دولـــــــــــة لـــــيبيـــــا
وزارة التَّعليم العالي والبحث العلمي

جامعـــــــة الزاويـــــــــــة
إدارة الدراسات العليا والتَّدريب
كلية الآداب– قسم الجغرافيا
الشعبة: جغرافيا طبيعية

التَّحليل المورفومتري لوادي أم القرب في منطقة الرحيبات بالجبل الغربي

قدِّمت هذه الرسالة استكمالاً لمتطلَّبات الحصول على درجة الإجازة العالية الماجستير في قسم الجغرافيا

إعداد الطالب: أحمد محمد المختار عمَّار

إشراف: د. عيسى علي امحمد بحر

(2025)

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَٰنِ الرَّحِيمِ

﴿وَهُوَ الَّذِي مَدَّ الْأَرْضَ وَجَعَلَ فِيهَا رَوَاسِيَ وَأَنْهَارًا وَمِن كُلِّ الثَّمَرَاتِ جَعَلَ فِيهَا زَوْجَيْنِ اثْنَيْنِ يُغْشِي اللَّيْلَ النَّهَارَ إِنَّ فِي ذَٰلِكَ لَآيَاتٍ لِّقَوْمٍ يَتَفَكَّرُونَ﴾

صدق الله العظيم

سورة الرعد: الآية 3.

الإهـــــــداء

إلى روح أبي الطاهرة وروح أخي الشهيد

إلى جميع أفراد أسرتي الكريمة...

إلى أخوتنا وأهلنا في منطقة الرحيبات...

أهدي هذا العمل، راجيًا من الحق جلَّ جلاله أنْ يجزل لهم الثواب جميعًا

الباحث

شكر و تقدير

لا يسعني بعد الانتهاء من إعداد هذه الدراسة إلا أنْ أتقدَّم بجزيل الشـــكر وعظـــيم الامتنان إلى أستاذي الفاضل الدكتور:**عيسى علي امحمد بحر**، الذي تفضَّـــل بالإشـــراف على هذا البحث، وقد قدَّم لي كل النصح والإرشاد طيلة فترة الإعداد، فله مني كل الشكر والتقدير.

والشكر موصول إلى أعضاء لجنة المناقشة؛ لتكرُّمهم بمناقشة هذه الدراســـة، وإبـــداء آرائهم، وما يثري هذا العمل من الناحية العلمية، الأساتذة:

1- د. مفيدة أبوعجيلة بلق

2- د. أسمهان علي المختار عثمان

وأتقدَّم بجزيل الشكر إلى رئيس وأعضاء هيئة التدريس بقسم الجغرافيا، كليـــة الآداب بالزاوية؛ لما قدَّموه من عون ولو بنصيحة.

وأتقدم بالشكر إلى إخوتنا وأهلنا في منطقة الرحيبات (عائلة عمر الزوبيـــك وأبنـــاؤه، وعائلة محمد السني، وحسن السني).

كما أتقدَّم بالشكر إلى مركز البحوث الصناعية بتاجوراء، والهيئة العامة للمياه، وإلـــى الدكتورة: أسمهان عثمان لما قدَّمته لي من بيانات خام للمناخ.

وإلى كل من ساعدني من قريب أو بعيد.

رسالة شكر وتقدير وعرفان أزفها عبر هذه الدراسة.

الباحث

التَّحليل المورفومتري لوادي أم القرب في منطقة الرحيبات بالجبل الغربي

الملخص:

تناولت هذه الدراسة تحليل الخصائص المورفومترية لحوض وادي (أم القرب) بمنطقة الرحيبات، وهو أحد الأودية شبه الجافة ذات الجريان الموسمي التي تنحدر من مرتفعات جبل نفوسة لتنتهي في سهل الجفارة شمالاً دون بلوغ خط الساحل؛ ويعزى ذلك إلى التذبذب الحاد في معدلات الهطول المطري ومحدوديتها المكانية والزمانية واقتصارها على فصل الشتاء. هدفت الدراسة إلى استقصاء الخصائص الهندسة والتضاريسية وتحليل طبيعة الانحدارات، وتحديد انعكاساتها الهيدرولوجية على شبكة التصريف، وصولاً إلى تقييم احتمالية مخاطر الفيضانات في المنطقة.

اعتمدت الدراسة منهجية تكاملية جمعت بين العمل الميداني والمعادلات الرياضية المورفومترية، مع توظيف تقنيات نظم المعلومات الجغرافية (GIS) والاستشعار عن بُعد (RS) في معالجة البيانات المكانية.

وقد أكدت النتائج أن الحوض يميل في خصائصه الشكلية إلى الاستطالة، حيث سجل معامل الاستطالة قيمة قدرها (0.92)، بينما انخفضت نسبة الاستدارة لتصل إلى (0.16)؛ وهي مؤشرات رقمية تؤكد ابتعاد الحوض عن الشكل المستدير المرتبط عادةً بالخطورة الهيدرولوجية. ويترتب على هذا الشكل المستطيل انخفاض ملموس في احتمالية وقوع الفيضانات الفجائية؛ نظراً لزيادة طول محور الحوض الذي يؤدي إلى إطالة 'زمن التمركز'. فالمياه المنحدرة من المنبع تستغرق وقتاً طويلاً للوصول إلى المصب، مما يساهم في تشتيت التدفق الزمني ومنع تشكل ذروة تصريفية حادة، مما يمنح الحوض قدرة طبيعية على تمرير المياه بشكل تدريجي وآمن.

كما أظهرت نتائج الدراسة ارتفاع معامل الاندماج إلى (2.52)، مما يعزز فرضية استطالة الحوض. كما كشفت الخصائص التضاريسية عن قيم منخفضة لكل من معدل التضريس (14)، والتضاريس النسبية (4.91 م/كم)، وقيمة الوعورة (0.38)، والنسيج الحوضي (2)، وهي معطيات تؤكد مجتمعةً تدني مخاطر الفيضان. وفيما يخص شبكة التصريف، بلغت كثافة الصرف الطولية (1.07 كم/كم²) ومعدل بقاء المجرى (0.93 كم²)، وهي قيم منخفضة تعكس تأثير التكوين التضاريسي ونوعية الصخور والتربة، فضلاً عن دور نفاذية السطح ومعدلات التبخر العالية وتذبذب الأمطار في تقليل كفاءة الجريان السطحي الدائم.

Morphometric analysis of Wadi Umm al-Qarb in the Rahibat area of the Western Mountain

Abstract:

This study analyzed the morphometric characteristics of the Wadi Umm al-Qarb basin in the Rahibat region. This basin is a semi-arid, seasonal wadi that descends from the Nafusa Mountains and terminates in the Jafara Plain to the north, without reaching the coastline. This is attributed to the sharp fluctuations in rainfall rates, its spatial and temporal limitations, and its confinement to the winter season. The study aimed to investigate the geometric and topographical characteristics, analyze the nature of the slopes, and determine their hydrological implications for the drainage network, ultimately assessing the potential for flooding in the region.

The study employed an integrated methodology combining fieldwork and morphometric mathematical equations, utilizing Geographic Information Systems (GIS) and Remote Sensing (RS) techniques for processing the spatial data.

The results confirmed that the basin tends towards elongation in its morphological characteristics, with an elongation coefficient of 0.92, while the roundness ratio decreased to 0.16. These numerical indicators confirm that the basin deviates from the round shape typically associated with hydrological hazards. This rectangular shape results in a significant decrease in the probability of flash floods due to the increased length of the basin axis, which lengthens the concentration time. Water flowing from the source takes a long time to reach the mouth, thus dispersing the flow temporally and preventing the formation of a sharp discharge peak. This gives the basin a natural capacity for gradual and safe water flow.

The study results also showed a high integration coefficient of 2.52, which supports the elongated basin hypothesis. Topographic characteristics

revealed low values for the topography index (14), relative topography (4.91 m/km²), roughness (0.38), and basin texture (2), all of which confirm the low flood risk. Regarding the drainage network, the longitudinal drainage density was 1.07 km/km² and the channel retention rate was 0.93 km². These low values reflect the influence of topographic formation, rock and soil type, as well as the role of surface permeability, high evaporation rates, and rainfall variability in reducing the efficiency of permanent surface runoff.

فهرس المحتويات

الآية القرآنية..... أ

الإهـــــــداء..... ب

شكر و تقدير..... ج

الملخص:..... د

Abstract:..... ه

فهرس المحتويات..... ز

فهرس الجداول..... ي

فهرس الأشكال..... ك

فهرس الصور..... ل

فهرس الخرائط..... ن

الفصل الأول

الإطــار النظري

مقدمـة:..... 2

أولاً: مشكلة الدراسة..... 4

ثانيًا: أهمية الدراسة..... 4

ثالثاً: أهداف الدراسة..... 5

رابعًا: فرضيات الدراسة..... 5

خامسًا: منهجية الدراسة..... 5

سادسًا: حدود الدراسة:..... 6

سابعًا: أدوات الدراسة..... 8

ثامناً: المفاهيم والمصطلحات..... 8

تاسعًا: هيكلية الدراسة..... 9

عاشرًا: الدراسات السابقة..... 10

الفصل الثاني

الخصائص الطبيعية لمنطقة الدراسة

أولاً: التركيب الجيولوجي..... 15

ثانيًا: المظاهر التضاريسية..... 22

ثالثًا: المناخ..... 26

1- الحرارة:..... 28
3- الريـــاح:..... 32
4- الرطوبة الجوية: 36
5- التبخُّـر:..... 38
رابعًا: الموارد المائية..... 42
1- مياه الأمطار :..... 42
2- المياه الجوفية:..... 44
تحليل العناصر الكيميائية والبيولوجية لماء عين أم القرب لحوض الوادي:..... 46
خامساً: التربة:..... 54
أ. الترب حديثة التكوين : 56
ب. التربة الجبلية القرفية الجيرية:..... 56
ج. التربة حديثة التكوين الشائعة ذات النظام الرطوبي الجاف:..... 57
سادسًا: الغطاء النباتي:..... 59
أصناف وأنواع الغطاء النباتي لمنطقة الوادي:..... 60
أ- استبس شبه صحراوي مختلط بأشجار وشجيرات: 60
ب- استبس شبه صحراوي مع نباتات عشبية:..... 61
ج- نباتات الوديان الصحراوية: 61
د- نباتات قصيرة العمر متفرِّقة:..... 62

الفصل الثالث

الخصائص المورفومترية لحوض وادي أم القرب وتحليلها

مقدمة:..... 67
أولاً: الخصائص الهندسية لوادي أم القرب:..... 67
ثانيًا: الخصائص الشكلية للحوض..... 70
ثالثًا: الخصائص التضاريسية:..... 75
رابعًا: الخصائص المائية لشبكة التصريف بالمنطقة:..... 86
الخلاصة..... 102

الفصل الرابع

المظاهر الجيومورفولوجية لمنطقة الحوض

مقدِّمة:..... 104
أولاً: المظاهر الجيومورفولجية الناتجة عن البنية الصدعية..... 104

ثانياً: المظاهر الجيومورفولوجية الناتجة عن عمليات التجوية: 109
ثالثاً: المظاهر الجيومورفولوجية الناتجة عن عمليات التعرية 122
الخلاصة: 132
الخاتمة 133
التحقُّق من الفرضيات: 134
النتائــج: 135
التَّوصيات: 138
قائمة المصادر والمراجع: 139
الملاحق 146

فهرس الجداول

جدول (2): مساحة كل تكوين والنسبة المئوية لكل مساحة للحوض. 21
جدول (3): المعدلات الشهرية والفصلية لدرجات الحرارة (مْ) لمنطقة الحوض..... 29
جدول (4): المعدلات الشهرية والفصلية لكمية المطر (ملم) لمنطقة حوض الوادي للفترة من (1985-2018م)..... 30
جدول (5): المتوسطات الشهرية والفصلية لسرعة الرياح (عقدة) لمنطقة الحوض للفترة من (1985-2018م)..... 35
جدول (6): المتوسطات الشهرية والفصلية للرطوبة النسبية لمنطقة الحوض للفترة من (1985-2018م) 37
جدول (7): معدلات التبخر (ملم) الشهرية للفترة من سنة (1985-2018م)..... 39
جدول (8): التحليل الكيميائي والبيولوجي لمياه عين وادي أم القرب 46
جدول (9): المساحة والنسبة المئوية لكل نوع من أنواع التربة لمنطقة حوض الوادي..... 59
جدول (10): توزيع مساحة تكوين الغطاء النباتي ونسبتها لحوض الوادي..... 64
جدول (11): الخصائص الهندسية لوادي أم القرب 69
جدول (12): الخصائص الشكلية لمنطقة وادي أم القرب 75
جدول (13): تصنيف الأحواض المائية بناء على درجة الوعورة 80
جدول (14): فئات الانحدار لمنطقة الحوض..... 83
جدول (15): المعامل الهيبسومتري 85
جدول (16): الخصائص التضاريسية لحوض وادي أم القرب 86
جدول (17): بيانات الرتب المائية بالحوض 91
جدول (18): عدد المجاري المائية لكل رتبة..... 93
جدول (19): قيم متغيرات التشعب لمنطقة الحوض 95
جدول (20): اتجاه جريان الوادي بحوض الوادي 101
جدول (21): قيم خواص الشبكة الصرف المائية..... 101

فهرس الأشكال

الشكل (1): المعدلات الشهرية لدرجات الحرارة (مْ) خلال الفترة من (1985-2018م) 29
الشكل (2): المعدلات الشهرية للمطر (ملم) خلال الفترة من (1985-2018م) 31
الشكل (3): المعدلات الفصلية للمطر (ملم) خلال الفترة من (1985-2018)..... 31
الشكل (4): المعدلات السنوية للمطر (ملم) خلال الفترة من (1985-2018) 32
الشكل (5): المعدلات الشهرية لسرعة الرياح (م/ث) لمنطقة الحوض..... 36
الشكل (6): المعدلات الشهرية للرطوبة النسبية (%) خلال الفترة من (1985-2018) 37
الشكل (7): معدَّلات التبخر الشهرية للفترة من سنة (1985-2018م)..... 40
الشكل (8): المنحنى الهيبسومتري لمنطقة الدراسة. 85
الشكل (9): أنماط التصريف النهري للوديان 88
الشكل (10): ترتيب أعداد المجاري المائية حسب كل رتبة..... 89

فهرس الصور

الصورة (1): (أ، ب، ج) جانب من المظاهر التضاريسية بمنطقة وادي أم القرب 25
الصورة (2): عين أم القرب في منطقة الحوض (أ) 45
الصورة (3): عين أم القرب في منطقة الحوض (ب) 45
الصورة (4): بعض مظاهر الغطاء النباتي بالمنطقة يظهر فيها شجر السرو. 65
الصورة (5): بعض مظاهر الغطاء النباتي بالمنطقة يظهر فيها شجر النخيل 65
الصورة (6): المنظر العام لطبقات أحادية الجانب 105
الصورة (7): المنظر العام للكويستا 106
الصورة (8): البيانات العامة للكويستا 106
الصورة (9): الشكل العام للينبوع 108
الصورة (10): تغذية مياه الأمطار والسيول للعين 108
الصورة (11): آثار التفلُّق الصخري 110
الصورة (12): المنظر العام للتساقط الصخري 111
الصورة (13): المنظر العام للانهيار الصخري 111
الصورة (14):المنظر العام لركام السفوح 112
الصورة (15):تدحرج وزحف الصخور 113
الصورة (16):المنظر العام للفواصل. 114
الصورة (17):المنظر العام للشقوق والفواصل بشكل متوازي. 115
الصورة (18):نماذج شكل السفح وتطوره 116
الصورة (19): المنظر العام للخدوش الكارستية. 118
الصورة (20): صخور متعرضة لعملية الأكسدة. 118
الصورة (21):مظاهر عملية الإذابة للصخور ووجود الحفر والتجاويف. 119
الصورة (22):المظاهر الجيومورفولوجية الناتجة عن التجوية الحيوية الناتجة عن نمو النبات وتغلغل جذوره بين الصخور(أ) 121
الصورة (23):المظاهر الجيومورفولوجية الناتجة عن التجوية الحيوية الناتجة عن نمو النبات وتغلغل جذوره بين الصخور (ب) 121
الصورة (24):الانجراف الجدولي 123
الصورة (25):الانجراف السطحي 124
الصورة (26): الانجراف الأخدودي 125
الصورة (27):منظر الخانق في بداية مجرى الوادي 126
الصورة (28): المجرى في الجزء الأوسط من حوض الوادي. 126
الصورة (29):ركامات الصخور في نهاية المجرى لحوض الوادي 127

الصورة (30):الحفر الوعائية..... 128
الصورة (31):الشكل العام للنباك الرملية..... 129
الصورة (32):تعرية بفعل الرياح تظهر فيها الحفر والتجاويف. 130
الصورة (33):التعرية التفاضلية. 131
الصورة (34): جانب من المنظر العام للوادي 131

فهرس الخرائط

خريطة (1): موقع حوض وادي أم القرب 7
خريطة (2): جيولوجيا منطقة الحوض 20
خريطة (3): خطوط الكنتور لمنطقة الوادي أو الحوض 24
خريطة (4): الأحواض المائية الجوفية لمنطقة الوادي 51
خريطة (5): توزيع نطاقات التربة لمنطقة الحوض 58
خريطة (6): الغطاء النباتي لمنطقة الحوض 63
خريطة (7): الأبعاد الخاصة بالوادي 69
خريطة (8): الارتفاع بالأمتار في منطقة الوادي أو الحوض 76
خريطة (9):مساحة كل ارتفاع بالأمتار لمنطقة الحوض 77
خريطة (10):معدلات الانحدار في منطقة الحوض أو الوادي 82
خريطة (11): الرتب المائية لمنطقة الحوض 90
خريطة (12):كثافة التصريف للرتب المائية بمنطقة الوادي 97
خريطة (13):اتجاه انحدار الجريان 100

الفصل الأول

الإطــار النظري

مقدمة

أولاً: مشكلة الدراسة.

ثانيًا: أهمية الدراسة.

ثالثًا: أهداف الدراسة.

رابعًا: فرضيات الدراسة.

خامسًا: منهجية الدراسة.

سادسًا: حدود الدراسة:

سابعًا: أدوات الدراسة.

ثامناً: المفاهيم والمصطلحات.

تاسعًا: هيكلية الدراسة.

عاشرً: الدراسات السابقة.

مقدمـة:

يقـع واي ام القـرب فـي شـمال غـرب ليبيـا والـذي يعتبـر أحـد الأوديـة الموسـمية الشـبه جافـة ويصب في سهل الجفارة وبالتحديد في وادي غدو الذي يحدوه من الشمال حيث لا تصل مياهه إلى الساحل، وسوف نعرض في هذا البحث دراسة الظروف الطبيعية وتتبع الخواص المورفومترية وتحليلها ومعرفة الأسباب التي حالت إلى عدم وصول مياه التصريف إلى مسافات بعيدة، وإلى معرفة هل هناك احتمالية حدوث خطر فيضان أم لا، بالإضافة إلى هل هناك إمكانية لحجز المياه أثناء موسم الهطول للاستفادة منها للأغراض الزراعية واليومية وغيرها من الأسباب التي جلبت اهتمام الدراسة بهذا المجال والتي لم تدرس دراسة مورفومترية سابقة في هذا الوادي ، كل هذا لا يتم إلا عن طريق الدراسات المورفومتية.

يعد علم الجيومورفولوجيا فرعاً من فروع الجغرافيا الطبيعية الحديثة النشأة الذي لم يعرف إلا منذ أواخر القرن التاسع عشر، والذي يتناول عناصر القشرة الأرضية بالتفسير والتحيل أي بدراسة أشكال يابس سطح الأرض وتضاريس قشرتها، أو قد يهدف إلى دراسة التغيرات التي كانت تطرأ على يابس سطح الأرض في الماضي عن طريق تحلل الأشكال التضاريسية و استخلاص النتائج من هذا التحليل.

فدراسة يابس سطح الأرض يتقاسمه عدد من العلوم الأرضية الأخرى غير الجيومورفولوجيا من بينها الجيولوجيا ، وعلم المساحة الأرضية، Geodesy، وعلم الطبيعة Geoplsics وتداخل هذه العلوم في التطبيق (أبو راضي، 2004، ص8-10)، ومن ضمن هذه العلوم المشتقة منها هي المجال المورفومتري.

يقصد بالتحليل المورفومتري MorphometricAnlysis ذلك التحليل الجيومورفولوجي لسطح الأرض، الذي يعتمد على الأرقام والبيانات المأخوذة من الخريطة الكنتورية، والصور الجوية والمرئيات الفضائية، إلى جانب ما يستمد من الدراسات، والقياسات الحقلية للأشكال المراد تحليلها ودراستها، مثل حوض التصريف المائي لقطاع منطقة ما، أو حافة جبلية، أو مجموعة من الكثبان الرملية، وغير ذلك من الأشكال الأرضية المتنوِّعة.

والواقع أنَّ وسائل التحليل المورفومتري قد بدأت تأخذ مكانًا مهمًا في الدراسات، والبحوث الجيومورفولوجية المختلفة، وتحل بشكل سريع محل وسائل وأساليب الوصف التقليدية، وبخاصة فيما يختص بتحليل شبكات التصريف المائي والسفوح وأحواض الأنهار، وأشكال الإرساب الرملي والعمليات المؤثرة فيها(محسوب، 1997، ص202)

تعد الدراسة الجيومورفولوجية هي حلقة الربط بين كل من الجيولوجيا الطبيعية physical Geology والجغرافيا الطبيعية physical Geography ذلك لأنَّ الظاهرات الجيموروفولوجية لسطح الأرض تتغير بمرور الزمن، وتتشكَّل تحت ظروف مناخية مختلفة، وقد تؤدي هذه الظروف إلى إيجاد ظاهرات جديدة أخرى، لم تكن موجودة من قبل، أو إعادة تشكيل ظاهرات قديمة، وتعديل مظهرها العام، وكل ذلك يتوقَّف على مدى قدرة تلك العوامل على أداء عملها لطبيعة التركيب الصخري، ونظام الطبقات من جهة والظروف التكنوية (الباطنية) التي تعرَّض لها حوض الوادي من جهة أخرى، فالأشكال الجيومورفولوجية هي نتاج لصراع طويل بين العمليات الباطنية من جهة، وبين العمليات الخارجية السطحية من جهة أخرى، سواء أكانت على مستوى البناء أو الهدم (الدليمي، 2001، ص22).

وتُعد الدراسات المورفومترية من التطبيقات الحديثة والمهمة في علم الجيومورفولوجيا والدارسين لسطح الأرض، وقد كان للتطور التكنولوجي الملحوظ مع نهايات القرن العشرين، وبدايات القرن الواحد والعشرين، وما ارتبط من استخدام وسائل حديثة الأثر الكبير في إنجاز الدراسات المورفومترية بسرعة ودقة، وبخاصة ما يتعلَّق بإنتاج الخرائط المورفومترية، ومعالجة البيانات وتحليلها والخروج بالنتائج المرضية (قدورة، 2013، ص47).

ويعد العالم (جابرت) من الروَّاد الذين كانت لهم إسهامات فعَّالة في تطوير هذا العلم، إذ يطلق عليه لقب الجيومورفولوجي الحقيقي الأوّل؛ بسبب ما قام به من ملاحظة المظاهر الأرضية، وتحليلها جيومورفولوجيا مستندًا إلى الأسس والمقاييس العملية لتطوير مثل هذه المظاهر (كريل، 1986، ص23).

ويرجَّح بعض الباحثين أنَّ الوصف لا يجب أنْ يعتمد على خبرة الباحث في الحقل فقط، بل لابد وأنْ يعتمد كذلك على نتائج الدراسة الكمية، ولأثر فعل كل من العوامل الجيومورفولوجية المختلفة في الحقل. وهذه الدراسة تعرف باسم التحليل المورفومتري الذي بتطبيقه في الدراسة الجيومورفولوجية تصبح النتائج الدراسية علميةً محدَّدةً بدلاً من أنْ تكون دراسةً وصفيةً عامةً (أبو راضي، 2004، ص112).

تسعى هذه الدراسة إلى إظهار الخصائص الجيومورفولوجية السائدة في وادي أم القرب بمنطقة الرحيبات في تحليل ظواهره الموفومترية، باستخدام برنامج نظم المعلومات الجغرافية ARC.GIS في توفير المعلومات، والخرائط اللازمة لمنطقة الوادي، والتي أظهرت نتائجها بشكل فعَّال، وساعدت الباحث في تحليل الخصائص المورفوومترية.

وقد تناولت الدراسة أربعة فصول رئيسية ، كانت بدايتها بالفصل الأول: الإطار النظري ، ثم الفصل الثاني الذي تحدث عن الخصائص الطبيعية لوادي ام القرب ثم يليه الفصل الثلث الذي يعتبر في الأساس المحور الرئيسي لموضوع البحث التي قامت الدراسة لأجله والذي تناول دراسة الخصائص المورفومترية وتحليلها والتوصل إلى نتائجها وأخيراً فصل الرابع الذي تحدث عن المظاهر الجيوموفولوجية الموجودة في وادي ام القرب وفي النهاية تناولت الخاتمة والنتائج والتوصيات وقائمة المصادر والمراجع والملاحق .

أولاً: مشكلة الدراسة.

تُعد مشكلة الدراسة وتحديدها من الموضوعات التي جذبت اهتمام وعناية الباحث؛ لغرض تحليل الخصائص والسمات الشكلية والتضاريسية، وما ينعكس على خصائص شبكة التصريف المائي لوادي أم القرب بمنطقة الرحيبات بالجبل الغربي لتحليل خصائصه المورفومترية غير المدروسة.

وعلى هذا الأساس تم تحديد مشكلة الدراسة بطرح الأسئلة الآتية:

1- هل للخصائص الطبيعية السائدة الأثر على نمط وصرف المجاري المائية في الوادي؟

2- ماهي مصادر المياه في الوادي وهل الوادي دائم الجريان أم لا ؟

3- هل للتعرية المائية أثر في تشكيل بعض المظاهر الجيومورفولوجية؟

4- ماهي الخصائص المورفومترية ؟

5- هل هناك تنوع في المظاهر الجيومورفولوجية في الوادي؟

6- ما هي الخصائص المورفومترية لوادي أم القرب.

ثانيًا: أهمية الدراسة.

تسعى كل دولة إلى الاستفادة من مواردها الطبيعية كهدف أساسي في الخطط التنموية التي تعتمدها، وهذا لا يتم إلا بمعرفة خصائصها الطبيعية، والتي تتطلّب إجراءات دراسة جيومورفولوجية، كونها تشكّل عنصرًا ومرتكزًا أساسيًا للدراسات الخاصة بتقييم صلاحية الأرض والتعامل مع البيئة، وتكمن أهمية هذه الدراسة بشكل خاص كون وادي أم القرب يُعد أحد الأودية في جبل نفوسة، ويجري في بيئة شبه جافة، ولم يتم دراسته دراسة مورفومترية سابقة[*]، ومعرفة

[*] حظي بدراسة من قبل الشركة الألمانية (واكوتي) تقرير لإنشاء سد في عام 1982م، الهيئة العامة للمياه وإدارة السدود.

خواصه المورفومترية وهل له تأثير على حدود خطر الفيضان أم لا؟ بالإضافة إلى معرفة تنوع المظاهر الجيومورفولوجية في وادي أم القرب .

ثالثًا: أهداف الدراسة.

تهدف الدراسة لتحقيق ما يلي:

1- دراسة التطور الجيولوجي والظروف المناخية المؤثرة في تشكيل الظواهر التضاريسية للوادي.

2- تحديد الظواهر الجيومورفولوجية التي تميز الوادي والتي مازالت التعرية تلعب دورًا كبيرًا في تشكليها.

3- معرفة وتحليل الخصائص الشكلية والتضاريسية للوادي، ومدى تأثرها بالعناصر المناخية، وانعكاساتها على خصائص التصريف المائي.

رابعًا: فرضيات الدراسة.

1- أثّرتْ العوامل الجيولوجية والحركات الصدعية في تشكيل بعض المظاهر السطحية لمنطقة الوادي.

2- أسهم العصر الجيولوجي الرابع المطير (البلايستوسين) في تشكيل بعض المظاهر الجيمورفولوجية للمنطقة.

3- للعوامل المناخية دور كبير في تشكيل بعض المظاهر الجيومورفولوجية لحوض الوادي.

4- يؤدي الجريان السطحي أثناء موسم الهطول إلى إحداث فيضان.

خامسًا: منهجية الدراسة.

1- المنهج التاريخي:

اعتمد هذا المنهج على دراسة ا لظواهر ا لجغرافية في إطارها الزمني من خلال تتبع نشأتها وتطورها ومراحل تغيرها عبر الزمن بهدف تفسير أوضاعها الراهنة وفهم العوامل التي أسهمت في تشكيلها (أبو العينين، 2013، ص64-65)، مثل تتبع البيانات المناخية خلال فترة زمنية محددة وتاريخ الزيارة الميدانية، وتتبع مراحل التجوية والتعرية التي مرت بها منطقة وادي أم القرب.

2- المنهج الوصفي:

اعتمدت على وصف التكوينات الجيولوجية بحوض الوادي، وذلك من حيث أنواعها، وتوزيعها الجغرافي، إضافة إلى الأشكال والمظاهر الجيومورفولوجية السائدة، سواء أكان ذلك في الحقل، أم الاستعانة ببرامج أخرى إذا تطلّب الأمر.

3- المنهج التحليلي:

اعتمدت الدراسة على استخدام بعض المعادلات المورفومترية التي تقيس حوض الوادي من حيث خصائصه التضاريسية:

أ- تحليل العناصر المناخية الخاصة بحوض الوادي المتمثّلة في الحرارة والأمطار والرياح والرطوبة والتبخُّر.

ب- المعادلات التي تقيس شكل الحوض (معدَّل الاستطالة، معدَّل الاستدارة، معامل شكل الوادي، معامل الانبعاج، معامل الاندماج) نسبة تماسك المحيط.

ج- المعادلات التي تقيس درجة تضرُّس حوض الوادي، معامل التضرُّس، قيمة الوعورة، التضاريس النسبية.

د- المعاملات التي تقيس خصائص الشبكة المائية (كثافة الطول، الكثافة العددية، معدل التركيز، وسرعة الجريان).

سادسًا: حدود الدراسة:

أولًا: الحدود المكانية.

1- الموقع الجغرافي:

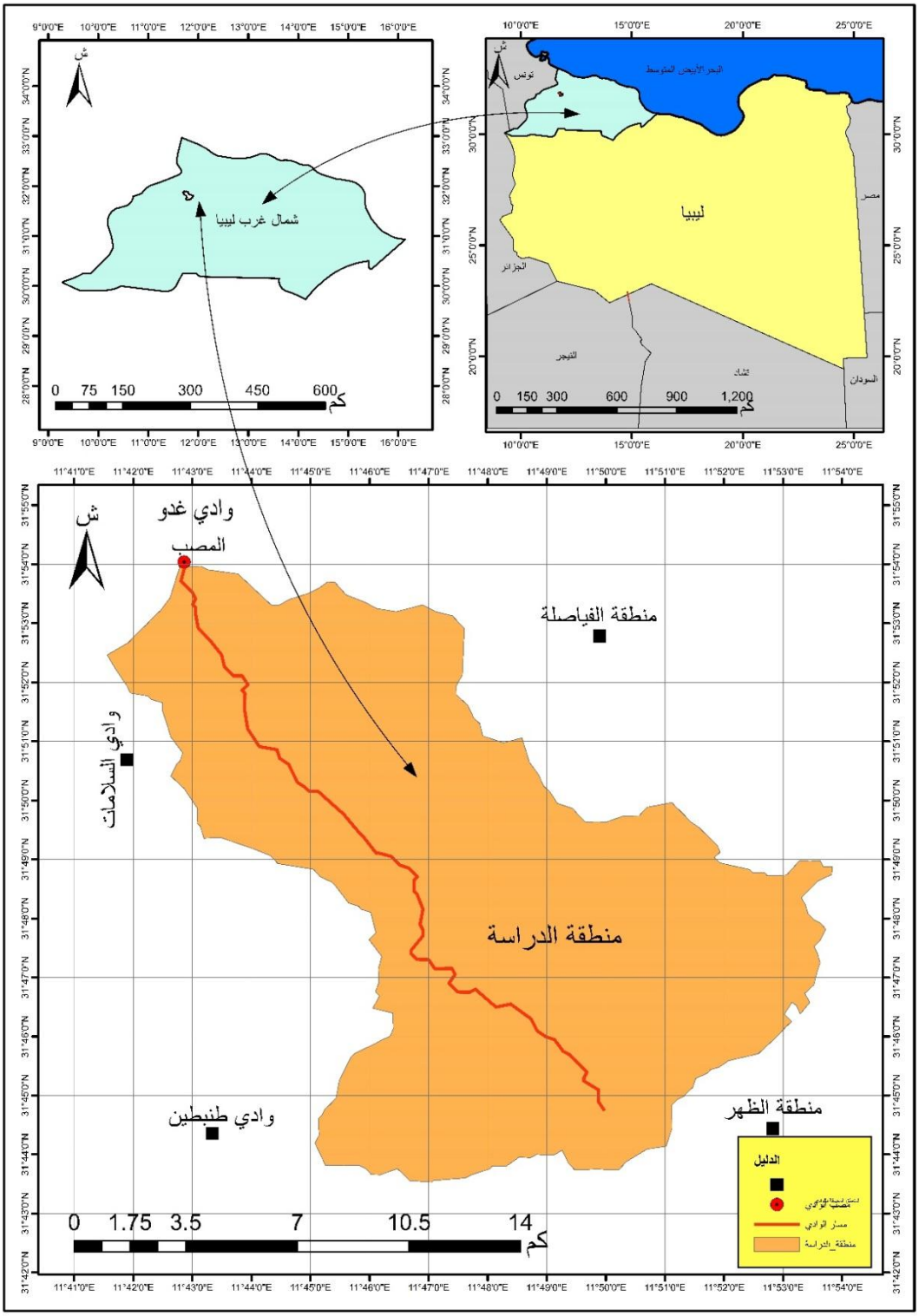
يقع وادي أم القرب في منطقة الرحيبات بالجبل الغربي، حيث يحده من الشمال سهل الجفارة، ومن الشرق منطقة الفياصلة، ومن الغرب يحده وادي طنبتين، ووادي السلامات، أمَّا من الجنوب فيحده منطقة الظهر(مقابلة ميدانية مع أحد أهلي المنطقة الحاج عمر الزبير، بتاريخ 2022/3/27) ، وبهذه الرقعة الجغرافية فقد بلغت مساحة الحوض 185.86كلم^2، وبلغ طول محيطها 121كلم تقريبًا، أما فلكياً يقع حوض الوادي بين خط طول 0ً 54َ 11ْ -30ً 41َ 11ْ شرقًا وعلى دائرة عرض 0ً 54َ 31ْ – 30ً 43َ 31ْ شمالًا. الخريطة.(مقابلة مع أحد أهالي المنطقة، حسين الفيلاني، بتاريخ 2018/11/15)

ثانيًا: المجال الزمني: اعتمدت الدراسة على عدة بيانات تمثلت في البيانات المناخية من سنة 1985 إلى 2018 كما اعتمدت على الصور الفوتوغرافية للزيارة الميدانية ما بين 2018-2023 ، واعتمدت على المرئيات الفضائية .

اختلفت الروايات على موضوع أصل التسمية لوادي أم القرب بمنطقة الرحيبات لكن أغلب الروايات تشير والتي أجمع عليها أهالي المنطقة أنه كان في السابق تتجمع القبائل في تلك المنطقة ويحددون يوم معنين في الأسبوع للذهاب إ لى منطقة ا لعين ويحملون معهم القرب ويملئوها بالماء وبعد الانتهاء من ملئها يقومون بتجميعها على بعضها وذلك للتفرغ للراحة وإعداد وجبات الطعام

وتجمع القرب فوق بعضها ومنها سميت أم القرب، وغيرها من الروايات وهذا والله أعلم (مقابلة مع أحد أهالي المنطقة، حسين الفيلاني، بتاريخ 2018/11/15).

خريطة (1): موقع حوض وادي أم القرب



المصدر: من عمل الباحث باستخدام برنامج ARC Map 10.8 استناداً على نموذج الارتفاع الرقمي DEM

سابعًا: أدوات الدراسة.

1. الدراسة المكتبية:

اعتمدت هذه الدراسة على المعلومات والبيانات المتعلّقة بتأثير العناصر المناخية على حوض الوادي، وعلى شكل أساليب التحليل المورفومتري والجيومورفولوجي، وذلك من خلال ما يتوافر من كتب ومراجع ودوريات، ومقالات ذات العلاقة بموضوع الدراسة، واستخدام الأساليب الرياضية أثناء التحليل الإحصائي.

2. الدراسة الميدانية:

اعتمدت هذه الدراسة على الزيارة الميدانية من خلال استكمال النقص، حيث تضمَّنت وصف المظاهر والأشكال الجيومورفولوجية الموجودة في الوادي، ودراستها عن قرب، والتقاط بعض الصور التي تؤكد وتوضِّح تلك المظاهر، والأشكال الجيومورفولوجية، ومدى تأثرها بالمناخ بالاعتماد على الخرائط المورفومترية والجداول والرسوم البيانية.

3. اعتمدت على برنامج نظم المعلومات الجغرافية المتمثل في نموذج الارتفاع الرقمي DEM، Arc Map 10.8. لسنة 2023م.

4. آلة تصوير رقمية .

ثامناً: المفاهيم والمصطلحات.

1- **حوض الوادي**: هو المكان الذي تتجمَّع فيه مياه الوادي، سواء أكانت مياه الأمطار من المناطق المحيطة أو المياه الجوفية، ويفصل الحوض عن الأحواض الأخرى أراضي مرتفعة تمثل أعلى نقطة فيها، وتسمَّى منطقة تقسيم المياه بين حوض وآخر. (توماجوري، 1988، ص24).

2- **التحليل المورفومتري**: هو عملية تحليل رقمي لظاهرات سطح الأرض من بيانات مستقاة من الخرائط والقياسات الحقلية والصور الجوية، والمرئيات الفضائية (الدليمي، 2001، ص155).

3- **الوادي الموسمي**: هو الوادي الذي تجري فيه المياه بصورة غير منتظمة عقب سقوط الأمطار لفترات تتراوح عدَّة أيام وشهور وبضع ساعات (الزوكة، 1996، ص471).

4- **خط تقسيم المياه:** هو خط وهمي يحيط بالحوض ماراً بأعلى نقطة مرتفعة، ويمثل الحد الفاصل بين حوض وآخر، ويكون واضحًا في الخرائط الجغرافية الخاصة بتلك الأحواض، والتي تظهر فيها على أشكال مختلفة: الدائري، المستطيل، الكمثري (الدليمي، 2001، ص155).

5- **الفواصل (الشقوق):** وهي التي تتمثّل في كسور في الطبقات الصخرية المختلفة دون أنْ يحدث لها أي حركة إزاحة لتلك الطبقات، والتي هي ناتجة من عمليات الضغط المختلفة، سواء أكانت من أعلى أو من أسفل، أو تكون بسبب التبريد المفاجئ الذي تعرَّضت له، وبخاصة الصخور النارية من نوع البازلت (تاربوك/لونجنز، 1984، ص504).

6- **الصدوع أو الفوالق:** وهي التي تتمثّل في كسور في طبقات القشرة الأرضية، مصحوبةً بحركة إزاحة على إحدى الجانبين الأفقي أو الرأسي، وتحدث نتيجة للحركات التكتونية، وما يصاحبها من حركات رفع أو هبوط (أحميدة، 1989، ص142).

7- **المناخ:** هو دراسة الخصائص الرئيسية لحالة الجو في منطقة معينة، بحيث يمكن استخلاص وتحديد حالات الجو المتعاقبة خلال فترة زمنية طويلة (شحاتة، 1996، ص19).

8- **التعرية المائية:** تتمثل في ظاهرة تحدث بفعل حركة المياه المتدفّقة من البحار والبحيرات والأنهار وأكثرها بفعل الأمطار (أبوسمور، 1998، ص55-56).

9- **التعرية الريحية:** تنتج من نحت الطبقة السطحية من الصخور بفعل الرياح، وما تحمله معها من فتات، ثم تنقل ما تم نحته وترسُّبه في مكان آخر.

10- التجوية: وهي عملية تفتُّت وتحلُّل الصخور والتربة والمعادن على سطح الأرض، بواسطة العوامل الجوية السائدة دون نقل المفتَّتات من مكانها(أبوسمور، 1998، بص56).

11- الانحدارات المستوية: هي عبارة عن درجات ميل الأسطح المستوية أو المائلة، وتقاس بالدرجات المئوية أو بالنسب المئوية، وتستخدم في مجالات مثل الجغرافيا والجيولوجيا لقياس درجة انحدار التضاريس مثل الجبال أو الهضاب أو قيعان الأنهار.

تاسعًا: هيكلية الدراسة.

تم تقسيم البحث على أربعة فصول رئيسة:

الفصل الأول: الإطار النظري.

الفصل الثاني: الخصائص الطبيعية لحوض الوادي.

الفصل الثالث: الخصائص المورفومترية لحوض وادي أم القرب وتحليلها.

الفصل الرابع: المظاهر الجيمورفولوجية لحوض الوادي.

وأخيرًا الخاتمة، النتائج، التوصيات، قائمة المصادر والمراجع، و الملاحق.

عاشرًا: الدراسات السابقة.

لم يحظ وادي أم القرب بالدراسة التي تبحث في خصائصه الجيومورفولوجية، ولم تتعرَّض الدراسات التي تناولت هذا الوادي لمراحل تطوره الجيومورفولوجي؛ لذلك سوف تتم الإشارة إلى أهم الدراسات المشابهة التي تناولت بالدراسة الجيومورفولوجية لبعض الأودية، وهي:

1- دراسة العبيدي(2023م):

عنوان الدراسة: (**جيومورفولوجية حوض وادي الظالمي وأثره في التنمية المستدامة)** أوضحت الدراسة أنَّ المساحة بلغت (729 كلم^2) موزَّعة على ستة أحواض ثانوية، ومن خلال الدراسة تم التعرُّف على الخصائص الطبيعية، والتي تمثَّلت في البنية الجيولوجية، وتكوَّنت من ثلاث تكوينات في الزمن الثالث، وهي (الزهرة، والتفايل، والفرات) أمَّا الخصائص المناخية فكان للمناخ القديم دورًا في تشكيل الظواهر الأرضية في الحوض والتربة، تمثلت في ثلاث أصناف (تربة صحراوية حبيسة مختلطة، وتربة صحراوية حجرية، وتربة قاع البحيرات) في حين تميَّز النبات الطبيعي بتنوُّعه وقلَّته، وتمثَّل في النباتات المعمِّرة والحولية.

2- دراسة المنصوري(2022م):

بعنوان: **(هيدرومورفو مترية حوض أم العكف، وأم الورك، غربي محافظة المثنى، باستخدام نظم المعلومات الجغرافية Gis)**، وأضحت الدراسة أنَّ مساحة حوض الوادي (8708) كلم^2 الواديين معًا، وطول الواديان فقد شكَّل (4092) كلم، وبعرض (104) كلم، وبلغ مجموع المحيط في أحواض حوض الوادي (72018) والشكل الأقرب للوداديين يميل إلى الشكل المستطيل، ممَّا يزيد من زاوية تدفُّق السيول للشدة المطرية في أحواض المنطقة.

3- دراسة أبو ذيل(2015م):

بعنوان: (التحليل الجيومورفومتري لحوض وادي بوشيبه)، استهدفت هذه الدراسة الخصائص الجيومورفومترية لحوض وادي بوشيبه، حيث أظهرتْ نتائج الشبكة المائية أنَّه يضم خمس رتب مائية، والذي يتميل إلى النسيج الخشن، الذي يتميَّز بقلَّة إعداد المجاري المائية.

كذلك أظهرتْ الدراسة على خصائصه الشبكية أنّ الحوض أقرب للشكل المثلث، كما أظهرتْ نتائج خصائصه التضارسية بأنَّها تتميز ببساطة سطحية، وقلَّة وعورتها، وذات انحدارات خفيفة، حيث يسود الحت الجانبي على حساب النحث الرأسي، وهو ما يدل بأنَّ حوض الوادي مازال لم يكتمل نموه بعد، ومازال في بداية دورته التحاتية، وبحداثة عمره، وذلك من خلال التكامل الهابسومتري (0.21).

كذلك أوضحتْ الدراسة أنَّ للظروف الطبيعية دورًا بارزًا في التأثير على جيومورفولوجية الحوض قديمًا وحديثًا، وأنَّ تأثيرها في الوقت الراهن أقل بكثير عمَّا كانت عليه قديمًا، ويرجع ذلك إلى أنَّ المنطقة تعرَّضت للعصر المطير (البلايستوسين) التي جرفت كمية كبيرة من الصخور والتربة، وتكون المجاري المائية مقارنةً بالوقت الحالي الذي تعرَّض لقلَّة هطول الأمطار وتذبذبها من عام إلى آخر.

4- دراسة ريان (2014م):

بعنوان **(الخصائص المورفومترية لحوض وادي الفارعة – فلسطين باستخدام نظم المعلومات الجغرافية ونماذج الارتفاعات الرقمية)**، وتوصَّلت الدراسة إلى بناء قاعدة بيانات للخصائص المورفومترية، والحصول على جميع القياسات المورفومترية الخاصة بالحوض ككل، والأحواض الجزئية، وأظهرتْ الدراسة الخصائص الشكلية للحوض يميل في شكله إلى الاستطالة واتخاذ الشكل المثلثي.

5- دراسة أبو حصيرة (2013م):

بعنوان **(تطبيق نظم المعلومات الجغرافية في حوض نهر العوجاء بفلسطين)** هدفت الدراسة إلى استخدام نظم المعلومات الجغرافية في استخلاص الخصائص المورفومترية، وتحليلها والاستدلال على مفهومها الجيوموفولوجي، الذي يعكس شخصية الشبكة النهرية في منطقة الحوض، ومدى تأثيرها على سطح وتضاريس الحوض، ومدى تأثر الخصائص الجيولوجية والصخرية بسلوك الشبكة النهرية، حيث توصَّلت إلى أنَّ منطقة الحوض تمرُّ بمرحلة متقدِّمة في دورتها الجيومورفولوجية، وأنَّ عوامل التعرية عملت على تسوية جزء كبير من تضاريس الحوض عبر زمن طويل، كما أظهرت الدارسة أنَّ ميل غالبية الأحواض الفرعية تميل إلى الاستطالة، بينما الحوض ككل مائل إلى الاستدارة، وعلى الرغم من استدارة الحوض إلا أنَّه قد انخفضت احتمالية حدوث فيضانات كبيرة، ويعود ذلك إلى طبيعة التضاريس والانحدار، بالإضافة إلى نفاذية المواد السطحية والغطاء النباتي، واتساع المجاري خاصة في المراتب العليا.

6- دراسة يونس (2010م):

بعنوان **(التحليل الجيوموفومتري لحوض وادي العين بهضبة الدفنة بإقليم البطنان)**، والذي يعد أحد الأودية الجافة الواقعة على الحافة الشمالية لهضبة الدفنة بإقليم البطنان، حيث بلغت مساحته 38.6 كيلومترًا مربعًا، ومن خلال دراسة خصائصه المساحية أكَّدتْ جميع المعاملات التي تم تطبيقها على الحوض بأنَّه أقرب للاستطالة منه إلى الشكل الدائري، كما أنَّه يتميَّز بعدم انتظام

محيطه، وأنَّه مازال في بداية دورته التحاتية، كذلك دلَّت دراسة خصائص سطح الحوض على وجود انخفاض في التضرُّس بشكل عام، إضافة إلى أنَّه يتسم بالانحدار الخفيف، ومن خلال تحليله للمنحنى الهبسومتري توصَّل إلى أنَّ الحوض قد أزيلت 57% من مكوِّناته بواسطة عوامل التعرية المختلفة، وهو بذلك يعد في مرحلة أقرب إلى مرحلة الشباب، كذلك بينت دراسة خرائط الشبكة بالحوض أنَّه يضم أربعة رتب، وذلك على حسب تصنيف شترهلر للمجاري المائية، فقد بلغ مجموع مجاريها 103 مجرى، وبطول إجمالي 83.3 كم، وبمعدَّل تشعُّب4.8 وبكثافة تصريفية 2.15 كم/كم^2، وهي ما تدل على انخفاض عدد المجاري بزيادة رتبة المجرى، وبالتالي ما تصرفه من مياه يعد قليلًا جدًا.

7- دراسة علاجي(2010م):

توصَّلت الدراسة إلى أنَّ الحوض ذو شكل مثلث قاعدته في المنابع، ورأسه في المصب، وأنَّه يميل إلى الاستطالة، ممَّا يقلِّل من احتمالية حدوث الفيضان في أدنى الحوض، كما أوضحت الدراسة أنَّ الحوض متقدم في دورته التحاتية، إذ سويت معظم تضاريس الحوض الأوسط والأدنى، بينما الحوض الأعلى لا يزال بتضاريس معقَّدة.

8- دراسة أبو بكر (2008م):

بعنوان: **(حوض وادي السيرات دراسة جيومورفومترية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية Gis)**، والتي قامت فيها بتحديد أشكال شبكات التصريف المائي، وبتحليل معاملات موروفومترية لمعرفة شكل حوض التصريف، وتوصَّلت إلى نتائج دقيقة، تمثلت في أنَّ حوض الوادي يقترب من الشكل الكمثرى، كما يتميز بوعورة سطحه، وشدَّة انحداره ودورته التحاتية، والتكامل الهبسومتري مازالت في مرحلة الشباب.

9- دراسة مصطفى حسن ساسي(2006م):

(**شبكة التصريف لحوض وادي زارت دراسة في أشكال سطح الأرض**)، والتي قام فيها بتحليل المعاملات المورفومترية التي تقيس شبكة التصريف من حيث مراتبها وإعدادها ومعدَّل تشعُّبها وأطوالها وأنماط تصريفها، إضافة إلى المعاملات التي تقيس أشكال الأحواض وتضرسها، ومن ثم تحديد المرحلة العمرية للحوض، وتوصَّل إلى أنّه يزيد فيها النحت الرأسي عن النحت الجانبي، وبذلك تكون المجاري المائية عميقة، وأنَّ لنظام بنية الطبقات دورًا في اتجاه المجاري المائية، وتوصل أيضًا إلى أنّ الوادي مرَّ بأكثر من دورة ترسيب، ممَّا يدل على أنّ المنطقة مرت بأكثر من فترة مناخية، وكذلك توصَّل إلى أنّ الخصائص الشكلية للحوض قريبة من الشكل المثلث عند

مقارنته بالأشكال الهندسية، وأنَّ عمر الحوض لا يزال في مرحلة الشباب المتأخر وقريب من مرحلة النضج.

10- دراسة أبو الشواشي (2003م):

بعنوان: **(التحليل الجيومورفومتري لحوض وادي المجينين وروافده)** والتي قدَّمت فيها تحديد أشكال شبكات التصريف المائي، وتحليل المعاملات المورفومترية؛ لمعرفة شكل حوض التصريف، وتحديد الفترة المقطوعة من دورة التعرية، وكانت النتيجة أنَّ حوض الوادي هو أحد نظم الوديان المهمة بجبل نفوسة يجرى في بيئة ذات تكوينات صخرية متباينة، وتربة ضحلة يسودها المناخ شبه الجاف، وأشارت إلى مرحلة دورة التعرية التي يمرُّ بها وادي المجينين هي مرحلة التوازن (التعادل).

الفصل الثاني

الخصائص الطبيعية لمنطقة الدراسة

أولًا: التركيب الجيولوجي.

ثانيًا: المظاهر التضاريسية.

ثالثًا: المناخ.

رابعًا: المياه.

خامسًا: التربة.

سادسًا: الغطاء النباتي.

أولاً: التركيب الجيولوجي.

تعد الدراسة الجيولوجية ذات أهمية كبيرة عند دراسة الأحواض المائية، فهي توفر المعلومات عن المنطقة من حيث التركيب الجيولوجي، والتركيب الصخري المتمثل في نوعية الصخور السائدة من حيث السمك والصلابة، ودرجة المسامية و النفاذية، ونظام بنية الطبقات، ومدى تأثرها بالعمليات الباطنية والخارجية، إضافة إلى التعرُّف على تضاريس المنطقة، والعوامل التي أدَّت إلى تكوُّنها فضلًا عن دور تلك العمليات في التأثير على جيومورفولوجية الأودية من حيث شبكة التصريف وأنماطه، ومساحة وشكل الحوض واتجاهه، إذ تختلف أنماط التصريف المائي للأحواض باختلاف أنواع الصخور السائدة في منطقة البنية التركيبية للمناطق المختلفة (سلامة، 1980، ص3)، فنلاحظ مثلاً أنَ النمط الشجري ينتشر في المناطق المتجانسة في صخورها، وينتشر النمط المتعامد أو المستطيل في المناطق المتأثرة بالمخروطات البركانية، كذلك تؤثر نوعية الصخور على مساحة وشكل الحوض، فالأحواض ذات التكوينات الصخرية اللينة أو الهشة ضعيفة المقاومة للنحت المائي الجانبي، وتكون مساحتها كبيرة بعكس التي تحتوي تكويناتها الجانبية على صخور صلبة مقاومة لعوامل التعرية و التجوية، ونظرًا لأهمية ذلك فمن الضروري دراسة التاريخ الجيولوجي والتكوينات السطحية، والحركات الجيولوجية لحوض الوادي(عاشور، 1980، ص4).

أمَّا فيما يخص التكوينات الجيولوجية للمنطقة التي يقع فيها الوادي فقد تعرَّضت المنطقة إلى حركتين جيولوجيتين رئيسيتين:

الأولى: عند نهاية العصر الثلاثي، ونتج عنها تغير واضح في الانحدار العام من الشرق باتجاه الغرب.

الثانية: عند نهاية العصر الطباشيري تمخَّض عنها تكون تحدب كبير اتخذ اتجاه شمالي غربي– جنوبي شرقي، وقد رافق ظهور هذا التحدُّب بروز عدد كبير نسبيًا من الشقوق (مركز البحوث الصناعية، ص18).

ويقع حوض الوادي في سلسلة جبل نفوسة إلى الجنوب من سهل الجفارة مكوَّنًا واجهة جبلية من أهم التضاريس الواقعة في الشمال الغربي لليبيا، وتكون سلسلة معقَّدة من الشمال الشرقي إلى الجنوب الغربي، هذا وتتألف صخور جبل نفوسة من صخور الحين الميسوزى، وتشمل صخور رملية جيرية ودولميتية، حيث تقطعه وديان، وأخاديد تشكِّل الواجهة الجبلية على هيئة نتوءات وخلجان، حيث تسيل الوديان شمالًا في اتجاه سهل الجفارة، وبعضها يواصل سيره إلى البحر (مركز البحوث الصناعية، ص37).

ويتميَّز حوض الوادي بانتهاء الوادي في سهل الجفارة، وذلك لبعد الحافة الجبلية عن خط الساحل (شاطئ البحر) وسوف تعرض أهم التكوينات في حوض الوادي، من خلال الخريطة(2).

إنَّ معظم صخور لوحة نالوت ترجع إلى الحقب الميسوزوى، والعصر الرابع من الحقب السنوزورى، كما أنَّه لا توجد صخور بركانية بالمنطقة (ملير، 1979، ص22).

وفيما يلي وحدات التكوينات الطبقية:

أ- الصدوع:

يصعب في كثير من الأحوال تحديد الأشكال الجيومورفولوجية التي ترتبط بعمليات التصدُّع دون الرجوع إلى الأشكال الجيولوجية، وتفهم التاريخ الجيولوجي والخصائص البنائية للمنطقة إلى جانب الأهمية البالغة للدراسة الحقلية في تحديد مواضع الصدوع والأدلة على حدوثها. (محسوب، 1997، ص53)

وقد تؤدي الحركات الصدعية إلى تقسيم سطح الأرض في المنطقة التي تعرَّضت لها إلى كتل مستطيلة الشكل، بعضها في صورة حوض طولي. (حميدة، 1989، ص142)

كما أنَّه سوف تشير إليه الدراسة في الفصل القادم لمنطقة الحوض لمعامل الطول، حيث كانت إحدى نواتج العمليات الصدعية، ويتضح من خلال النظر إلى الخريطة الجيولوجية أنَّ منطقة حوض الوادي يوجد به خطان صدعيان، حيث عملت بعض الصدوع والحركات الصدعية إلى أخذ شكل منطقة الوادي من الجنوب الشرقي إلى الشمال الغربي بطول 26 كلم، وبانحدار من الشمال إلى الجنوب.

وأنَّ الصدوع عبارة عن تشققات في القشرة الأرضية حدثت عليها حركات ملموسة، وتقاس الصدوع بقيمة التحرُّك النسبي الذي يحدث بين القوالب الواقعة على جانبي الصدع، وقد تكون الحركة مائلة أفقية أو عمودية، أو مائلة وتسمَّى الصدوع ذات الحركة المائلة بصدوع الميل. (لونجنز، 1984، ص500)

وتأخذ هذه الصدوع اتجاهًا من الجنوب الشرقي إلى الشمال الغربي، ومن الشمال الشرقي إلى الجنوب الغربي (مركز البحوث الصناعية، 1977، ص10)، وتشير الدراسة إلى أنَّ حركة الصدوع أدَّت إلى جعل اتجاه مجرى حوض الوادي من الجنوب الشرقي إلى الشمال الغربي.

ب- التكوينات الجيولوجية:

1- تكوينات الحقب الرابع:

- تكوين قصر الحاج:

يتكوَّن من زلط وحصى مختلف الأحجام، وبدرجات تلاحم مختلفة، ويحتوي كذلك على تداخلات من القشرة الكلسية، ويقع في أقصى شمال الحوض في الحافة الشمالية المطلة على سهل الجفارة، وتبلغ مساحة هذا التكوين 3.545 كم^2(مركز البحوث الصناعية، 1977، ص9)، الخريطة (2)، ما نسبته 1.9%. جدول (1).

2- تكوينات الحقب الكريناوى المتأخر:

أ- تكوين مزدة:

تحتوي صخور هذا التكوين على حجر جيري ومارلي في أسفله، وحجر جيري في أعلاه، وتكثر به الأحافير وخواص صخوره تقاوم التآكل حيث يكون تلال متفرِّقة، وواجهة جبلية صغيرة عند الحد الفاصل بينه وبين تكون قصر تغرنة الأقل صلابة، كما يوجد هذا التكوين عند سفح جبل نفوسه، وهو عبارة عن تجمُّعات من الكتل الجلاميد والحصى الذي يتألف في الغالب من الحجر الجيري، وهي تتماسك بدرجات متفاوتة بواسطة قشور جيرية(مركز البحوث الصناعية، 1977، ص7).

ويصل سمك طبقات هذا التكوين إلى35م، ويقع في أقصى جنوب منطقة الحوض الخريطة(2) وتبلغ مساحته 11.953 كم^2، ويشكِّل ما نسبته 6.4% من مجموع مساحة الحوض. الجدول (1).

ب- تكوين قصر تغرنة:

جاءت تسمية قصر تغرنة على الصخور المارلية الموجودة قرب قرية تغرنة جنوب غريان، وفي لوحة نالوت الجيولوجية تظهر تكوين قصر تغرنة جزئيًا قرب الواجهة الجبلية، ولكنَّه موجود جنوبًا بصورة رئيسة، ويتكوَّن من رمال وحجر جيري مارلى، ويدل موقعه في التتابع الصخرى و أحافيره على أنَّه يعود إلى العصر التيرونى المتأخر والكونيتشى (الشاملي، 2013، ص27).

ويشغل هذا التكوين مساحة كبيرة من الوادي، ويقع في الأجزاء الشرقية والغربية، والجنوبية للحوض حيث تحفه من الناحية الجنوبية الغربية تكوين مزدة، بمساحة 122.785 كم^2، الخريطة (2) ويشكِّل ما نسبته 66.2% ، الجدول (1)، وحيث يشغل نسبة كبيرة من مساحة حوض الوادي.

ج- تكوين سيدي الصيد (حجر جيري – حجر جيري مارلي – صلصال وطبقات من الحبس):

يحتوي هذا التكوين على نوعين من الصخور، النوع السفلى: ويتكوَّن من حجر عين طبي الجيري، والنوع العلوي يتكوَّن من مارل يفرن، والذي يتكوَّن من مارل وحجر جيري مارلى، وطين مع طبقات من الجبس، حيث لا يمكن وضع حد فاصل بين هذين العضوين.

ويظهر تكوين سيدي الصيد على امتداد واجهة جبل نفوسة، ويصل سمكه إلى 60م في الأجزاء الغربية، ولكنَّه يزداد تدريجيًا إلى أكثر من 100م في الأجزاء الشرقية، وتنسب إلى العصر السنوميني (الكريتارى المتأخر) حسب الأحافير التي تحتويها. (مركز البحوث الصناعية، 1977، ص7)

ويقع على هيئة شريط متعرِّج بين تكويني نالوت وككلة في وسط الحوض، وبمساحة لا تزيد عن 17.261كم^2 الخريطة (2) ما نسبته 9.3%، الجدول (1) .

د- تكوين نالوت:

يتألف تكوين نالوت من حجر جيري دولوميتي، وحجر جيري مع درنات الصوان، ويظهر في منطقة لوحة نالوت على هيئة قبَّعات صخرية بارزة، تغطِّي واجهة جبل نفوسة، ويعلو من الشرق إلى الغرب تكوين سيدي الصيد والذي يصل سمكه ما بين 30م إلى 60م، ويرجع عمره إلى العصر التيروني المبكِّر(كريناوى متأخر) (مركز البحوث الصناعية، 1977، ص6).

ويمتد هذا التكوين في وسط الحوض على شكل شريط متعرِّج، يحده تكوين تغرنة من الخارج، وتكوين سيدي الصيد من الداخل، وتبلغ مساحته 14.621 كم^2 خريطة (2) ما بنسبته7.8% الجدول (1).

3- تكوينات الحقب الكريتاوى المبكِّر:

- تكوين ككلة:

وهو في شكل صورة صخور فتاتية، الواقعة بين حجر عين طبي، وتكوين بئر الغنم قرب قرية ككلة، وتتكوَّن هذه الصخور من طبقات سميكة، تمتد من الحدود التونسية إلى منطقة رأس الطاحونة، حيث تختفي تدريجيًا شرق وادي غان بثلاث كيلومترات، ويقسَّم تكوين ككلة إلى ثلاثة أعضاء هي: عضو خشم الزرزور إلى أسفل، يعلوه عضو الشكشوك، ثم عضو الرجبان وهو فقط موجود في هذا التكوين (M.J. Salem and M.T. Baurewil Alfateh, 1980, p. 419).

وينتشر هذه التكوين في الركن الشمالي والشمالي الغربي لوسط الحوض بمحاذاة تكوين سيدي الصيد على شكل شريط متعرِّج، علمًا بأنَّ هذا التكوين لا يتعدى كونه وحدة صخرية متعاقبة، مكوَّنة من صخور متنوِّعة في مداها الرأسي والأفقي، وتعلو أنواع مختلفة من الصخور التي

تتراوح أعمارها ما بين الجوراسي والنيوكومي في اتجاه يمتد من الشرق إلى الغرب من جبل نفوسة.

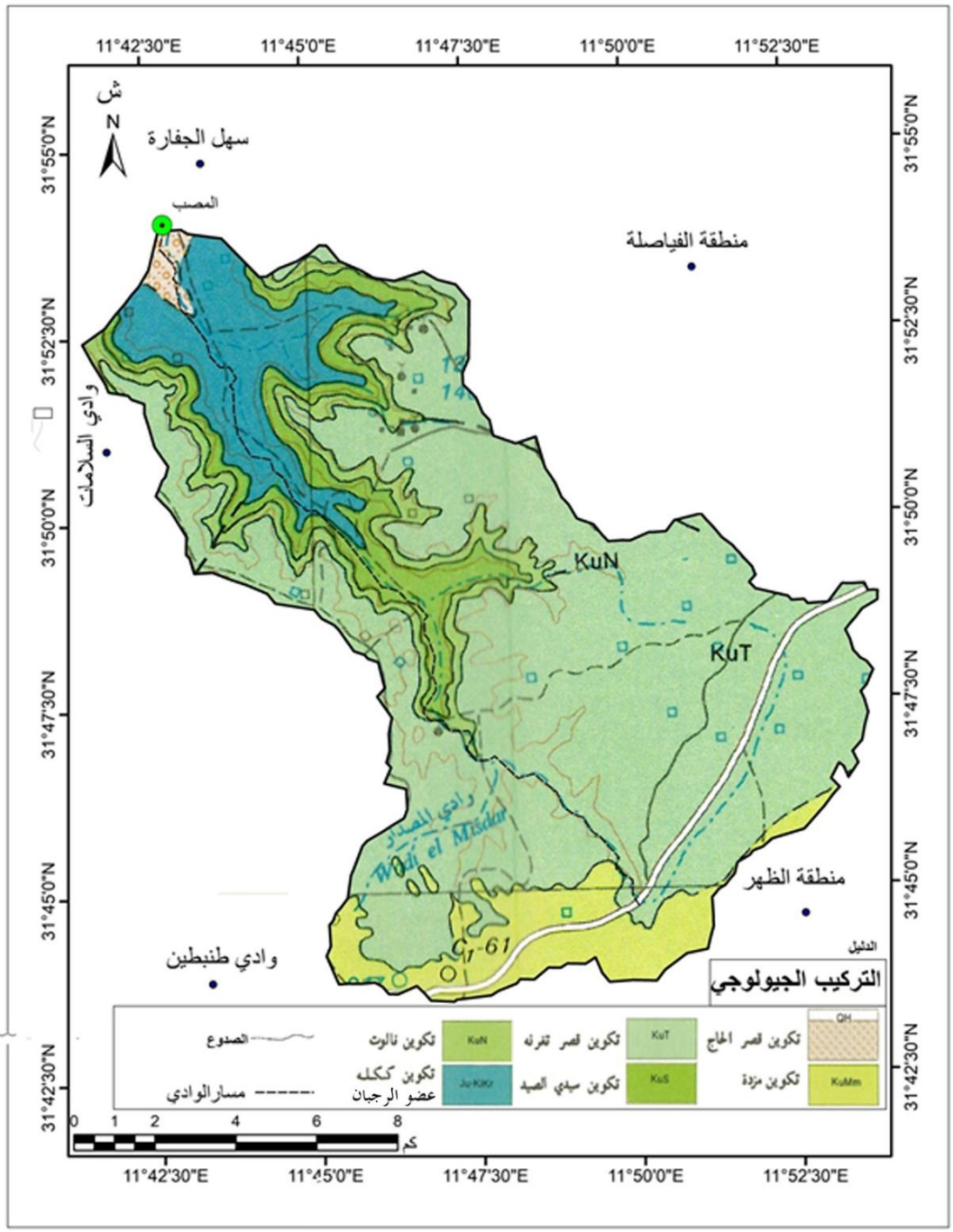
وكذلك تتشكل تكوينات ككلة تتابعًا من صخور الحين الأوسط التي تظهر في منطقة جبل نفوسة في شمالي غربي ليبيا.

فيغلب على الحبيبات الرملية لتكوين ككلة الحفر ذات الشكل النهري والمنكسر الصواني، وهذه الخصائص تدل على بيئة نهرية (M.J. Salem and M.T. Baurewil Alfateh, 1980, p. 57).

وأنَّ هناك تكوينات مترابطة ومتتابعة مع تكوين ككلة، مثل تكوين كاباو حيث تظهر الحبيبات الرملية، وهذا قد يدل على أنَّ بيئة الترسيب كانت مختلفة يتعاقب عليها الترسيب النهري والترسيب الرياحي.

وبالاستناد إلى الخريطة الجيولوجية لمنطقة حوض الوادي، توجد بها تكوين واحد فقط، وهو عضو الرجبان، ويقع عضو الرجبان فوق عضو شكشوك، ويصل سمكه إلى 300م، ويتكوَّن من حجر رملي حصوى، قليل التماسك مع بعض الصلصال، وبعد تحليل الأحافير الدقيقة للنباتات (بذور وحبوب لقاح) تبين أنَّ عمر هذا التكوين يمتد من الجوراوي المتأخر إلى الكريتاوى المبكّر، وحتى بداية عصر السينوميتي (الكتاب التفسيري، ص5)، وتبلغ مساحته 15.695 كم^2 الخريطة (2) وما نسبته 8.4% الجدول (1).

خريطة (2): جيولوجيا منطقة الحوض



المصدر: عمل الباحث استنادًا إلى اللوحة الجيولوجية لمنطقة نالوت1975م، مركز البحوث الصناعية تاجوراء. لوحة نالوت، باستخدام ARC Map.

جدول (1): مساحة كل تكوين والنسبة المئوية لكل مساحة للحوض.

زمن التكوين	التكوين	المساحة (كم^2)	النسبة المئوية (%)
تكوين الزمن الرابع	تكوين قصر الحاج	3.545	1.9
الحقب الكريتاوي المتأخر	تكوين سيدي الصيد	17.261	9.3
	تكوين نالوت	14.621	7.8
	تكوين تغرنة	122.785	66.2
	تكوين مزدة	11.953	6.4
الحقب الكريتاوي المبكر	تكوين ككلة	15.695	8.4
	المجموع	185.86	100

المصدر عمل الباحث اعتمادًا على الخريطة الجيولوجية لمنطقة نالوت، 1975م، مركز البحوث الصناعية تاجوراء باستخدام ArcMap.

وتشير الدراسة إلى أنَّ منطقة الحوض أو الوادي تتبع ثلاثة تكوينات جيولوجية، وهي تكوين الزمن الرابع المتمثّل في تكوين قصر الحاج، وهو أحد التكوينات الجيولوجية لهذا الزمن، حيث تزداد فيه نسبة الجبس أو الكلس في الاتجاه الغربي في الجبل أكثر من جزئه الشرقي، وكذلك الحصى والحجر الجيري بدرجات متفاوتة، كما أنَ تكويناته طينية في الاتجاه الشرقي.

ثم تأتي بعدها تكوينات الزمن الثالث المتمثّلة في تكوين قصر تغرنة، الذي يشغل مساحة كبيرة من الحوض، والتي تظهر على هيئة تلال من الأحجار الجيرية و المارل، التي يميل إلى الحمرة والذي يعلو تكوين نالوت يحتوي على أحجار جيرية دولوميتية رمادية اللون متبلورةً أحيانًا، ويعلو هذا التكوين تكوين سيدي الصيد مباشرةً، ومن خلال الاطلاع إلى اللوحة الجيولوجية نالوت، يظهر هذا التكوين على شكل شريط ضيق في مختلف الأماكن، كما هو الحال في منطقة الحوض وغيرها من الأحواض الأخرى، ويظهر أيضًا تكوين مزدة، وهو أقل تكوينات الزمن الثالث من حيث المساحة، وبالنظر إلى لوحة نالوت نراه يقع في المناطق الجنوبية للأراضي أو الوديان، ولا يوجد إلا في الحافات الجنوبية حيث يتكوَّن هو أيضًا من تكوينات جيرية مارلية في أسفله، وجيرية في أعلاه، كما أنَّ التكوينات الأربعة التي أشرنا عليها تنتمي إلى الحقب الكريناوي المتأخر، ويلي تكوين الزمن الثالث تكوين ككلة، والذي ينقسم على ثلاثة أقسام وهي: عضو خشم الزرزور، وعضو شكشوك، وعضو الرجبان فقط، وهو الموجود في تكوين ككلة الذي يتألف من حجر رملي،

وحجر عين طبي، مع تداخلات طفيفة من الصلصال، حيث يعد هذا التكوين من أقل التكوينات تماسكًا وصلابةً، كما أنَّ أحجاره صوانية، ويحتوي على بقايا الكائنات الحية؛ وذلك لأنَّ المنطقة تعرَّضت إلى عمليات الرفع والهبوط القارية والبحرية.

ويمكن القول إنَّ كل التكوينات الجيولوجية في حوض الوادي هي تكوينات جيرية جبسية كلسية، باستثناء تكوين الرجبان المنقسم من تكوين ككلة، رغم أنَّ القسمين الأخرين فيهما أحجار جيرية، ولكنَّهما لا يقعان في منطقة الحوض أو الوادي، وأنَّ المنطقة أخذت الشكل الحالي ومظهره النهائي في عصر البلايستوسين.

ثانيًا: المظاهر التضاريسية.

ينتمي حوض الوادي جغرافيًا إلى منطقة جبل نفوسة، الذي يقع شمال غرب ليبيا في سلسلة جبلية تمتد من الجنوب الغربي إلى الشمال الشرقي لمسافة 500 كيلومتر تقريبًا، من وازن غربًا إلى رأس المسن، حيث يتراوح متوسط ارتفاعه ما بين 600م إلى 750م فوق مستوى سطح البحر (أبوبكر، 2008، ص 39).

ويلتقي وادي أم القرب مع وادي غدّو بسهل الجفارة، حيث يلتقي السهل بحافة جبل نفوسة مباشرة الذي يتميز بشدة ارتفاعه من الشمال وانخفاضه تدريجياً نحو الجنوب، وهو واقع في ظل حافة جبل نفوسة التي تشرف عليه بشكل جروف قائمة في معظم الأماكن، ويتميَّز سطح هذا الشريط بأنَّه مقطَّع بواسطة أودية عديدة تنحدر إليه من نطاق الجبل، وهي أودية قصيرة تنتهي غالبًا على مسافات قصيرة جدًا من حافة النطاق الجبلي، ولا تجري فيها المياه إلا عقب سقوط الأمطار الغزيرة، ولا تلبث أنْ تجف بعد توقُّفها؛ بسبب تبخُّر مياهها وتسرُّب بعضها في التربة، حيث تساعد على توفر المياه الجوفية في المنطقة (شرف، 1962، ص33)، ويعد وادي أم القرب من أحد هذه الأودية التي تتميَّز بوقوعها بين منحدرات جبلية تختلف في ارتفاعاتها وانحداراتها، حيت تعرَّضت منطقة الحوض إلى اتساع المجاري المائية، وزيادة كثافة التصريف، وكمية المياه الجارية أثناء موسم الجريان.

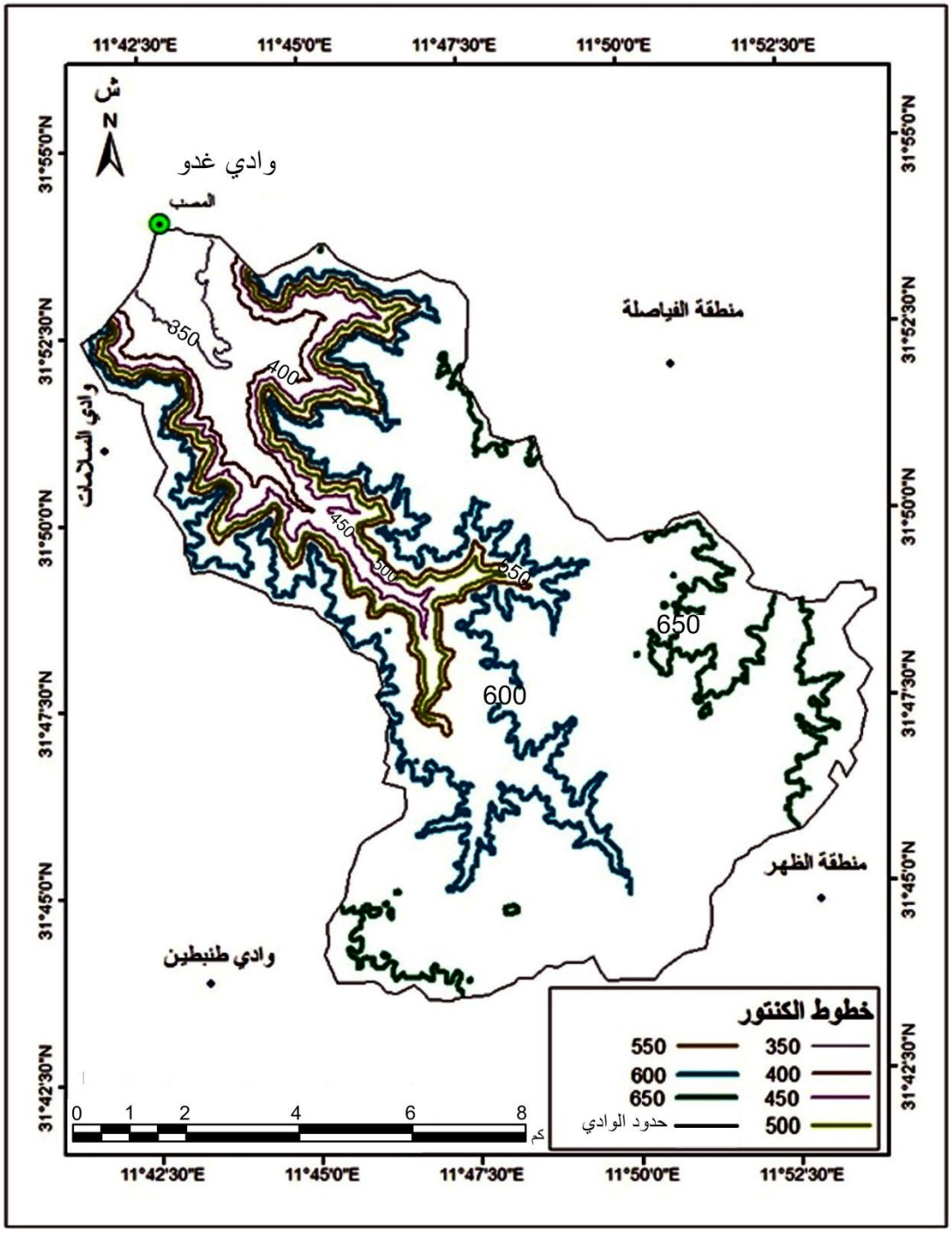
ولوحظ من الدراسة الميدانية أنَّ منطقة الحوض أو الوادي تمتد من الجنوب الشرقي إلى الشمال الغربي، وتظهر السفوح العالية في أرض شبه مستوية، أو متموجة قليلًا إلى أنْ تلتقي بحدود الوادي الذي يقع عند خط تقسيم المياه، وتظهر منطقة المنبع عند بداية الوادي التي تشكّل بداية المجرى الرئيس على شكل خانق كبير، وعلى جانبيه الانحدارات بشكل واضح بين الحافات الجبلية عند أسفل المجرى إلى أنْ ينتهي في منطقة المصب، ويلتقي بسهل الجفارة حيث تكون الحافات الجبلية المواجهة للشمال عند نهاية الوادي شديدة الانحدار، كما توجد بعض المجاري المائية وتراكم

الرواسب الحصوية، والمفتتات الصخرية عند نهاية الوادي. كما هو موضح في الصورة (أ، ب، ج).

ويؤثر اختلاف تضاريس سطح الأرض من إقليم إلى آخر في تأثير سرعة فعل التجوية، فتساعد الانحدارات الشديدة على سهولة نقل المواد الناتجة من فعل التجوية وعوامل التعرية الأخرى، وتدفُّقها من أعالي الانحدارات إلى أسفلها، وتساعد شدَّة الانحدار كل من الرياح والجاذبية الأرضية. أمَّا على طول الانحدارات المستوية أو الأراضي السهلية فيضعف فيها فعل التعرية المائية، وأثر فعل الجاذبية الأرضية، ولا تتأثر هذه المناطق عادةً بحدوث عمليات زحف أو انزلاق أو تساقط المفتتات الصخرية، كما تتأثر المناطق العالية الشديدة الانحدار بأثر المدى الحراري اليومي والفصلي في تفكيك صخورها، ويشتد كذلك فعل سقوط الأمطار (أبوالعينين، 1976، ص208-209) وجرفها للصخور على طول أسطح هذه المناطق، ومن ثم تمثِّل المناطق الشديدة الانحدار مسرحًا للعمليات التجوية والتعرية المختلفة، بينما تنتقل المفتتات الصخرية منها إلى الأجراف المنخفضة التي تمثِّل من ناحية أخرى مناطق لتجميع الرواسب المختلفة.

ويمكن القول عامة بأنَّ جيومورفولوجية القمم من الجبل تتضمَّن عددًا من الظواهر الواضحة التي تتطلَّب البحث عن تفسير لها، وتتمثَّل هذه الظواهر في التباين في ارتفاع الجبل وعلو الحافة، وظهور الواجهة وأجزائها المختلفة بالمظهر المستقيم الذي تتصف به أيضًا، والمجاري التي تقطع نطاق الحافة وخطوط تقسيم المياه في نطاق التقطيع، ثم التباين في اتساع هذا التقطيع (أبوالعينين، 1976، ص164-165). كما هو موضح من خلال تتبع خطوط الكنتور في الخريطة (3)

خريطة (3): خطوط الكنتور لمنطقة الوادي أو الحوض



المصدر من عمل الباحث باستخدام برنامج ARC Map 10.8 استناداً على نموذج الإرتفاع الرقمي DEM.

الصورة (1): (أ، ب، ج) جانب من المظاهر التضاريسية بمنطقة وادي أم القرب

(أ)

(ب)

(ج)

المصدر: زيارة ميدانية بتاريخ 2022/3/27

ثالثًا: المناخ.

هو دراسة الخصائص الرئيسية لحالة الجو في منطقة معيَّنة بحيث يمكن استخلاص وتحديد حالات الجو المتعاقبة خلال فترة زمنية طويلة (شحاتة، 1996، ص19).

المناخ القديم:

استطاع العالم كنيتش Knetsch (1950م) في مجال النطاق الشمالي من ليبيا أنْ يحقّق سلسلة متتابعة تتكوَّن من خمس فترات مطيرة، فصلت بينها فترات جافة، وقد أمكن الوصول إلى نتائج عن طريق مصاطب الأودية والقشور الجيرية والتكوينات الكارستية، وبناءً على هذا يمكن القول بحدوث خمس فترات مطيرة في النطاق الشمالي من ليبيا (امتداده غربًا حتى المحيط الأطلسي) تعاصر خمس فترات باردة أو جليدية في وسط أوروبا، في حين كانت الفترة الباردة في وسط أوروبا تتسع وتتمدَّد لتشمل النطاقات المجاورة، وتحتوي النطاق القطبي بطبيعة الحال، فأننا نجد الفترة المطيرة المعاصرة لها لم يكن تأثيرها ليمتد إلا إلى نطاق مجاور لمجال صغير (جودة، 1988، ص113-114)؛ وذلك لأنَّ الدراسة أشارت إلى تغير الظروف المناخية من عام إلى آخر وبخاصة الأمطار وتذبذبها، وقد أصبحت فيها التعرية المائية محدودةً ومقتصرةً على موسم الهطول.

إنَّ فترات الجليد الشمالية هي التي كانت تتحكَّم في ظهور فترات المطر في النطاق الشمالي من ليبيا والمغرب العربي، وما يعزِّز هذا الاستنتاج هو وجود آثار لفترات مطيرة واضحة قبل عصر البلايستوسين وبعده، أي لا في الزمن الثلاثي ولا حتى في الهولوسين(جودة، 1988، ص132).

وخلال هذا العصر تكوَّنت عدَّة مظاهر جيومورفولوجية، منها المجاري النهرية التي أصبحت اليوم على شكل أودية جافة وشبه جافة، حيث إنَّ الظروف المناخية التي كوَّنتها في الماضي غير الظروف المناخية السائدة في الوقت الحالي (أبوالعينين، 1976، ص208-307)، والتي أصبحت اليوم تتبع تلك المجاري التي تكوَّنت في الماضي، ولاسيما في مواسم سقوط الأمطار، ومنها حوض الوادي وادي أم القرب بالجبل الغربي كأحد الأودية الجافة في شمالي غرب ليبيا، إضافة إلى وجود كل المظاهر الجيومورفولوجية الموجودة بحوض الوادي تحديدًا في مرحلة الشباب أو الرسوبية أو المنعطفات والمدرَّجات النهرية التي ارتبط وجودها ونشأتها بظروف المناخ القديم.

أمَّا ظروف المناخ في الوقت الحالي فلا يمكن أنْ تشكّل تلك المظاهر السابقة وذلك بسبب ضعف فعاليته وتأثيره في الصخور الموجودة، وبخاصة عنصري المطر ودرجة الحرارة، ولا يقتصر تأثيرها إلا في ترطيب بعض المصاطب النهرية غير المتماسكة، وتكوين بعض التشققات الطينية،

إلى جانب بعض الانجرافات المائية للترب المفكّكة في أجزاء مختلفة من حوض الوادي (العرفي، 1997، ص34).

ويلاحظ أثناء الفترات المطيرة كانت الأودية تجرى بالمياه ولو فصليًا، وكان جريانها سريعًا، بل وفي هيئة سيول، وهذا النمط من الجريان تسمح به طبيعة التضرُّس من جهة، وطبيعة تساقط المطر الشتوي من جهة أخرى، يضاف إلى ذلك أنَّ الهطول يأتي في الشتاء عقب صيف حار جاف، أثنائه تتشقق الصخور وينحل تماسكها من أثر التجوية الميكانيكية، وتأتي الأمطار والسيول بعنفوانها نجد بيئة صخرية قد سبق إعدادها للنحت والاكتساح، فيعظم أثرها في تعرية المنطقة، وإذا كنا الآن لا نجد أثرًا واضحًا من شبكة الأودية، سوى أجزاء يسيرة فإنَّما يرجع سبب ذلك إلى تغطية الكثير من معالمها بالرمال، وبفعل التعرية الهوائية التي استطاعت تحويل قسم عظيم من هوامش الهضبة في الشمال والغرب من المنخفض من بيئة الأودية إلى بيئة الأحواض الضحلة التي تكتنفها الحافات والتلال المختلفة (جودة، 1988، ص249-250).

وهناك اتفاق في الرأي بين الباحثين في أنَّ الوديان الجافة والتي تقع في النطاق المداري الجاف وشبه الجاف لم تتكوَّن في ظل الظروف المناخية الحالية، وإنَّما كان للظروف المناخية القديمة الدور الرئيس في تشكيل جميع شبكات الأودية، ويظهر ذلك جليًا من خلال عدَّة دراسات قام بها (جودة حسنين جودة) عن عصور المطر في ليبيا، وعصور المطر في الصحراء الكبرى الأفريقية، ومن بينها شبكة الأودية المتأثرة بتلك الفترات المطيرة، ويتضح من ذلك أنَّ عناصر المناخ بصفة عامة لها أثرها في إعادة تشكيل الكثير من الظاهرات الجيومورفولوجية. (شرف، 1962، ص97).

والحقيقة أنَّ طبيعة موقع حوض الوادي في الشمال الغربي من ليبيا، وذلك لوقوعه في الحافات الشمالية للجبل الغربي جنوب سهل الجفارة، حيث إنَّ الجبال لها دور في توزيع الحرارة، فهي تعمل على منع توغُّل الرياح الباردة نحو الجنوب، وقد يحدث أحيانًا أنْ تنخفض الرطوبة النسبية انخفاضًا شديدًا، ويرجع ذلك إلى طبيعة التضاريس وارتفاع عن مستوى سطح البحر، ولاسيما عند هبوب رياح القبلي المحلية من جهة الصحراء إلى أقل من 10%، ولكنَّها ترتفع بانتهاء هبوب هذه الرياح ليحل محلها رياح أخرى، قادمة من البحر تصل أحيانًا إلى80%. (شرف، 1962، ص97)

وللمناخ دور مهم في التأثير على ظروف أي منطقة، وهنا نخص بالذكر حوض الوادي، وما تأثر به خلال العام من تغيرات فصلية، وذلك من خلال فترة هطول الأمطار، وما يصاحبها من جريان سطحي، وما يترتب عليها من عمليات تعرية مائية وانجرافات للتربة والصخور تؤدي إلى وصول الماء إلى منطقة المصب في نهاية الحوص، أو تسرُّبها في طبقات الأرض، أو ضياعها بالتبخُّر، كذلك إلى مدى نمو وكثافة الغطاء النباتي(شرف، 1962، ص97).

بالإضافة إلى تأثير الظروف المناخية الأخرى مثل الحرارة والرطوبة والأمطار إلى إحداث عمليات تجوية الفيزيائية وكيميائية للصخور ولعامل الرياح، وما لها من دور في عمليات التعرية الهوائية.

وبقدر ما يؤثر المناخ في ظروف أي منطقة لا ننسى أنَّ المناخ نفسه يتأثر بعوامل تؤثر فيه مثل دوائر العرض من حيث البعد والقرب من خط الاستواء، والدائرة القطبية، وكذلك البعد والقرب من المسطَّحات المائية والارتفاع عن مستوى سطح البحر، وكثافة الغطاء النباتي (غانم، 2013، ص264).

وتقع منطقة الحوض بين دائرتي عرض$31.54.0^0$ –$31.43.30^0$ شمالاً وبين خطي طول$11.54.0^0$ –$11.41.30^0$ شرقًا في منطقة الجبل الغربي ضمن منطقة شبة جافة رغم أنَّ المنطقة تقع في منطقة جبلية.

يفترض أنْ يصنَّف ضمن إقليم البحر المتوسط، ولكنَّها تمر بأجواء قارية أغلب أوقات العام، ويرجع ذلك إلى تذبذب الظروف المناخية، وما يصاحب ذلك من قيمة فعلية للأمطار وعمليات التبخُّر وارتفاع وانخفاض في الرطوبة (شرف، 1962، ص98).

وسيتم تحليل العناصر المناخية لمنطقة حوض الوادي، خلال الفترة من 1985م حتى عام 2018م أي حوالي 34 عامًا، وهذه الفترة كافية لمعرفة وتحليل العناصر المختلفة، وتكوين فكرة عامة على المناخ السائد في حوض الوادي.

1- الحرارة:

تتأثر درجة الحرارة حسب حالة الفصل أو الموسم، حيث عادةً ما تصل أعلى درجات الحرارة في ذروتها في فصل الصيف، وتنخفض بشكل ملحوظ في فصل الشتاء وتعتدل في الفصلين الانتقاليين الربيع و الخريف، حيث تبدأ بالانخفاض عادةً في نهاية فصل الخريف، وتبدأ بالارتفاع التدريجي في فصل الربيع، حتى دخول الفصل الحار وهو فصل الصيف، وذلك من خلال تعامد الشمس على مدار السرطان في نصف الأرض الشمالي في هذا الفصل، وتعامد الشمس على مدار الجدي في نصف الأرض الجنوبي في فصل الشتاء، أمَّا في الفصلين الانتقاليين فتتعامد على خط الاستواء، وتُعرف درجة الحرارة بأنَّها درجة سخونة جسم ما. (مقيلي، 1993، ص106).

وتعرف الحرارة في علم المناخ بأنها مقدار الطاقة ا لحرارية التي تمتلكها الأجسام نتيجة حركة جزيئاتها وفي علم المناخ تقاس الحرارة بوصفها درجة حرارة الهواء القريب من سطح الأرض وهي تعبير عن شدة الإشعاع الشمسي الممتص من سطح الأرض والغلاف الجوي وما يطرأ عليه من تغيرات مكانية وزمانية (الزوكة،2005، ص45-46).

والجدول (2) والشكل (1) يوضِّح لنا المتوسطات الشهرية والمعدَّلات السنوية لمنطقة حوض الوادي.

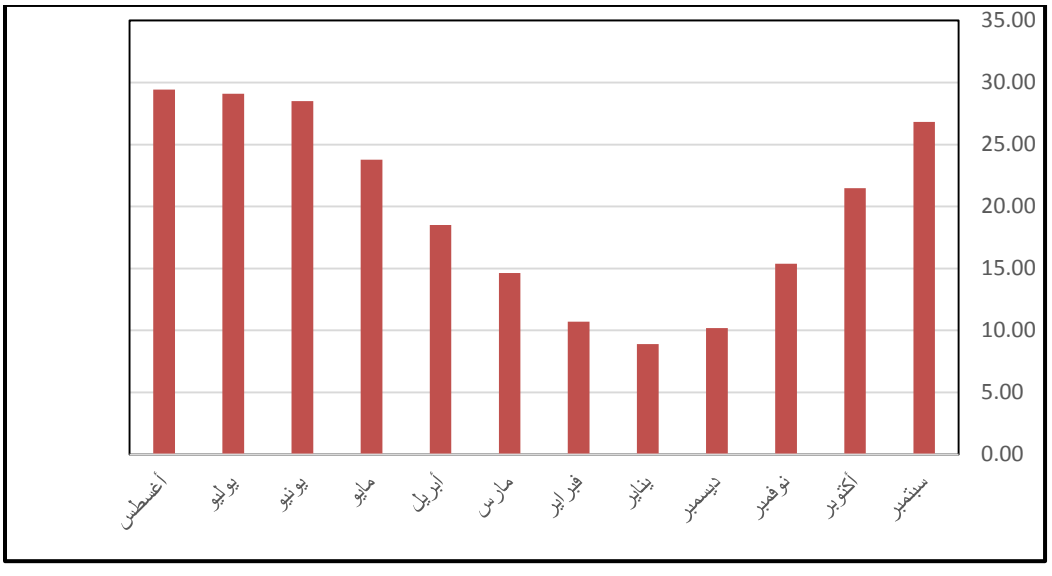
جدول (2): المعدلات الشهرية والفصلية لدرجات الحرارة (مْ) لمنطقة الحوض للفترة من (1985-2018م)

الشهور / المعدل	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس
المعدل الشهري	26.81	21.47	15.37	10.19	8.91	10.72	14.63	18.51	23.58	28.49	29.10	29.42
المتوسط الفصلي	الخريف			الشتاء			الربيع			الصيف		
	21.21			9.94			18.97			29.00		
المتوسط السنوي	19.78 مْ											

المصدر: الإدارة الوطنية للملاحة الجوية والفضاء (ناسا) مركز لانغي للأبحاث (LaRc) تنبؤات مشروع موارد الطاقة العالمية (DowER) الممول من خلال برنامج علوم الأرض/ العلوم التطبيقية التابع لناسا، إصدار 2.2.2 عمل إعداد الباحث استنادًا على بيانات وكالة ناسا لعلوم الفضاء.

https://powerlare.nasa.gov/data-access-viewerbclid=IwAR2SJVMhB4264911.DistBFkifsxBFQBQHtvibIHZ0qZzUZSZAHEuSdU.

الشكل (1): المعدلات الشهرية لدرجات الحرارة (مْ) خلال الفترة من (1985-2018م)



المصدر: عمل الباحث استنادًا على بيانات الجدول (2)

ويتضح أنَّ أعلى درجات حرارة سجلت هي 29.10 مْ في شهر يوليو أي في فصل الصيف، وأدنى درجة حرارة في شهر يناير، أي في فصل الشتاء، وكانت 8.91 مْ، أمَّا على المستوى الفصلي فكانت في فصل الصيف 29.00مْ ، وأدنى درجة حرارة سجلت في فصل الشتاء، وهي 9.94 مْ أمَّا المعدَّل السنوي فقد بلغ 19.78 مْ .

2- الأمطار:

تهطل الأمطار عادةً كنتيجة لمرور منخفضات جوية على البحر الأبيض المتوسط، وتتميَّز بعدم الثبات بسبب التأثيرات المعاكسة للصحراء من جهة، والبحر المتوسط من جهة أخرى، ممَّا يؤدي إلى الهطول غير المنتظم للأمطار (أمانة الاستصلاح الزراعي وتعمير الأرض، 1983، ص6).

ويمُّر حوض الوادي بظروف مناخية شبه جافة؛ وذلك بسبب تذبذب هطول الأمطار من عام لآخر حيث تسقط الأمطار عادةً خلال فصل الشتاء، ويرجع ذلك إلى تعامد الشمس على مدار الجدي في فصل الشتاء في النصف الجنوبي للكرة الأرضية ممَّا يعطي فرصة لتركز منطقة ضغط مرتفع على شمال المحيط الأطلسي، وبالتالي تتسبَّب في هبوب الرياح الغربية العكسية المصاحبة للأمطار، وهي من النوع الإعصاري.

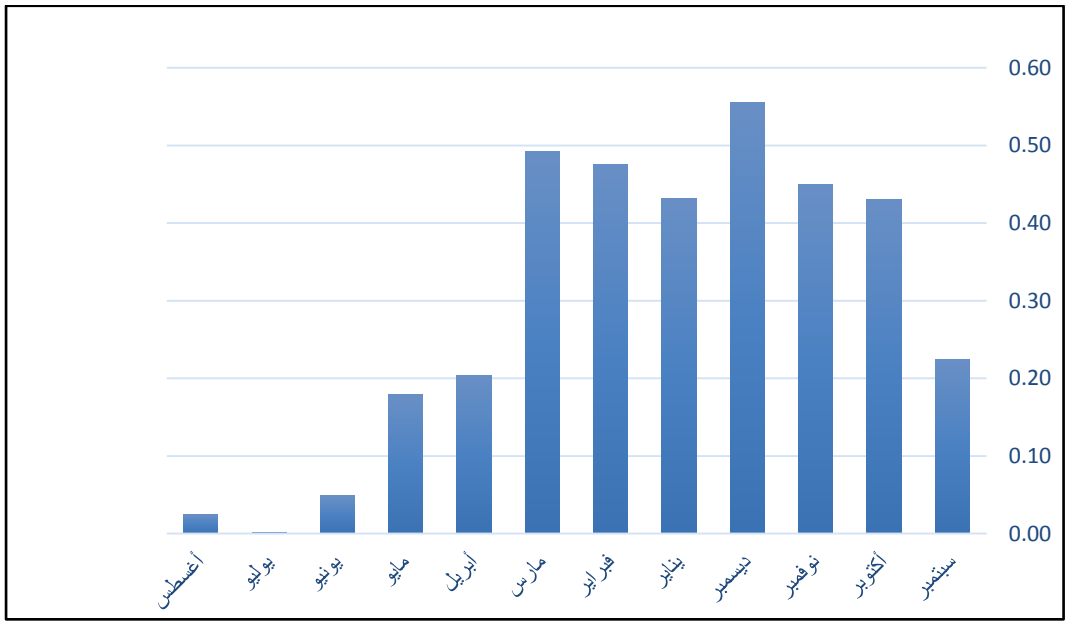
أمَّا في فصل الصيف فتتعامد الشمس على مدار السرطان في نصف الكرة الشمالي، حيث تتركَّز منطقة ضغط منخفض وحدوث الجفاف وندرة الأمطار، أمَّا في الفصلين الانتقاليين فتتعامد الشمس على خط الاستواء، وتبدأ الظروف المناخية للأمطار بالتغير، والتي عادةً ما تبدأ بالهطول في أواخر فصل الخريف إلى فصل الربيع.

جدول (3): المعدلات الشهرية والفصلية لكمية المطر (ملم) لمنطقة حوض الوادي للفترة من (1985-2018م)

الشهور / المعدل	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس
المعدل الشهري	9.2	19.1	19.1	23.3	20.6	19.2	23.3	6.2	6.8	1.7	0	0.8
المعدل الفصلي	الخريف			الشتاء			الربيع			الصيف		
	47.4			63.1			36.3			2.5		
المعدل السنوي	149.3											

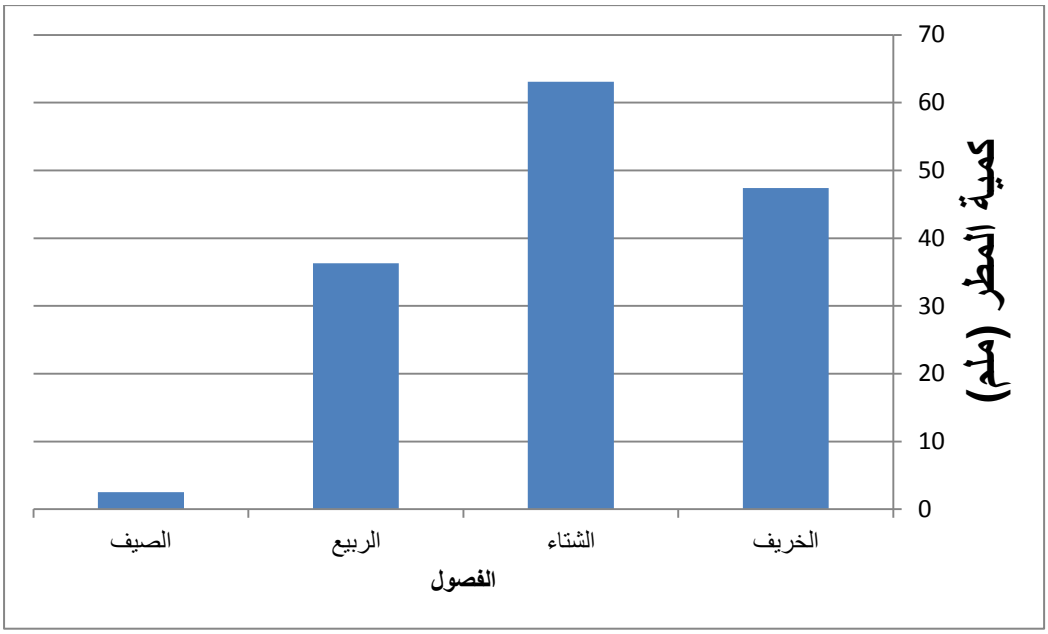
المصدر: عمل الباحث استنادًا إلى بيانات وكالة ناسة لعلوم الفضاء.

الشكل (2): المعدلات الشهرية للمطر (ملم) خلال الفترة من (1985-2018م)



المصدر: عمل الباحث استنادًا على بيانات الجدول (3) .

الشكل (3): المعدلات الفصلية للمطر (ملم) خلال الفترة من (1985-2018)



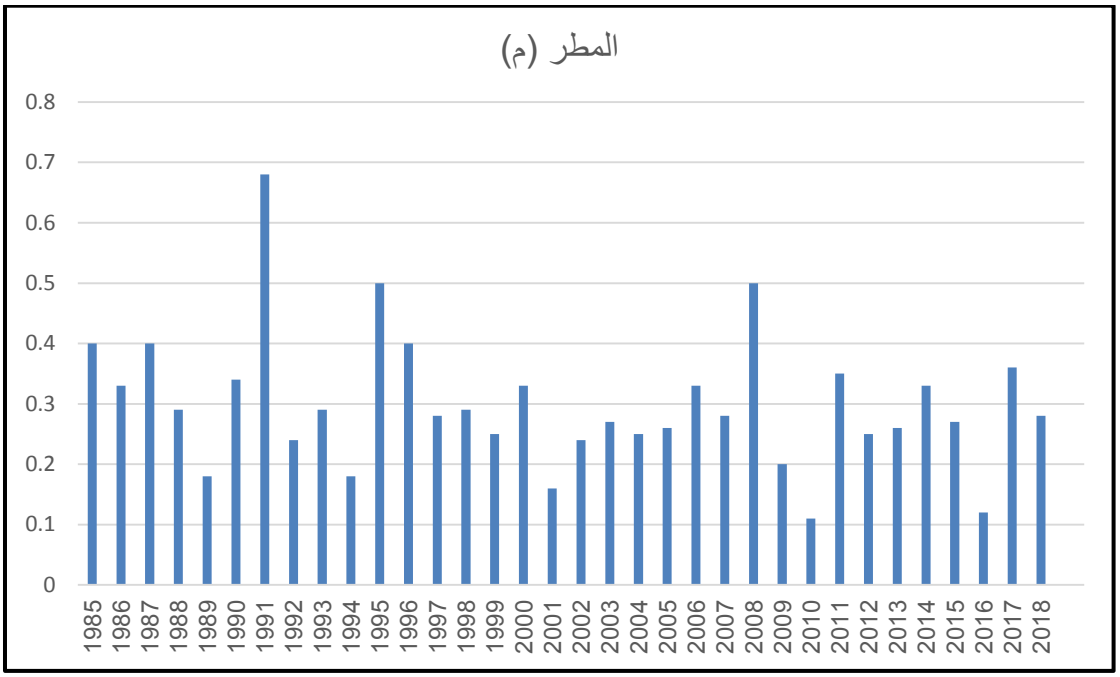
المصدر: عمل الباحث استنادًا على بيانات الجدول (3) .

وبالنظر إلى الجدول رقم (3) والشكل(2، 3) للمتوسطات شهري ديسمبر ومارس والفصلية لكميات الأمطار للفترة ما بين عامي (1985م و2018م) كانت في شهر ديسمبر وهي 23.3 ملم، ثم يليه شهر مارس 23.3 ملم، وأنَّهما متساويين، في حين بلغت أدنى متوسط أو تكاد تكون منعدمة نهائيًا في شهر يوليو الذي سجل0 ملم، بينما تساوت قيمة شهري أكتوبر ونوفمبر19.1ملم.

أمَّا على المستوى الفصلي فقد بلغت أعلى قيمة للأمطار في فصل الشتاء وكانت 63.1 ملم، أمَّا أقل معدل فحصل في فصل الصيف قد بلغت النسبة 2.5 ملم، أمَّا في الفصلين الانتقاليين فسجلت 47.4ملم، في فصل الخريف، وفي فصل الربيع 36.3 ملم.

أمَّا على المستوى السنوي لكل عام فقد بلغت أعلى قيمة للأمطار خلال عام 1991م 485.2 ملم، أمَّا اقل معدَّل للأمطار فكان في عام 2005م حيث بلغت 110.7ملم، بينما سجل المعدل العام لمجموع متوسطات الأمطار خلال 34 عامًا ما بين عامي 1985 و2018م حوالي 149.3ملم. ينظر: الملحق ص170-171.

الشكل (4): المعدلات السنوية للمطر (ملم) خلال الفترة من (1985-2018)



المصدر: عمل الباحث استنادًا على بيانات وكالة ناسا لعلوم الفضاء .

3- الريـــاح:

ترتبط الرياح مع باقي عناصر المناخ الأخرى وذلك تبعاً للمنطقة القادمة منها فرياح القبلي القادمة من الصحراء في أواخر الربيع وأوائل الصيف قد ترفع حرارة المناطق التي تهب عليها إلى أكثر من 40مْ، في حين تعمل الرياح القطبية الآتية من أوروبا، والتي تصل إلى المنطقة في بعض أيام الشتاء على انخفاض درجة الحرارة دون الصفر أحياناً، كما تعمل الرياح التجارية الشمالية الشرقية على تلطيف درجة الحرارة صيفا خاصة في المناطق الساحلية. (الجديدي، 1986، ص59)

أ- الرياح في فصل الشتاء:

في هذا الفصل يتزحزح الضغط المنخفض الاسلندي والضغط المرتفع الأوزوري قليلاً إلى الجنوب (بواقع 5-10درجات عرضية) بسبب انتقال الشمس الظاهري على مدار الجدي، ففي فصل الشتاء يتعرض الساحل الليبي والمناطق الواقعة في ظهيرة لتأثرات الانخفاضات الاعصارية من الغرب إلى الشرق عبر البحر المتوسط، حيث تحول البحر المتوسط في هذا الفصل إلى مركز للضغط المنخفض النسبي بسبب دفء مياهه ورطوبة هوائه فتنجذب إليه الكتل الهوائية والرياح العكسية، والانخفاضات الجوية من الغرب كذلك تقوم التيارات الهوائية العليا بدور مهم في تنشيطها وتوجهها، باتجاه الشرق والشمال الشرقي، وفي فصل الشتاء تظهر فترات سكون للرياح مصاحبة لارتفاع الضغط الجوي من الانخفاضات الجوية ولا يوجد اتجاه سائد للرياح؛ لأن معظمها مرتبط بمرور الأعاصير التي تجذب إليها الرياح من جميع الاتجاهات. (ضو، وجاسم، 2006، ص50)

ب- الرياح في فصل الصيف

تتعامد الشمس عل مدار السرطان يوم 21 يونيو ثم تبدأ مرحلة العودة نحو خط الاستواء حتى شهر سبتمبر من كل عام، وخلال هذه الفترة التي تدوم ستة أشهر، تأخذ درجة الحرارة في الارتفاع وتتراجع منطقة الضغط الأوزوري. (ضو، وجاسم، 2006، ص50-51)

وبهذا تكون البلاد خاضعة للرياح التجارية الشمالية الشرقية في جهة الرياح التجارية في فصل الصيف تنتقل إلى الشمال عمَّا كانت عليه، وهي قادمة من منطقة الضغط المرتفع في جنوب أوروبا، وشمال البحر المتوسط نحو منطقة الضغط المنخفض على صحراء شمال القارة الأفريقية، ورغم أنَّ هذه الرياح تساعد على تلطيف درجة الحرارة في شمال ليبيا إلا أنَّها لا تؤدي إلى سقوط المطر، كما أنَّ تاثير الرياح القادمة من شمال المحيط الأطلسي ينحصر في غرب أوروبا، وهي التي تكون سببًا في سقوط الأمطار في هذا الفصل في شمال غرب أوروبا. (المهدوي، 1998، ص 59)

أمَّا خلال الربيع والخريف فيزداد التباين بين خصائص الكتل الهوائية؛ ممَّا يؤدي إلى توالد الانخفاضات الجوية العابرة على البحر المتوسط من الغرب إلى الشرق التي ينجذب نحو مقدمتها رياح القبلي من الجنوب، وعليه فخلال موجات القبلي تسيطر المؤثرات الصحراوية على السواحل الليبية، وإلى أبعد من ذلك بمسافات كبيرة داخل البحر نفسه. (ضو، وجاسم، 2006، ص52).

ج- الكتل الهوائية

توجد هناك خمس كتل هوائية تؤثر في مناخ ليبيا وهي:

- **كتلة هوائية مدارية قارية:**

يهب هذا النوع من الكتل الهوائية من الصحراء الكبرى وهي تتميز بأنَّها جافة طوال السنة حارة في الصيف ومعتدلة الحرارة في الشتاء وهذه الكتل الهوائية لها تأثير سيء على حياة النبات والحيوان، وخاصة خلال فصل الربيع عندما تندفع في مقدمة الانخفاضات الجوية الربيعية التي تغزو الساحل الشمالي من الغرب إلى الشرق، ففي فصل الربيع تكون هذه الكتل في بعض الأحيان شديدة الحرارة، بالإضافة إلى أنَّها تكون محمَّلة بكميات كبيرة من الرمل الناعم، ولها رطوبة منخفضة وكثيرًا ما تكون سرعتها عاليةً، وتعرف محليًا باسم الريح القبلي" (الحجاجي، 1989، ص89-99).

ورغم ذلك فلرياح القبلي بعض الجوانب الإيجابية التي تتمثَّل في القضاء على بعض الحشرات الضارة في مراحل تطورها الأولى. (الجديدي، 1986، ص82)

- **كتل هوائية مدارية بحرية:**

إنَّ مصدر هذه الكتل الهوائية هو المحيط الأطلسي، وتأتي في مؤخرة الانخفاضات الجوية الربيعية، والتي عادةً ما تهب في صورة رياح غربية، والتي تتزامن مع الفترة التي تهب غزو الرياح القبلي، وعلى الرغم من أنَّ هذه الرياح لا تجلب معها أمطارًا إلا أنَّها كثيرًا ما تصاحبها سحب منخفضة، وفي بعض الأحيان عواصف رملية. (زكري، 2010، ص122-123).

- **كتل هوائية قارية معتدلة:**

إنَّ المصدر الأصلي لهذه الكتل الهوائية من جنوب أوروبا وتصل إلى السواحل الليبية خلال الصيف، وعلى الرغم من عبور هذه الكتل الهوائية فوق البحر المتوسط، إلا أنَّها تكون في عدم تجانس طبقات الهواء، وذلك لأنَّ البحر المتوسط في فصل الصيف متأثرًا بنطاق الضغط المرتفع، ونتيجة لذلك فالكتل الهوائية تصعد، وعليه فكثير ما ينتج طقسًا معتدلاً.

- **كتل هوائية قطبية قارية:**

إنَّ مصدر هذه الكتل الهوائية هو جنوب روسيا وشرق أروبا، وتصل هذه الكتل الهوائية البادرة جدًا إلى الجزء الشمالي من ليبيا في مؤخرة الانخفاضات الجوية التي تغزو البحر المتوسط من الغرب إلى الشرق، وكثير ما تجلب هذه الكتل الهوائية موجات برد قارس، والتي تتسبَّب في خفض درجات الحرارة إلى ما دون نقطة التجمُّد، ولمجرَّد عبور هذه الكتل الهوائية فوق البحر المتوسط

يزداد بخار الماء بها وترتفع درجة حرارتها، والتي بدورها تجلب المطر إلى الجزء الشمالي من البلاد. (الحجاجي، 1989، ص100)

كما تشير الدراسة إلى أنَّ هذه الفترة التي تحدث فيها الرياح حيث يطلق عليها بالموروث الشعبي اسم (قرة العنز) والتي غالبًا ما تكون في شهر فبراير من أيام 12، 13، 14، من هذا الشهر.

- **كتل هوائية قطبية بحرية:**

إنَّ مصدر هذه الكتل الهوائية البادرة جدًا هو المحيط الأطلسي وتصل إلى السواحل الليبية عبر فرنسا وإيطاليا في مؤخرة الانخفاضات، وخاصة في فصل الشتاء والخريف وترتفع نسبة الرطوبة بها، وذلك بسبب دفء المحيط الأطلسي النسبي في الشتاء، وترتفع درجة حرارة هذه الكتل الهوائية وتزداد نسبة بخار الماء بها عندما تعبر البحر المتوسط ونتيجة لذلك يحدث عدم استقرار في الجو مسببا عواصف رعدية وأمطاراً. (الحجاجي، 1989، ص100).

كما تشير الدراسة إلى أنَّ كل ما ذكرناه أنَّ منطقة الحوض أو الوادي يتعرَّض لهذه الكتل الهوائية على مدار العام، والجدول (6) يوضِّح متوسطات الرياح خلال الفترة من 1985 حتى 2018 والمعدَّل العام، وكذلك الشكل (5) سوف يوضِّح لنا على مستوى كل عام من حيث أعلى سنة وأقل سنة.

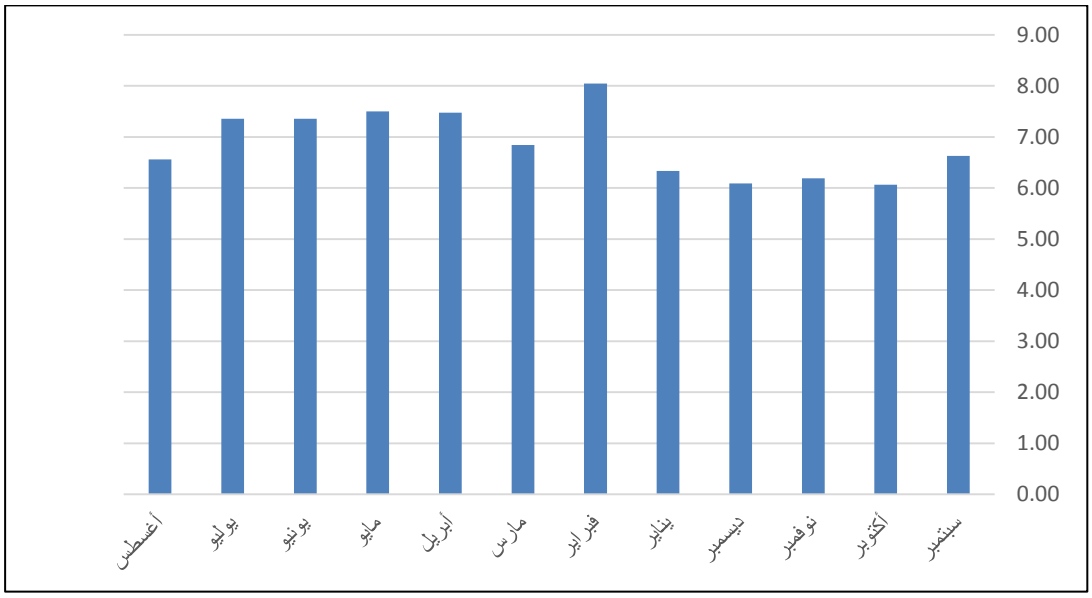
جدول (4): المعدلات الشهرية والمتوسطات الفصلية لسرعة الرياح (م/ث) لمنطقة الحوض للفترة من (1985-2018م)

الشهور / المعدل	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس
المعدل الشهري	6.63	6.06	6.19	6.09	6.33	8.05	6.84	7.47	7.50	7.36	7.36	6.56
المتوسط الفصلي	الخريف			الشتاء			الربيع			الصيف		
	6.29			6.82			7.27			7.09		
المتوسط السنوي	6.86											

المصدر: الإدارة الوطنية للملاحة الجوية والفضاء (ناسا) مركز لانغي للأبحاث (LaRc) تنبؤات مشروع موارد الطاقة العالمية (DowER) الممول من خلال برنامج علوم الأرض/ العلوم التطبيقية التابع لناسا، إصدار 2.2.2 عمل إعداد الباحث استنادًا على بيانات وكالة ناسا لعلوم الفضاء.

https://powerlare.nasa.gov/data-access-viewerbclid=IwAR2SJVMhB4264911.DistBFkifsxBFQBQHtvibIHZ0qZzUZSZAHEuSdU.

الشكل (5): المعدلات الشهرية لسرعة الرياح (م/ث) لمنطقة الحوض للفترة من (1985-2018م)



المصدر: إعداد الباحث استنادًا على بيانات الجدول (6).

كان أعلى معدل للرياح على المستوى الشهري في شهر فبراير وهي 8.05عقدة في حين بلغ أقل معدل في شهر أكتوبر وهي 6.06عقدة كما بلغ المعدل العام 6.86 عقدة، أما على المستوي الفصلي فكانت في فصل الربيع وهي 7.27عقد/ساعة واقل معدل في فصل الخريف 6.29عقدة.

4- الرطوبة الجوية:

يقصد بالرطوبة الجوية بخار الماء الذي يحتويه الهواء ويكون في حالة غير مرئية، وهو بذلك يختلف عن الأشكال المائية المرئية التي تكوّن السحب والضباب والأمطار.

وللرطوبة أهمية كبيرة فهي العامل الأساسي في تكوين السحب ومظاهر التساقط المختلفة كالمطر والثلج والضباب والندى والصقيع بعد تكاثفها بسبب انخفاض درجة حرارة الهواء إلى ما دون نقطة الندى.

أمَّا الرطوبة النسبية فهي نسبة بخار الماء الموجود في الهواء إلى وزن ما يستطيع نفس هذا الهواء أنْ يحمله؛ لكي يصل إلى التشبُّع، وهو في نفس درجة حرارته. (الجديدي، 1998، ص72-73) .

فكلما ارتفعت درجة حرارة الهواء تنخفض رطوبته النسبية، حيث تمثل العلاقة بين الرطوبة النسبية، ودرجة الحرارة علاقة عكسية، وتزداد الرطوبة النسبية مع انخفاض درجة حرارة الهواء.(الشواورة، 20125، ص132)

والجدول (5) والشكل (6) يوضحان المتوسطات الشهرية والفصلية والسنوية للرطوبة النسبية لمنطقة حوض الوادي في الفترة ما بين (1985م) إلى سنة (2018م).

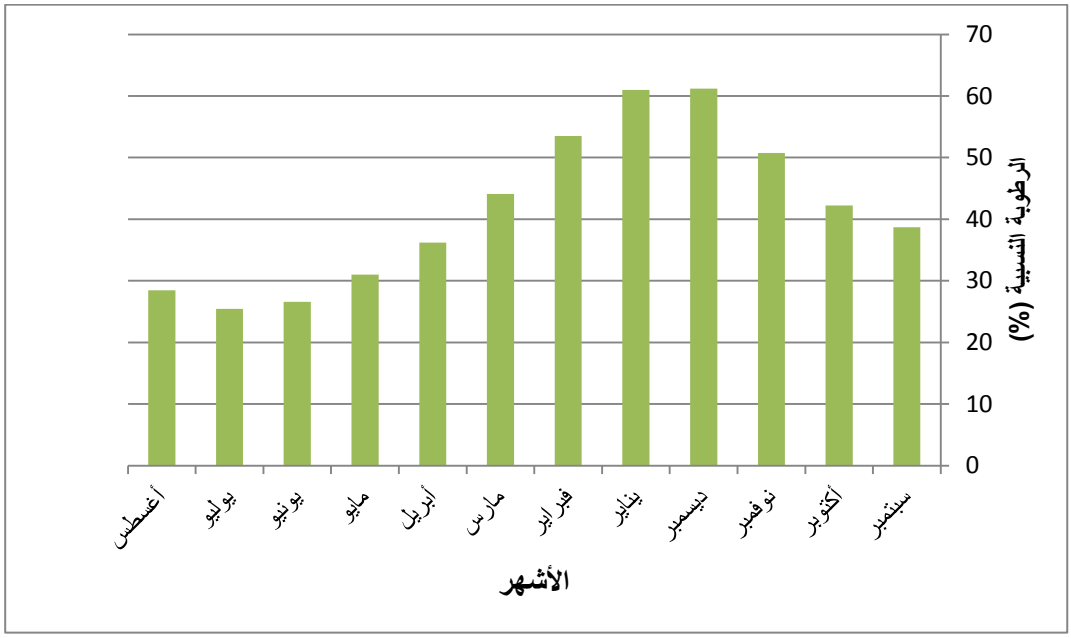
جدول (5): المعدلات الشهرية والمتوسطات الفصلية للرطوبة النسبية لمنطقة الحوض للفترة من (1985-2018م)

الشهور / المعدل	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس
المعدل الشهري	38.68	42.22	50.73	61.21	60.96	53.50	44.10	36.19	30.98	26.58	25.42	28.45
المتوسط الفصلي	الخريف			الشتاء			الربيع			الصيف		
	%43.87			% 58.55			% 37.09			% 26.81		
المتوسط السنوي	% 41.58											

المصدر: إعداد الباحث من خلال تحليل البيانات الخام من وكالة ناسا لعلوم الفضاء.

https://powerlare.nasa.gov/data-access-viewerbclid=IwAR2SJVMhB4264911.DistBFkifsxBFQBQHtvibIHZ0qZzUZSZAHEuSdU.

الشكل (6): المعدلات الشهرية للرطوبة النسبية (%) خلال الفترة من (1985-2018)



المصدر: عمل الباحث استنادًا إلى بيانات الجدول (6)

ويعد الهواء جافًا إذا كانت الرطوبة فيه أقل من 50%، وعاديًا إذا كانت نسبة الرطوبة حوالي ما بين 50% إلى 70%، وإذا زادت عن 70% كانت الرطوبة عالية. (النطاح، 1990، ص98)

والشكل (6) يوضِّح معدلات الرطوبة الشهرية والسنوية للفترة من 1985م حتى عام 2018م.

ومن الجدول السابق نجد أنَّ أعلى معدل للرطوبة بلغ في شهر ديسمبر 61.21%، ثم يليه شهر يناير حيث بلغت 60.96%، في حين كان أقل معدل لها في شهر يوليو، وقد بلغت 25.42% ثم تأتي بعده في شهر يونيو، وقد سجلت 26.58%.

أمَّا على المستوى الفصلي فكان أعلى متوسط لها في فصل الشتاء، وهي 58.55% في حين كان أقل معدَّل لها في فصل الصيف وهو26.81%.

أمَّا في الفصلين الانتقاليين فنجد متوسط الرطوبة في فصل الربيع هو 37.09% في حين بلغت في فصل الخريف42.87%.

وقد بلغ المتوسط العام 41.58% للفترة من سنة 1985 إلى 2018م.

5- التبخُّـر:

يمثل التبخُّر المصدر الرئيس لبخار الماء في الغلاف الجوي، وتعد المسطَّحات المائية والنباتات والتربة المصادر الرئيسة للرطوبة الموجودة في الهواء، حيث تتحوَّل المياه من الحالة السائلة إلى الحالة الغازية (بخار الماء) عن طريق التبخُّر الذي يتم نتيجة للإشعاع الشمسي، إذ تقوم التيارات الهوائية بنقل بخار الماء عموديًا إلى طبقات الجو العليا في الغلاف الغازي. (الشواورة، 20125، ص127)

كما يتأثر معدَّل التبخُّر بكل من درجة حرارة الجو والرطوبة النسبية وسرعة الرياح، فكلما زادت درجة حرارة الهواء، وزادت سرعة الرياح زاد معدَّل التبخُّر، أمَّا علاقة التبخُّر بالرطوبة النسبية فهي علاقة عكسية حيث يزداد معدَّل التبخُّر مع تناقص الرطوبة النسبية في الجو، ولهذا فمعدَّلات التبخُّر الممكنة بالمناطق شبه الجافة الأكثر حرارة وجفافًا أكثر منها في مناطق الساحل (ضو، وجاسم، 2006، ص60).

كما اعتمدت الدارسة في تطبيق معادلات التبخر لمنطقة الوادي على طريقة إيفانون وهي كالآتي:

$$E = 0.0018\ (25+T)^2\ (100 - A)$$ (أصول الجغرافيا، 1985، ص324)

حيث إنَّ:

E = معدل التبخر الممكن (ملم).

T = المتوسط السنوي لدرجة الحرارة

A = معدل الرطوبة

كما أنَّ كل من الأرقام 0.0018، 100، 25 معامل ثابت.

حيث يتم تطبيق المعادلة على المعدلات العامة للمتوسطات الشهرية للفترة من 1984م حتى 2018م .

جدول (6): معدلات التبخر (ملم) الشهرية للفترة من سنة (1985-2018م)

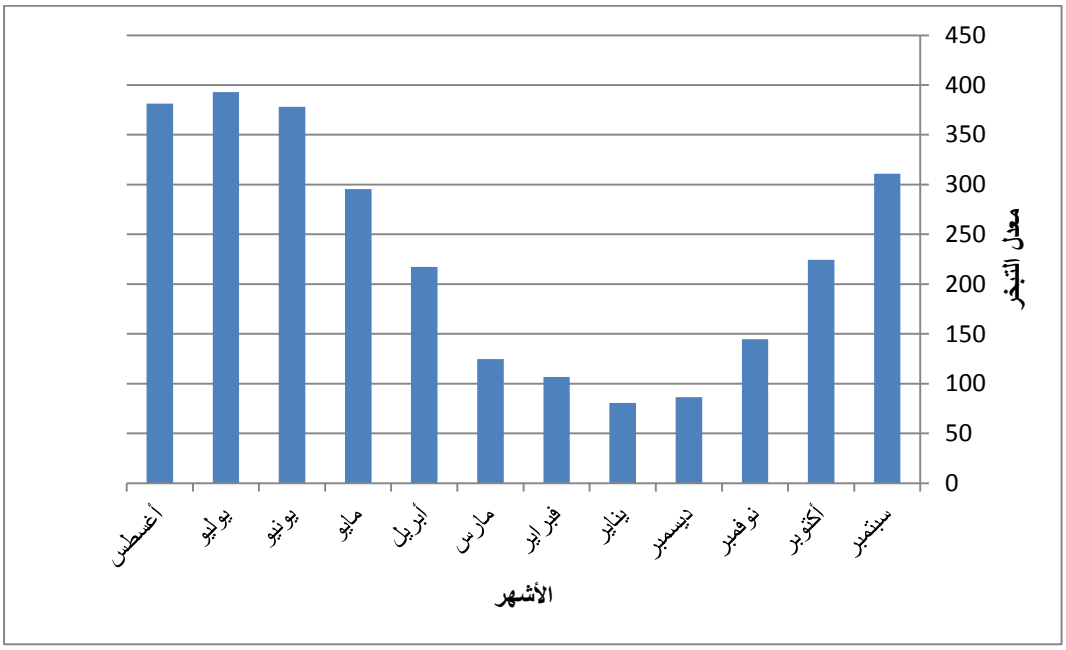
الأشهر	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	12
المتوسط الشهري	310.77	24.39	144.53	86.32	80.80	106.79	124.66	217.43	295.61	378.12	392.9	381.41	2448.12
الفصول	الخريف			الشتاء			الربيع			الصيف			
المتوسط الفصلي	159.89			91.30			212.6			384.14			914.6
المتوسط العام	228.65												
النسبة (%)	24.77			9.98			23.24			42			100

المصدر: الإدارة الوطنية للملاحة الجوية والفضاء (ناسا) مركز لانغي للأبحاث (LaRc) تنبؤات مشروع موارد الطاقة العالمية (DowER) الممول من خلال برنامج علوم الأرض/ العلوم التطبيقية التابع لناسا، إصدار 2.2.2 عمل إعداد الباحث استنادًا على بيانات وكالة ناسا لعلوم الفضاء.

https://powerlare.nasa.gov/data-access-viewerbclid=IwAR2SJVMhB4264911.DistBFkifsxBFQBQHtvibIHZ0qZzUZSZAHEuSdU.

من خلال تحليل بيانات الجدول لقيم التبخُّر بلغت أعلى قيمة في شهر يوليو في فصل الصيف حيث بلغت 392.9ملم، ويرجع ذلك إلى ارتفاع درجة الحرارة، وبلغت أدنى قيمة في شهر يناير وهي 80.80ملم، أمَّا على المستوى الفصلي فكانت في فصل الصيف وأدنى قيمة في فصل الشتاء، أمَّا في الفصلين الانتقاليين الربيع والخريف فكانت متقاربة إلى حد ما، ممَّا يدل على أنَّ قيمة التبخُّر أكثر من قيمة التساقط.

الشكل (7): معدَّلات التبخر الشهرية للفترة من سنة (1985-2018م)



المصدر: عمل الباحث اعتمادًا على بيانات الجدول (6)

ممَّا سبق تشير الدراسة إلى أنَّ منطقة حوض الوادي يقع ضمن منطقة شبه جافة، حيث إنَّ الظروف المناخية السائدة في المنطقة شأنها شأن الإقليم الشمالي لشمال غرب ليبيا مع بعض التغيرات البسيطة في أحوال الطقس والمناخ نتيجة لطبوغرافية الوادي ووقوعه في الواجهة الشمالية لجبل نفوسة، حيث لوحظ أنَّ درجات الحرارة أغلب أوقات العام تكون مرتفعةً باستثناء فصل الشتاء، حيث تنخفض في ذلك الموسم، أمَّا في الفصلين الانتقاليين فتكون معتدلةً، وتبدأ في الارتفاع مع نهاية فصل الربيع، وتنخفض في نهاية فصل الخريف. وترتفع في أعلى معدَّلاتها في فصل الصيف، وبخاصة في شهر يوليو. لكنَّها تختلف من عام لآخر، ومن موسم لآخر حيث نلحظ من الرسم البياني أنَّها تمرُّ بمعدلات مرتفعة، بينما في سنوات أخرى تكون أقل.

كما تشير الدراسة إلى تذبذب في قيم معدلات هطول الأمطار من عام لآخر، وفي بعض السنوات تكون ممطرة، ولكن لفترات متقطعة فأحيانًا تأتي سنة ممطرة، ثم تأتي السنة التي بعدها فتكون فيها معدَّلات الأمطار قليلةً، بل ويتعدى الأمر إلى تذبذب الهطول في الشهر نفسه، فأحيانًا يكون شهر يناير ممطرًا في إحدى الأعوام، بينما نراه في سنوات أخرى قبل ذلك العام أو بعده يكون معدَّل المطر فيه قليلًا جدًا، أو لا يكاد يذكر شأنه شأن الأشهر الممطرة الأخرى في نفس موسم الهطول.

أمَّا عن الرياح فتكاد تكون المعدَّلات متقاربة نوعًا ما، وذلك لوقوعها في واجهة سهل الجفارة من الشمال ومنطقة الظهر من الجنوب، وهاتين الجهتين أرض مفتوحة حيث تسمح هذه الظروف بهبوب الرياح السائدة التي تتعرَّض لها المنطقة، بالإضافة إلى افتقار المنطقة للغطاء النباتي الذي يقِّلل من حدَّة الرياح ومن خطورتها.

كما أشارت الدراسة إلى أنَّ المنطقة تتعرَّض إلى كتل هوائية خلال العام هي نفسها في الإقليم الشمالي الغربي من ليبيا، المتمثلة في الكتلة الهوائية البحرية القطبية من المحيط الأطلسي، والتي تنتج عنها الرياح الغربية العكسية المثيرة للأمطار في فصل الشتاء، وكذلك الكتلة الهوائية القارية القطبية التي مصدرها سيبيريا وشرق أوروبا خلال الفترة من13 و14 و15 من شهر فبراير، و التي يطلق عليها بموروثنا الشعبي اسم (قرة العنز) حيث تنخفض فيها درجة الحرارة انخفاضًا شديدًا.

و خلال الفصلين الانتقاليين تتعرَّض المنطقة إلى كتلة هوائية قارية جنوبية خاصة في نهاية فصل الربيع، وبداية فصل الخريف المسببة للعواصف الرملية وإثارة الغبار والأتربة، ثم تعقبها كتلة هوائية مدارية بحرية من المحيط الأطلسي، وتكون في صراع مع الكتلة القارية إلى أنْ ينتهي بها الأمر بسيطرة الكتلة المدارية البحرية، والتي تقوم بتلطيف الجو واستقراره.

بالإضافة إلى أنَّ هناك كتلة هوائية أخرى يطلق عليها كتلة هوائية قارية معتدلة، والتي يكون مصدرها أوروبا، والتي تمرُّ فوق البحر المتوسط المسبِّبة لهبوب الرياح التجارية الشمالية الشرقية التي تعمل على تلطيف درجة الحرارة، وبخاصة في فصل الصيف، والتي عادةً ما تكون جافة.

أمَّا عن الرطوبة فكانت القيم متقاربة من عام لآخر، وفي العام نفسه حيث يصل أعلى قيمة لها في فصل الشتاء، وأدنى قيمة لها في فصل الصيف، وبخاصة في شهر يوليو، وعند حلول الفصلين الانتقاليين فتبدأ بالانخفاض بالتدريج في فصل الربيع، وتبدأ بالارتفاع في فصل الخريف.

وأخيرًا نلحظ أنَّ كميات التبخُّر ترتبط بالرطوبة بعلاقة عكسية، وذلك كلما ارتفعت درجة الحرارة وزادت الرياح قلَّت الرطوبة، وزاد التبخُّر والعكس صحيح.

إذ ترتفع كميات التبخُّر في فصل الصيف، وتصل إلى أعلى ذروة لها في شهر يوليو، بينما تنخفض قيمة التبخُّر في فصل الشتاء، أثناء موسم المطر، ولكن يجب أنْ نركِّز على أنَّ من خلال تحليل البيانات لكميات التبخُّر وجد أنَّه يفوق كمية التساقط وفقد كمية كبيرة من بخار الماء أثناء السنة، وبخاصة في ظل الظروف المناخية التي تشهدها المنطقة من عام لآخر، وبالتالي تكون القيمة الفعلية للأمطار منخفضة.

رابعًا: الموارد المائية.

مازالت دراسة الموارد المائية التي تعتمد (95%) من مساحة البلاد على المياه الباطنية في حاجة ضرورية وماسة للدراسة، والتقويم الموضوعي انطلاقًا من أنَّ تحقيق طموحات المستقبل لن تؤتي ثمارها إلا إذا بنيت على أسس واقعية من ثروات البلاد المائية، إذ لعب موقع البلاد في العروض المدارية، وفي المنطقة الوسطى من ساحل المتوسط الجنوبي حيث ينعدم أي أثر يذكر لنطاقات جبلية يعتد بها مع اختفاء يكاد يكون تامًا لمجاري المياه الدائمة مقرونًا بمناخ صحراوي يصل أثره إلى مياه البحر ذاتها، و يحول دون ظهور نطاق فعلي لمناخ البحر المتوسط بكامل مميزاته من ذلك اقتصار نزول كميات المطر، في فترة محدودة بين شهري أكتوبر وإبريل؛ نتيجة لهبوب الرياح الغربية العكسية أو الشمالية الغربية بكميات، ومن خلال دراسة الدور المناخي في حوض الوادي نلحظ تباين الظروف المناخية بين سنة و أخرى، وبين شهر وآخر تزيد من فقدان نسب الرطوبة التي يمكن للتكوينات السطحية العالية المسامية تخزينها والاحتفاظ بها، وبالذات أثناء فترات هبوب الرياح الجنوبية الحارة. (أبولقمة، والقزيري، 1995، ص207) .

وتحتوي منطقة حوض الوادي على مصدرين للمياه :

1. مياه الأمطار.
2. المياه الجوفية.

1- مياه الأمطار :

- الجريان السطحي:

لا تشكّل المياه السطحية في ليبيا إلا نسبة ضئيلة حوالي 12% (ضو، وجاسم، 2006، ص136) من إجمالي الموارد المائية، وتتميَّز بالموسمية وعدم وجود مجاري دائمة، ويعود ذلك بشكل أساسي إلى نظام الأمطار وتوزيعها، وإلى نظام تصريف المياه في إطار مؤثراته التضاريسية والجيولوجية.

فبالنسبة للأمطار، فأنَّها تتركز أساسًا في فصل الشتاء، وإلى حد ما في فصل الخريف، وتتسم بعدم انتظامها في التوزيع الزماني و المكاني، وتذبذبها على مستوى الفصول والأعوام.

وتمتد الفترة المطيرة من شهر سبتمبر إلى مايو، حيث نسجل أعلى كمية سقوط في شهري ديسمبر ويناير ويختلف المعدل السنوي لسقوط الأمطار من مناطق محدودة جدًا في الشمال عنها في الجنوب. (ضو، وجاسم، 2006، ص122).

إذ يصل أعلى معدَّل سنوي بمحطة غريان على ارتفاع 725متر إلى 343ملم نلاحظ انخفاض تدريجي لمعدَّلات سقوط الأمطار كلما اتجهنا جنوبًا من ساحل البحر، ثم ترتفع ثانية عند الجبل، و إلى جنوب الجبل ينخفض المعدَّل في اتجاه الصحراء، كما يلحظ انخفاض سريع في اتجاه الغرب بكل من سهل الجفارة والجبل .(سالم، وطلعة، 1983، ص9).

كذلك وللنظام تصريف المياه دخل كبير في تحديد كمية المياه التي تجري بشكل مؤقت، وذلك التي تنفذ إلى قشرة الأرض كمياه باطنية تتجمَّع في طبقاتها المسامية أو في كهوفها وفجواتها، والمرتفعات والهضاب الشمالية في ليبيا تحجز قدرًا محدودًا من مياه الأمطار، والتي تجد في بعض اتجاهاتها ظروفًا مناسبة كي تنحدر على أطرافها.

هذا ويصل متوسط الجريان السطحي السنوي نحو(260) مليون متر مكعب سنويًا (6.4%) من الكمية الإجمالية للإمطار، منها (100مليون م^3) عبارة عن مياه تحملها الأودية المنحدرة شمالاً من جبل نفوسة، (20) مليون م^3 تتجه نحو الجنوب والجنوب الشرقي، أمَّا معدَّلات الجريان السطحي بوديان المنطقة الوسطى فتقدَّر بـ(60) مليون م^3 في السنة مقابل (80) مليون م^3 بوديان الجبل الأخضر، بينما يتوزَّع الباقي بين البحر والتسرُّب في باطن الأرض. (ضو، وجاسم، 2006، ص125).

وتنقسم الأودية الليبية حسب الأماكن التي تنتهي إليها إلى أودية تنتهي في البحر المتوسط، وأودية تنتهي في أحواض مغلقة سواء كانت في الساحل أو المرتفعات، أو أودية تنتهي في الصحراء (ضو، وجاسم، 2006، ص125)، وتشير الدراسة إلى أنَّ مجرى الوادي ينتهي في سهل الجفارة ولا يصل إلى الساحل، وذلك لبعد الحافة الجبلية عن خط الساحل وقلَّة الأمطار وتذبذبها من عام لآخر.

وقد أجريت قياسات على فيضانات الوادي بين عامي (1971م/1972م) وفيما يلي أهم تلك القياسات[*].

تبلغ مساحة تجمُّع الأمطار لهذا الوادي حوالي 500كم^2، ويصب في سهل الجفارة لقد حدثت خلال عام 1971م/1972م العديد من الفيضانات بمجموع حوالي 7.572مليون متر مكعبًا، كما تم عمل دراسات مماثلة ضمن الدارسة الاستطلاعية وذلك عن طريق اختبار محطة بوفيقيلة والحرابة كمحطة ممثلة للوادي والحصول على المعامل (ك) الذي يمثل العلاقة بين متوسط هطول المطر

[*] أجريت الدراسة من قبل أمانة الاستصلاح الزراعي التابع للهيئة العامة للمياه بدراسة قياس حجم الفيضانات في وادي أم القرب بين عامي 1971–1972م، ص 9.

على الوادي وعمق الأمطار، وفيما يلي ملخصًا لهذه النتائج، علمًا بأنَّ مساحة تجمُّع الأمطار لهذا الوادي حوالي 500كم^2.

وعند احتساب معامل الجريان عقب حدوث الفيضانات للوادي تبين أنَّ عمق الموجه المطيرة التي تقل عن 6 مم لا تحدث فيضانًا:

تمت المباشرة في المناطق التي مستهدف إقامة العديد من السدود على معظم الأودية في المناطق التي تزيد معدَّلات هطول المطر السنوي 200ملم، والتي تسمح تكويناتها الجيولوجية بذلك، وبطاقة تخزينية تبلغ (344مليون م^3) سنويًا، وهو ما يفوق كثيرًا الكميات الحالية التي تحتجز سنويًا من المياه والبالغ 61 مليون م^{3}يتوقع لها أنْ ترتفع إلى ثلاثة أمثالها حالما يتم الانتهاء من تنفيذ ما خطط له من سدود.

وعمومًا فكميات المياه التي يمكن أنْ يتم حجزها عندما تستكمل المشاريع المنوَّه عنها تقدَّر بحوالي (110مليون م^3) في السنة، وهذا لن يمثل أكثر من 2% من كميات المياه المتاحة، ويبلغ عدد السدود المنفَّذة (16) سدًا أمَّا تلك التي مازالت تحت التنفيذ فقد بلغت (11) سدًا. (ضو، وجاسم، 2006، ص132).

وقد أشارت الدراسة إلى أنَّ منطقة الوادي أو الحوض من ضمن المناطق التي لم ينفَّذ فيها المشروع، حيث تشير الدراسات في حالة تنفيذ المشروع إلى حجز ما يقدَّر بـ 10.00مليون م^3، وبمتوسط تخزين سنوي 1.55مليون م^3. (ضو، وجاسم، 2006، ص135)

2- المياه الجوفية:

أ- العيون :

ترتبط العيون ارتباطًا وثيقًا بالمياه السطحية، بوجود العديد من الينابيع أو العيون الرئيسة، والتي تظهر بشكل أكثر انتشارًا في مناطق المرتفعات لسبب جيولوجي أو آخر، وتستحوذ مناطق الصخور الجيرية على النصيب الأوفر، وغالبًا ما تنتهي مياه هذه الينابيع أو العيون في قيعان الأودية، حيث توجد في منطقة الوادي أو الحوض أحد هذه العيون وتسمَّى عين أم القرب، الواقعة بمنطقة الرحيبات، وهي عبارة عن بركة من المياه يعتقد أنَّها تتغذَّى نتيجة لرشح المياه من صخور سيدي الصيد الطباشيرية، وهي غير مستغلة حاليًا. (مجلة الهندسي، العيون بمنطقة الجبل الغربي والواحات الليبية، ص57)

وتنبع في قاع وادي إكساري كبير وقديم حوافه شديدة الانحدار يقع في منطقة صخرية. (الحجاجي، 1989، ص117).

وقد أجرت الدراسة تحليلًا للماء الموجود في العين، وأخذت عينة إلى المختبر، وكانت النتيجة كالتالي:

الصورة (2): عين أم القرب في منطقة الحوض (أ)

المصدر: الدراسة الميدانية يوم الخميس الموافق 2018/11/15م .

الصورة (3): عين أم القرب في منطقة الحوض (ب)

المصدر: الدراسة الميدانية يوم الخميس الموافق 2018/11/15م .

جدول (7): التحليل الكيميائي والبيولوجي لمياه عين وادي أم القرب

اسم التحليل	القيمة
الأس الهيدروجيني PH	7.07
التوصيل الكيميائي E.C	656.00
مجموع الأملاح الذاتية TDS	350.136
العسرة الكلية T.H.25 C2Co3	250.67
عسرة الكالسيوم Ca	210.59
عسرة الماغنيسيوم Mg	40.04
عنصر الصوديوم Ng^{+}	17.61
عنصر البوتاسيم K^{+}	5.83
عنصر الكالسيوم Ca^{++}	84.32
عنصر الحديد Fe	0.13
الكربونات CO3	0.00
البيكربونات HCO3	59.62
الكلوريد CL	138.38
الكبريتات SO4	44.18
النيترات NO3	1.10
البكتيريات الكوليفوم الكلية	16.5
بكتريا الأيكولاي	56

المصدر: شركة السديم لتحلية ومعالجة مياه الشرب، المقر الكائن بجنزور. 2022/4/10م.

تحليل العناصر الكيميائية والبيولوجية لماء عين أم القرب لحوض الوادي:

- **الأس الهيدروجيني PH**

تعد جزئيات الماء مستقرة إلا أنَّها تميل للانقسام في الأجزاء المكوِّنة لها، وهي أيونات الهيدروجين H وأيونات الأكسجين O_2 ويكون الماء إمَّا حامضيًا وإمَّا قلويًا حسب التركيز النسبي

لأيونات الهيدروجين، وقيمة الأس الهيدروجيني في معظم السوائل تتراوح ما بين 2 و14، فالمياه المتعادلة النقية تكون قيمة أسها الهيدروجيني 7 وتكون المياه الحامضية إذا كانت PH أقل من 7 وقلوية إذا كان PH أكثر من 7 (خليل، 2003، ص83)، ومن خلال نتيجة التحليل كانت PH 7.7 أي أنَّ المياه متعادلة إلى حد أقرب للحامضية.

- **التوصيل الكيميائية EC :**

وتعني قدرة المياه على توصيل التيار الكهربائي، إذ يسير التيار الكهربائي في الماء المحتوي على أيونات أو أملاح معدنية، وتعد توصيلة المياه منخفضةً إذا كانت قيمتها أقل من 500، ومتوسطة إذا كانت بين 500 و3000، وعالية إذا تجاوزت 3000 ميكروموز/سم. (دلائل جودة مياه الشرب، 1989، ص382).

بأن كانت النتيجة لماء العين 656 ميكروموز/سم^2 وهي قيمة متوسطة.

- **مجموع الأملاح الذائبة TDS**

وهي مجموع العناصر والمركَّبات العضوية وغير العضوية الذائبة في الماء حتى بعد عملية الترشيح، وقد اتفقت أغلب الجهات الرقابية والمحلية على أنَّ الحدود القصوى لتركيز الأملاح الذائبة الكلية وعند أسوء الظروف يجب ألا يزيد عن 1500 ملغم/ لتر(المواصفات القياسية الليبية، 2015م، ص2)، وقد كانت قيمة الأملاح الذائبة لماء حوض الوادي هي 350.136/ملم.

- **العسرة الكلية TH**

يمثل ارتفاع المحتوى الكلي للمعادن الذائبة في الماء، ويمكن قياسه باستخدام الصابون، إذ تقل رغوة الصابون في الماء العسر، وبسبب العسرة في الماء وجودٍ أيونات الكالسيوم والماغنيسيوم التي مصدرها مركَّبات الكربونات والبكربونات نتيجة لتحلل المواد العضوية من النباتات والكائنات الدقيقة والحجر الجيري.

وفي حوض الوادي كانت العسرة الكلية 250.67 وهي قيمة أقل من الحد المسموح، والذي يبلغ أقصاه 500 مليغرام/ لتر^3(المواصفات القياسية الليبية، 2015م، ص 2) **عسرة الكالسيوم Ca:**

يعد من أكثر العناصر انتشارًا، ويوجد على هيئة كربونات وبيكربونات وكبيرتات، وهي العامل المحدِّد لعسر الماء، وعند استخدام الماء لمياه الشرب يجب ألا يتعدى 200 مليجرام/ لتر(المواصفات القياسية الليبية، 2015م، ص3)، وقد بلغت القيمة في حوض الوادي 210.59 ملجرم/ لتر.

- **عسرة الماغنيسيوم Mg:**

جاءت قيمة عسرة الماغنيسيوم حوالي 40.04 ملجرم/ لتر، وهي قيمة طبيعية وذلك بالرجوع إلى جدول المواصفات القياسية الليبية حيث كان الحد الأمثل 30 ملجم/ لتر والحد الأعلى 150 ملجم/ لتر.

- **عنصر الصوديوم Na:**

بالرجوع إلى جدول الموصفات القياسية الليبية الذي يشير إلى أنَّ الحد الأمثل لهذا العنصر 20 ملجم/ لتر، والحد الأعلى 200 ملجم/ لتر، وكانت القيمة لحوض الوادي أقل من الحد الأمثل وهي 17.61 ملجم/ لتر.

- **عنصر البوتاسيوم K:**

جاءت القيمة لهذا العنصر 5.83 ملجم/ لتر، وهي قيمة أقل من الحد الأمثل، وذلك بالرجوع إلى الجدول الخاص بالمواصفات القياسية الليبية حيث إنَّ الحد الأمثل 10ملجم/ لتر والحد الأعلى 40 ملجم/ لتر.

- **عنصر الكالسيوم Ca^{++} :**

كانت القيمة بعد التحليل 84.32 ملجم/لتر وهي قيمة طبيعية حيث تتراوح في المواصفات القياسية الليبية ما بين 75 ملجم الحد الأمثل، و 150 ملجم/ لتر للحد الأعلى.

- **عنصر الحديد Fe:**

من خلال تحليل عنصر الحديد للماء في عين ماء حوض الوادي كانت 0.13 ملجم/ لتر، وهي قيمة مرتفعة حيث تبلغ الحد الأمثل 0.1 ملجم/ لتر والحد الأعلى 0.3 ملجم/ لتر حسب المواصفات القياسية الليبية.

- **الكربونات CO_3:**

كانت القيمة 0.00 في الماء حيث لا يحتوي ماء العين على عنصر الكربون.

- **البيكربونات HCO_3 :**

جاءت القيمة بعد التحليل لهذا العنصر 59.62 ملجم/ لتر، وهي قيمة منخفضة أقل من الحد الأمثل، وذلك بالرجوع إلى الجدول للمعايير القياسية الليبية، والتي جاء فيها الحد الأمثل 400 ملجم/ لتر والحد الأعلى 500 ملجم/ لتر.

- **الكلوريد CL :**

أيون الكلوريد من الأيونات السالبة الموجودة بالمياه، ومتوسط تركيزه في مياه البحر 19000 ملجم/ لتر(السلاوي، 1986، ص252)، حيث كانت القيمة 138.38 ملجم/ لتر وهي قيمة منخفضة طبقًا للمواصفات القياسية الليبية التي ما بين 200 ملجم/ لتر كحد أمثل و 250 ملجم/ لتر كحد أعلى.

- **الكبريتات SO_4 :**

كانت القيمة بعد التحليل أقل من الحد الأمثل، وهي 44.18 ملجم/ لتر طبقًا للمواصفات القياسية الليبية 200 ملجم/ لتر كحد أمثل و400 ملجم/ لتر كحد أعلى.

- **النيترات NO_3 :**

تعد القيمة في هذا العنصر مناسبة، والتي ظهرت بعد التحليل 1.10 ملجم/ لتر، وذلك حسبما جاء في جدول المواصفات القياسية الليبية، والتي كانت 0 ملجم/ لتر كحد أمثل و25 ملجم/ لتر كحد أعلى.

- **البكتريات الكولوتية الكلية:**

بلغت القيمة بعد التحليل 16.5 مليلتر/ لتر، وهي قيمة مرتفعة حيث تعد ملوثةً بدرجة كبيرة، وتشكّل خطرًا على صحة الإنسان، وذلك حسب المواصفات القياسية الليبية التي كانت 0 كحد أقصى مسموحًا به.

- **بكتيريا الأيكولاي:**

وهي أيضًا بلغت قيمة مرتفعة بعين حوض الوادي، وتشكّل خطرًا على صحة الإنسان، حيث كانت النتيجة بعد التحليل 56 مليلتر، وبالرجوع إلى المواصفات القياسية الليبية يجب أنْ تكون القيمة معدومةً.

وتشير الدراسة إلى أنَّه من خلال تحليل الماء لعين أم القرب تبين أنه من الناحية الكيميائية أغلب عناصرها غير مطابقة للمواصفات القياسية الليبية وهي بهذا لا تصلح للشرب.

أمَّا من الناحية البيولوجية فهي غير صالحة للشرب، ويرجع ذلك إلى تلوثها، غير أنَّ هذه النسب غير ثابتة حيث يقل تركيزها أثناء موسم هطول الأمطار.

ب- المياه الجوفية:

تشكّل المياه الجوفية المصدر الرئيس للموارد المائية بليبيا، و تمثل أكثر من 88% من إجمالي حجم المياه.

وقد قسمت هذه الأحواض على أساس الظروف الجيولوجية والمناخية السائدة بالدرجة الأولى، والتي تحدد بموجبها حركة المياه ونوعيتها.

بالنظر إلى الخريطة (4) توجد في منطقة حوض الوادي يقع على حوضين جوفيين، وهما حوض سهل الجفارة وحوض الجبل الغربي (الحمادة الحمراء – سوف الجين)، حيث تبلغ مساحة حوض سهل الجفارة 20000كم^2، و مساحة حوض الحمادة الحمراء 24000كم^2 (ضو، وجاسم، 2006، ص136-141).

وسنتناول فيما يلي الحديث عن هذين الحوضين اللذان يقعان في منطقة الحوض أو الوادي:

الخزان الجوفي في سهل الجفارة:

أ- يقع هذا الحوض في أقصى الجزء الشمالي الغربي من ليبيا، و يتخذ شكل أقرب ما يكون إلى المثلث، وينتهي في الشمال بالبحر المتوسط وفي الجنوب جبل نفوسه.

و من الناحية المورفولوجية فالمظهر العام للسهل هو الاستواء وخصوصًا في الأجزاء الشمالية مع ميل الارتفاع، كلما اتجهنا نحو جنوبه إلى أنْ يصل حوالي 1200م فوق مستوى سطح البحر عند أقدام المنحدَّرات الشمالية للجبل الغربي.

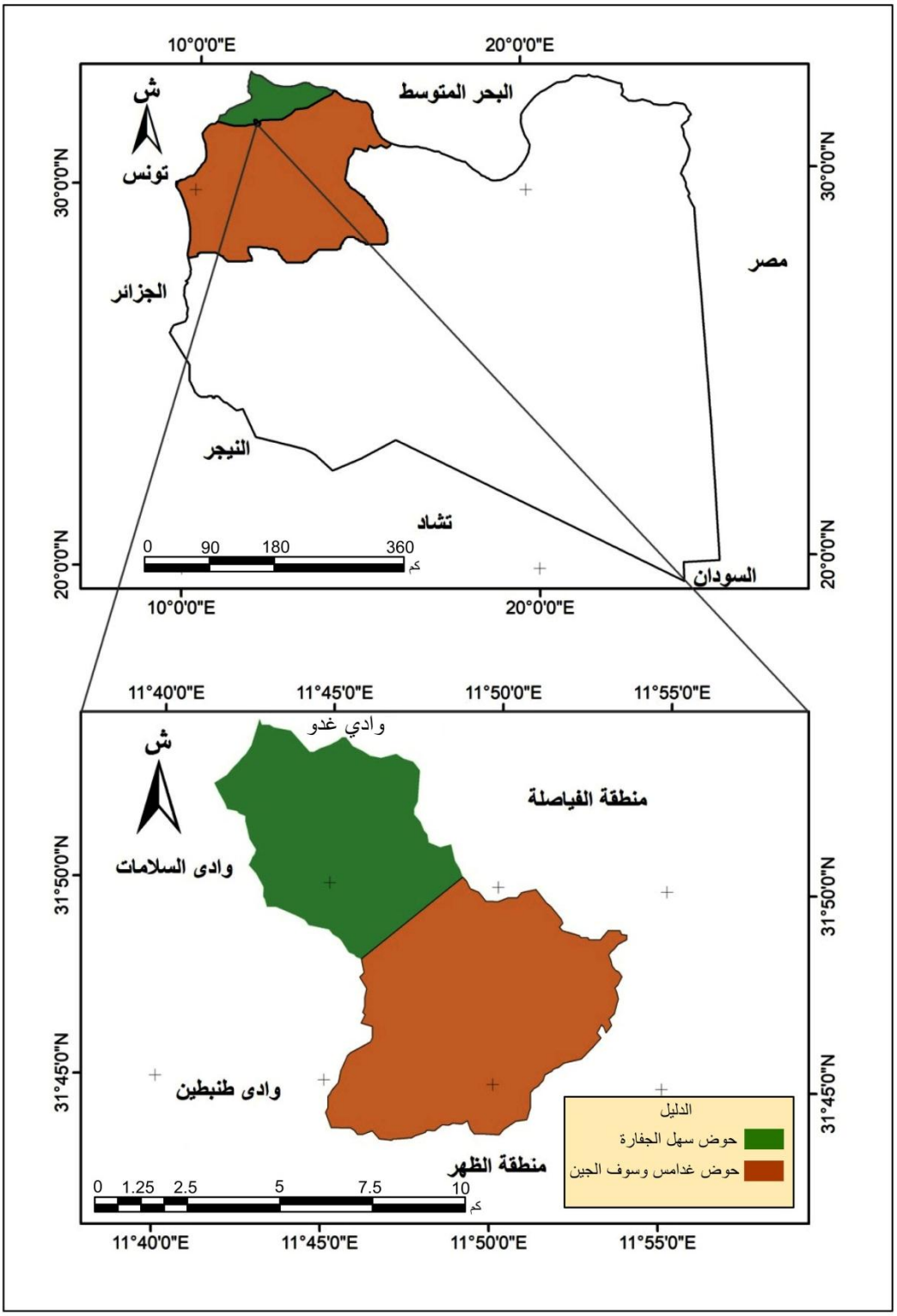
وقد قسم الحوض إلى ثلاثة أجزاء هي:

1. الجزء الشمالي (الساحلي).
2. الجزء الأوسط.
3. الجزء الجنوبي.

يقع الأخير وهو الجزء الجنوبي في منطقة الحوض عند أقدام جبل نفوسة مباشرة، ويرتفع ما بين 150م إلى 300م فوق مستوى سطح البحر، وتغطية رواسب حصوية على مستويات متفاوتة من التماسك، وتتبع تكوين قصر الحاج.

ومن الناحية الجيومورفولوجية، فهذا الجزء بتميز بظهور بعض التلال من صخور العصر الثلاثي و الجوراسي في الجهة الغربية. (ضو، وجاسم، 2006، ص136-139).

خريطة (4): الأحواض المائية الجوفية لمنطقة الوادي



المصدر: عمل الباحث اعتمادًا على خريطة الوضع المائي، الهيئة العامة للمياه.

كما يمكن تمييز ثلاثة خزانات جوفية رئيسة لسهل الجفارة وهي كما يلي:

1. الخزان الأول السطحي الذي يتكوَّن من صخور العصر الرباعي، و البالوسين والمبوسين العلوي، و أغلبها تكوينات من الحجر الرملي والطين، حيث يبلغ سمك المشبع منها في الوقت الحاضر ما بين10 و100متر.
2. الخزان الثاني (الأوسط) الذي تتألف تكويناته من الصخور الرملية للكريتاوي السفلي، و الجوراسي المعروفة يتكوَّن ككلة، يتراوح سمكه ما بين 100-350 متر.
3. الخزان الثالث (السفلي): الذي يتكون من صخور العصر الترياسي الأوسط، وتميل طبقات هذا الجزء ناحية الشمال حتى يصل عمق هذه الطبقة إلى أكثر من 1000م، تحت سطح الأرض بالغرب من طرابلس، أمَّا في الجزء الغربي من السهل فيتراوح هذا العمق بين 300م و400م، حيث تتميز مياهها برداءة نوعيتها. (أبولقمة، 1995، ص217-218)

وعلى الجانب الآخر فلمنطقة حوض الوادي عدد من الخزانات التالية:

أ. خزان نالوت الجوفي

الواقع إلى أعلى من عمق 20م، ويصل إلى عمق 200م، ويتركَّب من حجر جيري دولوميتي ويتراوح السمك من 80م إلى 180م ونفاذية هذا الخزان ضعيفة ومستوى سطح الماء الساكن يتواجد عادة على عمق من 20م إلى 120م، ويتراوح مجموع الأملاح الذائبة من 100 إلى 3000 جزء بالمليون.

ب. خزان سيدي الصيد الجوفي

يتكوَّن هذا الخزان من مجموعة عين طبي ويتركب من طبقات تبادلية من الحجر الجيري، والحجر الجيري المارلي، والطفل وأحيانًا الجبس ويقع عمق هذا الخزان على عمق يتراوح من 150م إلى 350م من السطح سمكه يتراوح من 30م إلى 120م و نفاذية هذا الخزان ضعيفة.

ومستوى سطح الماء الساكن يوجد على عمق يتراوح مابين 100 إلى 250م ومجموع الأملاح الذائبة يتراوح ما بين 1200 إلى 3800 جزء بالمليون. (مصلحة المياه والتربة، الوضع المائي للمنطقة الغربية جبل نفوسة وسهل الجفارة ، 1983، ص3)

ج. خزان ككلة الجوفي:

يتركَّب هذا الخزان من حجر رملي وطفل صفائحي مع تداخلات من الطفل و خزان ككلة يقع على عمق ما بين 300 إلى 600م من السطح بسمك 50م إلى 100م، ويوجد مستوى سطح الماء

الساكن على عمق من 250م إلى 370م، ومجموع الأملاح من 600 إلى 2000 جزء من المليون. (مصلحة المياه والتربة، الوضع المائي للمنطقة الغربية جبل نفوسة وسهل الجفارة ، 1983، ص3)

د. خزان الكريتاوي العلوي:

يتكوَّن من أحجار جيرية مع تداخلات من الطين والمارل، ويتراوح سمكه بين 100م و300م، ويعرف بتكوين مزدة، ويشير الوضع البيزومتري لهذا الخزان على أنَّ المياه تتحرَّك فيه من الجنوب الغربي إلى الشمال الشرقي، وتقل الأملاح المذابة في مياهه إلى 4جرامات باللتر بالحمادة الحمراء. (أبو لقمة، والقزيري، 1995، ص222).

الخلاصة:

تعتمد 95% من مساحة البلاد على المياه الجوفية بينما يبلغ نسبة حجم المياه الباطنية التي تعتمد عليها البلاد 88% من حجم المياه، والباقي متمثلة في مياه العيون والأمطار، وغيرها وعلى هذا الأساس فمنطقة الوادي لها مصدرين من المياه المتمثلة في المياه الباطنية، والمياه السطحية المتمثلة في مياه الأمطار وعين الماء، حيث إنَّ المنطقة تتعرض إلى عمليات هدر للمياه وضياع نسبة كبيرة منها إما بالتسرب لباطن الأرض أو بالتبخر، بالإضافة إلى الأسباب الأخرى، والتي سنتعرض لها في الفصل القادم والمتمثلة في الخواص المورفومترية ولابد من إقامة مشروع السد المزمع تنفيذه لحجز المياه للحافظ على أكبر قدر من مياه الأمطار الجارية في موسم الهطول.

كما أنَّ المياه الجوفية التي توجد في منطقة حوض الحوض تقع على أعماق بعيدة، وإنْ وجدت في الأعماق القريبة فهي ليست إنتاجية كما هو الحال في خزان نالوت، ويعد خزان تكوين ككلة أكثر الخزانات المستغلة حاليًا في المنطقة.

أمَّا الخزانات الجوفية التابعة لسهل الجفارة التي تقع منطقة وادي أم القرب من جهة الشمال فيوجد بها خزانان فقط، ألا وهو الأوسط والسفلي، والذي يتراوح عمقهما ما بين 100-400 مترًا، وأنَّ المياه الجوفية لهذه الخزانات لا تصلح للشرب نتيجة لارتفاع نسبة الأملاح المذابة، وتداخلها على الطبقة الكلسية.

ويمكن القول إنَّ المياه الجوفية التي تقع بمنطقة حوض الوادي بها نسبة عالية من الجير والأملاح المذابة، ولا تصلح للشرب، وذلك لأنَّ أغلب التكوينات الصخرية هي تكوينات جيرية وجبسية.

أمَّا ماء العين ومن خلال التحاليل التي قامت بها الدراسة فهي تحتوي على تكوينات كلسية، هي مياه حامضية وملوَّثة؛ نتيجة لوقوعها في منطقة منعزلة ومهجورة، تقتات منها الحيوانات والطيور حيث يعتقد أنَّ هذه المياه تأتي من خزان تكوين سيدي الصيد. (مجلة الهندسي، 2002، ص57).

وهذا يؤكد أنَّ جيولوجية منطقة الجريان، وتركيبها الصخري من العوامل المهمة التي تؤثر في كمية المياه السطحية، وبناءً عليه فجيولوجية ليبيا هي التي حدَّدت شبكة تصريف المياه، كما هو الحال في المنطقة.

خامساً: التربة :

تدخل التربة الليبية في نطاق تربة المناطق الجافة والشبه الجافة من العالم، وتتميَّز بقلَّة أو ندرة هطول الأمطار، ممَّا تؤدي إلى قلَّة الغطاء النباتي أو انعدامه، وبالرغم من تباين التربة الليبية بوجه خاص في تكوينها ونشأتها، وبالتالي في سلوكها وخواصها، وذلك حسب عوامل وعمليات التكوين السائدة فيها محليًا، إلا أنَّها قد تتشابه في الكثير من خواصها بصفة عامة مع تربة المناطق الجافة الأخرى، والحقيقة أنَّه لم تدرس تربة المناطق الجافة بالتفصيل إلا في وقت حديث نسبيًا، ولازلنا نجهل الكثير إلى وقتنا الحاضر عن سلوكها وإدارتها الإدارة الفنية المثلى. (بن محمود، 1995، ص37).

وتعرف التربة بعدَّة تعريفات حيث يختلف المفهوم العام للتربة باختلاف الوجهة العلمية التي تربطه بالعلوم الأخرى، وكذلك باستعمال كل منها.

ويعرِّف الجغرافيون التربة بأنَّها: الطبقة السطحية المفكَّكة من قشرة الأرض، والتي ينبت فيها النبات، ويمتد فيها جذوره وتؤثر التربة في الحياة النباتية من نواحٍ عديدة، منها قابلية البذور للإنبات، تثبيت النبات، قوة النمو الخضري، تزويد النبات باحتياجاته من ماء والعناصر الغذائية المختلفة. (محمدين، والغراء، 2002، ص297).

وهناك أيضًا تعريفات أخرى على سبيل المثال لا الحصر، هي جسم طبيعي مستقل بذاته يتطور مع الزمن، وهذا التطور ناتج عن تأثير عوامل تكوين التربة المختلفة، وهذا الجسم عبارة عن نظام مفتوح، وله ثلاثة أبعاد تنتهي الحدود السفلى بالصخر والعليا بالغلاف الجوي، ومن الجوانب أجسام طبيعية أخرى مثل البحار والأنهار والمحيطات والسطوح الصخرية، وهذا الجسم الصغير يطلق

عليه اسم البيدون (pedon)[*] وهي تلك الوحدة التي تعد أصغر جسم ممكن يطلق عليه كلمة تربة. (بن محمود، والجنديل، 1984، ص13).

وأخيرًا مادة الأصل التي تلعب دورًا مهمًا في تكوين التربة، حيث إنَّ الكثير من خواص الترب المهمة تزود من مادة الأصل التي نشأت منها، ومع مرور الزمن وتطور عمليات تكون التربة تظهر في الترب صفات جديدة تميزها عن مادة الأصل على خواص التربة الناتجة عنها. (بن محمود، والجنديل، 1984، ص131).

وتعد التربة الليبية من تربة المناطق الجافة وشبه الجافة، والتي من خصائصها احتوائها على نسب ضئيلة من المواد العضوية والنيتروجين، ويوجد بها تجمُّعات الكربونات الكالسيوم في طول القطاع، وهي تربة تميل إلى القلوية أو تكاد متعادلة، ودرجة تطور وقطاعها بسيط إلى متوسط، كما تحتوي على تركيزات عالية من الأملاح القابلة للذوبان، وبخاصة في المناطق المنخفضة والرديئة.

وبالرغم من أنَّ التربة الليبية قد تتشابه في بعض خواصها بصفة عامة، فأنَّها متباينة في تكوينها ونشأتها، ومرجع ذلك الاختلاف هو تباين عوامل التكوين (المناخ، ومادة الأصل، والتضاريس، والكائنات الحية التي تشمل النبات والحيوان، والكائنات الحية الدقيقة، والزمن) والتي بدورها تؤثر في العمليات التكوينية من جهة، وعلى نوعية التربة الناتجة عنها من جهة أخرى. ((بن محمود، والجنديل، 1984، ص183).

وخلال الزيارة الميدانية وبالاستعانة بالصور بحوض الوادي لوحظ في بداية الوادي عند مجرى العين وما قبلها تكوينات من الحصى والحجارة؛ نتيجة لشدة الانحدار عند بداية الوادي، والتي تميل إلى اللون الأبيض حيث التكوينات الكلسية، وتتفاوت الحجارة في أحجامها ما بين الصغير والمتوسط والكبير، وتكون تكوينات التربة في بداية الوادي تحاتية ثم كلما ابتعدنا شمالًا بعيدًا عن بداية المجرى، تبدأ التربة في الركود والترسُّب على جانبي المنحدرات إلى أنْ يصل بها الأمر الاستقرار في نهاية الوادي، حيث تسمَّى بالتربة الرسوبية، ويرجع إلى قلَّة عامل الانحدار كلما اقتربنا من منطقة المصب في نهاية المجرى لمنطقة الوادي، وقلَّة سرعة جريان المياه، واستواء السطح حتى التقائه بسهل الجفارة.

كما يظهر نوع آخر من التربة في منطقة صغيرة وسط حوض الوادي، وتتكوَّن من تربة غير ناضجة ذات مسامية عالية، وعادةً ما تحتوي على أكثر من 85% من حبيبات

---

[*] البيدون: يطلق حقليًا على تربة معينة ذات صفات ثابتة ويحد هذا النوع من الجهة العليا ذلك الجزء من القشرة الأرضية الملامسة للغلاف الجوي والذي يتميز بصفات داخلية وخارجية معينة، أمَّا من الجهة الجانبية فتحدها أنواع أخرى من التربة أو غيرها من الأجسام الطبيعية الأخرى.

الرمل يتراوح من 0.5 ملم، وتتصف بقوام رملي عديم البناء نتيجة لندرة المواد العضوية والمعدنية فيها. (بن محمود، سليمان، 1980، ص16).

من خلال الخريطة (5) نلاحظ وجود عدَّة تكوينات هي:

أ. الترب حديثة التكوين :

وهذه التربة قليلة التطور ذات النظام الرطوبي المميَّز لمنطقة البحر المتوسط والمحتوية على الأفق الأوكريك، وأفق التغيير (الكامبك) والمميَّز باللون القرفي (بني أو بني فاتح)، والتربة الجبلية القرفية نتيجة لقوامها الخفيف، وبنائها الضعيف فهي عادة ما تكون جافة حيث قدرة حفظها للمياه منخفضة، وتكون عرضة للتعرية الريحية أو الهوائية، أضف إلى ذلك فأنَّها متواجدة في منطقة تقل فيها المصادر المائية الجوفية بصفة عامة وعليه فيقتصر استعمالها في الوقت الحاضر (بن محمود، 1995، ص335-337) على الرعي.

وتمثِّل التربة حديثة التكوين حوالي 110.16كم^2 من مساحة الوادي في الجزء الجنوبي، الخريطة (5)، وهي بذلك تشكِّل أعلى نسبة حيث بلغت 59.27%. الجدول(8).

ب. التربة الجبلية القرفية الجيرية:

وهي تربة لا يتعدى عمق قطاعها 50سم، وبما أنَّ قوامها خفيف وبناؤها ضعيف فهي عادةً ما تكون جافة طول السنة، وقدرتها على حفظ المياه منخفضة، الأمر الذي يجعلها عرضةً لمؤثرات التعرية الريحية والمائية، وذلك بسبب بناؤها الضعيف من جهة، وقلَّة احتوائها على المادة العضوية من جهة أخرى، الأمر الذي حال دون نمو بعض النباتات عليها، وهو ما زاد من شدَّة الجريان السطحي خلال موسم الأمطار(بن محمود، 1995، ص253)، وتتميَّز هذه التربة بأنَّها جافة معظم الوقت من السنة، وبوجود الأفق التشخيصي تحت السطحي المعروف بالأفق الجيري، وباحتوائها على كميات مرتفعة من كربونات الكالسيوم على طول القطاع(بن محمود، 2013، ص45-46)، حيث تشكِّل مساحتها 48.5كم^2 من مساحة الوادي، الخريطة (5)، حيث تتركز في الجزء الأوسط والشرقي في الحوض حيث تبلغ النسبة 26.09%، الجدول (8).

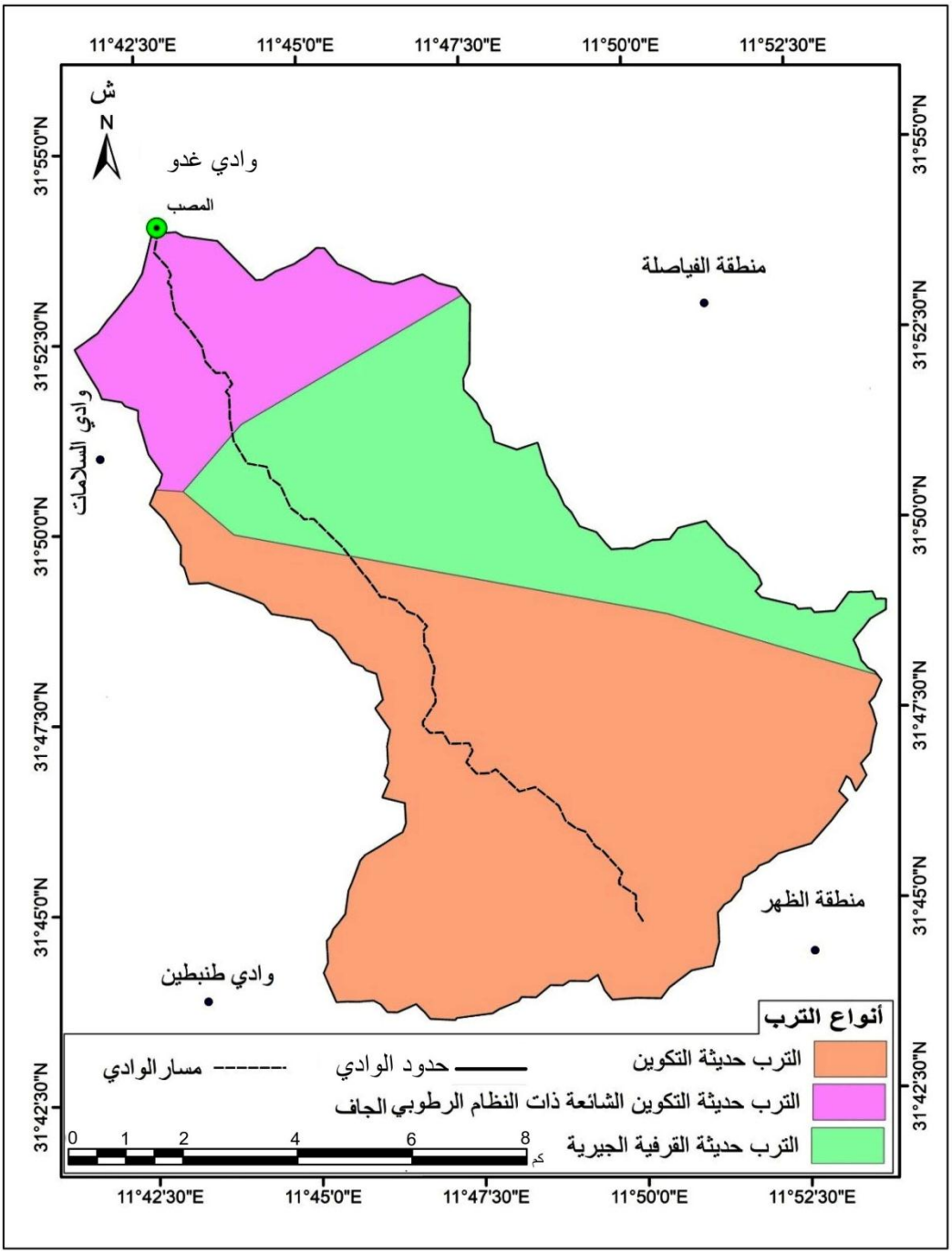
ج. التربة حديثة التكوين الشائعة ذات النظام الرطوبي الجاف:

هي تربة مناطق الوديان ومصباتها، حيث يتم نقلها وترسيبها بالمياه، وهي تتكوَّن على هيئة طبقات رسوبية وكل طبقة من هذه الطبقات تعبِّر على مرحلة من مراحل فيض الوادي، وتكون مادة الأصل في البداية إلى أنْ يتم تكوين أفق الأوكريك على السطح بعد فترة زمنية من استقرارها. (حويج، والعالم، 2012، ص45).

ومادة أصل هذه التربة هي رواسب الوديان، ورواسب مسيلات المجاري المائية التي حدثت على فترات متلاحقة، ويرجع عدم تطور قطاع هذه التربة إلى المناخ الجاف، والغطاء النباتي الفقير، وإلى الترسيب المتكرِّر للمواد خلا الأزمنة المختلفة. (بن محمود، 1995، ص192).

وتبلغ مساحة هذا التكوين 27.2كم^2 من مساحة الوادي أو الحوض، الخريطة (5)، وما نسبته لا تزيد عن 14.64% الجدول (8)، حيث توجد في أقصى الشمال والشمال الغربي في حوض الوادي.

خريطة (5): توزيع نطاقات التربة لمنطقة الحوض



المصدر: وزارة الزراعة طرابلس، إنتاج شركة سلغوم بروم الروسية لدراسة مليون ونصف هكتار في المنطقة الغربية، 1980، وتم تحويلها من ورقية إلى رقمية بالتعاون مع المركز البيروني والليبي باستخدام نظم المعلومات الجغرافية باستخدامArc Map.

جدول (8): المساحة والنسبة المئوية لكل نوع من أنواع التربة لمنطقة حوض الوادي

النوع	المساحة كم2	النسبة المئوية %
الترب حديثة التكوين	110.16 كم2	%59.27
التربة الجبلية القرفية الجيرية	48.5 كم2	%26.09
التربة حديثة التكوين الشائعة ذات النظام الرطوبي الجاف	27.2 كم2	%14.64

المصدر: عمل الباحث استنادًا إلى خريطة التربة.

إنَّ تكوينات التربة في المنطقة تتعرَّض دائمًا إلى الانجراف بسبب الجريان السطحي وقلَّة تماسكها، حيث إنَّ تكوينات التربة في حوض الوادي ضحلة وقليلة السمك، وتشير الدراسة إلى أنَّ جهة المتبع في بداية الوادي تكون التربة هنا تحاتية نتيجةً لتعرضها للحث من الجريان السطحي حتى تصل إلى المصب، والتي تكون في التربة فيضية ناتجةً من الجريان أو الانجراف، وتترسَّب فيها المواد العضوية و الطمي، كذلك تتركَّز في منطقة الوادي أو الحوض الحصى والحجارة، والتي تنجرف مع الجريان السطحي بالإضافة إلى عمليات النحت الريحي الذي يعمل على إثارة الغبار، وتحرُّك التربة وفقدان الكثير من المواد العضوية، مع قلَّة الغطاء النباتي الذي تعمل جذوره على تثبيت التربة والحد من انجرافها.

كما أنَّ للظروف المناخية وخاصة في موسم التساقط كما سبق ذكرها دور مهم في فقد وتكوين المواد العضوية والعناصر المعدنية، بالإضافة إلى التبخُّر الذي يعد أحد الظروف المناخية يجعل التربة تفقد الكثير من الرطوبة الموجودة بها. كما

سادسًا: الغطاء النباتي:

إنَّ للغطاء النباتي وكثافته في الأحواض المائية أثرًا كبيرًا في التأثير على الوضع المورفومترى، وذلك لما له من أثر مباشر على الجريان السطحي، ويأتي ذلك من خلال إعاقة الجريان في الوقت الذي يساعد على زيادة المياه المتسرِّبة إلى باطن الأرض من خلال التكوينات الجيولوجية النفاذة، ومن خلال جذوره العميقة، وهو يعتمد على عدَّة عوامل مساعدة كالتربة والمناخ والتضاريس في تأثيره على التصريف، ويعمل النبات على حماية التربة من عوامل الحت الريحي والانجراف المائي، وكذلك يحافظ على جوانب النهر أو الوادي من التعرية، ويقلِّل من درجة الحرارة والتبخُّر، ويقلِّل من نسبة المواد العالقة، وبذلك يصون شبكات الري والسدود المقامة

على المجارى المائية، وله تأثيره على طول الجريان من خلال تقليله من الصرف. (أبو الشواشي، 2003، ص45).

ويتحدَّد توزيع الغطاء النباتي تبعًا لتفاعل عدَّة عوامل طبيعية وبشرية مختلفة، كالموقع الجغرافي مع عامل التضاريس والمناخ، كذلك التركيب الجيولوجي للصخور التي اشتقت منها التربة (أبو لقمة، والقزيري، 1995، ص277)، وتأثير الإنسان بقطع وتخريب الغطاء النباتي، وللخصائص المورفومترية والغطاء النباتي، ومن ثم للمظاهر الجيومورفولوجية دور كبير على مزايا الأحواض، حيث يعمل النبات على الحد من نشاط الحت وانجراف التربة، ويقلّل من فعل الرياح كما يساعد على تفتيت الصخور وتحطيمها.

وأنَّ منطقة حوض الوادي تقع في منطقة شبه جافة، وتوجد بها بعض الأشجار والنباتات على طول السنة، مثل أشجار السرو والسدر والصنوبر، ومنها ما هو موسمي ينمو مع فترة هطول الأمطار أو في موسم التساقط مثل الزعتر، والإكليل و الجعدة، وبعض الأشواك، ومنها ما هو معمِّر مثل الفرعون، والحلفاء، والقندول.

كما توجد في حوض الوادي بعض الأشجار التي أسهم الإنسان في وجودها حيث يقتات من ثمارها مثل أشجار النخيل، والزيتون، والكروم، واللوز، علما بأنَّ أشجار الزيتون بفضل زراعتها في السفوح العالية، ويزرع النخيل في أسفل الوادي، وذلك لأنَّ النخيل يحتاج إلى ضغط وحرارة عاليتين، بينما الزيتون يحتاج إلى هواء معتدل بعيدًا عن الضغط؛ كي يقاوم الحرارة العالية في فصل الصيف.(مقابلة مع أحد أهالي المنطقة (بلقاسم عمر الزبيك) بتاريخ 2022/3/27)

أصناف وأنواع الغطاء النباتي لمنطقة الوادي:

أ- استبس شبه صحراوي مختلط بأشجار وشجيرات:

تنمو النباتات في المنخفضات وأحواض معظم الوديان التي تتصف بالقوام الرملي الطيني، وتنمو في هذا النوع من الاستبس أشجار السنط و البطوم، كما توجد أشجار الزيتون، إلا أنَّ معظم الأشجار تعتمد في الحصول على المياه اللازمة من السيول التي تجري في الوديان عقب سقوط المطر على الجبال في فصل الشتاء، عندئذ تنمو النباتات وتزهر، فتكون مراعي غنية، والتي يقصدها السكان الرُّحل وأشباه الرُّحل، بينما في فصل الربيع تجف التربة وتنمو الأعشاب التي تتقاذفها رياح الصحراء الحارة . (الحجاجي، 1970، ص106-112).

ويظهر في منطقة حوض الوادي كما هو موضَّح في الخريطة، حيث تشير الدراسة إلى ظهور نباتات الاستبس، وتتداخل بعض الأعشاب القصيرة ذات الجذور السطحية، وبعض الأشجار

والشجيرات الشوكية والأحراش، حيث يتركَّز في وسط وشمال الحوض، وفي الأجزاء المتبعثرة في الشرق وأقصى الجنوب في منطقة الحوض.

وتبلغ مساحة هذا التكوين حوالي 54.99 كم^2 تقريبًا، خريطة (6) وبنسبة 29.58% ، الجدول(9).

ب- استبس شبه صحراوي مع نباتات عشبية:

تتركَّز معظم هذه النباتات في مناطق المرتفعات الشمالية والغربية، وتتأثر بمناخ البحر المتوسط، ويساعد على نموها وجود التربة المناسبة، كما تتميَّز هذه المنطقة بمعدلات هطول خلال فصل الشتاء، ممَّا أتاح ظروفًا بيئية جيدة أدَّت إلى تنوُّع الغطاء النباتي المتميز، والذي يقاوم فصل الجفاف بمخزون مائي داخل جذوره وأوراقه، ويتحايل على الجفاف بفترة سكون تستمر من 3-6 أشهر في السنة، وهذا النوع من النباتات يهيئ نفسه للمعيشة والنمو، وذلك عن طريق تحوير بعض أغصانه النباتية وتطويرها لملائمة الأوساط تبعاً لكمية الرطوبة والمياه المتوفرة. (سعد، 2009، ص29).

وتنتشر في الأجزاء الغربية لمنطقة الوادي، وفي جنوب وجنوب شرق الوادي، كما هو موضَّح في الخريطة (6) تبلغ مساحته حوالي 60.34 كم^2 تقريبًا، الخريطة (9)، وحوالي ما نسبته 32.46% ، الجدول (9).

ج- نباتات الوديان الصحراوية:

يخلو هذا النوع من الإقليم من أي قيمة رعوية أيًا كان نوعها، ورغم ذلك فليس من المستبعد أنْ تنمو في مناطق رملية أو صخرية بذور نباتات حولية جافة وسريعة، فعند سقوط المطر تنمو هذه البذور بسرعة، إلا أنَّها سريعة الزوال(الحجاجي، 1970، ص112-113).

و تشير الدراسة إلى أنَّ هذا النوع ينمو في منطقة الحوض على أرض صخرية حصوية.

ونظراً لقلة الموارد المائية من شمال غرب ليبيا فالنباتات الصحراوية تظهر مبعثرةً في شكل تجمُّعات متفرِّقة، وتنمو متقاربةً مع بعضها كلما توفرت الرطوبة، ولتقاوم ظروف الجفاف، كما تنمو بعض النباتات حيث تتوفر المياه العذبة(سعد، 2009، ص57).

وتشغل مساحة كبيرة في وسط وشرق الوادي وأجزاء متفرِّقة من الجنوب الشرقي وغربه.

كما يظهر موقعها كما هو موضح في الخريطة (6) وأنَّ مساحته 69.20كم^2 تقريبًا وبنسبة 37.26% ، الجدول (9).

د- نباتات قصيرة العمر متفرِّقة:

تظهر عقب سقوط الأمطار و تشير الدراسة إلى أنَّ هذا النوع من النباتات لا تنمو إلا في موسم هطول المطر، وبخاصة في فصل الشتاء، وفي الفصلين الانتقاليين، حيث ينتهي عمرها بعد فصل الربيع، وعقب دخول الفصل الحار في الصيف، وتبدأ في النمو من جديد عند بداية موسم التساقط حيث يتوقَّف نموها على الظروف المناخية، وكمية التساقط، وتصلح فقط للأغراض الرعوية، وتنتشر في مساحات متفرِّقة وصغيرة جدًا في شمال وشمال شرق الوادي، وتبلغ مساحته حوالي 1.33 كم^2 تقريبًا، الخريطة (6)، وبنسبة 0.7%، الجدول (9).

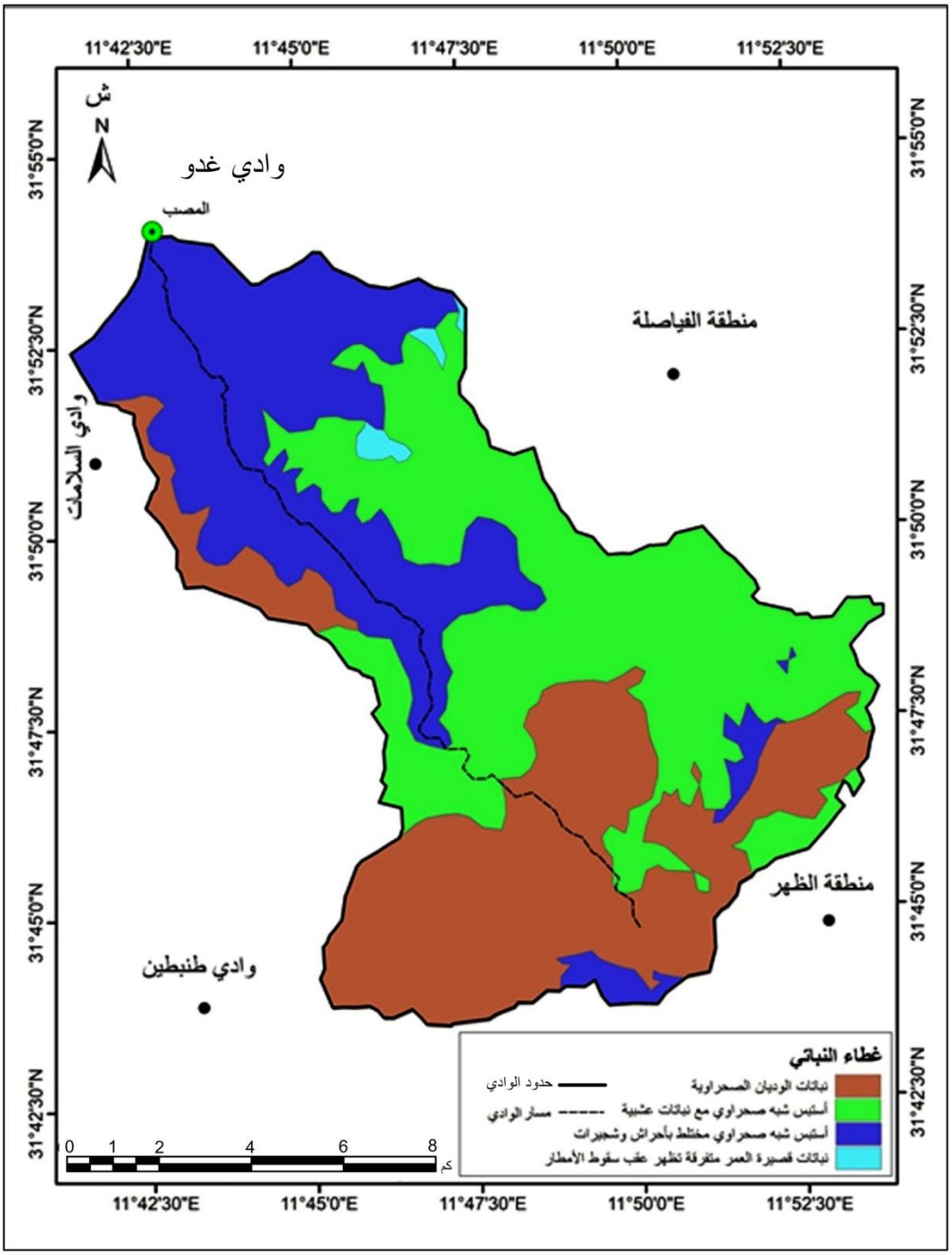
وقد أدَّت ملائمة المناخ لنمو الغطاء النباتي في بعض أجزاء منطقة الوادي أو الحوض إلى وجود فصائل نباتية متنوِّعة، فبعضها دائم الخضرة، وبعضها حولي تزهر في فصل المطر، ثم يجف ويذبل في فصل الجفاف، ولكن تبقى حية في الأرض حيث تعاود نموها من جديد عند حلول موسم المطر.

ومن خلال الدراسة الميدانية التي أكَّدت وجود أنواع من النباتات المختلفة، والتي يطلق عليها مسميات شعبية محلية و التي من أهمها:

البينا- حنزاب- وحواذن- وإقمبلة – وصامة – وغسول – وإخريط – إحميم - ووذن الشايب- المرير- رمث - صرة الكبش- ثعلبة- لبد - فرط – عقول - والعجرم- شلطام - إشقارة- ذباح - عوشز- قطيف- إكريشة ... وغيرها.

وتنتشر هذه الفصائل بصورة مختلفة منها ما هي دائمة الخضرة مثل أشجار السرول تنتشر في قيعان منطقة الوادي أو الحوض، كذلك أشجار النخيل وأشجار السدر، وتنمو أحياناً أشجار السدر في سفوح المنحدرات، أمَّا النباتات الفصلية فتنمو عادةً في أماكن جريان المياه، وتذبل وتجف بعد انتهاء موسم المطر، وتنتشر بعض النباتات التي تتحمَّل الجفاف مثل الباقل في أطراف متفرِّقة من منطقة الوادي وفي أسفله، ونهاية منطقة الوادي ومنتشرة بشكل واسع عند انتهاء منطقة الوادي والتقائه بسهل الجفارة، كما تنتشر أشجار الزيتون في أعلى منطقة الوادي.

خريطة (6): الغطاء النباتي لمنطقة الحوض



المصدر: وزارة الزراعة، طرابلس، مشروع تخريط الموارد الطبيعية للاستخدام الزراعي والتخطيط ، 2004-2005، باستخدام نظم المعلومات الجغرافية ARC Map .

جدول (9): توزيع مساحة تكوين الغطاء النباتي ونسبتها لحوض الوادي.

ر.م	اسم التكوين	المساحة (كم2)	النسبة (%)
.1	تكوين استبس شبه صحراوي مختلط بأشجار وشجيرات	54.99	29.58
.2	استبس شبه صحراوي مع نباتات عشبية	60.34	32.46
.3	نباتات الوديان الصحراوية	69.20	37.26
.4	نباتات قصيرة العمر متفرقة	1.33	0.7

المصدر: عمل الباحث استنادًا إلى بيانات خريطة الغطاء النباتي.

وتشير الدراسة من خلال النظر إلى الشكل والاطلاع على مكوِّنات الغطاء النباتي، والتي كانت نباتات صحراوية يغلب عليها الطابع الصحراوي باستثناء بعض الأشجار دائمة الخضرة مثل الزيتون و السرول، أمَّا باقي الأصناف الأخرى فمنها ما هو حولي حيث ينمو ويزهر في موسم هطول الأمطار، وتجف أوراقه وتذبل خلال الصيف، ولكن تبقى أغصانه خضراء، ومنها ما هو تخضر أوراقه وتزهر حتى تنضج في فصل الصيف مثل السدر، ومنها ما هو ينمو في فصل المطر، وينتهي عقب انتهائها، ودخول فصل الجفاف مثل الأعشاب ونبات الباقل، والتي لا تصلح إلا للرعي، كما أنَّ أغلب أراضي المنطقة صخرية وحصوية في سطح الوادي، أو على المنحدرات حيث يكون الغطاء النباتي محدودًا.

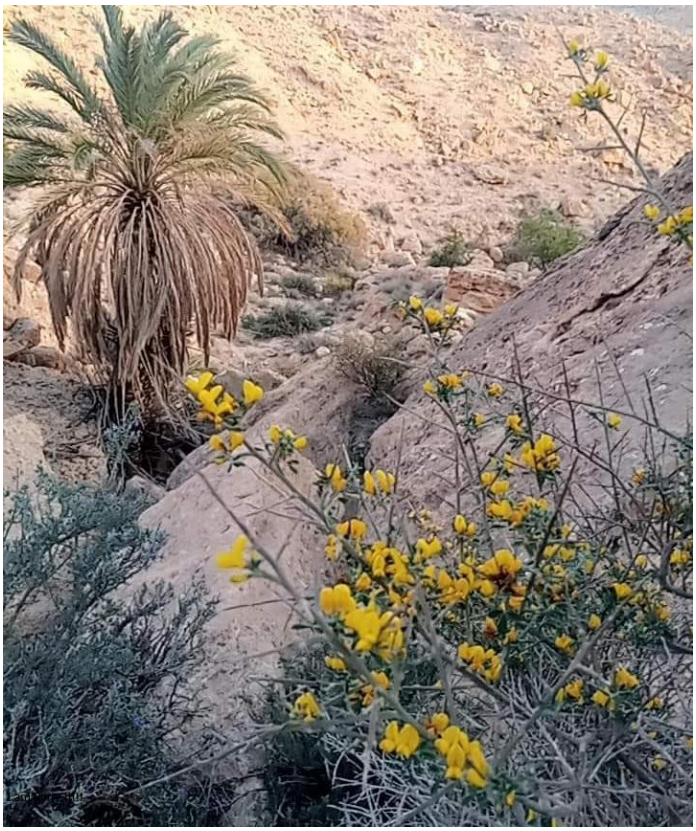
أيضًا وجود أصناف من النبات نتيجة لنشاط الإنسان والذي قام بزراعتها في جداول وأحواض حيث يقتات عليها مثل النخيل والتين والزيتون .

ونظرًا لقلة الأمطار وتذبذبها من عام لآخر، وتأثر منطقة الوادي بهذه الظروف حيث أثر قلّة الغطاء النباتي في عدم تماسك التربة وحمايتها من الانجراف والتقليل من انجرافها أثناء هطول الأمطار.

الصورة (4): بعض مظاهر الغطاء النباتي بالمنطقة يظهر فيها شجر السرو.

المصدر: تصوير الباحث بتاريخ 2022/3/27م.

الصورة (5): بعض مظاهر الغطاء النباتي بالمنطقة يظهر فيها شجر النخيل.



المصدر: تصوير الباحث بتاريخ 2022/3/27م.

الفصل الثالث

الخصائص المورفومترية لحوض وادي أم القرب وتحليلها

مقدمة.

أولاً: الخصائص الهندسية لوادي أم القرب.

ثانيًا: الخصائص الشكلية للحوض.

ثالثًا: الخصائص التضاريسية:

رابعًا: الخصائص المائية لشبكة التصريف للمنطقة:

مقدمة:

يتضمَّن التحليل المورفومتري دراسة الخصائص الهندسية والشكلية لوادي باستخدام القياسات الكمية وهو تحديد رقمي يعتمد على القياسات لتوصيف شكل الوادي من حيث المساحة والشكل والانحدار والتشعب والطول الكثافة والارتفاع وغيرها، ودراسة أنواع ظاهرات يابس سطح الأرض، وإعداد كل مجموعة منها، ومدى أبعادها بالنسبة للمساحة الكلية للمنطقة، ودراسة انحدارات سطح الأرض(أبو راضي، 2004، ص113).

ويهدف هذا التحليل إلى فهم تطور الحوض المائي ولسلوكه الهيدرولوجي وتأثير العوامل الجيومورفولوجية والمناخية وتأثيرها على خصائص الأشكال الهندسية والتضاريسية وتحليلها، وطبيعة الانحدارات وما يترتب عليها من انعكاسات على الخواص المائية لشبكة التصريف وتأثرها، ومعرفة ما إذا كان هناك احتمالية حدوث خطر الفيضان أم لا.

أولاً: الخصائص الهندسية لوادي أم القرب:

وهي تختص بالأبعاد الهندسية للوادي والنسب بين هذه الأبعاد، والعلاقة بين كل الأبعاد والمساحات الحوضية، وتقاس تلك الأبعاد من الخريطة الكنتورية مباشرة. (مصطفى، 2003، ص259).

وذلك بأنَّ الدراسة تهدف من خلال معرفة خصائص المنطقة من الناحية المساحية والوصول إلى النتائج باستخدام المعادلات الخاصة بها، والتي تبين آثارها حدوث احتمالية خطر للفيضان أم لا، وعلى المظاهر الجيومورفولوجية.

1- أبعاد الحوض:

أ- مساحة الحوض:

ترتبط مساحة الأحواض النهرية وأبعادها وأشكالها بكل من نوع الصخر من حيث قوة وصلابة وتماسك الصخر ونفاذية المياه بين الصخور ونظامه، والظروف المناخية المشكِّلة لها، وتعد مساحة الحوض من الخصائص المورفومترية المهمة، والمؤثرة على حجم التصريف بالحوض، فمن المعروف أنَّه كلَّما كبرت مساحة الحوض زادت كمية الأمطار التي يستقبلها، مما يؤدي إلى زيادة حمولة الحوض، هذا على افتراض ثبات بقية المتغيرات الأخرى مثل نوع الصخر ونظامه، والتضرُّس وشكل شبكة التصريف في الحوض (أبو راضي، 2004، ص125).

وقد تم قياس مساحة وادي أم القرب 185.86 كم^2.

ب- طول الحوض:

وهو خاصية هندسية وتختلف الطرق المتبعة في تحديد طول الحوض تبعًا لشكل الحوض وطبيعة امتداده، وقد بلغ طول الحوض 26 كم من خط تقسيم المياه حتى المصب، أمَّا الطول المثالي فقد تم قياسه من نقطة بداية تقسيم المياه حتى المصب بخط مستقيم وكان طوله 22.56 كم.

ومن أهم الطرق:

1- قياس المسافة بين المصب وأبعد نقطة على محيط الحوض في موازاة المجرى الرئيس بالحوض.

2- قياس المسافة بين المصب والنقطة التي تلتصق بمحيط الحوض.

3- قياس طول الخط بين المصب ومركز ثقل الحوض(*) وامتداد حتى يلتقي بمحيط الحوض.

4- قياس المسافة بين المصب وأعلى نقطة على محيط الحوض.

5- هو ناتج قسمة مساحة الحوض على عرض الحوض (مصطفى، 2003، ص260).

ج- عرض الحوض:

عند دراسة شكل الحوض التصريفي إذ يعد طرفا في تحديد هذا الشكل، وتستخدم عدَّة طرق لقياس عرض الحوض، مثل حساب متوسط عدد من القياسات تقيس عرض الحوض على مسافات متساوية، أو بقسمة المساحة الحوضية على الطول الحوضي. (مصطفى، 2003، ص261).

وقد اعتمدت الدراسة في تحديد عرض الحوض بقياس المسافة بين أبعد نقطتين في العرض، والتي بلغت 16كم.

د- محيط الحوض:

هو خط تقسيم المياه الذي يفصل الحوض عن الأحواض المجاورة (أبوبكر، 2008، ص54)، ومحيط الحوض يشكِّل حجر الزاوية في حساب العديد من المعاملات المورفومترية، التي تعبِّر عن أشكال الأحواض التصريفية وتضاريسها، ويتم قياسه بتتبع خطوط تقسيم المياه التي تفصل الحوض عن المناطق المجاورة له. (أبو راضي، 2004، ص126).

ويرتبط محيط حوض الوادي كمتغير مورفومتري بالعديد من الخصائص المورفومترية الأخرى، كشكل الحوض واستطالته، فقد بلغ محيط حوض وادي أم القرب 121 كم، كما هو موضَّح في الجدول (10).

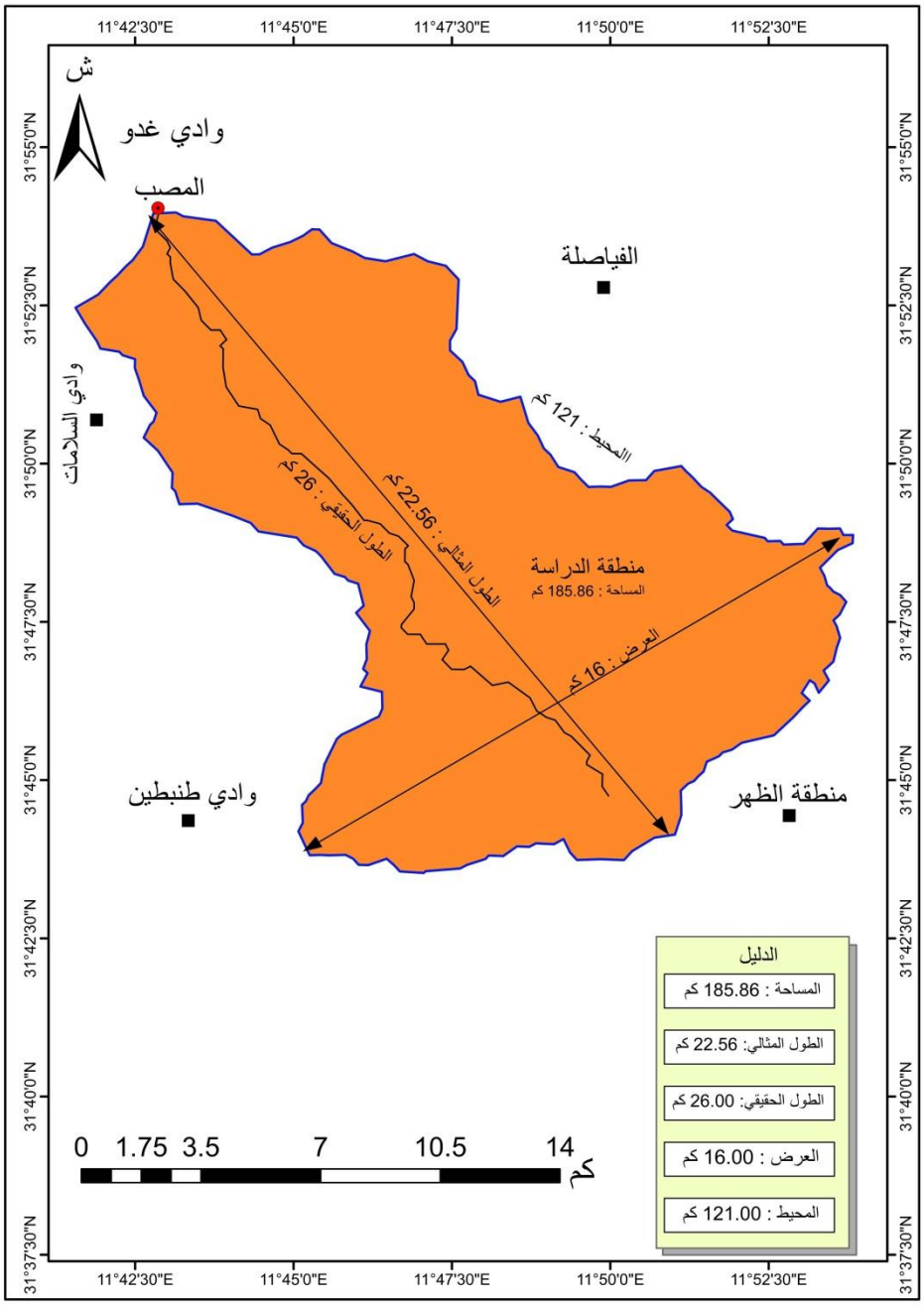
(*) هو: نقطة تقاطع المجرى الرئيسي مع خط المنصف لمساحة الحوض عرضياً.

جدول (10): الخصائص الهندسية لوادي أم القرب

المساحة (كم2)	الطول المثالي	الطول الحقيقي	العرض	المحيط
185.86	22.56 كم	26 كم	16 كم	121 كم

المصدر: عمل الباحث، اسنادًا إلى النتائج المتحصَّل عليها من أبعاد الحوض.

خريطة (7): الأبعاد الخاصة بالوادي



المصدر: من عمل الباحث باستخدام برنامج ARC Map 10.8 استناداً نموذج الارتفاع الرقمي DEM

ثانيًا: الخصائص الشكلية للحوض.

وهي تختص بالقياسات الهندسية للحوض، والنسب فيما بينها، والعلاقة بين تلك القياسات والمساحة الحوضية[1] كما بينها الجدول (11).

أ- نسبة الاستطالة:

وهو أحد طرق التحليل الخرائطي الكمي، وهو يساوي النسبة بين طول قطر دائرة مساوية لمساحة الحوض بالكيلومتر إلى أقصى طول محيط بالكيلو متر، حيث يدل على مدى التشابه بين مساحة الحوض والشكل المستطيل، وهو من أكثر المعاملات المورفومترية دقةً في قياس أشكال الأحواض التصريفية[2].

$$\text{نسبة الاستطالة} = \frac{\text{طول قطر دائرة التي تتساوى مساحتها مع مساحة الحوض}}{\text{طول الحوض}}$$

$$\text{نصف قطر الدائرة} = \sqrt{\frac{\text{المساحة}}{\pi}}$$

$$\text{نصف قطر الدائرة} = \sqrt{\frac{185.86}{3.14}}$$

$$\text{نصف قطر الدائرة} = \sqrt{59.19} = 7.693$$

$$\text{قطر الدائرة} = 7.693 \times 2 = 15.39 \text{ كم}$$

$$\text{نسبة الاستطالة} = \frac{15.39}{26} = 0.59$$

وتكون قيمة الناتج ما بين الصفر والواحد الصحيح (0-1) فإذا اقترب الناتج من الصفر يكون شكل الحوض بعيداً عن الاستطالة، وإذا اقترب الناتج من الواحد فيكون الشكل قريبًا من الاستطالة.

---

[1] أحمد أحمد مصطفي، مرجع سابق، ص 261.

[2] فتحي عبد العزيز أبو راضي، الأصول العامة في الجيومورفولوجيا، مرجع سابق، ص126.

وهي قيمة أقرب إلى الواحد الصحيح منها إلى الصفر، ممَّا يشير إلـى أنَّ الوادي يقترب من الاستطالة، وهذا ما يؤكد أنَّ الحوض لم يكمل دورة التعرية.

إن اقتراب شكل الحوض من الشك لا لمستطيل يشير إلـى انخفاض دلالـة خطر الفيضـان؛ لأن الحوض المستطيل تأتي المياه من الروافد إلى المجرى الرئيس بشكل متدرج زمنياً.

ب- معامل استدارة الحوض:

تشير الاستدارة إلى نسبة تقارب أو تباعد شكل الحوض عن الشكل الدائري المنتظم/ ويعبِّر عن الاستدارة الحوضية بالعلاقة التالية:

$$\text{نسبة الاستدارة} = \frac{\text{مساحة الحوض}}{\text{مساحة دائرة يساوي محيطها محيط الحوض}}$$

محيط الحوض = 121 كم

محيط ا لدائرة= – 2 π نق

121 = 2 × 3.14 × نق

$$\text{نق} = \frac{121}{3.14 \times 2}$$

$$\text{نق} = \frac{121}{6.28}$$

نق = 19.27

مساحة الدارة = π نق^2

= 3.14 × 19.27 × 19.27 = 1165.99

$$\text{نسبة الاستدارة} \quad \frac{185.86}{1165.99}$$

نسبة الاستدارة = 0.15

وتشير القيم المرتفعة لناتج هذه المعادلة إلى اقتراب شكل الحوض من الشكل الدائري، كما تشير إلى تعرُّض الحوض إلى عمليات النحت الرأسي والأفقي فترة زمنية طويلة، أي قطعت مرحلة كبيرة في دورة التعرية. (مصطفى، 2003، ص262).

ومن خلال تطبيق المعادلة تبيَّن أنَّ نسبة الاستدارة تساوي 0.16 وهي قيمة متدنِّية قريبة من الصفر، وبعيدة عن الواحد الصحيح، لتدل على أنَّ شكل حوض الوادي بعيدًا عن الاستدارة، وأنَّ غالبية دلالات الاستدارة غير منتظمة عليه، وهو ما يؤكد أنَّ الحوض لم يستكمل دورة التعرية.

ج- معامل شكل الحوض:

وهو يبرز العلاقة بين كل من طول الحوض وعرضه، ويستدل من هذا المعامل على مدى اقتراب وابتعاد شكل الحوض من الشكل المثلث، فعند انخفاض قيمة معامل شكل الحوض يبين ذلك على اقترابه من شكل المثلث، والعكس صحيح بالنسبة إلى ارتفاع قيمته، ويتم الحصول على قيمة هذا المعامل من خلال تطبيق المعادلة التالية(مصطفى، 2003، ص263):

$$\text{معامل شكل الحوض} = \frac{\text{مساحة الحوض (كم}^2\text{)}}{\text{مربع طول الحوض كم}^2}$$

وتكمن أهمية هذا المعامل في معرفة مدى وسرعة وصول الموجة المائية إلى الذروة، أي بمعنى سرعة وصول المياه الجارية من المنبع إلى المصب عقب سقوط الأمطار، إلا أنَّ ذلك يتوقَّف على حسب الشكل المثلث، فالشكل المثلث لحوض الوادي عندما تكون رأسه في المنبع والقاعدة عند المصب ، هذا يعني إمكانية وسرعة حدوث الفيضانات بعد العاصفة المطرية تكون كبيرة وذلك نتيجة لقرب المسافة، بينما يبرز معامل شكل الحوض العلاقة بين كل من الطول والعرض الحوضي، فتشير القيم المنخفضة إلى الانخفاض النسبي في المساحة الحوضية إلى الطول الحوضي، وهذا يعني ازدياد الطول النسبي لإحدى بعدي الحوض التصريفي على حساب الآخر، وبالتالي تقارب شكل الحوض من الشكل المثلث، ويكون العكس إذا كانت قيمة هذا المعامل مرتفعةً، ممَّا يقترب شكل الحوض من الشكل المربع، إلى الشبكة المائية من المصب، على العكس بالنسبة للوضع الثاني للمثلث عندما يكون رأسه عند المصب، وقاعدته عند المنبع، ففي هذه الحالة تكون إمكانية حدوث الفيضانات ضعيفةً وقليلةً، وذلك بسبب بعد المسافة بالنسبة إلى الشبكة المائية من المصب، أو المجرى الرئيس للوادي[1].

[1] مصطفي ساسي حسين، شبكة التصريف لحوض وادي زارت، مرجع سابق، ص68.

ومن خلال تطبيق المعادلة التالية:

$$\text{معامل شكل الحوض} = \frac{185.86 \text{ (كم}^2\text{)}}{676 \text{ كم}^2}$$

$$\text{معامل شكل الحوض} = 0.27$$

وتشير القيمة إلى اقتراب شكل الحوض إلى الشكل المثلث .

د- معامل الاندماج:

يشير هذا المعامل إلى مدى تناسق وتجانس شكل محيط الحوض مع مساحته الكلية ودرجة انتظام خطوط تقسيم المياه، ومدى تباعدها عن المحور الحوضي، وتدل القيم المرتفعة في تلك الأحواض التي تتميز بمحيط الحوض، وتقل درجة انتظام شكل الحوض، ويتشابه هذا المعامل مع استدارة شكل الحوض، كما يدل هذا المعامل على مدى تقدُّم الحوض، في إنجاز دورته التحاتية إذ تشير القيم المنخفضة إلى تلك الأحواض التي قطعت شوطًا أكبر من مراحل تطورها التحاتي.

وبحسب معامل الاندماج بقسمة محيط الحوض بالكيلومتر على محيط الدائرة التي تكافئ مساحتها مساحة الحوض بالكيلومتر[1].

وذلك حسب المعادلة الآتية:

$$\text{معامل الاندماج} = \frac{\text{محيط الحوض}}{\text{محيط دائرة تكافئ مساحتها مساحة الحوض}}$$

حيث إنَّ :

محيط الحوض = 121 كم

محيط الدائرة = 2 π نق = 2 × 3.14 × 7.693 = 48.3 كم

$$\text{معامل الاندماج} = \frac{121}{48.3} = 2.5 \text{ كم}$$

وتشير هذه القيمة إلى منطقة الحوض غير متناسقة الشكل، ويرجع ذلك إلى استطالتها واقتراب خطوط تقسيم المياه من مركز الحوض، وهي القيمة مرتفعة التي تتميز بكبر محيطها على حساب مساحتها الكلية.

---

[1] فتحي عبد العزيز أبو راضي، مرجع سابق، ص127.

هـ معامل التقطع أو الانبعاج:

هو ذلك المعامل الذي يعالج بعض سلبيات معدَّل الاستدارة، وذلك لعدم وجود أحواض تصريفية تتخذ الشكل الدائري تمامًا، ولكنَّها عادةً تأخذ شكل القطع الناقص، واقترح تشورلى معادلة لقياس درجة تفلطح المحيط الحوضي، وعلاقته بطول الحوض، أو بمعنى آخر درجة أو مدى انبعاج شكل الحوض (Chorley, 1957) وتشير القيم المنخفضة لمعامل الانبعاج إلى زيادة تفلطح شكل الحوض، وبالتالي زيادة أطوال المجارى وأعدادها وسيادة عمليات النحت الرأسي والجانبي لفترات زمنية طويلة في الحوض.

ويتم حساب معامل الانبعاج كما يلي:

$$\text{معامل الانبعاج} = \frac{(\text{طول الحوض كم})^2}{4\times \text{مساحة الحوض (كم}^2)}$$

$$= \frac{676}{743.44}$$

معامل التقطع أو الانبعاج = 0.90

وهذه القيمة مرتفعة تشير إلى تقطع الوادي، واقترابه من الشكل المستطيل، و لا يزال في دورته الحتية، وأنَّ معدَّل القيمة يتناسب عكسيًا، فكلما ارتفعت القيمة قلَّ التقطع وكلما قلَّت القيمة زادت قيمة التقطُّع.

نسبة تماسك المحيط:

وهو مقياس بين مدى اقتراب شكل الحوض أو ابتعاده عن الشكل الدائري، فكلما زاد عن الواحد الصحيح ابتعد شكل الحوض عن الشكل الدائري، وكان أكثر استطالةً، ويستخرج وفق المعادلة الآتية[1]:

$$\text{نسبة تماسك المحيط} = \sqrt{\frac{1}{\text{نسبة معدل الاستدارة}}}$$

[1] عابد جاسم حسين الزاملي، الخصائص المورفومترية لحوض أبو خمسة قرب النجف واستثمار موارده الطبيعية، جامعة الكوفة، كلية الآداب، النجف، العراق، مجلة الفنون والأدب وعلوم الإنسانيات والاجتماع، العدد (30)، أكتوبر 2018م، ص 229.

حيث إنَّ نسبة معدَّل الاستدارة = 0.16

وتطبيق المعادلة نحصل على :

$$\text{نسبة تماسك المحيط} = \sqrt{\frac{1}{0.159}}$$

$$= \sqrt{6.29 \text{ درجة}} = 2.5 \text{ درجة}$$

وهذه النسبة تشير إلى استطالة الحوض وابتعاده عن الشكل الدائري، وذات تصريف مائي منتظم من الناحية الزمنية .

جدول (11): الخصائص الشكلية لمنطقة وادي أم القرب

نسبة الاستطالة	نسبة الاستدارة	معامل شكل الحوض	معامل الاندماج	معامل الانبعاج أو التقاطع	نسبة تماسك المحيط
0.59	0.159	0.27	2.5	0.90	2.5

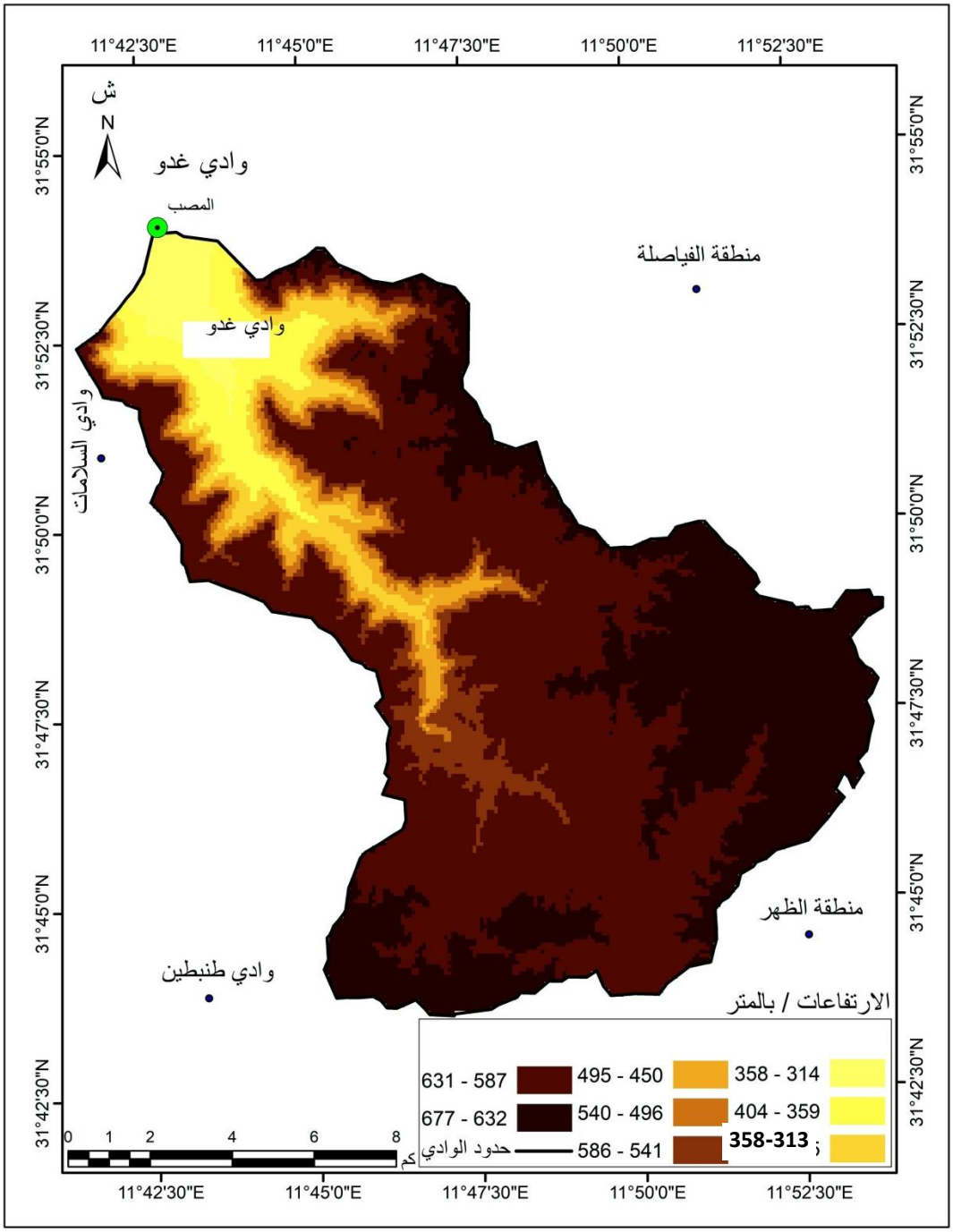
المصدر: عمل الباحث استنادًا إلى المعادلات السابقة.

ثالثًا: الخصائص التضاريسية:

تأتي دراسة الخصائص التضاريسية للحوض في أنَّها تلقي الضوء على نشاط عامل التعرية وقوته، وكذلك تحديد المرحلة العمرية بالنسبة للتعرية، بالإضافة إلى تفسير خصائص الشبكة المائية، وكذلك إمكانية حدوث ظاهرة الأسر النهري[1]، وتشير الدراسة إلى أنَّ أعلى نقطة في الوادي هي677 م، فوق مستوى سطح البحر، وأدنى نقطة 313 م . الخريطة (8).

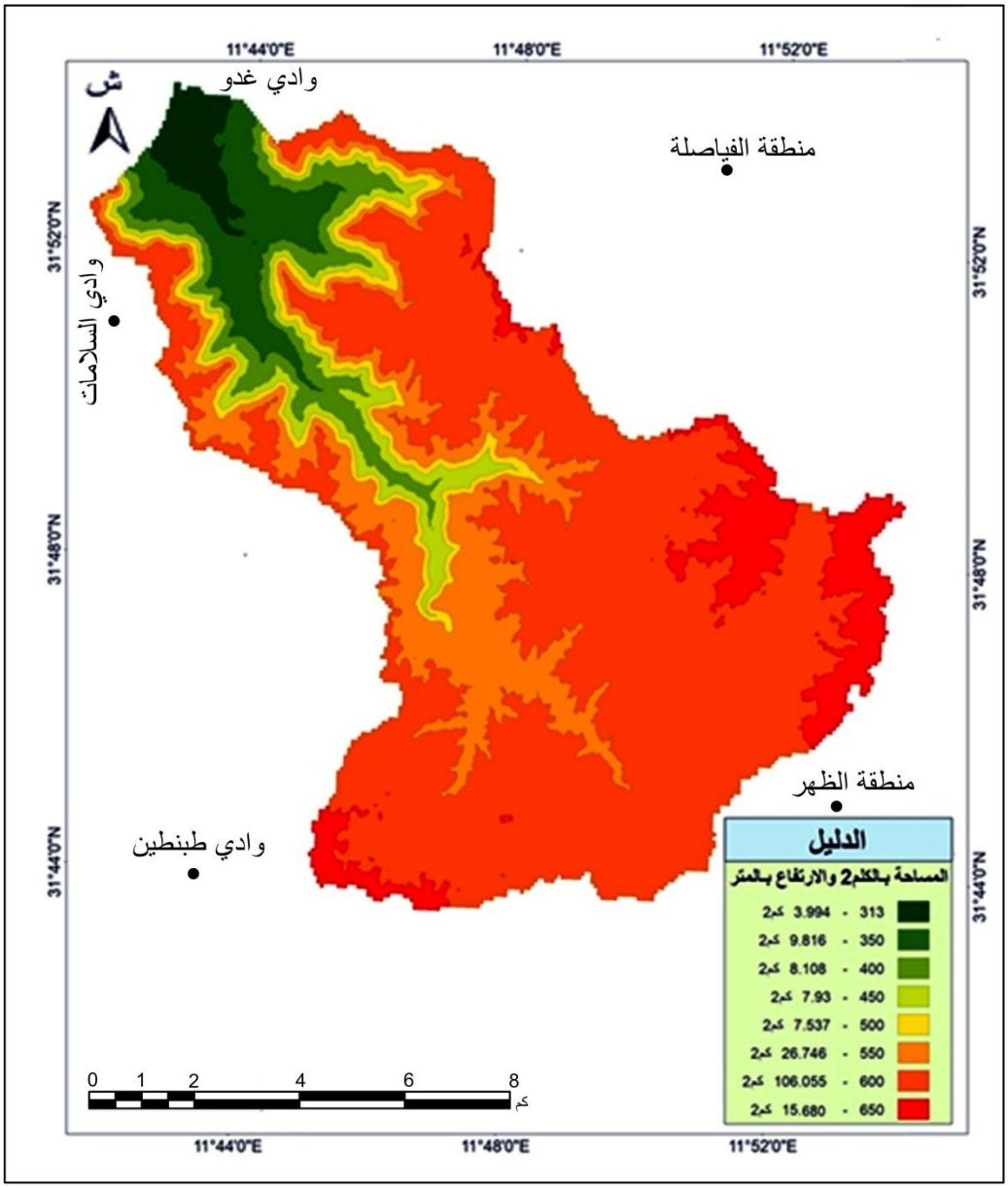
[1] أحمد أحمد مصطفى، الخرائط الكنتورية، انتشاؤها وتفسيرها وقطاعاتها، مرجع سابق، ص264.

خريطة (8): الارتفاع بالأمتار في منطقة الوادي أو الحوض



المصدر: من عمل الباحث باستخدام برنامج ARC Map 10.8 استناداً على نموذج الارتفاع الرقمي DEM.

خريطة (9):مساحة كل ارتفاع بالأمتار لمنطقة الحوض .



المصدر: من عمل الباحث باستخدام برنامج ARC Map 10.8 استناداً على نموذج الارتفاع الرقمي DEM

أ- تضرّس الحوض(*):

يدرس تضرُّس الحوض كمحصِّلة لنشاط عمليات التعرية وقوتها، وأثر الاختلافات التكتونية على هذا النشاط، إلى جانب تحديد المرحلة التي قطعها الحوض في رحلته التحاتية، وتحدِّد تضاريس الحوض بحساب فارق الارتفاع بين أعلى وأدنى منسوب لحوض الوادي، وأول المعاملات المورفومترية لتضرُّس الحوض هو معدَّل التضرُّس:

(*) حسب المصادر إن معدل التضرس هو نفسه معدل الانحدار.

وهو معدّل يشير عن مدى تضرُّس الحوض التصريفي بالنسبة لطوله الحوضي، وهو يشير بصورة مباشرة إلى انحدار الحوض.

وترتفع قيمة هذا المعدَّل بزيادة الفارق بين أعلى وأدنى مستوى في الحوض، أي تتناسب قيمة هذا المعدَّل طرديًا مع درجة تضرُّس الحوض. وأنَّ معامل التضرُّس يتناسب تناسبًا طرديًا مع درجة تضرُّس الحوض(محسوب، 1998، ص209).

ويحسب حسب المعادلة الآتية:

$$\text{معدل التضرس} = \frac{\text{الفرق بين أعلى وأدنى نقطة في الحوض(كم)}}{\text{طول الحوض (كم)}}$$

حيث أن: الفرق بين أعلى وأدنى نقطة في الحوض = 677 -313 = 364 كم الخريطة (8).

طول الحوض = 26 كم

$$\therefore \text{معدل التضرس} = \frac{364}{26} = 14 \text{ متر / 1 كم}$$

ومن خلال النتيجة نجد أنَّ نسبة التضرُّس مرتفعةً، علمًا بأنَّ نسبة التضرُّس تبدأ من 1 إلى 20 كم، وكلما زاد الفرق بين أعلى نقطة وأدنى نقطة زادت قيمة التضرُّس. (خالدي، ب.ت، ص307).

ب- النسيج الحوضي:

يمثل النسيج الحوضي درجة تقطع سطح الحوض، ويؤثر فيه مجموعة من العوامل أهمها المناخ ونوعية الصخور، ونوع النباتات إنْ وجدت، فضلًا عن المرحلة التطورية التي يمرُّ بها الحوض، حيث يكون النسيج خشنًا إذا كان معدَّله أقل من 4 مجرى/كم، أمَّا النسيج المتوسط إذا كان معدَّله بين 4 إلى 10 مجرى/كم، والنسيج الناعم إذا كان المعدَّل أكثر 10 مجرى/كم. (المحمدي، 2019، ص127).

ويحسب حسب المعادلة الآتية:

$$\text{النسيج الحوضي} = \frac{\text{عدد أودية الحوض}}{\text{محيط الحوض (كم)}}$$

$$\text{النسيج الحوضي} = \frac{221}{121 \text{ (كم)}}$$

وبتطبيق المعادلة يكون النسيج الحوضي = 1.82

ومن خلال تقريب النتيجة يكون النسيج الحوضي يساوي 2 الذي يشير إلى أنَّ النسيج الحوضي خشن، ممَّا يدل على قلَّة الجريان السطحي، والتربة ذات مسامية عالية تسمح بتسرُّب المياه، وكذلك انتشار الشقوق والفواصل بين الصخور التي تسمح بتسرُّب المياه عبرها.

ج- التضاريس النسبية:

وهي تظهر العلاقة بين تضاريس الحوض (الفرق بين أدنى وأعلى منسوب في الحوض) على المحيط الحوضي، وتحسب التضاريس النسبية من قسمة تضاريس الحوض بالمتر على محيط الحوض بالكيلومتر الذي وضعه العالم (1959م Melton).

وذلك حسب المعادلة الآتية (المزوغي، د.ت، ص8)**:**

$$\text{التضاريس النسبية} = \frac{\text{تضاريس الحوض (م)}}{\text{محيط الحوض (كم)}}$$

وبتطبيق المعادلة:

$$\text{التضاريس النسبية} = \frac{364 \text{ (م)}}{121 \text{ (كم)}} = 3 \text{ م}$$

أي بمعنى أنَّه يوجد 3م تضرُّس لكل1 كيلومتر، توجد علاقة ارتباطية سالبة بين التضاريس النسبية ودرجة مقاومة الصخور لعملية التعرية وذلك في حالة ثبات الظروف المناخية. (محسوب، 1997، ص209).

وتشير الدراسة إلى أنَّها قيمة مرتفعة؛ وذلك لأنَّ عملية التعرية سواء المائية أو الريحية أخذت مرحلة طويلة، ولازالت في مراحلها التحاتية التي لم تكتمل، وأنَّه توجد علاقة سالبة بين التضاريس النسبية ودرجة مقاومة الصخور، وتماثلها مع الظروف المناخية.

د- قيمة الوعورة:

تدرس العلاقة بين تضرُّس سطح أرض الحوض وأطوال شبكة التصريفية، وتعد قيمة الوعورة من أهم المقاييس المورفومترية التي تعالج العلاقة التبادلية بين أكثر من متغيرين، وتحسب بقيمة حاصل ضرب التضاريس الحوضية بالمتر في كثافة الصرف للكيلومتر المربع على العدد 1000 معادلة العالم شترهلر Shtrhler1958م(أبو راضي، 2004، ص129).

$$\text{قيمة الوعورة} = \frac{\text{تضاريس الحوض} \times \text{كثافة الصرف الطولية}}{1000}$$

وبتطبيق المعادلة:

$$\text{قيمة الوعورة} = \frac{1.07 \times 364}{1000} = 0.38$$

أشار الباحثون إلى أنَّ قيمة الوعورة ترتبط بعلاقة طردية مع قيمتي التضرُّس والكثافة بالتصريف، حيث تكون منخفضةً في المراحل الأولى من الدورة الحتية، وتتزايد في مرحلة النضج، ثم تبدأ بعد ذلك بالانخفاض في مرحلة الشيخوخة والاقتراب إلى نهاية الدورة الحتية، حيث أشار Strahler 1956 إلى أنَّ درجة الوعورة تكون أقل من 1 صحيح في الأحواض المائية قليلة التضرُّس، وأكثر من 1 صحيح في الأحواض المائية شديدة التضرُّس، كما هو موضح في الجدول (12)، وقد بلغت قيمة الوعورة لحوض وادي أم القرب 0.38، وهي نسبة قليلة وهذا يعني أنَّ المنطقة قليلة التضرُّس.

جدول (12): تصنيف الأحواض المائية بناء على درجة الوعورة

الفئة	قيمة درجة الوعورة	حالة سطح الحوض
1	0.1 >	مستوى السطح
2	0.4-0.1	سطح قليل التضرُّس
3	0.7-04	سطح معتدل التضرُّس
4	1.0-0.7	سطح حاد التضرس (ذو تضاريس وعرة)
5	1.0 <	سطح حاد التضرس جداً(ذو تضاريس وعرة جدًا)

المصدر: عمر امحمد علي عنية، تحليل الخصائص المورفومترية لحوض وادي ساسو باستخدام نظم المعلومات الجغرافية، مجلة علمية محكَّمة نصف سنوية، تصدر عن كلية الآداب، جامعة سرت، دار الكتب الوطنية بنغازي، العدد الثاني عشر، سبتمبر 2018، ص 203.

و- فئات الانحدار:

ما جاء من تصنيف المنحدرات للعالم الجيومورفولوجي شتريلر للمنحدرات التي تعرَّضت للتعرية التدريجية وتقسيمها إلى ثلاثة أنماط:

1- منحدرات ذات تناسق شديد بدرجات من 40-50 درجة والتي تتكوَّن فوق صخور شديدة الصلابة، وهي منحدرات تميز النطاقات التي تعرَّضت لتقطُّع مائي قوي ونشيط.

2- منحدرات مضجعة أو مستقرة بدرجات تتراوح من 30-35 درجة والتي تغطَّى بجزيئات صخرية مفكَّكة وخشنة.

3- منحدرات تقلَّصت أو تضاءلت بفعل زحف المياه وغسيلها، ويتراوح درجة انحدارها من 20 إلى الدرجة الواحدة أو درجتين، وهذا النوع من المنحدرات يقل فيها بشدة تأثير الحث الميكانيكي. (أبو راضي، 2004، ص42).

حسب تقسيم المنحدرات في حوض وادي أم القرب، وذلك من خلال الاطلاع على الخريطة (10) والجدول (13)، فهناك ثمانية فئات في حوض الوادي، حيث تراوح الفئة الأولى ما بين 0-2˚ حيث كانت أراضي مستوية، وكانت مساحتها 138.8كم^2، وبنسبة 74.7% وهي تشكِّل أكثر مساحة حوض الوادي، وتقع في أقصى الجنوب الشرقي، وبعض الأجزاء من وسط وغرب منطقة الوادي، وعند منطقة المصب في أقصى شمال منطقة الحوض.

في حين بلغت الفئة الثانية ما بين 2-3˚ حيث كان هذا الانحدار خفيف جدًا، ويشكِّل ما نسبته 9.6% وبمساحة تبلغ 17.8كم^2، وتشغل مساحة كبيرة في الجنوب والجنوب الشرقي، وغرب وشرق الوادي بالإضافة إلى أجزاء من أسفل القاع عند مسار الوادي وفي جهة المصب.

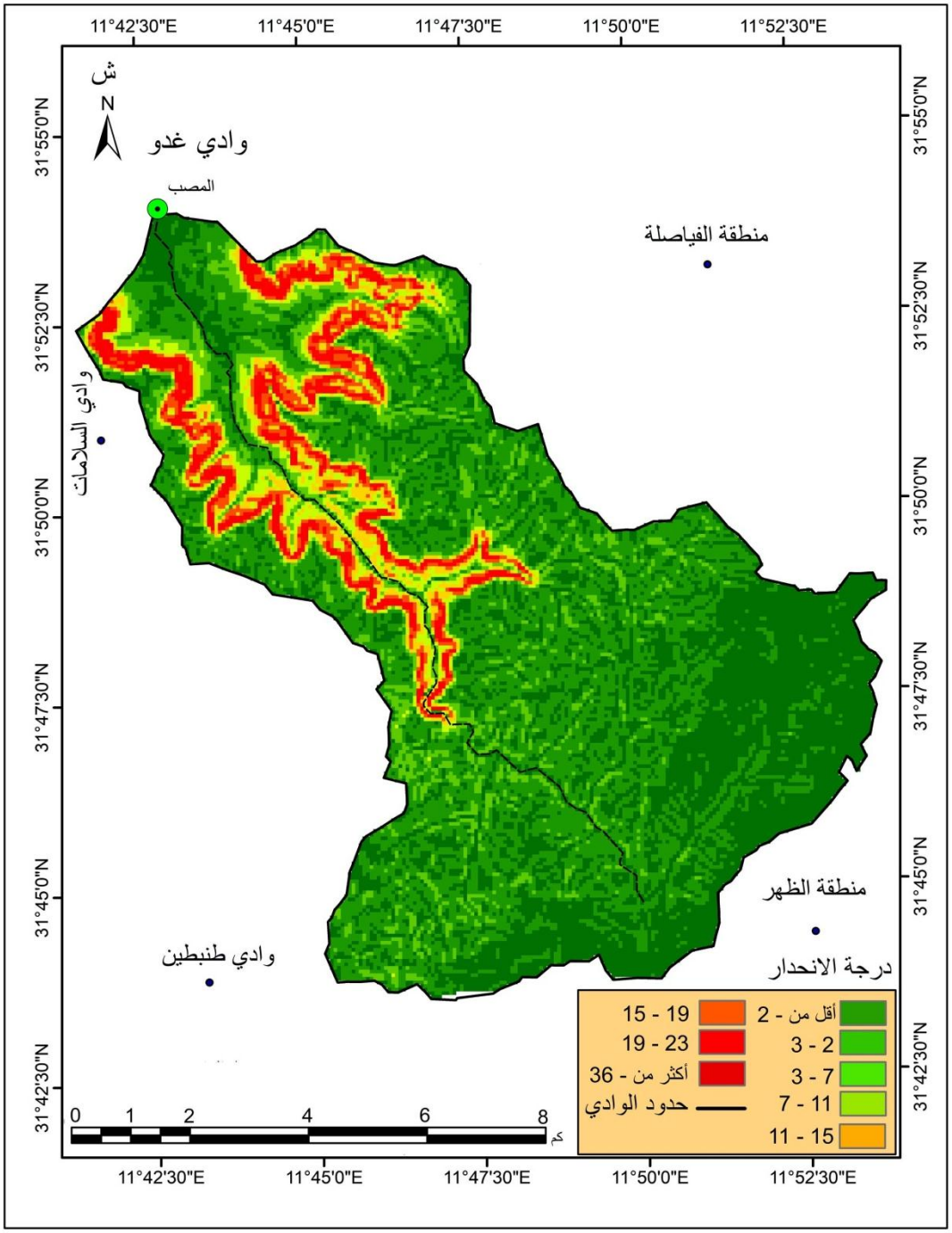
أمَّا الفئة الثالثة فيتراوح ما بين 3-7˚ وهو انحدار خفيف، حيث يشكِّل ما نسبته 3.8% وبمساحة بلغت 7كم^2، وينتشر في أجزاء متفرِّقة في شرق وغرب ووسط منطقة الحوض.

في حين كانت الفئة الرابعة، وتمثِّل انحداراً متوسطاً، وكانت مساحته 6.9كم^2، وبنسبته 3.7% وينتشر في أجزاء متفرِّقة في الوسط.

أمَّا الفئة الخامسة فتتراوح ما بين 11-15˚ بلغت مساحتها 7.3كم^2 وما بنسبته 3.9% حيث كانت هذه الفئة فوق المتوسط، وتنتشر في وسط شمال شرق، وشمال غرب، وفي شمال الحوض بالقرب من الحافات أو المنحدرات التي تليه، ثم تأتي بعد ذلك الفئة السادسة، وهي انحدار شديد حيث تتراوح ما بين 15-19˚، وبلغت مساحتها 5.7 كم^2 وما بنسبته 3.1% ينتشر على شكل شريط بمحاذاة الفئة الخامسة، ثم يليها الفئة السابعة وهي الفئة شديدة الانحدار جدًا، ويمتد على شكل شريط متعرِّج في وسط وشمال الحوض بمحاذاة الانحدارات الجرفية، والتي تتراوح ما بين 19-23˚ بلغت مساحتها 1.8 كم^2 وما بنسبته 1.0%.

ثم آخر فئة للانحدار التي تراوحت من 23-36˚ والتي بلغت مساحتها 0.5 كم^2 وما بنسبته 0.269% وهي تقع أيضًا في الأجزاء الوسطى من وسط وشمال الحوض بمحاذاة الانحدارين السابع والسادس.

خريطة (10):معدلات الانحدار في منطقة الحوض أو الوادي



المصدر: من عمل الباحث باستخدام برنامج ARC Map 10.8 استناداً على نموذج الارتفاع الرقمي DEM

جدول (13): فئات الانحدار لمنطقة الحوض

الفئة	المساحة	النسبة
1. انحدار مستوى 0-2ْ.	138.8	%74.7
2. انحدار شبه مستوى 2-3ْ.	17.8	%9.6
3. انحدار خفيف 3-7ْ.	7	%3.8
4. انحدار متوسط 7-11ْ.	6.9	%3.7
5. انحدار فوق المتوسط 11-15ْ.	7.3	%3.9
6. انحدار شديد 15-19ْ.	5.7	%3.1
7. انحدار شديد جداً 19-23ْ.	1.8	%0.1
8. انحدارات جرفية 23-36ْ.	0.5	%0.269
المجموع	**185.8**	**%100**

المصدر: عمل الباحث استنادًا إلى الخريطة (10)

ز- الرقم الجيومتري:

يقيس العلاقة المتبادلة بين أكثر من متغيرين في الحوض المائي، وتبدو أهميته في أنَّه أضاف بعدًا جديدًا لهذه العلاقة، وهي درجة انحدار سطح أرض الحوض(أبو راضي، 2004، ص129)، ويحسب الرقم الجيومتري حسب المعادلة الآتية:

$$\text{الرقم الجيومتري} = \frac{\text{كثافة الصرف} \times \text{تضاريس الحوض}}{1000 \times \text{درجة انحدار الحوض}}$$ (مصطفى، 2003، ص268)

حيث أن كثافة الصرف = 1.07 كم/1 كم^2.

وتضاريس الحوض 364 متر.

1000 = معامل ثابت.

درجة انحدار الحوض 0.014[*].(أبو راضي، 2004، ص129)

[*] حسبت بقسمة تضاريس الحوض على حاصل ضرب طول الحوض× 1000 .

وبالتطبيق في المعادلة نحصل على:

$$\text{الرقم الجيومتري} = \frac{364\times1.07}{0.014\times1000} = 27.82$$

وهي قيمة منخفضة تشير إلى أنَّ حوض وادي أم القرب قليل الانحدار بالنسبة لتضرُّسه، وكثافة التصريف المائي.

ح- المعامل الهبسومتري:

يعد هذا المعامل من الأساليب الكمية الشائعة في دراسة العلاقة بين المساحة الحوضية النسبية والارتفاعات النسبية للحوض، وهو بذلك يعبر ببساطة عن توزيع المساحات والأحجام بين خطوط الكنتور المختلفة(أبو راضي، 2004، ص128-129)، وهو بذلك يعبر عن توزيع المساحات والأحجام بين خطوط الكنتور المختلفة، ويمكن من دراسة شكل المنحنى الهبسومتري توقع المرحلة التطورية التي وصل إليها الحوض(أبو راضي، 2004، ص128-129).

وتم تحليل المعامل الهيبسومتري عن طريق إعداد جدول ورسم منحى أحداهما أفقي يبين فئات المساحة والآخر رأسي يبين فئات الارتفاع.

ولمعرفة الفترة الزمنية التي قطاعها حوض الوادي نتيجة العمليات الجيومورفولوجية عبر الفترة الزمنية الطويلة وما صاحب ذلك من عمليات نحت وانجراف وتفتت الكتل الصخرية.

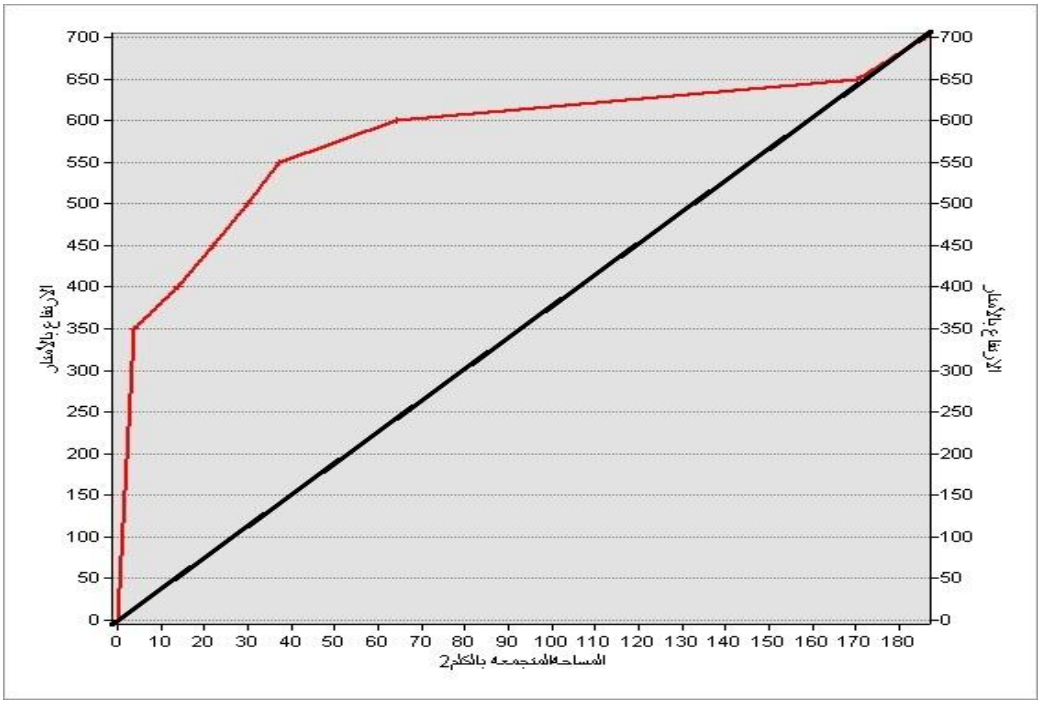
ومن خلال تحليل بيانات جدول (14) المتمثلة في قيم المرتفعات والمساحة بينهما أي مساحة الارتفاع بين كل خطي كنتور والتي تم تطبيقها على الرسم البياني في الشكل 8، نلاحظ كل القيم تمر فوق خط التعادل مما يشير إلى أن منطقة حوض الوادي لازالت في مرحلة الشباب، والتي تبين تفوق عملية الحت المائي عن عملية الترسيب . الشكل (8) .

جدول (14): المعامل الهيبسومتري

فئات الارتفاع	مساحة الارتفاع	الارتفاع	المساحة المتجمعة
350-0	3.994	0	0
400-350	9.816	350	3.99
450-400	8.108	400	13.806
500-450	7.93	450	21.914
550-500	7.537	500	29.844
600-550	26.746	550	37.381
650-600	106.055	600	64.127
700-650	15.709	650	170.182
		700	185.86
المجموع	185.86		185.86

المصدر: من عمل الباحث، استناداً على نموذج الارتفاع الرقمي DEM بدقة مكانية 30م.

الشكل (8): المنحنى الهيبسومتري لمنطقة الدراسة.



المصدر: من عمل الباحث، استناداً على بيانات الجدول (15).

جدول (15): الخصائص التضاريسية لحوض وادي أم القرب

تضاريس الحوض	معدل التضرس	أدنى ارتفاع	أعلى ارتفاع	التضاريس النسبية	قيمة الوعورة	معدل النسيج	الرقم الجيومتري
364 م	14م	313م	677م	3 كم	0.38	2	27.82

المصدر: اعمل الباحث اعتمادًا على نتائج تطبيق المعادلات .

رابعًا: الخصائص المائية لشبكة التصريف بالمنطقة:

يطلق مصطلح شبكة التصريف على الشكل العام الذي تظهر به مجموعة المجاري المائية في إقليم ما، وتعد شبكة التصريف المحصَّلة النهائية التي تنتج عن ارتباط نوع الصخر ونظامه من حيث قوة تماسك الصخر وصلابته، وطبيعة تركيبته من جهة والظروف المناخية السائدة من جهة أخرى، فمن المعروف أنَّ شكل شبكة التصريف النهري تتوقف على مدى نفاذية الصخر، ومدى تجانسه ودرجة صلابته إلى جانب طبيعة الانحدار الأصلي لسطح الأرض، وأثر حركات التصدُّع وحركات الرفع التكتونية في تعديل المظهر العام لشكل التصريف المائي، وتجدُّد نشاط مجاريه(أبو راضي، 2004، ص125).

وتشير الدراسة إلى أنَّ الخصائص المورفومترية ما هي إلا نتيجة للخصائص الشكلية والتضاريسية المتمثلة في مساحة الحوض ومحيطه، والبنية الصخرية والتركيب العام للصخور، والبنية الجيولوجية وانحدار السطح، والظروف المناخية، وغيرها من العوامل التي أدَّت إلى تشكُّل المجاري المائية من خط تقسيم المياه، وتكوين الرتب المائية حتى المجرى الرئيس.

وقد تناولت هذه الدراسة الخواص الآتية لمنطقة وادي أم القرب:

أ- الرتب المائية Stream Orders:

عند دراسة النظم النهرية في أحواض التصريف المائي تهتم الدراسة المورفومترية يتميز رتبة أو مرتبة النهر، وبقصد بذلك درجة الروافد، فهل روافد من المجموعة أو المرتبة الأولى، التي تمثِّل أقصى أعالي النهر وأطرافه العليا، أم روافد من الدرجة الثانية حيث إنَّ الروافد والمسيلات المائية من الدرجة الأولى تصب بدورها في روافد أكبر من الدرجة الثانية وهكذا، وما مدى العلاقة بين عدد المجارى التابعة لكل مرتبة، والنسبة فيما بينها، وعلاقة كل مجموعة بمساحة أحواض التصريف المائي الثانوية التابعة لها.

وعلى ذلك عند تصنيف النهر والروافد إلى مراتب Orders مختلفة، فتبين أنَّ كل زوج من مجاري المرتبة الأولى تتحدَّد لتكون مجرى من المرتبة الثانية، الذي يمتد بدوره ليصل بمجرى آخر من المرتبة Frist order/ second order أو المجموعة الثانية ويكوِّنا معًا مجرى من المرتبة الثالثة Thirdوهكذا، وقد أوضح الأستاذ (شترهلر) بأنَّ (Order) تصنيف حوض النهر إلى مراتب مختلفة بهذا الشكل تفيد عن دراسة كمية التصريف المائي الخاصة بكل وادي نهري أو بمجموعة من الأودية النهرية ذات مرتبة معينة من حوض النهر الرئيس (أبوالعينين، 1976، ص436-437).

ب- أنماط التصريف النهري:

وعادة ما يحدث تفاوت في تصنيف أنماط التصريف المائي بسبب اختلاف مقاييس رسم الخرائط. ويقصد بنمط التصريف النهري: الشكل العام الذي تأخذه الروافد برتبها المختلفة عندما تلتقي ببعضها البعض داخل حوض التصريف النهري، أو فوق سفح له درجة انحدار ما، ويرجع اختلاف أنماط التصريف المائي إلى ارتباطها الوثيق بالصور التركيبية والخصائص الجيولوجية للصخور التي تجرى فوقها إلى جانب تأثرها بانحدار سطح الأرض(محسوب، 1998، ص193).

حيث توجد عدة أنماط للتصريف المائي الشكل (9) وهي:

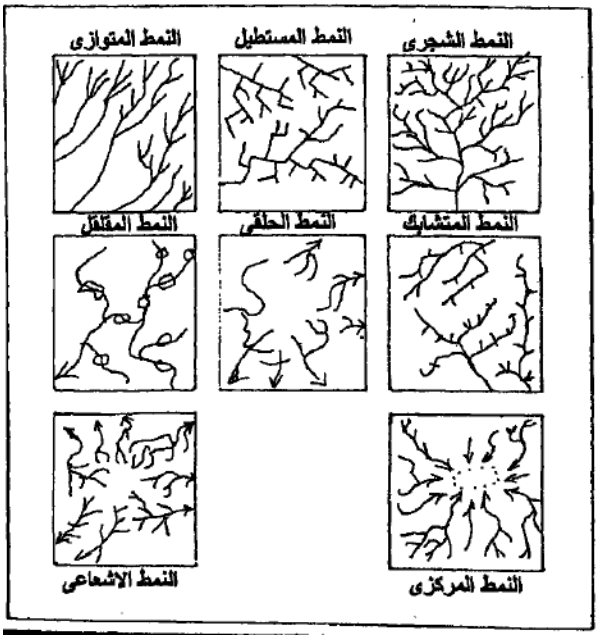
أ- النمط الجشري ب- النمط المستطيل (المتعامد)

جـ- النمط الحلقي د- النمط المتشابك

هـ- النمط الإشعاعي و- النمط المركزي

ز- النمط المتوازي. ح- النمط المفلفل(محسوب، 1998، ص194-196)

الشكل (9): أنماط التصريف النهري للوديان



المصدر: جودة فتحي التركماني، أشكال السطح، دراسة في أصول الجيولوجيا، دار الثقافة العربية، الطبعة الثالثة، 2011، ص97.

ومن خلال النظر إلى الشكل الخاصة بالرتب المائية أو النهرية تبين أنَّ نمط نظام التصريف المائي لحوض وادي أم القرب يتبع نمطين من التصريف المائي المتعامد والنمط الشجري المتفرع، تتم تشكيل هذا النمط من الصرف المائي المتوازي التفرُّع عندما يمرُّ المجرى على أرضية طبقات صخرية تختلف في مقاومتها الحتية، أو غير منتظمة الحث من ثم يستطيع المجري بناء قواته المتعامدة الشكل، والتي تشكّل فيها القنوات الصغيرة زاوية قائمة تقريبًا قناة الصرف (مشرف، 1997، ص436)، والتي تظهر كما هي موضَّحة في الشكل (10) حيث كانت الرتبة الأولى ذات النمط المتوازي، ثم يليه نمط الصرف المائي والشجري، حيث يتميَّز هذا النمط بالتفرُّع غير المنتظم لرتب الأودية داخل حوض التصريف المائي، ويُعد أكثر الأنماط انتشارًا وعادة ما يرتبط بالصخور الرسوبية المطابقة أفقيًا، كما أنَّه كثيرًا ما يرتبط بالصخور النارية المتحوِّلة، المتميزة بالتجانس، وتبدو الأراضي الواقعة بين الأودية الرئيسة والروافد في شكل حافات و نتوءات بارزة تمثل قممها مناطق لتقسيم المياه، وتلتقي الروافد ببعضها البعض في هذا النمط بزوايا حادة، فتبدو الصورة العامة كشجرة متعدِّدة الفروع (مشرف، 1997، ص194-196)، بالإضافة إلى أن الوادي صغير المساحة وذات صخور متجانسة ومتماثل بنيوياً وصخرياً كما أشرنا إليه في الفصل السابق في التركيب الجيولوجي.

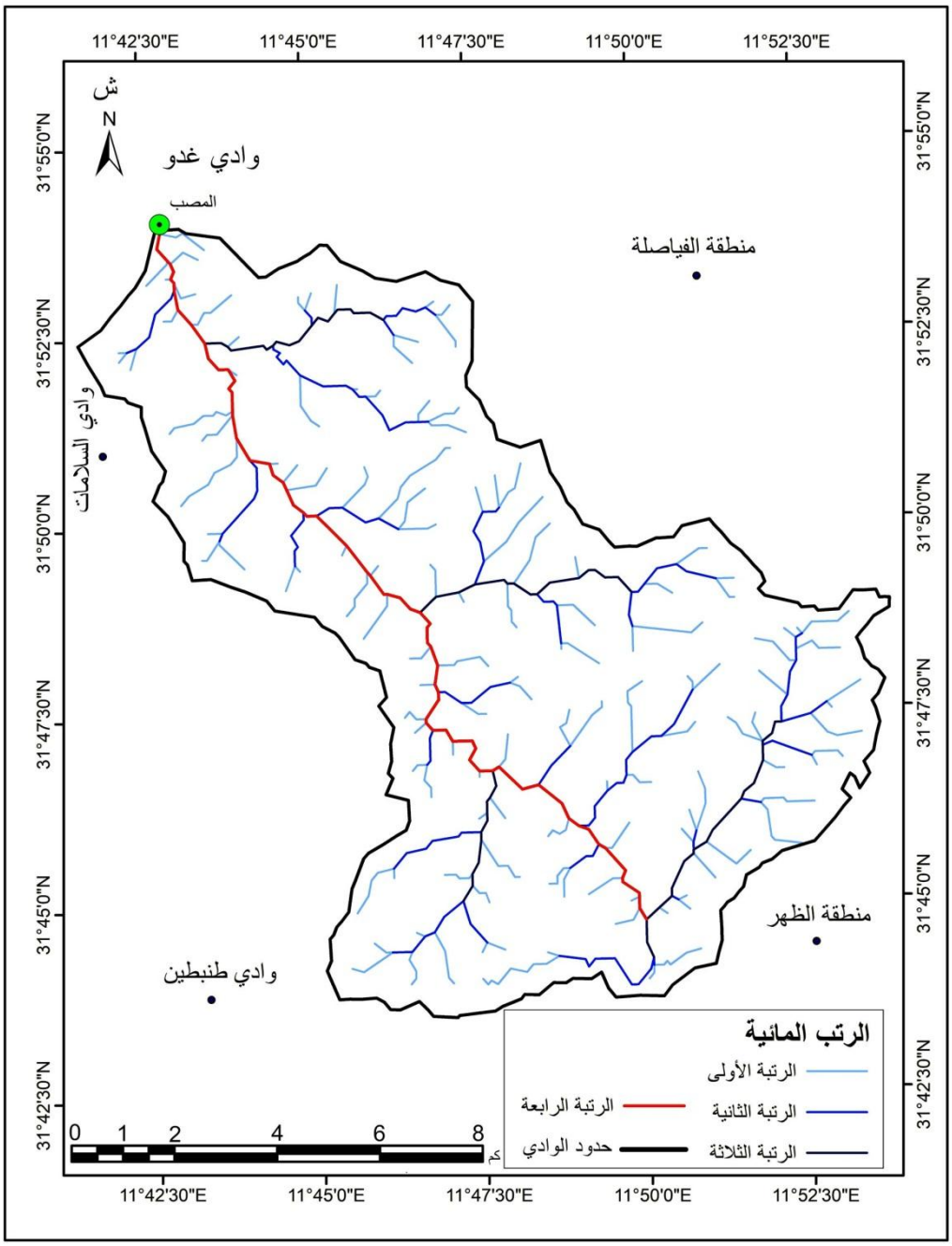
الشكل (10): ترتيب أعداد المجاري المائية حسب كل رتبة

المصدر: جودة فتحي التركماني، أشكال السطح، دراسة في أصول الجيولوجيا، دار الثقافة العربية، الطبعة الثالثة، 2011، ص90.

ج- أطوال المجاري المائية:

من خلال الاطلاع على الجدول(16) والخريطة (11) الذي يبين أطوال الرتب المائية لمنطقة الحوض نجد أنَّه يحتوي على أربع رتب مائية، حيث بلغت مجموع أطوال الرتب المائية للحوض 199.512 كم وصل طول الرتبة الأولى 106.545 كم بنسبة 53.40%، يليها الرتبة الثانية بمجموع 47.54كم، وبنسبة 23.83% من المجموع الكلي لأطوال المجاري المائية، ثم الرتبة الثالثة التي وصل مجموع أطوال مجاريها 21.425كم، وبنسبة 10.75%، وهي أقل الرتب المائية من حيث الطول، تليها الرتبة الرابعة حيث بلغ مجموع أطوال مجاريها 24كم، وبنسبة 12.02% من المجموع الكلي لأطوال المجاري المائية للوادي.

خريطة (11): الرتب المائية لمنطقة الحوض



المصدر: من عمل الباحث باستخدام برنامج ARC Map 10.8 استناداً على نموذج الارتفاع الرقمي DEM

جدول (16): بيانات الرتب المائية بالحوض

الرتبة	طول المجرى (كلم)	النسبة المئوية (%)
1	106.545	%53.40
2	47.542	%23.83
3	21.425	%10.75
4	24	%12.02
المجموع	199.512	%100

المصدر : إعداد الباحث استنادًا إلى خريطة الرتب المائية باستخدام برنامج Arc Map 10.8

د- كثافة الصرف الطولية:

تعظم درجة التضرُّس في الأراضي الوعرة حيث تعمل الأنهار على شق التكوينات الصخرية اللينة، وحفر مجارى نهرية عميقة فيها غير منتظمة الشكل، قصيرة الامتداد وتتقارب هذه المجاري فيما بينها، وبغض النظر عن مساحة أحواض أنهار المرتبة الأولى، سواء أكانت هذه المساحة كبيرة أو محدودة، فالقانون العام هو الذي ينظِّم العلاقة بين مراتب المجارى المائية ومساحة الأحواض(أبوالعينين، 1976، ص455).

وتشير الدراسة إلى أنَّ الكثافة التصريفية ترتفع معدَّلاتها في المناطق المتضرِّسة ذات الصخور الصلبة الصمَّاء والغزيرة الأمطار، والعكس بالنسبة إلى مناطق ذات الصخور ومناطق الضعف الجيولوجية العالية النفاذية- والتي تكون معدَّلاتها منخفضةً، ويمكن حساب الكثافة التصريفية لحوض الوادي من خلال تطبيق المعادلة الآتية: (الدليمي، 2001، ص159)

$$\text{كثافة الصرف الطولية (كم/كم2)} = \frac{\text{مجموع أطوال المجارى المائية (كم)}}{\text{المساحة الحوضية (كم2)}}$$

$$\text{كثافة الصرف الطولية (كم/كم2)} = \frac{199.512\text{كم}}{185.86\ \text{كم}^2} = 1.07\ \text{كم/1 كم}^2$$

أي بمعنى 1.07 كم طول لكل1 كيلومتر مربع، وهي قيمة منخفضة، ويمكن تقسيم كثافة الصرف الطولية في الأحواض المائية من خلال المعيار القياسي التالي:

- من 3-4 كم /كم^2 كثافة منخفضة .
- من 5-12 كم/كم^2 كثافة متوسطة .
- وأكثر من 13 كم/ كم^2 تعد كثافة عالية(الدليمي، 2001، ص159).

هـ- معامل أطوال المجاري المائية:

تتميَّز أطوال المجاري المائية بشبكة التصريف المائي، بأنَّ متوسط أطوال الرتب الأولى عادةً تكون أقل مقارنة بمستوى طول بقية الرتب أو المجاري الأخرى، ويزداد متوسط تلك المجاري مع زيادة مرتبة المجرى، وهو ما أكَّده (هورتون) عند دراسته للعلاقة بين طول المجرى ومرتبته، حيث إنَّ متوسط طول المجرى المائي يزداد تقريبًا بثلاثة أمثال طوله كلما زادت مرتبة المجرى. (الصالحي، 2008، ص138)

وقد صاغ هورتون(*) (1945م Horton) (أبوالعينين، 1976، ص69) قانونه المشهور بأطوال المجاري المائية والذي ينص على أنَّ متوسط طول المجاري المائية في مختلف الرتب في حوض نهري ما، يميل إلى تكوين متوالية هندسية. (أبو راضي، 2004، ص143).

وبحسب متوسط أطوال الرتبة حسب المعادلة الآتية:

$$\text{متوسط طول مجرى لرتبة ما} = \frac{\text{مجموع أطوال المجاري المائية}}{\text{عدد المجاري لنفس الرتبة}}$$

متوسط طول مجرى للرتبة الأولى=1.50 كم

متوسط طول مجرى للرتبة الثانية =3.56 كم

متوسط طول مجرى للرتبة الثالثة = 6.43 كم

طول مجرى للرتبة الرابعة = 24 كم

و- أعداد المجاري المائية:

بالنظر إلى الخريطة (11) يتضح أن مجموع أعداد المجاري المائية لمنطقة الحوض بلغت 221 مجرى مائي، وأن أكثر أعداد المجاري المائية من حيث العدد تقع في الرتبة الأولى فقد بلغت 133 مجرى مائي بنسبة 60.18% وهي أعلى نسبة من حيث العدد يليها التربة الثانية بلغت عدد المجاري المائية 56 مجرى مائي، وبنسبة 25.33% بعدها الرتبة الثالثة بلغت أعداد مجاريها31

(*) العالم الأمريكي هورتون، مؤسس المنهج الرياضي الحديث في علم الجيومورفولوجيا.

مجرى مائي، بنسبة 14.02%، ثم الرتبة الرابعة وهي آخر الرتب بلغ عدد مجاريها1 مجرى مائي، بنسبة 0.47% والتي تصب فيها روافد الرتب المائية التي تتجمع فيها، وهي تمثّل المجرى الرئيسي للوادي من منطقة المنبع حتى المصب.

جدول (17): عدد المجاري المائية لكل رتبة

الرتبة	العدد	النسبة المئوية
الأولى	133	%60.18
الثانية	56	%25.33
الثالثة	31	%14.02
الرابعة	1	%0.47
المجموع	221	%100

المصدر : إعداد الباحث استناداً إلى خريطة الرتب المائية.

ز- معدل بقاء المجرى:

يعرف بأنَّه عبارة عن النسبة بين الوحدة المساحية اللازمة لتغذية الوحدة الطولية من مجاري الشبكة النهرية حسب تصنيف (Schamm, 1965) ويحسب وفق المعادلة الآتية:

$$\text{معدل بقاء المجرى} = \frac{\text{مساحة الحوض كم}^2}{\text{مجموع أطوال المجاري المائية}}$$

$$\text{معدل بقاء المجرى} = \frac{185.86 \text{ كم}^2}{199.512 \text{ كم}}$$

معدل بقاء المجرى= 0.93 كم2

علمًا بأنَّ قيمة تنحصر بين (0-1) وكانت النتيجة قريبة من الواحد الصحيح، وكلما اقتربت قيمة الناتج من (1) كلما دل ذلك على اتساع المساحة الحوضية على حساب قنوات مائية محدودة الطول. (محسوب، 1998، ص215).

ح- **الكثافة العددية:**

وهي عبارة النسبة بين عدد المجارى المائية في الحوض على مساحة، و التي يمكن إيجادها من خلال المعادلة التالية (سلامة، 2004، ص188):

$$\text{الكثافة العددية (مجرى/كم}^2\text{)} = \frac{\text{مجموع عدد المجارى بالحوض}}{\text{المساحة الحوض (كم}^2\text{)}}$$

$$\text{الكثافة العددية (مجرى/كم2)} = \frac{221}{185.86 \text{ (كم2)}}$$

وبتطبيق المعادلة تكون الكثافة العددية = 1.42 مجرى/ 1 كم^2

ومن المعادلة السابقة وجد أنَّ الكثافة العددية تساوي 1.42 وهذا يدل على أنَّ كل كيلومتر مربع واحد يوجد عدد 1.42 مجرى مائي لكل كيلومتر مربع واحد، وهي قيمة منخفضة بناءً على تصنيف (Morisawa, 1968) لمستويات كثافة التصريف في الأحواض المائية، ويرجع ذلك إلى البيئة الجيولوجية من حيث نفاذية الصخور، وتسرُّب المياه إلى باطن الأرض مع عامل التبخُّر وتذبذب هطول الأمطار من عام لآخر.

ط- معدَّل التشعُّب:

يُعد معدَّل التشعُّب المائي من المقاييس المورفومترية المهمة في دراسة شبكات التصريف النهري؛ نظرًا لأنَّه من بين العوامل المهمة التي تتحكَّم في اتجاهات المجاري المائية، والتغير الكبير الذي تتعرَّض له، كما أنَّه تتحكَّم فيه شدَّة الكثافة التصريفية وزوايا التقاء الروافد، فمن المعروف أنَّ معدَّل التشعُّب النهري من العناصر المهمة التي تسيطر على معدَّل التصريف المائي.

وبالنظر إلى الجدول (18) الذي يوضِّح نسبة التشعُّب للمجاري المائية حسب الرتبة، وذلك بتطبيق معادلة (هورتون) وتتراوح قيمة أو معدَّل نسبة التشعُّب ما بين (2) في الأحواض المستوية (المسطَّحة) إلى نحو (3) أو (4) في المناطق الجبلية والأحواض المائية شديدة التقطُّع(أبو راضي، 2004، ص135-136).

ويعرف معدَّل التشعُّب بأنَّه عبارة عن النسبة بين عدد المجاري لأي مرتبة إلى عدد المجاري للرتبة التي تليها(أبو راضي، 2004، ص135) التي وضعها تشترهلر.

$$\text{نسبة التشعب} = \frac{\text{عدد المجاري المائية التابعة لمرتبة ما}}{\text{عدد المجاري المائية للمرتبة التالية}}$$

إذ معدَّل التشعُّب للحوض بالكامل من خلال إيجاد متوسط المعدَّلات للرتب، وترتبط قيمة هذا المعدَّل بالظروف المناخية السائدة والتركيب الجيولوجي للمنطقة، وتتراوح قيمته ما بين 2 كم في الأحواض المائية المستوية إلى نحو 3-4 في الأحواض الجبلية الشديدة التقطُّع لكنَّها غالبًا ما تتراوح ما بين 3-5 في الأحواض المائية المتجانسة جيولوجيًا. (الصالحي، 2008، ص137).

ومن خلال تطبيق المعادلة السابقة على حوض الوادي نجد أنَّ ما بين الرتبة الأولى والثانية2.27 مجرى، وما بين الثانية والثالثة 1.80مجرى، وما بين الثالثة والرابعة 0.70 مجرى مائيًا.

جدول (18): قيم متغيرات التشعب لمنطقة الحوض

رتبة الحوض	عدد كل رتبة	نسبة التشعب بين كل رتبتين متتاليتين	عدد المجاري لكل رتبتين	عدد المجاري لكل رتبتين متتاليتين	عدد المجاري لكل رتبتين متتاليتين × نسبة التشعب
الأولى	133	2.375	2+1	189	448.875
الثانية	56	1.80	3+2	87	156.6
الثالثة	31	0.31	3+4	32	52.5
الرابعة	1	-	-		
المجموع	221	35.175		308	1597.47

المصدر: عمل الباحث استنادًا إلى خريطة الرتب المائية.

$$\text{معدل نسبة التشعب} = \frac{\text{مجموع حاصل ضرب كل رتبتين} \times \text{نسبة التشعب}}{\text{مجموع عدد المجاري لكل رتبتين}}$$

$$\text{معدل نسبة التشعب} = \frac{1597.47}{308}$$

معدل نسبة التشعب =5.18

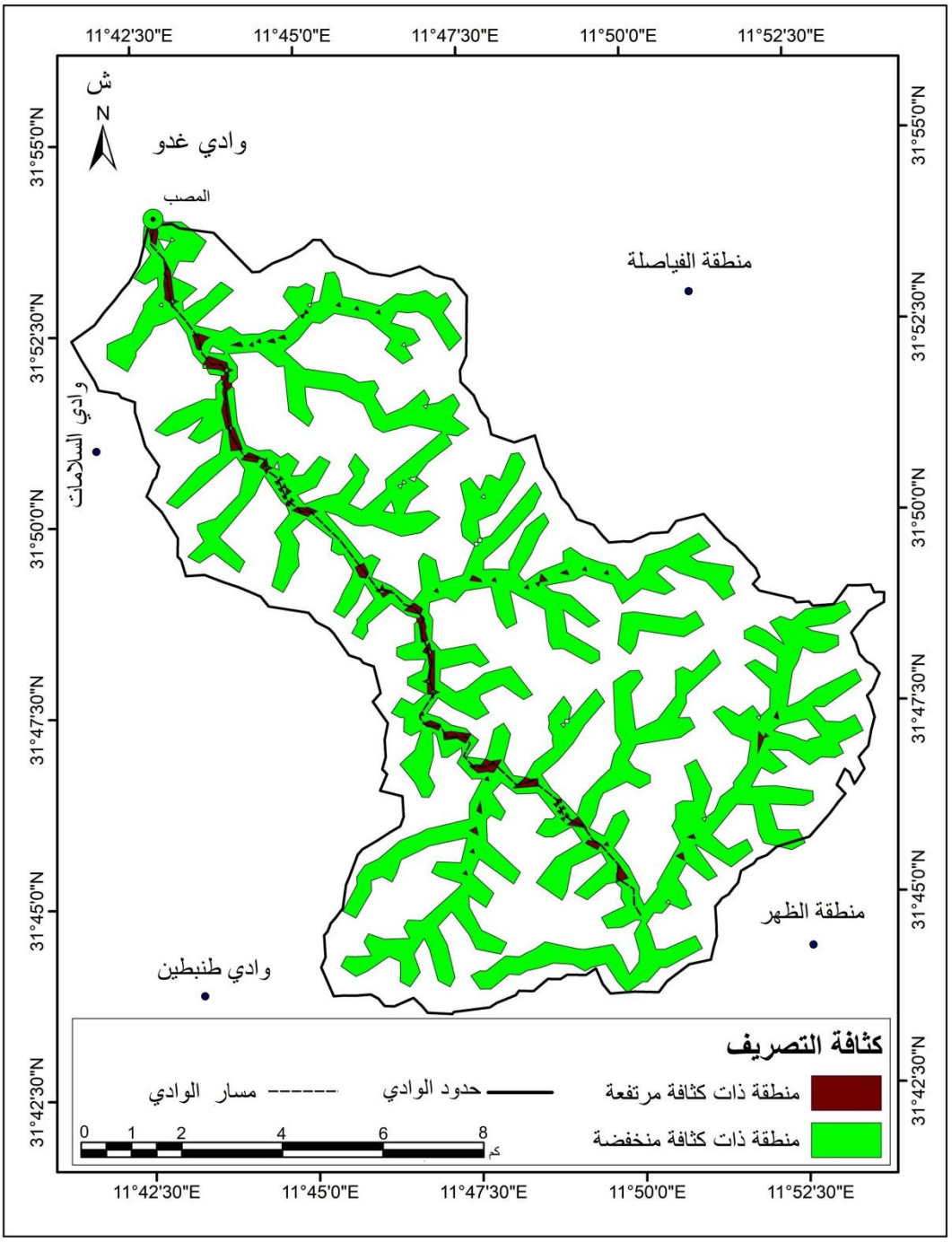
ممَّا يدل على أنَّ كثافة التصريف كثافة عالية، ولا تمثل أي خطر لإحداث وجود فيضان.

أمَّا معدَّل التشعُّب فقد بلغت 5 وهي قيمة مرتفعة، حيث تشير الدراسات إلى أنَّه كلما زادت كثافة التصريف قلَّ خطر الفيضان، وأنَّ قيم التشعُّب القريبة من (3-5) دليل على تشابه خواص الحوض مناخيًا وبنيويًا وأنَّ أي ارتفاع لهذه النسبة عن الحد المذكور إنَّما دليل على عدم تماثل الحوض مناخيًا وتضاريسيًا.

وأنَّ نسبة التشعب تتناسب طرديًا مع ازدياد كمية المياه الهاطلة في منطقة الحوض، أي أنَّه كلما ازدادت نسبة التشعب ازدادت كمية المياه الجارية في جدول واحد.

ويرجع ذلك إلى الظروف الطبيعية السائدة المتمثِّلة في عنصر المناخ من ناحية تذبذب هطول الأمطار، وانخفاض معدَّلها من عام لآخر، بالإضافة إلى قلَّة أعداد المجاري المائية، مع ارتفاع درجات الحرارة والتبخُّر معظم أيام السنة، بالإضافة إلي البنية الصخرية في المنطقة المتمثِّلة في خشونة النسيج، وارتفاع الفواصل والشقوق بين الصخور، التي تؤدي إلى تسرُّب المياه إلى باطن الأرض، وقلَّة معدَّل الانحدار؛ ممَّا يجعل المجرى المائي يسير بشكل منتظم و بطيء، وأنَّ أغلب تكوينات صخور المنطقة من الصخور الجيرية والجبسية، وتشير الدراسة إلى أنَّ الرتب الأولى والثانية والثالثة تتميَّز بكثافة منخفضة، والتي تتجمَّع في المجرى الرئيس، وهي الرتبة الرابعة التي تتعرَّض للأسر المائي من المنبع حتى المصب. وفي هذه الحالة لا وجود احتمالية لحدوث خطر الفيضان، كما هو موضح في الخريطة (12).

خريطة (12):كثافة التصريف للرتب المائية بمنطقة الوادي



المصدر: من عمل الباحث باستخدام برنامج ARC Map 10.8 استناداً على نموذج الارتفاع الرقمي DEM

ي- زمن التصريف (زمن الاستجابة):

يُعرف زمن تصريف الحوض بأنَّه الفترة الزمنية اللازمة للحوض حتى يتم تصريف المياه كاملة من منابعه حتى مصبه، وفي الأحواض الجافة يكون الجريان السيلي على فترات بعيدة وفجائية غير

منتظمة في الكمية والسرعة والفترة الزمنية ويعبر عنه بالمعادلة الآتية : (عبدالمطلب، 2012، ص23)

$$TC= 76.3 \sqrt{s}/ \sqrt{i}$$

حيث إنَّ :

TC: زمن الاستجابة S: مساحة الحوض (كم^2)

i: معدل الانحدار 76.3 : معامل ثابت

وبتطبيق المعادلة

$$TC= 76.3 \sqrt{185.86} / \sqrt{14} = 1040.20 / 3.74 =278.12$$ دقيقة

وإذا ما حسبت بالساعة تتحوَّل إلى 4 ساعات و38 دقيقة وهي الفترة الزمنية التي تستغرق فيها تجمع المياه من المنبع حتى المصب.

ك- سرعة الجريان:

ويتم حسابه رياضيًا من خلال قانون حساب السرعة لأي جسم متحرِّك، وذلك إذا تم معرفة المسافة التي تحركها الجسم والزمن الذي استغرق هذه الحركة، ويمكن حسابه بالمعادلة الآتية:

$$V = LM / 3.6\ TC$$ [1]

حيث إنَّ :

V: سرعة الجريان

LM: طول المجرى الرئيسي للوادي بالمتر

TC: زمن التركيز 3.6 : معامل ثابت

$$V= 26000 / 3.6 * 378 = 25.97$$

وبالتقريب تصبح 26 متر/ثانية

[1] سرحان نعيم الخفاجي، الخصائص المورفومترية والهيدرولوجية لحوض وادي قرين الثماد في مدينة العراق الجنوبية، بادية النجف، جامعة المثنى، كلية التربية والعلوم الإنسانية، مجلة كلية التربية الأساسية للعلوم التربوية والإنسانية، جامعة بابل، 2016، ص 636.

ل- معامل الانعطاف:

هو درجة انعطاف الوادي من المجرى المستقيم وشدة انثنائي، ويستخرج من المعادلة الآتية :

$$\text{معامل الانعطاف} = \frac{\text{الطول الحقيقي}}{\text{الطول المثالي (في خط مستيقيم)}}$$

$$\text{معامل الانعطاف} = \frac{26}{22.56} = 1.15$$

وهذا يشير إلى أنَّ الوادي قليل الانثناءات و الالتواءات واقترابه إلى الاستقامة، ولا يزال يمر بمرحلة التوسُّع الجانبي على حساب التوسُّع الرأسي، وتم تصنيف التعرُّج إلى ثلاثة أشكال:

إذا كانت النسبة أقل من (1.1) الوادي مستقيم ، وإذا كانت النسبة ما بين (1.1-1.5) يكون الوادي ملتوياً، أما إذا زادت النسبة عن (1.5) يكون الوادي منعطفاً.

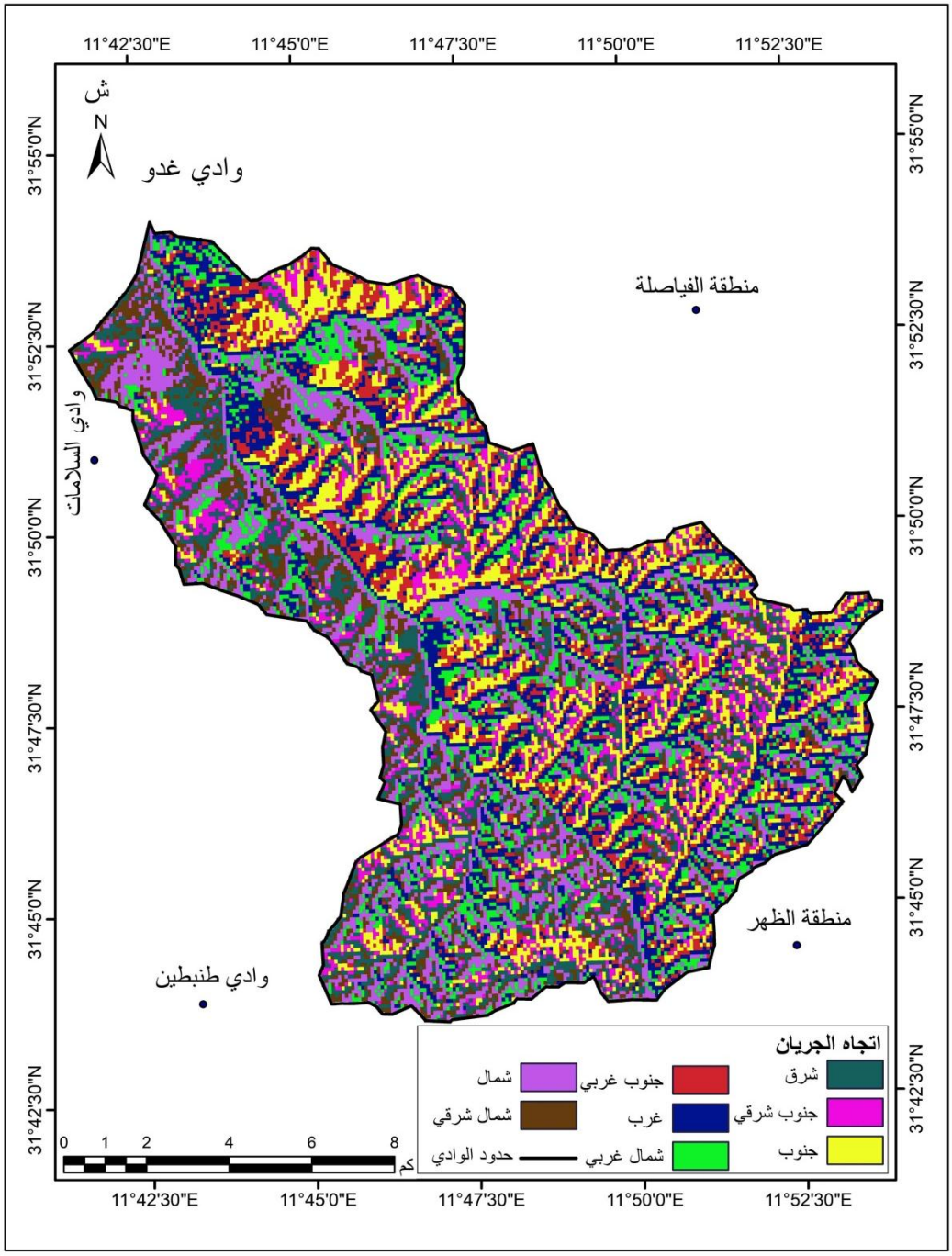
وكلما كان الرقم كبيرًا دلَّ على زيادة تعرُّج المجرى الذي تنعكس أثاره على سرعة جريان الماء، فالمسافة التي تقطعها المياه من بداية المجرى حتى نهايته تزداد، كما تزداد الفترة الزمنية التي تستغرقها المياه لقطع تلك المسافة. (الدليمي، 2001، ص160).

إنَّ لمعامل الانعطاف أهمية في الدراسات الجيومورفولوجية للأودية، وهو مؤشر لمعرفة المرحلة الجيومورفولوجية، وكذلك معرفة مدى قدرة الوادي على الإزاحة والحث الجانبي، ومدى التأثير على استعمالات الأراضي، فضلًا عن التأثير على سرعة الجريان وانسياب المجرى، ممَّا له الأثر على المجاري النهرية. (القبلاوي،2018، ص241).

م- اتجاهات الجريان بالوادي:

تعد قياسات اتجاهات المجارى المائية أحد أهم القياسات المورفومترية المهمة، حيث نشأت نتيجة تأثرها باتجاه انحدارات السطح و الصدوع والكسور، ومدى تأثر البنية الصخرية أو السطحية بعوامل التعرية المائية، وما تجرُّه من فتات وتفكُّك الطبقات اللينة مكوّنةً مع مرور الزمن هذه المسالك والمجاري المائية في الوقت الحالي لوادي أم القرب حيث تم تحديد هذه الاتجاهات باستخدام برنامج نظم المعلومات الجغرافيا Arc Gis، والخريطة (13) والجدول (19) يوضِّحان اتجاه الجريان في الوادي.

خريطة (13):اتجاه انحدار الجريان



المصدر: من عمل الباحث باستخدام برنامج ARC Map 10.8 استناداً على نموذج الارتفاع الرقمي DEM

جدول (19): اتجاه جريان الوادي بحوض الوادي

الاتجاه	المساحة كم2	النسبة
شرق	19.4	%10.4
جنوب شرق	14.9	%8.0
جنوب	28.3	%15.2
جنوب غربي	21.6	%11.6
غرب	33.5	%18
شمال غربي	20.8	%11.2
شمال	30.2	%16.3
شمال شرقي	9.2	%17.1
المجموع	**185.8**	**%100**

المصدر: عمل الباحث استناداً إلى الشكل (8).

جدول (20): قيم خواص الشبكة الصرف المائية

المتغير الجيومورفومتري	كثافة الصرف الطولية	كثافة الصرف العددية	معدل بقاء المجرى	معدل نسبة التشعب المرجحة	زمن الاستجابة	سرعة الجريان	معامل الانعطاف
القيمة	1.07 كم/كم^2	1.42 كم/كم^2	0.93 كم^2	5	4:38	26م/ث	1.15

المصدر: عمل الباحث اعتمادًا على نتائج المعادلات السابقة.

الخلاصة

من خلال دراسة الخواص المورفومترية وتحليلها عن طريق تطبيق المعادلات والحصول على النتائج الخاصة بها، تبيَّن أنَّ المنطقة من ناحية الأبعاد والخصائص الشكلية بعيدًا عن الاستدارة، وشكل الحوض يميل إلى الاستطالة، حيث يتفوَّق طوله عن عرضه، أمَّا من ناحية معامل الشكل فهو أقرب إلى الشكل المثلث قاعدته في المنبع، ورأسه في المصب، وفي هذه الحالة تكون فترة الجريان المائي أطول، وتجري ببطء حتى تصل إلى منطقة المصب عند نهاية المجرى.

أمَّا من الناحية التضاريسية فهو أقل تضرَّسًا وأقل وعورةً، ويتميز بنسيج خشن ممَّا يتسبَّب في تسرُّب المياه عبر المسامات والفواصل بين تشقُّقات الصخور ومسامات التربة وقلَّة معدَّل الانحدار، ممَّا ينعكس بدوره على حالة الجريان المائي التي تؤدي بدورها إلى قلَّة سرعة الجريان المائي.

أمَّا على صعيد الشبكة المائية، وهي نتاج لخصائص أبعاد الحوض والخصائص الشكلية والتضاريسية التي أدَّت بدورها إلى تشكيل الرتب والروافد المائية، وتكوين المجرى الرئيسي وحساب المعادلات الخاصة وتحليلها، وقد توصَّلت النتائج إلى أنَّ منطقة الوادي لا يوجد احتمالية حدوث خطر الفيضان، وأنَّ المجرى المائي أثناء موسم الهطول يسير بشكل منتظم، أي أنَّ الخواص الشكلية والتضاريسية وخواص الشبكة المائية تشير إلى عدم احتمالية حدوث خطر للفيضان، وأنَّ الوادي في مرحلة الشباب، وتتفوَّق فيه عملية الحت الجانبي على حساب الحت الرأسي ولم تكتمل دورته الحتية.

وتتمثل بينات الجدول (20) تلخيص لخصائص شبكة التصريف المائي .

الفصل الرابع

المظاهر الجيومورفولوجية لمنطقة الحوض

أولاً: المظاهر الجيومورفولجية الناتجة عن البنية الصدعية

ثانياً: المظاهر الجيومورفولجية الناتجة عن البنية التجوية

ثالثاً: المظاهر الجيومورفولجية الناتجة عن البنية التعرية

مقدِّمة:

لعبت كل من التجوية بأنواعها الفيزيائية والكيميائية والحيوية، والتعرية المائية والريحية دوراً في تشكيل العديد من المظاهر الجيومورفولوجية في منطقة وادي أم القرب، وعلى تحديد أنماط شبكة التصريف المائي التي أظهرت الشكل العام للوادي وبخاصة في العصور القديمة المتمثّلة في الظروف المناخية القديمة من العصر المطير البلايستوسين، والحركات التكتونية التي كانت أكثر فعاليةً، وتأثيرًا عمَّا هو عليه في الوقت الحالي، فأي مظهر جيومورفولوجي ما هو إلا نتيجة صراع طويل بين عوامل باطنية، وعوامل سطحية سواء على صعيد البناء أو الهدم.

وفي هذا الجزء من الدراسة تم التركيز على المظاهر السطحية المتمثّلة في الحركات التكتونية، ومظاهر التجوية بأنواعها الثلاثة، والتعرية المائية والريحية، والتي نتج عنها ظاهرات جيومورفولوجية جديدة، ويتوقَّف ذلك على طبيعة الصخور السائدة في المنطقة، والفترة الزمنية التي تعرَّضت لها.

أولاً: المظاهر الجيومورفولجية الناتجة عن البنية الصدعية.

أ- الطبقات أحادية الجانب أو الميل:

تظهر هذه الطبقات بشكل معاكس لانحدار السفوح وتعتبر أقل خطورة ويوجد هذا النوع على السفوح شديدة الانحدار عند نهايتها وتكون بطيئة الانحدار في سطحها وباتجاه معاكس لانحدار السفوح وذلك لامتداد الطبقات الصخرية بهاذ الاتجاه [1].

وتتميز بانحدار سطحها الممتد من ظهر المدرج إلى مقدمته ويكون في عكس اتجاه ميل الطبقات ، ويظهر مثل هذه المدرجات عادة تحت أقدام حافات الكويستات(أبوالعينين، 1976، ص207).

ومن خلال الزيارة الميدانية تم ملاحظة أنّ هذه الطبقات تعرَّضت إلى عمليات رفع تكتونية أحادية الجانب. كما هو موضح في الصورة (6).

---

[1] محمد بن عبد الغني عثمان مشرف، كلية العلوم، أساسيات علم الأرض الجيولوجيا الفيزيائية، دار المريخ للنشر، 1418هـ، ص 126.

الصورة (6): المنظر العام لطبقات أحادية الجانب

المصدر: تصوير الباحث يوم الثلاثاء الموافق 27-09-2022م

ج- ظاهرة الكويستا:

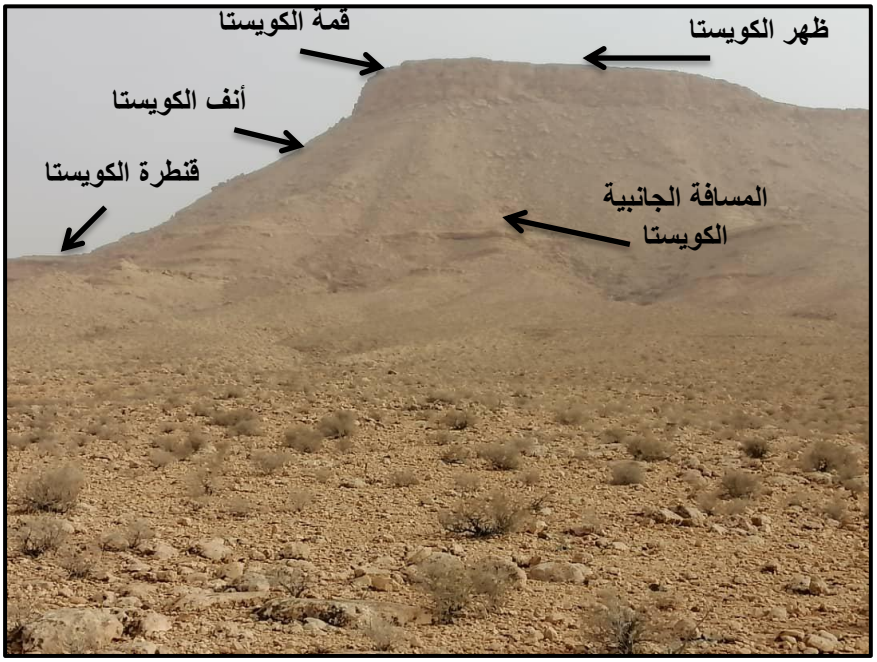
هي إحدى المظاهر الجيومورفولوجية، وتتميز هذه الظاهرة بانحدار شديد في اتجاه عكسي لميل الطبقات الصخرية، يعرف باسم الحافة أو انحدار الحافة وانحدار ضعيف جدًا في اتجاه ميل الطبقات، يعرف بانحدار ميل الطبقات أو انحدار ظهر الكويستا.

وتتمثّل مورفولوجية الكويستا في المعالم التالية، وهي قمّة الكويستا، أو رأس الكويستا وهي أعلى بقعة من الأرض، وتكون مستوية السطح، وجناحا الكويستا البعد الأقصى للكويستا، وهي المسافة العرضية بين جانبي الكويستا، والبعد الطولي للكويستا، وهي المسافة بين قمة الكويستا وأدنى موضع يتلاشى عند ظهر الكويستا، وأنف الكويستا ويقصد به شكل منطقة قمة الكويستا، وهي ما يكون على شكل زاوية حادة أو منفرجة، أو مستديرة، وقنظرة الكويستا هي المنطقة بين مقدِّمة الكويستا والأراضي المجاورة لها(أبو راضي، 2004، ص198-199)، كما هو موضح في الصورة (7، 8).

الصورة (7): المنظر العام للكويستا

المصدر: تصوير الباحث يوم الثلاثاء الموافق 27-09-2022

الصورة (8): البيانات العامة للكويستا



المصدر: تصوير الباحث يوم الثلاثاء الموافق 27-09-2022م

الينابيع:

تتميَّز مياهها بأنَّها تدفُّق وتنبثق فوق سطح الأرض انبثاقًا طبيعيًا، ثم ترتفع منها المياه بعد ذلك إلى سطح الأرض، وهناك عدَّة عوامل جيولوجية معيَّنة هي التي تساعد على تكون الينابيع، وهذه العوامل ما يلي:

أ- من أكثر أنواع الينابيع شيوعًا ذلك النوع الذي ارتبط وجوده بحافات صخرية ذات طبقات مائلة، وذلك في المناطق التي تتكوَّن بصفة خاصة من صخور جيرية أو جبسية، إذ تتدفَّق هذه المياه تدفقًا طبيعيًا نحو سطح الأرض في صورة ينابيع.

ب- إذا أصيبت المنطقة بصدع، بحيث يؤدي هذا الصدع إلى هبوط أحد جانبيه (على طول محور الصدع ذاته) ممَّا يؤدي إلى هبوط طبقة غير منفِّذة للمياه عن وضعها الأول، وتصبح جنبًا إلى جنب مع طبقة منفذة للمياه، حيث تعمل الطبقة الصخرية غير المنفِّذة للمياه على حجز المياه الجوفية ورفع منسوبها، وبالتالي تظهر على شكل ينبوع.

ج- إذا سقطت الأمطار على سلسلة جبلية ثم انسابت منها على هيئة سيول، فسرعان ما تتشرَّب مياه هذه السيول، وتملأ أوديتها وتعمل على حجزها ورفع منسوبها، وتصبح بمثابة سد باطني يؤدي إلى تجمُّعها، ويعيق سيرها، ويتكوَّن في هذه الحالة خزَّان طبيعي للمياه الجوفية تتدفَّق منه المياه إلى سطح الأرض تدفقًا طبيعيًا[1].

وقد أشارت الدراسة إلى أنَّ كل هذه الشروط موجودة في ماء العين، أو الينبوع الذي يطلق على اسم المنطقة (أم القرب) ووجد أنَّ أحد خطوط الصدوع يمر بمنطقة الينبوع أو العين بالتحديد، الصورة (32)، وذلك عند النظر إلى الخريطة الجيولوجية (2) في الفصل الأول.

---

[1] محمد صفي الدين، جيومورفولوجية قشرة الأرض، دار النهضة العربية للطباعة والنشر، بيروت، 1971م، ص241-242.

الصورة (9): الشكل العام للينبوع.

المصدر: تصوير الباحث يوم 27-3-2022م.

الصورة (10): تغذية مياه الأمطار والسيول للعين.

المصدر: تصوير الباحث يوم الثلاثاء الموافق 3-9-2024م.

ثانياً: المظاهر الجيومورفولوجية الناتجة عن عمليات التجوية:

تعرف التجوية بأنها عملية تغيير المعادن والصخور المكشوفة أو الموجودة بالقرب من سطح الأرض؛ نتيجة لتغيرات العوامل المناخية نخص منها الحرارة والرطوبة، وكذلك تحصل التجوية بسبب أنشطة الكائنات الحية التي لا حصر لها، ومفعول التجوية هو تفتيت أو إذابة المعدن الصخر نفسه، إلى كسر أو فتات أو ذوائب أيونية، ممَّا ينجم عنه تفكك الصخر أو المعادن كليًا.

وتنقسم التجوية من حيث النشأة إلى نوعين: تجوية فيزيائية أو (ميكانيكية) وتجوية كيميائية.

أ- التجوية الفيزيائية (الميكانيكية):

تعرف بأنَّها تجوية ميكانيكية تتعرَّض لها الصخور حيث يتم تكسير وتجزئة الكتل الصخرية الكبيرة إلى كسر صغيرة تحت تأثير قوى فيزيائية تعرَّضت لها الصخور ممَّا ينتج تغير حجم الكتلة الصخرية الكبير إلى قطع أو جسيمات صغيرة، مع بقاء التركيب المعدني الأساسي.[1]

ومن أهم المظاهر الجيومورفولجية الناتجة عن التجوية الفيزيائية (الميكانيكية)، ما يلي:

1- التفلُّق الصخري:

هو عبارة عن تكسُّر جسم الصخر وانقسامه إلى كتل على طول خطوط الفواصل، وسطوح الانفصال التي تمزِّق أجزاءه، والتي توجد عادة في مجموعات مختلفة الاتجاهات، وحين يؤدي تغير واختلاف درجة الحرارة إلى توسيع هذه الفواصل، فكتلة الصخر الأصلية تتفكَّك إلى حطام من جلاميد وتنتج عنها كتل أصغر متمثلة في الفواصل والشقوق(أبو راضي، 2004، ص237)، كما هو موضح في الصورة (9).

[1] محمد بن علي عثمان مشرف، أستاذ علم الرسوبيات، مرجع سابق، ص361.

الصورة (11): آثار التفلّق الصخري

المصدر: تصوير الباحث يوم الثلاثاء الموافق 27-09-2022م

2- التساقط الصخري:

تنفصل في هذا النوع كتلة مؤلفة من وحدة صخرية واحدة أو من عدَّة وحدات صخرية من أعالي الجروف والمناطق شديدة الانحدار، وتسقط بسرعة عالية إلى أسفل دون أنْ تلامس حافة الجرف أو المنحدر، حيث تسقط الكتلة الصخرية بصورة مفاجئة، حيث يزداد حدوث فعل التساقط في المناطق الجبلية، وكثيرًا ما تسقط الكتل الصخرية من أعالي الحافات الصخرية إلى ما تحت أقدامها، وتعرف هذه الحالة باسم تساقط الصخور، وتتم عملية التساقط نفسها بواسطة الجاذبية الأرضية، وبالتالي تحدث فجأة، ويستغرق حدوثها توان معدودات، حيث تحدث بمدى تأثرها بفعل الشقوق، وفتحات الفوالق في صخورها(أبوالعينين، 1976، ص331-332)، كما هو موضح في الصورة (10).

الصورة (12): المنظر العام للتساقط الصخري

المصدر: تصوير الباحث يوم الثلاثاء الموافق 27-09-2022م

3- الانهيار الصخري:

وبنسبة هذا النوع التساقط الصخري حيث يبدأ بانفصال كتلة مؤلفة من وحدة صخرية واحدة، أو من عدَّة وحدات صخرية من قمم الجروف والمناطق شديدة الانحدارات، ولكن أثناء التساقط لأسفل تتحرَّك الكتلة ملامسةً حافة الجرف أو المنحدر، فتسبِّب في تحرير وانفصال آلاف الكتل الأخرى، التي سرعان ما تتحرَّك بسرعة أكبر إلى أسفل، فتسحق أي شيء يعترض طريقها عند قاعدة الجرف أو المنحدر[1]، الصورة (11).

الصورة (13): المنظر العام للانهيار الصخري

المصدر: تصوير الباحث يوم الخميس الموافق 15-11-2018م

[1] هميمي زكريا، أسس الجيولوجيا الطبيعية، دار الكتاب الحديث، القاهرة، ط1، سنة 1430هـ-2009م، ص285.

4. ركام السفوح:

وهو النظام الصخري الذي يتراكم على المنحدرات السفلية للتلال والجبال نتيجة للتجوية الطبيعية، وتزداد باستمرار كميات ركام السفوح التي تتعرَّض في العادة لعوامل تعرية، والنقل كالجاذبية الأرضية التي تجذبها ببطء إلى مستويات أكثر انخفاضًا.[1]

والتي تتميز بحدة زواياها، والتي من الممكن عند التحامها مع بعضها البعض أنْ تكون صخور أصلية تعرف باسم (البريشيا[*]).[2] ، الصورة (12).

الصورة (14):المنظر العام لركام السفوح.

المصدر: تصوير الباحث يوم الثلاثاء الموافق 27-09-2022م

[1] هميمي زكريا، أسس الجيولوجيا الطبيعية، مرجع سابق، ص 221–222.

[*] البريشيا: صخر فتاتي رسوبي مكون من جسيمات فتاتية صخرية كبيرة الحجم بزوايا حادة ومتماسة برواسب أرضية مكون من الرمل و الغيرين والطين. محمد عبد الغني مشرف، تطبيقات الجيولويجا العامة معادن– صخور – أحافير – خرائط، دار المريخ للنشر، الرياض، المملكة العربية السعودية، ط1، 1993م، ص88.

[2] ربي سليمان الحداد ، الجغرافيا الطبيعية، مرجع سابق، ص128.

5- زحف الصخور أو الدحرجة البطيئة:

وهي ظاهرة تحرك ا لمواد ما بعد التجوية، ويعني الانهيار البطيء لزحف التربة والمفتتات الصخرية على طول سفوح الجبال ومنحدراتها بصورة بطيئة، أو قد يكون على شكل كتل صخرية منفردة تتحرَّك بشكل بطئ على سفح الجبل أو الوادي، فضلًا عن وجود كتل صخرية منهارة أسفل تلك المنحدرات، أو على امتدادها من الأعلى والأسفل حسب طبيعة انحدار تلك السفوح والموضع الذي تتحرَّك منه تلك الصخور[1]. الصورة (13)

الصورة (15):تدحرج وزحف الصخور

المصدر: تصوير الباحث يوم الخميس الموافق 15-11-2018م

6- الفواصل والشقوق:

وهي مستويات أو أسطح انفصال في جميع أنواع الصخور، وقد تكون على شكل شقوق كثيرة ضمن الكتل الصخرية، إلا أنَّها لا تؤدي إلى تحرك الأجزاء التي تفصل بينها، وتكون في اتجاهين متعامدين أي رأسي وأفقي، وقد لا تتجاوز المسافة بين فاصل وآخر عدَّة سنتمترات، وفي بعضها تصل إلى عدَّة أمتار، أي أنَّها تكون متباينة من نوع لآخر من الصخور، كما أنَّها تكون بمستويات مختلفة رأسية وأفقية ومتقاربة، ومتباعدة فينتج عنها انفصال كتل مختلفة الحجم عند تعرُّضها إلى قوى مؤثرة عليها، وتؤدي إلى انفصال تلك الكتل عن بعضها[2].

---

[1] خلف حسين الدليمي، الجيومورفولوجيا التطبيقية، علم شكل الأرض التطبيقي، مرجع سابق، ص119.

[2] خلف حسين الدليمي، الجيومورفولويجا التطبيقية، مرجع سابق، ص74.

وتعد الفواصل والشقوق من أهم مراكز الضعف الجيولوجي في الصخر، حيث تساعد فتحاتها على تغلغل المياه إلى داخل الصخر، وحدوث التجوية الكيميائية كما تعمل عوامل التعرية المختلفة و التجوية الميكانيكية على استمرار توسيع فتحات الشقوق والفواصل وإضعاف الصخر، وتفتيت أجزائه، وتعمل المجاري المائية على اكتشاف مثل هذه المناطق الضعيفة جيولوجياً، وتجري فيها مجاريها وتشتد فيها عمليات النحت الرأسي والجانبي[1].

وضمن أهم الظواهر الشائعة للصخور المتكشِّفة شقوق تظهر عند سطح الأرض، تسمَّى بالفواصل، وهي تشقُّقات لم تنتج عنها إزاحة ظاهرة، وبالرغم من أنَّ بعض هذه الفواصل تحدث عشوائيًا إلا أنَّ معظمها يكون في مجموعات متوازية.[2]

و تشير الدراسة إلى أنَّ الفواصل والشقوق تكون في خط أفقي أو رأسي، وقد تمتد لمسافات طويلة، وهي من إحدى مظاهر التجوية الميكانيكية غير أنَّها لم تتعرَّض إلى عملية إزاحة، الصورة (14، 15).

الصورة (16):المنظر العام للفواصل.

المصدر: تصوير الباحث يوم الثلاثاء الموافق 27-09-2022م

[1] حسين حميدة، الجيولوجيا التطبيقية، دار الراتب الجامعية، 1989م، ص150.

[2] محمد بن عبد الغني عثمان مشرف، أساسيات علم الأرض، الجيولوجيا الفيزيائية، سنة 1418هـ-1998م، ص504.

الصورة (17):المنظر العام للشقوق والفواصل بشكل متوازي.

المصدر: تصوير الباحث يوم الثلاثاء 27-09-2022م

بعض نماذج شكل السفح وتطوره:

أهم هذه النماذج الموجودة في منطقة الحوض والناتجة عن عمليات التجوية بنوعيها "نموذج وود Wood model"[1] و يتميز هذا النموذج ببساطته وملاءمته لظروف بيئية مختلفة.

ولقد حدَّد شروطًا أهمها وجود سفح أصلي مرتفع، يتميز بصخوره الصلبة، مع اختفاء عمليات التقويض السفلي، وهذه الظروف تتوافر في المناطق شبه الجافة، حيث تتراكم المفتشات الصخرية في شكل منحدر هشيمي أسفل الجرف، متراجع يتكون من وحدتين رئيسيتين، وقد نتجت هذه المفتتات من عمليات تجوية لسفحه مع تساقط المفتتات وانزلاقها من أعالي الجرف إلى أقدامه، كما هو موضح في الصورة (16).

حيث قسم العالم وود سفح الجبل إلى أربعة أجزاء وهي:

أ- الوجه الحر:

يمتد أعلى السفح وهو مصدر المفتتات الصخرية المكوِّنة لأسطح الوحدات السطحية الأدنى، حيث إنَّه في هذه الحالة يكون بمثابة سطح تنشط فوقه عمليات التجوية بنوعيها، والتي بدورها تساعد على تراجعه، وتتراكم المفتتات الصخرية الناتجة عن تجوية الوجه الحر في شكل ركام سفوح (هشيم) على المنحدر الثابت.

[1] Wood's. A. (1942) The Development of hillside-1 Pro geol Ass53. 128-40. P484.

ب- السفح الثابت:

يلي الوجه الحر إلى أسفل، ويتميز باستقامة وانحدار سطحه المنظَّم الذي تغطيه المفتتات المتساقطة من الوجه الحر.

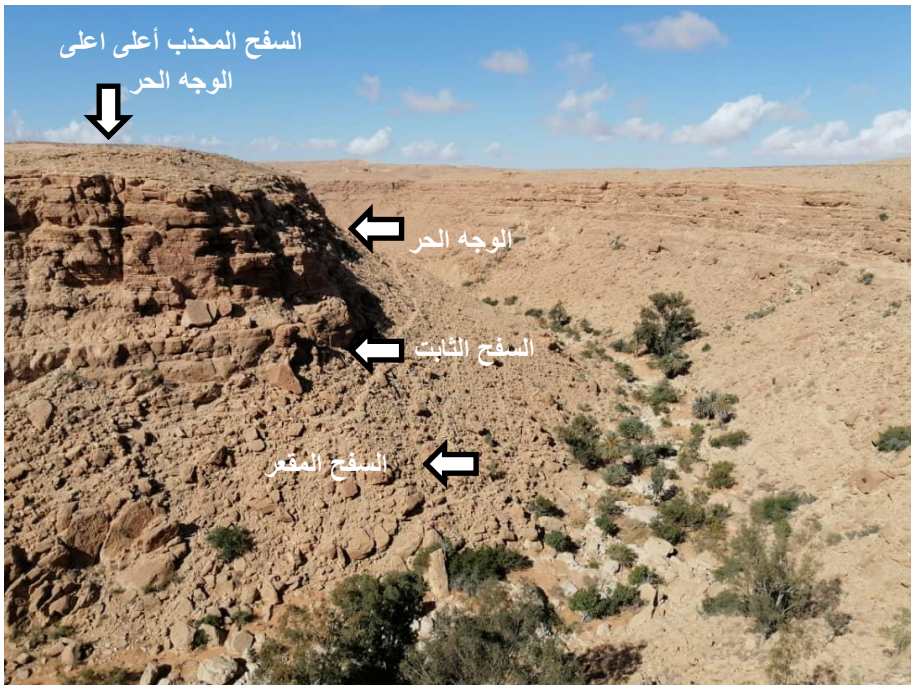
ج- السفح المقعر:

يلي السفح الثابت نحو حضيض المنحدر، وهو عبارة عن رواسب تعرف بهشم السفوح، حيث يتشرب كميات كبيرة من المياه القادمة إليه على طول سطح المنحدر.

د- السفح المحدَّب أعلى الوجه الحر:

يظهر نتيجة لنشاط عمليات التجوية المختلفة إلى جوانب المجاري المائية شديدة العمق التي تتراجع تراجعًا خلفيًا بدرجات متشابهة مع ما يحدث لأسطح الحافات الجبلية[1].

الصورة (18):نماذج شكل السفح وتطوره.



المصدر: تصوير الباحث يوم الثلاثاء الموافق 27-09-2022م

[1] محمد صبري محسوب، جيومورفولوجيا الأشكال الأرضية، كلية الآداب، جامعة القاهرة، دار الفكر العربي، سنة 1998م، ط2، ص132-135.

ب- التجوية الكيميائية:

هي تحلل الصخور وإذابتها جزئياً أو كلياً، يحدث هذا بتواجد مادة أو أكثر من المواد النشطة كيميائياً الموجودة في الطبيعة ، ومن أ هم هذه المواد الماء، وبخاره، وثاني أكسيد الكربون ، والأكسجين، وحامض الكبريتيك، ومواد عضوية ، وغاز الأمونيا وغيرها[1].

وعلى الرغم من أنَّ المنطقة تقع ضمن نطاق المناخ شبه الجاف، وذلك بسبب محدودية الأمطار وتذبذبها من عام لآخر تبيَّن من خلال الدراسة الميدانية وجود أشكال جيومورفولوجية ناتجة بفعل التجوية الكيميائية، والتي يرجع أغلبها إلى فترات العصر المطير حيث يركّز عامل الإذابة على الصخور الجيرية القابلة للإذابة الموجودة في منطقة الوادي أو الحوض، ومن أهمها ما يلي:

1- الخدوش الكارستية:

وهي عبارة عن تحززات وتجاويف نشأت على الصخور الجيرية وأخذت أشكالًا مختلفةً منها ما هو شكل تحززات أرضية أو قنوات وأخاديد صغيرة متأثرة على مكاشف الصخور الجيرية، وتوجد خدوش على الواجهات الصخرية القائمة حيث عمل الانحدار الشديد للواجهات الصخرية على نشأة هذا النمط من الخدوش التي تتركَّز فيها الإذابة على أماكن الضعف الصخري بشكل مستقيم واتخذت شكل أخاديد صغيرة، وهو شكل مألوف كثيرًا في المناطق الكارستية، ويمثِّل جريانًا مكشوفًا تحت الهواء كأنَّه عبارة عن خندق بين الهضاب الكلسية.[2]

ومن خلال الزيارة الميدانية تبيَّن أنَّ هذه الفواتق تقع دائمًا عند بداية المجاري المائية، وبداية القاع للحوض أو أسفل الوادي، وتحتوي على مواد قابلة للإذابة مثل الجير والجبس والكبريت، ومع هطول الأمطار، وتساقط قطرات الندى تتعرَّض لعامل التجوية، وتنتج هذه الحفر والفجوات الموجودة في الصخور. الصورة (19)

---

[1] حكم عبد الجبار صوالحة، الجيولوجيا العامة، دار المسيرة للنشر والتوزيع والطباعة ، عمان، الأردن، ط 1، 2005م، ص 109.

[2] رُبي سليمان الحداد، الجغرافيا الطبيعية، مرجع سابق، ص126.

الصورة (19): المنظر العام للخدوش الكارستية.

المصدر: تصوير الباحث يوم الخميس الموافق 15-11-2018م

2- عملية الأكسدة:

وهي إكساب المعدن مزيدًا من الأكسجين، و لاسيما تأكسد مركَّبات الحديد في النطاق الواقع فوق مستوى سطح الماء الجوفي، وتحدث عمليات الأكسدة الأكثر شيوعًا في الصخور الرسوبية، حيث إنَّ العديد من أنواع الصلصال تكون معزولةً عن الهواء بسبب تشبعها بالماء، وعند تعرُّضها للهواء الجوي تتأكسد مركَّباتها الحديدية الزرقاء والرمادية اللون إلى مركَّبات حديدية ذات لون بني أو أحمر[1]. الصورة (20).

الصورة (20): صخور متعرضة لعملية الأكسدة.

المصدر: تصوير الباحث يوم الخميس الموافق 15-11-2018م.

[1] عبد الرحيم محمد بن عاشور، مبادئ علم التضاريس وبنية القشرة الأرضية، دار الكتب الوطنية بنغازي، ط1، 2001م، ص119.

3- عملية الإذابة:

وهي تنشأ نتيجة التحلُّل المائي عندما يتحوَّل إلى حمض الكربونيك، وهو عامل هدمي قوي. كلما زاد الاختلاف بين ظروف تكوين الصخر، وبين ظروف البيئة السطحية يكون احتمال التغير بالتجوية أكثر قابلية للتحلل بالتجوية الكيميائية، ويلحظ أنَّ تحليل المياه الجارية يعطي فكرةً عن الصخور التي مرَّت بها لما تحتويه من مواد ذائبة، كما أنَّ وجود ثاني أكسيد الكربون الذائب بالماء يزيد كثيرًا من نسبة ذوبان كربونات الكالسيوم حيث يتحوَّل إلى حمض الكربونيك، وتسمَّى هذه العملية بعملية التكربن كما يذيب ماء المطر الحجر الجيري وينتج التجاويف والحفر الجيرية[1].

كما تنشأ الحفر نتيجة عمليات الإذابة والتحلُّل لتكوين عدد كبير من الفجوات والحفر داخل السلاسل الجبلية التي تتألف من الصخور الجيرية[2]. الصورة (19).

الصورة (21):مظاهر عملية الإذابة للصخور ووجود الحفر والتجاويف.

المصدر: الدراسة الميدانية، تصوير الباحث يوم الثلاثاء بتاريخ 2022/9/27م

[1] ربي سليمان الحداد، الجغرافيا الطبيعية، مرجع سابق، ص 120.

[2] زكرياء هميمي ، علوم الأرض– أسس الجيولوجيا، دار الكتاب الحديث، 2009م، ص346.

ج- التجوية الحيوية:

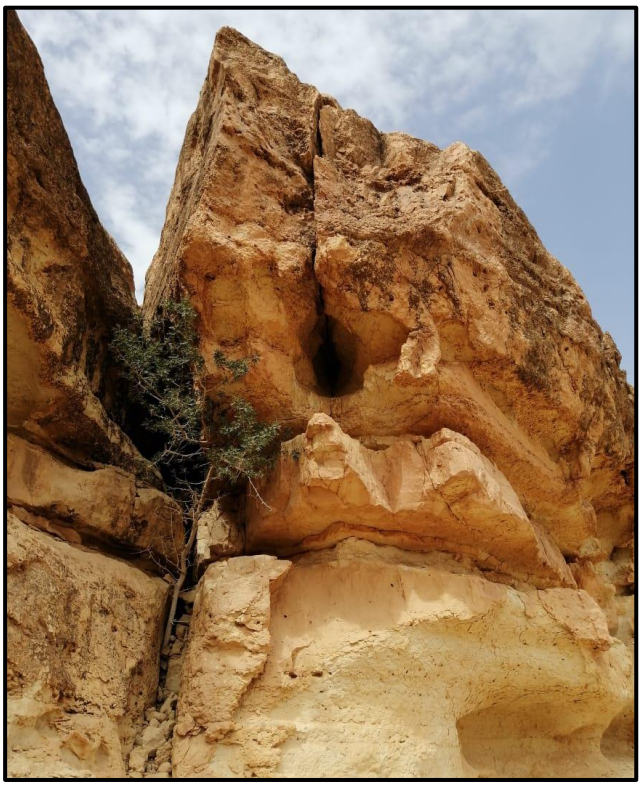
تتمثَّل الأحياء الحيوية النباتية عناصر أساسية في العديد من جوانب التجوية الكيميائية، وذلك لكونها تلعب أدوارًا رئيسة في تحديد كمية المواد القابلة للإذابة من خلال عملية التحلُّل العضوي، ويتمثَّل دور النبات في التجوية الفيزيائية (الميكانيكية) من خلال امتداد جذوره داخل الكتل الصخرية عبر الشقوق والفواصل، ممَّا يؤدي إلى توسُّعها، وسواء كانت هذه الجذور وتديه أو إشعاعية فأنَّها تؤثر كثيرًا في تفكُّك الصخور وتعريضها للانزلاق، وبخاصة فوق الحالات الجبلية المرتفعة. (محسوب، 1998، ص97-98).

ولبعض الكائنات الحية مثل البكتيريا أثر ملحوظ في تشكيل طبيعة التربة، كما تعمل بعض الحشرات مثل الديدان والنمل الأبيض على تقليب التربة بسرعة ونقل مفتتاتها، وكذلك بالنسبة للحيوانات القارضة فأنَّها من العوامل المؤثرة في حفر التربة وتسويتها[1].

كما تشير الدراسة إلى دور الكائنات الدقيقة مثل البكتيريا التي تعمل على تحلُّل النباتات وجذورها ممَّا تترك أثار فجوات داخل التربة، أو بين الصخور ممَّا يساعد في عمليات التجوية الكيميائية والميكانيكية، وعمليات التعرية بنوعيها المائية والهوائية، بالإضافة إلى دور بعض الحيوانات مثل الماشية والقوارض والثعالب أو الذئاب، وغيرها بعلميات حفر التربة، وما ينتج عنها هي أيضًا من عمليات تجوية حيوية. الصورة (22، 23).

[1] حسن حميدة ، الجيولوجيا التطبيقية، دار الراتب الجامعية، 1989م، ص162.

الصورة (22):المظاهر الجيومورفولوجية الناتجة عن التجوية الحيوية الناتجة عن نمو النبات وتغلغل جذوره بين الصخور(أ)



المصدر: تصوير الباحث يوم الثلاثاء الموافق 27-09-2022م

الصورة (23):المظاهر الجيومورفولوجية الناتجة عن التجوية الحيوية الناتجة عن نمو النبات وتغلغل جذوره بين الصخور (ب)

المصدر: تصوير الباحث يوم الثلاثاء الموافق27-09-2022م

ثالثاً: المظاهر الجيومورفولوجية الناتجة عن عمليات التعرية.

يطلق على عوامل النحت والنقل والإرساب اسم عوامل التعرية المتحرِّكة، وهي العوامل التي لا تقتصر مهمتها على تفتيت الصخور وتحلُّلها فقط، وإنَّما تستطيع أيضًا نقل المفتتات الصخرية – صغيرةً أو كبيرةً- من مكان لآخر، وأهم هذه العوامل المتحرِّكة هي الماء بصوره المختلفة، والآخر الرياح[1]، ولا شك أنَّ لكل عامل من هذه العوامل الميدانية أثره في تشكيل بعض المظاهر الجيومورفولوجية في المنطقة، فمن المظاهر الجيوموفولوجية الناتجة عن التعرية المائية ما يلي:

أ- المراوح الفيضية:

تعد المراوح الفيضية النهرية هي المسيلات للمجرى المائي حيث يتم تشكيل معظمها في مناطق قاحلة أو شبه قاحلة بمحاذاة المرتفعات الجبلية، ويدل تشكيل المروحة الفيضية نتيجة الانخفاض المفاجئ في عامل نقل النهر للرواسب، حيث ينحدر المجرى عبر منحدر حاد يلتقي بمنحدر مسطَّح، أو مستوى عند أسفل الجبل، حيث ينزل المجرى محمَّلًا برواسبه عبر منحدر جبلي، ويلتقي بأرضية السهل فتقل سرعة تدفُّق ماء النهر فجأةً، وتبعًا لذلك يتقهقر مفعول عامل نقل المجرى للرواسب، فيلقي بها على أرضية ملتقى منحدر الجبل مع الأرض المنبسطة، وينتج عن ذلك أنْ يبني المجرى المائي لنفسه قناة ذات شرفات طبيعية صغيرة على امتداد مجراه[2].

ب- الانجرافات الترابية:

هي إحدى مظاهر التعرية المائية حيث تنشأ في أسفل الحوض عند سطح القاع، تحدث بسبب شدَّة تدفُّق وسرعة الجريان المائي الذي بدوره يؤدي إلى هذه الانحرافات مخلفةً بذلك أخاديد وجداول ترابية نتيجة لضعف وتماسك التربة وقلَّة الغطاء النباتي.

ومن أهم مظاهر الانجرافات الترابية: وهي تنشأ نتيجة السيول والجريان المائي عند هطول الأمطار، ومن أهم مظاهر الانجرافات الطبيعية هي:

1- الانجراف الجدولي:

يحدث هذا النوع من التعرية في المناطق المنبسطة التي يحدث فيها جريان غطائي بانحدار أكثر ميلًا من انحدار الأرض الاعتيادي، فيترتَّب على ذلك زيادة جريان المياه، فيؤدي إلى تكوُّن المجاري المائية الصغيرة الضيقة والقصيرة، تزيد من قدرة المياه على التعرية، وتكون أكثر

---

[1] عبد العزيز أبو راضي ، الأصول العامة في الجيومورفولوجيا، مرجع سابق، ص248.

[2] محمد بن عبد الغني عثمان مشرف، أستاذ علم الرسوبيات، جامعة الملك سعود، قسم الجيولوجيا، كلية العلوم، سنة 1418هـ-1997م، ص431-433.

وضوحًا في المناطق التي توجد فيها أخاديد صغيرة، تعمل على توسيعها، وتوصيلها ببعضها لتشكّل المجرى المائي، وتزداد عمليات التعرية بمرور الزمن (الدليمي، 2001، ص137-138)، ويتركّز هذا النمط من التعرية في المناطق المنبسطة، وشبه المستوية القريبة إلى حد ما من بعض المرتفعات. الصورة (24).

الصورة (24):الانجراف الجدولي

المصدر: تصوير الباحث يوم الثلاثاء الموافق 27-09-2022م

2- الانجراف السطحي:

يحدث هذا النوع من الانجراف عندما تسقط الأمطار الفجائية، وبغزارة وتكون قدرة التربة غير كافية لاستيعاب هذه المياه، ممَّا يجعل المياه تنساب على السطح على هيئة طبقة متصلة محمَّلة بالتربة، وهي عادة ما تنحدر إلى المناطق المنخفضة. (حويج، 2012، ص20).

وتوجد مثل هذه الانجرافات في المجاري المائية في أسفل مناطق الحوض في الممرات المجاري المائية الواسعة، والبعيدة عن الحافات الجبلية. الصورة (25)

الصورة (25):الانجراف السطحي

المصدر: الزيارة الميدانية تصوير الباحث يوم الأربعاء بتاريخ 2022/9/28م

3- الانجراف الأخدودي:

يتكون هذا النوع من المجاري المائية عند التقاء المسيلات القصيرة، والصغيرة فتكون أكثر سعةً، وطولًا منها، لذا تزداد كمية المياه الجارية فيها، فتكون قدرتها على التعرية كبيرة، فتعمل على تعميق وتوسيع تلك الخوانق(الدليمي، 2001، ص137-138)، وسبب في حفر ونحت سطح التربة على شكل أخاديد أو خوانق طولية خلال مسار المياه المتدفقة من أعالي المنحدرات(حويج، 2012، ص22).

ويوجد هذا النوع من الانجراف في أسفل المنحدرات مباشرة بين الحافات الجبلية والمجاري الرئيسية لمنطقة الحوض وبالقرب من المرتفعات في وسط الوادي، الصورة (26)

الصورة (26): الانجراف الأخدودي.

المصدر: تصوير الباحث يوم الثلاثاء الموافق 27-09-2022م

ج- عمليات النحت الناتجة على طول مجرى الحوض:

تنشأ عادة في بداية المجاري الرئيسية لحوض الوادي في السفوح العليا، وتشق هذه المجاري أودية عميقة على شكل حرف V في الجزء الأعلى من المجرى، وتسمَّى بالخوانق، أمَّا الجزء الأوسط من الوادي تهدأ فيه سرعة المجرى نسبيًا، وتقل قوَّة النحت الرأسي، وفي الجزء الأدنى من الوادي تكون سرعة المجرى بطيئة، وتقل فيها بوضوح عملية النحت الرأسي والجانبي ويظهر أثر فعل الإرساب(أبو العينين، 1976، ص380-381). الصورة (27، 28)

الصورة (27):منظر الخانق في بداية مجرى الوادي.

المصدر: تصوير الباحث يوم الثلاثاء الموافق 27-09-2022م

الصورة (28): المجرى في الجزء الأوسط من حوض الوادي.

المصدر: تصوير الباحث يوم الثلاثاء الموافق 27-09-2022م

الصورة (29):ركامات الصخور في نهاية المجرى لحوض الوادي.

المصدر: تصوير الباحث يوم الثلاثاء الموافق27-09-2022م

د- الحفر الوعائية:

ينشأ هذا النوع من التعرية نتيجة القوة الميكانيكية للماء المندفع إلى تحطُّم الأجزاء البارزة من صخور الأساس بعملية النتش، كما تقوم حمولة القاع الملتقطة بواسطة الدوامات المائية بعملية النحت الميكانيكي لصخور القاع والجوانب، وذلك عن طريق الكشط والفرك بالحمولة الصلبة للقاع الصخري للمجرى، كما تصقل هذه العملية حمولة القاع نفسها، وتجعلها أكثر استدارةً، وتعمل الحمولة على إنشاء حفر دائرية بسبب الحركة الدوامية في قاع النهر.

كما تستطيع عمليات التجوية والانهيالات من الجوانب تزويد المجرى بكميات كبيرة من الحطام الصخري، الذي يسهم بشكل فعَّال في نشأة العديد من الحفر الوعائية (البارودي، 2018، ص107-108). الصورة (30)

الصورة (30):الحفر الوعائية

المصدر: تصوير الباحث يوم الثلاثاء الموافق 27-09-2022م

التعرية بفعل الرياح:

تعد الرياح غير ذات أهمية كعامل التعرية إذا ما قورنت بالمياه، حيث تشير الدراسة إلى أنَّ عامل الرياح يتوقَّف على أربعة عوامل، وهي سرعة الرياح وما تحمله من فتات وقوة، وصلابة نوع الصخر والفترة الزمنية التي تقطعها. ومن أهم المظاهر التعرية بفعل الرياح وهي:

أ- ظاهرة النباك الرملية:

تتم هذه الظاهرة من خلال اعتراض النبات الطبيعي للرياح، حيث تكون الرياح محمَّلة بالحبيبات والفتات الرملي، ومع مرور فترة من الزمن تتجمَّع في أسفل النبات وحوله مكوِّنةً كثبان رملية عليه. وتعرف النبكة على أنَّها عبارة كثب رملي، يتراوح ارتفاعه بين نصف متر وأقل من 3 أمتار، ورغم تعدُّد أشكال النباك إلا أنَّها جميعها تتميَّز بإمداد محاورها في موازاة الرياح السائدة، وتنشأ النباك عندما تقوم النباتات بتعطيل عمليات نقل الرمال المصاحبة لحركة الرياح(البارودي، 2018، ص269). الصورة (31).

الصورة (31):الشكل العام للنباك الرملية.

المصدر: تصوير الباحث يوم الثلاثاء 27-09-2022م.

ب- الحفر والتجاويف:

وهي أشكال أو نحت سطحية تنشأ نتيجة عمليات جيولوجية طبيعية تؤدي إلى إزالة أ و إذابة أو تفريغ أجزاء من الصخور فتتكون فجوات ومنخفضات بأحجام الظاهرة بوضوح في البيئات الجيرية (الكلسية، والمناطق الجافة ، وشبه الجافة) . (عبد الرحمن، 2012، ص221).

وتشير الدراسة الميدانية إلى أنَّ مظاهر عمليات التعرية التي تتعرَّض لها الصخور في منطقة الحوض؛ نتيجة للاصطدام الواجهة أو الحافة الصخرية بالرياح، وما يترتَّب عليه من عمليات برى ونحت حيث بتآكل الجزء الهش والأقل صلابةً، ويبقى الجزء الصلب الأكثر تماسكًا بالإضافة إلى عمليات الإذابة التي يتعرَّض الصخر مع مرور الزمن تظهر مثل هذه الأشكال والمظاهر الناتجة عن طريق هذه العملية، وتنتشر في الحواف عند أسفل المنحدرات، وغالبًا ما تكون في الجروف الحائطية. الصورة (32)

الصورة (32):تعرية بفعل الرياح تظهر فيها الحفر والتجاويف.

المصدر: تصوير الباحث يوم الثلاثاء 27-09-2022م

ج- التعرية التفاضلية:

وهي نوع آخر من أنواع التعرية الريحية، حيث أشارت الدراسة الميدانية لمنطقة الحوض أو الوادي أنَّه عندما ترتطم الرياح فوق الطبقة اللبنية، تتآكل وتسبب تجاويف داخلية بعكس الجزء الصلب الذي قاوم الرياح، ومحافظًا على صلابته وظل بارزًا، ولم تؤثر فيه عوامل التعرية بسرعة.

كما أنَّ هناك ظاهرة أخرى تنشأ عن التعرية الريحية، وهي ظاهرة الكهوف حيث تعمل الرياح على حت الطبقة اللبنية مشكلة كهوف ومغاور (الحداد، 2011، ص154). الصورة (33)

الصورة (33):التعرية التفاضلية.

المصدر: الزيارة الميدانية تصوير الباحث.

الصورة (34): جانب من المنظر العام للوادي

تصوير الباحث يوم الأحد الموافق 2024/9/27م.

الخلاصة:

مـن خـلال الزيـارة الميدانيـة لمنطقـة الـوادي أو الحـوض والاطـلاع علـى المظـاهر الجيومورفولوجية تبين أنَّها تأثرت بعدَّة عوامل، أهمها العامل الجيولوجي وما صاحبه ذلك من تكوينـات صـدعية، وعمليـات تكتونيـة خـلال الأزمنـة الجيولوجيـة التـي مـرَّت بهـا المنطقـة، ومـا تعرَّضت له خلال فترات زمنية طويلة جدًا، استغرقت ملايين السنين، وتعرَّضت خلال هذه الفترات إلى عمليات جيمورفولوجية من التجوية بأنواعها الفيزيائية والكيميائية والحيوية، وكان ذلك واضحًا على الصخور والمنحدرات والشقوق غير أنَّه لم يكن للتجوية الحيويـة نصـيبًا كبيرًا، وذلك لافتقاره إلى الغطاء النباتي بسبب الظروف المناخية ومحدودية نمو الأشجار بالمنطقة.

بالإضافة إلى تعرُّض المنطقة إلى علميات التعرية بنوعها الريحية والمائية، والتي أخذت فترات طويلة في تشكيل بعض المظـاهر الجيومورفولوجيـة للمنطقـة، غير أنَّـه نلحظ الفرق فـي العمليتين حيث تشير الدراسة إلى الفرق في الكيفية، وذلك أنَّ التعرية المائية تظهر أثارها بوضـوح وبسـرعة غير أنَّها محدودةً جدًا، وذلك لفصل موسم التساقط وتذبذب الأمطار من عام لآخر، أمَّـا عن التعريـة الريحية فأثارها لا تتشكَّل بسرعة غير أنَّها أخذت فترةً زمنيةً طويلةً جدًا عبر الزمن، ومـا صـاحب ذلك من عامل الرياح والعواصف الترابية ونقلها للفتات الصخري حسب سرعة الريـاح اصـطدامها بالصخور، وتعرُّضها لعامل النحت والنقل و الأرسـاب علـى حسـب بنيـة الصـخور وتماسكها، كمـا يظهر جليًا في منطقة الحوض أو الوادي.

وقد سبَّبت عمليـات التعريـة المائيـة و الريحيـة نحـت فـي بدايـة الـوادي، وعلـى سفوح وجوانـب المرتفعـات مكوِّنـة مجـاري مائيـة وخوانـق نهريـة عنـد البدايـة فـي منطقـة المنبـع إلـى أنْ يصـل عنـد المصب مكوِّنةً رواسب حصوية وترابية، وذلك بسبب قلَّة الانحدار وضعف الجريان المائي مقارنـةً عند بداية المجرى عند المنبع، وبعض المجاري المائية الصغيرة على هيئة مسالك.

الخاتمة

تمت دراسة حوض وادي أم القرب جيومورفومترياً باستخدام تقنية نظم المعلومات الجغرافية، الذي يعد أحد الأودية الموسمية غير دائمة الجريان بالشمال الغربي لليبيا والمنحدر من جبل نفوسة ، وجاءت هذه الدراسة لتحديد خصاصه الطبيعية والمورفومترية، ومظاهره الجيومورفولوجية، وأخرها على وجود احتمالية لحدوث خطر الفيضان أم لا، وقد ساهم برنامج نظم المعلومات الجغرافية في جعل الدراسة أكثر دقة ويسراً، وعلى إثرها تم إجراء القياسات المورفومترية وتحليل المعادلات ا لرياضية المرتبطة بها التي تخص وادي أم القرب ، كما دعمت الدراسة بالزيارة الميدانية خاصة المتعلقة بالمظاهر الجيومورفولوجية وبعض مظاهر السطح.

وتوصلت الدراسة إلى توصيات ونتائج وهي كالتالي:

التحقُّق من الفرضيات:

1- أثَّرت العوامل الجيولوجية والحركات الصدعية في تشكيل بعض المظاهر السطحية لمنطقة الحوض حيث أدت العمليات التكتونية إلى الانحدار الشديد نحو الشمال وتدريجيًا نحو الداخل، وكانت هذه العمليات أحادية الجانب، وهذا يثبت صحة الفرضية الأولى.

2- أكثر فترة جيولوجية أثرت في منطقة الحوض كانت في العصر المطير (البلابستوسين) في تشكيل بعض مظاهر الجيومورفولوجية لمنطقة الوادي، وهذا يثبت صحة الفرضية الثانية.

3- أثَّرت الظروف المناخية في تشكيل بعض مظاهر السطح لمنطقة الحوض بفعل عمليات تجوية بأنواعها الميكانيكية والكيميائية والحيوية، وهذا ما يثبت صحة الفرضية الثالثة.

4- كان لدور التعرية المائية الأثر الكبير في تشكيل بعض مظاهر السطح لمنطقة الحوض مثل المجاري المائية وانجراف التربة وتدحرج الصخور وغيرها وهذا ما يثبت صحة الفرضية الرابعة.

5- من خلال معرفة الخصائص الشكلية والمساحية والتضاريسية وتحليلها وما ينعكس بدورها على أنماط شبكة التصريف المائي تبين أنه لا وجود لاحتمالية حدوث خطر للفيضان.

النتائــج:

2- أثبتت الدراسة إلى أنَّ المنطقة تعرَّضت إلى حركات صدعية أدَّت بدورها إلى ظهور شكل الوادي باتجاه جنوب شرقي إلى شمال غربي.

3- تعرَّضت المنطقة إلى حركات تكتونية أحادية الجانب ممَّا أدَّى إلى الانحدار الشديد في المنحدرات نحو الشمال، وتدريجيًا نحو الجنوب في منطقة الظهر.

4- أغلب التكوينات الجيولوجية في منطقة الحوض أو الوادي كانت في الحقب الكريتاوي المتأخر، وأن المنطقة أخذت شكلها الحالي خلال العصر المطير (عصر البلاستوسين).

5- تقع المنطقة في الشمال الغربي من ليبيا في ظروف شبه جافة، ولا تسقط الأمطار إلا في فترات محدودة في العام، وتذبذبها من عام لآخر حيث تتميَّز بالهطول في فصل الشتاء، وبالاعتدال في الفصلين الانتقاليين الربيع والخريف مع احتمالية هطول الأمطار في نهاية الخريف وأوائل الربيع.

6- تتعرَّض المنطقة إلى ارتفاع في درجات الحرارة في الصيف، وتقارب سرعة الرياح في الاتجاه العام، وأنَّ المنطقة تتعرَّض إلى التبخُّر وفقد كمية كبيرة من المياه بمعدَّل 914.6 ملم ممَّا يعني أنَّ كمية التبخُّر تفوق كمية الهطول الذي بلغ مجموع معدله السنوي 149.3 ملم .

7- توجد في حوض الوادي مصدرين للمياه ، الجريان السطحي المتمثل في هطول الأمطار أثناء موسم التساقط، وماء العين التي اشتهر بها اسم المنطقة (أم القرب)، والخزَّان الجوفي الذي ينقسم إلى قسمين وهما: خزَّان سهل الجفارة في النصف الشمالي لمنطقة الوادي، وخزَّان الجبل التابع للحمادة في النصف الجنوبي لمنطقة الوادي.

8- أكدت الدراسة إلى أنَّ المنطقة تتعرَّض إلى الانجراف بسبب الجريان السطحي، وإلى الرياح والعواصف الترابية، ممَّا يؤدي إلى قلَّة تماسك التربة وفقدها للعناصر العضوية والأملاح المعدنية الخاصة لنمو الغطاء النباتي.

9- تفتقر المنطقة إلى الغطاء النباتي، وذلك بسبب قلَّة الأمطار وتذبذبها من عام لآخر، ولا توجد إلا بعض النباتات التي منها ما هو حولي، ومنها ما هو موسمي، وبعض الأشجار دائمة الخضرة والمعمِّرة، مثل السرو والزيتون والكروم والنخيل، حيث تقام في المنطقة حرفة الرعي، وبخاصة في موسم التساقط وأثناء فصل الربيع.

10- بلغت نسبة الاستدارة 0.15 وهي نسبة منخفضة ممَّا يدل على تباعد الحوض من الشكل الدائري، وفي مرحلة الشباب ولم يكتمل دمرته التحاتية، كما أشارت الدراسة إلى أنَّ شكل

الحوض أقرب للشكل المستطيل، ولا يشكّل أي خطر لحدوث فيضان، ولزال في مرحلة الشباب، ولم يكتمل دورته التحاتية، حيث تأخذ المياه وقتًا طويلًا في الجريان من المنبع، حتى المصب ناهيك عن الأسباب الأخرى مثل التبخُّر والتسرُّب و النفاذية عبر مسامات التربة والشقوق بين الصخور.

11- تميز الوادي بتفوق طوله على عرضه، حيث كان الطول 26كم، أمَّا العرض فكان 16 كم، وكان ذلك باتخاذ أبعد مسافة بين نقطتين في عرض الوادي، ممَّا يدل على أنَّ الوادي أقرب للشكل المستطيل.

12- بلغ معامل الشكل 0.27، وهي قيمة منخفضة يدل على استطالة الحوض.

13- بلغ معامل الاندماج 2.5 وهي قيمة مرتفعة تدل على استطالة الحوض واقترابه من الشكل المستطيل.

14- من خلال تحليل الخواص التضاريسية حيث كان معدَّل التضريس 14، والتضاريس النسبية 3 م/1كم، والنسيج الحوضي 2، وقيمة الوعورة 0.38، وهذه القيم تدل على أنَّه لا وجود أي خطر لحدوث الفيضان.

16- أكدت الدراسة إلى أنَّ كثافة الصرف الطولية بلغت 1.07 كم/1كم، ومعدَّل بقاء المجرى 0.93 كم^2 وكانت منخفضة؛ وذلك بسبب العامل التضاريسي وعمليات الحت وتذبذب الأمطار من عام لآخر، و نفاذية المياه وتسرُّبها عبر المسامات للصخور والتربة وتعرُّضها للتبخُّر، كما بلغت نسبة التشعُّب المرجِّحة 5، وهي قيمة ذات تصريف كثيف تخص الأحواض المستوية، وحيث كلما زاد التشعُّب قلَّت احتمالية خطر الفيضان، وكلما قلَّ التشعُّب زاد من احتمالية خطر الفيضان، وفي هذه الحالة لا يشكل خطرًا بسبب تقارب منطقة الوادي في الظروف البنيوية والمناخية.

19- من خلال الزيارة الميدانية تبيَّن أنَّ المنطقة تأثرت بعمليات التجوية بأنواعها الثلاثة: الميكانيكية والكيميائية والحيوية، التي كان لها التأثير الواضح على الصخور والحافات الجبلية أيضًا، وما تقوم به التجوية الحيوية، وما ينجم عنه من تغلغل الجذور بين شقوق ومسامات الصخور ممَّا يؤدي مع مرور الزمن إلى تفكُّك الصخر وتفتته بالإضافة إلى العمليات الحيوية الناتجة من الكائنات الحية الدقيقة التي تقوم بتحلل جذور النباتات، وما تقوم به الحيوانات الأخرى مثل القوارض والزواحف من عمليات حفر التربة والتهوئة وغيرها.

20- أثبتت الدراسة أنَّ الزمن الذي تتجمَّع فيه المياه من المنبع حتى المصب 4 ساعات و38 دقيقة، وبسرعة جريان 26 متر/ثانية، وبذلك لا تشكل خطر لحدوث فيضان.

21- تعرَّضت المنطقة إلى عمليات التعرية بنوعيها المائية والريحية حيث كان للتعرية المائية الأثر المباشر والأشد تأثيرًا من خلال تكوين المجاري السطحية و الخوانق النهرية و الانجرافات الترابية والرواسب الحصوية عند نهاية الوادي في منطقة المصب، كما أكدت الدراسة إلى أنَّ المنطقة تعرَّضت إلى عمليات التعرية الريحية التي أخذت فترةً طويلةً جدًا في التأثير على منطقة الوادي، ويظهر ذلك جليًا على الحافات الصخرية وواجهات الصخور والنباك الرملية.

التَّوصيات:

1. حث الباحثين على دراسة هذا المجال للوديان في أي منطقة من البلاد؛ حتى يمكن معرفة كمية المياه التي يمكن استغلالها واستثمارها للأغراض الزراعية والاستهلاك اليومي، وذلك من خلال بناء السدود وحجز المياه ومعرفة ما إنْ كانت هذه الوديان تشكّل خطر الفيضان أم لا.
2. إقامة سدود تعويقية للحد من الانجرافات والتعرية المائية.
3. من خلال الاطلاع على الظروف المناخية وللأمطار وجد أنَّ الوادي يتلقَّى كميةً جيدةً من المياه، حيث يمكن إقامة سد وحجز المياه للاستفادة منها في الأغراض المختلفة، وذلك حسب التقارير الصادرة من الهيئة العامة للمياه، بسعة تخزين كلي 10 ملون متر مكعب .
4. حفر آبار حتى يتم الاستفادة من المياه الجوفية، وإمداد القرى المحيطة بها.
5. الإكثار من غرس الأشجار المعمِّرة، مثل السرو والصنوبر وغيرها؛ للحفاظ على تثبيت التربة والحد من انجرافها.

قائمة المصادر والمراجع:

القرآن الكريم برواية قالون عن نافع، سورة الرعد، الآية 3.

أولاً: الكتب:

1. أبو العنين، حسن أحمد، أصول الجيومورفولوجيا، علم دراسة التضاريسية لسطح الأرض، دار النهضة العربية، بيروت، ط5، 1976م.
2. أبو راضي، فتحي عبد العزيز، الأصول العامة في الجيومورفلوجية، علم دراسة أشكال يابس سطح الأرض، دار النهضة العربية بيروت، لبنان، ط1، 2004م.
3. أبو سمور، حسن، علي غانم، المدخل إلى علم الجغرافية الطبيعية، دار الصفاء للنشر والتوزيع، عمان، 1998م.
4. أبو لقمة، مصطفى الهادي، القزيري سعد خليل، دراسة في الجغرافيا، الدار الجماهيرية للنشر والتوزيع والإعلان، سرت، 1995م.
5. احميدة، حسن، الجيولوجيا التطبيقية، دار الكتب الجامعية، بيروت، 1989م.
6. البارودي، محمد سعيد، أسس الجيومورفولوجية العملية والشكل، قسم الجغرافيا، جامعة أم القري، المملكة العربية السعودية، دار الفكر العربي، ط1، 2018م.
7. بن محمود، خالد رمضان، التربة الليبية (تكوينها-تصنيفها- خواصها- إمكانياتها الزراعية)، دار الكتب الوطنية، بنغازي، ط1، 1995م.
8. بن محمود، خالد رمضان، دراسة التربة في الحقل، منشورات جامعة الفاتح، طرابلس، 1984م.
9. بن محمود، خالد رمضان، وخليل أبو بكر سليمان، الأراضي الرملية، منشورات جامعة الفاتح، كلية الزراعة، 1980م.
10. تاربوك لونجنز، ترجمة: عمر سليمان وآخرون، الأرض، (مقدمة للجيولوجية الطبيعية، منشورات جامعة طرابلس، 1984م.
11. توماجوري، صباح، علم المياه إدارة أحواض الأنهر، دار الكتب، جامعة الموصل، العراق، 1989م.

12. الجديدي، حسن محمد، أسس الهيدرولوجيا العامة، دار الكتب الوطنية منشورات جامعة طرابلس، 1998م.

13. الجديدي، حسن محمد، الزراعة المروية وأثرها على استنزاف المياه الجوفية في شمال غرب سهل الجفارة، الدار الجماهيرية للنشر والتوزيع، مصراته 1986م.

14. جودة حسنين جودة، الجغرافيا الطبيعية لصحارى العالم العربي، دارسة جيومورفولوجية ومناخية تطبيقية في مجال التنمية الاقتصادية، دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية، 1988م.

15. الحجاجي، سالم علي، ليبيا الجديدة، دراسة جغرافية اجتماعية اقتصادية وسياسية، منشورات مجمَّع الفاتح للجامعات، ط2، 1970م.

16. الحداد، ربي سليمان، الجغرافيا الطبيعية، دار الإعصار العلمي للنشر والتوزيع، عمان، الأردن، ط1، 2011م.

17. حويج، عز الدين الطيب ، العالم، مختار محمود ، دليل الوصف المورفولوجي وتصنيف قطاع التربة في الحقل ، دار الكتب الوطنية، ط1، 2012م.

18. دبروا، ماكس، تعريب عبد الرحمن حميدة، مبادئ الجيومورفولوجيا أشكال التضرُّس الأرضي، دار الفكر المعاصر، بيروت، دار الفكر، دمشق، سورية، ط2، 1997م.

19. الدليمي، خلف حسين، الجيومورفولوجيا علم شكل الأرض التطبيقي، الأهلية للنشر والتوزيع، الأردن، ط1، 2001م.

20. زكري، يوسف، الأمطار والتبخُّر في ليبيا، جامعة الزاوية، ط1، 2010م

21. زكريا، هميمي، أسس الجيولوجيا الطبيعية، دار الكتاب الحديث، القاهرة، ط1، 2009م.

22. السيد، نورة عبد التواب، قسم الجغرافيا، كلية البنات للآداب والعلوم، مكتبة الأنجلو المصرية، 2008م.

23. شحاتة، نعمان، الجغرافية المناخية (علم المناخ)، دار المستقبل للنشر والتوزيع، عمان الأردن، طِ5، 1996م

24. شرف، عبد العزيز طريح، جغرافيا ليبيا، دار الإسكندرية للكتب، ط1، 1962.

25. الشواورة، علي سالم ، جغرافيا علم المناخ والطقس، دار المسيرة للطباعة والنشر عمان، الأردن، ط4، 2012م.

26. صفي الدين، محمد، جيومورفولوجية قشرة الأرض، دار النهضة العربية للطباعة والنشر، بيروت، ط1، 1971م.

27. صوالحة، حكم عبد الجبار، الجيولوجيا العامة، دار المسيرة للنشر والتوزيع والطباعة، عمان، الأردن، ط1، 2005م.

28. ضو، محمد سالم، محمد جاسم، دراسة في الجغرافيا الطبيعية للأراضي الليبية وظواهرها الكبرى، دار شموع الثقافة للنشر والتوزيع، الزاوية، ط1، 2006م.

29. عبد الرحمن، محمد عبد الله ، الجيوموفولوجيا دراسة أشكال سطح الأرض، دار الفكر العربي، القاهرة، ط3، 2012م.

30. عثمان، محمد عبد الغني، أساسيات علم الأرض، الجيولوجيا بالفيزيائية، 1998م.

31. لطفي، فارس، علم الأرض، سلسلة المادة كتاب وزارة الثقافة والإعلام، دار الشؤون الثقافة العامة، ط1، بغداد، 1987م.

32. محسوب، محمد صبري، محمود ديان راضي، العمليات الجيومورفولوجية، قسم الجغرافيا، جامعة القاهرة، دار الثقافة للنشر والتوزيع، 1985م.

33. مسحوب، محمد صبري، جيومورفولوجية الأشكال الأرضية الطبيعية ، كلية الآداب، دار الفكر العربي، ط1، 1998م.

34. مشرف، محمد بن عبد الغني عثمان، أساسيات علم الجيولوجيا الفيزيائية، قسم الجغرافيا، جامعة الملك سعود، 1997م.

35. مصطفى، أحمد أحمد، الخرائط الكنتورية إنشاؤها وتفسيرها وقطاعاتها، دار المعرفة الجامعية للنشر والتوزيع الإسكندرية، ط2، 2003م.

36. المهدوي، محمد المبروك، جغرافية ليبيا البشرية، دار الكتب الوطنية، بنغازي، ط3، 1998م.

37. النطاح، محمد أحمد، الأرصاد الجوية، الدار الجماهيرية للنشر و التوزيع والإعلان، ط1، 1990م.

الرسائل العلمية:

1- أبو بكر، أمينة صالح ، حوض وادي السبررات، دراسة جديوموروفومترية باستخدام نظم المعلومات الجغارفية GIS، رسالة ماجستير منشورة، جامعة السابع من أبريل، 2008م.

2- أبـو ذيـل، خيـري حسـين الشـارف ، التحليـل الجيومورفـوجي لحـوض وادي بوشـيبة، رسـالة ماجستير غير منشورة، كلية الآداب، قسم الجغرافيا، جامعة الزاوية، 2014-2015م.

3- حسين، مصطفى ساسي ، شبكة التصـريف لحوض وادي زارت ، دراسـة في أشكال سطح الأرض، رسالة ماجستير غير منشورة، الأكاديمية الليبية، طرابلس، 2006م.

4- أبـو حصـيرة، يحيـى محمـود سـعيد ، تطبيـق نظـم المعلومـات الجغرافيـة فـي دراسـة الخصـائص الموفومترية لحوض نهر العوجـاء-فلسطين، قسم الجغرافيـا، كليـة الآداب، الجامعـة الإسـلامية، غزة، 2013م.

5- سـعد، زينـب حركـات ، دراسـة تطبيقيـة لمكونـات الغطـاء النبـاتي بـوادي غـدو بمنطقـة سـهل الجفارة، رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة الزاوية ، كلية الآداب، قسم الجغرافيا، 2009م.

6- الشاملي، الرماح المهدي محمد ، العمليات الجومورفولوجية وأثرها في تشكيل وتوزيـع ظـاهرة الكرست في الجبل الغربي في شمال غرب ليبيا، رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة الزاوية، 2013م.

7- أبـو الشواشـي، نادية ، التحليـل الجيومورفـومتري لحـوض وادي المجينـين وروافـده، رسـالة ماجستير غير منشورة، جامعة الزاوية، 2003م.

8- العبيـدي، هنـد عبـد الكـريم حميـد ، جيمورفولوجيـة حـوض وادي الظـالمي وأثـره فـي التنميـة المستدامة، رسـالة ماجستير غير منشـورة، جامعـة المستنصـرية، كليـة التربيـة الأساسـية، قسـم الجغرافية، 2023م.

9- العرفي، محمد علي ، المصاطب النهرية لبعض أودية الجبل الأخضر، رسالة دكتوراه غير منشورة، جامعة الإسكندرية، كلية الآداب، قسم الجغرافيا، 1997م.

10- علاجي، آمنة بنت أحمد بن محمد ، تطبيق نظم المعلومات الجغرافية في بناء قاعدة بيانات الخصائص المورفومترية ومدلولاتها الهيدرولوية في جنوب وادي بلملم، جامعة أم القى، كلية العلوم الاجتماعية، قسم الجغرافية، 2010م.

11- محمد، عوض عبد الواحد عوض، الخصائص المورفومترية لأحواض التصريف في منطقة المخيلي جنوب الجبل الأخضر بليبيا، جامعة عين شمس، مصر رسالة دكتوراه غير منشورة، 2015م.

12- المنصوري، عامر ساجة ناصر ، هيدرومورفو مترية حوض أم العكف وأم الورك غربي محافظة المثنى باستخدام نظم المعلومات الجغرافية Gis، رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة واسط، كلية التربية والعلوم الإنسانية، قسم الجغرافيا، 2022م.

13- يونس، فتح الله خطاب ، التحليل الجيومورفومتري لحوض وادي العين بهضبة الدفنة بإقليم البطنان، رسالة ماجستير، غير منشورة، جامعة طرابلس، كلية الآداب، 2010م.

المجلات العلمية والدوريات:

2- حسن رمضان سلامة، التحليل الجيومورفولوجي للخصائص المورفومترية للأحواض المائية في الأردن، مجلّة دراسات السد الإنشائية، المجلّد السابع، العدد1، 1980م.

3- حمدان صبري محمد أبو عمرة، صالح محمد، بعض الخصائص المورفومترية للجزء الأعلى من حوض الرميمين وسط وغرب الأردن باستخدام الطرق التقليدية وبرمجيات نظم المعلومات الجغرافية ، مجلّة جامعة الأزهر بغزة للعلوم الإنسانية، المجلّة 12، العدد 2، 2010م.

4- حمزة الصمران، المواصفات الليبية القياسية للتلوث بالعناصر الكفلية، مجلة الهندسي اللجنة الشعبية العامة للإسكان والمرافق، سهل بنغازي، مكتب حماية البيئة المختبر المركزي، 2002م.

5- عايد جامس حسين الزاملي، وفاء حسين القبلاوي، الخصائص المورفومترية لحوض أبو خمسة غرب النجف واستثمار موارده الطبيعية، مجلة الفنون والأدب والعلوم الإنسانية والاجتماع ، العدد 30 ، 2018م.

6- عمر امحمد سالم، عمر الهادي مطلعة، المذكرة التوضيحية للأشكال الهيدرولوجية للجزء الشمالي الغربي من ليبيا، أمانة الاستصلاح الزراعي وتعمير الأراضي، مصلحة المياه.

8- فيكتور مليير، دراسة أولية عن جيومورفولوجية جبل نفوسة، بحث مقدم للحلقة العلمية الجيولوجية لجيولوجية ليبيا، 1979م.

9- محمود محمد عاشور، طبرق التحليل المورفومتري لشبكات التصريف المائي، مجلّة حولية، كلية الإنسانيات والعلوم الجمعية، جامعة قطر، العدد 9، 1986م.

10- مد الله عبد الله محسن الجبوري، خلف حمد الجبوري، دراسة حوض وادي القضا لتحيدد أفضل موقع لإنشاء سد باستخدام التقنيات الجغرافية، مجلّة آداب الفراجنة، العدد 7، 2011م.

12- مشتهى عبد العظيم قدورة، بعض الخصائص المورفومترية لوادي غزة باستخدام النمذجة الرقمية لنظم المعلومات الجغرافية، مجلّة البحوث الجغرافية، العدد 18، 2013م.

13- **الإدارة الوطنية للملاحة الجوية والفضاء (ناسا) مركز لانغي للأبحاث (LaRc) تنبؤات مشروع موارد الطاقة العالمية (DowER) الممول من خلال برنامج علوم الأرض/ العلوم التطبيقية التابع لناسا، إصدار 2.2.2 عمل إعداد الباحث استنادًا على بيانات وكالة ناسا لعلوم الفضاء.**

https://powerlare.nasa.gov/data-access-viewerbclid=IwAR2SJVMhB4264911.DistBFkifsxBFQBQHtvibIHZ0qZzUZSZAHEuSdU.

14- https://ar.wikipedia.org/wiki/مروحة- الفيضية.

التقارير العلمية:

1- أمانة الاستصلاح الزراعي، وتعمير الأراضي، مصلحة المياه والتربة فرع المنطقة الغربية والوضع المائي للمنطقة الغبية، جبل نفوسة وسهل الجفارة منطقة غدامس، و درج، و سيناون، إعداد وحدة البحوث والخدمات المائية بفرع المنطقة الغربية ، 1983م.

7- عمر امحمد علي عنية، تحليل الخصائص المورفومترية لحوض وادي ساسو باستخدام نظم المعلومات الجغرافية. رسالة ماجستير منشورة، قسم الجغرافية، كلية التربية، جامعة مصراته، مجلة أبحاث، مجلة علمية محكمة نصف سنوية تصدر عن كلية الآداب، جامعة سرت، العدد الثاني عشر، 2018م.

11- مركز البحوث الصناعية، الكتيب التفسيري لخريطة ليبيا الجيولوجية، لوحة نالوت، 1977م.

مراجع الخرائط:

1- استخدام نظم المعلومات الجغرافية GIS في استخراج الخرائط عن طريق نموذج الارتفاع الرقمي Dem باستخدام Arc map،

2- مركز البحوث الصناعية، الخريطة الجيولوجية ل، لوحة ناوت، مقياس رسم 1 – 25000، لوحة نالوت، 1977م.

3- الهيئة العامة للمياه، إدارة التربة، 2005م.

4- وزارة الزراعة خريطة الغطاء النباتي للمنطقة الغربية، شركة بروم الروسية، 1980م.

المراجع الأجنبية:

1- Alfateh Unversity Tripuli Sucindist Peapls Libian Arab Jamahiriya year 1980.

2- M.J Salem and M.T Busrewil.

3- The geology of Libya volame II 419 ص M.J. Salem and M.T. Baurewil Alfateh Uinvresty Tripuli sucindist peupl`s Libyan Arab Academic 1980 Press Asabsidary of Harcourt London – new york Toronto sydny.

4- The Geology of Libya volame1، الجزء الأول Editors

5- Wooct. A. (1942) The Development of hillside-1 Pro geol Ass53.

الملاحـــــق

الملحق رقم (1)

تقرير عام عن المعلومات الأساسية عن السد لوادي أم القرب في منطقة الرحيبات

يقع السد وادي أم القرب حوالي 17 كيلو متر جنوب شرق منطقة الجوش ويوضح الجـــدول التالي خواص السد والخزان.

ت	البيانات	القيمة
1	مساحة تجمع الأمطار عند موقع السد	147km^2
2	متوسط الهطول السنوي	177.0 mm
3	معامل الجريان السنوي	Average 4.31%
4	متوسط الجريان السنوي	1,542,000 m^2
5	معدَّل التبخُّر السنوي	1,949.8 mm
6	الفوائد الأخرى	55,512 m^3
7	الطمي في الخزان	12,722 ppm
8	متوسط حمل الطمي السنوي	19,617 m^2
9	الحجم غير المستعمل = حجم الطمي	1,600,000 m^3
10	التخزين التشغيلي	8,400,000 m3
11	التخزين الكلي	10,000,000 m^3
12	منسوب الأرض الطبيعي	361.30 m MSL
13	المنسوب عند الحجم الغير مستعمل	379.60 m MSL
14	أقصى منسوب للتخزين (منسوب الفيض)	393.20 m MSL
15	أقصى منسوب للمياه فيضان (1000/1) عام	396.73 m MSL
16	منسوب قمة السد	398.70 m MSL
17	أقصى ارتفاع للسد	37.4 m
18	طول السد عند القمة	770 m

المصدر : الهيئة العامة للمياه، تقرير شركة واكُوتي الألمانية،م2 ، ص222

ملحق رقم (2)

معدلات التبخر

- معدَّل التبخُّر لشهر يناير:

$$E = 0.0018\ (T + 25)^2\ (100 - R)$$
$$= 0.0018\ (8.91 + 25)^2\ (100 - 60.96)$$
$$= 0.0018\ (33.25)^2 (39.04)$$
$$= 0.0018 \times 1149.88 \times 39.04$$
$$= 80.80mm$$

- معدَّل التبخُّر لشهر فبراير:

$$E = 0.0018\ (10.72 + 25)^2\ (100 - 53.50)$$
$$= 0.0018\ (35.72)^2\ (46.5)$$
$$= 0.0018 \times 1275.91 \times 46.5$$
$$= 106.79$$

- معدَّل التبخُّر لشهر مارس:

$$E = 0.0018\ (14.63 + 25)^2\ (100 - 44.10)$$
$$= 0.0018 \times 1570.53 \times 44.1$$
$$= 124.66mm$$

- معدَّل التبخُّر لشهر إبريل:

$$E = 0.0018\ (18.51 + 25)^2\ (100 - 63.81)$$
$$= 0.0018 \times 1893.12 \times 63.81$$
$$= 217.43mm$$

- معدَّل التبخُّر لشهر مايو:

$$E = 0.0018\ (23.78 + 25)^2\ (100 - 30.98)$$

- معدَّل التبخُّر لشهر يونيو:

$$E = 0.0018\ (28.49 + 25)^2\ (100 - 26.58)$$
$$= 0.0018 \times 2861.18 \times 73.42$$
$$= 378.12mm$$

- **معدّل التبخُّر لشهر يوليو:**

$$E = 0.0018\,(29.10 + 25)^2\,(100 - 25.42)$$
$$= 0.0018 \times 2926.81 \times 74.58$$
$$= 392.90\text{mm}$$

- **معدَّل التبخُّر لشهر أغسطس:**

$$E = 0.0018\,(29.42 + 25)^2\,(100 - 28.45)$$
$$= 0.0018 \times 2961.53 \times 71.55$$
$$= 381.41\text{mm}$$

- **معدَّل التبخُّر لشهر سبتمبر:**

$$E = 0.0018\,(26.81 + 25)^2\,(100 - 35.68)$$
$$= 0.0018 \times 2684.27 \times 64.32$$
$$= 310.77\text{mm}$$

- **معدَّل التبخُّر لشهر أكتوبر:**

$$E = 0.0018\,(21.47 + 25)^2\,(100 - 42.22)$$
$$= 0.0018 \times 2159.46 \times 57.78$$
$$= 224.59\text{mm}$$

- **معدَّل التبخُّر لشهر نوفمبر:**

$$E = 0.0018\,(15.37 + 25)^2\,(100 - 50.73)$$
$$= 0.0018 \times 1629.73 \times 49.27$$
$$= 144.53\text{mm}$$

- **معدَّل التبخُّر لشهر ديسمبر:**

$$E = 0.0018\,(10.19 + 25)^2\,(100 - 61.27)$$
$$= 0.0018 \times 1238.33 \times 38.73$$
$$= 86.32\text{mm}$$

ملحق رقم (3)

المعادلات المورفولمترية الخاصة بمنطقة الحوض

$$\text{كثافة الصرف الطولية} = \frac{199.512 \text{ كم}}{185.86 \text{ كم}^2} = 1.07$$

$$\text{معدَّل بقاء المجرى} = \frac{185.86 \text{ كم}^2}{199.512} = 0.93 \text{ كم}^2$$

$$\text{الكثافة العددية} = \frac{221}{185.86 \text{ كم}^2} = 1.42 \text{ كم}^2$$

$$\text{معدَّل نسبة التشعُّب} = \frac{\text{مجموع حاصل ضرب كل رتبتين متتاليتين}}{\text{مجموع عدد المجارى لكل ربتيين}}$$

$$= \frac{1597.47}{308} = 5$$

$$\text{نسبة الاستطالة} = \frac{\text{طول قطر دائرة التي تتساوى مساحتها مع مساحة الحوض}}{\text{طول الحوض}}$$

$$\text{نصف قطر الدائرة} = \sqrt{\frac{\text{المساحة}}{\pi}}$$

$$\text{نصف قطر الدائرة} = \sqrt{\frac{185.86}{3.14}}$$

نصف قطر الدائرة = $\sqrt{59.19}$ = 7.693

قطر الدائرة = 7.693 × 2 = 15.39 كم

$$\text{نسبة الاستطالة} = \frac{15.39}{26} = 0.59$$

$$\text{معامل استدارة الحوض} = 12.57 \times \frac{\text{مساحة الحوض كم2}}{\text{محيط الحوض في نفسه كم}}$$

12.57 قيمة ثابتة

$$= 12.57 \times \frac{185.86 \text{ كم2}}{121 \times 121}$$

$$= 12.57 \times \frac{185.86 \text{ كم2}}{14641}$$

$$= 12.57 \times 0.0126$$

$$= 0.16$$

$$\text{معامل شكل الحوض} = \frac{185.86 \text{ كم2}}{2(26)} = 0.27$$

$$\text{معامل الاندماج} = \frac{\text{محيط الحوض}}{\text{محيط دائرة تكافئ مساحتها مساحة الحوض}}$$

حيث إنَّ :

محيط الحوض = 121 كم

محيط الدائرة = 2 π نق = 2 × 3.14 × 7.693 = 48.3 كم

معامل الاندماج = $\frac{121}{48.3}$ = 2.5 كم

نسبة التضرس = $\frac{\text{الفرق بين أعلى وأدنى نقطة في الحوض}}{\text{طول الحوض كم}}$

$= \frac{313 - 677}{26} = \frac{364}{26}$ = 14 كم

النسيج الحوضي = $\frac{\text{عدد الأودية}}{\text{محيط الحوض (كم)}}$

$= \frac{221}{121}$ = 1.82

التضاريس النسبية = $\frac{\text{تضاريس الحوض م}}{\text{محيط الحوض}}$

$= \frac{313 - 677}{121}$ = 3كم

قيمة الوعورة = $\frac{\text{تضاريس الحوض × كثافة الصرف الطولية}}{1000}$

$= \frac{1.07 \times 364}{1000}$ = 0.380

$$\text{معامل الانعطاف} = \frac{\text{الطول الحقيقي}}{\text{الطول المثالي}}$$

$$= \frac{26 \text{ كم}}{22.560 \text{ كم}} = 1.15$$

$$\text{نسبة الاستدارة} = \frac{\text{مساحة الحوض}}{\text{مساحة دائرة يساوي محيطها محيط الحوض}}$$

محيط الحوض = 121 كم

محيط ا لدائرة= 2π نق –

$121 = 2 \times 3.14 \times$ نق

$$\text{نق} = \frac{121}{2 \times 3.14}$$

$$\text{نق} = \frac{121}{6.28}$$

نق = 19.27

مساحة الدارة = π نق^2

$= 3.14 \times 19.27 \times 19.27 = 1165.99$

$$\text{نسبة الاستدارة} \quad \frac{185.86}{1165.99}$$

نسبة الاستدارة = 0.15

الملحق رقم (4)

المتغيرات:

ر.م	المتغيرات
.1	مساحة الحوض 185.86 كم^2
.2	محيط الحوض 121 كم
.3	أقصى طول للحوض 26 كم
.4	الطول المثالي 22.56 كم
.5	الطول الحقيقي 26 كم
.6	عرض الحوض 16 كم
.7	أدنى ارتفاع 313م
.8	أعلى ارتفاع 677م

الملحق رقم (5)

جدول بيانات الأمطار من سنة 1985م إلى 2018م

YEAR	DEC	JAN	FEB	الشتاء	MAR	APR	MAY	الربيع	JUN	JUL	AUG	الصيف	SEP	OCT	NOV	الخريف	المجموع السنوي لكل سنه
1985	68.6	21.1	15.8	105.5	26.4	21.1	0.0	47.5	0.0	0.0	0.0	0.0	10.6	5.3	0.0	15.8	253.1
1986	21.1	5.3	0.0	26.4	36.9	5.3	0.0	42.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	36.9	105.5	142.4	258.4
1987	0.0	0.0	15.8	15.8	10.6	5.3	0.0	15.8	0.0	0.0	0.0	0.0	5.3	0.0	79.1	84.4	147.7
1988	42.2	21.1	0.0	63.3	31.6	0.0	0.0	31.6	0.0	0.0	0.0	0.0	10.6	0.0	21.1	31.6	179.3
1989	0.0	5.3	31.6	36.9	42.2	0.0	0.0	42.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.6	10.6	168.8
1990	15.8	73.8	0.0	89.7	5.3	0.0	15.8	21.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	15.8	15.8	221.5
1991	36.9	26.4	10.6	73.8	36.9	0.0	100.2	137.1	5.3	0.0	10.6	15.8	10.6	15.8	42.2	68.6	485.2
1992	21.1	26.4	5.3	52.7	63.3	0.0	10.6	73.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	15.8	15.8	247.9
1993	10.6	26.4	5.3	42.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	21.1	0.0	26.4	47.5	121.3
1994	0.0	21.1	0.0	21.1	26.4	15.8	26.4	68.6	0.0	0.0	0.0	0.0	15.8	21.1	0.0	36.9	216.2
1995	15.8	21.1	5.3	42.2	21.1	52.7	0.0	73.8	0.0	0.0	0.0	0.0	15.8	121.3	0.0	137.1	353.3
1996	0.0	0.0	58.0	58.0	26.4	0.0	0.0	26.4	21.1	0.0	0.0	21.1	5.3	0.0	10.6	15.8	226.8
1997	31.6	15.8	0.0	47.5	42.2	5.3	0.0	47.5	0.0	0.0	15.8	15.8	15.8	68.6	0.0	84.4	274.2
1998	10.6	52.7	26.4	89.7	68.6	0.0	5.3	73.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	21.1	5.3	26.4	342.8
1999	47.5	5.3	31.6	84.4	15.8	5.3	0.0	21.1	0.0	0.0	0.0	0.0	5.3	0.0	10.6	15.8	179.3
2000	5.3	0.0	26.4	31.6	5.3	0.0	10.6	15.8	10.6	0.0	0.0	10.6	0.0	58.0	0.0	58.0	168.8
2001	5.3	5.3	47.5	58.0	0.0	15.8	0.0	15.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	21.1	21.1	163.5
2002	0.0	0.0	73.8	73.8	0.0	10.6	0.0	10.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	21.1	0.0	21.1	189.9
2003	31.6	31.6	47.5	110.7	5.3	10.6	0.0	15.8	0.0	0.0	0.0	0.0	10.6	0.0	0.0	10.6	232.0
2004	10.6	26.4	0.0	36.9	47.5	5.3	0.0	52.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	15.8	15.8	184.6
2005	52.7	15.8	0.0	68.6	0.0	5.3	0.0	5.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	15.8	15.8	110.7
2006	10.6	58.0	36.9	105.5	0.0	5.3	21.1	26.4	0.0	0.0	0.0	0.0	5.3	5.3	10.6	21.1	274.2
2007	52.7	0.0	10.6	63.3	26.4	5.3	5.3	36.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	42.2	5.3	47.5	195.1

YEAR	DEC	JAN	FEB	الشتاء	MAR	APR	MAY	الربيع	JUN	JUL	AUG	الصيف	SEP	OCT	NOV	الخريف	المجموع السنوي لكل سنه
2008	47.5	105.5	15.8	168.8	0.0	5.3	0.0	5.3	0.0	0.0	0.0	0.0	31.6	10.6	21.1	63.3	363.9
2009	0.0	10.6	0.0	10.6	5.3	5.3	26.4	36.9	0.0	0.0	0.0	0.0	26.4	26.4	0.0	52.7	147.7
2010	31.6	21.1	0.0	52.7	0.0	15.8	0.0	15.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.6	10.6	116.0
2011	21.1	10.6	52.7	84.4	15.8	0.0	0.0	15.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	36.9	21.1	58.0	237.3
2012	5.3	42.2	15.8	63.3	116.0	0.0	0.0	116.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	15.8	15.8	369.2
2013	31.6	31.6	10.6	73.8	0.0	5.3	0.0	5.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	58.0	58.0	184.6
2014	63.3	0.0	36.9	100.2	63.3	0.0	0.0	63.3	10.6	0.0	0.0	10.6	5.3	0.0	0.0	5.3	290.0
2015	5.3	0.0	15.8	21.1	5.3	0.0	0.0	5.3	0.0	0.0	0.0	0.0	79.1	26.4	84.4	189.9	237.3
2016	31.6	15.8	15.8	63.3	0.0	0.0	0.0	0.0	10.6	0.0	0.0	10.6	5.3	0.0	0.0	5.3	121.3
2017	63.3	5.3	21.1	89.6	21.1	10.6	0.0	31.6	0.0	0.0	0.0	0.0	15.8	89.7	15.8	121.3	300.6
2018	0.0	0.0	21.1	21.1	26.4	0.0	10.6	36.9	0.0	0.0	0.0	0.0	15.8	42.2	10.6	68.6	184.6
متوسط الامطار للفتره كامله	**23.3**	**20.6**	**19.2**	**63.1**	**23.3**	**6.2**	**6.8**	**36.3**	**1.7**	**0.0**	**0.8**	**2.5**	**9.2**	**19.1**	**19.1**	**47.3**	**227.8**

المصدر: الإدارة الوطنية للملاحة الجوية والفضاء (ناسا) مركز لانغي للأبحاث (LaRc) تنبؤات مشروع موارد الطاقة العالمية (DowER) الممول من خلال برنامج علوم الأرض/ العلوم التطبيقية التابع لناسا، إصدار 2.2.2 عمل إعداد الباحث استنادًا على بيانات وكالة ناسا لعلوم الفضاء.

https://powerlare.nasa.gov/data-access-viewerbclid=IwAR2SJVMhB4264911.DistBFkifsxBFQBQHtvibIHZ0qZzUZSZAHEuSdU.