عوامل التعرية في الحوض.

كما تبين قيمة الوعورة مدى تضرس الحوض و مدى انحدار المجرى المائي به ، و بتطبيق معادلة قيمة الوعورة وجد أن قيمة الوعورة في حوض واد الناموس تبلغ 2.10 وهي قيمة مرتفعة تدل على وعورة الحوض وأنه يجري في منطقة شديدة التضرس ، كما تدل على أن الحوض ما زال يقوم بدورته الحتية لإكمال دورته، وزيادة أطوال مجاريه على حساب مساحته.

ويساهم الانحدار في تحديد كمية ونوع الجريان السطحي و سرعته وكذا قيم التدفق وقد تم استخراج مختلف مقاييس الانحدار لحوض واد الناموس كما هو موضح في الجدول :

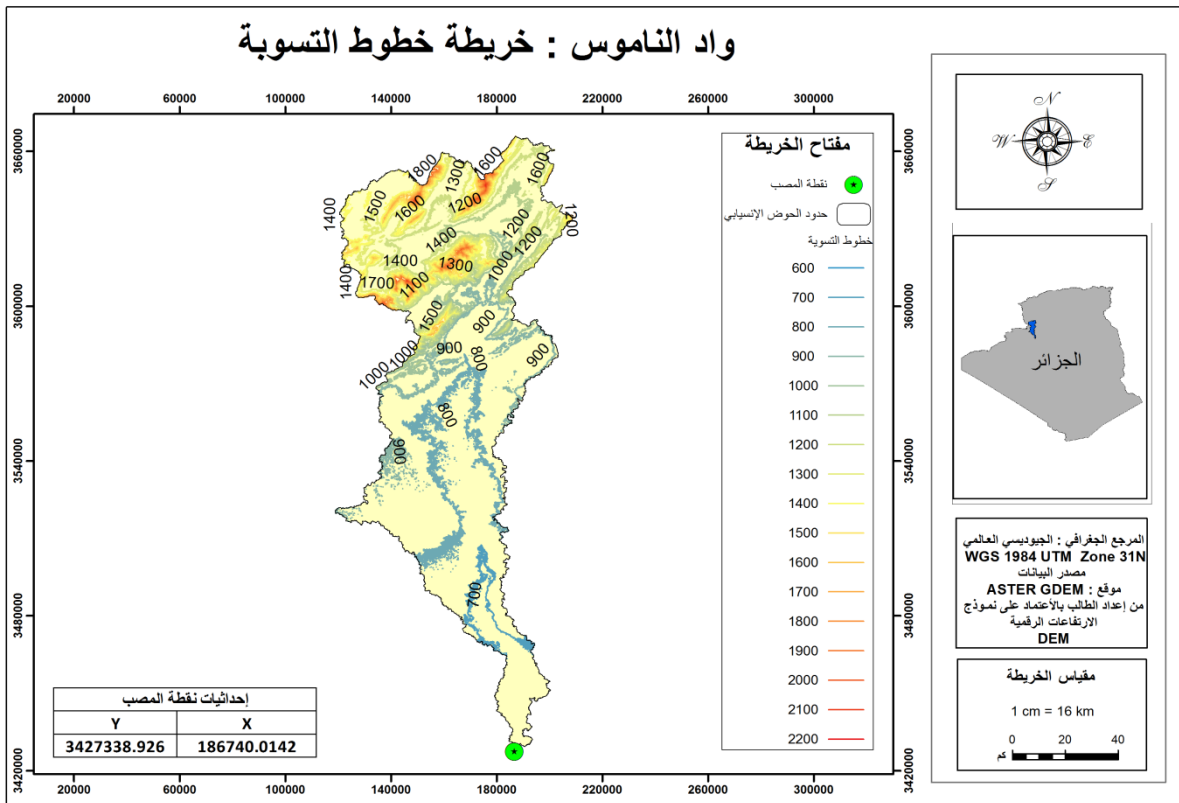
الجدول رقم(39): الانحدارات بحوض واد الناموس

متوسط الانحدار Im	مؤشر الانحدار العام Ig	الانحدار حسب روش Ip	فارق الارتفاع النوعي Ds
3.02 م/كم	2.45 م/كم	1.75	245.15 م

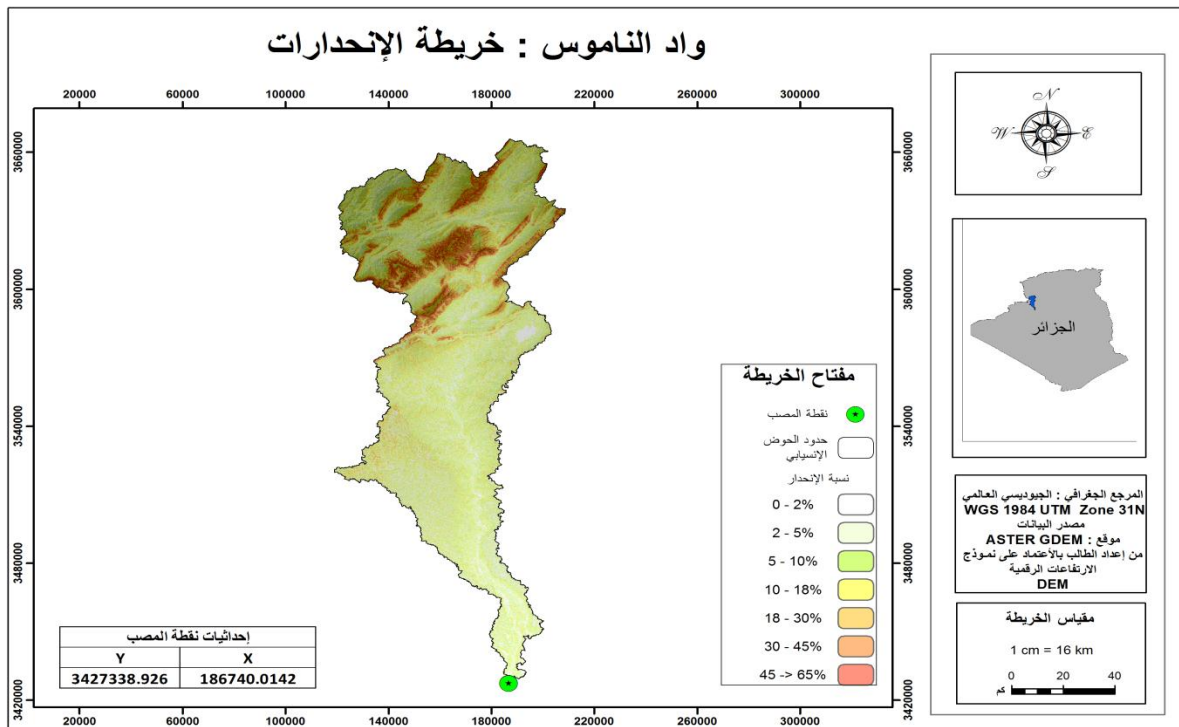
(المصدر : اعداد الطالب 2021)

بلغ متوسط الانحدار بحوض واد الناموس القيمة 3.02 م/كم ، أما مؤشر الانحدار العام فبلغ 2.45 فيمكن القول أن أراضي الحوض متوسطة الانحدار حسب هذه القيم ، وحسب روش يشير مدلول الانحدار لحوض واد الناموس الى القيمة 1.75 وتدل القيمة أن الحوض ينتمي إلي الأوساط ذات التضاريس القوية جدا ، أما قيمة فارق الارتفاع النوعي فقيمتها محصورة بين (250 و 100) فالحوض حسب تصنيف OROSTOM ذو رتبة R5 وهو بذلك يتميز بتضاريس قريبة من المتوسطة.

خريطة رقم (24): خطوط التسوية بحوض واد الناموس



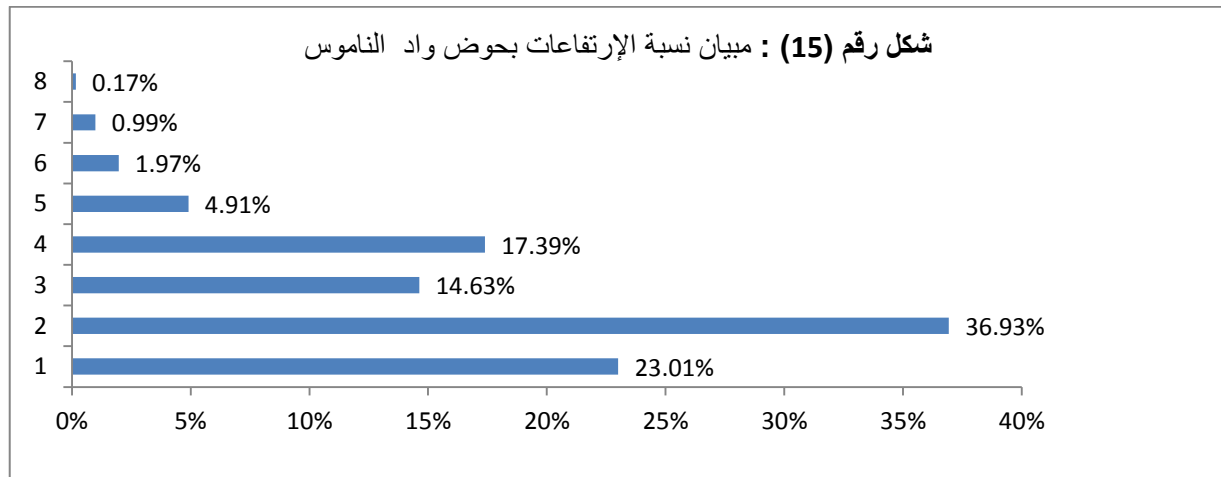
خريطة رقم (25): الانحدارات بحوض واد الناموس



الجدول رقم(40): تحليل الارتفاعات ونسب المساحة المتراكمة لحوض واد الناموس

الفئة	أدنى ارتفاع (م)	أقصى ارتفاع (م)	مساحة فارق الإرتفاع (كم <sup>2</sup> )	المساحة المتراكمة (كم <sup>2</sup> )	نسبة مساحة فارق الإرتفاع	نسبة المساحة المتراكمة
1	600	796.39	2299.64	9985.38	%23.01	%100.00
2	796.70	992.81	3691.17	6294.21	%36.93	%76.99
3	993.74	1189.68	1462.16	4832.05	%14.63	%40.06
4	1190.04	1386.49	1738.26	3093.79	%17.39	%25.43
5	1386.92	1580.64	490.75	2603.04	%4.91	%8.04
6	1583.28	1778.83	197.22	2405.83	%1.97	%3.13
7	1779.96	1976.22	99.07	2306.76	%0.99	%1.16
8	1977.78	2173.24	16.51	2290.25	%0.17	%0.17

(المصدر : اعداد الطالب 2021)



(المصدر : اعداد الطالب 2021)

#### 4. الخصائص الخطية لشبكة التصريف لحوض واد الناموس

انطلاقا من تحليل نتائج الرتب في حوض واد الناموس نجد أن الحوض يصنف على انه حوض من الرتبة السادسة ، وتتكون شبكة تصريفه من 8907 مجرى ، وقد تم تطبيق المعادلات الرياضية لاستخراج الخصائص الخطية لشبكة التصريف فوجد أن الكثافة التصريفية للحوض هي 1.3 وتعتبر هذه القيمة منخفضة جدا حسب تصنيف (Strahler 1964) فالحوض يتميز بكثافة تصريف عالية.

الجدول رقم(41): الخصائص الخطية لشبكة التصريف لحوض واد الناموس

كثافة التصريف	نسبة التشعب	معدل أطوال المجاري	تكرارية المجاري	معامل التعرج الطبوغرافي
1.30	5.72	1.46	0.89	1.61

(المصدر : اعداد الطالب 2021)

و بتطبيق معادلة نسبة التشعب على المعطيات المستخرجة كانت نسبة التشعب لرتب المجاري الستة في الحوض الانسيابي لواد الناموس تتراوح بين 3.8 و 16 كما مبين بالجدول ، أما معدل نسبة التشعب فكانت بقيمة 5.72 وهي نسبة قريبة من الحد الأعلى لنسبة التشعب التي حددها ستالرر، Starhler مما يدل على شدة تقطع الحوض وكثرة المجاري وبالتالي ضعف احتمالية خطر للفيضان لزيادة نسبة التشعب وعليه فان مياه الأمطار الساقطة ستتجمع في مجاري كثيرة وستصل إلى مصب الحوض مشتتة وضعيفة. أما عدد المجاري وأطولها للحوض الانسيابي لود الناموس فتم استخراجها وكانت النتائج كما هو مبين في الجدول:

الجدول رقم(42): تحليل شبكة المجاري المائية بحوض واد الناموس

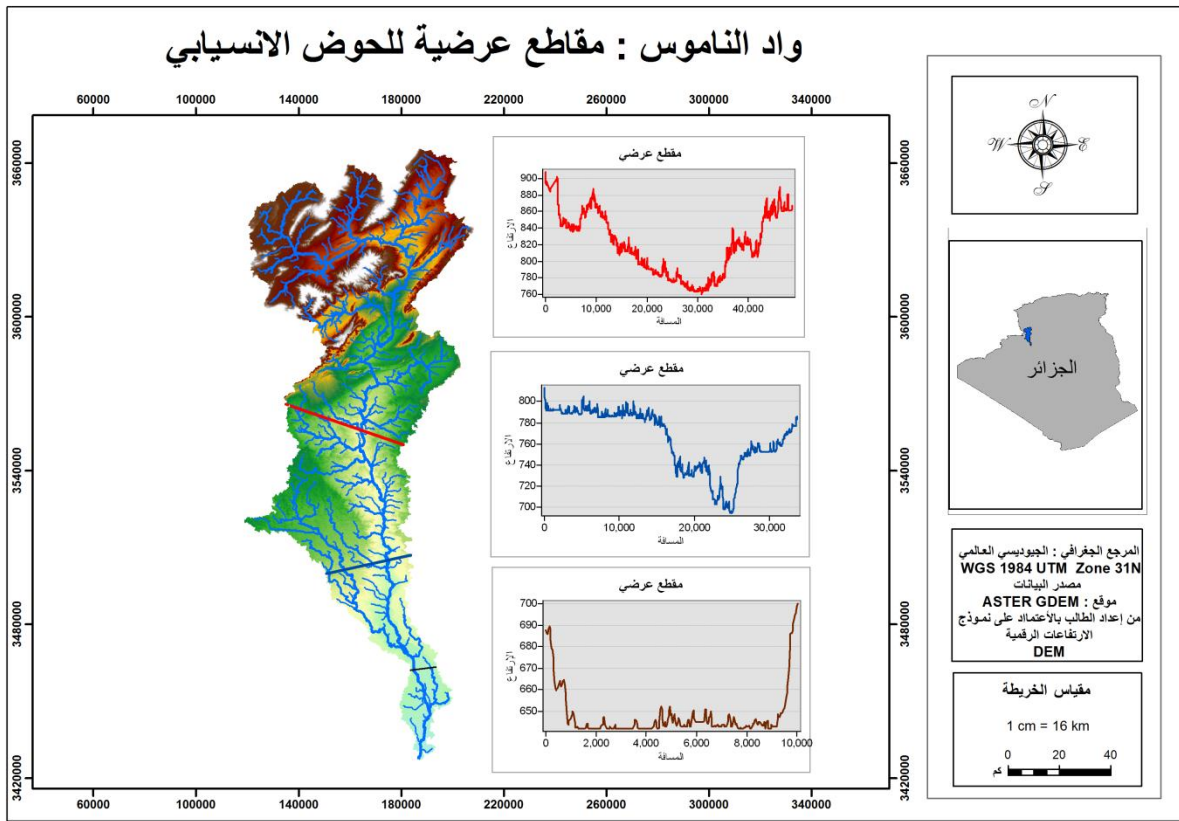
الرتبة	عدد المجاري في الرتبة	مجموع أطوال المجاري في الرتبة	نسبة التشعب Rc	معدل أطوال المجاري النهرية	نسبة التشعب الطولي RL
1	6632	6420.68	3.80	0.97	/
2	1743	3408.91	4.15	1.96	0.53
3	420	1696.78	4.42	4.04	0.50
4	95	745.98	5.94	7.85	0.44
5	16	397.49	16	24.84	0.53
6	1	326.68	/	326.68	0.82
مجموع عدد المجاري	8907	12996.53	معدل طول المجري	1.45	/
	نسبة التشعب اكلي	/	5.72	/	0.47

(المصدر : اعداد الطالب 2021)

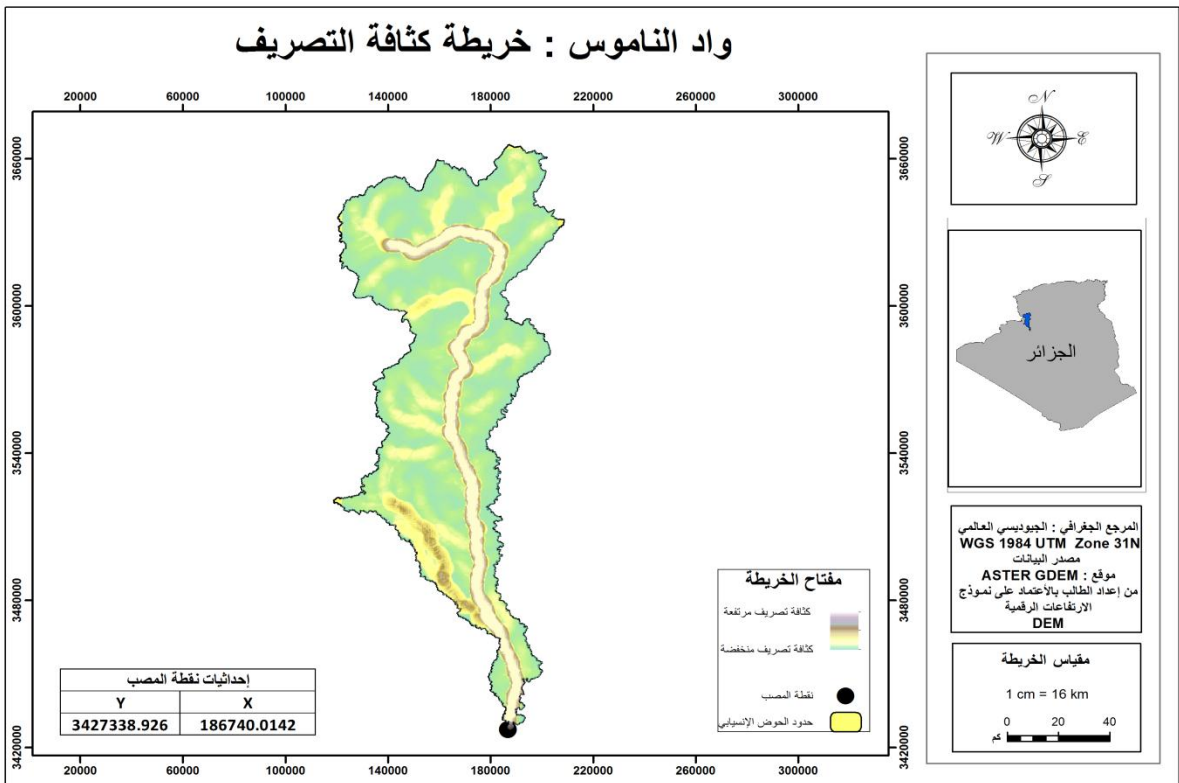
لقد بلغ مجموع أطوال المجاري في حوض واد الناموس 12996.53 كم كما بلغ طول مجاري الرتبة الأولى 6420.68 كم أي بنسبة 49.40% من مجموع أطوال مجاري الحوض ، أما الرتبة السادسة فقد بلغ طول مجراها 326.68 كم بنسبة 2.51% من مجموع أطوال مجاري الحوض. ومما سبق نجد أن أكثر من نصف أطوال مجاري الحوض يتركز في الرتبة الأولى، وبقية النصف يتوزع على بقية الرتب ، وذلك بسبب زيادة عدد المجاري في الرتبة الأولى .

أما تكرارية المجاري التي تبين العلاقة النسبية بين عدد المجاري ومساحة الحوض فقد بلغت القيمة التكرارية لواد الناموس 0.89 وهي نسبة منخفضة جدا وهو ما يفسر بكون مساحة الحوض مقارنة بعدد المجاري ، وفقدان كميات كبيرة من محتوى مواده الصخرية ذات القابلية الشديدة للتعرية المائية .

خريطة رقم (26): مقاطع عرضية بحوض واد الناموس

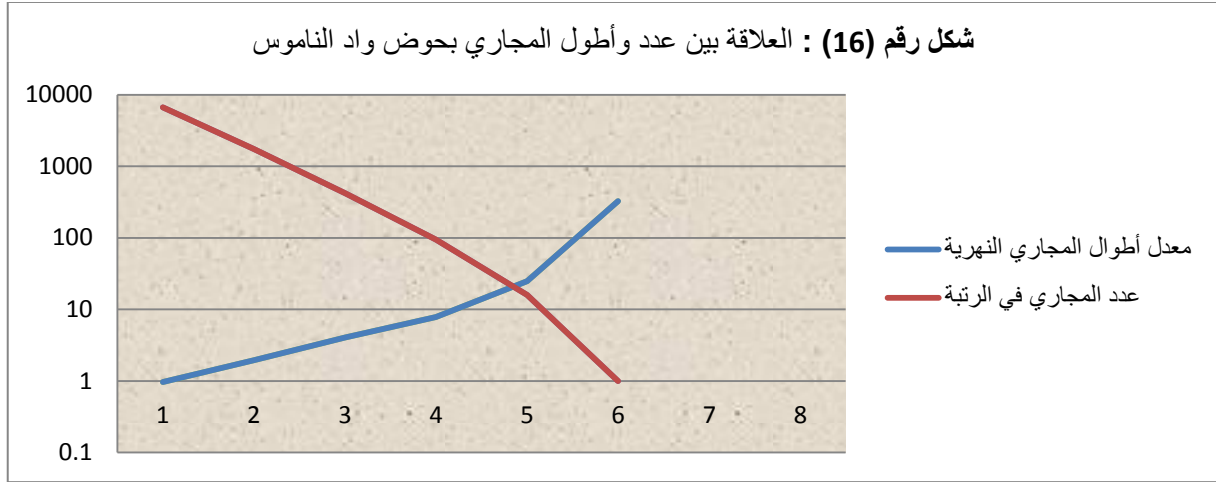


خريطة رقم (27): كثافة التصريف بحوض واد الناموس



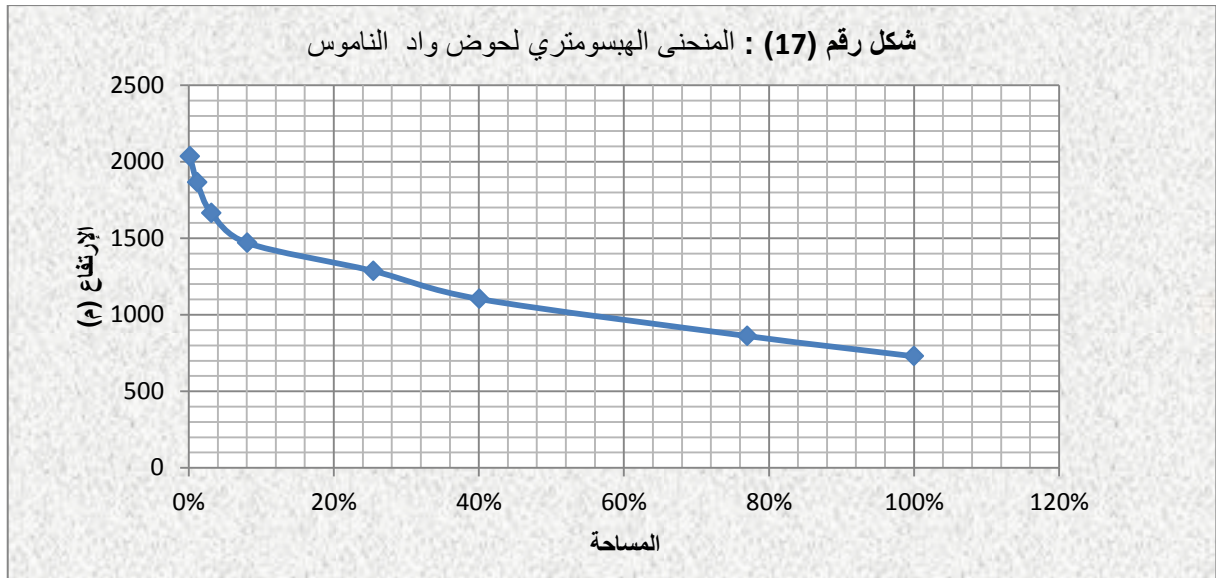


كما تم استخراج معامل التعرج الطبوغرافي للحوض الانسيابي لواد الناموس وقد بلغ هذا المؤشر القيمة 1.61 وبناءً على تصنيف شوم Schamm فان حوض وادي الناموس يصنف بأنه ذو مجاري غير منتظمة والتي يبلغ مؤشر تعرجها 1.7 .



(المصدر : اعداد الطالب 2021)

#### 5. التحليل الهيسومتري لحوض واد الناموس



(المصدر : اعداد الطالب 2021)

من خلال الشكل البياني الذي يمثل المنحنى الهيسومتري لواد الناموس نجد شكل المنحنى يتخذ الشكل المقعر وهو ما يفسر بوجود جزء كبير من مساحة الحوض الانسيابي أسفل سطح الهضبة، و يتسم بانحداره الهين والمنظم، وتقل به المجاري المائية الواضحة، بينما الأجزاء العليا فتتسم بوجود عدد أكبر من

المجري الواضحة، ولهذا تسود عمليات النحت في الأجزاء العليا من هذه الحوض ويحدث إرساب في الأجزاء الدنيا .

وقد تم اعتماد نفس النتائج لاستخراج الارتفاعات H5% و H95% فكانت القيم :

• H5% = (م) 2040.71

• H95% = (م) 724.89

## 6. بعض المتغيرات الهيدرولوجية لحوض واد الناموس

### a. زمن التركيز

يمثل زمن التركيز المدة اللازمة لانتقال أي نقطة مطر منذ سقوطها إلي غاية وصولها للمجرى الرئيسي أو المصب ، وبافتراض أن العاصفة التي تؤثر على الوادي تسقط بشكل منتظم وديمومية المطر المؤثر كافية وعليه فقد تم حساب زمن التركيز لحوض واد الناموس حسب معادلات زمن التركيز الأكثر استعمالا وكانت النتائج كما يلي:

الجدول رقم(43): زمن التركيز Tc بحوض واد الناموس

معادلة Kirpich	معادلة I'USTHB-IGC	معادلة Turazza ومعادلة Giوندوتتي
21.42 سا	115.99 سا	39.71 سا

(المصدر : اعداد الطالب 2021)

ومن خلال نتائج الجدول نجد أن زمن التركيز في حوض وادي الناموس بلغ بين 21.42 سا و 39.71 سا وهي نسب عالية تدل على الشكل الطويل للحوض، وبالتالي فان احتمال خطر فيضان في حوض وادي واد الناموس ضعيف إذا تم الأخذ في الإعتبار طول فترة زمن التركيز .

### 2.6. معاملات الجريان السطحي بحوض واد الناموس

يشير الجريان السطحي إلى كل المياه التي تجري على سطح الأرض ، وتتوقف كمية الجريان السطحي على عدة عوامل مختلفة تؤثر على قيم التدفق وحجم المياه وسرعتها عند مصب الحوض ، وقد تم حساب بعض العوامل المؤثرة علي كمية الجريان السطحي بمنطقة الحوض الانسيابي لواد الناموس وكانت النتائج كما يلي :

الجدول رقم(44): معاملات الجريان السطحي بواد الناموس

معامل الفيضان	معامل الفقد Ka	سرعة الجريان V (م/ثا)	معامل الجريان السطحي Kr
8631.92	0.64	2.29	19.84

(المصدر : اعداد الطالب 2021)

### 3.6. تقدير قيم التدفق ( $Q_{max}$ و $Q_{moy}$ ) /م<sup>3</sup> وأحجام المياه V (م<sup>3</sup>) بحوض واد الناموس

تفيد معرفة قمة التدفق أو قمة التصريف في تقدير كمية السيول التي من الممكن أن تشكل خطراً على سكان المنطقة أو الممتلكات أو بهدف استغلال كمية مياه السطح ، و في ظل غياب محطات القياس الهيدرومترية بمنطقة حوض واد الناموس فقد تم تقدير قمة التدفق باستخدام المعادلات التجريبية لحساب قيم التدفق والأحجام وكانت النتائج كما يلي:

الجدول رقم(45): تقدير قيم التدفق ( $Q_{max}$  و  $Q_{moy}$ ) /م<sup>3</sup> وأحجام المياه V (م<sup>3</sup>) بحوض واد الناموس

1000	500	100	50	20	10	5	2	فترة العودة (سنة)
1430.07	1307.04	1020.88	897.05	731.79	604.12	471.03	270.00	Qmax Turraza
3434.66	2853.99	1627.50	1159.87					Qmax Mallet et Gautier
		2197.34			1164.44			Qmax Myer
		1559.38			1087.92			Qmax Rodier - Auvray و ORSTOM
1435.04	1311.59	1024.43	900.16	734.33	606.22	472.66	270.94	Qmax Sokolovsky
339.67	310.45	242.48	213.07	173.82	143.49	111.88	64.13	Qmoy Turraza
815.81	677.89	386.57	275.49					Qmoy Mallet et Gautier
		521.92			276.58			Qmoy Myer
		370.39			258.40			Qmoy Rodier - Auvray و ORSTOM
340.85	311.53	243.32	213.81	174.42	143.99	112.27	64.35	Qmoy Sokolovsky
77.76	71.07	55.51	48.78	39.79	32.85	25.61	14.68	V Turraza
186.76	155.19	88.50	63.07					V Mallet et Gautier
		119.48			63.32			V Myer
		84.79			59.16			V Rodier - Auvray و ORSTOM
78.03	71.32	55.70	48.95	39.93	32.96	25.70	14.73	V Sokolovsky

(المصدر : اعداد الطالب 2021)

فوجد من خلال نتائج جدول قيم التدفق وأحجام أن قيم التدفق متباينة حسب مختلف المعادلات الرياضية وهي أقرب إلى التماثل حسب معادلتَي Turraza و Sokolovsky كونهما مرتبطتان بالخصائص الأخرى للفيضان ( $T_b$ ،  $T_c$ ،  $K_r$ ). ، حيث يمكنها تقدير التصريف لأي تردد. فنجد حسب Turraza أن قيم  $Q_{max 100}$  الناتجة عن تراكم قيم  $Q_{max 100}$  لكل الوحدات المناسبة لفترات التردد 2 ، 10، 100، 1000 سنة تأخذ القيم التالية 270.00 م<sup>3</sup>/ثا، 604.12 م<sup>3</sup>/ثا، 1020.88 م<sup>3</sup>/ثا، 1430.07 م<sup>3</sup>/ثا. والملاحظ أن هذه القيم تتغير بحصص مختلفة باختلاف فترات التردد. حيث تتزايد مع تزايد فترة التردد (F) و نسب تغير بين المعادلتين تقدر بـ 0.34% .

#### 4.6. بناء الهيدروغراف لحوض واد الناموس

يقدم منحني هيدروغراف صورة واضحة عن توزيع قيم التدفق عبر مدة التساقط ويقسم هيدروغراف الجريان إلى : منحني التركيز، القمة، فمحنى التلاشي و منحني التجفيف وانطلاقا من القياسات التي أجريت على حوض واد الناموس تم حساب المتغيرات اللازمة لبناء الهيدروغراف وكانت النتائج كما يلي :

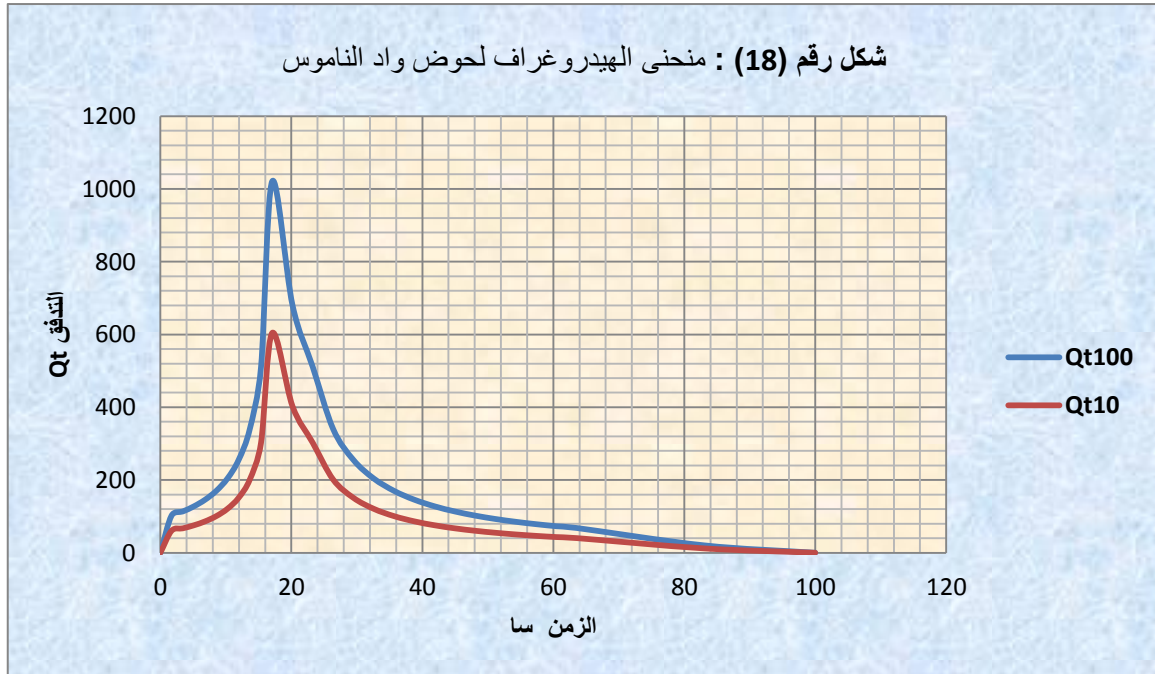
الجدول رقم(46): بناء الهيدروغراف لحوض واد الناموس

معامل الذروة $\alpha$	زمن الصعود $T_m$	زمن الأساس $T_b$	زمن الهبوط
4.21	17.07 (سا)	63.59 (سا)	46.52 (سا)

(المصدر : اعداد الطالب 2021)

حيث وجد أن زمن الصعود لبلوغ قمة التدفق بحوض واد الناموس ستكون 17.07 سا ضمن زمن

أساس  $T_b$  لمدة تدفق مدتها 63.59 سا مع معامل ذروة  $\alpha$  يساوي 4.21



(المصدر : اعداد الطالب 2021)

نجد من خلال تحليل شكل هيدروغراف الجريان لحوض واد الناموس الموضح أعلاه أن طور الفيضان يبدأ بالتصاعد خلال زمن الأساس حتي يبلغ التدفق الأقصى  $Qt_{10}=604.12m^3/s$  و  $Qt_{100}=1020.88m^3/s$  ويتلاشى خلال زمن الهبوط و تُظهر الرسوم البيانية أن وقت الارتفاع أقل من وقت الهبوط ، و أن نصف حجم الفيضان (أي من 08 إلى 14 مليون متر مكعب من الفيضان) يمر ناحية المصب في أول 17 ساعة ويستغرق مرور الجزء الباقي من الحجم 46 ساعة المتبقية من زمن الأساس  $T_b$ .

## النتائج والتوصيات

قدمت هذه الدراسة نموذجاً تطبيقياً لاستخدام نظم المعلومات الجغرافية في بناء قاعدة بيانات جغرافية من أجل تحليل الخصائص المورفومترية والهيدرولوجية لأحواض شمال الصحراء الجزائرية ، وقد توصلت الدراسة إلى جملة من النتائج وهي كما يلي :

- تمكنت الدراسة من بناء قاعدة بيانات جغرافية للخصائص المورفومترية والهيدرولوجية لأحواض شمال الصحراء من خلال برامج نظم المعلومات الجغرافية بالاعتماد على بيانات نماذج الارتفاعات الرقمية 30م، وقد تم الحصول على جميع القيم للقياسات المورفومترية والهيدرولوجية للأحواض وللأحواض ، إضافة إلى استخلاص شبكات التصريف.

- أن رتب الأحواض تختلف من الرتبة السادسة السابعة والثامنة وفقاً لنظام ستالر Starhler ، وأنها ذو مساحة كبيرة تتباين من (7760.34 - 15448.39) كم<sup>2</sup> وتصنف من الأحواض الكبيرة و الإقليمية. وتتقارب الأحواض في خصائصها المساحية والشكلية والتضاريسية وخصائص الشبكة المورفومترية، لتقارب التكوينات الجيولوجية في الأحواض إضافة إلى اشتراك الظروف المناخية التي تؤثر على الأحواض وامتدادها.

- وقد تبين من خلال دراسة الخصائص المساحية والشكلية أن الأحواض تميل إلى الاستطالة أكثر منه إلى الاستدارة ، فقد بلغ نسب عرض الأحواض إلى طولها من (20-37) ضعف ، كما بلغت نسبة الاستطالة في الأحواض من (0.41-0.56) ونسبة الاستدارة من (0.8-0.14) وهذا يعني أن مياه الأمطار تقطع مسافة طويلة للوصول إلى مخرج الحوض وتصل ضعيفة ومشتتة نتيجة للتبخر والتسرب وبالتالي تنخفض قمة الفيضان.

- إن الأحواض تختلف في تضرسها من الأعلى إلى الأسفل، فهي تتميز بتضرسها الشديد في المناطق العليا نتيجة لطبيعة السلاسل الجبلية ، إذ تقع منابع الأحواض في منطقة مرور الأطلس الصحراوي شديد الوعورة، مما أدى إلى شدة انحداره في المنطقة العليا حيث يصل أعلى انحدار في الأحواض إلى 65% ، بينما تتميز وسط وأسفل الأحواض بالاعتدال في التضرس والانحدار.

- تشتمل الأحواض على أعداد كثيرة من المجارى تراوحت بين (5157 - 9875) وبطول مجاري تراوح بين (10018.73 - 19322.15) كم.

- بلغت نسب التشعب في الأحواض بين (3.33 - 5.7) وهي نسبة متباينة تبرز احتمالية خطر الفيضان في معظمها ، وبلغت كثافة تصريف الأحواض (1.25-1.32) كم/كم وهي نسبة منخفضة بسبب التكوينات الصخرية وخشونة النسيج الطبوغرافي ، كما تدل على أن الأحواض لم تصل إلى مرحلة متقدمة في النشاط الحثي فما زالت في قمة نشاطها الحثي ويظهر ذلك في شكل الأجزاء العليا من الأحواض إذ يزيد الحث الرأسي

والجانبي لتوسيع الأحواض وتسوية جميع تضاريسها ، كما تراوحت تكرارية المجاري في الأحواض بين (0.83-0.9) مجرى/كم<sup>2</sup> وهي نسبة منخفضة قليلاً مقارنة بغيرها، وذلك لكبر مساحة الأحواض رغم ارتفاع عدد مجاريها.

- تختلف مجاري الأحواض وفقاً لتصنيف شوم Schamm فمنها الأحواض ذات المجاري الإنتقالية (حوض زرقون)، والمنتظمة (حوض صقر والغربي) وغير المنتظمة (حوض الناموس) وذلك لاختلاف الانحدار في الأحواض العليا والوسطى إضافة إلى قدرة الأودية على شق مجاريها باستقامة.

- من التحليل الهيسومتري تبين وجود جزء كبير من مساحة الأحواض تقع أسفل سطح الهضبة، و تتسم بالانحدار الهين والمنتظم، وتقل بها المجاري المائية الواضحة، بينما الأجزاء العليا فتتسم بوجود عدد أكبر من المجاري الواضحة، ولهذا تسود عمليات النحت في الأجزاء العليا من هذه الحوض ويحدث إرساب في الأجزاء الدنيا .

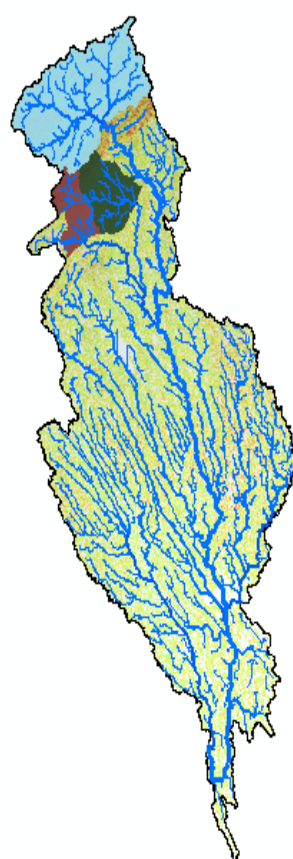
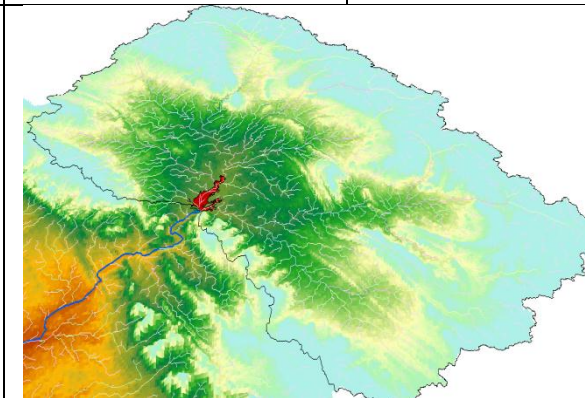
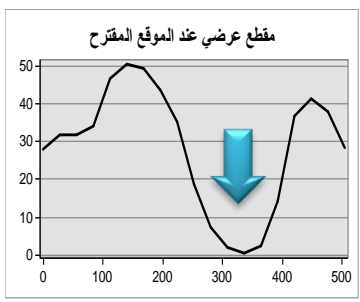
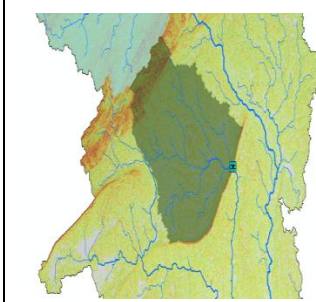
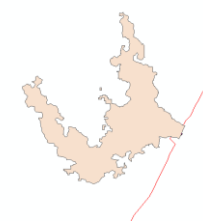
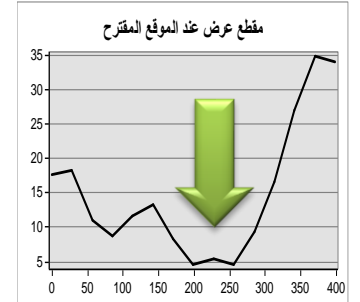
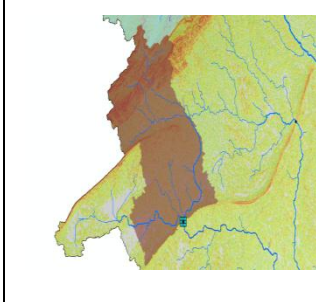


- تراوحت سرعة الجريان السطحي في أحواض الدراسة بين (1.5-2.28) م/ث، وهي قيمة عالية إذا ما قورنت بغيرها من الأحواض في نفس المنطقة، وهذه القيمة هي انعكاس لمعدل الانحدار الأحواض - تراوح زمن التركيز في الأحواض من (13-49) سا، وهو وقت طويل نتيجة لاستطالة الأحواض ، وعليه فان احتمال خطر فيضان في الأحواض يضعف لطول فترة زمن التركيز إذا تم الأخذ في الاعتبار طول فترة زمن التركيز.

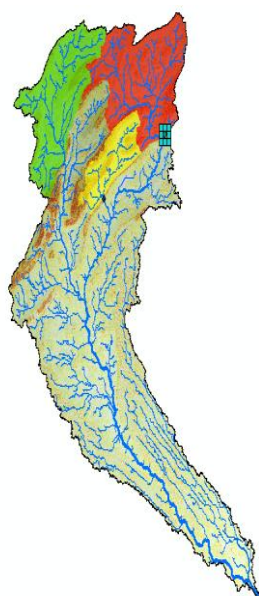
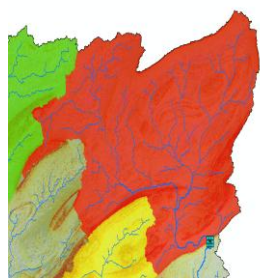

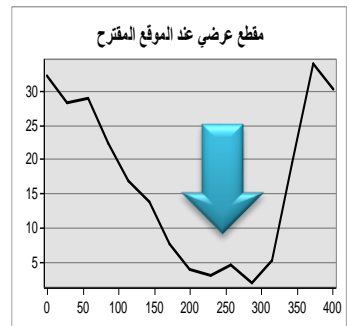
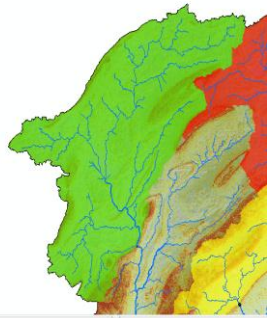

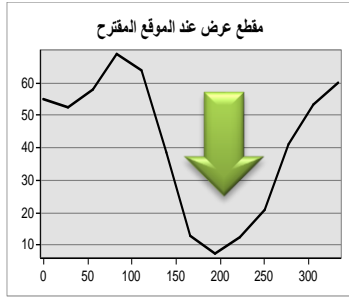
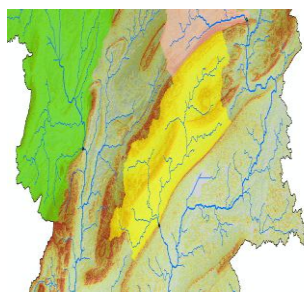
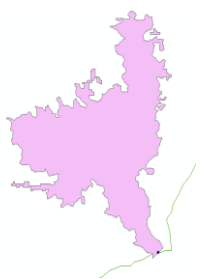
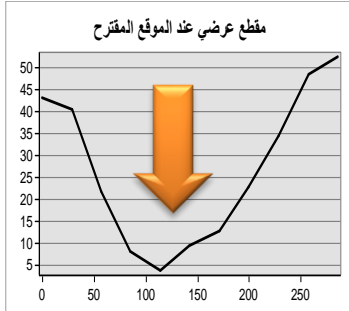
- بلغت قيم التدفق باستخدام مختلف الطرق الحسابية في الأحواض بين (270-7717) م<sup>3</sup>/ثا إذ أن الأحواض تعد من الأحواض الكبيرة جداً أو الإقليمية ولهذا فان الأحواض يصرف كميات كبيرة من المياه عند مخرجها. - بلغ زمن استجابة الأحواض من خلال الهيدروغراف من (15-20) سا في حين بلغ تدفق المياه في ذروة التصريف من (604-1442) م<sup>3</sup>/ثا لـ Qt<sub>10</sub> و (1020-2344) م<sup>3</sup>/ثا لـ Qt<sub>100</sub> بمعامل ذروة بين (4.15-4.32).

**وبعد هذا العرض لأهم النتائج توصي الدراسة بما يلي:**

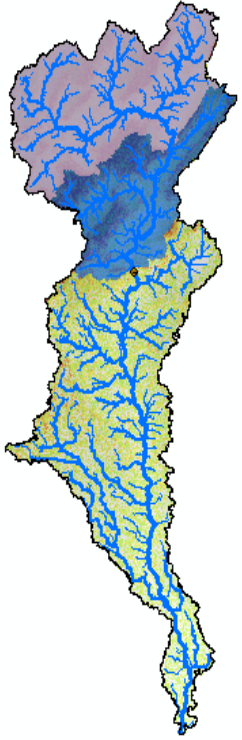
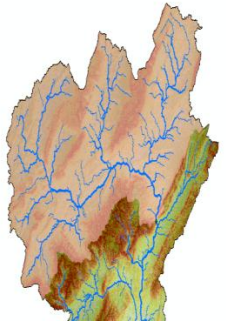
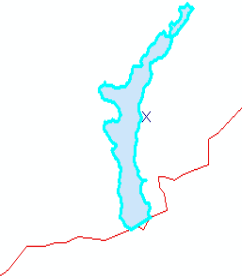
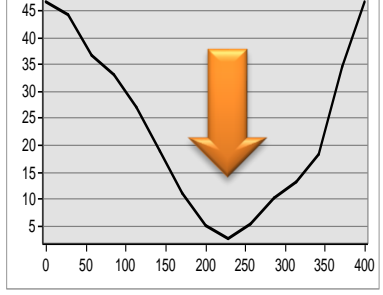
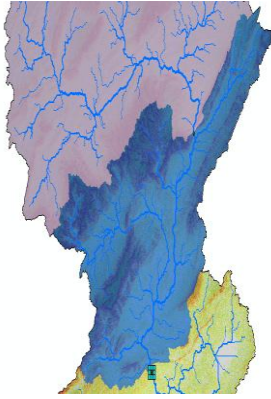

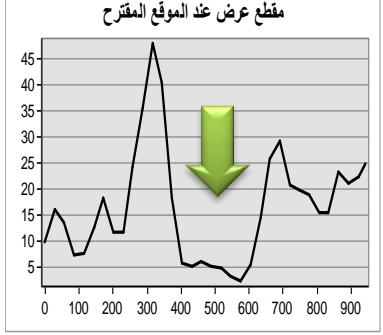
- ضرورة الاتجاه بدراسات خصائص الأحواض الجيومورفولوجية والهيدرولوجية إلى استخدام التقنيات الجغرافية الحديثة المتمثلة في نظم المعلومات الجغرافية وبياناتها والمتمثلة في نماذج الارتفاعات الرقمية والمرتبات الفضائية ، كبديل ناجح وذو جدوى علمية كبيرة للطرق التقليدية في ظل غياب محطات القياس الهيدرومترية، إذ أن تحليل خصائص الأحواض الانسيابية يعد أهم العناصر التي يعتمد عليها المخططون وغيرهم عند دراسة تأثير السيول والفيضانات على المنشآت الحيوية والزراعية لما لها من دلالات هيدرولوجية ترتبط بحركة المياه السطحية.

- كما توصي الدراسة بتنظيم التدفق واستغلاله عند مصب الأحواض لتحويل مياه الأمطار غير المستغلة إلى مياه سطحية ، وذلك بإقامة مناطق تجميع للمياه وإقامة السدود المناسبة لكل حوض (السدود الخرسانية والركامية...الخ) بهدف تغذية الخزان الجوفي الألباني الظاهر في المنطقة وكذا إقامة عدد متتابع من الحواجز بشكل متدرج تعمل على الحد من سرعة التدفق عند مصب الأحواض وخاصة الأكثر عرضة لإحتمال حدوث الفيضان ، وقد تم اقتراح عدة مخططات لإعادة تهيئة منطقة الدراسة ملحقة ببطاقات تقنية كما يلي :

حوض واد زرقون	الحوض الفرعي	حدود الخزان المائي خلف السد	المقطع العرضي	البطاقة التقنيّة																																																																																																																														
			<p>مقطع عرضي عند الموقع المقترح</p> 	<table border="1"> <tr> <td colspan="6">مساحة الحوض الفرعي 01</td> </tr> <tr> <td colspan="6">1631.79 كم<sup>2</sup></td> </tr> <tr> <td>100</td><td>50</td><td>20</td><td>10</td><td>5</td><td>2</td> </tr> <tr> <td colspan="6">Q<sub>max</sub> قيمة التدفق (م<sup>3</sup>/ثا)</td> </tr> <tr> <td>346</td><td>306</td><td>254</td><td>214</td><td>171</td><td>108</td> </tr> <tr> <td colspan="6">حساب فترة الرجوع</td> </tr> <tr> <td>92</td><td>81</td><td>67</td><td>57</td><td>45</td><td>29</td> </tr> <tr> <td colspan="6">Q<sub>av</sub> التدفق المتوسط (م<sup>3</sup>/ثا)</td> </tr> <tr> <td>10.8</td><td>9.5</td><td>7.9</td><td>6.7</td><td>5.3</td><td>3.4</td> </tr> <tr> <td colspan="6">Turraza (م<sup>3</sup>) حسب V انجم</td> </tr> <tr> <td colspan="2">L=80</td><td colspan="2">l=</td><td colspan="2">h=10</td> </tr> <tr> <td colspan="6">أبعاد السد المقترح (م)</td> </tr> <tr> <td colspan="6">7.28</td> </tr> <tr> <td colspan="6">حجم الخزان المائي (م<sup>3</sup>)</td> </tr> <tr> <td colspan="3">X=280823.476297</td><td colspan="3">Y=3656060.0695</td> </tr> <tr> <td colspan="6">إحداثيات الموقع</td> </tr> <tr> <td colspan="2">معامل القفد Ka</td><td colspan="2">سرعة الجريان V (ثا/م)</td><td colspan="2">معامل الجريان السطحي Kr</td> </tr> <tr> <td colspan="2">0.75</td><td colspan="2">2.80</td><td colspan="2">0.28</td> </tr> <tr> <td colspan="6">المعاملات الهيدرولوجية</td> </tr> <tr> <td colspan="2">معامل النزوة α</td><td>زمن الصعود Tm</td><td>زمن الإنباس Tb</td><td colspan="2">زمن الهبوط</td> </tr> <tr> <td colspan="2">3.8</td><td>8.1</td><td>32.7</td><td colspan="2">24.5</td> </tr> </table>	مساحة الحوض الفرعي 01						1631.79 كم <sup>2</sup>						100	50	20	10	5	2	Q <sub>max</sub> قيمة التدفق (م <sup>3</sup> /ثا)						346	306	254	214	171	108	حساب فترة الرجوع						92	81	67	57	45	29	Q <sub>av</sub> التدفق المتوسط (م <sup>3</sup> /ثا)						10.8	9.5	7.9	6.7	5.3	3.4	Turraza (م <sup>3</sup> ) حسب V انجم						L=80		l=		h=10		أبعاد السد المقترح (م)						7.28						حجم الخزان المائي (م <sup>3</sup> )						X=280823.476297			Y=3656060.0695			إحداثيات الموقع						معامل القفد Ka		سرعة الجريان V (ثا/م)		معامل الجريان السطحي Kr		0.75		2.80		0.28		المعاملات الهيدرولوجية						معامل النزوة α		زمن الصعود Tm	زمن الإنباس Tb	زمن الهبوط		3.8		8.1	32.7	24.5	
	مساحة الحوض الفرعي 01																																																																																																																																	
	1631.79 كم <sup>2</sup>																																																																																																																																	
100	50	20	10	5	2																																																																																																																													
Q <sub>max</sub> قيمة التدفق (م <sup>3</sup> /ثا)																																																																																																																																		
346	306	254	214	171	108																																																																																																																													
حساب فترة الرجوع																																																																																																																																		
92	81	67	57	45	29																																																																																																																													
Q <sub>av</sub> التدفق المتوسط (م <sup>3</sup> /ثا)																																																																																																																																		
10.8	9.5	7.9	6.7	5.3	3.4																																																																																																																													
Turraza (م <sup>3</sup> ) حسب V انجم																																																																																																																																		
L=80		l=		h=10																																																																																																																														
أبعاد السد المقترح (م)																																																																																																																																		
7.28																																																																																																																																		
حجم الخزان المائي (م <sup>3</sup> )																																																																																																																																		
X=280823.476297			Y=3656060.0695																																																																																																																															
إحداثيات الموقع																																																																																																																																		
معامل القفد Ka		سرعة الجريان V (ثا/م)		معامل الجريان السطحي Kr																																																																																																																														
0.75		2.80		0.28																																																																																																																														
المعاملات الهيدرولوجية																																																																																																																																		
معامل النزوة α		زمن الصعود Tm	زمن الإنباس Tb	زمن الهبوط																																																																																																																														
3.8		8.1	32.7	24.5																																																																																																																														
	 		<p>مقطع عرض عند الموقع المقترح</p> 	<table border="1"> <tr> <td colspan="6">مساحة الحوض الفرعي 02</td> </tr> <tr> <td colspan="6">454.03 كم<sup>2</sup></td> </tr> <tr> <td>100</td><td>50</td><td>20</td><td>10</td><td>5</td><td>2</td> </tr> <tr> <td colspan="6">Q<sub>max</sub> قيمة التدفق (م<sup>3</sup>/ثا)</td> </tr> <tr> <td>138</td><td>122</td><td>101</td><td>85</td><td>68</td><td>43</td> </tr> <tr> <td colspan="6">حساب فترة الرجوع</td> </tr> <tr> <td>40</td><td>35</td><td>29</td><td>25</td><td>20</td><td>12</td> </tr> <tr> <td colspan="6">Q<sub>av</sub> التدفق المتوسط (م<sup>3</sup>/ثا)</td> </tr> <tr> <td>2.9</td><td>2.6</td><td>2.1</td><td>1.8</td><td>1.4</td><td>0.9</td> </tr> <tr> <td colspan="6">Turraza (م<sup>3</sup>) حسب V انجم</td> </tr> <tr> <td colspan="2">L=130</td><td colspan="2">l=</td><td colspan="2">h=10</td> </tr> <tr> <td colspan="6">أبعاد السد المقترح (م)</td> </tr> <tr> <td colspan="6">5.9</td> </tr> <tr> <td colspan="6">حجم الخزان المائي (م<sup>3</sup>)</td> </tr> <tr> <td colspan="3">X=406559.012253</td><td colspan="3">Y=3699494.39508</td> </tr> <tr> <td colspan="6">إحداثيات الموقع</td> </tr> <tr> <td colspan="2">معامل القفد Ka</td><td colspan="2">سرعة الجريان V (ثا/م)</td><td colspan="2">معامل الجريان السطحي Kr</td> </tr> <tr> <td colspan="2">0.82</td><td colspan="2">3.16</td><td colspan="2">0.35</td> </tr> <tr> <td colspan="6">المعاملات الهيدرولوجية</td> </tr> <tr> <td colspan="2">معامل النزوة α</td><td>زمن الصعود Tm</td><td>زمن الإنباس Tb</td><td colspan="2">زمن الهبوط</td> </tr> <tr> <td colspan="2">3.5</td><td>4.8</td><td>20.4</td><td colspan="2">15.6</td> </tr> </table>	مساحة الحوض الفرعي 02						454.03 كم <sup>2</sup>						100	50	20	10	5	2	Q <sub>max</sub> قيمة التدفق (م <sup>3</sup> /ثا)						138	122	101	85	68	43	حساب فترة الرجوع						40	35	29	25	20	12	Q <sub>av</sub> التدفق المتوسط (م <sup>3</sup> /ثا)						2.9	2.6	2.1	1.8	1.4	0.9	Turraza (م <sup>3</sup> ) حسب V انجم						L=130		l=		h=10		أبعاد السد المقترح (م)						5.9						حجم الخزان المائي (م <sup>3</sup> )						X=406559.012253			Y=3699494.39508			إحداثيات الموقع						معامل القفد Ka		سرعة الجريان V (ثا/م)		معامل الجريان السطحي Kr		0.82		3.16		0.35		المعاملات الهيدرولوجية						معامل النزوة α		زمن الصعود Tm	زمن الإنباس Tb	زمن الهبوط		3.5		4.8	20.4	15.6	
مساحة الحوض الفرعي 02																																																																																																																																		
454.03 كم <sup>2</sup>																																																																																																																																		
100	50	20	10	5	2																																																																																																																													
Q <sub>max</sub> قيمة التدفق (م <sup>3</sup> /ثا)																																																																																																																																		
138	122	101	85	68	43																																																																																																																													
حساب فترة الرجوع																																																																																																																																		
40	35	29	25	20	12																																																																																																																													
Q <sub>av</sub> التدفق المتوسط (م <sup>3</sup> /ثا)																																																																																																																																		
2.9	2.6	2.1	1.8	1.4	0.9																																																																																																																													
Turraza (م <sup>3</sup> ) حسب V انجم																																																																																																																																		
L=130		l=		h=10																																																																																																																														
أبعاد السد المقترح (م)																																																																																																																																		
5.9																																																																																																																																		
حجم الخزان المائي (م <sup>3</sup> )																																																																																																																																		
X=406559.012253			Y=3699494.39508																																																																																																																															
إحداثيات الموقع																																																																																																																																		
معامل القفد Ka		سرعة الجريان V (ثا/م)		معامل الجريان السطحي Kr																																																																																																																														
0.82		3.16		0.35																																																																																																																														
المعاملات الهيدرولوجية																																																																																																																																		
معامل النزوة α		زمن الصعود Tm	زمن الإنباس Tb	زمن الهبوط																																																																																																																														
3.5		4.8	20.4	15.6																																																																																																																														
	 		<p>مقطع عرض عند الموقع المقترح</p> 	<table border="1"> <tr> <td colspan="6">مساحة الحوض الفرعي 03</td> </tr> <tr> <td colspan="6">316.71 كم<sup>2</sup></td> </tr> <tr> <td>100</td><td>50</td><td>20</td><td>10</td><td>5</td><td>2</td> </tr> <tr> <td colspan="6">Q<sub>max</sub> قيمة التدفق (م<sup>3</sup>/ثا)</td> </tr> <tr> <td>105</td><td>93</td><td>78</td><td>65</td><td>52</td><td>33</td> </tr> <tr> <td colspan="6">حساب فترة الرجوع</td> </tr> <tr> <td>31</td><td>28</td><td>23</td><td>19</td><td>15</td><td>10</td> </tr> <tr> <td colspan="6">Q<sub>av</sub> التدفق المتوسط (م<sup>3</sup>/ثا)</td> </tr> <tr> <td>2</td><td>1.7</td><td>1.4</td><td>1.2</td><td>1</td><td>0.6</td> </tr> <tr> <td colspan="6">Turraza (م<sup>3</sup>) حسب V انجم</td> </tr> <tr> <td colspan="2">L=80</td><td colspan="2">l=</td><td colspan="2">h=10</td> </tr> <tr> <td colspan="6">أبعاد السد المقترح</td> </tr> <tr> <td colspan="6">2.6</td> </tr> <tr> <td colspan="6">حجم الخزان المائي (م<sup>3</sup>)</td> </tr> <tr> <td colspan="3">X=384885.487429</td><td colspan="3">Y=3686664.83207</td> </tr> <tr> <td colspan="6">إحداثيات الموقع</td> </tr> <tr> <td colspan="2">معامل القفد Ka</td><td colspan="2">سرعة الجريان V (ثا/م)</td><td colspan="2">معامل الجريان السطحي Kr</td> </tr> <tr> <td colspan="2">0.85</td><td colspan="2">3.24</td><td colspan="2">0.38</td> </tr> <tr> <td colspan="6">المعاملات الهيدرولوجية</td> </tr> <tr> <td colspan="2">معامل النزوة α</td><td>زمن الصعود Tm</td><td>زمن الإنباس Tb</td><td colspan="2">زمن الهبوط</td> </tr> <tr> <td colspan="2">3.4</td><td>4.2</td><td>17.9</td><td colspan="2">13.7</td> </tr> </table>	مساحة الحوض الفرعي 03						316.71 كم <sup>2</sup>						100	50	20	10	5	2	Q <sub>max</sub> قيمة التدفق (م <sup>3</sup> /ثا)						105	93	78	65	52	33	حساب فترة الرجوع						31	28	23	19	15	10	Q <sub>av</sub> التدفق المتوسط (م <sup>3</sup> /ثا)						2	1.7	1.4	1.2	1	0.6	Turraza (م <sup>3</sup> ) حسب V انجم						L=80		l=		h=10		أبعاد السد المقترح						2.6						حجم الخزان المائي (م <sup>3</sup> )						X=384885.487429			Y=3686664.83207			إحداثيات الموقع						معامل القفد Ka		سرعة الجريان V (ثا/م)		معامل الجريان السطحي Kr		0.85		3.24		0.38		المعاملات الهيدرولوجية						معامل النزوة α		زمن الصعود Tm	زمن الإنباس Tb	زمن الهبوط		3.4		4.2	17.9	13.7	
مساحة الحوض الفرعي 03																																																																																																																																		
316.71 كم <sup>2</sup>																																																																																																																																		
100	50	20	10	5	2																																																																																																																													
Q <sub>max</sub> قيمة التدفق (م <sup>3</sup> /ثا)																																																																																																																																		
105	93	78	65	52	33																																																																																																																													
حساب فترة الرجوع																																																																																																																																		
31	28	23	19	15	10																																																																																																																													
Q <sub>av</sub> التدفق المتوسط (م <sup>3</sup> /ثا)																																																																																																																																		
2	1.7	1.4	1.2	1	0.6																																																																																																																													
Turraza (م <sup>3</sup> ) حسب V انجم																																																																																																																																		
L=80		l=		h=10																																																																																																																														
أبعاد السد المقترح																																																																																																																																		
2.6																																																																																																																																		
حجم الخزان المائي (م <sup>3</sup> )																																																																																																																																		
X=384885.487429			Y=3686664.83207																																																																																																																															
إحداثيات الموقع																																																																																																																																		
معامل القفد Ka		سرعة الجريان V (ثا/م)		معامل الجريان السطحي Kr																																																																																																																														
0.85		3.24		0.38																																																																																																																														
المعاملات الهيدرولوجية																																																																																																																																		
معامل النزوة α		زمن الصعود Tm	زمن الإنباس Tb	زمن الهبوط																																																																																																																														
3.4		4.2	17.9	13.7																																																																																																																														

حوض واد الغربي	الحوض الفرعي	حدود الخزان المائي خلف السد	المقطع العرضي	البطاقة التقنيّة																																																																													
				<table border="1"> <tr> <td colspan="6">1657.03 كم<sup>2</sup></td> <td>مساحة الحوض الفرعي 01</td> </tr> <tr> <td>100</td><td>50</td><td>20</td><td>10</td><td>5</td><td>2</td> <td>Q<sub>max</sub> قيمة التدفق (م<sup>3</sup>/ثا) حسب فترة الرجوع</td> </tr> <tr> <td>749</td><td>664</td><td>549</td><td>461</td><td>369</td><td>230</td> <td></td> </tr> <tr> <td>198</td><td>176</td><td>145</td><td>122</td><td>98</td><td>61</td> <td>Q<sub>مoy</sub> التدفق المتوسط (م<sup>3</sup>/ثا)</td> </tr> <tr> <td>23.4</td><td>20.8</td><td>17.2</td><td>14.4</td><td>11.5</td><td>7.2</td> <td>Turraza (م<sup>3</sup>/م) حسب V الحجم</td> </tr> <tr> <td>L=100</td><td>l=</td><td>h=10</td> <td>أبعاد السد المقترح (م)</td> </tr> <tr> <td colspan="6">14.6</td> <td>حجم الخزان المائي (م<sup>3</sup>)</td> </tr> <tr> <td colspan="3">X=280823.476297</td> <td colspan="3">Y=3656060.0695</td> <td>إحداثيات الموقع</td> </tr> <tr> <td>معامل فقد Ka</td> <td>سرعة الجريان V (م/ثا)</td> <td>معامل الجريان السطحي Kr</td> <td colspan="3">المعاملات الهيدرولوجية</td> </tr> <tr> <td>0.75</td> <td>2.47</td> <td>0.28</td> <td colspan="3"></td> </tr> <tr> <td>معامل التذرية α</td> <td>زمن الصعود Tm</td> <td>زمن الاساس Tb</td> <td>زمن الهبوط</td> <td colspan="2">الهيدروغراف</td> </tr> <tr> <td>3.8</td> <td>8.2</td> <td>32.8</td> <td>24.6</td> <td colspan="2"></td> </tr> </table>	1657.03 كم <sup>2</sup>						مساحة الحوض الفرعي 01	100	50	20	10	5	2	Q <sub>max</sub> قيمة التدفق (م <sup>3</sup> /ثا) حسب فترة الرجوع	749	664	549	461	369	230		198	176	145	122	98	61	Q <sub>مoy</sub> التدفق المتوسط (م <sup>3</sup> /ثا)	23.4	20.8	17.2	14.4	11.5	7.2	Turraza (م <sup>3</sup> /م) حسب V الحجم	L=100	l=	h=10	أبعاد السد المقترح (م)	14.6						حجم الخزان المائي (م <sup>3</sup> )	X=280823.476297			Y=3656060.0695			إحداثيات الموقع	معامل فقد Ka	سرعة الجريان V (م/ثا)	معامل الجريان السطحي Kr	المعاملات الهيدرولوجية			0.75	2.47	0.28				معامل التذرية α	زمن الصعود Tm	زمن الاساس Tb	زمن الهبوط	الهيدروغراف		3.8	8.2	32.8	24.6		
	1657.03 كم <sup>2</sup>						مساحة الحوض الفرعي 01																																																																										
	100	50	20	10	5	2	Q <sub>max</sub> قيمة التدفق (م <sup>3</sup> /ثا) حسب فترة الرجوع																																																																										
749	664	549	461	369	230																																																																												
198	176	145	122	98	61	Q <sub>مoy</sub> التدفق المتوسط (م <sup>3</sup> /ثا)																																																																											
23.4	20.8	17.2	14.4	11.5	7.2	Turraza (م <sup>3</sup> /م) حسب V الحجم																																																																											
L=100	l=	h=10	أبعاد السد المقترح (م)																																																																														
14.6						حجم الخزان المائي (م <sup>3</sup> )																																																																											
X=280823.476297			Y=3656060.0695			إحداثيات الموقع																																																																											
معامل فقد Ka	سرعة الجريان V (م/ثا)	معامل الجريان السطحي Kr	المعاملات الهيدرولوجية																																																																														
0.75	2.47	0.28																																																																															
معامل التذرية α	زمن الصعود Tm	زمن الاساس Tb	زمن الهبوط	الهيدروغراف																																																																													
3.8	8.2	32.8	24.6																																																																														
			<table border="1"> <tr> <td colspan="6">1423.88 كم<sup>2</sup></td> <td>مساحة الحوض الفرعي 02</td> </tr> <tr> <td>100</td><td>50</td><td>20</td><td>10</td><td>5</td><td>2</td> <td>Q<sub>max</sub> قيمة التدفق (م<sup>3</sup>/ثا) حسب فترة الرجوع</td> </tr> <tr> <td>681</td><td>603</td><td>499</td><td>419</td><td>335</td><td>209</td> <td></td> </tr> <tr> <td>182</td><td>161</td><td>133</td><td>112</td><td>90</td><td>56</td> <td>Q<sub>مoy</sub> التدفق المتوسط (م<sup>3</sup>/ثا)</td> </tr> <tr> <td>20.3</td><td>18</td><td>14.9</td><td>12.5</td><td>10</td><td>6.2</td> <td>Turraza (م<sup>3</sup>/م) حسب V الحجم</td> </tr> <tr> <td>L=90</td><td>l=</td><td>h=10</td> <td>أبعاد السد المقترح (م)</td> </tr> <tr> <td colspan="6">8.3</td> <td>حجم الخزان المائي (م<sup>3</sup>)</td> </tr> <tr> <td colspan="3">X=218362.996034</td> <td colspan="3">Y=3646168.79643</td> <td>إحداثيات الموقع</td> </tr> <tr> <td>معامل فقد Ka</td> <td>سرعة الجريان V (م/ثا)</td> <td>معامل الجريان السطحي Kr</td> <td colspan="3">المعاملات الهيدرولوجية</td> </tr> <tr> <td>0.76</td> <td>2.54</td> <td>0.29</td> <td colspan="3"></td> </tr> <tr> <td>معامل التذرية α</td> <td>زمن الصعود Tm</td> <td>زمن الاساس Tb</td> <td>زمن الهبوط</td> <td colspan="2">الهيدروغراف</td> </tr> <tr> <td>3.7</td> <td>7.7</td> <td>31.1</td> <td>23.4</td> <td colspan="2"></td> </tr> </table>	1423.88 كم <sup>2</sup>						مساحة الحوض الفرعي 02	100	50	20	10	5	2	Q <sub>max</sub> قيمة التدفق (م <sup>3</sup> /ثا) حسب فترة الرجوع	681	603	499	419	335	209		182	161	133	112	90	56	Q <sub>مoy</sub> التدفق المتوسط (م <sup>3</sup> /ثا)	20.3	18	14.9	12.5	10	6.2	Turraza (م <sup>3</sup> /م) حسب V الحجم	L=90	l=	h=10	أبعاد السد المقترح (م)	8.3						حجم الخزان المائي (م <sup>3</sup> )	X=218362.996034			Y=3646168.79643			إحداثيات الموقع	معامل فقد Ka	سرعة الجريان V (م/ثا)	معامل الجريان السطحي Kr	المعاملات الهيدرولوجية			0.76	2.54	0.29				معامل التذرية α	زمن الصعود Tm	زمن الاساس Tb	زمن الهبوط	الهيدروغراف		3.7	7.7	31.1	23.4			
	1423.88 كم <sup>2</sup>						مساحة الحوض الفرعي 02																																																																										
	100	50	20	10	5	2	Q <sub>max</sub> قيمة التدفق (م <sup>3</sup> /ثا) حسب فترة الرجوع																																																																										
681	603	499	419	335	209																																																																												
182	161	133	112	90	56	Q <sub>مoy</sub> التدفق المتوسط (م <sup>3</sup> /ثا)																																																																											
20.3	18	14.9	12.5	10	6.2	Turraza (م <sup>3</sup> /م) حسب V الحجم																																																																											
L=90	l=	h=10	أبعاد السد المقترح (م)																																																																														
8.3						حجم الخزان المائي (م <sup>3</sup> )																																																																											
X=218362.996034			Y=3646168.79643			إحداثيات الموقع																																																																											
معامل فقد Ka	سرعة الجريان V (م/ثا)	معامل الجريان السطحي Kr	المعاملات الهيدرولوجية																																																																														
0.76	2.54	0.29																																																																															
معامل التذرية α	زمن الصعود Tm	زمن الاساس Tb	زمن الهبوط	الهيدروغراف																																																																													
3.7	7.7	31.1	23.4																																																																														
			<table border="1"> <tr> <td colspan="6">556.80 كم<sup>2</sup></td> <td>مساحة الحوض الفرعي 03</td> </tr> <tr> <td>100</td><td>50</td><td>20</td><td>10</td><td>5</td><td>2</td> <td>Q<sub>max</sub> قيمة التدفق (م<sup>3</sup>/ثا) حسب فترة الرجوع</td> </tr> <tr> <td>365</td><td>323</td><td>267</td><td>224</td><td>179</td><td>112</td> <td></td> </tr> <tr> <td>104</td><td>92</td><td>76</td><td>64</td><td>51</td><td>32</td> <td>Q<sub>مoy</sub> التدفق المتوسط (م<sup>3</sup>/ثا)</td> </tr> <tr> <td>8.2</td><td>7.3</td><td>6</td><td>5</td><td>4</td><td>2.5</td> <td>Turraza (م<sup>3</sup>/م) حسب V الحجم</td> </tr> <tr> <td>L=75</td><td>l=</td><td>h=10</td> <td>أبعاد السد المقترح (م)</td> </tr> <tr> <td colspan="6">4.3</td> <td>حجم الخزان المائي (م<sup>3</sup>)</td> </tr> <tr> <td colspan="3">X=243062.086739</td> <td colspan="3">Y=3634561.09655</td> <td>إحداثيات الموقع</td> </tr> <tr> <td>معامل فقد Ka</td> <td>سرعة الجريان V (م/ثا)</td> <td>معامل الجريان السطحي Kr</td> <td colspan="3">المعاملات الهيدرولوجية</td> </tr> <tr> <td>0.81</td> <td>2.92</td> <td>0.34</td> <td colspan="3"></td> </tr> <tr> <td>معامل التذرية α</td> <td>زمن الصعود Tm</td> <td>زمن الاساس Tb</td> <td>زمن الهبوط</td> <td colspan="2">الهيدروغراف</td> </tr> <tr> <td>3.5</td> <td>5.2</td> <td>22.0</td> <td>16.7</td> <td colspan="2"></td> </tr> </table>	556.80 كم <sup>2</sup>						مساحة الحوض الفرعي 03	100	50	20	10	5	2	Q <sub>max</sub> قيمة التدفق (م <sup>3</sup> /ثا) حسب فترة الرجوع	365	323	267	224	179	112		104	92	76	64	51	32	Q <sub>مoy</sub> التدفق المتوسط (م <sup>3</sup> /ثا)	8.2	7.3	6	5	4	2.5	Turraza (م <sup>3</sup> /م) حسب V الحجم	L=75	l=	h=10	أبعاد السد المقترح (م)	4.3						حجم الخزان المائي (م <sup>3</sup> )	X=243062.086739			Y=3634561.09655			إحداثيات الموقع	معامل فقد Ka	سرعة الجريان V (م/ثا)	معامل الجريان السطحي Kr	المعاملات الهيدرولوجية			0.81	2.92	0.34				معامل التذرية α	زمن الصعود Tm	زمن الاساس Tb	زمن الهبوط	الهيدروغراف		3.5	5.2	22.0	16.7			
	556.80 كم <sup>2</sup>						مساحة الحوض الفرعي 03																																																																										
	100	50	20	10	5	2	Q <sub>max</sub> قيمة التدفق (م <sup>3</sup> /ثا) حسب فترة الرجوع																																																																										
365	323	267	224	179	112																																																																												
104	92	76	64	51	32	Q <sub>مoy</sub> التدفق المتوسط (م <sup>3</sup> /ثا)																																																																											
8.2	7.3	6	5	4	2.5	Turraza (م <sup>3</sup> /م) حسب V الحجم																																																																											
L=75	l=	h=10	أبعاد السد المقترح (م)																																																																														
4.3						حجم الخزان المائي (م <sup>3</sup> )																																																																											
X=243062.086739			Y=3634561.09655			إحداثيات الموقع																																																																											
معامل فقد Ka	سرعة الجريان V (م/ثا)	معامل الجريان السطحي Kr	المعاملات الهيدرولوجية																																																																														
0.81	2.92	0.34																																																																															
معامل التذرية α	زمن الصعود Tm	زمن الاساس Tb	زمن الهبوط	الهيدروغراف																																																																													
3.5	5.2	22.0	16.7																																																																														



حوص واد الناموس	الحوض الفرعي	حدود الخزان المائي خلف السد	المقطع العرضي	البطاقة التقنيّة																																																																																																						
			<p>مقطع عرض عند الموقع المقترح</p> 	<table border="1"> <tr> <td colspan="6">مساحة الحوض الفرعي 01</td> </tr> <tr> <td colspan="6">2938.76 كم<sup>2</sup></td> </tr> <tr> <td>100</td> <td>50</td> <td>20</td> <td>10</td> <td>5</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td colspan="6">Q<sub>max</sub> قيمة التدفق (م<sup>3</sup>/ثا) حسب فترة الرجوع</td> </tr> <tr> <td>474</td> <td>417</td> <td>340</td> <td>281</td> <td>219</td> <td>125</td> </tr> <tr> <td colspan="6">Q<sub>مoy</sub> التدفق المتوسط (م<sup>3</sup>/ثا)</td> </tr> <tr> <td>121</td> <td>107</td> <td>87</td> <td>72</td> <td>56</td> <td>32</td> </tr> <tr> <td colspan="6">Turraza (م<sup>3</sup>) حسب V الحجم</td> </tr> <tr> <td>17.7</td> <td>15.5</td> <td>12.7</td> <td>10.5</td> <td>8.2</td> <td>4.7</td> </tr> <tr> <td colspan="2">L=87</td> <td colspan="2">l=</td> <td colspan="2">h=10</td> </tr> <tr> <td colspan="6">4.7</td> </tr> <tr> <td colspan="3">X=183016.240785</td> <td colspan="3">Y=3617775.02431</td> </tr> <tr> <td colspan="6">احداثيات الموقع</td> </tr> <tr> <td colspan="2">معامل القفد Ka</td> <td colspan="2">سرعة الجريان V (ثا/م)</td> <td colspan="2">معامل الجريان السطحي Kr</td> </tr> <tr> <td colspan="2">0.71</td> <td colspan="2">2.88</td> <td colspan="2">0.25</td> </tr> <tr> <td colspan="2">معامل النزوة α</td> <td>زمن الصعود Tm</td> <td>زمن الانسحاب Tb</td> <td colspan="2">زمن الهبوط</td> </tr> <tr> <td colspan="2">3.92</td> <td>10.35</td> <td>40.54</td> <td colspan="2">30.19</td> </tr> </table>	مساحة الحوض الفرعي 01						2938.76 كم <sup>2</sup>						100	50	20	10	5	2	Q <sub>max</sub> قيمة التدفق (م <sup>3</sup> /ثا) حسب فترة الرجوع						474	417	340	281	219	125	Q <sub>مoy</sub> التدفق المتوسط (م <sup>3</sup> /ثا)						121	107	87	72	56	32	Turraza (م <sup>3</sup> ) حسب V الحجم						17.7	15.5	12.7	10.5	8.2	4.7	L=87		l=		h=10		4.7						X=183016.240785			Y=3617775.02431			احداثيات الموقع						معامل القفد Ka		سرعة الجريان V (ثا/م)		معامل الجريان السطحي Kr		0.71		2.88		0.25		معامل النزوة α		زمن الصعود Tm	زمن الانسحاب Tb	زمن الهبوط		3.92		10.35	40.54	30.19	
	مساحة الحوض الفرعي 01																																																																																																									
2938.76 كم <sup>2</sup>																																																																																																										
100	50	20	10	5	2																																																																																																					
Q <sub>max</sub> قيمة التدفق (م <sup>3</sup> /ثا) حسب فترة الرجوع																																																																																																										
474	417	340	281	219	125																																																																																																					
Q <sub>مoy</sub> التدفق المتوسط (م <sup>3</sup> /ثا)																																																																																																										
121	107	87	72	56	32																																																																																																					
Turraza (م <sup>3</sup> ) حسب V الحجم																																																																																																										
17.7	15.5	12.7	10.5	8.2	4.7																																																																																																					
L=87		l=		h=10																																																																																																						
4.7																																																																																																										
X=183016.240785			Y=3617775.02431																																																																																																							
احداثيات الموقع																																																																																																										
معامل القفد Ka		سرعة الجريان V (ثا/م)		معامل الجريان السطحي Kr																																																																																																						
0.71		2.88		0.25																																																																																																						
معامل النزوة α		زمن الصعود Tm	زمن الانسحاب Tb	زمن الهبوط																																																																																																						
3.92		10.35	40.54	30.19																																																																																																						
		<p>مقطع عرض عند الموقع المقترح</p> 	<table border="1"> <tr> <td colspan="6">مساحة الحوض الفرعي 02</td> </tr> <tr> <td colspan="6">4733.22 كم<sup>2</sup></td> </tr> <tr> <td>100</td> <td>50</td> <td>20</td> <td>10</td> <td>5</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td colspan="6">Q<sub>max</sub> قيمة التدفق (م<sup>3</sup>/ثا) حسب فترة الرجوع</td> </tr> <tr> <td>646</td> <td>568</td> <td>463</td> <td>383</td> <td>298</td> <td>171</td> </tr> <tr> <td colspan="6">Q<sub>مoy</sub> التدفق المتوسط (م<sup>3</sup>/ثا)</td> </tr> <tr> <td>160</td> <td>141</td> <td>115</td> <td>95</td> <td>74</td> <td>42</td> </tr> <tr> <td colspan="6">Turraza (م<sup>3</sup>) حسب V الحجم</td> </tr> <tr> <td>27.9</td> <td>24.5</td> <td>20</td> <td>16.5</td> <td>12.9</td> <td>7.4</td> </tr> <tr> <td colspan="2">L=150</td> <td colspan="2">l=</td> <td colspan="2">h=10</td> </tr> <tr> <td colspan="6">6.3</td> </tr> <tr> <td colspan="3">X=169255.734421</td> <td colspan="3">Y=3577569.90846</td> </tr> <tr> <td colspan="6">احداثيات الموقع</td> </tr> <tr> <td colspan="2">معامل القفد Ka</td> <td colspan="2">سرعة الجريان V (ثا/م)</td> <td colspan="2">معامل الجريان السطحي Kr</td> </tr> <tr> <td colspan="2">0.68</td> <td colspan="2">2.66</td> <td colspan="2">0.23</td> </tr> <tr> <td colspan="2">معامل النزوة α</td> <td>زمن الصعود Tm</td> <td>زمن الانسحاب Tb</td> <td colspan="2">زمن الهبوط</td> </tr> <tr> <td colspan="2">4.0</td> <td>12.6</td> <td>48.3</td> <td colspan="2">35.7</td> </tr> </table>	مساحة الحوض الفرعي 02						4733.22 كم <sup>2</sup>						100	50	20	10	5	2	Q <sub>max</sub> قيمة التدفق (م <sup>3</sup> /ثا) حسب فترة الرجوع						646	568	463	383	298	171	Q <sub>مoy</sub> التدفق المتوسط (م <sup>3</sup> /ثا)						160	141	115	95	74	42	Turraza (م <sup>3</sup> ) حسب V الحجم						27.9	24.5	20	16.5	12.9	7.4	L=150		l=		h=10		6.3						X=169255.734421			Y=3577569.90846			احداثيات الموقع						معامل القفد Ka		سرعة الجريان V (ثا/م)		معامل الجريان السطحي Kr		0.68		2.66		0.23		معامل النزوة α		زمن الصعود Tm	زمن الانسحاب Tb	زمن الهبوط		4.0		12.6	48.3	35.7		
مساحة الحوض الفرعي 02																																																																																																										
4733.22 كم <sup>2</sup>																																																																																																										
100	50	20	10	5	2																																																																																																					
Q <sub>max</sub> قيمة التدفق (م <sup>3</sup> /ثا) حسب فترة الرجوع																																																																																																										
646	568	463	383	298	171																																																																																																					
Q <sub>مoy</sub> التدفق المتوسط (م <sup>3</sup> /ثا)																																																																																																										
160	141	115	95	74	42																																																																																																					
Turraza (م <sup>3</sup> ) حسب V الحجم																																																																																																										
27.9	24.5	20	16.5	12.9	7.4																																																																																																					
L=150		l=		h=10																																																																																																						
6.3																																																																																																										
X=169255.734421			Y=3577569.90846																																																																																																							
احداثيات الموقع																																																																																																										
معامل القفد Ka		سرعة الجريان V (ثا/م)		معامل الجريان السطحي Kr																																																																																																						
0.68		2.66		0.23																																																																																																						
معامل النزوة α		زمن الصعود Tm	زمن الانسحاب Tb	زمن الهبوط																																																																																																						
4.0		12.6	48.3	35.7																																																																																																						

## خلاصة الفصل

تم في هذا الفصل استخدام البيانات التي تشمل على المرئيات الفضائية ونموذج الارتفاعات الأرضية الرقمية DEM لبناء قاعدة بيانات جغرافية للمتغيرات المورفومترية لجميع الأحواض المائية التي تم دراستها ، وعمل تصنيف لهذه الاحواض من اجل الاستفادة من هذه البيانات في المشاريع الهيدرولوجية. وقد أظهرت نتائج تحليل الخصائص المورفومترية والهيدرولوجية لمختلف أحواض منطقة الدراسة مدي التباين الواضح بين الأحواض من حيث المساحة والأبعاد حيث لعبت الخصائص الجيولوجية للأحواض دوراً كبيراً في هذا التباين فنجد أن وادي زرقون يعدا من أكبر الأحواض مساحة. و بشكل عام فإن الأحواض تميل إلى الاستطالة وتبتعد عن الشكل المستدير، الامر الذي انعكس على طول زمن التركيز جريان المياه من المنبع الى المصب من (13-23) ساعة، مما يجعلها ذو خطورة معتبرة من حيث الجريان السطحي وإمكانية حدوث الفيضان ، وقد تم تقدير قيم التدفق لفترات الرجوع الممتدة من 2 إلى 1000 سنة اعتماد على بيانات التساقط للفترة بين (1981-2019) حسب قوانين التوزيع الاحصائي ، كما أظهرت النتائج مدى تأثير الخصائص هذه الأحواض على كل من زمن التركيز وزمن وصول التدفق للذروة حيث تراوح زمن الوصول الى قمة التصريف من (15-20) سا وعامل الذروة  $\alpha$  بين (-4.32-4.15). و يبلغ تدفق المياه في ذروة التصريف من (604-1442) م<sup>3</sup>/ثا لـ  $Qt_{10}$  و (1020-2344) م<sup>3</sup>/ثا لـ  $Qt_{100}$ .

الخلاصة العامة

## الخلاصة العامة

هدفت هذه الدراسة بصورة عامة للعمل على إظهار إمكانية برامج نظم المعلومات الجغرافية في بناء قاعدة بيانات جغرافية تحتوي على متغيرات مورفومترية وهيدرولوجية لأحواض شمال الصحراء الجزائرية حيث تم الاستعانة بتطبيقات نظم المعلومات المختلفة واستخراج المعادلات التطبيقية المورفومترية والمعادلات الهيدرولوجية ، وذلك من أجل التوصل إلى القيم المحسوبة لمختلف الخصائص المورفومترية حيث استخدمت فيها أدوات التحليل ( Spatial Analyst Tools – Hydrology ) (المتوفرة في المستوى Arc Toolbox ) (والخروج بنتائج وتوصيات الدراسة متمثلة في الخرائط المورفومترية الرقمية لأحواض الانسيابية بشمال صحراء الجزائرية معتمدة على مصادر بيانات حديثة ودقيقة (تمثلت في مرئيات فضائية للأقمار الصناعية ، وبيانات نماذج الارتفاعات الرقمية DEM بدقة 30 متر ) . والخروج بالقيم المحسوبة لتلك المعادلات وذلك لاستفادة منها في تصميم الرسومات البيانية ورسم الخرائط تحقيقاً لأهداف البحث المرجوة.

من خلال هذه الدراسة المتواضعة حول إنشاء قاعدة بيانات حول الأحواض الانسيابية في منطقة شمال الصحراء الجزائرية حاولنا أن نجيب عن الإشكالية المطروحة ، وخلصنا إلى جملة من التوصيات والاقتراحات محاولين بها أن نساهم بإضافة لتكوين بنك معلومات حول منطقة الصحراء الجزائرية ، وحاولنا اقتباس القيم الهيدرولوجية والمترية الدقيقة انطلاقاً من علمية مرجعية استمدت أهم أسسها من معايير ومعادلات تجريبية معتمدة ، ويبقى مقياس النجاح والفشل ما يحدده تطبيق التوصيات و نتائج هذه ، أي أن الحكم على نجاح أو فشل هذه الحلول والاقتراحات يبقى مرهوناً بإنجاز بعض منها في الميدان ، لان البحث النظري دائماً يبقى قاصراً ما لم يعرف طريقه إلى الواقع .

وفي الأخير نشير إلى أن بحثنا هذا ما هو إلا محاولة متواضعة للتوصل إلى إيجاد حلول ناجعة لجملة من النقائص في الموارد المائية وجملة الأخطار التي تشكلها الفيضانات ، ونأمل أن تأخذ نتائجه بعين الاعتبار وأنه لا يخلو من العيوب والنقائص ، ومن خلال ذلك ندعو المسيرين و الباحثين لإكمال ما تبدى من نقائص، للمضي قدماً لاستغلال الثروة المائية السطحية والجوفية.

المراجع

- ابو العينين، حسن سيد احمد (1976م)، أصول الجيومورفولوجيا: دراسة الأشكال التضاريسية لسطح الأرض، مؤسسة الثقافة، الإسكندرية.
- الدليمي، خلف حسين (2001 م) ، الجيومورفولوجيا التطبيقية: علم شكل الأرض التطبيقي ، الطبعة الأولى، الأهلية، عمان.
- الدليمي، خلف حسين (2009م) ، التضاريس الأرضية دراسة جيومورفولوجية عملية تطبيقية، ط، 7 دار صفاء للنشر والتوزيع، عمان.
- سلامة، حسن رمضان (2004م) ، أصول الجيومورفولوجيا، ط 03 ، دار المسيرة، عمان، الأردن.
- محسوب، محمد صبري (1997م) ، جيومورفولوجية الأشكال الأرضية، الطبعة الخامسة، دار الفكر العربي، القاهرة.

## مذكرات التخرج

- أبورية، أحمد محمد (2007) : المنطقة الممتدة فيما بين القصير ومرسى أم غيج، دراسة جيومورفولوجية، رسالة دكتوراه ، قسم الجغرافيا ونظم المعلومات الجغرافية، كلية الآداب، جامعة الإسكندرية.
- آل سعود، مشاعل محمد سعود عبد الرحمن(1997) : التحليل المورفومتري لشبكة التصريف المائي السطحي بحوض شعيب نساح، رسالة دكتوراه قسم الجغرافيا ، كلية الآداب، جامعة الملك سعود ، الرياض.
- محمد ابراهيم سيد احمد خطاب (2013): استخدام نظم المعلومات الجغرافية في دراسة جيومورفولوجية الأودية شرق سوهاج بين وادي أبو شيخ ووادي قصب ، مذكرة دكتوراه ،كلية الاداب ، جامعة القاهرة ، ص 21
- آمنه بنت أحمد علاجي (2010) : تطبيق نظم المعلومات الجغرافية في بناء قاعدة بيانات للخصائص المورفومترية ومدلولاتها الهيدرولوجية في حوض وادي يللم ، رسالة ماجستير ، قسم الجغرافيا ، كلية العلوم الاجتماعية جامعة أم القرى السعودية.
- الحري، خالد مسلم معوض(1998م)، مصادر المياه بمنطقة وادي الليث دراسة في جغرافية الموارد، رسالة ماجستير غير منشورة مقدمة لقسم الجغرافيا، كلية العلوم الاجتماعية، جامعة أم القرى، مكة المكرمة.
- نبيل سليمان: دراسة تصميم وتنفيذ مشروع نظام معلومات جغرافي لسبير المجال حالة ولاية سطيف ، مذكرة ماجستير، كلية علوم الأرض والجغرافيا ، جامعة منتوري قسنطينة ، 2009 ، ص145

## المجلات

- تراب، محمد مجدي (1997) التطور الجيومورفولوجي لحوض وادي قسيب بالنطاق الشرقي من جنوب شبه جزيرة سيناء، مجلة الجمعية الجغرافية المصرية، 30(12) : 261-204.
- الحواس، علي عساف (2007م) ، توظيف تكاملي لتقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية لتحديد وتحليل الخصائص الهيدرولوجية لأحواض التصريف الصحراوي، بحوث جغرافية ،(18) الجمعية الجغرافية السعودية، الرياض.
- الودعاني، ادريس (2014) مخاطر السيول في منطقة جازان جنوب غرب المملكة العربية السعودية "منظور جيومورفولوجي". مجلة جامعة جازان، المملكة العربية السعودية.
- سليم، محمد صبري محسوب (1987م) ، دراسة جيومورفولوجية لبعض أحواض الأودية بهضبة نجد ، مجلة الدارة، العدد الرابع، السنة الثالثة عشر، الرياض.

## المراجع

- عاطف عايد الغميص، (2020)، التحليل الهيدرومورفومتري للأحواض الشرقية للبحر الميت باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد، مجلة جامعة النجاح للأبحاث(العلوم الإنسانية)جامعة الحسين بن طلال،الأردن35: 1-21
- علي، متولي عبد الصمد عبد العزيز (2008) الأودية في قطاع الساحل السعودي الجنوبي الغربي "دراسة تحليلية". المجلة الجغرافية العربية، 52: 1-45
- شذا الرواشدة، وأخرون (2017) ، الخصائص المورفومترية والهيدرولوجية لحوض وادي الحسا باستخدام نظم المعلومات الجغرافية ونموذج الارتفاعات الرقمية ،مجلة جامعة النجاح للأبحاث (العلوم الإنسانية) جامعة الحسين بن طلال ، الأردن المجلد (6) 31
- مرزا، معراج نواب، البارودي، محمد سعيد (2005م) السمات المورفولوجية والخصائص المورفومترية والهيدرولوجية لأودية الحرم المكي، مجلة جامعة أم القرى للعلوم التربوية والاجتماعية والإنسانية، عدد خاص بمناسبة اختيار مكة المكرمة عاصمة للثقافة الإسلامية لعام 1426هـ
- وفاء الزهارنة (2014) : نظم المعلومات الجغرافية الهيدرولوجية ، تطبيق ادوات التحليل الهيدرولوجي علي وادي غزة ، كلية الآداب، الجامعة الاسلامية – غزة- فلسطين
- وروية، محمد فضيل ( 1999)، المدلول الجيومورفولوجي للمتغيرات المورفومترية بالحوض الهيدروغرافي لوادي الرمال الكبير: النل الشرق- الجزائر، رسائل جغرافية ، (229) الجمعية الجغرافية الكويتية، الكويت.

## الملتقيات و المؤتمرات

- عمر ضو عون وطارق حامد المزوغي (2017) : دراسة الخصائص المورفومترية لحوض وادي غان باستخدام نظم المعلومات الجغرافية ، المؤتمر الدولي الثالث للتقنيات الجيومكانية ، ص 09
- الدوعان، محمود إبراهيم (1998م)، أودية الحرم بالمدينة المنورة: دراسة مورفومترية، الندوة الجغرافية السادسة ، جامعة الملك عبد العزيز ، قسم الجغرافيا، جدة.

## مواقع الانترنت

- تحميل اداة التحليل الهيدرولوجي (تمت الزيارة يوم: 2021/03/07 على الساعة 22:20)
- <http://downloads.esri.com/archydro/archydro/Setup/10.3/10.3.0.72/ArcHydroTools10.3>
- تحميل نماذج الارتفاعات الرقمية GDEM ASTER (تمت الزيارة يوم: 2021/03/07 على الساعة 22:30)
- [https://gdemdl.aster.jspacesystems.or.jp/index\\_en.html](https://gdemdl.aster.jspacesystems.or.jp/index_en.html)
- تحميل ملفات shipefile (تمت الزيارة يوم: 2021/03/10 على الساعة 09:20)
- <http://www.diva-gis.org/gdata>
- معلومات التربة خريطة التربة (تمت الزيارة يوم: 2021/04/07 على الساعة 22:20)
- <http://cgiar-csi.org/data/global-high-resolution-soil-weter-balance>
- <http://www.fao.org/geonetwork/srv/en/metadata.show%3Fid=14116>

- تحميل البيانات المناخية (تمت الزيارة يوم: 2021/04/05 على الساعة 19:20)

[/https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer](https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer)

- تحويل الاحداثيات (تمت الزيارة يوم: 2021/04/10 على الساعة 17:20)

<http://rcn.montana.edu/Resources/Converter.aspx>

## المراجع باللغة الأجنبية

- **Abdulla, H. (2011)**, Morphometric parameters study for the lower part of lesser zap using GIS technique, Earth Science Department, College of Science, University of Baghdad, Iraq, 7, (2): 127-155
- **ASTER GDEM Validation Team. (2009)**. ASTER Global DEM Validation: Summary Report. [http://www.ersdac.or.jp/GDEM/ver2Validation/SummaryGDEM2\\_validation\\_report\\_final.pdf](http://www.ersdac.or.jp/GDEM/ver2Validation/SummaryGDEM2_validation_report_final.pdf)
- **MICHEL-ALAIN ROCHE (1996)**. Protection du réseau d'assainissement de la vallée du M'Zab contre les crues. Rapport d'étude hydrologique. BG-ENCH. Lausanne, 150p.
- **Miller, C., & La Flamme, R. (1958)**. The Digital Terrain Model: Theory and Applications, Photogrammetric Engineering. Vol. (24). PP. 433, 442.
- **Miller, V.C. (1953)**. A quantitative geomorphic study of drainage basin characteristics in the Clinch Mountain area, Virginia and Tennessee. Columbia University, Department of Geology, Technical Report, No.3, Contract N6 ONR 271-300, Network", Handbook of Applied Hydrology , pp 39-76.
- **OULED BELKHIR Cheikh.(2002)**. Contribution à l'étude et l'établissement du bilan hydrologique de la cuvette d'Ouargla (Sahara Nord-Est septentrional - Algérie). Thèse de Magister. Université de Blida,143p.
- **SARI A. (2002)**. Initiation à l'hydrologie de surface. Polycop de cours. Edition HOUMA, Alger, 222p.
- **SOKOLOVSKY D.L (1968)**. L'écoulement fluvial. Gydrométéoizdat, Leningrad, 256p.



الملاحق

الملحق رقم (01): جدول تصنيف التضرس حسب مؤشر الميل العام

الصف	درجة التضرس	Ig
R1	ضعيفة	$Ig < 10$
R4	معتدلة	$10 < Ig < 20$
R6	قوية	$20 < Ig < 35$
R7	قوية جداً	$35 < Ig$

الملحق رقم (02): تصنيف التضاريس حسب مؤشر روش «Roche»

$0.07 > IPR$	←	تضاريس ضعيفة جداً
$0.10 > IPR > 0.07$	←	تضاريس ضعيفة
$0.14 > IPR > 0.10$	←	تضاريس متوسطة
$0.23 > IPR > 0.14$	←	تضاريس قوية نسبياً
$0.34 > IPR > 0.23$	←	تضاريس قوية
$IPR > 0.34$	←	تضاريس قوية جداً

الملحق رقم (03): تصنيف OROSTOM

الرتبة	قيمة DS	نوعية التضاريس
R1	$DS < 10$	تضاريس ضعيفة جداً
R2	$25 > DS > 10$	تضاريس ضعيفة
R3	$50 > DS > 25$	تضاريس قريبة من الضعيفة
R4	$100 > DS > 50$	تضاريس متوسطة
R5	$250 > DS > 100$	تضاريس قريبة من المتوسطة
R6	$500 > DS > 250$	تضاريس قوية
R7	$DS > 500$	تضاريس قوية جداً

الملحق رقم (05): تصنيف المجاري حسب شوم Scham

مؤشر التعرج	نوع المجري
2.7	مجري متعرجة
1.7	مجري غير منتظمة
1.5	مجري منتظمة
1.2	ومجري انتقالية
1	مجري مستقيمة

الملحق رقم (04): جدول فئات تصنيف الانحدارات

فئات درجات الانحدار تبعاً لتصنيف ينج
الأراضي المستوية والمستوية الانحدار جداً من $0 > -2^\circ$
الأراضي هينة الانحدار من $2^\circ > -5^\circ$
الأراضي متوسطة الانحدار من $5^\circ > -10^\circ$
الأراضي فوق المتوسطة الانحدار من $10^\circ > -18^\circ$
الأراضي شديدة الانحدار من $18^\circ > -30^\circ$
الأراضي شديدة الانحدار جداً من $30^\circ > -45^\circ$
الحافات الرأسية وشبه الرأسية من $45^\circ > -65^\circ$