دولة ليبيا
جامعة عمر المختار
كلية الآداب/ قسم الجغرافيا

جيوموفولوجية حوض وادي المعلق – شرق الجبل الأخضر

دراسة في الجغرافيا الطبيعية

قدمت هذه الرسالة استكمالاً لمتطلبات الحصول على الإجازة العليا (الماجستير) في الجغرافيا

إعداد الطالب:

محمد عبدالنبي هاشم

تحت إشراف:

د. محمود الصديق التواتي

العام الجامعي 2022- 2023

بسم الله الرحمن الرحيم

اَوَلَمْ يَرَ الَّذِينَ كَفَرُوا أَنَّ السَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضَ كَانَتَا رَتْقاً فَفَتَقْنَاهُمَا وَجَعَلْنَا مِنَ الْمَاء كُلَّ شَيْءٍ حَيٍّ أَفَلَا يُؤْمِنُونَ {30} وَجَعَلْنَا فِي الْأَرْضِ رَوَاسِيَ أَن تَمِيدَ بِهِمْ وَجَعَلْنَا فِيهَا فِجَاجاً سُبُلاً لَعَلَّهُمْ يَهْتَدُونَ {31}

سورة الأنبياء الآية

(31-30)

الإهـــــداء

إلى أبي وأمي:

أطال الله في عمريهما وألبسهما لباس التقوى العافية.

إلى زوجتي:

جزاها الله خير الجزاء على كل ما قدمت من تضحيات كي ابلغ ما اصبو اليه فقد كانت دائماً سنداً وعوناً لي تشدد من أزري وترفع من قدري وإن استعصت علي ظروفي.

إلى أبنائي:

ثمرة حياتي .. من استمديت من عيونهم البريئة الأمل وتحديت كل الصعاب لإرضائهم والعلو بشأنهم.

رناد .. رفاه .. يوسف .. يحيى .. جمعة .. ياسين

شكر وتقدير

الحمد لله حمداً كثيراً كما أمر، والصلاة والسلام على سيدنا محمد صلى الله عليه وسلم وعلى آله وصحبه أجمعين، الشكر الدائم لله وحده المعبود الذي لا يحمد على مكروه سواه، وكم دعوتك ربي فاستجبت لدعواتي، وكم رجوتك فكن لي خير عون فنعم المولى أنت ونعم الوكيل.

شكري وتقديري للدكتور الفاضل، والأنسان الخلوق، الذي قلما تجد له مثيل، قامة علمية بارزة، فقد وقف معي وقفة الأخ لأخيه غير مبالي لأي اعتبارات أخرى، فوجدت فيه من العطاء العلمي اللامحدود، والكرم والجود ما لم أجده في أحد طيلة حياتي، الدكتور **محمود الصديق التواتي.**

كما أتقدم بشكري واحترامي إلى كل أخوتي وأصدقائي الذين رافقوني طوال فترة دراستي، ولوقوفهم معي كل حسب قدرته، وأخص بالذكر الصديق الودود **يوسف مصطفى هلال** والصديق **محمد زيدان عبدالله** والصديق **نضال عمر مازق** الذين كانوا بالنسبة لي أخوة لم تلدهم أمي.

كما لا يفوتني أن اتوجه بالشكر والتقدير إلى جامعة عمر المختار بمدينة البيضاء عامة وإلى قسم الدراسات العليا من أعضاء هيئة تدريس وطلبة خاصة، رافقتهم خلال سنوات الدراسة، وكانوا دائماً من الداعمين لي.

والحمد لله والصلاة والسلام على رسول الله ... والله ولي التوفيق

الباحث

قائمة المحتويات

الترقيم	الموضوع	الصفحة
أ	الآية القرآنية	أ
ب	الإهداء	ب
ج	الشكر والتقدير	ج
د	قائمة المحتويات	د
ح	قائمة الجداول	ح
ك	قائمة الأشكال	ك
ع	المستخلص	ن
الإطار النظري		
1	المقدمة	1
2	منطقة الدراسة	1
3	أسباب اختيار موضوع الدراسة	3
4	مشكلة الدراسة	3
5	تساؤلات الدراسة	4
6	أهداف الدراسة	4
7	أهمية الدراسة	4
8	المنهجية المتبعة في الدراسة	5
9	الوسائل المستخدمة في الدراسة	5
10	طرق جمع المعلومات	6
11	مراحل الدراسة	7
12	الدراسات السابقة	7
الفصل الأول: الخصائص الجغرافية العامة لمنطقة الدراسة		
-	مقدمة	14
-	أولاً: الخصائص الجيولوجية	14
-	التاريخ الجيولوجي للجبل الاخضر	14

-	التكوينات الجيولوجية السطحية لحوض وادي المعلق	17
-	التراكيب الجيولوجية	24
-	الخصائص الطبوغرافية لمنطقة الدراسة	29
-	ثانياً: الخصائص المناخية	31
1	درجات الحرارة	32
2	الضغط الجوي	34
3	اتجاها الرياح	36
4	الأمطار	37
5	الرطوبة النسبية	42
6	التبخر	43
-	ثالثاً: النبات الطبيعي	45
-	رابعاً: التربة	51
الفصل الثاني: الخصائص المورفومترية لحوض وادي المعلق		
-	مقدمة	54
-	أولا: الخصائص المساحية لأحواض الأودية الفرعية	55
-	ثانياً: الخصائص الشكلية لأحواض الأودية الفرعية	63
-	ثالثاً: الخصائص التضاريسية لأحواض الأودية الفرعية	72
-	المنحنى الهبسومتري	82
-	المقاطع الطولية والعرضية لأحواض الأودية الفرعية	84
-	رابعاً: خصائص شبكات التصريف لأحواض الأودية الفرعية	89
-	خامساً: أنماط التصريف	117
الفصل الثالث: الأشكال الأرضية		
-	مقدمة	120
-	أولاً: الأشكال المترتبة عن النحت النهري	120
1	المسيلات الجبلية	120
2	المنعطفات والالتواءات النهرية	121

3	الخوانق النهرية	122
4	الحفر الوعائية	123
-	ثانياً: التجوية والأشكال المرتبطة بها	124
1	السفوح والمنحدرات	125
2	الجروف الصخرية	127
3	الاخاديد	128
4	حزوز وحفر الاذابة	129
5	الكهوف	130
6	ظاهرة الطلاء أو الورنيش	132
7	تفلق الكتل الصخرية	133
8	التقشر والانفصال	134
9	التفكك الكتلي	135
10	التفكك الحبيبي	136
11	فعل الانسان والحيوان والنبات	137
12	الأشكال الارضية الكارستية	142
-	ثالثاً: حركة المواد	147
-	الحركة السريعة للمواد	147
1	تساقط الصخور	148
2	انزلاق الصخور	149
-	الحركة البطيئة للمواد	150
-	رابعاً: الأشكال المترتبة عن الارساب النهري	153
1	السهول الفيضية	153
2	رواسب قيعان الاودية	154
3	المصاطب النهرية الارسابية	156
-	رابعاً: أشكال أرضية ذات أصل تبخيري	157
1	التشققات الطينية	157

2	القشرات الجبسية	**159**
3	السبخة	**160**
-	خامساً: الخريطة الجيومورفولوجية	**163**
الفصل الرابع: الجيومورفولوجيا التطبيقية وأثر النشاط البشري على الأشكال الأرضية		
-	مقدمة	**165**
-	أولاً: مصادر المياه	**165**
1	الأمطار	**165**
2	الآبار	**166**
-	ثانياً: السدود والموارد المائية	**169**
-	السدود الحجرية	**179**
-	ثالثاً: المحاجر	**182**
1	محاجر الحجر الجيري	**183**
2	محاجر الكاولين	**191**
-	رابعاً: العبارات المائية	**185**
-	**الخاتمة**	**194**
-	أولاً: النتائج	**202**
-	ثانياً: التوصيات	**203**
-	المراجع	**204**
-	المستخلص باللغة الانجليزية	**215**

قائمة الجداول

الترقيم	الموضوع	الصفحة
	الفصل الأول: الخصائص الجغرافية العامة لمنطقة الدراسة	
1-1	العمود الطبقي	24
2-1	أعداد وأطوال واتجاهات الصدوع	26
3-1	أعداد وأطوال واتجاهات الشقوق والفواصل	28
4-1	المتوسطات الشهرية لدرجات الحرارة	32
5-1	المعدلات الفصلية لدرجات الحرارة	34
6-1	نسبة اتجاهات الرياح السائدة	35
7-1	متوسط سرعة الرياح	37
8-1	المتوسط الشهري لكمية الأمطار بمحطة أرصاد الفتائح	39
9-1	المتوسطات الفصلية وأكبر كمية أمطار بمحطة أرصاد الفتائح	40
10-1	المتوسطات الفصلية لعدد الأيام الممطرة بمحطة أرصاد الفتائح	41
11-1	المتوسط الشهري لكمية الأمطار بمحطة أرصاد مرتوبة	41
12-1	المتوسطات الفصلية وأكبر كمية أمطار بمحطة أرصاد مرتوبة	41
13-1	المتوسط الشهري لكمية الأمطار بمحطة أرصاد التميمي	42
14-1	المتوسطات الفصلية وأكبر كمية أمطار بمحطة أرصاد التميمي	42
15-1	المتوسط الشهري لنسبة الرطوبة النسبية بمحطة أرصاد الفتائح	43
16-1	المتوسط الشهري لكمية التبخر بمحطة أرصاد الفتائح	44
17-1	أنواع النباتات (اقليم البحر المتوسط)	46
18-1	أنواع النباتات (اقليم شبه الجاف)	47
	الفصل الثاني: الخصائص المورفومترية لحوض وادي المعلق	
1-2	الخصائص المساحية لأحواض الأودية من 170 كم^2- 50 كم^2	58
2-2	الخصائص المساحية لأحواض الأودية من 25 كم^2- 5 كم^2	58
3-2	الخصائص المساحية لأحواض الأودية من 5 كم^2- 1 كم^2	59
4-2	الخصائص المساحية لأحواض الأودية البينية أقل من 1 كم^2	60

5-2	الخصائص المساحية لأحواض الأودية بوادي المعلق	63
6-2	الخصائص المورفومترية لأشكال الأحواض من 170 كم²- 50 كم²	66
7-2	الخصائص المورفومترية لأشكال الأحواض من 25 كم²- 5 كم²	67
8-2	الخصائص المورفومترية لأشكال الأحواض من 5 كم²- 1 كم²	68
9-2	الخصائص المورفومترية لأشكال الأودية البينية أقل من 1 كم²	69
10-2	الخصائص المورفومترية لأشكال أحواض الأودية بوادي المعلق	72
11-2	الخصائص التضاريسية لأحواض الأودية من 170 كم²- 50 كم²	75
12-2	الخصائص التضاريسية لأحواض الأودية من 25 كم²- 5 كم²	76
13-2	الخصائص التضاريسية لأحواض الأودية من 5 كم²- 1 كم²	77
14-2	الخصائص التضاريسية لأحواض الأودية البينية أقل من 1 كم²	78
15-2	الخصائص التضاريسية لأحواض الأودية بوادي المعلق	81
16-2	قيم الارتفاعات والمساحات النسبية والحجوم لحوض وادي المعلق	83
17-2	أعداد المجاري لأحواض الأودية من 170 كم²- 50 كم²	91
18-2	أعداد المجاري لأحواض الأودية من 25 كم²- 5 كم²	92
19-2	أعداد المجاري لأحواض الأودية من 5 كم²- 1 كم²	93
20-2	أعداد المجاري لأحواض الأودية البينية أقل من 1 كم²	94
21-2	أعداد المجاري لأحواض الأودية بوادي المعلق	97
22-2	أطوال المجاري لأحواض الأودية من 170 كم²- 50 كم²	100
23-2	أطوال المجاري لأحواض الأودية من 25 كم²- 5 كم²	101
24-2	أطوال المجاري لأحواض الأودية من 5 كم²- 1 كم²	102
25-2	أطوال المجاري لأحواض الأودية البينية أقل من 1 كم²	103
26-2	أطوال المجاري لأحواض الأودية بوادي المعلق	106
27-2	نسبة التشعب للأحواض	108
28-2	كثافة التصريف النهري ومعدل بقاء المجاري للأحواض من 170 كم²- 50 كم²	111
29-2	كثافة التصريف النهري ومعدل بقاء المجاري للأحواض من 25 كم²- 5 كم²	112
30-2	كثافة التصريف النهري ومعدل بقاء المجاري للأحواض من 5 كم²- 1 كم²	113

31-2	كثافة التصريف النهري ومعدل بقاء المجاري لأحواض الأودية البينية أقل من 1 كم^2	114
32-2	كثافة التصريف النهري ومعدل بقاء المجاري لأحواض الأودية بوادي المعلق	117
الفصل الرابع: الجيومورفولوجيا التطبيقية وأثر النشاط البشري على الأشكال الأرضية		
1-4	الخصائص الهندسية للسدود الحجرية	179
2-4	المحاجر في حوض وادي المعلق	181
3-4	الموقع الفلكي والخصائص الهندسية لعبارة وادي لكنش	187
4-4	الموقع الفلكي والخصائص الهندسية لعبارة وادي الدوّاي	188
5-4	الموقع الفلكي والخصائص الهندسية لعبارة وادي سيدي بوعلي الفرجاني	189
6-4	الموقع الفلكي والخصائص الهندسية لعبارة وادي الهيشة	190
7-4	الموقع الفلكي والخصائص الهندسية لعبارة الحسي	193

قائمة الأشكال

الترقيم	الفصل الأول: الخصائص الطبيعية والمناخية لحوض وادي المعلق	الصفحة
إ-1	الموقع الجغرافي والفلكي لمنطقة الدراسة	2
1-1	الخريطة الجيولوجية لمنطقة الدراسة	17
2-1	تكوين البيضاء	19
3-1	تكوين الابرق	20
4-1	تكوين الفائدية	21
5-1	الرواسب الحصوية	22
6-1	رواسب وادي لكنش	23
7-1	تفتت الحجر الجيري المارلي	24
8-1	فاصل طولي بتكوين الابرق	28
9-1	خارطة توزيع الارتفاعات بحوض وادي المعلق	31
10-1	المتوسط الشهري لدرجات الحرارة بمحطة أرصاد الفتائح	34
11-1	اتجاهات الرياح السائدة	36
12-1	متوسط سرعة الرياح	37
13-1	أثر السيول المدمرة أسفل عبارة وادي الدوّاي	38
14-1	متوسط كمية الامطار بمحطة أرصاد الفتائح	39
15-1	الجريان السطحي بالقرب من عبارة الحسي	40
16-1	المتوسط الشهري للرطوبة النسبية بمحطة أرصاد الفتائح	43
17-1	المتوسط الشهري لكمية التبخر بمحطة أرصاد الفتائح	45
18-1	نبات السدر	48
29-1	نبات الزيتون البري	48
20-1	نبات الشبرق	49
21-1	نبات الزهيرة	49
22-1	نبات القميلة	50
23-1	نبات بصل فرعون	50

الفصل الثاني: الخصائص المورفومترية وشبكات التصريف لحوض وادي المعلق		
1-2	المنحنى الهبسومتري لحوض وادي المعلق	84
2-2	المقطع الطولي لحوض وادي مثاب	85
3-2	المقطع الطولي لحوض وادي الدواي	86
4-2	المقطع الطولي لحوض وادي ام العقارب	86
5-2	المقطع الطولي لوادي المعلق الرئيسي	87
6-2	المقاطع العرضية لأحواض الأودية	88
7-2	شبكة التصريف النهري	90
8-2	العلاقة بين الرتب وأعداد المجاري للأحواض من 170 كم² - 50 كم²	98
9-2	العلاقة بين الرتب وأعداد المجاري للأحواض من 25 كم² - 5 كم²	98
10-2	العلاقة بين الرتب وأعداد المجاري للأحواض من 5 كم² - 1 كم²	99
11-2	العلاقة بين الرتب وأعداد المجاري للأودية البينية الأقل من 1 كم²	99
الفصل الثالث: الأشكال الأرضية		
1-3	مسيلات جبلية	121
2-3	منعطف نهري	122
3-3	خانق نهري	123
4-3	حفر وعائية	124
5-3	خريطة توزيع الانحدارات لحوض وادي المعلق	126
6-3	خريطة اتجاهات السفوح لحوض وادي المعلق	126
7-3	جرف حائطي بوادي المعلق	127
8-3	اخدود عند مصب وادي المعلق	128
9-3	اخدود بجانب سد تعويقي منهار	129
10-3	حزوز وحفر الاذابة	130
11-3	كهف على الجانب الايمن لوادي الدواي	131
12-3	ظاهرة تكهف في حوض وادي الدواي	132
13-3	ظاهرة الطلاء	133

14-3	التفلق الصخري	134
15-3	القشر والانفصال بوادي الفاروخة	135
16-3	التفكك الكتلي	136
17-3	التفكك الحبيبي	137
18-3	أثر نشاط الحراثة على التجوية	138
19-3	أثر نشاط التحجير في عمليات الجوية	139
20-3	الأبل ودورها في التعرية من خلال الرعي بالأماكن العشبية	140
21-3	تداخل الاشنات عبر إحدى الحفر الصغيرة	141
22-3	أثر النبات في التجوية الميكانيكية	141
23-3	أثر حيوان الخلد في حفر الأرض	142
24-3	الدولينات	143
25-3	هوى بوطاجون	145
26-3	التشرشر الجيري	146
27-3	التيراروزا	147
28-3	تساقط الصخور من على إحدى الحافات	148
29-3	تساقط الصخور بالقرب من اللاجون	149
30-3	تساقط الكتل الصخرية	150
31-3	زحف التربة على جانبي طريق المسلقون - العزيات	151
32-3	انسياب المواد الطينية بمنطقة الحسي	152
33-3	زحف الصخور أسفل إحدى الحافات بحوض وادي المعلق	153
34-3	سهل فيضي بجانب وادي أم العقارب	154
35-3	رواسب حصوية	155
36-3	رواسب طينية	156
37-3	مصطبة ارسابية نهرية بحوض وادي الدوّاي	157
38-3	التشققات الطينية	158
39-3	طحالب على سطح التشققات الطينية	159

40-3	القشرات الجبسية	160
41-3	سبخة ملحية	161
42-3	اللاجون باتجاه الساحل ناظراً باتجاه الشمال	161
43-3	فرشة رملية تفصل اللاجون عن خط الساحل	162
44-3	خط الساحل	162
45-3	الخريطة الجيومورفولوجية	163
الفصل الرابع: الجيوموفولوجيا التطبيقية وأثر النشاط البشري على الأشكال الأرضية		
1-4	بئر الشوشان	168
2-4	بئر بكار بمنطقة لردام	168
3-4	جسم سد الدوّاي مكون من تلال الطين	170
4-4	منسوب مياه سد الدوّاي	170
5-4	سد الدوّاي من الجهة الغربية	171
6-4	تراجع منسوب مياه بحيرة الدوّاي	171
7-4	قياس بحيرة مثاب	172
8-4	اتجاه تصوير بحيرة مثاب من الجهة الشرقية	173
9-4	اتجاه تصوير بحيرة مثاب من الجهة الجنوبية	173
10-4	اتجاه تصوير بحيرة مثاب من الجهة الغربية	174
11-4	اتجاه تصوير بحيرة مثاب من الجهة الشمالية	174
12-4	بحيرة سد مثاب بتاريخ 2021/3/23 اتجاه التصوير غرباً	175
13-4	بحيرة سد مثاب بتاريخ 2021/3/23 اتجاه التصوير جنوباً	175
14-4	صورة جوية لبحيرة مثاب	176
15-4	جسم سد المعلق	177
16-4	منسوب مياه سد المعلق بتاريخ 2021/6/1	177
17-4	صورة جوية لسد المعلق	178
18-4	حفرة سيدي بوعلي الفرجاني	179
19-4	السد الحجري الأول	180

20-4	السد الحجري الثاني	180
21-4	محجر الحجر الجيري (سيدي بوعلي الفرجاني)	182
22-4	موضع محجر سيدي بوعلي الفرجاني	183
23-4	منسوب مادة الكاولين بداخل عبارة سيدي بوعلي الفرجاني	184
24-4	الآثار السلبية للمحاجر (محجر الهيشة)	185
25-4	عبارة وادي لكنش	186
26-4	عبارة صغيرة بوادي لكنش	187
27-4	عبارة وادي الدواي	188
28-4	عبارة سيدي بوعلي الفرجاني	189
29-4	عبارة وادي الهيشة	190
30-4	تأثر عبارة وادي الهيشة بفعل السيول الجارفة	191
31-4	عبارة الحسي	192
32-4	جريان السيول عبر عبارة الحسي	192
33-4	ارسابات حصوية بمجرى وادي الدواي	193

المستخلص

بعنوان: جيومورفولوجية حوض وادي المعلق - شرق الجبل الأخضر

دراسة في الجغرافيا الطبيعية

يقع حوض وادي المعلق في شمال شرق الجبل الأخضر، ويمتد بالقرب من منطقة الفائدية باتجاه الغرب ليقطع مسافة حوالى 109 كم ليصب في حوض البحر المتوسط بمنطقة الحسي، وهو بذلك يقع بين خطي طول ″15′58°21 و″25 ′05 °23 شرقاً و بين دائرتي عرض ″56 ′42 °32 و″40 ′22 °32 شمالاً، وتبلغ مساحته حوالي 752 كم²، ويبلغ أقصى ارتفاع له حوالي 831 م فوق مستوى سطح.

قسمت الدراسة إلى أربعة فصول، مسبوقة بالإطار النظري ومنتهية بالخاتمة التي شملت النتائج والتوصيات، وقد تضم الإطار النظري المقدمة والتعرف على منطقة الدراسة وأسباب اختيار موضوع الدراسة ومشكلة الدراسة وأهمية الدراسة والتساؤلات وأهداف الدراسة ومنهجية الدراسة والوسائل المستخدمة وطرق جمع المعلومات ومراحل الدراسة والدراسات السابقة.

تناول الفصل الأول التعرف على التاريخ الجيولوجي للمنطقة، والتكوينات السائدة التي انحصرت في الزمنين الثالث والرابع المتمثلة بتكوين البيضاء وتكوين الابرق وتكوين الفائدية و ارسابات الزمن الرابع، ثم تطرقت الدراسة دراسة التراكيب الجيولوجية كالصدوع والشقوق والفواصل ويعد الاتجاه السائد للصدوع والشقوق والفواصل هو الاتجاه شمال غرب – جنوب شرق، كما تناول هذا الفصل الخصائص الطبوغرافية للمنطقة، ودراسة أهم عناصر المناخ وهي درجات الحرارة والضغط الجوي واتجاهات الرياح والأمطار والرطوبة النسبية والتبخر.

شمل الفصل الثاني الخصائص المورفومترية لحوض الوادي، وتم تقسيم حوض الوادي إلى 110 حوضاً حسب المساحة إلى أحواض كبيرة من منها أحواض كبيرة (170 كم²- 50 كم²)، وأحواض متوسطة (25 كم²- 5 كم²)، وأحواض صغيرة، (5 كم²- 1 كم²) أودية بينية (أقل من 1 كم²)، وعلى هذا الأساس تم دراسة الخصائص الشكلية التضاريسية وشبكات التصريف لأحواض الأودية، وتحليل القطاعات الطولية والعرضية، وأنماط شبكات التصريف.

تناول الفصل الثالث الأشكال الأرضية المرتبطة بمنطقة الدراسة، وقسمت إلى الأشكال المترتبة الأشكال المترتبة عن النحت النهري التجوية والأشكال المرتبطة بها حركة المواد والأشكال المترتبة عن الارساب النهري و أشكال أرضية ذات أصل تبخيري.

خصص الفصل الرابع لدراسة الجيومورفولوجيا التطبيقية وأثر النشاط البشري على الأشكال الأرضية، حيث تناول هذا الفصل دراسة مصادر المياه كالأمطار والآبار والسدود المائية والمحاجر والعبارات.

أما الخاتمة فقد تناولت أهم النتائج التي توصلت إليها الدراسة مع تقديم بعض التوصيات والمقترحات المقدمة من الباحث والتي حاولت فيها جاهداً تقديم ما اراه مفيداً في دعم الدراسات الاقتصادية والبحثية وما يخدم خطط التنمية

1- المقدمة

تهتم الجيومورفولوجيا في الواقع بدراسة أشكال سطح الأرض من حيث توزيعها الجغرافي وخصائصها الشكلية والتركيبية ونشأتها وتطورها والأزمنة التي تكونت فيها، و تعد دراسة أحواض الأودية في البيئات الجافة وشبه الجافة من الدراسات المهمة في الجغرافيا، إذا ما ركزت هذه الدراسات على تحليل العمليات والعوامل الجيومورفولوجية المختلفة وارتباطها بالعوامل الطبيعية الأخرى، حيث يقع حوض وادي المعلق في معظمه ضمن الإقليم شبه الجاف، وما يجب الإشارة إليه هنا أن هذه الأحواض رغم كبر أبعادها، وتعدد مجاريها إلا أنها لا تجري فيها المياه سوى في أوقات معينة، فهي جافة في معظمها، وفي بعض الأحيان تمتلئ حتى تفيض، لذا كان لابد من الأخذ بعين الاعتبار بعض المعايير عند إنشاء المشروعات العمرانية والطرق بجوار هذه الأحواض (بحيري،1996،96)، ورغم أن هذه الأحواض تتصف بقلة أمطارها إلا أنه يمكن الاستفادة من كميات أمطارها القليلة من خلال إقامة بعض المشاريع الانشائية التي تعمل على تسخير الظروف الطبيعية لأحواض الأودية للاستفادة منها في المجالات الاقتصادية و التطبيقية.

قد حاول الباحث من خلال هذه الدراسة تفسير الخصائص الطبيعية والجيومورفولوجية المتنوعة حيث أن حوض وادي المعلق يقع على امتداد كبير عبر منطقة الجبل الأخضر، وقد أشارت نتائج الدراسات التي أجريت على هذه المنطقة إلى إمكانية الاستفادة من تلك الظروف الطبيعية حيث أن هذا الوادي يتخذ مكانة فريدة في منطقة الجبل الاخضر باتجاهه من ناحية الغرب إلى مصبه في البحر المتوسط ناحية الشرق.

قد تناولت هذا الدراسة المقدمة والإطار النظري والدراسات السابقة، ثم تطرقت إلى فصول الدراسة والمتمثلة في أربعة فصول؛ يشتمل الفصل الأول على دراسة الخصائص الجغرافية العامة لحوض وادي المعلق، كما تناول الفصل الثاني الخصائص المورفومترية، وركز الفصل الثالث الأشكال الأرضية المرتبطة بمنطقة الدراسة، وتناول الفصل الرابع الجيوموفولوجيا التطبيقية وأثر النشاط البشري على الأشكال الأرضية.

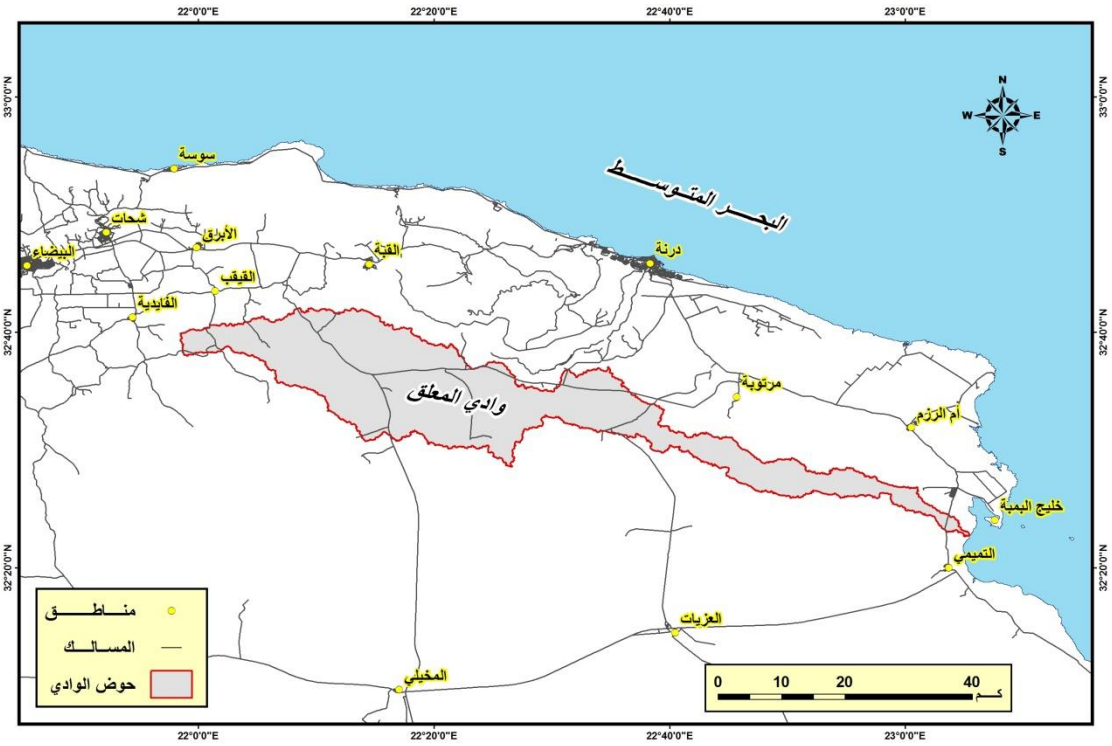
2- منطقة الدراسة :

يقع حوض وادي المعلق في شرق اقليم الجبل الأخضر الواقع شمال شرق ليبيا، ويمتد بالقرب من منطقة الفائدية في الغرب ثم يتجه إلى الشرق ليصب في حوض البحر المتوسط بمنطقة الحسي فيما بين التميمي وخليج البمبة، ويتوسط بموقعه وامتداده في شرق اقليم الجبل

الأخضر العديد من أحواض الأودية؛ فيحده حوض وادي درنه من جهة الشمال، وأحواض وادي الخليج والخبطة وأم الرزم من الجهة الشمالية الشرقية، وأحواض ووادي الرملة و الملم والتميمي من الناحية الجنوبية، وبهذا التحديد يقع في الموقع الفلكي التالي:

شرقاً	$23^{\circ}\ 05'\ 25''$	$21^{\circ}\ 58'\ 15''$
شمالاً	$32^{\circ}\ 22'\ 40''$	$32^{\circ}\ 42'\ 56''$

يقطع حوض الوادي مسافة حوالي **109**كم، ويبلغ أقصي عرض للحوض بكامله حوالي **20**كم، ومن خلال تقسيم حوض وادي المعلق إلى أحواض رئيسية وثانوية، بلغ طول حوض وادي الدوّاي **38**كم، في حين أن أكثرها عرضاً، حوض وادي أم وثاب **5.6**كم، والمساحة الاجمالية لأحواض الأودية تبلغ حوالي **752**كم² بمتوسط عام **6.84** كم²، ويمثل حوض وادي مثاب المساحة الأكبر حيث تصل مساحته إلى **169.63**كم.



المصدر: من إعداد الباحث باستخدام المرئية الفضائية.

شكل (إ –1) الموقع الجغرافي والفلكي لمنطقة الدراسة

3- أسباب اختيار موضوع الدراسة :

- يعتبر حوض وادي المعلق أكبر وأهم الأحواض في شرق اقليم الجبل الأخضر، ويتميز بامتداده الفريد من ناحية الغرب إلى ناحية الشرق.
- تتميز منطقة الدراسة بالتنوع في الأشكال التضاريسية والظروف الطبيعية مما ولد لدى الباحث رغبة للوصول إلى نتائج جديدة يمكن الاستفادة منها.
- استكمالاً للدراسات السابقة، ومع توفر العديد من الدراسات الجغرافية والكارتوغرافية وما نتج عنها من خرائط ترجع إلى حقبة الستينيات والتسعينيات والثمانينيات وما تشهده المنطقة من تغيرات كبيرة في عدد السكان وظهور المناطق السكنية والنشاطات الرعوية وقيام بعض المشاريع بالقرب منها الأمر الذي حفز الباحث على تقديم دراسة حول طبيعة أشكال سطح الأرض وتطورها حيث تتميز المنطقة بأشكال جيومورفولوجية فريدة تستدعي دراستها للتعريف بالمنطقة وامكانية استثمارها في الأغراض الاقتصادية المختلفة.
- مرور منطقة الدراسة بطرق المواصلات التي تصل بين مناطق متعددة في شرق اقليم الجبل الأخضر، وتربط بين تجمعات سكانية هامة في شرق الاقليم، بالإضافة إلى وجود شبكة طرق ساهمت في الوصول إلى قطاعات مختلفة من منطقة الدراسة .

4- مشكلة الدراسة:

رغم أن هناك الكثير من الدراسات التي أجريت على حوض وادي المعلق، إلا أن تركيزها أنصب على الدراسات الهيدرولوجية ودراسات التربة والدراسات الجيولوجية، ونظراً للأثر البنيوي لحوض وادي المعلق وتعدد وتظافر العمليات والعوامل الجيومورفولوجية المختلفة في ظروف مناخية وجيولوجية سابقة يبدو أنها ساهمت في ظهور المظهر التضاريسي العام لحوض الوادي، وبهذا فقد جاءت مشكلة الدراسة من خلال معرفة الخصائص الجيولوجية والتضاريسية والمُناخية السائدة بالمنطقة وما مدى تأثير تلك الخصائص في رسم الملامح الجيومورفولوجية لحوض الوادي، من خلال استخدام التقنيات الحديثة، مثل برنامج نظم المعلومات الجغرافية (GIS) والاستشعار عن بعد، إضافة إلى الدراسات الحقلية، بغرض الحصول على قاعدة بيانات جغرافية، وإنشاء خرائط لشبكات التصريف للأحواض الرئيسة والثانوية لحوض وادي المعلق.

5- تساؤلات الدراسة:

لقد جاءت تساؤلات الدراسة على النحو التالي :

- ما هي الخصائص الليثولوجية والتراكيب الجيولوجية السائدة بمنطقة الدراسة؟
- ما هي الخصائص المناخية التي يتميز بها حوض وادي المعلق؟
- ما هي الخصائص المساحية والشكلية والتضاريسية ؟ وما نوع شبكة التصريف التي تتميز بها أحواض الأودية بمنطقة الدراسة؟
- ما هي الأشكال الجيومورفولوجية السائدة بالمنطقة؟
- ما مدى تأثير النشاط البشري على الأشكال الأرضية بحوض وادي المعلق؟

6- أهداف الدراسة :

يمكن تحديد أهداف الدراسة فيما يلي :

- دراسة الخصائص الطبيعية لحوض وادي المعلق.
- التعرف على الأشكال الجيومورفولوجية ورسم خريطة للحوض للاستفادة منها في الدراسات التطبيقية.
- دراسة الخصائص المورفومترية لأحواض الأودية وقياس أبعادها.
- محاولة التوصل إلى نتائج يمكن الاستفادة منها فيما يتعلق بكمية المياه التي تجري في حوض الوادي اثناء هطول الأمطار.
- التعرف على الأنشطة البشرية بمنطقة الدراسة ومدى تأثيرها على الأشكال الارضية.

7- أهمية الدراسة :

تظهر أهمية دراسة حوض وادي المعلق من خلال ما يميز هذا الحوض من خصائص جيومورفولوجية وهيدرولوجية، حيث يمكن الاستفادة من الملامح الجيومورفولوجية العامة لشكل حوض الوادي في استغلال كميات الأمطار بحسب الاحتياجات المطلوبة بالمنطقة، كما يمكن تسخير النتائج التي توصلت إليها الدراسة في خدمة المشروعات الإنشائية والهندسية.

8- <u>المنهجية المتبعة في الدراسة</u> :

تعتمد الدراسة على ما يلي :

1المنهج الوصفي Descriptive Method تم استخدام هذا المنهج من خلال وصف المظاهر المورفولوجية، والأشكال الجيوموفولوجيا، والخصائص المناخية، وصفاً دقيقاً كما هو عليه، من خلال المشاهدات الميدانية أو من خلال الخرائط والمرئيات الفضائية.

2 المنهج التحليلي Quantitative Method حيث تم تحليل البيانات المتحصل عليها من خلال الزيارات الميدانية إضافة إلى تحليل البيانات المناخية، وتحليل الخرائط والمرئيات الفضائية، وإعداد خريطة لشبكات التصريف ودراسة خصائص الحوض المورفومترية، وأنماط شبكات التصريف، والتعرف على الأشكال التضاريسية المختلفة.

9- <u>الوسائل المستخدمة في الدراسة</u> :

لقد اعتمدت هذه الدراسة على العديد من الوسائل والطرق والتقنيات الحديثة والتي يمكن إيجازها على النحو التالي:-

1- الدراسات الحقلية: من خلال المسح الميداني للمنطقة للتعرف على الأشكال الجيومورفولوجية والنباتات الطبيعة، وكذلك نوع التربة والظروف المحلية السائدة.

2- الوسائل الفنية : وتتمثل هذه الوسائل في الآتي:-

أ- برنامج الاستشعار عن بعد Remote Sensing

- تم استخدام الاستشعار عن بعد في تحليل المرئيات الفضائية لاستخلاص الخرائط.

ب- برنامج نظم المعلومات الجغرافية :Geographical Information Systems

وتم استخدام برنامج Arc Gis 10.8 لرسم وتحليل الخرائط بالطرق التالية:

- إنشاء قاعدة بيانات جغرافية Geodatabase من نافذة Arc catalog .
- رسم الظاهرات الجغرافية من الخرائط الجيولوجية والطبوغرافية والصور الفضائية.
- تحليل نموذج الارتفاعات الرقمية DEM من خلال نافذة Arc Tool box والذي تظهر أهميته في معالجة البيانات الجغرافية، والانحدارات واتجاهاتها.

جـ - برنامج Global mapper:

هو أحد تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية المختصة في معالجة البيانات ويمتاز بسهولة استخدامه مع إمكانية الوصول إلى مجموعة متنوعة من البيانات، وتم استخدامه في رسم القطاعات الطولية والعرضية للأودية.

د - برنامج جوجل إرث Google Earth:

تم الاعتماد على هذا لبرنامج للتعرف على الظاهرات الطبيعية والبشرية والجيومورفولوجية الدقيقة.

هـ - البرامج الإحصائية:

تم استخدام برنامج **Microsoft Excel 2010** لتحليل البيانات المناخية، من متوسطات لدرجات الحرارة والرطوبة النسبية والتبخر والرياح، وكذلك في استخراج نتائج القياسات المورفومترية.

10- <u>طرق جمع المعلومات</u>:

1- مراجعة ودراسة المصادر العربية والأجنبية التي تهتم بالجيومورفولوجيا بصورة عامة والأراضي شبه الجافة بصورة خاصة.

2- الحصول على الخرائط الطبوغرافية مقياس رسم 1:50000 (لوحة الفائدية، لوحة القيقب، لوحة بير المعاصر، لوحة مرتوبة، لوحة درنة، لوحة حقفة الزياتين) ومرئيات فضائية LANDSAT 8.

3- استخدام نظم المعلومات الجغرافية من خلال نموذج DEM، وبرنامج arcmap 10.8 ، وبرنامج Global Mapper 11.1 ، إضافة إلى البيانات المناخية من محطات الأرصاد الجوية.

11- مراحل الدراسة :

المرحلة الأولى : (المرحلة التحضيرية)

اشتملت على تحديد منطقة الدراسة ثم الاطلاع على الكتب والمراجع العربية والأجنبية، وجمع الدراسات السابقة والأبحاث وتحضير الخرائط الطبوغرافية والجيولوجية والمرئيات الفضائية، وجمع البيانات المناخية من محطات الأرصاد الجوية الخاصة بمنطقة الدراسة.

المرحلة الثانية :(العمل الميداني)

تتمثل في عملية المسح الجيومورفولوجي والتحقق من الأشكال الجيومورفولوجية على أرض الواقع، وإجراء قياسات مورفومترية اعتماداً على برنامج ArcGIS، لإجراء التحليلات المورفومترية، إضافة إلى التقاط الصور الفوتوغرافية لبعض الظاهرات الطبيعية بمنطقة الدراسة.

المرحلة الثالثة : (المرحلة النهائية)

وهي مرحلة انتاج الخرائط عن طريق برنامج arcmap 10.8 وترتيب الفصول وكتابة وتحليل النتائج من خلال البيانات المتحصل عليها من مصادر مكتوبة وصور وخرائط، واتمام مرحلة كتابة البحث واظهار النتائج النهائية.

12- الدراسات السابقة :

أولاً: الدراسات الاقليمية :

دراسة . جودة حسنين جودة سنة 1988 والتي جاءت في البحث التاسع من كتابه **الجغرافيا الطبيعية لصحارى العالم العربي**، حول حوض وادي القطارة والذي تناول فيها الموقع والبناء الجيولوجي والظواهر التكتونية وجيومورفولوجية الحوض، وأوضحت الدراسة أهمية هذا الوادي إذ يعتبر أطول الأودية التي تنصرف نحو الغرب، وأحد واديين ينجحان في عبور سهل بنغازي وينصرفان إلى البحر (الوادي الثاني وادي السلايب) ونظراً لشهرة الوادي بفيضاناته الخطرة تم إنشاء سدين أحدهما رئيسي عند موقع بوسديرة والأخر ثانوي عند موقع بئر بوليات.

ثانياً: الدراسات الجيولوجية :

دراسة . مركز البحوث الصناعية، 1974، هي عبارة عن خرائط جيولوجية بمقياس رسم 1:250.000 مع كتيب تفسيري باللغة الانجليزية تناولت جيولوجية المنطقة وبينت بوضوح تكوين الاوليجوسين والميوسين الأدنى والمتمثل في تكوين البيضاء والأبرق وتكوين الفائدية، إضافة إلى ارسابات الزمن الرابع.

ثالثاً: الدراسات الهيدرولوجية:

- دراسة. محمد غازي الحنفي، التي نشرت بمجلة المختار للعلوم الانسانية بتاريخ 2005/12/7 بعنوان **الحوض المائي للجبل الاخضر في ليبيا،** والتي بينت أن مياه حوض الجبل الأخضر تنقسم إلى حوضين صرف مائيين رئيسيين، إحداهما خارجي الصرف ويتمثل بالسفوح الشرقية والشمالية والشمالية الغربية والذي تنحدر مياهه عبر الأودية ناحية البحر دون الاستفادة منها، ويمثل 40% من مساحة الحوض الكلية، والآخر داخلي الصرف ويمثل 60% من مساحة الحوض الكلية ويتمثل بالسفوح الجنوبية ناحية الصحراء عبر الأودية مكونة تجمعات للمياه عند استواء الأرض والتي تعرف باسم (السبخات) والتي يفقد جزء كبير منها بالتبخر.

- دراسة. محمد غازي الحنفي ومحمود الصديق التواتي ،**بعنوان امكانية تحويل بحيرة مياه حفرة بوعلي الفرجاني إلى بحيرة مائية دائمة دراسة مائية تطبيقية في موسم أمطار 2013- 2014،** وهي حفرة اصطناعية تقع في القطاع الأعلى من منطقة الدراسة أنشئت منذ فترة الثمانينات من القرن الماضي، فقد استخدمت رواسب الحصى والطمي لرصف طريق المخيلي، تبلغ مساحة سطحها حوالي 20.000 م²، تتجمع فيها مياه السيول المنحدرة مكونة بحيرة وتستمد البركة مياهها من السيول المنحدرة من أحد روافد وادي المعلق في قطاعه الأعلى.
- دراسة محمد غازي الحنفي ومحمود الصديق التواتي، **بعنوان امكانية تحويل بحيرة مياه سد المحجة إلى مسطح مائي دائم ،دراسة مائية تطبيقية في موسم أمطار 2013-2014،** ويقع سد المحجة في اعالي وادي الرملة في جنوب قرية اشنيشن التابعة لمنطقة الفائدية، والتي أنشئت في الثمانينيات من القرن الماضي إلا ان السد لم يؤد دوره المقام لأجله حيث تبتلع البالوعات كمية كبيرة من المياه التي تتجمع من سيل الوادي، حيث لا

تدوم مياه البحيرة لأكثر من 200 يوم، وقد توصلت الدراسة إلى نتيجة مفادها أنه يمكن إدارة المياه بحيث لا يزيد الفاقد عن 0.5 سم/ يوم، وبهذا يمكن ضمان بقاء المياه لمدة تزيد عن سنتين إذا ما عُنيت بالاهتمام من السلطات المعنية.

- دراسة محمد غازي الحنفي ومحمود الصديق التواتي ، **بعنوان امكانية تحويل بحيرة مياه سد وادي الدوّاي المؤقتة إلى مسطح مائي دائم في جنوب شرق الجبل الأخضر، دراسة مائية تطبيقية في موسم أمطار 2013- 2014،** وأنشئ هذا السد على وادي الدوّاي بطول 200 متراً وارتفاع يبلغ حوالي 12متراً في ثمانينيات القرن الماضي، والذي يعد الرافد العلوي لوادي المعلق، ويعترض السد مياه سيل وادي الدوّاي ليكون بحيرة مساحتها 15000م^2 وبسعة 615000 م^3، وأثبتت الزيارات الميدانية أن البحيرة قد تمتلئ بالمياه في فصل الصيف أو الخريف أو الشتاء أو في الربيع، إلا أنه لا يمكن الاستفادة من هذه المياه إلا في ستة أشهر فقط من شهور السنة، وبهذا لا تخدم الجانب الرعوي بالشكل المطلوب نظراً لوجود فاقد كبير للمياه بسبب وجود ثلاث بالوعات كارستية في قاع البحيرة.

ولهذا السبب خرجت الدراسة بتوصيات تؤكد على ضرورة إصلاح عيوب تلك البحيرة المتمثلة بوجود ثلاث بالوعات لكي يمكن جعل هذه البحيرة بحيرة دائمة يمكن الاستفادة منها.

رابعاً: الدراسات الجيومورفولوجية:

- دراسة. سميح أحمد عودة المنشورة بالنشرة الدورية للبحوث الجغرافية بقسم الجغرافيا بجامعة الكويت عام 1984 بعنوان **جيومورفولوجية الهوات بالجبل الأخضر،** وكانت أبرز نتائج الدراسة إن الهوات بمنطقة الجبل الأخضر من هوات الانهيارات ويرجع ذلك إلى طول عمر زمن الإذابة، كما اثبتت الدراسة على وجود علاقة وثيقة بين الخصائص المورفومترية للهوة والأسباب التي أدت إلى وجودها ،كما أن هذه الهوات ساعدت على وجود بعض الأشكال الكارستية مثل السطوح الخشنة والكهوف والاودية، كما اوضحت الدراسة أهمية الهوات الاقتصادية إذ أن الكثير من الارضي الزراعية قامت فوق الهوات القديمة الملتحمة كما هو الحال في حوض المرج.
- دراسة. محمد علي عبدالرحيم العرفي سنة 1990بعنوان **توزيع المدرجات الساحلية وأصلها في المنطقة الممتدة بين سوسة وكرسة بالجبل الأخضر،** وتناولت هذه الدراسة

تحديد مواقع المدرجات الساحلية وأرتفاعاتها فوق مستوى سطح البحر وتوصل الباحث من خلال دراسة الكالكرنيت (**احدى ارسابات الزمن الرابع**) وإجراء العديد من الاختبارات المعملية لهذه الارسابات إلى وجود أصل بحري لهذه الارسابات من خلال المادة اللاحمة الموجودة بالمدرجات الواقعة على الارتفاعات الاقل من 200 متر فوق مستوى سطح البحر.

- دراسة محمد غازي الحنفي ومحمود الصديق التواتي، بحث مقدم للمشاركة للملتقى الحادي عشر لجمعية الجعرافيين الليبيين المنعقد بجامعة عمر المختار(9 – 4/11/ 2007) بعنوان **حوض وادي تناملو عامل نحت في البيئة شبه الجافة وعامل ارساب في البيئة الجافة من السفح الجنوبي للجبل الأخضر**، ويتميز هذا الحوض بتعدد الخصائص الطبيعية والجيومورفولوجية، فهو يصل بين منطقة شبه جافة في الشمال ومنطقة جافة في الجنوب ، إضافة إلى أن هذا الحوض يتميز بالاتساع من الجهة العليا، ويضيق ويختنق بمنطقة الوسط، ثم يتسع في نهايته ناحية الجنوب، وعلى هذا الاساس قام الباحثان بتقسيم حوض الوادي إلى حوضين متساويين، واعتبر الحوض الاعلى منطقة نحت، والحوض الاسفل منطقة ارساب.
- دراسة. محمود علي المبروك سنة 2013 بعنوان، **هضبة الدفنة في شمال شرق ليبيا،** وتمتد هضبة الدفنة من مصب وادي أم الشاوش إلى بئر الرملة عند الحدود المصرية ناحية الشرق لمسافة 130 كم وبلغت مساحة منطقة الدراسة حوالي، 5638كم² وأشتهرت هذه المنطقة بوجود الحافات وما يرتبط بها من مجاري الأودية وشبكات التصريف والمنطقة الساحلية، إضافة إلى الجروف الخلجان البحرية والكثبان الرملية، وتعد الجروف البحرية من أوضح الملامح الجيومورفولوجية الساحلية وتغطي ما نسبته 66% من جملة المناطق الساحلية، والتي ينتشر في أغلبها ظاهرة السقوط والانزلاقات الصخرية.

ومن خلال الدراسة المورفومترية لمنطقة الدراسة اتضح انها تميل إلى الاستطالة ،وتنخفض بها نسبة التضرس في المجمل وترتفع في الاحواض صغيرة المساحة ،قصيرة الطول وهي شديدة الانحدار، ويعتبر النمط الشجري هو النمط السائد والأكثر انتشاراً بمنطقة الدراسة.

- دراسة. فجرية عثمان عبدالعالي سنة 2016، والتي تناولت **التحليل الموفومتري لبعض أودية الجبل الاخضر في المنطقة الممتدة من درنه إلى سوسة (المهبول – الاثرون –**

بن جبارة) واستخرجت هذه الدراسة الخصائص الموفومترية الشكلية والتضاريسية والمساحية ،وبينت أن المساحة الكلية لهذه الأحواض بلغت 117.02كم² ويمثل منها وادي المهبول 51.6 % من المساحة الكلية، وقد خرجت تلك الدراسة بعدة نتائج اهمها أن هناك تباين في أحواض تلك المنطقة يرجع إلى تأثرها بالمنحدرات الشمالية للجبل الأخضر والمرتبطة بالحافات والمدرجات، إضافة إلى أن هناك تباين في أعداد المجاري وكثافتها يعود إلى الخصائص الجيولوجية للمنطقة وما حدث من عمليات غمر وانحسار خلال الزمن الرابع.

- دراسة. منير صالح سعد الرابحي سنة 2017 بعنوان **تقييم سد وادي زازا دراسة للعوامل الجيوموفولوجية المؤثرة في اختيار موقع السدود،** ويقع هذا الوادي في شمال شرق ليبيا في الجزء الغربي من الجبل الأخضر ويبدأ من منطقة جردس العبيد ليصب في الساحل بين منطقتي برسس والمبني، ويمر بثلاث نطاقات تضاريسية مختلفة في الظروف الطبيعية قاطعاً بذلك مسافة 65.6 كم، وقد تبين من الدراسة أن موقع السد غير مناسب من الناحية الجيولوجية حيث يسود تكوين درنه الذي ترتفع فيه معدلات النفاذية ،كما تكثر الصدوع والفواصل التي أثرت على مخزون بحيرة السد، كما أن لوجود تكوين البنية والذي ينتشر في منطقة المصب والذي تنخفض فيه معدلات النفاذية؛ كل ذلك ادى إلى جريان سطحي هدد منطقة سيلينة، إلا أن انشاء السد على وادي زازا قلل من حدوث تهديدات مخاطر الفيضانات على من منطقتي برسس والمبنى.
- دراسة. محمود الصديق التواتي سنة 2020 بعنوان **التحليل المورفومتري لأودية بلطة الرملة في جنوب الجبل الأخضر باستخدام تقنيات GIS** والتي تصنف ضمن الأحواض الجافة وشبه الجافة على السفح الجنوبي من الحبل الأخضر، وأوضحت الدراسة بأن الحوض يشعل مساحة تبلغ 1927كم²،موزعة على خمس أودية رئيسية وهي **(وادي الرملة، ووادي القوس، ووادي بالعطر، ووادي الخريف، ووادي القرنة)** وقد أعتمد الباحث في هذه الدراسة المنهج الكمي، وتوصلت الدراسة إلى العديد من النتائج من خلال استخراج القياسات المورفومترية، وتبين أن حوض بلطة الرملة يتطور في قطاعاته فيشكل حوض النحت ما نسبته 80% بينما يشكل حوض الارساب نسبة 20% مما يعطي مؤشر على أن حوض التصريف يمر بمرحلة النضج.

خامساً: الدراسات المناخية:

دراسة. محمود سعد ابراهيم، **اتجاهات التغير العام في كميات الأمطار وأثرها في التصحر في شرق الجبل الأخضر** للعام 2009 – 2010 حيث أثبتت نتائج هذه الدراسة إن هذا الاتجاهات تميل إلى التناقص في أغلب المحطات المشمولة بالدراسة وهذه المحطات هي محطة (شحات – الفائدية – القيقب – القبة – الفتائح – مرتوبة- أم الرزم – التميمي) وفيما يتعلق بفترات الرطوبة فنتيجة لتذبذب كميات الأمطار السنوية ازدادت عن الخط العام فيما يعرف بفترات الرطوبة وقد تتناقص عن الخط العام احياناً اخرى وهو ما يعرف بفترات الجفاف.

سادساً: الدراسات البيئية:

دراسة. محمود سعد ابراهيم بعنوان **تراجع مساحة الغطاء النباتي الطبيعي في جنوب شرق الجبل الأخضر** للعام 2009 – 2010 والتي صنفت الغطاء النباتي الطبيعي بمنطقة الدراسة إلى نباتات معمرة (مستديمة) وحولية (موسمية) وقد شملت هذه الدراسة 80 نوعاً من النباتات الطبيعية منها 39 نباتاً حولياً 41 نباتاً معمراً.

كما بينت الدراسة الأسباب التي أدت إلى تراجع الغطاء النباتي والتي تمثلت في التوسع العمراني والتوسع الزراعي والرعي الجائر والتحطيب والقطع وانتشار المحاجر والكسارات وتذبذب الأمطار.

الفصل الأول

الخصائص الجغرافية العامة لحوض وادي المعلق

- **مقدمة**

أولاً: الخصائص الجيولوجية.

- **التاريخ الجيولوجي.**
- **التكوينات الجيولوجية.**
- **التراكيب الجيولوجية.**
- **الخصائص الطبوغرافية.**

ثانياً: الخصائص المناخية

ثالثاً: النبات الطبيعي

رابعاً: التربة

مقدمة

تعد الخصائص الطبيعية عامل رئيس ومؤثر في تكوين أشكال سطح الأرض، حيث أن التكوينات الصخرية وما يتبعها من تباين وتنوع في الخصائص الطبيعية والكيميائية وطبيعة التكوينات الجيولوجية ومدى تأثرها بالعمليات الخارجية كالمناخ والمتمثلة في التجوية Weathering والتعرية Erosion والنقل والارساب والطبوغرافية، فجميع هذه العوامل تؤثر مجتمعة في تكوين أشكال السطح، إذ أن أشكال السطح لأي منطقة تتأثر بفعل عمليات التجوية مع الخصائص الليثولوجية للصخور.

أولاً: الخصائص الجيولوجية Geological features

التاريخ الجيولوجي للجبل الأخضر:

الجبل الأخضر في الزمن الثاني : يمكن الإشارة إلى عاملين أثرا في تطور شمال ليبيا عموماً والجبل الأخضر بصورة خاصة، وهما وجود بحر تيثس Tethys في الشمال والذي كان مصدر طغيان بحري مستمر، والصفيحة البرقاوية وهي الكتلة القديمة الواقعة على الأطراف الشمالية للصفيحة الافريقية والتي نتج عن تحرها مع الصفيحة الأوربية العديد من الأحداث الجيولوجية الهامة مثل الحركة الالبية في شمال هذه الصفيحة وتكون حوض ترسيب الجبل الأخضر، حيث تحددت معالمه بشكل واضح خلال العصر الجوراسي، ومع مرور الوقت أصبح الحوض أكثر ضحولة بزيادة عملية الترسيب، وهذه الضحولة تمثل بداية العمليات التكتونية للعصر الكريتاسي (El Hwat A.S and Shelamani M.A(1993),17)، فقد كانت منطقة الجبل الأخضر حتى بداية الزمن الثاني حوض بحري جزء من بحر تيثس، ففي العصر الترياسي كانت المنطقة بيئة بحرية يمكن التعرف على بعض ارساباتها من خلال عمليات الحفر والتنقيب عن البترول، وفي العصر الجوراسي تعرضت أرض برقة للهبوط مما أدى إلى تقدم البحر وترسب على أثر ذلك ارسابات ضحلة وشاطئية أما في العصر الكريتاسي حدثت حركة هبوط شديدة تطورت إلى حوض ارسابي تميزت فيه البيئة بين الضحلة والشاطئية، وحدوث حركة تقوس أولية وهذه الحركة هي التي شكلت نواة الجبل الأخضر الأولى، كما تعرض جزؤه الأوسط إلى عملية تعرية شديدة، بينما ظل الارساب البحري مستمر في المنطقة الشمالية (الدالي،2007، 37).

الجبل الأخضر في الزمن الثالث: مع بداية الزمن الثالث، وتحديداً في **عصر الباليوسين** حدث تقدم للبحر وزيادة في حركة الرفع للجبل الأخضر وكانت نتيجة لهذا الحركة الأثر الواضح في اضطراب نظام التصريف المائي وظهور المنعطفات في المجاري المائية (جودة،1975،148)، كما تطورت الأحواض الرسوبية في الناحية الجنوبية للجبل وساد انتشار رسوبيات المتبخرات، أما في المنحدرات الشمالية فقد انتشرت بها رسوبيات بحرية عميقة.

في عصر الايوسين بدأ جزء من الجبل الأخضر بالظهور فوق سطح الماء أثناء الحركة التكتونية البرقاوية، وتراكمت في جنوب الجبل ارسابات الزمن الثالث والتي تسود بها صخور المتبخرات في المواضع الضحلة، وسادت في المناطق الواقعة في الشمال من مرتفع الجبل الأخضر صخور البيئات العميقة، كما برز حديثاً جردس العبيد والمجاهير خلال الايوسين.

وسادت البيئة البحرية العميقة من الباليوسين حتى نهاية الأيوسين وذلك لاستمرار هبوط قاع البحر، وحدثت عمليات غمر كبيرة خلال الأيوسين الأعلى نتيجة زيادة في الهبوط خلال الايوسين الأوسط، وظلت الأجزاء الجنوبية أراضي جافة، ومع تعاقب عمليات طغيان البحر غمرت ارسابات الأيوسن جميع التكوينات السابقة لها، ومع تتابع عمليات الرفع حدث انزلاق للارسابات في المناطق الضحلة نحو المياه العميقة حدث على إثره التداخل المعروف بين تكويني درنه وابولونيا، وفي نهاية الايوسين حدث عملية رفع ضخمة ظهر من خلالها مساحات واسعة من الجبل الأخضر وتراجع بحر تيثس نحو الشمال. (Barr,F.T,and Weeger A.A1972.130).

في عصر الأوليجوسين والذي تعود إليه التكوينات الجيولوجية المكشوفة في حوض وادي المعلق، فقد حدث تقدم البحر ليغطي مساحات واسعة من الجبل الأخضر، فتراكمت ارسابات عضو شحات المارلي والعضو الجيري الطحلبي لتكوين البيضاء، كما حدث تراجع تكتوني للبحر نتج عنه سطح تعرية عند قمة تكوين البيضاء الذي عاصر الهبوط العالمي لمستوى سطح البحر في أواخر الاوليجوسين. (Barr,F.T,and Weeger A.A1972.132).

في بداية عصر الميوسين ظهر محدب الجبل الأخضر في مجموعة من الجزر المرتفعة، ففي أواخر الاوليجوسين وبداية الميوسين ظهرت حركات تكتونية أدت إلى نشوء سطح تعرية غير تطابقي يفصل بين الاوليجوسين والميوسين في كل الشمال الليبي، ظهر من خلاله ارسابات تكوين الفائدية.

في عصر البليوسين كان البروز الأخير للجبل الأخضر قد ظهر مع الأحداث التكتونية في هذا العصر، والذي جاء متزامناً مع اتصال البحر المتوسط مع المحيط الاطلنطي، وانفتاح البحر الأحمر واتصاله بالمحيط الهندي (الدالي،2007، 37- 39)، ويشار إلى أن خلال عصر البليوسين حدثت مرحلتين من مراحل التعرية كانتا نتيجة لانحسار البحر مما ادى إلى تشكيل الحافتين الساحليتين وإزالة تكوينات الاوليجوسين والميوسين من المناطق الساحلية (المسلاتي،1995، 52).

وفي **الزمن الرابع (**البلايستوسين**)** أدى التغير في الظروف المناخية في منطقة الجبل الأخضر إلى كثافة العمليات الجيومورفولوجية، حيث لم يكن عصر البلايستوسين عصراً بارداً فحسب، فقد تميز أيضاً بتغيرات مناخية حادة وقصيرة المدى مقارنة بالعصور التي سبقته، فقد كانت تفصل بين الفترات الباردة فترات أخرى دفيئة، ولقد تعرضت منطقة الجبل الأخضر بمؤثرات عصر البلايستوسين الجليدية (الدالي،2007، 39) والتي قد يكون لها التأثير الكبير في تشكيل معظم الظاهرات في منطقة حوض المعلق.

التغيرات المناخية في الزمن الرابع:

قد تم تحديد ثلاثة أنماط من رواسب الزمن الرابع تحوى عدداً من الشواهد الجيولوجية التي تشير إلى تغيرات مناخية لها الأثر الواضح على منطقة برقة وهي :

النمط الاول: ويوجد عند خط الشاطئ على ارتفاع ستة أمتار فوق مستوى سطح البحر الحالي، ويرجع للفترة الدفيئة الأخيرة ما بين جليدي ريس Riss وفورم Wurm وهي فترة جافة غير مطيرة (الدالي،2007، 40).

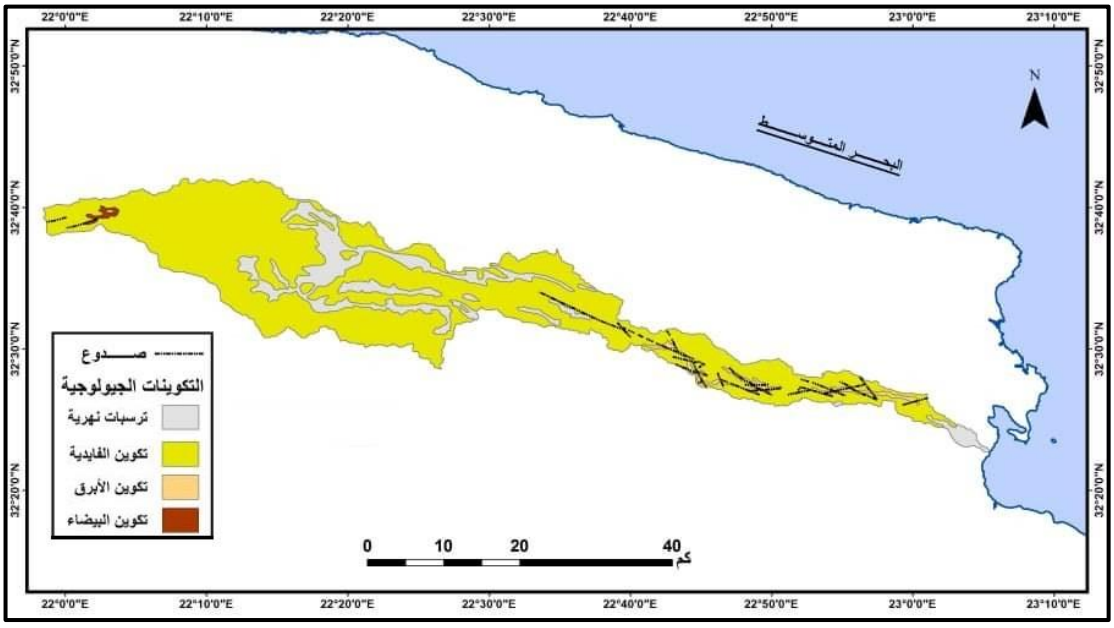
النمط الثاني: وهي رواسب التوفا Tofa، وهي رواسب بيضاء اللون تتألف من كربونات الكالسيوم، وهي أكثر ليونة وهشاشة من رواسب الترافرتين التي تتميز بكونها جافة وأكثر صلابة وتحتوي التوفا على بقايا حفريات وأوراق نباتية وعظام حيونات، وتوجد في الأودية دائمة الجريان وهذه الميزة لا تتوفر إلا في مناطق محدودة من الجبل الأخضر.(جودة،1973،22).

النمط الثالث: ويتمثل في الكثبان الرملية المتصلبة (الكثبان الحفرية الحديثة) التي تعلوها وترتبط معها ارسابات حصوية تعرف بالحصى الأحدث وهي رواسب المراوح الفيضية الساحلية، وقد يوجد الحصى الأحدث مركباً من حصى مختلط برواسب التربة الحمراء (التيراروسا) في

الأجزاء الدنيا من مجاري الأودية الخانقية (الدالي،2007،41) ويظهر ذلك واضحاً في بعض الأودية الخانقية في القطاع الأعلى من حوض وادي المعلق.

- التكوينات الجيولوجية السطحية لحوض وادي المعلق.

بما أن الحياة نشأت خلال ملايين السنين، لذا فقد قام العلماء بتقسيم هذه المدة إلى أزمنة جيولوجية، ومن خلال فحص خارطة ليبيا الجيولوجية، تم الاستدلال على التكوينات الجيولوجية لمنطقة حوض وادي المعلق في الجهة الشرقية من الجبل الأخضر والتي تنحصر في عدة تكوينات تتبع الزمنين الثالث والرابع، ويمكن ترتيبها على النحو التالي:



المصدر: خريطة ليبيا الجيولوجية مقياس رسم 1.250.000 لوحة درنه ولوحة البيضاء 1974.

شكل (1-1) الخريطة الجيولوجية لمنطقة الدراسة

أولاً: تكوينات الزمن الثالث:

تغطي تكوينات الزمن الثالث ما نسبته 86% من حوض وادي المعلق، والتي تتمثل في تكوين البيضاء وينتمي إلى الاولجوسين السفلي والابرق الذي ينتمي إلى الاوليجوسين الأوسط والعلوي، وتكوين الفائدية والذي ينتمي إلى الاولجوسين العلوي والميوسين السفلي، وعلى هذا الأساس يمكن عرض خصائص هذه التكوينات على النحو التالي:-

1- تكوين البيضاء ALbayda formation الاوليجوسين السفلي :

ينكشف هذا التكوين بشكل واضح على المنحدرات الشمالية للجبل الأخضر، فيما بين لملودة والبيضاء وعلى المنحدرات الشمالية الغربية وفي الأجزاء الوسطى من الجبل الأخضر، ويغطي هذا التكوين سفوح الدرجة الثانية للجبل الأخضر ويفصله عن تكوين درنه الذي يسبقها وتكوين الأبرق الذي يعلوها أسطح تعرية غير متوافقة (Rohlich , 1974 , p.28)، ويتكون من عضوين أساسيين هما:-

عضو شحات المارلي أول من اطلق عليه هذه التسمية، كلنسميد و فان دين برج Kleismeid and Van der Berg (1968)، و يتألف هذا العضو من مارل أصفر وحجر جيري مارلي ذو لون رصاصي، مائل إلى الصفرة، ضعيف التماسك دقيق الحبيبات (Desio , 1973 , 81)، ويبلغ سمكه في العادة 20 متر، إلا إنه يصل إلى 40 متر في الجهة الغربية من الجبل الأخضر، ويحتوي هذا العضو على نسبة عالية من الحفريات كالمحاريات والقواقع والرخويات، مما يدل على تكونه في بيئة ترسيب ضحلة (Pietersz , 1968 , 29).

- **الحجر الجيري الطحلبي** أول من استخدم هذا المصطلح كلاينسمند وفان ديربرج (Kleinsmeid and Van der Berg , 1968 , 115-130) كعضو من تكوين وادي الكوف، ويرجع سبب تسمية هذا العضو بهذه التسمية نظراً لإحتوائه على كميات كبيرة من الطحالب والقنافذ البحرية، ويتكون من حجر جيري متماسك أبيض اللون ضارب إلى الصفرة، غني بالطحالب والاحجار الجيرية المرجانية (Duronio ,1991 , 1588)، ويتميز بحجم حبيبات دقيقة إلى دقيقة جداً، ويصل سمكه في غرب الجبل الأخضر إلى 20 متر إلا أنه يصل إلى 40 متر في منطقة لملودة إلى ناحية الشرق، ورغم ان سمكه يتناقص بالتدريج ناحية الشرق، إلا أنه يبلغ السمك الاقصى لتكوين البيضاء حوالي 70 متر في الأجزاء العليا من منطقة الجبل الأخضر(Barr and Weeger ,1972 , 170)، ويظهر هذا التكوين في أجزاء بسيطة من حوض وادي المعلق، وبالتحديد في القطاع الأعلى من حوض الوادي، وتبلغ مساحة هذا التكوين في حوض وادي المعلق حوالي 3.16 كم²، وبنسبة 0.37%.

المصدر: زيارة ميدانية بتاريخ 15 /2021/1

شكل (1–2) تكوين البيضاء بوادي الدوّاي أحد روافد حوض وادي المعلق العُليا

2- تكوين الابرق AL.Abraq formation الاوليجوسين الأوسط والعلوي:

ينتمي إلى الاوليجوسين الأوسط و الأعلى Middle – Upper Oligocene، وأول من استخدم مصطلح تكوين الابرق هو روليخ (Rohlich ,1974 , 78)، والذي وضعه في مرتبة التكوين لتميزه بدورة ارسابية منفصلة لها خصائصها الفيزيائية التي يمكن تمييزها، ويتألف من الكالكارنيت التي يغلب عليها اللون البني المشرب بلون الصدأ والكلسيلونيت مع وجود طبقات الصخور الجيرية الدولوميتية ودولوميت ومارل (Galyle ,1971 , 15).

رغم أن معدل سماكة تكوين الابرق تتراوح بين 40 – 50 متر إلا أنه يصل إلى حوالي 70 متر بالقرب من درنه (Wadi Khalig – Wadi Muallaq , 1984 , 4)، ويظهر في حوض وداي المعلق في مواضع متفرقه من أجزائه السفلى بالقرب من منطقة المصب وينتشر في مساحات تقدر بحوالي 16.5كم²، ويشغل نسبة ضئيلة تصل إلى 2% من المساحة الاجمالية لحوض الوادي.

المصدر: زيارة ميدانية بتاريخ 21 /2022/7

شكل(1-3) تكوين الابرق بالحافات الجنوبية لوادي المعلق

3 - تكوين الفائدية AL faidiyah formation الاولجوسين العلوي والميوسين السفلي:

يبدأ من الاوليجوسين الأعلى إلى الميوسين الأدنى Oligocene – Lower Miocene، وأول من تعرف على هذا التكوين هو بيترز (Pietersz ,1968 ,192) واشتق هذا الاسم بنسبة إلى قرية الفائدية والتي تقع بالقرب من منابع حوض وادي المعلق ناحية الغرب ويتكون من دورة ترسيبية متكونة من صخور الطين الصفائحي والصخور الجيرية، وينقسم هذا التكوين إلى عضوين:-

العضو الأول : حجر الفائدية الجيري العلوي، ويبلغ سمكه 40 متراً، ويتكون من صخور جيرية متوسطة الحبيبات، يتراوح لونها بين اللونين الأبيض والأصفر، كما أنه يتميز بكونه سميك الطباقية إلى كتلي، وتسوده الطحالب والمرجان والمحارات (Berggren ,1971 ,268).

العضو الثاني : عضو الفائدية الصلصالي السفلي، ويتألف من حجر جيري مارلي، أصفر اللون هش القوام، يحتوي على مارل وطفل مع تداخلات من الصلصال الأخضر، مع ظهور واضح

لطبقات من الكنجلوميرات .(Rohlich ,1974 ,8)، ويمثل تكوين الفائدية الجزء الأكبر من المنطقة المدروسة، وينتشر بمساحات كبيرة تصل إلى 695.8 كم²، وبنسبة بلغت 83.6% من المساحة الاجمالية لحوض وادي المعلق.

المصدر: زيارة ميدانية بتاريخ 15 /2021/1

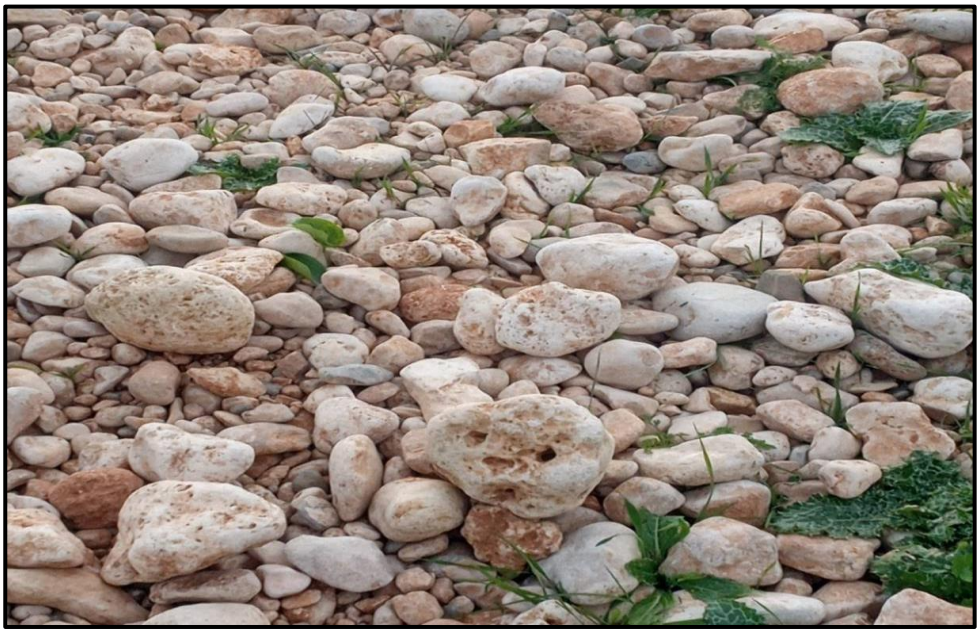
شكل (1-4) تكوين الفائدية بوادي الدوّاي

ثانياً - رواسب الزمن الرابع :

تنتشر تكوينات الزمن الرابع في أجزاء واسعة من منطقة حوض الوادي والتي تتصف في أغلبها باستوائها وتتألف من والطين والحصى، كما تنتشر هذه الرواسب في مناطق المنحدرات وعند أقدامها، والتي تختلف في نوعها وسماكتها ويرجع إلى العوامل التي أدت إلى ترسيبها، وتغطي الارسابات بمنطقة حوض الوادي مساحة تصل إلى 116كم² وبنسبة 14% من المساحة الكلية لمنطقة حوض وادي المعلق، ويمكن تقسيمها من حيث الأصل إلى المجموعات التالية :

1- الرواسب النهرية:

تعتبر الرواسب الغرينية والحصى النهري من أكثر ارسابات الزمن الرابع شيوعاً، وتوجد هذه الرواسب في مساحات كبيرة في قيعان الأودية، ويصل سمك هذه الرواسب إلى أكثر من 20 متراً، (Burney and Hey ,1955 ,162)، وقد قام ماكبريني وهيي بتقسيم هذه الرواسب إلى قسمين، الأول حصى قديم، ويوجد فوق المصاطب البحرية العليا، اما الثاني وهو الحديث ويتمثل في رواسب المصاطب النهرية والمراوح الفيضية ورواسب قاع الوادي.



المصدر: زيارة ميدانية بتاريخ 15 /2021/1

شكل(1-5) الرواسب الحصوية في قاع وادي الدوّاي بالقرب من العبارة

2- رواسب المنحدرات.

تتواجد هذه الرسابات بوضوح على جوانب الوادي، خاصة في المناطق شديدة الانحدارات، وتتجمع عند حضيض الانحدارات وتتكون من صخور جيرية يتميز أغلبها بالزوايا الحادة، (محسوب،1997،121 - 122) وهذه الصخور من نفس تكوينات حافة المنحدرات التي تتراكم عند اقدامها وتختلف كمياتها وأحجام مفتتاتها تبعاً للقوى التي تكونت منها.

المصدر: زيارة ميدانية بتاريخ 2021/1/15.

شكل (1-6) رواسب وادي الاكنش أحد روافد حوض وادي المعلق

3- ارسابات الغرين والكهوف الجيرية :

يعد هذا النوع من الارسابات أقل انتشاراً، إلا انه يعتبر من أهم المظاهر الجيومورفولوجية الناتجة عن عمليات الاذابة، و ينتج أيضاً عن التجوية الميكانيكية، وقد استغلت اقتصادياً في بعض الدول لاحتوائها على نترات الكالسيوم والصوديوم والبوتاسيوم (أبو العنين، 1995، 514).

المصدر: زيارة ميدانية بتاريخ 2021/1/15.

شكل (1-7) تفتت الحجر الجيري المارلي على الجانب الأيسر من وادي الدوّاي

التكوين	السمك	الرمز	الفترة	العصر	الزمن
الارسابات الرباعية	0 – 20	Q	-	-	الرابع
تكوين الفايدية	10 – 130	TomF	الاولجوسين العلوي والميوسين السفلي	الاولجوسين والميوسين	الثالث
تكوين الابرق	0 – 60	ToA	الأوسط والعلوي	الاوليجوسين	الثالث
تكوين البيضاء	0 - 70	ToB	السفلي	الاوليجوسين	الثالث

المصدر: مركز البحوث الصناعية، خريطة ليبيا الجيولوجية، مقياس رسم 1:25000 لوحة درنة ولوحة البيضاء 1974

جدول (1-1) العمود الطبقي

- التراكيب الجيولوجية :

يعد حوض وادي المعلق أحد أهم الأحواض النهرية التي تقع ضمن اقليم الجبل الأخضر، إذ يحتوي على عدة تراكيب أولية لها دورات ارسابية، والتي تنتمي إلى عصر الاوليجوسين، وهي تكوين البيضاء وتكوين الابرق وتكوين الفائدية إضافة إلى ارسابات الزمن الرابع، فيوجد أيضاً ضمن حدود حوض الوادي بعض التراكيب الثانوية التي ظهرت بعد عمليات الترسيب واكتمال عملية التصخر وتتمثل في التراكيب التالية:

1- التطبق Stratification

يظهر التطبق في هيئة أسطح موازية لأسطح الترسيب، وهي ظاهرة تتميز بها الصخور الرسوبية، ويتوقف التطبق على عدة عوامل منها نوع الصخر والتركيب المعدني وحجم الحبيبات والمدة الزمنية (محسوب،1997،69)، ومن خلال الدراسة الحقلية لوحظ التطبق في جميع التكوينات الصخرية.

2- أسطح الانفصال Bedding planes

تعرف أيضاً بأسطح عدم التوافق unconformity والتي يظهر بها عمر تتابع الصخور الواقعة أعلى السطح غير مستمر زمنياً مع الصخور الواقعة أسفلها، وينتج من عمليات عديدة منها انقطاع الترسيب والتعرية ولأسباب تكتونية (الدالي،2007،30)، وتظهر في منطقة حوض وادي المعلق أسطح انفصال تشير إلى توقف الترسيب، كسطح عدم التوافق بين تكويني البيضاء والأبرق الذي يعلوه، وسطح عدم التوافق بين تكوين الأبرق وتكوين الفائدية الذي يعلوه.

3- الصدوع Faults

هي عبارة عن كسور في الصخور، وتحدث نتيجة لحركات انكسارية تكتونية، ناتجة عن قوى الشد والضغط التي تتعرض لها صخور القشرة الأرضية، وتبعاً لحدوث الصدوع في الصخور قد ينجم أن تنخفض بعض أجزاء سطح الأرض أو تحدث زحزحة جانبية فيها، وتظهر ظواهر جديدة لمن تكن موجودة من قبل، وتعتبر المناطق الصخرية التي تقع على طول أسطح الصدوع، مناطق ضعيفة جيولوجياً، ونظراً لحدوث الزحزحة الرأسية والجانبية تتكون صفائح من البريشيا المفتتة (تراب،1996، 93)، وتظهر في القطاع الأدنى من حوض وادي المعلق بوضوح، وتمتد في بعض الأجزاء من القطاع الأوسط، ومن خلال قراءة المرئية الفضائية والخرائط الجيولوجية والطبوغرافية حيث بلغ عدد الصدوع 18 صدعاً،(خريطة ليبيا الجيولوجية، مقياس رسم 1:25000لوحة درنة 1974) تأخذ اتجاهات شمال غرب - جنوب شرق وشمال شرق – جنوب غرب وشرق غرب، وبلغت أطوال الصدوع بمنطقة الدراسة حوالي 66.7 كم، حيث تتفاوت في امتدادها من 0.5 – 21 كم، والجدول (1-2) يظهر اتجاهات الصدوع حسب أعدادها وأطوالها.

جدول (1-2) أعداد وأطوال واتجاهات الصدوع بمنطقة الدراسة

الاتجاه	العدد	النسبة %	الطول / كم	النسبة %
شمال غرب – جنوب شرق	11	61	50	75
شمال شرق – جنوب غرب	4	22.3	14	21
شرق – غرب	3	16.7	2.7	4
المجموع	**18**	**100**	**66.7**	**100**

المصدر: مركز البحوث الصناعية، خريطة ليبيا الجيولوجية، مقياس رسم 25000:1لوحة درنة 1974.

توزيع الصدوع حسب اتجاهاتها

تتوزع الصدوع بشكل عام بمنطقة الدراسة حسب الاتجاهات التالية:

- اتجاه: شمال غرب – جنوب شرق: يعد هذا الاتجاه شمال غرب – جنوب شرق، هو الاتجاه السائد بمنطقة الدراسة حيث بلغ مجموع أعداد الصدوع 11 صدعاً بنسبة 61% من اجمالي أعداد الصدوع، ويبلغ مجموع أطوالها 50 كم وبنسبة 75% وتتراوح أطوالها من 0.5 – 21 كم.

- اتجاه: شمال شرق – جنوب غرب: يأتي هذا الاتجاه شمال شرق – جنوب غرب بالمرتبة الثانية، حيث بلغ مجموع أعداد الصدوع 4 صدوع بنسبة 22.3% من اجمالي أعداد الصدوع، ويبلغ مجموع أطوالها 14 كم وبنسبة 21% وتتراوح أطوالها من 3– 5 كم.

- اتجاه: شرق – غرب: يعد هذا الاتجاه شرق – غرب، أقل أنواع الصدوع انتشاراً، حيث بلغ مجموع أعداد الصدوع 3 صدوع بنسبة 16.7% من اجمالي أعداد الصدوع، ويبلغ مجموع أطوالها 2.7 كم وبنسبة 4% وتتراوح أطوالها من 0.7 –1كم.

4– الشقوق والفواصل Flutes and Joints

الشقوق والفواصل هي التشققات التي تصيب الصخور دون أن يحدث معها ازاحة للكتل الصخرية، وهي نتيجة لحركات تكتونية (محسوب،1997،70) وتظهر في منطقة حوض وادي

المعلق بأشكال مختلفة منها المغلقة والمفتوحة والمملوءة بمخلفات التجوية، وهي أكثر شيوعاً في الصخور الصلبة، وتظهر في جميع التكوينات الجيولوجية بمنطقة حوض الوادي مع اختلاف في بعض خصائصها، فالفواصل في تكوين الأبرق تأخذ نمطاً متقارباً مع بعضها بزوايا حادة أدت إلى تقسيم الصخور إلى أشكال خماسية وسداسية وتتميز بامتدادها إلى اكثر من طبقة صخرية وأغلبها فواصل مفتوحة، أما في تكويني البيضاء والفائدية فبعض فواصلهما تمتد بشكل عميق داخل الطبقات بينما يقتصر وجود أغلبها على الطبقة السطحية، ومن خلال القياسات الميدانية للشقوق والفواصل الصخرية فقد تم قياس 25 شقاً وفاصلاً بطول 165.6 متراً، وتتراوح أطوالها من 20 سم إلى 12 متراً، وتبين أن اتجاهات الشقوق والفواصل تتطابق إلى حدٍ كبير مع اتجاهات الصدوع السائدة بالمنطقة حيث تسود الاتجاهات التالية :

- **شمال غرب – جنوب شرق:** يمثل هذا الاتجاه نسبة 36% من جملة أعداد الشقوق والفواصل ويبلغ مجموع أطوال هذا الاتجاه 44.6 متراً بنسبة 27% من مجموع أطوال الشقوق والفواصل بمنطقة الدراسة.
- **شمال شرق – جنوب غرب:** يمثل هذا الاتجاه نسبة 28% من جملة أعداد الشقوق والفواصل ويبلغ مجموع أطوال هذا الاتجاه 63.3 متراً بنسبة 38% من مجموع أطوال الشقوق والفواصل بمنطقة الدراسة.
- **شرق – غرب:** يمثل هذا الاتجاه نسبة 20% من جملة أعداد الشقوق والفواصل ويبلغ مجموع أطوال هذا الاتجاه 34.7 متراً بنسبة 21% من مجموع أطوال الشقوق والفواصل بمنطقة الدراسة.
- **شمال – جنوب:** يمثل هذا الاتجاه نسبة 16% من جملة أعداد الشقوق والفواصل، ويبلغ مجموع أطوال هذا الاتجاه 23 متراً بنسبة 14% من مجموع أطوال الشقوق والفواصل بمنطقة الدراسة.

الجدول (1-3) يبين أعداد وأطوال واتجاهات الشقوق والفواصل المدروسة بحوض الوادي.

جدول (1-3) أعداد وأطوال واتجاهات الشوق والفواصل بمنطقة الدراسة

الاتجاه	العدد	النسبة %	الطول / م	النسبة %
شمال غرب – جنوب شرق	9	36	44.6	27
شمال شرق – جنوب غرب	7	28	63.3	38
شرق – غرب	5	20	34.7	21
شمال – جنوب	4	16	23	14
المجموع	**25**	**100**	**165.6**	**100**

المصدر: مركز البحوث الصناعية، خريطة ليبيا الجيولوجية، مقياس رسم 25000:1لوحة درنة 1974.

أما من حيث اتساع المسافة الفاصلة بين الشقوق والفواصل فتتراوح ما بين 3 – 5 سم، ويصل عمقها داخل الطبقات بمسافة تتراوح ما بين 0.5 سم إلى 2 متر، وتختلف الشقوق والفواصل من مكان لآخر فهي تنشط بالقرب من الحافات التي يبرز فيها دور عمليات التجوية والتعرية بمختلف أنواعها.

المصدر: زيارة ميدانية بتاريخ 2022/8/19.

شكل (1-8) فاصل طولي في صخور الحجر الجيري تكوين الابرق

أما فيما يخص اتجاهات الفواصل، ففي تكوين الابرق فإن اتجاهات الفواصل العامة، شمال غرب – جنوب شرق، أما اتجاهات الفواصل في تكويني البيضاء والفائدية شبه متقاربة وتكون شرق – غرب، شمال غرب - جنوب شرق (الجيلاني،2001، 27)، وتوجد علاقة واضحة بين اتجاهات الصدوع واتجاهات الفواصل، والتي لها دور كبير في تحديد اتجاهات المجاري المائية.

5 – الطيات Folds

يتألف الجبل الأخضر في مجمله من ثلاث طيات ممتدة من الغرب إلى الشرق ومترابطة إلى حد كبير وهي (طية جردس العبيد وطية مراوة رأس الهلال وطية مرتوبة)، ترتبط منطقة الدراسة بطيتي مراوة – رأس الهلال ومرتوية.

أ- طية مراوة – رأس الهلال:

تمتد من قرية مراوة في جنوب غرب حوض وادي المعلق بنحو 75 كم حتى رأس الهلال ناحية البحر المتوسط، وبهذا تأخذ اتجاه، عام جنوب غرب – شمال شرق، وتمر هذه الطية بمحاذاة القطاع الأعلى من حوض وادي المعلق، كما يوجد بين مراوة وقرية الفائدية - الواقعة قرب منابع حوض الوادي - ثلاث طيات صغيرة يصل طول كل منها إلى 15كم، وهذه الطيات تؤثر على الروافد العليا لحوض الوادي، وتعمل على تحديد خطوط تقسيم المياه بين حوض الوادي والاحواض المجاورة له.

ب - طية مرتوبة:

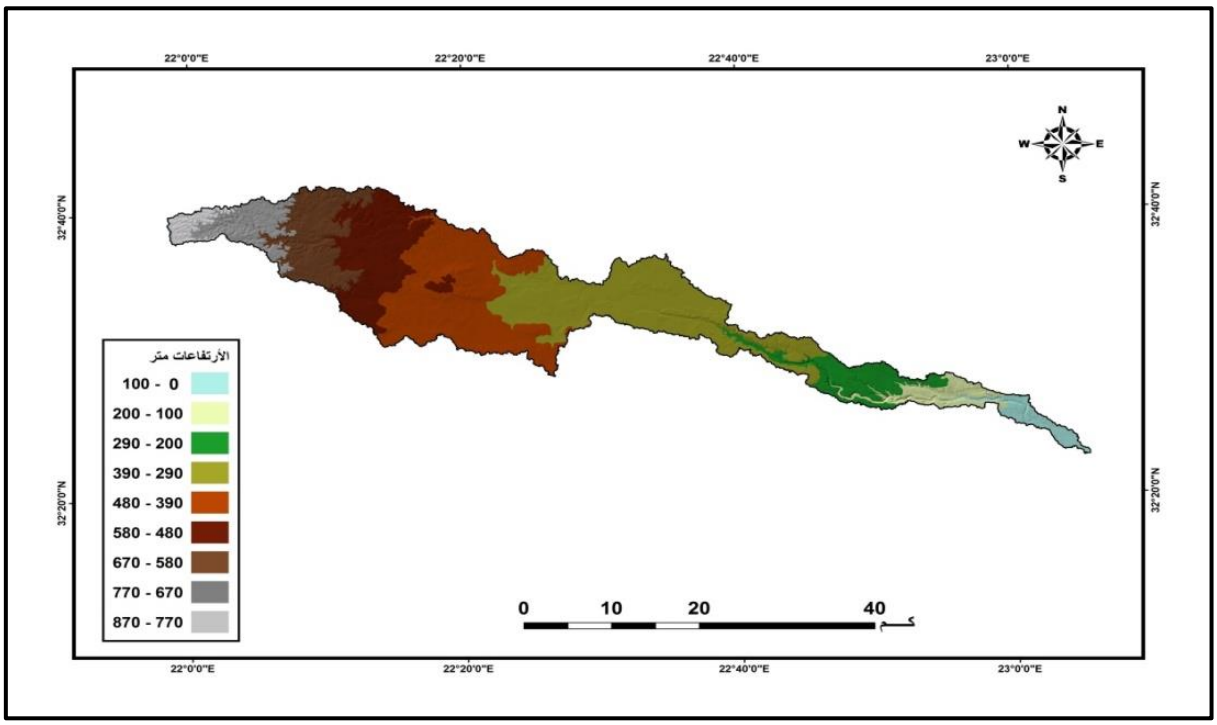
تقع منطقة مرتوبة بالجزء الشمالي الشرقي من حوض الوادي، وهي بهذا الموقع تقترب من ناحة القطاع الأدنى لحوض الوادي، وتعمل على تحديد خط التقسيم بين حوض وادي المعلق والأحواض المجاورة له، كما تعمل على تغذية الروافد الدنيا باتجاه المصب.

- **الخصائص الطبوغرافية لمنطقة الدراسة:**

يبين نموذج الارتفاعات الرقمية لأي منطقة خصائص السطح العام من حيث تباين مستوى الارتفاع والانخفاض في اجزاء دون الأخرى في حدود منطقة واحدة، ويبين شكل (1- 9) خريطة توزيع الارتفاعات في حوض وادي المعلق والتي تتدرج من 0 – 870 متر، والتي تبين الاختلافات الواضحة في الارتفاعات من المنبع إلى المصب، وعلى ضوء هذه الارتفاعات تم تصنيفها إلى الفئات التالية:

- الفئة من 0 – 100 بلغت مساحتها 24.96 كم²، وبنسبة 3%.
- الفئة من 100 – 200 بلغت مساحتها 33.28 كم²، وبنسبة 4%.
- الفئة من 200 – 290 بلغت مساحتها 58.24 كم²، وبنسبة 7%.
- الفئة من 290 – 390 بلغت مساحتها 224.64 كم²، وشكلت أكبر مساحة من منطقة حوض وادي المعلق وبنسبة 27%.
- الفئة من 390 – 480 بلغت مساحتها 216.32 كم²، وبنسبة 26%.
- الفئة من 480 – 580 بلغت مساحتها 116.48 كم²، وبنسبة 14%.
- الفئة من 580 – 670 بلغت مساحتها 91.52 كم²، وبنسبة 11%.
- الفئة من 670 – 770 بلغت مساحتها 49.92 كم²، وبنسبة 6%.
- الفئة من 770 – 870 بلغت مساحتها 16.64 كم²، وهي أقل مساحة بنسبة 2%.

من قراءة نموذج الارتفاعات الرقمية، يتضح أن الفئات من 0 - 200 تمثل مجتمعة نسبة تصل إلى 7% فقط من المساحة الاجمالية، لحوض الوادي، وتتركز في الأجزاء الدنيا ناحية المصب، وبالمقابل إن الفئات من 670 – 870 والتي توجد عند المنابع العُليا، لا تمثل سوى 8% من المساحة الاجمالية، بمعنى أن معدلات السطح المنخفضة والأكثر ارتفاعاً تمثل نسبة بسيطة من تضاريس حوض وادي المعلق، فهي فقط تبلغ 15 % من مساحة حوض الوادي الاجمالية، كما يتبن من خلال نموذج الارتفاعات الرقمية للفئات ما بين 290 – 480، بأنها تحتل النسبة الأكبر من المساحة الاجمالية، إذ تصل إلى أكثر من نصف مساحة الحوض ونسبة 53% من جملة المساحة الكلية للحوض، وتقع بالقطاع الأوسط من حوض الوادي الذي يمثله تكوين الفائدية والارسابات النهرية، التي تكونت ضمن ارسابات الزمن الرابع في مناطق ذات الانحدار الخفيف.



المصدر: من المرئية الفضائية DEM باستخدام برنامج Arc GIS 10.8

شكل (1-9) خارطة توزيع الارتفاعات في حوض وادي المعلق من خلال صورة DEM

ثانياً: الخصائص المناخية:

تبرز أهمية دراسة الظروف المناخية من خلال التعرف على الظروف المناخية السائدة والتي كانت عليها من قبل، بدون أدنى شك إن للمناخ بعناصره المختلفة تأثيرات واضحة في رسم أشكال سطح الأرض من خلال العمليات الجيومورفولوجية .

يمتد الجبل الاخضر من الجنوب الغربي إلى الشمال الشرقي، وأدى هذا الامتداد إلى تقسيم منطقة الجبل الاخضر غلى قسمين مناخيين، الأول القسم الشمالي ويقع ضمن مناخ البحر المتوسط، والثاني القسم الجنوبي والذي تظهر عليه صفات المناخ الشبه الجاف (نوح،2014، 24)، وتقع منطقة الدراسة في الجزء الجنوبي من الجبل الاخضر، والتي يغلب عليها المناخ شبه الجاف ولقد مرت تلك المنطقة بفترات مناخية متباينة من حيث الامطار ودرجات الحرارة.

يظهر أثر المناخ واضحاً في المظاهر الجيومورفولوجية في منطقة الدراسة، ومن خلال البيانات المناخية المتحصل عليها من محطات الارصاد الجوية المناخية والمطرية سنتناول تلك البيانات على النحو التالي:

1- درجات الحرارة:

من الناحية الفلكية يقع الجبل الاخضر في حدود المنطقة الحرارية المعتدلة والتي تمتد فيما وراء المدارين إلى دائرة عرض 66.5° شمالاً وجنوباً، ونظراً لتنوع مظاهر السطح وتباين الارتفاعات ضمن مسافات قصيرة فقد تتباين درجات الحرارة من منطقة لأخرى تبايناً كبيراً (نوح، 2014 ، 49) .

من خلال الجدول (1- 4) والشكل (1-10) يتضح أن المعدل العام للمتوسطات الشهرية لدرجات الحرارة يبلغ 18.2مْ وأن منحنى درجات الحرارة يبدأ تصاعدياً بشكله الطبيعي من شهر مارس إلى غاية شهر سبتمبر ثم يعود للانخفاض ،وقد سجلت اعلى درجات حرارة خلال فصل الصيف فقد بلغ معدل درجة الحرارة العظمى في منطقة الدراسة في شهر يونيو 28.7° وفي شهر يوليو بلغت 29.4مْ وسجلت في شهر اغسطس 29.6°م وبمتوسط عام يبلغ 29.2مْ.

جدول (1-4) المتوسطات الشهرية لدرجات الحرارة المئوية من الفترة 1980- 2009 م

الشهور	متوسط درجة الحرارة			
	العظمى	الصغرى	المدى الحراري	المتوسط العام
يناير	15.3	7.0	8.3	11.1
فبراير	16.0	6.9	9.1	11.4
مارس	18.6	7.7	10.9	13.1
ابريل	22.3	10.2	12.1	16.2
مايو	25.7	13.5	12.2	19.6
يونيو	28.7	17.3	11.4	23
يوليو	29.4	20.6	8.8	25
اغسطس	29.6	21.5	8.1	25.5

سبتمبر	28.4	19.0	9.4	23.7
اكتوبر	26.0	15.4	10.6	20.7
نوفمبر	21.7	11.6	10.1	16.6
ديسمبر	17.6	8.5	9.1	13
المعدل العام	23.2	13.2	10	18.2

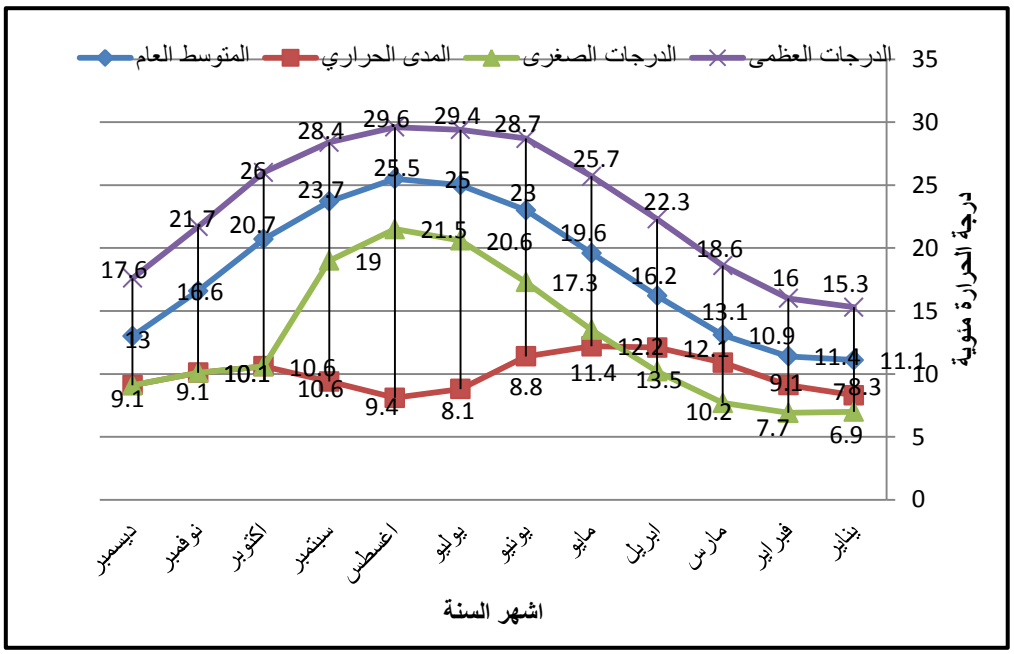
- **المصدر: المركز الوطني للأرصاد الجوي محطة ارصاد الفتائح بيانات المناخ من الفترة 1980 - 2009.**

قد سجلت أدنى معدلات لدرجات الحرارة في فصل الشتاء، وان درجات الحرارة الصغرى تبدأ بالانخفاض من شهر نوفمبر حتى شهر مارس فقد بلغت في نوفمبر 11.6 مْ ديسمبر 8.5مْ وفي يناير 7مْ ووصلت في فبراير إلى 6.9مْ وبمتوسط 7.4مْ .

اما فيما يخص المد الحراري فقد سجل معدل 9.9°م، بلغت ادنى قيمة مدى حراري في فصل الشتاء فسجلت 8.8°م، بينما بلغت اعلى قيمة مدى حراري في فصل الربيع حيث سجلت 11.7°م.

كما يتضح ان معدلات درجات الحرارة تنخفض إلى اقصى حد لها في فصل الشتاء فيصل متوسط درجات الحرارة في شهر يناير إلى 11.1°م، بينما تصل درجات الحرارة اعلاها في فصل الصيف اذ تصل متوسط درجات الحرارة في شهر اغسطس 25.5مْ .

كما ان الفرق بين المعدلات الفصلية لدرجات الحرارة يبين درجات الحرارة العظمى والتي تصل إلى 23.2°درجة مئوية والمعدل العام لدرجات الحرارة الصغرى والذي بلغ 13.2°م والمدى الحراري يسجل 10°م وهذا يفسر ان ارتفاع المدى الحرارى اليومي والفصلي من بسبب الارتفاع والانخفاض المستمر في درجات الحرارة يودي إلى حدوث تجوية ميكانيكية تظهر اثارها في التقشر الصخري وحدوث الشقوق والفوالق الصخرية



المصدر: المركز الوطني للأرصاد الجوي محطة ارصاد الفتائح بيانات المناخ من الفترة 1980 - 2009.

شكل (1-10) المتوسطات الشهرية لدرجات الحرارة

جدول (1-5) المعدلات الفصلية لدرجات الحرارة والمدى الحرارى الفصلي من الفترة 1980 - 2009

متوسطات درجات الحرارة	فصول السنة				المتوسط العام
	الشتاء	الربيع	الصيف	الخريف	
درجة الحرارة العظمى	16.3	22.2	29.2	25.3	23.2
درجة الحرارة الصغرى	7.4	10.4	19.8	15.3	13.2
المدى الحراري	8.8	11.7	9.4	10	9.9
متوسط درجات الحرارة	11.8	16.3	24.5	20.3	18.2

- المصدر: المركز الوطني للأرصاد الجوي محطة أرصاد الفتائح بيانات المناخ من الفترة 1980 - 2009 .

2- الضغط الجوي :

إن منطقة الدراسة تطل على البحر المتوسط لذلك فان الضغط الجوي يتأثر بمناطق الضغط المرتفع الازوري والايسلندي الذي يتحرك إلى الجنوب بسبب انتقال الشمس ظاهرياً إلى مدار

الجدي (الزوام ، 1996 ، 62)، أما في فصل الصيف تتعامد الشمس على مدار السرطان وتنتقل منطقة الضغط الازوي إلى الشمال (مقيلي، 1995،185).

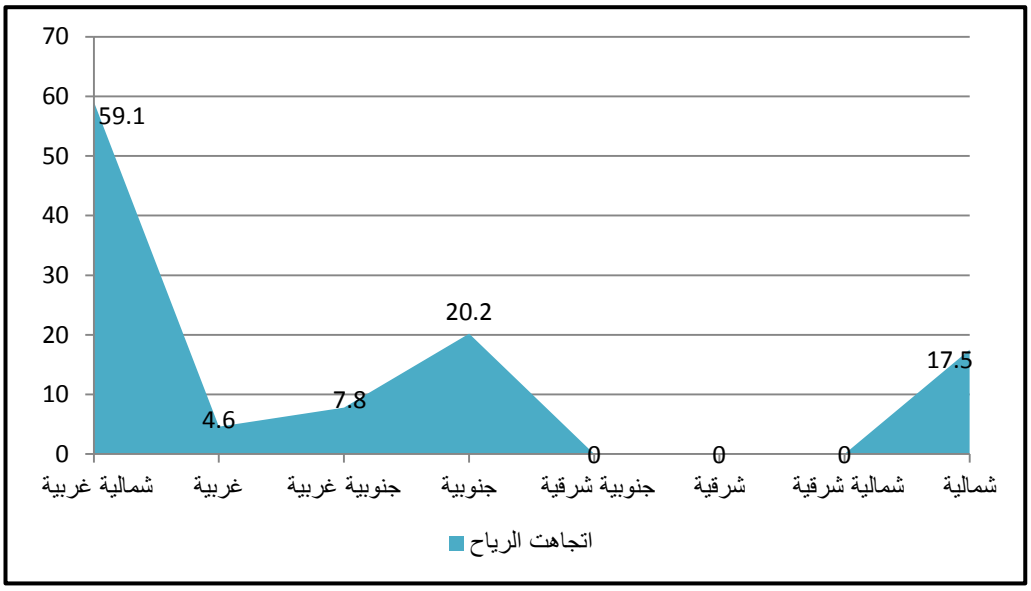
ومن خلال الجدول (1-6) والشكل (1 -11) يتضح أن الرياح السائدة بشكل عام هي الرياح الشمالية الغربية والتي تمثل ما نسبنه 59.1% من نسبة الرياح بالمنطقة.

جدول (1-6) نسبة اتجاهات الرياح السائدة لمحطة ارصاد الفتائح %

خلال فصول السنة للفترة من 1991 – 2009

اتجاهات الرياح	فصول السنة				المتوسط
	الشتاء	الربيع	الصيف	الخريف	
شمالية	7	14	14	35	17.5
شمالية شرقية	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
شرقية	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
جنوبية شرقية	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
جنوبية	38	3.5	0.0	19.2	20.2
جنوبية غربية	10.5	0.0	0.0	5.2	7.8
غربية	8.7	1.7	0.0	3.5	4.6
شمالية غربية	35	78.9	85.9	36.8	**59.1**

- **المصدر: المركز الوطني للأرصاد الجوي محطة أرصاد الفتائح بيانات المناخ من الفترة 1991 - 2009**



المصدر: المركز الوطني للأرصاد الجوي محطة أرصاد الفتائح بيانات المناخ من الفترة 1991 - 2009

شكل (1-11) اتجاهات الرياح السائدة للفترة ما بين 1991 - 2009

3- اتجاهات الرياح :

اتجاهات الرياح في فصل الشتاء : تسود في فصل الشتاء الرياح الشمالية والشمالية الغربية والغربية وكذلك الرياح الجنوبية والجنوبية الغربية، حيث تصل نسبة هذه الرياح 19.8%

ويعتبر الرياح الشمالية والشمالية الغربية والغربية المصدر الاساسي لسقوط الامطار(شرف ، 1958،300).

- **اتجاهات الرياح في فصل الربيع :** وفي هذا الفصل تسود الرياح الشمالية والشمالية الغربية والغربية والجنوبية بنسبة 24.5%

اتجاهات الرياح في فصل الصيف : اما في فصل الصيف تسود الرياح الشمالية والشمالية الغربية حيث تمثل ما نسبته 49.9% من نسبة الرياح بالمنطقة.

اتجاهات الرياح في فصل الخريف : وخلال فصل الخريف فان الرياح السائدة هي الرياح الشمالية والشمالية الغربية والجنوبية والجنوبية الغربية وكذلك الرياح الغربية وتمثل 19.9% من نسبة الرياح في المنطقة.

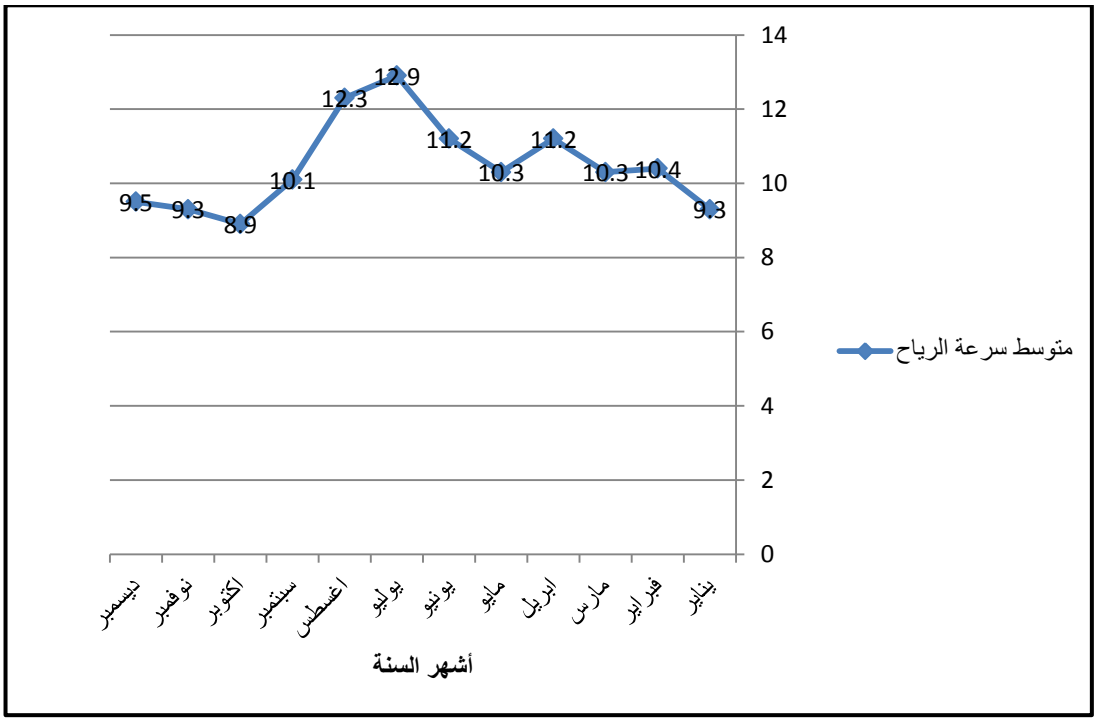
أما فيما يتعلق بسرعة الرياح فقد سجلت هذه المنطقة أعلى سرعة للرياح في ليبيا وبحسب متوسطات سرعة الرياح بمحطة أرصاد الفتائح للفترة من 1983 – 2009 فقد

بلغت سرعة الرياح 10.4عقدة، وكما يبدو واضحاً من الجدول (1-7) والشكل (1- 12) إن سرعة الرياح تبلغ اقصاها في شهر يوليو وشهر اغسطس وقد يعزى ذلك لكثرة المنخفضات الجوية السائدة بمنطقة البحر المتوسط، وقد يرجع انخفاض سرعة الرياح في باقي أشهر السنة إلى حالة الاستقرار النسبي السائدة بتلك المنطقة.

جدول (1-7) متوسط سرعة الرياح بالعقدة للفترة ما بين 1983- 2009 محطة أرصاد الفتائح

الاشهر	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	المتوسط
النتائج	9.3	10.4	10.3	11.2	10.3	11.2	12.9	12.3	10.1	8.5	9.3	9.5	10.4

المصدر: المركز الوطني للأرصاد الجوي محطة أرصاد الفتائح بيانات المناخ من الفترة 1983 - 2009



المصدر: المركز الوطني للأرصاد الجوي محطة أرصاد الفتائح بيانات المناخ من الفترة 1983 - 2009

شكل (1-12) متوسط سرعة الرياح بالعقدة للفترة ما بين 1983- 2009

4 – الأمطار :

تعد الامطار من أهم عناصر المناخ التي توثر في الظاهرات الجيومورفولوجية وتشكيلها ورسم ملامحها العامة، وتعد الامطار من أهم مظاهر التساقط حيث تتحكم في نقاط الانحدار ونقط المطر في المناطق التي تهطل بها.

وهناك عدة عوامل تتحكم بسقوط الأمطار، منها ما يتعلق بشكل الساحل ودرجة تعامده مع أتجاه الرياح إضافة إلى المنخفضات الجوية التي تؤثر في كميات الأمطار الساقطة بمنطقة الدراسة، ويبدو ذلك واضحاً من خلال المنخفضات الإعصارية التي تسبب في هطول الأمطار الإعصارية والتي تبدأ في منطقة الدراسة في فصل الشتاء من منتصف شهر سبتمبر حتى شهر مايو، كما يوجد نوع آخر من الأمطار وهي الأمطار الرعدية والتي ترتبط بالمنخفضات الربيعية والخريفية (الحديدي،1986، 83)، ويتميز حوض وادي المعلق بظروف مناخية مميزة، فرغم ان معدلات سقوط الأمطار تقل نسبياً بالاتجاه شرقاً، إلا إن هناك العديد من الظاهرات المناخية التي تحدث في تلك المنطقة وخصوصاً في قطاعها الأوسط الذي يعد منطقة انتقالية بين المناطق المرتفعة والتي تتميز بمعدلات أمطار جيدة، وبين المناطق شبه الجافة، ولهذا السبب تحدث أحياناً عملية التقاء الجبهات الهوائية الناتجة عن اختلافات في الظروف البيئية والضغط المحلي مما يترتب عليه حدوث أمطار رعدية تثير كميات هائلة من السيول لتصل إلى مرحلة الفيضانات والتي تعرف محلياً باسم **"الفقس"**.

يظهر أثر هذه الظاهرة في كثير من المناطق، خصوصاً في منخفضات الأودية ومناطق التقاء الأودية الفرعية، حيث تجرف السيول التكوينات التي تتصف بالضعف الجيولوجي، كما تجرف الترب الهشة، تاركة خلفها مظاهر واضحة على قوارع الطرقات والشكل (1- 13) يوضح هذا الأثر بالقرب من عبارة لكنش.

شكل (1-13) أثر السيول المدمرة أسفل عبارة وادي الدوّاي

المصدر: زيارة ميدانية بتاريخ 2021/1/15.

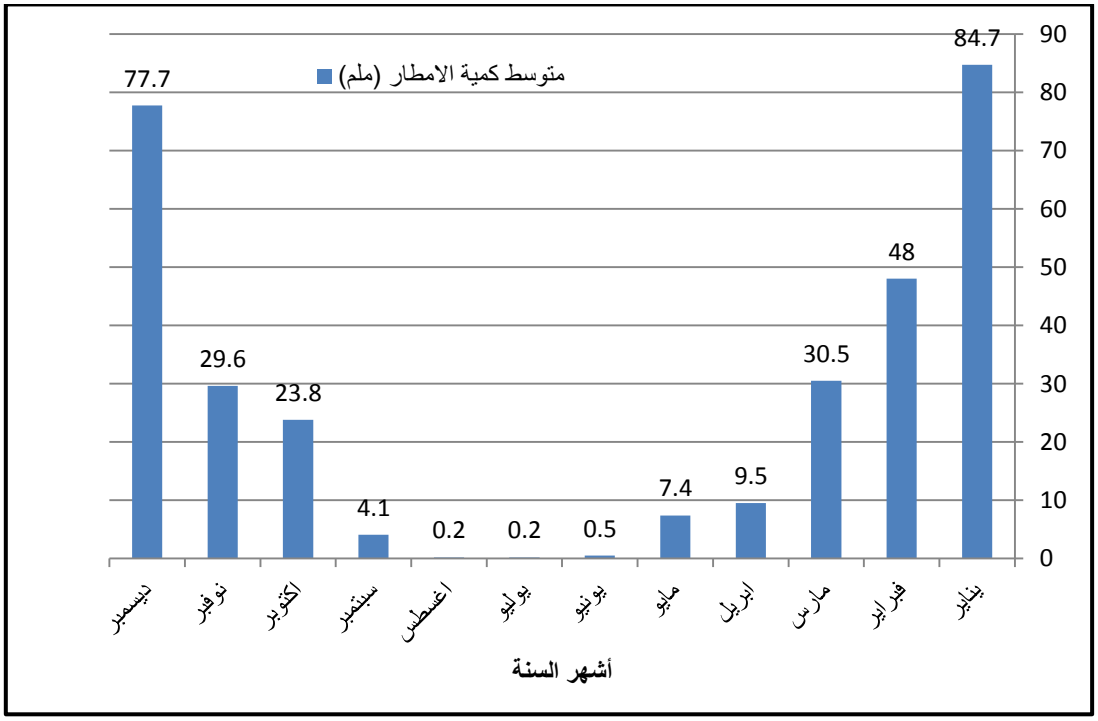
الجدول (1-8) والشكل (1-14) يوضحا المتوسطات الشهرية لكمية الامطار فيظهر أن الأشهر الاكثر هطولاً بالأمطار تبدأ من شهر أكتوبر إلى شهر مايو وتقل في شهر يونيو ويوليو وأغسطس وسبتمبر، وبمعدل سنوياً يبلغ حسب محطة أرصاد الفتائح 316.2 مليمتر، وقد بلغت المتوسطات الفصلية لعدد الأيام الممطرة كما هو مبين بالجدول (1-10) 65 يوماً أغلبه في فصل الشتاء خلال أشهر ديسمبر ويناير وفبراير، والتي كان لها تأثير كبير في جيوموفولوجية منطقة الدراسة.

جدول (1-8) المتوسط الشهري لكمية الأمطار (بالمليمتر) خلال الفترة من 1980 – 2009 .

محطة أرصاد الفتائح

الاشهر	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	المجموع
محطة الفتائح	84.7	48	30.5	9.5	7.4	0.5	0.2	0.2	4.1	23.8	29.6	77.7	316.2

المصدر: المركز الوطني للأرصاد الجوي محطة أرصاد الفتائح بيانات المناخ من الفترة 1980 - 2009



المصدر: المركز الوطني للأرصاد الجوي محطة أرصاد الفتائح بيانات المناخ من الفترة 1980 - 2009

شكل (1-14) متوسط كمية الأمطار خلال الفترة 1980 – 2009

المصدر: زيارة ميدانية بتاريخ 2019/11/14 م

شكل (1-15) الجريان السطحي بالقرب من عبارة "الحسي" عند مصب حوض المعلق - الطريق العام خليج التميمي - خليج البمبة.

جدول (1-9) المتوسطات الفصلية وأكبر كمية أمطار هطلت في محطة أرصاد الفتائح (ملم)

المتوسطات	فترة الرصد	فصول السنة				المعدل العام
		الشتاء	الربيع	الصيف	الخريف	
أكبر كمية امطار هطلت (ملم)	2009 – 1980	76	23.5	0.8	31.5	132
متوسط كمية الأمطار الفصلية	2009 – 1980	210.4	47.4	0.9	57.5	316.2

- **المصدر: المركز الوطني للأرصاد الجوي محطة أرصاد الفتائح بيانات المناخ من الفترة 1980 - 2009**

جدول (1-10) المتوسطات الفصلية لعدد الايام الممطرة خلال الفترة من 1991 - 2009

محطة أرصاد الفتائح

فترة الرصد 1991 – 2009	فصول السنة				المعدل العام
	الشتاء	الربيع	الصيف	الخريف	
عدد الايام الممطرة	44	12	0	9	65

- **المصدر: المركز الوطني للأرصاد الجوي محطة أرصاد الفتائح بيانات المناخ من الفترة 1991 - 2009**

كما سجلت محطة أرصاد مرتوبة معدل عام للأمطار بلغ 137 ملم كما هو مبين بالجدول (1-11) خلال الفترة من **1961 – 1990 .**

جدول (1-11) المتوسط الشهري لكمية الأمطار (بالمليمتر) خلال الفترة من 1961 – 1990 .

الاشهر	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	المجموع
محطة مرتوبة	26.4	20.8	16.5	8.0	2.0	0.8	0.0	0.0	10.3	20.4	12.9	18.8	137

محطة أرصاد مرتوبة

- **المصدر: المركز الوطني للأرصاد الجوي محطة أرصاد مرتوبة بيانات المناخ من الفترة 1961 - 1990**

جدول(1-12) المتوسطات الفصلية وأكبر كمية أمطار هطلت في محطة أرصاد مرتوبة (ملم)

للفترة من 1961 – 1990

المتوسطات	فترة الرصد	فصول السنة				المعدل العام
		الشتاء	الربيع	الصيف	الخريف	
أكبر كمية امطار هطلت (ملم)	1961 – 1990	55	47.1	0	49	151.1
متوسط كمية الأمطار الفصلية	1961 – 1990	66	26.5	0.8	43.6	137

- **المصدر: المركز الوطني للأرصاد الجوي محطة أرصاد مرتوبة بيانات المناخ من الفترة 1961 - 1990**

كما يتضح من الجدول (1-13) أن محطة أرصاد التميمي سجلت معدل مطري عام يبلغ 76 خلال الفترة من 1961 – 1990 .

على ضوء ما سبق من البيانات المطرية التي تخص منطقة الدراسة يبدو أن معدلات الأمطار تقل بالاتجاه الشرقي لمنطقة الجبل الأخضر وكذلك كلما اتجهنا جنوباً حيث يسود المناخ شبه الجاف.

جدول (1-13) المتوسط الشهري لكمية الأمطار (بالمليمتر) خلال الفترة من 1961 – 1990.

محطة أرصاد التميمي

الاشهر	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	المجموع
محطة التميمي	16.7	14.7	9.4	3.6	0.0	0.2	0.0	0.0	0.7	11.1	6.3	13.1	76

المصدر: المركز الوطني للأرصاد الجوي محطة أرصاد التميمي بيانات المناخ من الفترة 1961 - 1990

جدول (1-14) المتوسطات الفصلية وأكبر كمية أمطار هطلت في محطة أرصاد التميمي (ملم)

للفترة من 1961 - 1990

المتوسطات	فترة الرصد	فصول السنة				المعدل العام
		الشتاء	الربيع	الصيف	الخريف	
أكبر كمية امطار هطلت (ملم)	1961 – 1990	46.2	3.7	0	11.5	61.4
متوسط كمية الأمطار الفصلية	1961 – 1990	44.5	13	0.2	18.1	76

- **المصدر: المركز الوطني للأرصاد الجوي محطة أرصاد التميمي بيانات المناخ من الفترة 1961- 1990**

5- الرطوبة النسبية :

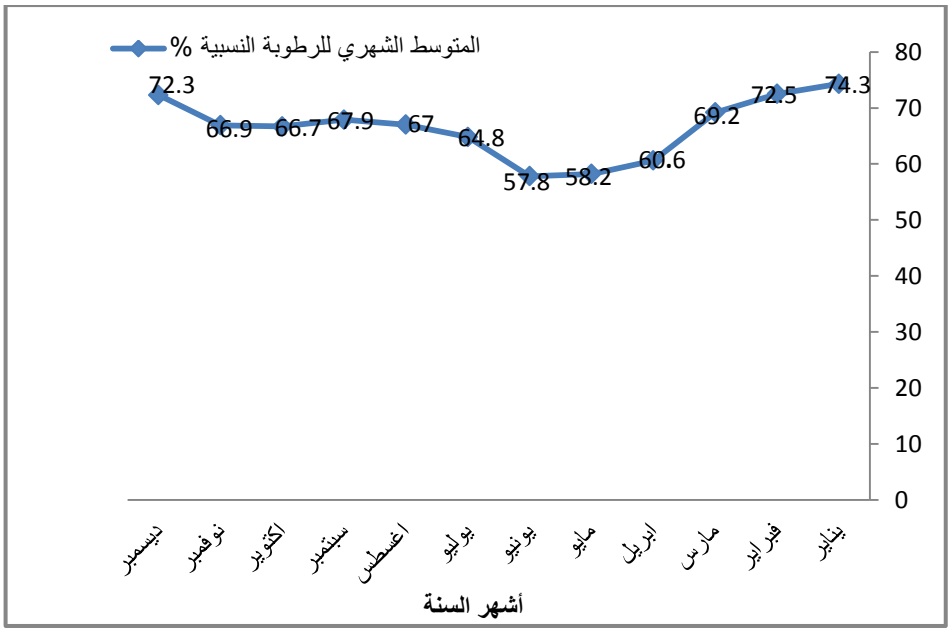
تعد الرطوبة النسبية أهم عنصر في عملية التجوية الكيميائية والتي تنشأ نتيجة التفاعل بين مكونات الصخر المعدنية مع الماء أو بخار الماء أو أحد العناصر الجوية، مما يؤدي إلى تحول مكونات الصخر أو بعضها إلى مكونات جديدة، وتحدث هذه العملية في موضع الصخر دون حدوث أي حركة (تراب، 1993، 145)، ومن خلال الجدول (1-15) والشكل (1-16) يبلغ معدل الرطوبة النسبية حوالي 66.5 في محطة أرصاد الفتائح والتي تختلف من شهر إلى شهر ومن فصل إلى فصل ويلاحظ أنه مع ارتفاع نسبة الرطوبة في الجو تنشط عمليات التجوية الكيميائية، كما أن مع انخفاضها ينخفض نشاط عملية التجوية الكيمائية بالصخور .

جدول (1-15) المتوسط الشهري لنسبة الرطوبة النسبية خلال الفترة من 1980- 2009

محطة أرصاد الفتائح

الأشهر	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	المتوسط
محطة الفتائح	74.3	72.5	69.2	60.6	58.2	57.8	64.8	67	67.9	66.7	66.9	72.3	66.5

المصدر: المركز الوطني للأرصاد الجوي محطة أرصاد الفتائح بيانات المناخ من الفترة 1980 - 2009



المصدر: المركز الوطني للأرصاد الجوي محطة أرصاد الفتائح بيانات المناخ من الفترة 1980 - 2009

شكل (1-16) المتوسط الشهري للرطوبة النسبية

6- التبخر :

كلما زادت معدلات درجات الحرارة ازدادت كمية التبخر (زكري،1998، 122)، ونظراً لسيادة المناخ الشبه الجاف في أغلب أجراء منطقة الدراسة فإن معدلات التبخر ترتفع، ومن خلال

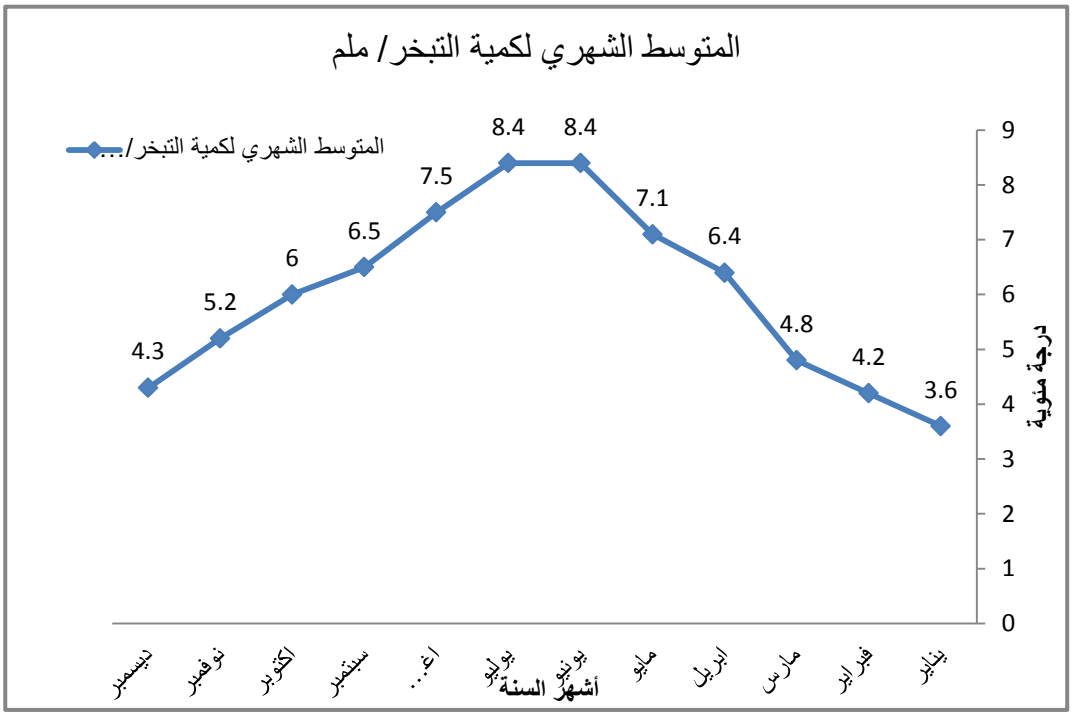
الجدول (1-16) والشكل (1-17) يتضح أن متوسط كمية التبخر يبلغ حوالي 5.3 ملم ويبلغ أقصاه في شهري يونيو ويوليو حيث تصل النسبة إلى 8.4 ملم.

يظهر أثر التبخر في العمليات الجيومورفولوجية من خلال ظهور التشققات الطينية والقشرات الملحية التي تظهر على السبخات خصوصاً في فصل الصيف، كما أن الصخور الجيرية هي أكثر عرضة لعمليات الكربنة بوجود حامض الكربونيك الذي تتحول من خلاله كربونات الكالسيوم الغير قابلة للذوبان في الماء إلى بيكربونات الكالسيوم القابلة للذوبان في الماء، فتظهر بعض الظاهرات المرتبطة بالشقوق والفواصل ومناطق الضعف الصخري (سلامة،1982، 29) وتنتشر الصخور الجيرية بمنطقة الدراسة حيث أن التكوينات الجيولوجية السائدة تتكون أساساً من الصخور الجيرية خصوصاً تكوين الفائدية الذي يشكل أغلب مساحات حوض الوادي .

جدول (1-16) المتوسط الشهري لكمية التبخر خلال الفترة من 1991- 2009 محطة أرصاد الفتائح

الاشهر	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	المتوسط
محطة الفتائح	3.6	4.2	4.8	6.4	7.1	8.4	8.4	7.5	6.5	6	5.2	4.3	5.3

المصدر: المركز الوطني للأرصاد الجوي محطة أرصاد الفتائح بيانات المناخ من الفترة 1991 - 2009



- **المصدر: المركز الوطني للأرصاد الجوي محطة أرصاد الفتائح بيانات المناخ من الفترة 1991 - 2009**

شكل (1-17) المتوسط الشهري لكمية التبخر

ثالثاً: النبات الطبيعي :

تأتي دراسة النبات الطبيعي خصوصاً في البيئات الجافة والشبة الجافة ذات أثر واضح، حيث يمثل جزءاً من مجموع البيئة وله علاقات متداخلة مع المناخ وأشكال السطح والتربة فضلاً عن أنه يمثل المحور الذي تدور حوله الحياة في هذه البيئات المختلفة (الراوي ،1993، 8)، وتتميز منطقة الجبل الاخضر بحياة نباتية متنوعة في شكل غابات وأحراش دائمة الخضرة ونبتات بحرية منتشرة على الشريط الساحلي (شرف،1958،131).

ويمكن تقسيم النبات الطبيعي حسب الظروف المناخية لمنطقة الدراسة إلى اقليمين :

- **اقليم نباتات البحر المتوسط** وتظهر نباتات هذا الاقليم في الجهة الغربية من منطقة الدراسة، وتسود به التربة الحمراء، ويضم العديد من الانواع النباتية ومنها:

جدول (1-17) أنواع النباتات (اقليم البحر المتوسط) بمنطقة الدراسة

الرقم	النبات	النوع	الاسم العلمي
1	العرعر	أشجار	Juniperus communis
2	الشبرق	شجيرات	Sarcoptari Umspinosum Spach
3	الزهيرة	شجيرات	Phlomis floccose
4	النميله	شجيرات	Vulgare Marrbuim
5	الخافور	أعشاب	Avena Starlisl
6	الحارة	أعشاب	Sinapis alba
7	الرقيطة	أعشاب	Notobasis suriacaa
8	الدرياس	أعشاب	Thampsea graganica
9	بصل فرعون	أعشاب	Urginea maritime
10	النفل	أعشاب	Family Fabaceae Medicago ssp

المصدر:

- Fawzy, T, K, H, medicinal plantes in Libya. Beirut Lebanon(1985)p(21 – 30).

- ابراهيم ، محمود سعد ، تراجع مساحات الغطاء النباتي جنوب شرق الجبل الأخضر، جامعة عمر المختار فرع درنه (2010) 8- 10.

- الشاعري ، مدينة سالم الغطاء النباتي في الساحل الشمالي الشرقي – هضبة البطنان ،مطابع الثورة بنغازي (2002) 22 .

- الزيارة الميدانية.

*** ينتشر بكثرة في وادي المعلق.**

- **اقليم نباتات الاستبس شبه الجاف** وتشغل المساحة الأكبر من منطقة الدراسة وتقل في كثافتها ونوعيتها بالاتجاه نحو الجنوب، ويسود هذا الاقليم المناخ شبه الجاف، وتنمو بصفة خاصة في قيعان الأودية وفي بعض السهول والوديان حيث تنتشر الترب الطينية والرسوبية، ويضم هذا الاقليم العديد من الانواع النباتية ومنها :

جدول (1-18) أنواع النباتات (اقليم الشبه الجاف) منطقة الدراسة

الرقم	النبات	النوع	الاسم العلمي
1	الزيتون البري*	أشجار	Olea europea
2	العوسج	شجيرات	Lycium Europaeuml
3	الحلاب	شجيرات	Euphordia Dendroides.L.
4	القطف	شجيرات	Atrplex halimusl
5	الرتم	شجيرات	Retama Raetm (forsk)
6	السدر	شجيرات	Zizphuslotus (L) lam
7	الجداري	شجيرات	Phus tripartita
8	الرمث	شجيرات	Hammada scoparia
9	الجل	شجيرات	Pruinosa Suaeda
10	العجرم	شجيرات	Anabasis Articulata (forsk)
11	البوشترت	أعشاب	Hordeum Muriuam
12	البهمة	أعشاب	Stipa barbata
13	القميلة	أعشاب	Matricaia chamomilla

المصدر:

- Fawzy, T, K, H, medicinal plantes in Libya. Beirut Lebanon(1985)p(21 – 30).

- ابراهيم ، محمود سعد ، تراجع مساحات الغطاء النباتي جنوب شرق الجبل الأخضر، جامعة عمر المختار فرع درنه (2010) 8- 10.

- الشاعري ، مدينة سالم الغطاء النباتي في الساحل الشمالي الشرقي – هضبة البطنان ،مطابع الثورة بنغازي (2002) 22 .

- الزيارة الميدانية.

*** ينتشر بكثرة في وادي المعلق.**

يمكن تقسيم دور النبات في تشكيل بعض المظاهر الجيومورفولوجية إلى قسمين، دور ميكانيكي من خلال مد النبات لجذورها فيؤدي إلى تحطيم الصخور وتكسيرها، كم تحجب كميات كبيرة من الرواسب أو تضعف حركتها.

أما دور النبات الكيميائي فيظهر من خلال تفاعل الأحماض العضوية التي تفرزها النباتات مع مكونات الصخر ومعادنه، كما تقلل النباتات من عملية الاذابة بفعل التكربن في أثناء النهار

لما تقوم به من عملية التمثيل الضوئي، وتغير النباتات من تركيب المفتتات الصخرية والتربة الحيوية بما تضيفه من أوراق متساقطة وجذور متعفنة التي تتخلل مكونات التربة (عبدالعالي،2016، 71).

شكل (1-18) نبات السدر

شكل (1-19) نبات الزيتون البري

شكل (1-20) نبات الشبرق

شكل (1-21) نبات الزهيرة

شكل (1-22) نبات القميلة

شكل (1-24) نبات بصل فرعون

المصدر: الزيارات الميدانية بتاريخ 2012/2/5 ـــ 2021/3/23م.

رابعاً : التربة.

تعرف التربة بأنها الطبقة المفتتة من الصخور الموجودة على سطح الأرض والتي تمد بها النباتات جذورها (بن محمود،1995، 104)، وتعد التربة أحد أهم المكونات الجيوبيئية، والترب تنشأ من نحت الصخور الأصلية من خلال العمليات الجيومورفولوجية، ولهذا فهي تحظى بأهمية كبيرة في الدراسات الجيومورفولوجية، كما ان تشكل التربة يرتبط بالعديد من العوامل الطبيعية الأخرى مثل المناخ والطبوغرافية والمادة الأصلية والنبات والزمن، وهذه العوامل هي التي تحدد خصائص التربة (العزي،2013، 12)، وتتأثر التربة في حوض وادي المعلق من حيث سمكها ونوعها بالعوامل البشرية والطبيعية، ومن خلال الدراسات الحقلية ثبت أن اختلاف توزيع التربة وسماكتها، يرتبط ارتباطاً وثيقاً بالارتفاع عن سطح البحر، بالإضافة إلى تأثير الظروف المناخية الأخرى من حرارة ورطوبة وأمطار، كما أن للنشاط البشري الدور الكبير في توزيع التربة من خلال الحراثة المستمرة وبشكل جائر أدى إلى توزيع التربة في أمكان محددة مثل بطون الأودية على شكل مراوح ارسابية، ويتواجد في حوض وادي المعلق أنواع الترب الآتية :

1- تربة البحر المتوسط الحمراء:

تعرف باسم **التيراروزا** والتي تعنى الأرض الوردية، وتنتمي لتربة البحر المتوسط الحمراء، وتتميز هذه التربة بأنها من أصل جيري، حيث ترتفع بها نسبة العناصر الجيرية الكلسية والفسفورية، إضافة إلى أكسيد الحديد الذي اكسبها اللون الأحمر، ويظهر لون هذه التربة أحمر إلى بني فاتح، ومن مزايا هذا النوع من الترب هو احتفاظها بالرطوبة فهي متوسطة النفاذية، مما يطلب إضافة بعض المخصبات العضوية إليها، وهي ذات قوام طيني ثقيل مما يجعلها عرضة للإنجراف (بن محمود،1995،488)، وتظهر في الأجزاء العليا من حوض الوادي، كما تظهر في مساحات قليلة من الاجزاء الوسطى.

2- التربة الصخرية:

ما يميز هذا النوع من التربة، هو ارتفاع الكتل الصخرية بها، والتي في الغالب ما تختفي تحت هذا الكتل حيث تتعدى نسبة الصخور بهذا النوع من الترب 20% من وزنها، وهي جيرية، وسهلة التأثر بعمليات التعرية المائية، وتتشكل أما من تطبق الطبقات الكلسية قليلة السمك، أو من تفكك تكوينات الكونجلوميرات، ونتيجة لترسيبات الكالسيوم فإن هذه التربة

تمنع انتشار النباتات وتغلغل الجذور بها (بن محمود،1995،490)، وتنتشر هذا النوع في اماكن متعددة في منطقة الدراسة خصوصاً عند مناطق المنحدرات، وعلى ضفاف الأودية.

3- التربة الفيضية:

هي تربة غير نطاقية، فهي لا ترتبط بنطاق معين وتوجد في أماكن عديدة، وهي منقولة من أماكن بعيدة وتنتج عن ارسابات المياه الجارية حاملة معها خصائصها الأصلية، ويتفاوت نسيجها من متوسط إلى ثقيل، ويصل سمكها من إلى عدة امتار على الضفاف، ويقل بالتدريج ناحية المجرى، ويتفاوت لونها من والأصفر الضارب للحمرة إلى اللون الأحمر والرمادي الداكن، وتحتوى على مواد معدنية إلا انها فقيرة في المواد العضوية، وهي صالحة للزراعة مع توفر المادة المواد العضوية، وهي تربة منتجة وغير منفذة ولها القدرة على الاحتفاظ بالمياه (بن محمود،1995،230)، وتوجد بكثر في أحواض منطقة الدراسة، فهي تنتشر عند مصبات وقيعان الأودية والمصاطب النهرية.

الفصل الثانى

الخصائص المورفومترية لحوض وادي المعلق

مقدمة:

- **أولاً: الخصائص المساحية لأحواض الاودية**

مساحة أحواض التصريف

طول الأحواض

عرض الأحواض

محيط الأحواض

- **ثانياً: الخصائص الشكلية لأحواض الاودية**

نسبة الاستدارة

نسبة الاستطالة

معامل الشكل

نسبة الطول إلى العرض

الانبعاج

- **ثالثاً: الخصائص التضاريسية لأحواض الأودية**

درجة التضرس

التضاريس النسبية

قيمة الوعورة

معدل النسيج الطبوغرافي

الرقم الجيومتري

التكامل الهبسومتري

المنحنى الهبسومتري

المقاطع الطولية والعرضية لأحواض الأودية

- **رابعاً: خصائص شبكات التصريف لأحواض الاودية**

رتب المجاري المائية وأعدادها

نسبة التشعب

كثافة التصريف

التكرار النهري

معدل بقاء المجاري

أنماط التصريف

مقدمة:

تحتل الدراسة المورفومترية أهمية كبرى لدى المهتمين بالدراسات الجيومورفولوجية لارتباط الخصائص المورفومترية لأحواض التصريف بالخصائص الطبيعية، والتركيب الجيولوجي، والمناخ، والتربة، والغطاء النباتي.

إن أبرز من أهتم بالدراسة المورفومترية لأحواض التصريف هم، هورتن Horton (1945) والذي وضع تحديداً للرتب النهرية واسترايلر Strahler (1952) حيث قام بتعديل هذا التحديد، إضافة إلى أنه بين التحليل الهبسومتري لأحواض الأودية بطريقة حسابية، وطريقة بيانية، وشوم Schumm (1956) الذي قام بحساب معدل بقاء المجاري، وتشورلي Chorley (1957) فقام بقياس طول الحوض من خلال حساب أقصى طول للحوض وأقصى نقطة على محيط الحوض وميلتون Milton (1958) قام بحساب نسبة تماسك المساحة (نسبة الاستدارة) وموريساوا Morisawa (1962) فقد ربط بين معدل النسيج الحوضي وكثافة التصريف، وقسمها إلى أربع فئات، وجريجوري و والنج Gregory and Walling (1973) فحددا طريقة لقياس طول الحوض، من خلال حساب الخط الواصل بين المصب وأقصى نقطة تقع على محيط الحوض.(عبدالعالي ،2016،73).

لقد عرف كلارك Clarke القياسات المورفومترية على أنها قياسات وتحاليل رياضية للشكل العام لسطح الأرض وقياس أبعادها، ويرى كنث Kanth تطبيق المنهج المورفومتري هو في تحليل ارتفاع المنطقة، وتحديد أسطح التعرية، والمنحدرات والخصائص التضاريسية والتضاريس النسبية، وتقييم حوض النهر، وتحديد أولويات مستجمعات المياه للترب وأنشطة حفظ المياه في الأحواض النهرية، ثم إجراء التحليلات المورفومترية لأحواض مختلفة من قبل العديد من العلماء باستخدام الطرق التقليدية.(التواتي،2020، 2).

يمكن من خلال إجراء القياسات المورفومترية لأحواض الأودية معرفة العلاقة الكمية بين خصائص شكل الحوض وهيدرولوجية الوادي، وذلك لأن شكل الخصائص المساحية والشكلية تؤثر في تحديد خصائص جريان الأودية، ونظراً لكبر مساحة الحوض تم اتباع طريقة لدراسة حوض وادي المعلق مورفومترياً من خلال تقسيمه إلى مجموعة أحواض، بلغ عددها 110أحواض، منها أحواض رئيسية تتميز بكبر مساحتها، وأحواض متوسطة، وأحواض صغيرة، والتي تبين من خلال هذه الدراسة إنها أحواض صرف مائية متكاملة، يتطلب التوصل الى معرفة خصائصها المورفومترية دعماً للخطط التنموية في النشاطات المختلفة إضافة إلى

العديد من الأودية البينية التي تنتشر بين أحواض التصريف، على امتداد واسع، خصوصاً في القطاع الأدنى من حوض وادي المعلق.

لقد تم اتباع الاتجاهات الدراسية الحديثة، باستخدام نظم المعلومات الجغرافية (GIS) من خلال برنامج **ARC MAP 10.8** بالاعتماد على الخرائط الطبوغرافية لدراسة حوض وادي المعلق لاستخراج المعاملات المورفومترية، كما تم استخدام برنامج Excel 2010 في حساب المعاملات المورفومترية المتعلقة بالخصائص الشكلية وشبكات التصريف، كما تم رسم القطاعات الطولية والعرضية في برنامج Global Mappe 11، إضافة إلى الدراسة الحقلية.

قد لوحظ أن هناك تباين كبير بين أحواض الأودية، حيث تتفاوت في أبعادها المساحية والطولية والعرضية، كذلك تختلف في أعداد المجاري وأطوالها، فيوجد بها العديد من الأحواض الرئيسية الكبيرة، ومنها ما هو صغير وحيد المجرى. وعلى هذا الأساس تم تصنيف الدراسة المورفومترية لأحواض التصريف إلى أربع مجموعات وفقاً لتفاوت مساحات الأحواض، منها أحواض كبيرة (170 كم²- 50 كم²)، وأحواض متوسطة (25 كم²- 5 كم²)، وأحواض صغيرة، (5 كم²- 1 كم²) أودية بينية (أقل من 1 كم²)، وقد كانت الدراسةعلى النحو التالي :-

أولاً: الخصائص المساحية لأحواض الأودية الفرعية

1- مساحة أحواض التصريف

هي كامل الرقعة التي يحدها خط تقسيم المياه، وتعد مساحة الحوض العنصر الاساسي في الدراسة المورفومترية، فمساحة الحوض لها الأثر الأكبر على حجم التصريف المائي داخل الحوض؛ إذ توجد علاقة طردية بين كل من المساحة الحوضية وحجم التصريف المائي بشبكة التصريف النهري (محسوب ، 1996 ، 205)، فكلما زات مساحة حوض التصريف، ومع زيادة كميات الأمطار تزداد الكمية المائية بشبكات التصريف، وقد بلغت المساحة الكلية لأحواض التصريف في حوض وادي المعلق 752كم² وبمتوسط عام 6.84 كم²، مُعتمداً في حسابها على الخرائط الطبوغرافية، والتي تضم 110 أحواض تتفاوت في مساحتها، أكبرها حوض مثاب حيث تبلغ مساحته 169.93كم²، وأصغرها وادي (110) وتبلغ مساحته 0.09 كم²، وأظهرت الدراسة المورفومترية وفق تقسيم الأحواض على ضوء الاختلافات المساحية الآتي :

- **أحواض كبيرة (170 كم²- 50 كم²)**: عددها 4 أحواض، وتبدأ من حوض (1) إلى حوض (4) وهي أحواض (مثاب ، الدواي ، أم العقارب (لكنش) ، الغراب) وتبلغ مساحتها الكلية 518 كم²، وتشكل ما نسبته 69% من المساحة الاجمالية.
- **أحواض متوسطة (25 كم²- 5 كم²)**:عددها 10 أحواض وتبدأ من حوض (5) إلى حوض (14) وهي أحواض (الدم ، الفاروخ ، الزياتين ، الرصين ، البلح ، الغالبي، الهيشة، الاسم، القطف 1، القطف2) وتبلغ مساحتها الكلية 136 كم²، وتشكل ما نسبته 18% من المساحة الاجمالية.
- **أحواض صغيرة (5 كم² – 1 كم²)**: عددها 28 حوضاً من حوض (15) إلى حوض (42) وتبلغ مساحتها الكلية 65 كم²، وتشكل ما نسبته 8.6% من المساحة الاجمالية.
- **أودية بينية أقل من 1 كم²:** عددها 68 وادياً، وتبدأ من وادي (43) إلى وادي (110) وتبلغ مساحتها الكلية 33 كم²، وتشكل ما نسبته 4.4% من المساحة الاجمالية.

من خلال العرض السابق للفئات المساحية، لمنطقة الدراسة، تبين أن الأودية البينية والتي تبلغ 68 وادياً، لا تمثل سوى نسبة 4.4% من المساحة الاجمالية، ويعود صغر حجمها إلى الاختلاف في الظروف البنيوية، وتقع غالبيتها في القطاع الأدنى لحوض الوادي وبالقرب من الحافات، مما شكلت مجاري صغيرة سريعة الجريان، كما أنها تأثرت بالصدوع التي تظهر في القطاع الأدنى، مما حد من قدرة هذه الأحواض من توسيع مجاريها، وهذا يعني إن أحواض منطقة الدراسة تتباين في المردود المائي تبعاً لتباين مساحاتها في حالة ثبات المتغيرات الأخرى المؤثرة في كمية الجريان مثل نوع الصخر ونظامه، والتضرس، وشكل شبكة التصريف.

2- أطوال الأحواض.

تم اعتماد طريقة Gregory and Walling في تحديد طول الحوض وتحسب من المصب إلى أقصى نقطة تقع على محيط الحوض (Gregory , K . J . and walling,1975, 50) ويؤدي طول الحوض دوراً مهماً في عملية الجريان السطحي، إذ يتحكم في مدة تصريف المياه بالحوض (أبوحصيرة،2013، 66)، ويلاحظ في الأودية الرئيسة أن أقصى طول هو لأكبرها مساحة 38 كم بوادي الدواي و30.5 كم بوادي أم وثاب، كما أن الأحواض الثانوية صغيرة المساحة هي أقصر الأحواض طولاً، فيبلغ طول حوض (90) 0.46 كم².

3- عرض الأحواض.

تم حساب متوسط العرض على طريقة Gregory and Walling بقسمة المساحة على الطول (Gregory , K . J . and walling,1975,50)، ويفيد هذا المتغير في تحديد شكل الحوض، والذي يؤثر بدوره على حجم التصريف النهري، الأمر الذي ينعكس على تقدير حجم مخاطر الفيضانات (الغيلان،2008،146) وتبين أن متوسطات العرض في أحواض أودية منطقة الدراسة تكون كبيرة في الأحواض الأكبر مساحة وتقل مع صغر المساحة، فيبلغ العرض الحوضي بوادي مثاب 5.6 كم، وهو أكبر الأحواض من حيث المساحة، في حين أن العرض الحوضي للحوض (110) 0.15 كم² وهو الأصغر مساحة.

4- محيط الاحواض.

يقصد بمحيط الحوض، خط تقسيم المياه الذي يفصل بين الحوض والأحواض المجاورة (الدليمي،2005،276) و يرتبط محيط الحوض مع مساحة الحوض ارتباطاً وثيقاً حيث تكون العلاقة طردية بين المساحة والمحيط ، وتم قياس المحيط من الخرائط الطبوغرافية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية (GIS) من خلال برنامج ARC MAP 10.8، وتفيد معرفة محيط الأحواض في التعرف على المعاملات المورفومترية الشكلية مثل شكل الحوض، ومعدل الاستدارة، ومعدل الاستطالة.

قد تم حساب محيطات الأحواض بمنطقة الدراسة، فتبين أن هناك علاقة فيما بين مساحة الأحواض الكبيرة مع محيطات الأحواض، إذ تزداد مع كبر مساحة الأحواض، فبلغ محيط وادي الدواي 94.73 كم ومحيط حوض وادي مثاب 84.79 كم ومحيط وادي أم العقارب (لكنش)77.95كم، كما يظهر الحد الأدنى لمحيطات الأحواض في الأحواض صغيرة المساحة إذ يبلغ 1.42 كم بوادي (67).

على ضوء التقسيم المساحي لأحواض الأودية حسب الفئات المساحية السابقة و كما هو مبين في الجدول (2-1) إذ تظهر الأحواض الأكبر مساحة، والتي تتقارب نسبياً في مساحتها عن بقية الأحواض الأخرى، تبلغ مساحتها 518كم²، ويبلغ متوسط مساحاتها 129.5كم²، ومتوسط المحيطات 73.8كم، ومتوسط أطوالها 28.5كم، ومتوسط العرض4.5 كم.

جدول (2-1) الخصائص المساحية لأحواض الأودية من 170 كم² - 50 كم²

ت	الحوض	المساحة كم²	المحيط كم	الطول كم	العرض كم
1	**أم وثاب**	169.93	84.79	30.5	5.57
2	**الدواي**	153.45	94.73	38	4.04
3	**أم العقارب**	134.71	77.95	31	4.35
4	**الغراب**	59.90	37.69	14.5	4.13
المجموع		518	295	114	18
المتوسط		129.5	73.8	28.5	4.5

المصدر: اعتماداً على الخريطة الطوبوغرافية، مقياس 1:50000 والمرئيات الفضائية.

الجدول (2-2) يبين الأحواض المتوسطة المساحة فيما بين 25كم²- 5كم²، والتي تبلغ مساحتها 136كم²، ويبلغ متوسط مساحاتها 1.36كم²، ومتوسط المحيط 18.4كم، ومتوسط أطوالها 7.8كم، ومتوسط العرض 1.8 كم.

جدول (2-2) الخصائص المساحية لأحواض الأودية من 25 كم²- 5كم²

ت	الحوض	المساحة كم²	المحيط كم	الطول كم	العرض كم
1	الدم	25	23.91	7.6	3.39
2	الفاروخ	22.65	22.08	7.6	2.98
3	الزياتين	18.72	29.31	14	1.34
4	الرصين	17.49	24.32	12	1.46
5	البلح	13.94	16.61	6.15	2.27
6	الغالبي	8.74	13.34	5.14	1.70
7	الهيشة	8.35	13.69	6.9	1.21
8	الأسم	8.18	19.60	9.74	0.84
9	القطف 1	6.89	10.77	4.64	1.48
10	القطف 2	5	9.92	4	1.30
المجموع		136	184	78	18
المتوسط		13.6	18.4	7.8	1.8

المصدر: اعتماداً على الخريطة الطوبوغرافية، مقياس1:50000 والمرئيات الفضائية.

الجدول رقم (2-3) يوضح الأحواض صغيرة المساحة من 5كم²- 1كم²، والتي تبلغ مساحتها 65 كم²، ويبلغ متوسط مساحاتها 2.3كم²، ومتوسط المحيطات 7كم، ومتوسط أطوالها 3كم، ومتوسط العرض0.8 كم.

جدول (2-3) الخصائص المساحية لأحواض الأودية من 5 كم²- 1كم²

ت	الحوض	المساحة كم²	المحيط كم	الطول كم	العرض كم
1	15	4.51	9.30	3.7	1.22
2	16	4.49	10.70	5	0.90
3	17	4.06	11.40	5	0.81
4	18	4.05	9.01	4.4	0.92
5	19	3.63	7.88	3.71	0.98
6	20	3.51	8.31	3.37	1.04
7	21	3.48	8.14	3.48	1.00
8	22	3.41	9.27	3.35	1.02
9	23	3.14	8.42	3.04	1.03
10	24	3.14	9.05	4.03	0.78
11	25	3.12	8.58	4.03	0.77
12	26	2.60	8.42	4	0.65
13	27	2.07	5.81	2.27	0.91
14	28	1.74	7.01	3.48	0.50
15	29	1.58	5.39	2.32	0.68
16	30	1.54	5.24	2	0.77
17	31	1.45	5.42	2.16	0.67
18	32	1.38	5.05	1.32	1.05
19	33	1.36	4.85	2	0.68
20	34	1.30	5.16	2.06	0.63
21	35	1.26	4.97	2.32	0.54
22	36	1.25	5.37	2.32	0.54

0.52	2.25	5.26	1.17	37	23
0.37	3	5.30	1.12	38	24
0.72	1.54	4.30	1.11	39	25
0.49	2.26	5.86	1.10	40	26
0.65	1.62	4.38	1.05	41	27
0.76	1.39	4.20	1	42	28
22	81	192	65	**المجموع**	
0.8	3	7	2.3	**المتوسط**	

المصدر: اعتماداً على الخريطة الطوبوغرافية، مقياس1:50000 والمرئيات الفضائية.

في حين أن الأودية البينية والتي يصل عددها إلى 68 وادياً، كما في الجدول (2-4) فمساحتها 33 كم²، وبمتوسط 0.48 كم²، ويعود ذلك إلى صغر مساحاتها رغم كثرة أعدادها بمنطقة الدراسة، ويبلغ متوسط المحيطات 3كم، ومتوسط أطوالها1كم،ومتوسط العرض0.42كم.

جدول (2-4) الخصائص المساحية للأودية البينية أقل من 1كم²

ت	الحوض	المساحة كم²	المحيط كم	الطول كم	العرض كم
1	43	0.99	4.25	1.71	0.58
2	44	0.97	4.16	1.71	0.57
3	45	0.97	5.18	2.14	0.45
4	46	0.95	4.18	1.85	0.51
5	47	0.91	5.37	2.43	0.38
6	48	0.84	4.66	1.98	0.42
7	49	0.83	4.38	1.91	0.44
8	50	0.78	4.10	1.08	0.72
9	51	0.75	3.30	1	0.75
10	52	0.74	4.42	1.85	0.40
11	53	0.74	3.92	1	0.74
12	54	0.73	3.70	1.64	0.45

0.33	2.13	5.00	0.71	55	13
0.59	1.19	3.70	0.70	56	14
0.42	1.62	3.99	0.68	57	15
0.67	1	3.69	0.67	58	16
0.64	1.02	3.12	0.66	59	17
0.50	1.3	3.94	0.65	60	18
0.50	1.28	3.51	0.64	61	19
0.51	1.24	3.14	0.63	62	20
0.38	1.6	3.55	0.62	63	21
0.37	1.66	4.05	0.61	64	22
0.50	1.2	3.13	0.60	65	23
0.35	1.71	3.83	0.60	66	24
0.54	1.08	3.14	0.58	67	25
0.52	1.08	3.05	0.57	68	26
0.79	0.696	2.90	0.55	69	27
0.79	0.696	2.98	0.55	70	28
0.57	0.92	2.92	0.53	71	29
0.41	1.25	3.24	0.51	72	30
0.53	0.928	3.10	0.49	73	31
0.37	1.31	3.47	0.49	74	32
0.28	1.71	3.74	0.48	75	33
0.27	1.71	3.15	0.46	76	34
0.26	1.69	3.71	0.44	77	35
0.46	0.928	3.02	0.43	78	36
0.35	1.21	2.92	0.43	79	37
0.33	1.24	3.00	0.41	80	38
0.45	0.928	2.82	0.41	81	39
0.46	0.9	3.08	0.41	82	40

0.33	1.2	2.81	0.39	83	41
0.57	0.69	2.57	0.39	84	42
0.26	1.45	3.24	0.38	85	43
0.41	0.87	2.34	0.35	86	44
0.38	0.92	2.99	0.35	87	45
0.36	0.97	2.42	0.35	88	46
0.34	1.01	2.45	0.34	89	47
0.71	0.464	2.41	0.33	90	48
0.25	1.25	2.89	0.32	91	49
0.35	0.919	2.54	0.32	92	50
0.27	1.14	2.64	0.31	93	51
0.42	0.72	2.33	0.30	94	52
0.45	0.65	2.24	0.29	95	53
0.61	0.465	2.32	0.29	96	54
0.22	1.27	2.80	0.28	97	55
0.30	0.93	2.25	0.28	98	56
0.35	0.8	2.17	0.28	99	57
0.40	0.69	2.22	0.27	100	58
0.29	0.85	1.99	0.25	101	59
0.34	0.7	2.06	0.24	102	60
0.28	0.75	1.93	0.21	103	61
0.25	0.83	1.91	0.21	104	62
0.32	0.65	1.84	0.21	105	63
0.23	0.9	2.18	0.21	106	64
0.21	0.95	2.09	0.20	107	65
0.23	0.68	1.63	0.16	108	66
0.21	0.57	1.42	0.12	109	67
0.15	0.65	1.56	0.09	110	68

المجموع	33	211	79	29
المتوسط	0.48	3	1	0.42

المصدر: اعتماداً على الخريطة الطوبوغرافية، مقياس1:50000 والمرئيات الفضائية.

جدول (2-5) الخصائص المساحية لأحواض الأودية بوادي المعلق

المجموعة	الفئات	العدد	المساحة كم²	المحيط كم	الطول كم	العرض كم
1	170 كم² - 50 كم²	4	518	295	114	18
2	25 كم² - 5 كم²	10	136	184	78	18
3	5 كم² - 1 كم²	28	65	192	81	22
4	أقل من كم²	68	33	211	79	29
المجموع		110	752	882	352	87
المتوسط		27.5	188	220.5	88	22

المصدر: اعتماداً على الخريطة الطوبوغرافية، مقياس1:50000 والمرئيات الفضائية.

ثانياً: الخصائص الشكلية لأحواض الأودية الفرعية.

تعد الخصائص الشكلية للأحواض من أهم الخصائص المورفومترية، إذ تشير إلى معرفة التطور الجيومورفولوجي الذي أظهر الصورة الحالية للأحواض النهرية (العبدان،2008،11)، ويشير الباحثون إلى أن الخصائص الشكلية ترتبط ارتباطاً وثيقاً بالبنية الجيولوجية ونوع الصخر والمناخ والزمن (علاجي،2010،59)،من خلال تقسيم أحواض التصريف إلى فئات مساحية، يمكن سرد نتائج المعاملات المورفومترية الشكلية، والمتمثلة في معدل الاستدارة، ومعدل الاستطالة، ومعامل الشكل، ونسبة الطول إلى العرض، ومعامل الانبعاج على النحو التالي.

1- نسبة تماسك المساحة (معامل الاستدارة) Basin Circularity:

تشير إلى نسبة تقارب أو تباعد شكل الحوض عن الشكل الدائري، ففي حالة ارتفاع نسبة الاستدارة واقترابها من الواحد صحيح يشير ذلك إلى اقتراب الحوض إلى الشكل

الدائري وزيادة عمليات النحت الجانبي، حيث إن الأحواض تقوم بحفر مجاريها وبعد ذلك تقوم بتوسيعها في مرحلة متقدمة من التطور الجيومورفولوجي لحوض التصريف، كما أن القيم المنخفضة تشير إلى عدم انتظام شكل الحوض وزيادة تعرج خط تقسيم المياه (سلامة،2007،197)، وإن الوصول إلى معرفة هذه النسبة تقود الى معرفة شكل الحوض، ويمكن التوصل الى استخراج نسبة تماسك المساحة وفق المعادلة الآتية:

نسبة تماسك المساحة (الاستدارة) =4×7/22×مساحة الحوض / مربع محيط الحوض (Miller,1956,9).

2- معامل الاستطالةElongation Ratio:

يدل على اقتراب شكل الحوض او ابتعاده عن الشكل المستطيل، فكلما أقترب الناتج من الصفر دل ذلك على اقتراب الحوض من الشكل المستطيل، كلما اقتربت النسبة من الواحد صحيح كلما ابتعد الحوض عن شكل المستطيل واقتراب من الشكل الدائري (محسوب،1996،208)، وقد تم الوصول إلى استخراج معامل الاستطالة من خلال المعادلة التالية :

معامل الاستطالة = 2/ طول الحوض x √ المساحة / 3.14،(Schumm,1956,646) .

3- معامل شكل الحوضBasin Form Factor:

يشير إلى مدى اقتراب شكل الحوض او ابتعاده عن الشكل المثلث ويمكن توضيحه من خلال العلاقة بين كل من المساحة الحوضية والطول الحوضي، ويُستدل منه على تناسق اجزاء الحوض، ففي حالة اقتراب القيمة من الواحد الصحيح يدل على زيادة نسبة المساحة الى الطول اما انخفاضها فيدل على اقتراب شكل الحوض من شكل المثلث (الصحاف وموسى ،1988،788)، وتم استخراج معامل الشكل وفق المعادلة التالية:

معامل الشكل = مساحة حوض التصريف كم²/ مربع طول حوض التصريف (Horton,1932,350).

4- نسبة الطول إلى العرض Length/ Width ratio:

توضح نسبة الطول إلى العرض مدى اقتراب أو ابتعاد شكل الحوض عن الشكل المستطيل، وتشبه هذه النسبة معدل الاستطالة، إلا انها تختلف في أن القيم المرتفعة تدل على

اقتراب الحوض من المستطيل والقيم المنخفضة تدل على زيادة عرض الحوض بالنسبة لطوله (تيم،2016،63) ، ويمكن حساب نسبة الطول إلى العرض وفق المعادلة التالية:

نسبة الطول إلى العرض = طول حوض التصريف (كم) / عرض حوض التصريف (كم)،(العلواني،2004،107).

5- نسبة تماسك المحيط (الانبعاج) Ambience Coherence Ratio:

هو دليل آخر لمعرفة مدى اقتراب شكل الحوض او ابتعاده عن الشكل المستدير. فكلما كان الناتج قريباً إلى الواحد الصحيح كان الشكل قريباً من الدائرة والعكس صحيح (شريف،2000، 182) وتم استخراج نسبة تماسك المحيط عن طريق المعادلة التالية :

نسبة تماسك المحيط = طول الحوض / المساحة (Gregory and Walling,1975,50).

يبين الجدول (2-6) الخصائص المورفومترية الشكلية للأحواض من 170كم²-50كم²، والتي يبلغ عددها 4 أحواض، حيث بلغ متوسط معدل الاستدارة 0.33، ومتوسط معدل استطالتها 0.56 مما يشير إلى أن هذه الأحواض تقترب نسبياً إلى الاستطالة منها إلى الشكل المستدير، كما يتبين أن متوسط معامل الشكل 0.18 وهو معدل منخفض يشير إلى قرب شكل الأحواض من شكل المثلث وبعدها عن الشكل الدائري، وإن رأس المثلث يمثل منطقة المصب وقاعدته تمثل منطقة المنبع، ومتوسط نسبة الطول إلى العرض 6.4 كم²/ كم أي أن 6.4 كم² طول يقابلها 1كم عرض، في حين أن متوسط معامل الانبعاج 0.23، وهذه دلالة أخرى على قرب هذه الاحواض من الشكل المستطيل.

جدول (2-6) الخصائص المورفومترية لأشكال الأحواض من 170 كم²- 50كم²

ت	الحوض	معدل الاستدارة	معدل الاستطالة	معامل الشكل	الطول / العرض	معامل الانبعاج
1	مثاب	0.30	0.48	0.183	5.5	0.18
2	الدواي	0.21	0.74	0.106	9.4	0.25
3	أم العقارب	0.28	0.42	0.140	7.1	0.23
4	الغراب	0.53	0.60	0.285	3.5	0.24
المجموع		1.32	2.24	0.71	25.50	0.90
المتوسط		0.33	0.56	0.18	6.4	0.23

المصدر: اعتماداً على الخريطة الطوبوغرافية، مقياس1:50000 والمرئيات الفضائية

يظهر جلياً من خلال الجدول (2-7) إن أحواض الفئة الثانية والتي تتألف من 10 أحواض ترتفع بها نسبة الاستدارة، فمتوسط الاستدارة 0.96 أقرب إلى الواحد صحيح في حين أن متوسط الاستطالة 1 صحيح دلالة على قرب أشكال هذه الفئة من الأحواض من الشكل الدائري وبعدها عن الشكل المستطيل، ويبلغ متوسط معامل الشكل0.48 وهي قيمة منخفضة نسبياً تشير إلى الاقتراب النسبي لهذه الأحواض من شكل المثلث، ومتوسط نسبة الطول إلى العرض 11.6 كم²/ كم أي أن 11.6كم² طول يقابلها 1كم عرض، كما يشير متوسط معامل الانبعاج إلى مدى استدارة هذه الأحواض بنسبة 1.19هي أقرب إلى الواحد صحيح، وقد أثر شكل وادي الغراب في تقارب النسب بين معدل الاستدارة ومعدل الاستطالة.

جدول (2-7) الخصائص المورفومترية لأشكال الأحواض من كم25²- 5كم²

ت	الحوض	معدل الاستدارة	معدل الاستطالة	معامل الشكل	الطول / العرض	معامل الانبعاج
1	الدم	0.57	0.75	0.446	2.2	0.30
2	الفاروخ	0.58	0.71	0.392	2.6	0.34
3	الزياتين	0.27	0.35	0.096	10.5	0.75
4	الرصين	0.37	0.39	0.121	8.2	0.69
5	البلح	0.63	0.69	0.368	2.7	0.44
6	الغالبي	0.62	0.65	0.331	3.0	0.59
7	الهيشة	0.56	0.47	0.175	5.7	0.83
8	الأسم	0.27	0.33	0.086	11.6	1.19
9	القطف 1	0.75	0.64	0.320	3.1	0.67
10	القطف 2	0.67	0.64	0.325	3.1	0.77
المجموع		5.29	5.62	2.66	52.7	6.57
المتوسط		0.53	0.56	0.27	5.3	0.66

المصدر: اعتماداً على الخريطة الطوبوغرافية، مقياس1:50000 والمرئيات الفضائية.

يظهر الجدول (2-8) أن فئة الاحواض ما بين 5 كم² - 1كم²، والبالغ عدد 28 حوضاً تقترب بشكل واضح من الشكل الدائري وتبتعد عن الشكل المستطيل، حيث تصل بها نسبة الاستدارة إلى 0.60، ونسبة الاستطالة 0.60، ومتوسط معامل الشكل 0.23 إشارة إلى قرب شكل هذه الأحواض من شكل المثلث، ومتوسط نسبة الطول إلى العرض 4 كم²/ كم أي أن 4كم² طول يقابلها 1كم عرض، ومتوسط معامل الانبعاج 1.4مما يدل على قرب هذه الأحواض من الشكل المستدير.

جدول (2-8) الخصائص المورفومترية لأشكال الأحواض من كم^2- 5كم^2 1

ت	الحوض	معدل الاستدارة	معدل الاستطالة	معامل الشكل	الطول / العرض	معامل الانبعاج
1	15	0.66	0.65	0.330	3.0	0.82
2	16	0.49	0.48	0.180	5.6	1.11
3	17	0.39	0.45	0.162	6.2	1.23
4	18	0.63	0.52	0.209	4.8	1.09
5	19	0.73	0.58	0.263	3.8	1.02
6	20	0.64	0.63	0.309	3.2	0.96
7	21	0.66	0.61	0.288	3.5	1.00
8	22	0.50	0.62	0.304	3.3	0.98
9	23	0.56	0.66	0.340	2.9	0.97
10	24	0.48	0.50	0.193	5.2	1.29
11	25	0.53	0.49	0.192	5.2	1.29
12	26	0.46	0.46	0.163	6.2	1.54
13	27	0.77	0.71	0.401	2.5	1.10
14	28	0.44	0.43	0.143	7.0	2.00
15	29	0.69	0.61	0.294	3.4	1.47
16	30	0.71	0.70	0.386	2.6	1.30
17	31	0.62	0.63	0.310	3.2	1.49
18	32	0.68	1.01	0.793	1.3	0.95
19	33	0.73	0.66	0.341	2.9	1.47
20	34	0.61	0.62	0.306	3.3	1.58
21	35	0.64	0.55	0.234	4.3	1.84
22	36	0.54	0.54	0.232	4.3	1.86
23	37	0.53	0.54	0.232	4.3	1.92
24	38	0.50	0.40	0.124	8.1	2.69

25	39	0.76	0.77	0.469	2.1	1.39
26	40	0.40	0.52	0.215	4.7	2.06
27	41	0.69	0.71	0.400	2.5	1.54
28	42	0.75	0.83	0.543	1.8	1.32
المجموع		17	17	8	111	39
المتوسط		0.60	0.60	0.28	4	1.4

المصدر: اعتماداً على الخريطة الطوبوغرافية، مقياس1:50000 والمرئيات الفضائية.

ترتفع نسبة استدارة الأودية البينية الصغيرة التي يبلغ عددها 68 وادياً، وتبتعد الشكل المستطيل، فمن خلال الجدول (2-9) متوسط الاستدارة 0.63 ومتوسط الاستطالة 0.72، في حين أن متوسط معامل الشكل 0.43 مما يدل على قرب شكل هذه الأودية من شكل المثلث، كما أن متوسط نسبة الطول إلى العرض 4 كم²/ كم أي أن 4 كم² طول يقابلها 1كم عرض، ويشير متوسط معامل الانبعاج والذي بلغ 2.7 إلى استدارة هذه الأودية، بشكل ملحوظ من خلال هذه النسبة المرتفعة.

جدول (2-9) الخصائص المورفومترية لأشكال الأودية البينية أقل من 1كم²

ت	الحوض	معدل الاستدارة	معدل الاستطالة	معامل الشكل	الطول / العرض	معامل الانبعاج
1	43	0.69	0.66	0.339	3.0	1.73
2	44	0.70	0.65	0.331	3.0	1.77
3	45	0.45	0.52	0.211	4.7	2.22
4	46	0.68	0.59	0.278	3.6	1.95
5	47	0.40	0.44	0.155	6.5	2.66
6	48	0.48	0.52	0.213	4.7	2.37
7	49	0.55	0.54	0.228	4.4	2.29
8	50	0.59	0.92	0.670	1.5	1.38
9	51	0.87	0.98	0.752	1.3	1.33
10	52	0.48	0.53	0.217	4.6	2.49

1.36	1.4	0.738	0.97	0.60	53	11
2.24	3.7	0.272	0.59	0.67	54	12
3.00	6.4	0.157	0.45	0.36	55	13
1.69	2.0	0.497	0.80	0.65	56	14
2.40	3.9	0.258	0.57	0.53	57	15
1.49	1.5	0.672	0.92	0.62	58	16
1.55	1.6	0.632	0.90	0.85	59	17
1.99	2.6	0.387	0.70	0.53	60	18
2.01	2.6	0.388	0.70	0.65	61	19
1.96	2.4	0.411	0.72	0.80	62	20
2.60	4.2	0.240	0.55	0.61	63	21
2.72	4.5	0.222	0.53	0.47	64	22
1.99	2.4	0.418	0.73	0.77	65	23
2.84	4.9	0.206	0.51	0.51	66	24
1.86	2.0	0.497	0.80	0.74	67	25
1.91	2.1	0.486	0.79	0.76	68	26
1.26	0.9	1.140	1.20	0.82	69	27
1.27	0.9	1.136	1.20	0.78	70	28
1.74	1.6	0.623	0.89	0.78	71	29
2.45	3.1	0.326	0.64	0.61	72	30
1.89	1.8	0.571	0.85	0.64	73	31
2.69	3.5	0.284	0.60	0.51	74	32
3.57	6.1	0.164	0.46	0.43	75	33
3.72	6.4	0.157	0.45	0.58	76	34
3.82	6.4	0.155	0.44	0.40	77	35
2.17	2.0	0.497	0.80	0.59	78	36

2.84	3.4	0.291	0.61	0.63	79	37
2.99	3.7	0.269	0.59	0.58	80	38
2.25	2.1	0.480	0.78	0.65	81	39
2.18	2.0	0.509	0.80	0.54	82	40
3.07	3.7	0.272	0.59	0.62	83	41
1.76	1.2	0.821	1.02	0.74	84	42
3.85	5.6	0.179	0.48	0.45	85	43
2.46	2.1	0.467	0.77	0.81	86	44
2.63	2.4	0.413	0.73	0.49	87	45
2.79	2.7	0.369	0.69	0.75	88	46
2.93	3.0	0.337	0.66	0.72	89	47
1.41	0.7	1.529	1.40	0.71	90	48
3.93	4.9	0.203	0.51	0.48	91	49
2.90	2.7	0.375	0.69	0.62	92	50
3.67	4.2	0.239	0.55	0.56	93	51
2.37	1.7	0.585	0.86	0.70	94	52
2.24	1.5	0.686	0.93	0.73	95	53
1.63	0.8	1.321	1.30	0.67	96	54
4.48	5.7	0.176	0.47	0.46	97	55
3.34	3.1	0.322	0.64	0.69	98	56
2.88	2.3	0.434	0.74	0.74	99	57
2.53	1.7	0.573	0.85	0.69	100	58
3.43	2.9	0.343	0.66	0.78	101	59
2.92	2.0	0.490	0.79	0.71	102	60
3.57	2.7	0.373	0.69	0.71	103	61
3.95	3.3	0.305	0.62	0.72	104	62

63	105	0.78	0.80	0.498	2.0	3.09
64	106	0.55	0.57	0.257	3.9	4.33
65	107	0.58	0.53	0.222	4.5	4.75
66	108	0.75	0.66	0.341	2.9	4.32
67	109	0.74	0.68	0.366	2.7	4.80
68	110	0.49	0.95	0.224	4.5	6.86
المجموع		43	49	29	211	182
المتوسط		0.63	0.72	0.43	3	2.7

المصدر: اعتماداً على الخريطة الطوبوغرافية، مقياس1:50000 والمرئيات الفضائية.

جدول (2-10) الخصائص الشكلية لأحواض الأودية بوادي المعلق

المجموعة	الفئات	العدد	معدل الاستدارة	معدل الاستطالة	معامل الشكل	الطول / العرض	معامل الانبعاج
1	170 كم² - 50 كم²	4	0.33	0.56	0.18	6.4	0.23
2	25 كم² - 5 كم²	10	0.53	0.56	0.27	5.3	0.66
3	5 كم² - 1 كم²	0.60	0.60	0.28	4	1.4	0.60
4	أقل من كم²	68	0.63	0.72	0.43	3	2.7
المجموع		110	2.06	2.12	4.8	16	4.2
المتوسط		27.5	0.52	0.53	1.2	4	1

المصدر: اعتماداً على الخريطة الطوبوغرافية، مقياس1:50000 والمرئيات الفضائية.

ثالثاً: الخصائص التضاريسية لأحواض الأودية الفرعية.

تساعد هذه الخصائص على فهم ومعرفة الخصائص الطبوغرافية للمنطقة والأشكال الأرضية المرتبطة بها، فضلاً عن معرفة عمليات التعرية المائية، كما تشير إلى المرحلة العمرية التي قطعها حوض التصريف، والتطور الجيومورفولوجي، من خلال تقسيم أحواض التصريف إلى فئات مساحية، يمكن عرض الخصائص التضاريسية، وهي درجة التضرس، والتضاريس النسبية، وقيمة الوعورة، ومعدل النسيج الطبوغرافي، والرقم الجيومتري، والتكامل الهبسومتري.

1- **درجة التضرّس Relief Ratio**

تفيد قيمة درجة التضرس في معرفة الطبيعة الطوبوغرافية لمنطقة ما، ويمكن من خلالها تقدير الرواسب المنقولة، إذ تزداد نسبتها مع زيادة التضرس، كما أن تأثيرها قد يمتد إلى مسافات بعيدة عنها، مما يسهم في تكوين المظاهر الجيومورفولوجية، وقد تم الاعتماد في استخراج درجة التضرس على المعادلة التالية:

درجة التضرس= الفرق بين أعلى واخفض نقطة في الحوض(م)/ طول الحوض(كم)

(Schumm,1956,612).

2-التضاريس النسبية Relative Relif:

تشير قيمتها الى معرفة قيم التضرس في الحوض، ويمكن الاستدلال على ذلك من خلال العلاقة ما بين قيمة التضرّس النسبي ومحيط الحوض، وتكون العلاقة الترابطية سلبية بين التضاريس النسبية ودرجة مقاومة الصخور لعمليات التعرية عند تشابه الأحوال المناخية (محسوب،1996،209)، وتم حساب التضاريس النسبية عن طريق المعادلة التالية:

التضاريس النسبية = تضاريس الحوض (الفرق بين أعلى نقطة وأقل نقطة (م))/ محيط الحوض (كم) × 100(Melton,1959,345-346).

3- قيمة الوعورة Ruggedness Value:

تدل على مدى تضرّس الحوض و انحدار المجرى المائي فيه بالاعتماد على الكثافة التصريفية الطولية للحوض، وإن ارتفاع قيمة الوعورة تدل على شدة التضّرس وسيادة التعرية المائية مما يؤدي الى نقل الرواسب من المنابع العليا في أحواض الأودية الى أسفل المنحدرات في الأحواض (العذاري،2005،147). ولذلك فإن قيمة الوعورة تعد من المعايير المهمة للقياسات المورفومترية حيث تشير الى مرحلة التطور التي وصل اليها حوض تصريف، وتم استخراج قيمة الوعورة لأحواض الأودية اعتماداً على المعادلة التالية:

قيمة الوعورة = تضاريس حوض التصريف (م) × الكثافة التصريفية / محيط الحوض (Strahler,1958,892)، وقد أشار سترالر عند دراسته لبعض الأحواض الامريكية، أن قيمة الوعورة تتفاوت بين 0.6 في الأحواض قليلة التضرس، وأكثر من واحد صحيح للأحواض شديدة التضرس (علي،2001،100).

4 – معدل النسيج الطبوغرافي Topographic Texture:

يشير معدل النسيج الطبوغرافي إلى درجة تقطع الأحواض بمجاري الشبكة المائية، إذ يتأثر بمجموعة من العوامل الطبيعية، كالمناخ - وخاصة الأمطار- والتكوينات الصخرية، والغطاء النباتي، ونوعية التربة (المبروك،2013،172)، وتم حساب معدل النسيج الطبوغرافي وفق المعادلة التالية:

معدل النسيج الطبوغرافي = مجموع أعداد المجاري / طول محيط الحوض (كم) (مصطفى،1982،225) ، وقد وضع سميث Smith 1950 معادلة لحساب درجة تقطع الأحواض بحسب النسيج الطبوغرافي إلى ثلاث درجات، أقل من 4 نسيج خشن، ومن 4 – 8 متوسط الخشونة، وأكثر من 10 نسيج ناعم (Smith,1950 ,665- 668).

5- الرقم الجيومتري Geometry Number:

يقيس الرقم الجيومتري العلاقة المتبادلة بين كثافة التصريف والتضاريس الحوضية ودرجة انحدار السطح، وتشير القيم المرتفعة إلى التقدم النسبي في الدورة الجيومورفولوجية، بينما يشير انخفاض القيم إلى حداثة الأحواض (حسن،2009،86)، وتم حساب الرقم الجيومتري وفقاً للمعادلة التالية:

الرقم الجيومتري = قيمة الوعورة / نسبة التضرس (م) (Strahler,1958,296).

6- التكامل الهبسومتري Hypsometric Index:

يشير التكامل الهبسومتري إلى القياس الزمني للمرحلة الحتية التي تمر بها الأحواض المائية، كما يدل على كمية المواد الصخرية التي لا تزال تنتظر دورها في العملية الحتية، فالأجزاء المرتفعة ذات الانحدار الشديد تشير إلى المناطق التي ما زالت في مرحلة الشباب او بداية مرحلة النضج، أما الأجزاء ذات الانحدار الطفيف فتشير إلى المناطق التي وصلت إلى مرحلة متقدمة من الدورة الجيومورفولوجية أي أنها في مرحلة الشيخوخة (سلامة،2007،114)، وفي حساب التكامل الهبسومتري لأحواض الأودية تم اعتماد المعادلة التالية:

التكامل الهبسومتري = مساحة حوض التصريف (كم²) / تضاريس حوض التصريف (م) (تراب،1997،273)، تتكامل الأحواض هبسومترياً من (0 - 1) فالقيم المرتفعة تشير إلى المساحات الحوضية الكبيرة، والتي تزيد فيها أعداد وأطوال المجاري المائية مما ينعكس على كثافة التصريف، وتشير القيم الصغيرة إلى حداثة عمر الأحواض وصغر مساحتها (تيم،2016،80).

من خلال تطبيق المعادلات المورفومترية التضارسية السابقة على مجموعة أحواض الأودية حسب الفئات المساحية فيظهر الجدول (2-11) أن مجموعة الأحواض الكبيرة تنخفض بها نسبة التضرس بمتوسط 10م/ كم ويُعزى السبب إلى كبر مساحاتها مقارنة ببقية الأحواض والأودية بمنطقة الدراسة، إضافة إلى تشابه التكوينات الجيولوجية والمناخية وطبيعة الانحدار البسيط الذي تجري فيه هذه الأحواض، كما أن متوسط قيمة التضاريس النسبية 4 م/ كم وهي قيمة منخفضة، دلالة على تقدم عمرها الجيومورفولوجي، و متوسط قيمة الوعورة 15 حيث أنها تجاوزت الواحد صحيح فتعتبر بذلك قيمة مرتفعة تدل على شدة التضرس، كما بلغ متوسط معدل النسيج الطبوغرافي 12 وهو حسب تقسيم سميث Smith 1950، يعد نسيجاً ناعماً إذ يفوق 10درجات، ، ويبلغ متوسط الرقم الجيومتري 2 والذي يعد مرتفعاً، ويعود ارتفاع القيمة إلى ارتفاع قيمة الوعورة بتلك الأحواض و قيمة متوسط التكامل الهبسومتري لمجموعة الأحواض الكبيرة 0.3، أي أنها متقدمة نسبياً في دورتها التحاتية.

جدول (2-11) الخصائص التضاريسية للأحواض من 170² كم²- 50 كم²

ت	الحوض	درجة التضرس م/ كم	التضاريس النسبية م/ كم	قيمة الوعورة	معدل النسيج	الرقم الجيومتري	التكامل الهبسومتري
1	مثاب	11	3.9	12.02	10.66	1.12	0.4
2	الدواي	9	3.7	14.06	14.14	1.53	0.4
3	أم العقارب	12	4.7	23.97	12.11	2.05	0.3
4	الغراب	7	2.9	9.51	9.58	1.28	0.2
المجموع		39	15	60	46	6	1
المتوسط		10	4	15	12	2	0.3

المصدر: اعتماداً على الخريطة الطوبوغرافية، مقياس1:50000 والمرئيات الفضائية.

يبن الجدول (2-12) الخصائص التضاريسية للأحواض من 25- 5 كم²، حيث بلغ متوسط درجة التضرس بهذه الأحواض 10م/ كم ، وهي قيمة مرتفع نسبياً، وقيمة التضاريس النسبية 4.4 م/ كم ، مما يشير إلى أن هذه الفئة من الأحواض أقل تقدماً في عمرها الجيومورفولوجي عن الأحواض الكبيرة، ومتوسط قيمة الوعورة 50 دلالة على شدة التضرس، وبلغ متوسط معدل النسيج الطبوغرافي 3.6 فيعد بذلك نسيج خشن، وهذه إشارة أخرى على أن هذه الفئة من الأحواض تتأخر في عمرها الجيومورفولوجي عن

الأحواض الكبيرة، ومتوسط الرقم الجيومتري 4.1 وهو مرتفع لارتفاع قيمة الوعورة، كما تشير قيمة متوسط التكامل الهبسومتري وهي 0.1 إلى حداثة العمر النسبي لهذه الأحواض.

جدول (2-12) الخصائص التضاريسية للأحواض من 50² كم²- 25 كم²

ت	الحوض	درجة التضرس م/ كم	التضاريس النسبية م/ كم	قيمة الوعورة	معدل النسيج	الرقم الجيومتري	التكامل الهبسومتري
1	الدم	5	2	3	4	1	0.2
2	الفاروخ	5	2	4	3	1	0.1
3	الزياتين	8	4	11	3	1	0.0
4	الرصين	13	6	20	5	2	0.0
5	البلح	17	6	129	8	8	0.0
6	الغالبي	12	5	279	4	23	0.0
7	الهيشة	7	4	9	2	1	0.0
8	الأسم	16	8	28	3	2	0.0
9	القطف (1)	9	4	9	3	1	0.0
10	القطف (2)	7	3	5	1	1	0.0
المجموع العام		99	44	497	36	41	0.3
المتوسط العام		10	4.4	50	3.6	4.1	0.1

المصدر: اعتماداً على الخريطة الطوبوغرافية، مقياس1:50000 والمرئيات الفضائية.

الجدول (2-13) يبين الخصائص التضاريسية لأحواض الأودية من 5 كم²- 1 كم²، حيث سجلت هذه الفئة نسبة تضرس بلغت 19م/ كم وهي قيمة مرتفعة تدل على صغر مساحة هذه الأحواض، ومتوسط التضاريس النسبية 8 م/ كم، مما يدل على أن هذه الأحواض لا تزال تقوم بنحت مجاريها، وهي في مرحلة مبكرة من الدورة الحتية، ومتوسط قيمة الوعورة 23، ومتوسط معدل النسيج الطبوغرافي 2 درجة أي أنه نسيج من النوع الخشن، ومتوسط الرقم

الجيومتري 1.3، ومتوسط التكامل الهبسومتري (0) مما يعطى مؤشراً واضحاً على أن هذه الأحواض في مرحلة مبكرة من العمر الجيومورفولوجي.

جدول (2-13) الخصائص التضاريسية للأحواض من5 كم^2- 1كم^2

ت	الحوض	درجة التضرس م/ كم	التضاريس النسبية م/ كم	قيمة الوعورة	معدل النسيج	الرقم الجيومتري	التكامل الهبسومتري
1	15	7	3	11	2	2	0.0
2	16	12	6	11	1	1	0.0
3	17	25	11	50	2	2	0.0
4	18	10	5	13	2	1	0.0
5	19	5	2	4	2	1	0.0
6	20	9	4	10	2	1	0.0
7	21	3	2	2	1	1	0.0
8	22	18	7	24	3	1	0.0
9	23	11	4	12	4	1	0.0
10	24	33	15	22	1	1	0.0
11	25	11	5	14	3	1	0.0
12	26	15	7	26	1	2	0.0
13	27	11	4	48	3	4	0.0
14	28	12	6	18	2	1	0.0
15	29	11	5	15	2	1	0.0
16	30	19	7	13	1	1	0.0
17	31	10	4	13	2	1	0.0
18	32	17	4	6	1	0	0.0
19	33	21	9	26	2	1	0.0
20	34	20	8	19	1	1	0.0
21	35	13	6	40	2	3	0.0
22	36	20	9	33	2	2	0.0

23	37	55	24	58	1	1	0.0
24	38	37	21	58	1	2	0.0
25	39	37	13	29	2	1	0.0
26	40	42	16	50	1	1	0.0
27	41	40	15	22	1	1	0.0
28	42	12	4	9	1	1	0.0
المجموع العام		536	224	655	49	37	0.0
المتوسط العام		19	8	23	2	1.3	0.0

المصدر: اعتماداً على الخريطة الطوبوغرافية، مقياس1:50000 والمرئيات الفضائية.

في الجدول (2-14) سجلت الأودية البينية أعلى درجة تضرّس، وهي 55 م/ كم والسبب يعود إلى تقطع الأودية، وكذلك لصغر مساحتها فكونت أشكالاً جيومورفولوجية ظهرت فيها الأراضي مضرسة، كما أن هذه الدرجة تسهم في زيادة التدفق المائي مما ينعكس على ازدياد تأثير عمليات التعرية المائية وزيادة كمية الرواسب المنقولة في الأحواض، وأن قيمة التضاريس النسبية مرتفعة بمتوسط 20م/ كم، ويرجع الأمر إلى شدة الانحدار، أما متوسط قيمة الوعورة 77، وبهذا المعدل تعتبر أكثر تضرساً، وبلغ متوسط معدل النسيج الطبوغرافي 1 وهو أقل من 4 درجات فيعد نسيجاً خشناً، ومتوسط الرقم الجيومتري 1 والتكامل الهبسومتري 0، فكل هذه المؤشرات تدل على أن هذه الأودية البينية في مرحلة الشباب المبكر ولا يزال أمامها الوقت الطويل لكي تقوم بتوسيع مجاريها.

جدول (2-14) الخصائص التضاريسية للأودية البينية أقل من 1كم²

ت	الحوض	درجة التضرس م/ كم	التضاريس النسبية م/ كم	قيمة الوعورة	معدل النسيج	الرقم الجيومتري	التكامل الهبسومتري
1	43	49	20	32	1	1	0.0
2	44	37	15	88	2	2	0.0
3	45	11	5	17	1	1	0.0
4	46	28	12	47	2	2	0.0
5	47	46	21	61	1	1	0.0
6	48	52	22	83	1	2	0.0

0.0	2	1	83	24	55	49	7
0.0	1	1	27	11	40	50	8
0.0	3	2	40	5	15	51	9
0.0	3	1	178	27	65	52	10
0.0	1	1	32	13	52	53	11
0.0	1	1	52	24	55	54	12
0.0	1	1	51	20	47	55	13
0.0	1	2	19	4	13	56	14
0.0	2	1	112	27	65	57	15
0.0	1	1	63	28	103	58	16
0.0	1	3	34	10	29	59	17
0.0	1	2	53	14	42	60	18
0.0	1	1	60	20	54	61	19
0.0	3	3	63	9	23	62	20
0.0	1	2	110	36	79	63	21
0.0	1	1	30	17	42	64	22
0.0	2	1	153	35	93	65	23
0.0	2	1	110	25	55	66	24
0.0	0	1	19	17	48	67	25
0.0	0	1	24	21	60	68	26
0.0	1	1	73	27	111	69	27
0.0	1	1	75	22	93	70	28
0.0	1	1	9	4	12	71	29
0.0	1	1	12	4	10	72	30
0.0	1	1	126	34	113	73	31
0.0	2	2	17	4	11	74	32

0.0	1	1	19	7	15	75	33
0.0	2	1	29	8	14	76	34
0.0	2	1	57	11	23	77	35
0.0	2	1	121	24	79	78	36
0.0	2	1	116	26	62	79	37
0.0	2	1	104	27	65	80	38
0.0	1	1	119	43	129	81	39
0.0	1	1	30	8	26	82	40
0.0	2	1	108	21	50	83	41
0.0	1	1	61	20	75	84	42
0.0	2	1	146	35	77	85	43
0.0	1	1	101	40	108	86	44
0.0	1	1	127	38	123	87	45
0.0	1	2	42	12	30	88	46
0.0	0	0	16	15	37	89	47
0.0	1	1	86	21	108	90	48
0.0	2	1	167	37	86	91	49
0.0	1	1	64	20	54	92	50
0.0	2	1	148	31	73	93	51
0.0	1	1	14	4	13	94	52
0.0	1	1	60	24	82	95	53
0.0	1	1	90	13	65	96	54
0.0	2	1	55	11	25	97	55
0.0	2	2	147	28	68	98	56
0.0	1	1	70	20	55	99	57
0.0	1	1	175	41	130	100	58

59	101	31	13	50	2	2	0.0
60	102	23	8	39	2	1	0.0
61	103	13	5	21	2	2	0.0
62	104	69	30	203	3	3	0.0
63	105	48	17	73	2	2	0.0
64	106	59	24	119	2	1	0.0
65	107	5	2	11	2	1	0.0
66	108	50	21	118	2	2	0.0
67	109	121	49	282	2	2	0.0
68	110	26	11	74	3	2	0.0
المجموع العام		3724	1337	5213	101	93	0.0
المتوسط العام		55	20	77	1	1	0.0

المصدر: اعتماداً على الخريطة الطوبوغرافية، مقياس1:50000 والمرئيات الفضائية.

جدول (2-15) الخصائص التضاريسية لأحواض الأودية بوادي المعلق

المجموعة	الفئات	العدد	درجة التضرس م/ كم	التضاريس النسبية م/ كم	قيمة الوعورة	معدل النسيج	الرقم الجيومتري	التكامل الهبسومتري
1	170 كم² - 50 كم²	4	39	15	60	46	6	1
2	50 كم² - 5 كم²	10	10	4.4	50	3.6	4.1	0.1
3	5 كم² - 1 كم²	28	19	8	23	2	1.3	0.0
4	أقل من كم²	68	55	20	77	1	1	0.0
المجموع		110	123	47	210	53	12	1
المتوسط		27.5	31	12	52.5	13	3	0.3

المصدر: اعتماداً على الخريطة الطوبوغرافية، مقياس1:50000 والمرئيات الفضائية.

7 - المنحنى الهبسومتري Hypsometric Curve:

يوضح العلاقة بين الارتفاع والمساحة النسبية التراكمية، كما يمكن من خلاله تصنيف الأشكال الأرضية، فالمناطق شديدة الانحدار تعد مناطق لا تزال في مرحلة الشباب، أما المناطق المنبسطة تعد أكثر تقدماً في الدورة التحاتية.

هناك العديد من الطرق لاستخراج المنحنى الهبسومتري، وقد تم اتباع الخطوات التالية في تصميم هذا المنحنى (التواتي،2020، 11):

1- تقاس مساحة جميع النطاقات الكنتورية (المساحة بين كل خطي كنتور متتاليين) بواسطة برنامج Arc map 10.8.

2- تم رسم محورين أفقيين لتمثيل المساحات، ومحمور رأسي لتمثيل الارتفاعات، مع مراعاة تقسيم المحور الأفقي إلى أجزاء قياسية تكتب عليها أرقام بالتدريج بالمساحة الكلية لجميع النطاقات.

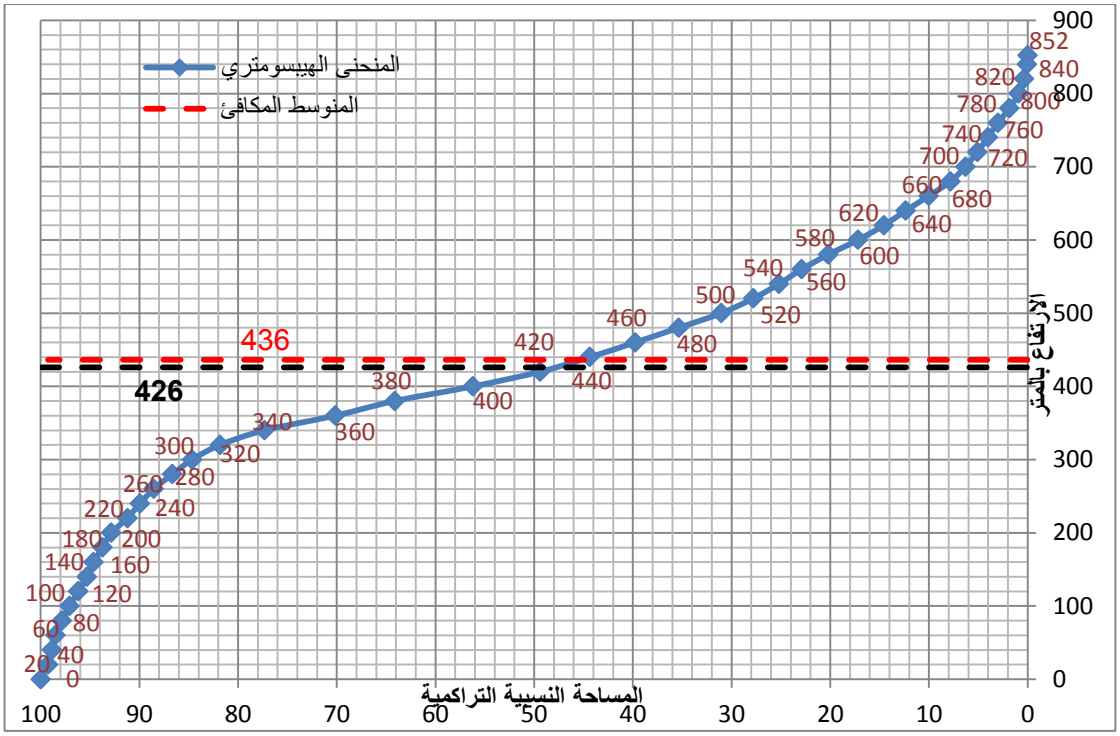
3- تبين المساحات التراكمية بالنسب المئوية.

تم تطبيق هذه الخطوات على حوض وادي المعلق بكامل أحواضه الفرعية، حيث تم تصميم المنحنى الهبسومتري للحوض بأكمله، والجدول (2-16) يوضح القيم المستخرجة، من خلال اتباع الخطوات السابقة.

جدول (2-16) قيم الارتفاعات والمساحات النسبية والحجوم للأحواض بوادي المعلق

الفئات (م)	متوسط الارتفاع (م)	عدد البيكسل Pixels	المساحة (كم²)	المساحة التراكمية	المساحة النسبية%	المساحة النسبية التراكمية	الحجم	الحجم التراكمي	الارتفاع المكافئ
840-852	846	671	0.518	0.52	0.064	0.064	438	6.21	12
820-840	830	3090	2.384	2.90	0.296	0.36	1979	1985	684
800-820	810	5629	4.343	7.24	0.539	0.90	3518	5503	760
780-800	790	9813	7.571	14.82	0.940	1.84	5981	11484	775
760-780	770	12342	9.523	24.34	1.182	3.02	7332	18817	773
740-760	750	10565	8.152	32.49	1.012	4.03	6114	24930	767
720-740	730	11195	8.638	41.13	1.072	5.10	6305	31236	759
700-720	710	12457	9.611	50.74	1.193	6.30	6824	38060	750
680-700	690	15905	12.272	63.01	1.523	7.82	8467	46527	738
660-680	670	23084	17.811	80.82	2.210	10.03	11933	58460	723
640-660	650	24210	18.679	99.50	2.318	12.35	12142	70602	710
620-640	630	23311	17.986	117.49	2.232	14.58	11331	81933	697
600-620	610	27265	21.037	138.52	2.610	17.19	12832	94765	684
580-600	590	31452	24.267	162.79	3.011	20.20	14318	109083	670
560-580	570	28127	21.702	184.49	2.693	22.89	12370	121453	658
540-560	550	24023	18.535	203.03	2.300	25.19	10194	131647	648
520-540	530	27295	21.060	224.09	2.613	27.81	11162	142809	637
500-520	510	33903	26.158	250.25	3.246	31.05	13341	156150	624
480-500	490	45051	34.760	285.01	4.313	35.37	17032	173182	608
460-480	470	46043	35.525	320.53	4.408	39.77	16697	189879	592
440-460	450	47871	36.935	357.47	4.583	44.36	16621	206500	578
420-440	430	52796	40.735	398.20	5.055	49.41	17516	224016	563
400-420	410	71036	54.809	453.01	6.801	56.21	22471	246487	544
380-400	390	82765	63.858	516.87	7.924	64.14	24905	271392	525
360-380	370	62980	48.593	565.46	6.030	70.17	17979	289371	512
340-360	350	74774	57.693	623.15	7.159	77.33	20192	309564	497
320-340	330	47078	36.324	659.48	4.507	81.83	11987	321550	488
300-320	310	29498	22.759	682.24	2.824	84.66	7055	328606	482
280-300	290	20845	16.083	698.32	1.996	86.65	4664	333270	477
260-280	270	19822	15.294	713.61	1.898	88.55	4129	337399	473
240-260	250	14565	11.238	724.85	1.394	89.94	2809	340209	469
220-240	230	13330	10.285	735.14	1.276	91.22	2366	342574	466
200-220	210	16977	13.099	748.23	1.625	92.85	2751	345325	462
180-200	190	9344	7.209	755.44	0.895	93.74	1370	346695	459
160-180	170	9376	7.234	762.68	0.898	94.64	1230	347925	456
140-160	150	7165	5.528	768.21	0.686	95.32	829	348754	454
120-140	130	9052	6.984	775.19	0.867	96.19	908	349662	451
100-120	110	9350	7.214	782.40	0.895	97.09	794	350455	448
80-100	90	8010	6.180	788.58	0.767	97.85	556	351012	445
60-80	70	6692	5.163	793.75	0.641	98.49	361	351373	443
40-60	50	3838	2.961	796.71	0.367	98.86	148	351521	441
20- 40	30	4186	3.230	799.94	0.401	99.26	97	351618	440
-3 - 20	8.5	7705	5.945	805.88	0.738	100.00	51	351668	436
المجموع	18484.5	1044486	805.88	18008.50	100.000	2234.627	352100	8905458	24279
المتوسط	429.87	24290.37	18.74	418.80	2.33	52	8188	404794	1104

المصدر: بواسطة برنامج Arc Map Gis اعتماداً على الخرائط الطوبوغرافية مقياس1:50000



المصدر: بواسطة برنامج Arc Map Gis اعتماداً على الخرائط الطوبوغرافية مقياس1:50000 .

شكل (2-1) المنحنى الهبسومتري لحوض وادي المعلق

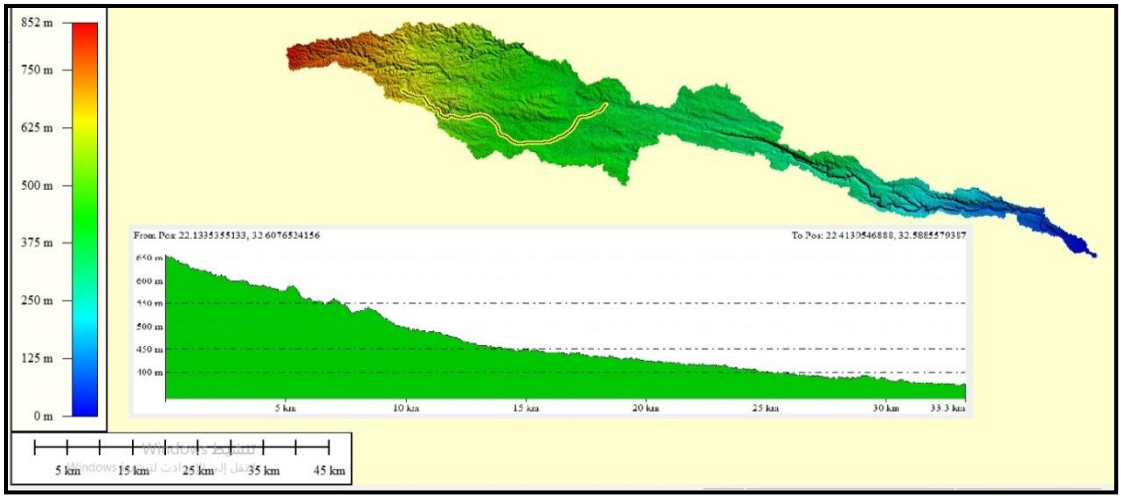
في شكل (2-1) اللون (الأحمر) متوسط الارتفاع المكافئ، 436 م، واللون (الأسود) متوسط الارتفاع العام 426 م واللون (الأزرق) المنحنى الهبسومتري، الذي يعتبر من ضمن الطرق المورفومترية التي تعطى فكرة عن شكل السطح وخصائصه، ومن خلال شكل المنحنى يمر الحوض بمرحلة النضج المبكر.

8-المقاطع الطولية والعرضية لأحواض الأودية:

1- المقطع الطولي Longitudinal Profiles:

يبين المقطع الطولي للوادي من منطقة المنبع إلى المصب، ويوضح الشكل البنيوي، ونوع الصخر، والمناخ السائد، فضلاً عن النشاط الجيومورفولوجي بفعل المياه الجارية والمتمثل في التعرية والارساب. ويزداد انحدار القطاع في المناطق ذات الصخور الصلبة، ويقل في المناطق ذات الصخور الهشة، ويوضح المقطع الطولي للوادي مراحل التطور، والتغيرات الجيومورفولوجية التي مر بها الوادي، فالمقاطع المقعرة الشكل تمثل وديان في مرحلة الشباب، والمقاطع التي تمتاز بالاستقامة والاستواء، تشير إلى أن حوض الوادي في مرحلة الشيخوخة، اما المقطع المثالي للوادي فيظهر بشكل خط مقعر نحو الأسفل ومستوٍ أفقياً مع امتداد الوادي

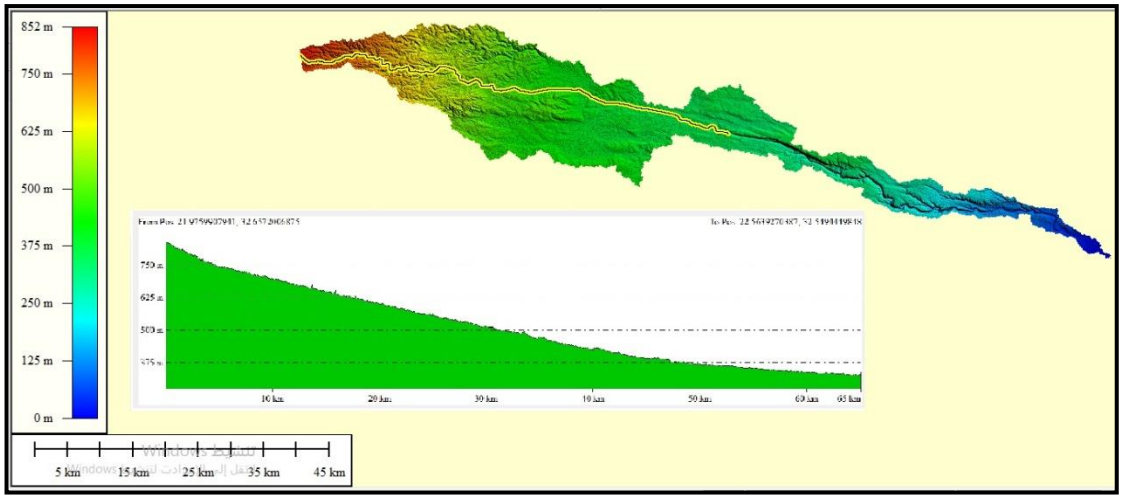
(السيد،2009،107)، وقد تم أخذ عدة مقاطع طولية مختارة من أحواض الأودية، من القطاع الأعلى، متمثلة في الأحواض الأكبر مساحة وهي، حوض وادي مثاب، وحوض وادي الدواي، وحوض وادي أم القارب "لكنش"، أما في القطاع الأوسط والأدنى تم أخذ مقطع طولي للمجرى الرئيسي لحوض المعلق، ومن خلال الشكل (2-2) يتبين أن حوض وادي مثاب وهو أكبرها مساحة (169.93كم²)، وطوله (30.5 كم) ويبلغ معدل الانحدار العام به (0.011) م/ كم²، وهو معدل منخفض، والفرق بين أعلى نقطة وأقل نقطة (327) م، مما يدل على ان المنطقة ذات انحدار تدريجي بطيء، و يلاحظ انحدار في بداية الوادي، ثم تبرز بعض نقاط التقطع، ثم يقل تدريجياً ليصل إلى مستوى الانحدار الطفيف، وهذا يدل تقدم النشاط الحتي لحوض الوادي.



المصدر: بالاعتماد على الخرائط الطبوغرافية باستخدام برنامج Global Mapper.11

شكل (2-2) المقطع الطولي لحوض وادي مثاب

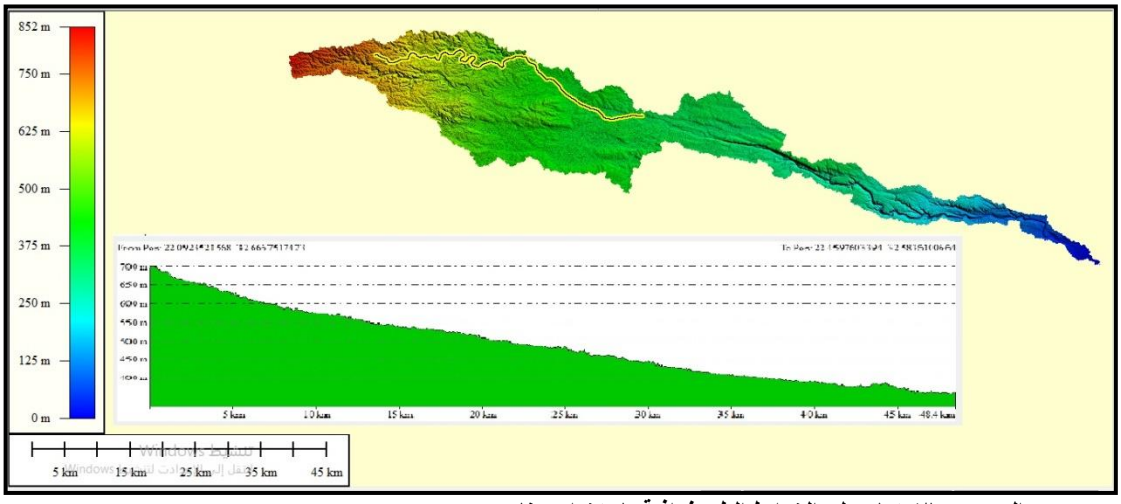
الشكل (2-3) يظهر المقطع الطولي لحوض وادي الدواي، والذي تبلغ مساحته (153.45كم²)، وطوله (38 كم) ومعدل انحداره (0.009) م/ كم²، وهو معدل منخفض، والفرق بين أعلى نقطة وأقل نقطة (350)م. دلالة على أن حوض الوادي يتميز بالانخفاض التدريجي في درجة الانحدار كما يتضح أن حوض الوادي قد قطع شوطاً كبيراً في دورته الجيومورفولوجية.



المصدر: بالاعتماد على الخرائط الطبوغرافية باستخدام برنامج Global Mapper.11

شكل (2-3) المقطع الطولي لحوض وادي الدواي

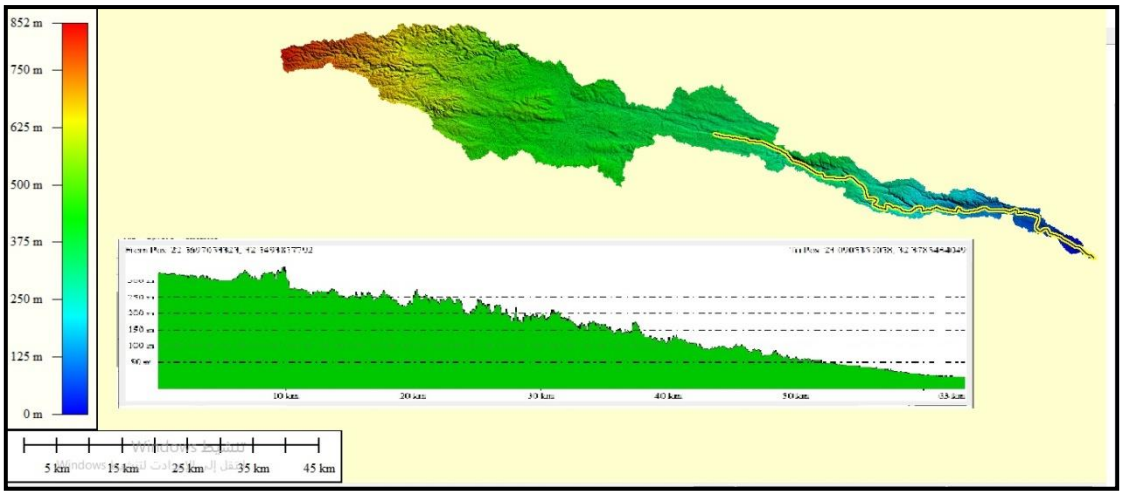
تبلغ مساحة حوض وادي أم العقارب (134.71كم²) وطول الوادي ، (31 كم)، ومعدل انحداره (0.009) م/ كم²، والفرق بين أعلى نقطة وأقل نقطة (363)م و يظهر الشكل (2-4) مقطعاً طولياً لحوض الوادي، والذي يشبه إلى حد كبير حوض وادي الدواي، إذ يلتقيان عند المصب الرئيسي لحوض وادي المعلق مع حوض مثاب، ويظهر حوض وادي أم العقارب من خلال المقطع الطولي، بانحدار تدريجي خفيف، مما يدل على أن الوادي قد مر بمرحلة متطورة من ناحية العمر الجيومورفولوجي، لينتهي إلى حالة شبه استواء عند مصب الوادي.



المصدر: بالاعتماد على الخرائط الطبوغرافية باستخدام برنامج Global Mapper.11

شكل (2-4) المقطع الطولي لحوض أم العقارب

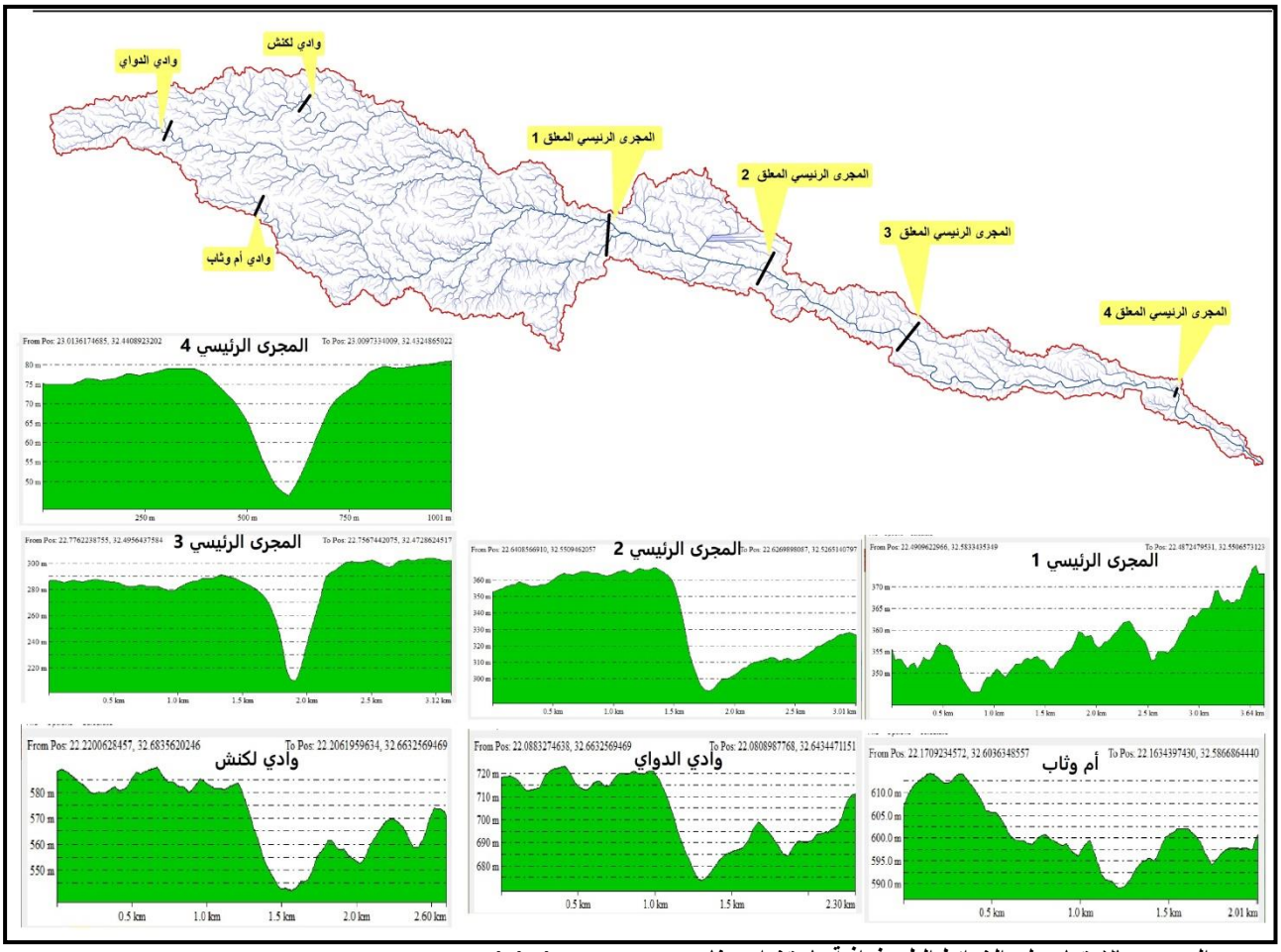
أما الشكل (2-5) والذي يبين الحوض الرئيسي لوادي المعلق، والذي يمتد طوله حوالي (56) كم، إذ يتمثل في القطاعين، الأوسط الأدنى، وفيه تظهر نقاط التقطع (الحزات) والتي تنشأ بفعل تجديد مرحلة الشباب للوادي، وهذه النقاط هي حواجز من الصخور الصلبة المقاومة للتعرية، في تكويني الفايدية و الابرق إضافة إلى الصدور التي تمتد على طول هذا القطاع إلى المصب، وتمتد امتداداً طولياً وعرضياً في الحوض، على طول مجرى الوادي، ونتيجة لتواجد هذه المسارع في مجاري الأودية، وفي المناطق الدنيا لحوض الوادي مما أظهر بوضوح تجدد عملية التعرية الرأسية، كلما توفرت المياه الكافية في مجاريها.



المصدر: بالاعتماد على الخرائط الطبوغرافية باستخدام برنامج Global Mapper.11

شكل (2-5) المقطع الطولي لحوض المعلق الرئيسي

2-المقاطع العرضية: يمكن من خلالها معرفة تطور أحواض الأودية من ناحية الدورة الجيومورفولوجية، فضلاً عن معرفة شكل التضاريس، ومعرفة مدى الانحدار وطبيعته، والتعرّف على مدى عملية التعرية المائية، والشكل (2-6) يوضح مواقع المقاطع العرضية المختارة في منطقة الدراسة، إذ يمكن ملاحظة أن أجزاء من المقاطع العرضية التي تعرضت للتعرية أكثر من غيرها في الأحواض للأودية التي تجري مياهها فوق التكوينات الصخرية الأقل صلابة، وهي تمثل مراحل متطورة من عمر الدورة الجيومورفولوجية في التعرية، والأحواض التي ما زالت تنحت مجاريها وهي في مرحلة مبكرة من عمها الجيومورفولوجي.



المصدر: بالاعتماد على الخرائط الطبوغرافية باستخدام برنامج Global Mapper.11

شكل (2-6) المقاطع العرضية لأحواض الأودية

ففي القطاع الأعلى تم أخذ مقاطع عرضية لأحواض مثاب، و الدواي، و أم العقارب فتُظهر المقاطع العرضية أن هذه الأودية تعرض أراضيها للتعرية بصورة أكبر، ويعزى السبب الى مساحتها الكبيرة، وزيادة أعداد المراتب النهرية وأطوالها، أما في المناطق الوسطى والدنيا في المجرى الرئيسي لحوض وادي المعلق، فتبدو أنها أقل تعرية وذلك لصغر حجمها، ففي المقطع المختار للحوض الرئيسي لوادي المعلق (1)، يبدو أقرب لأشكال الأحواض الكبيرة السابقة، إلا أنه ما زال يتعرض لزيادة في تعميق مجاريه، ثم الحوض الرئيسي (2) فيظهر أنه لا يزال ينحت مجاريه في أغلب مساحته، وتدل القطاعات العرضية في الحوض الرئيسي (3 و4) على أنها ما تزال في طور الشباب لأن قطاعاتها العرضية تأخذ شكل حرف (V) إذ تبدو ضيقة، فينعكس ذلك على نشاط التعرية الرأسية في مجاريها، والقطاعات العرضية لهما متشابهة في الشكل في مجاريها، بسبب التشابه في الظروف البيئية لهما، إلا أنه توجد زيادة في عرض مجرى وادي عن الآخر.

رابعاً: خصائص شبكات التصريف لأحواض الأودية الفرعية.

1- رتب المجاري المائية وأعدادها Stream Order And Number .

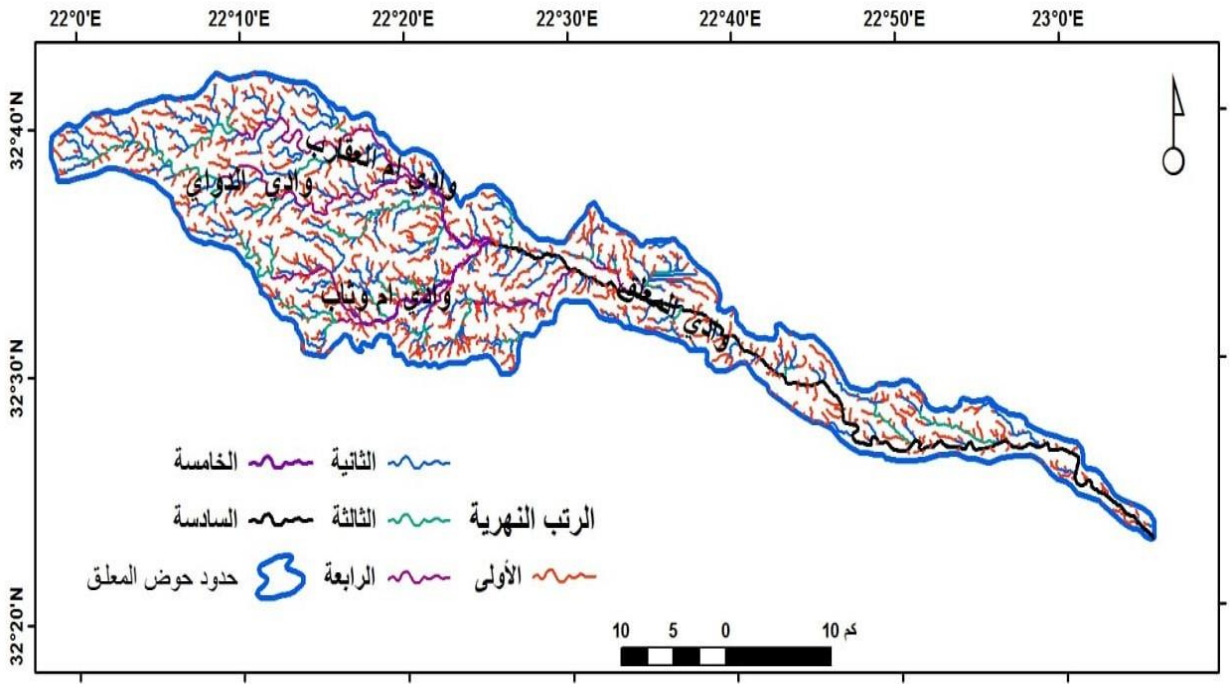
أ- أعداد المجاري.

لتحديد المراتب النهرية لأحواض الأودية تم الاعتماد على طريقة سترالر Strahla ، لكونها أكثر استخداماً، حيث يرى أن المسيلات والجداول المائية التي لا تصب فيها أية مسيلات أو جداول تعد أنهاراً من المرتبة الأولى، في حين أن التقائها مع مرتبة أولى أخرى تصبح من المرتبة الثانية، وتتكون أنهار من مرتبة ثالثة من تجمع رافدان من مرتبة ثانية، وهكذا حتى يصل الى المجرى الرئيس الذي يحمل المرتبة العليا (Strahlar,1958, 376).

تم استخراج أعداد المجاري المائية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية (GIS) من خلال برنامج ARC MAP 10.8 اعتماداً على الخرائط الطوبوغرافية بمقياس رسم 1:50000، ويصنف حوض وادي المعلق في المجمل من الرتبة السادسة، حيث بلغ المجموع العام لأعداد المجاري في جميع الأحواض (4842)، وتشمل الرتبة الأولى (3807) مجرى بنسبة 78.6% من مجموع أعداد المجاري، حيث تتميز بقصر طولها وزيادة أعدادها، في حين أن مجموع المجاري في الرتبة الثانية (808) مجرى وبنسبة 16.6%، ومجموع الرتب الثالثة (193) وبنسبة 10%، ومجموع أعداد الرتب الرابعة (30) وبنسبة 0.61%، ومجموع أعداد الرتب الخامسة (4) وبنسبة 0.08%، وأخيراً مجموع أعداد الرتبة السادسة (1) وبنسبة 0.02%. وتتحكم التراكيب الجيولوجية في طبيعة أعداد الوديان واتجاهاتها ونوعيتها، فضلاً عن درجة الانحدار، مما يعطي أحواض الأودية أشكالها المتميزة، إذ أن كثرة المسيلات والجداول المائية تزيد من احتمالية زيادة التصريف المائي، الأمر الذي يؤثر بدوره على عمليات التعرية المائية والارساب لحوض الوادي مما يؤدي الى تشكيل مظاهر أرضية تختلف من حوض إلى آخر وإن زيادة المراتب النهرية تشير إلى التطور الجيومورفولوجي للأودية، وعلى هذا الأساس نجد أن الأودية الكبيرة في مساحتها، مثل وادي مثاب، والدواي، وأم العقارب، أكثر تطوراً من الأودية الأخرى.

وفقاً لتقسيم أحواض التصريف إلى فئات مساحية، يُظهر الجدول (2-17) أن مجموع الأحواض كبيرة المساحة تصل إلى الرتبة الخامسة، ليمتد حوض وادي مثاب إلى الرتبة السادسة، و بلغ المجموع العام لأعداد المجاري في جميع الأحواض (3549)، وتشمل الرتبة

الأولى (2822) مجرى بنسبة 79.5% من مجموع أعداد المجاري، حيث تتميز بقصر طولها وزيادة أعدادها، في حين أن مجموع المجاري في الرتبة الثانية (561) مجرى وبنسبة 15.8%، ومجموع الرتب الثالثة (138) وبنسبة 3.8%، ومجموع أعداد الرتب الرابعة (24) وبنسبة 0.67%، ومجموع أعداد الرتب الخامسة (4) وبنسبة 0.11%، وأخيراً مجموع أعداد الرتبة السادسة (1) وبنسبة 0.02%.



المصدر: اعتماداً على برنامج Arc Gis والخرائط الطبوغرافية.

شكل (2-7) شبكة التصريف النهري

جدول (2-17) أعداد المجاري لأحواض الأودية من 170- 50كم²

ت	الحوض	الرتب النهرية						المجموع
		1	2	3	4	5	6	
1	مثاب	737	134	26	6	1	*1	904
2	الدواي	1,079	208	45	7	1	1	1,340
3	أم العقارب	742	146	48	7	1	1	944
4	الغراب	264	73	19	4	1	1	361
المجموع		2822	561	138	24	4	-	3549
المتوسط		706	140	35	6	1	-	**888**

المصدر: اعتماداً على برنامج Arc Map 10.8 و برنامج Excel

***لم يتم احتساب الرتبة السادسة ضمن الأعداد نظراً لتقسيم حوض الوادي لمجموعة أحواض فرعية.**

من خلال الجدول (2-18) بلغ المجموع العام لأعداد المجاري في جميع الأحواض ما بين 25 كم²- 5 كم² (664)، وتشمل الرتبة الأولى (522) مجرى بنسبة 78.6% من مجموع أعداد المجاري، في حين أن مجموع المجاري في الرتبة الثانية (106) مجرى وبنسبة 16%، ومجموع الرتب الثالثة (31) وبنسبة 4.6%، ومجموع أعداد الرتب الرابعة (5) وبنسبة 0.75%.

جدول (2-18) أعداد المجاري لأحواض الأودية من 50- 25كم²

ت	الحوض	الرتب النهرية						المجموع
		1	2	3	4	5	6	
1	الدم	68	13	3	1	-	-	85
2	الفاروخ	53	10	6	1	-	-	70
3	الزياتين	72	11	4	-	-	-	87
4	الرصين	89	19	2	1	-	-	111
5	البلح	104	23	5	1	-	-	133
6	الغالبي	34	10	3	1	-	-	48
7	الهيشة	23	6	2	-	-	-	31
8	الأسم	48	6	2	-	-	-	56
9	القطف (1)	21	6	2	-	-	-	29
10	القطف (2)	10	2	2	-	-	-	14
المجموع		522	106	31	5	-	-	664
المتوسط		52.2	10.6	3.1	0.5	-	-	66.4

المصدر: اعتماداً على برنامج Arc Map 10.8 و برنامج Excel

بلغ المجموع العام لأعداد المجاري في جميع الأحواض ما بين 5 كم²- 1 كم² كما هو مبين في الجدول (2-19)، (351)، وتشمل الرتبة الأولى (267) مجرى بنسبة 76% من مجموع أعداد المجاري، في حين أن مجموع المجاري في الرتبة الثانية (65) مجرى وبنسبة 19%، ومجموع الرتب الثالثة (18) وبنسبة 7%، ومجموع أعداد الرتب الرابعة (1) وبنسبة 0.3%.

جدول (2-19) أعداد المجاري لأحواض الأودية من 5 كم²- 1 كم²

ت	الحوض	الرتب النهرية						المجموع
		1	2	3	4	5	6	
1	15	18	3	1	-	-	-	22
2	16	12	2	1	-	-	-	15
3	17	19	3	1	-	-	-	23
4	18	10	5	3	1	-	-	19
5	19	13	3	1	-	-	-	17
6	20	13	2	1	-	-	-	16
7	21	8	2	-	-	-	-	10
8	22	23	5	1	-	-	-	29
9	23	25	8	2	-	-	-	35
10	24	7	2	1	-	-	-	10
11	25	18	3	1	-	-	-	22
12	26	7	2	1	-	-	-	10
13	27	12	2	1	-	-	-	15
14	28	8	2	1	-	-	-	11
15	29	8	2	-	-	-	-	10
16	30	3	1	-	-	-	-	4
17	31	8	3	1	-	-	-	12
18	32	2	1	-	-	-	-	3
19	33	7	2	-	-	-	-	9
20	34	5	1	-	-	-	-	6
21	35	7	1	-	-	-	-	8
22	36	9	3	1	-	-	-	13
23	37	3	1	-	-	-	-	4

24	38	5	1	-	-	-	-	6
25	39	5	2	-	-	-	-	7
26	40	5	1	-	-	-	-	6
27	41	3	1	-	-	-	-	4
28	42	4	1	-	-	-	-	5
المجموع		267	65	18	1	-	-	351
المتوسط		9.5	2	0.6	0.06	-	-	12.16

المصدر: اعتماداً على برنامج Arc Map 10.8 و برنامج Excel

أما مجموع أعداد المجاري المائية للأودية البينية كما في الجدول (2-20) لم تتعدى الرتبة الثالثة، و بلغ مجموع المجاري (278)، وتشمل الرتبة الأولى (196) مجرى بنسبة 71% من مجموع أعداد المجاري، في حين أن مجموع المجاري في الرتبة الثانية (76) مجرى وبنسبة 27%، ومجموع الرتب الثالثة (6) وبنسبة 2.2%.

جدول (2-20) أعداد المجاري للأودية البينية أقل من 1كم²

ت	الحوض	الرتب النهرية						المجموع
		1	2	3	4	5	6	
1	43	3	1	-	-	-	-	4
2	44	8	2	-	-	-	-	10
3	45	3	1	-	-	-	-	4
4	46	6	2	1	-	-	-	9
5	47	3	1	-	-	-	-	4
6	48	3	1	-	-	-	-	4
7	49	3	1	-	-	-	-	4
8	50	2	1	-	-	-	-	3
9	51	6	2	-	-	-	-	8
10	52	4	1	-	-	-	-	5
11	53	4	1	-	-	-	-	5

3	-	-	-	-	1	2	54	12
3	-	-	-	-	1	2	55	13
7	-	-	-	1	2	4	56	14
5	-	-	-	-	1	4	57	15
4	-	-	-	-	1	3	58	16
8	-	-	-	1	2	5	59	17
8	-	-	-	1	2	5	60	18
4	-	-	-	-	1	3	61	19
8	-	-	-	1	2	5	62	20
8	-	-	-	1	2	5	63	21
3	-	-	-	-	1	2	64	22
4	-	-	-	-	1	3	65	23
4	-	-	-	-	1	3	66	24
3	-	-	-	-	1	2	67	25
4	-	-	-	-	1	3	68	26
3	-	-	-	-	1	2	69	27
4	-	-	-	-	1	3	70	28
4	-	-	-	-	1	3	71	29
4	-	-	-	-	1	3	72	30
3	-	-	-	-	1	2	73	31
6	-	-	-	-	1	5	74	32
4	-	-	-	-	1	3	75	33
3	-	-	-	-	1	2	76	34
4	-	-	-	-	1	3	77	35
4	-	-	-	-	1	3	78	36
3	-	-	-	-	1	2	79	37

3	-	-	-	-	1	2	80	38
3	-	-	-	-	1	2	81	39
4	-	-	-	-	1	3	82	40
3	-	-	-	-	1	2	83	41
3	-	-	-	-	1	2	84	42
4	-	-	-	-	1	3	85	43
3	-	-	-	-	1	2	86	44
3	-	-	-	-	1	2	87	45
5	-	-	-	-	2	3	88	46
1	-	-	-	-	-	1	89	47
3	-	-	-	-	1	2	90	48
3	-	-	-	-	1	2	91	49
3	-	-	-	-	1	2	92	50
3	-	-	-	-	1	2	93	51
3	-	-	-	-	1	2	94	52
3	-	-	-	-	1	2	95	53
3	-	-	-	-	1	2	96	54
4	-	-	-	-	1	3	97	55
4	-	-	-	-	1	3	98	56
3	-	-	-	-	1	2	99	57
3	-	-	-	-	1	2	100	58
4	-	-	-	-	1	3	101	59
3	-	-	-	-	1	2	102	60
3	-	-	-	-	1	2	103	61
5	-	-	-	-	1	4	104	62
3	-	-	-	-	1	2	105	63

64	106	2	1	-	-	-	-	3
65	107	2	1	-	-	-	-	3
66	108	2	1	-	-	-	-	3
67	109	2	1	-	-	-	-	3
68	110	2	1	-	-	-	-	3
المجموع		196	76	6	-	-	-	278
المتوسط		3	1	0.09	-	-	-	4.1

المصدر: اعتماداً على برنامج Arc Map 10.8 و برنامج Excel

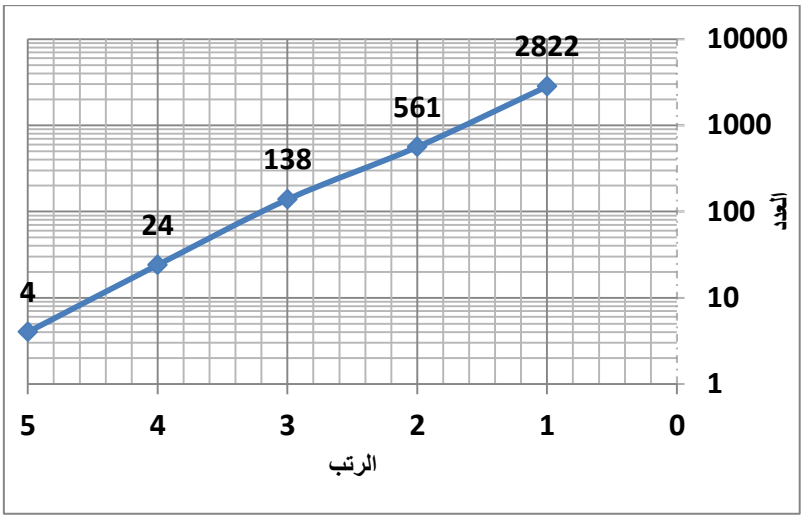
جدول (2-21) أعداد المجاري لأحواض الأودية بوادي المعلق

المجموعة	الفئات	الرتب النهرية						المجموع
		1	2	3	4	5	6	
1	170 كم² - 50 كم²	2822	561	138	24	4	*1	3549
2	50 كم² - 5 كم²	522	106	31	5	-	-	664
3	5 كم² - 1 كم²	267	65	18	1	-	-	351
4	أقل من كم²	196	76	6	-	-	-	278
المجموع		3807	808	193	30	4	-	4842
المتوسط		952	202	48	7.5	1	-	1211

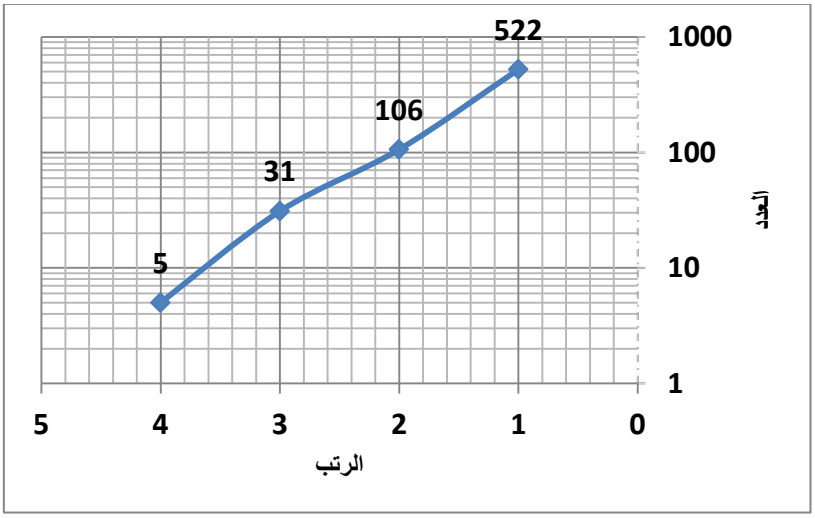
المصدر: اعتماداً على برنامج Arc Map 10.8و برنامج Excel

***لم يتم احتساب الرتبة السادسة ضمن الأعداد نظراً لتقسيم حوض الوادي لمجموعة أحواض فرعية.**

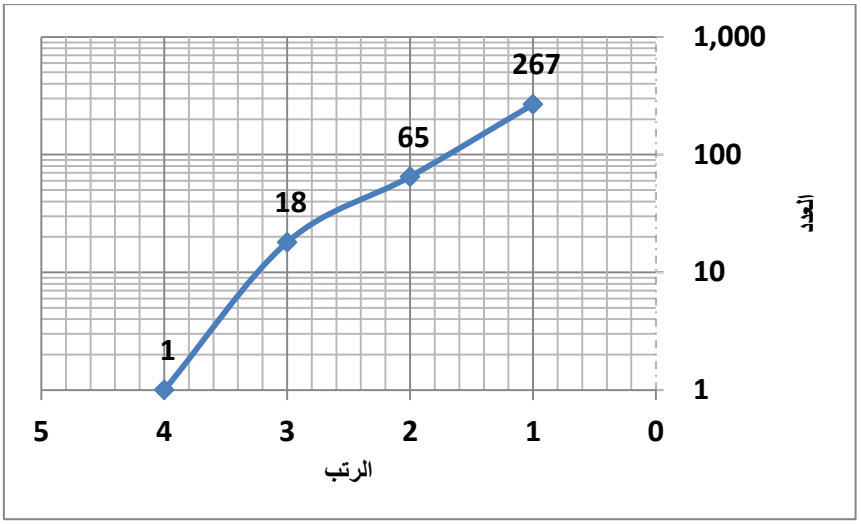
العلاقة بين الرتب وأعداد المجاري حسب تقسيم الأحواض إلى فئات مساحية



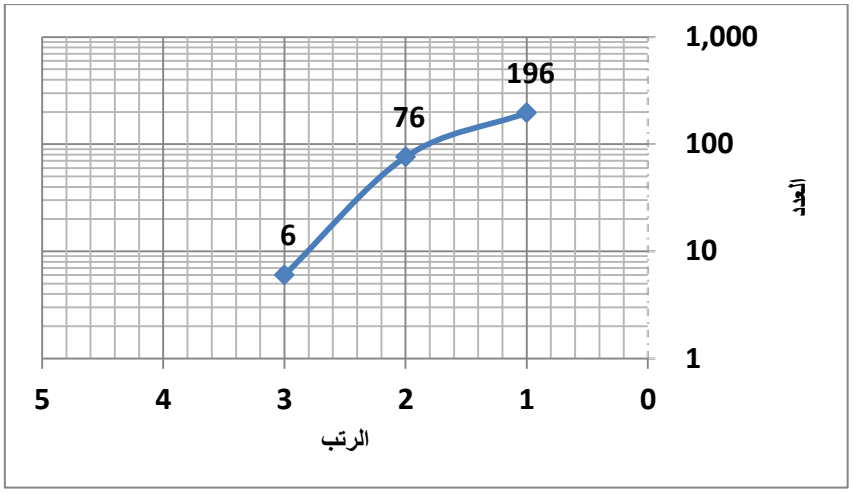
شكل (2-8) الأحواض من 170 كم² - 50 كم²



شكل (2-9) الأحواض من الأحواض من 25 كم² - 5 كم²



شكل (2-10) الأحواض من 5 كم² - 1 كم²



شكل (2-11) الأودية البينية أقل من1كم²

ب- أطوال المجاري:

هي أطوال الروافد التي تغذي كل رتبة على حدى ورغم تباين أطوال المجاري إلا انه يمكن معرفتها في كل مرتبة، وذلك من خلال العلاقة بين المجاري وطولها (الدليمي،2000، 159)، وتم استخراج أطوال المجاري المائية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية (GIS) من خلال برنامج ARC MAP 10.8 اعتماداً على الخرائط الطوبوغرافية مقياس رسم 1:50000، ومن المعروف أن مجاري الرتبة الأولى هي أقصر المجاري طولاً وأكثرها عدداً لأنها تسير بمناطق شديدة الانحدار، حيث بلغ المجموع العام لأطوال المجاري في جميع الأحواض (3424 كم)، وتبلغ أطوال الرتبة الاولى (1,442كم) بنسبة 42% من مجموع أطوال المجاري، في حين أن مجموع أطوال المجاري في الرتبة الثانية (1335كم) وبنسبة 39%، ومجموع أطوال الرتبة الثالثة (391م) وبنسبة 11.4%، ومجموع أطوال الرتبة

الرابعة (127م) وبنسبة 3.71%، ومجموع أطوال الرتب الخامسة (128م) وبنسبة 3.74%، وعلى أساس تقسيم الأحواض إلى فئات مساحية، ومن خلال الجدول (2-23) يبلغ المجموع العام لأطوال المجاري في فئة الأحواض من 170 كم²- 50كم²، (2006 كم)، وتبلغ أطوال الرتبة الأولى (1043 كم) بنسبة 52% من مجموع أطوال المجاري، في حين أن مجموع أطوال المجاري في الرتبة الثانية (555 م) وبنسبة 28%، ومجموع أطوال الرتبة الثالثة (206م) وبنسبة 10%، ومجموع أطوال الرتبة الرابعة (74م) وبنسبة 4%، ومجموع أطوال الرتب الخامسة (128م) وبنسبة 6%.

جدول (2-22) أطوال المجاري (كم) لأحواض الأودية من 170 كم²- 50كم²

ت	الحوض	الرتب النهرية						المجموع
		1	2	3	4	5	6	
1	مثاب	312.53	107.51	54.31	26.90	28.50	*82	529.75
2	الدواي	331.06	122.65	69.50	17.92	42.90	-	584.03
3	أم العقارب	284.80	284.80	63.24	18.24	42.29	-	693.37
4	الغراب	114.61	39.61	18.99	11.34	14.18	-	198.73
	المجموع	1043	555	206	74	128	-	2006
	المتوسط	261	139	51.5	18.5	32	-	502

المصدر: اعتماداً على برنامج Arc Map 10.8 و برنامج Excel

***لم يتم احتساب طول الرتبة السادسة نظراً لتقسيم حوض الوادي لمجموعة أحواض فرعية.**

يبلغ المجموع العام لأطوال المجاري في فئة الأحواض من 25 كم²- 5كم²، كما في الجدول (2-23)، (1092 كم)، وتبلغ أطوال الرتبة الأولى (209 كم) بنسبة 19% من مجموع أطوال المجاري، في حين أن مجموع أطوال المجاري في الرتبة الثانية (682 كم) وبنسبة 62%، ومجموع أطوال الرتبة الثالثة (151كم) وبنسبة 14%، ومجموع أطوال الرتبة الرابعة (51 كم) وبنسبة 5%.

جدول (2-23) أطوال المجاري(كم) لأحواض الأودية من 50 كم²- 25كم²

ت	الحوض	الرتب النهرية						المجموع
		1	2	3	4	5	6	
1	الدم	27.52	11.66	6.10	2.37	-	-	47.65
2	الفاروخ	27.89	11.11	10.05	1.12	-	-	50.17
3	الزياتين	31.81	8.62	10.28	-	-	-	50.71
4	الرصين	36.02	9.46	2.57	8.74	-	-	56.79
5	البلح	30.00	119.00	104.00	34.00	-	-	287.00
6	الغالبي	12.80	505.00	4.90	3.06	-	-	525.76
7	الهيشة	9.26	6.60	3.91	-	-	-	19.77
8	الأسم	16.90	5.90	6.44	-	-	-	29.24
9	القطف(1)	10.49	2.97	1.25	1.53	-	-	16.24
10	القطف(2)	6.31	1.35	1.44	-	-	-	9.10
المجموع		209	682	151	51	-	-	1092
المتوسط		21	86.2	15	5	-	-	109.2

المصدر: اعتماداً على برنامج Arc Map 10.8 و برنامج Excel

والجدول (2-24) يبين أن المجموع العام لأطوال المجاري المائية للأحواض ما بين 5 كم²- 1كم²، (200 كم)، وتبلغ أطوال الرتبة الأولى (108 كم) بنسبة 54% من مجموع أطوال المجاري، في حين أن مجموع أطوال المجاري في الرتبة الثانية (63) وبنسبة 32%، ومجموع أطوال الرتبة الثالثة (27) وبنسبة 14%، ومجموع أطوال الرتبة الرابعة (2) وبنسبة 1%.

جدول (2-24) أطوال المجاري(كم) لأحواض الأودية من 5 كم²- 1كم²

ت	الحوض	الرتب النهرية						المجموع
		1	2	3	4	5	6	
1	15	7.52	6.12	1.82	1.60	-	-	17.06
2	16	5.61	0.78	2.39	-	-	-	8.78
3	17	7.58	3.61	7.17	-	-	-	18.36
4	18	4.08	4.43	1.70	-	-	-	10.21
5	19	3.70	2.83	0.69	-	-	-	7.22
6	20	6.70	0.63	1.63	-	-	-	8.96
7	21	5.06	0.27	-	-	-	-	5.33
8	22	7.52	2.14	3.10	-	-	-	12.76
9	23	6.54	1.21	1.68	-	-	-	9.43
10	24	2.38	0.90	1.45	-	-	-	4.73
11	25	4.21	2.48	1.79	-	-	-	8.48
12	26	6.96	2.23	0.46	-	-	-	9.65
13	27	5.30	17.77	0.14	-	-	-	23.21
14	28	2.94	2.03	-	-	-	-	4.97
15	29	3.49	1.62	-	-	-	-	5.11
16	30	1.39	1.50	-	-	-	-	2.89
17	31	2.30	1.11	1.40	-	-	-	4.81
18	32	1.70	0.17	-	-	-	-	1.87
19	33	2.45	1.61	-	-	-	-	4.06
20	34	1.70	1.30	-	-	-	-	3.00
21	35	7.00	1.24	-	-	-	-	8.24
22	36	2.18	1.20	1.40	-	-	-	4.78
23	37	1.39	1.50	-	-	-	-	2.89

3.10	-	-	-	-	1.45	1.65	38	24
2.43	-	-	-	-	1.03	1.40	39	25
3.40	-	-	-	-	1.18	2.22	40	26
1.56	-	-	-	-	0.49	1.07	41	27
2.38	-	-	-	-	0.25	2.13	42	28
200	-	-	2	27	63	108	**المجموع**	
12.4	-	-	0.07	1	2.3	9	**المتوسط**	

المصدر: اعتماداً على برنامج Arc Map 10.8 و برنامج Excel

أما أطوال مجاري الأودية البينية كما هي مبينة في الجدول (2-25) فقد بلغ مجموعها(125 كم)، وتبلغ أطوال الرتبة الأولى (82 كم) بنسبة 66% من مجموع أطوال المجاري، في حين أن مجموع أطوال المجاري في الرتبة الثانية (36 كم) وبنسبة 29%، ومجموع أطوال الرتبة الثالثة (7 كم) وبنسبة 6%.

جدول (2-25) أطوال المجاري(كم) للأودية البينية أقل من 1كم²

ت	الحوض	الرتب النهرية						المجموع
		1	2	3	4	5	6	
1	43	1.09	0.52	-	-	-	-	1.61
2	44	3.26	2.36	-	-	-	-	5.62
3	45	3.32	0.14	-	-	-	-	3.46
4	46	2.51	0.71	0.39	-	-	-	3.61
5	47	1.40	1.28	-	-	-	-	2.68
6	48	2.04	1.13	-	-	-	-	3.17
7	49	1.70	1.17	-	-	-	-	2.87
8	50	0.80	1.20	-	-	-	-	2.00
9	51	2.83	0.50	3.32	-	-	-	6.65
10	52	1.94	0.50	2.43	-	-	-	4.87
11	53	1.53	0.28	-	-	-	-	1.81

1.57	-	-	-	-	0.44	1.13	54	12
1.80	-	-	-	-	0.95	0.85	55	13
3.05	-	-	-	-	0.77	1.84	56	14
2.86	-	-	-	-	0.95	1.91	57	15
1.51	-	-	-	-	0.26	1.25	58	16
2.31	-	-	-	0.12	0.57	1.62	59	17
2.48	-	-	-	0.21	0.49	1.78	60	18
1.95	-	-	-	-	0.80	1.15	61	19
4.30	-	-	-	0.20	2.20	1.90	62	20
1.91	-	-	-	0.22	0.17	1.52	63	21
1.08	-	-	-	-	0.37	0.71	64	22
2.60	-	-	-	-	0.20	2.40	65	23
2.70	-	-	-	-	1.28	1.42	66	24
0.67	-	-	-	-	0.09	0.58	67	25
0.64	-	-	-	-	0.44	0.20	68	26
1.51	-	-	-	-	0.20	1.31	69	27
1.88	-	-	-	-	0.23	1.65	70	28
1.28	-	-	-	-	0.28	1.00	71	29
1.57	-	-	-	-	0.79	0.78	72	30
1.83	-	-	-	-	0.23	1.60	73	31
1.95	-	-	-	-	0.95	1.00	74	32
1.39	-	-	-	-	0.63	0.76	75	33
1.75	-	-	-	-	0.35	1.40	76	34
2.41	-	-	-	-	0.97	1.44	77	35
2.15	-	-	-	-	0.70	1.45	78	36
1.93	-	-	-	-	0.83	1.10	79	37

1.61	-	-	-	-	0.51	1.10	80	38
1.15	-	-	-	-	0.47	0.69	81	39
1.66	-	-	-	-	0.64	1.02	82	40
1.97	-	-	-	-	0.57	1.40	83	41
1.18	-	-	-	-	0.33	0.85	84	42
1.59	-	-	-	-	0.46	1.13	85	43
0.89	-	-	-	-	0.18	0.71	86	44
1.17	-	-	-	-	0.07	1.10	87	45
1.21	-	-	-	-	0.48	0.73	88	46
0.37	-	-	-	-	-	0.37	89	47
1.37	-	-	-	-	0.32	1.05	90	48
1.42	-	-	-	-	0.28	1.14	91	49
1.03	-	-	-	-	0.35	0.68	92	50
1.46	-	-	-	-	0.06	1.40	93	51
1.10	-	-	-	-	0.34	0.76	94	52
0.73	-	-	-	-	0.56	0.17	95	53
1.98	-	-	-	-	1.00	0.99	96	54
1.37	-	-	-	-	0.24	1.13	97	55
1.46	-	-	-	-	0.10	1.36	98	56
0.96	-	-	-	-	0.09	0.87	99	57
1.18	-	-	-	-	0.34	0.84	100	58
0.95	-	-	-	-	0.37	0.58	101	59
1.22	-	-	-	-	0.21	1.01	102	60
0.84	-	-	-	-	0.35	0.49	103	61
1.43	-	-	-	-	0.64	0.79	104	62
0.91	-	-	-	-	0.14	0.77	105	63

64	106	0.81	0.21	-	-	-	-	1.02
65	107	0.48	0.44	-	-	-	-	0.92
66	108	0.61	0.28	-	-	-	-	0.89
67	109	0.58	0.11	-	-	-	-	0.69
68	110	0.43	0.21	-	-	-	-	0.64
المجموع		82	36	7	-	-	-	125
المتوسط		1.2	0.5	0.1	-	-	-	1.8

المصدر: اعتماداً على برنامج Arc Map 10.8 و برنامج Excel

جدول (2-26) أطوال المجاري (كم) لأحواض الأودية بوادي المعلق

المجموعة	الفئات	الرتب النهرية						المجموع
		1	2	3	4	5	6	
1	170 كم² - 50 كم²	1043	555	206	74	128	-	2006
2	50 كم² - 5 كم²	209	682	151	51	-	-	1092
3	5 كم² - 1 كم²	108	63	27	2	-	-	200
4	أقل من كم²	82	36	7	-	-	-	125
المجموع		1442	1336	391	127	128	-	3423
المتوسط		361	334	98	32	32	-	857

المصدر: اعتماداً على برنامج Arc Map 10.8 و برنامج Excel

***لم يتم احتساب طول الرتبة السادسة نظراً لتقسيم حوض الوادي لمجموعة أحواض فرعية.**

2- نسبة التشعبBifurcation Ratio:

هي إحدى المعايير المهمة في الدراسة الجيومورفولوجية والهيدرولوجية التي تتحكم في معدل الصرف وفي كمية الجريان المائي ومدى تأثيرها على الأشكال الأرضية، ويرى سترالر أن نسبة التشعب تميل عادة الى أن تظل ثابتة في مرتبة نهرية معينة الى المرتبة التي تليها في اقليم متناسق في ظروفه الطبيعية من حيث المناخ ونوع الصخور وفي مرحلة تطوره وتتراوح هذه النسبة ما بين (3-5) في الشبكات النهرية الاعتيادية (Strahlar,1958, 377)، و الجدول (2-27) يبين أن نسبة التشعب متفاوتة في جميع الأحواض بين المراتب، وذلك يعود إلى كون

المنطقة التي تجري فوقها هذه المراتب ذات صخور مختلفة في خصائصها العامة، ويلاحظ ظهور نسب بعيدة عن المتوسطات المعروفة أي (3-5) في مراتب بعض الأحواض قد وصلت (9.5) وهي نسبة تشعب عالية ويُعزى ذلك إلى زيادة أعداد المراتب الأولى والثانية وقلتها أو انعدامها في الثالثة والرابعة، أما المتوسط العام لنسبة التشعب (3.1) وهي ضمن النسبة الاعتيادية للتشعب.

جدول (2-27) نسبة التشعب للأحواض

الرقم	الحوض	الرتبة					المتوسط	الرقم	الحوض	الرتبة					المتوسط
		2-1	3-2	4-3	5-4	6-5				2-1	3-2	4-3	5-4	6-5	
1	مثاب	5.5	5.2	4.3	6	1	4.4	56	56	2.0	2.0	-	-	-	2.0
2	الدواي	5.2	4.6	6.4	7	-	5.8	57	57	4.0	-	-	-	-	4.0
3	أم العقارب	5.1	3.0	6.9	7	-	5.5	58	58	3.0	-	-	-	-	3.0
4	الغراب	3.6	3.8	4.8	4	-	4.1	59	59	2.5	2.0	-	-	-	2.3
5	الدم	5.2	4.3	3.0	-	-	4.2	60	60	2.5	2.0	-	-	-	2.3
6	الفاروخ	5.3	1.7	6.0	-	-	4.3	61	61	3.0	-	-	-	-	3.0
7	الزياتين	6.5	2.8	-	-	-	4.6	62	62	2.5	2.0	-	-	-	2.3
8	الرصين	4.7	9.5	2.0	-	-	5.4	63	63	2.5	2.0	-	-	-	2.3
9	البلح	4.5	4.6	5.0	-	-	4.7	64	64	2.0	-	-	-	-	2.0
10	الغالبي	3.4	3.3	3.0	-	-	3.2	65	65	3.0	-	-	-	-	3.0
11	الهيشة	3.8	3.0	-	-	-	3.4	66	66	3.0	-	-	-	-	3.0
12	الأسم	8.0	3.0	-	-	-	5.5	67	67	2.0	-	-	-	-	2.0
13	القطف (1)	3.5	3.0	-	-	-	3.3	68	68	3.0	-	-	-	-	3.0
14	القطف (2)	5.0	1.0	-	-	-	3.0	69	69	2.0	-	-	-	-	2.0
15	15	6.0	3.0	-	-	-	4.5	70	70	3.0	-	-	-	-	3.0
16	16	6.0	2.0	-	-	-	4.0	71	71	3.0	-	-	-	-	3.0
17	17	6.3	3.0	-	-	-	4.7	72	72	3.0	-	-	-	-	3.0
18	18	2.0	1.7	3.0	-	-	2.2	73	73	2.0	-	-	-	-	2.0
19	19	4.3	3.0	-	-	-	3.7	74	74	5.0	-	-	-	-	5.0
20	20	6.5	2.0	-	-	-	4.3	75	75	3.0	-	-	-	-	3.0
21	21	4.0	-	-	-	-	4.0	76	76	2.0	-	-	-	-	2.0
22	22	4.6	5.0	-	-	-	4.8	77	77	3.0	-	-	-	-	3.0
23	23	3.1	4.0	-	-	-	3.6	78	78	3.0	-	-	-	-	3.0
24	24	3.5	2.0	-	-	-	2.8	79	79	2.0	-	-	-	-	2.0
25	25	6.0	3.0	-	-	-	4.5	80	80	2.0	-	-	-	-	2.0
26	26	3.5	2.0	-	-	-	2.8	81	81	2.0	-	-	-	-	2.0
27	27	6.0	2.0	-	-	-	4.0	82	82	3.0	-	-	-	-	3.0
28	28	4.0	2.0	-	-	-	3.0	83	83	2.0	-	-	-	-	2.0

2.0	-	-	-	-	2.0	84	84	4.0	-	-	-	-	4.0	29	29
3.0	-	-	-	-	3.0	85	85	3.0	-	-	-	-	3.0	30	30
2.0	-	-	-	-	2.0	86	86	2.8	-	-	-	3.0	2.7	31	31
2.0	-	-	-	-	2.0	87	87	2.0	-	-	-	-	2.0	32	32
1.5	-	-	-	-	1.5	88	88	3.5	-	-	-	-	3.5	33	33
3.7	-	-	-	-	3.7	89	89	5.0	-	-	-	-	5.0	34	34
2.0	-	-	-	-	2.0	90	90	7.0	-	-	-	-	7.0	35	35
2.0	-	-	-	-	2.0	91	91	3.0	-	-	-	3.0	3.0	36	36
2.0	-	-	-	-	2.0	92	92	3.0	-	-	-	-	3.0	37	37
2.0	-	-	-	-	2.0	93	93	5.0	-	-	-	-	5.0	38	38
2.0	-	-	-	-	2.0	94	94	2.5	-	-	-	-	2.5	39	39
2.0	-	-	-	-	2.0	95	95	5.0	-	-	-	-	5.0	40	40
2.0	-	-	-	-	2.0	96	96	3.0	-	-	-	-	3.0	41	41
3.0	-	-	-	-	3.0	97	97	4.0	-	-	-	-	4.0	42	42
3.0	-	-	-	-	3.0	98	98	3.0	-	-	-	-	3.0	43	43
2.0	-	-	-	-	2.0	99	99	4.0	-	-	-	-	4.0	44	44
2.0	-	-	-	-	2.0	100	100	3.0	-	-	-	-	3.0	45	45
3.0	-	-	-	-	3.0	101	101	2.5	-	-	-	2.0	3.0	46	46
2.0	-	-	-	-	2.0	102	102	3.0	-	-	-	-	3.0	47	47
2.0	-	-	-	-	2.0	103	103	3.0	-	-	-	-	3.0	48	48
4.0	-	-	-	-	4.0	104	104	3.0	-	-	-	-	3.0	49	49
2.0	-	-	-	-	2.0	105	105	2.0	-	-	-	-	2.0	50	50
2.0	-	-	-	-	2.0	106	106	3.0	-	-	-	-	3.0	51	51
2.0	-	-	-	-	2.0	107	107	4.0	-	-	-	-	4.0	52	52
2.0	-	-	-	-	2.0	108	108	4.0	-	-	-	-	4.0	53	53
2.0	-	-	-	-	2.0	109	109	2.0	-	-	-	-	2.0	54	54
2.0	-	-	-	-	2.0	110	110	2.0	-	-	-	-	2.0	55	55
3.1	1.0	6	4.4	3.0	3.3	المتـوسط العــام									

المصدر: اعتماداً على الخريطة الطوبوغرافية، مقياس1:50000 والمرئيات الفضائية.

3- كثافة التصريف Drainage Density:

تم احتساب كثافة التصريف الطولية، إذ تعد هذه الكثافة من المقاييس المهمة وذلك لأنها تعكس أثر كل من الصخور ونظامها والتربة والتضاريس والغطاء النباتي كذلك تأثير الإنسان على شبكة التصريف المائي (عاشور، 1986 ، 465)، كلما كانت كثافة الصرف عالية تؤدي الى زيادة سرعة الجريان، مما ينعكس ذلك على عمليات التعرية المائية في أحواض الأودية، في حين يدل انخفاض هذه القيمة على قلة تأثر الحوض بعوامل التعرية (علاجي،2010، 111)، وقد تم حساب كثافة التصريف الطولية وفق المعادلة التالية:

كثافة الصرف الطولية = مجموع أطوال المجاري (كم)/مساحة الحوض(كم2) (Horton,1932, 357).

4- التكرار النهري Stream Frequency:

ويعبر عنه بالعلاقة بين عدد المجاري بجميع رتبها إلى مساحة الحوض، بغض النظر عن اطوالها (العدرة،2007، 123)، ولاستخراج هذا المعامل، تم تطبيق المعادلة التالية:
التكرار النهري = مجموع أعداد المجاري/ المساحة الحوضية (Horton,1945, 285).

5- معدل بقاء المجرى Sinuosity Factor:

وهو معامل يشير إلى متوسط الوحدة المساحية اللازمة لتغذية الوحدة الطولية، وتم الاعتماد على المعادلة التالية :

معدل بقاء المجرى= المساحة(كم^2)/مجموع اطوال المجاري (كم)^{x}100((Schumm,1956,P.607)).

بتطبيق المعادلة على جميع أحواض المنطقة تبين أن النسب تتفاوت بين الأحواض، ويُعزى انخفاض نسبة بقاء المجاري إلى طبيعة الصخور الهشة وقلة الغطاء النباتي، مما يؤدي إلى تنشيط عملية التعرية المائية واتساع مجاري و أحواض تغذيتها ومن ثم قلة معدل بقاء المجرى لتقارب الوديان بعضها مع بعض.

ووفقاً لتقسيم أحواض التصريف إلى فئات مساحية، يظهر الجدول (2-28) متوسط الكثافة التصريفية الطولية للأحواض من 170 كم^2- 50كم^2، 3.8 كم/ كم^2، ومتوسط

التكرار النهري 6.8 مجاري نهرية/ كم² ، ومتوسط معدل بقاء المجاري 0.3 كم/ كم²، وهي نسب تشير إلى كبر مساحة الأحواض، وأن هذه الأحواض قد قطعت شوطاً من العمر الجيومورفولوجي، حيث تنخفض بها عملية التعرية المائية.

جدول(2-28) كثافة التصريف والتكرار النهري ومعدل بقاء المجاري للأحواض من 170 كم² - 50 كم²

الرقم	الحوض	المساحة كم²	الكثافة التصريفية(كم/كم²)	التكرار النهري	معدل بقاء المجاري (كم/كم²)
1	مثاب	169.93	3.12	5.3	0.32
2	الدواي	153.45	3.81	8.7	0.26
3	أم العقارب	134.71	5.15	7.0	0.19
4	الغراب	59.90	3.32	6.0	0.30
المجموع		518	15	27	1
المتوسط		129.5	3.8	6.8	250.

المصدر: اعتماداً على الخريطة الطوبوغرافية، مقياس1:50000 والمرئيات الفضائية.

بتطبيق المعادلات السابقة على أحواض التصريف من 25 كم²- 5 كم² ومن خلال الجدول (2-29)، وجد أن كثافة التصريف الطولية (20.59) كم/كم²، في حوض (البلح)، وتدل هذه القيمة المرتفعة على شدة تأثر الحوض بعوامل التعرية، ومتوسط الكثافة التصريفية الطولية لهذه الأحواض، 4 كم/ كم²، كما بلغ متوسط التكرار النهري 5 مجاري نهرية/ كم² ، ومتوسط معدل بقاء المجاري 0.4 كم/ كم²، وهذه إشارة أخرى على التقدم النسبي في العمر الجيومورفولوجي لهذه الأحواض.

جدول(2-29) كثافة التصريف والتكرار النهري ومعدل بقاء المجاري للأحواض من 25 كم² - 5 كم²

ت	الحوض	المساحة كم²	الكثافة التصريفية(كم/كم²)	التكرار النهري	معدل بقاء المجاري (كم/كم²)
1	الدم	25	1.85	3.3	0.54
2	الفاروخ	22.65	2.22	3.1	0.45
3	الزياتين	18.72	2.71	4.6	0.37
4	الرصين	17.49	3.25	6.3	0.31
5	البلح	13.94	20.59	9.5	0.05
6	الغالبي	8.74	3.00	5.5	0.33
7	الهيشة	8.35	2.37	3.7	0.42
8	الأسم	8.18	3.57	6.8	0.28
9	القطف (1)	6.89	2.36	4.2	0.42
10	القطف (2)	5	1.75	2.7	0.57
المجموع		136	44	50	4
المتوسط		14	4	5	0.4

المصدر: اعتماداً على الخريطة الطوبوغرافية، مقياس1:50000 والمرئيات الفضائية.

يظهر الجدول (2-30) أن الأحواض الصغيرة ما بين 5 كم²- 1 كم²، لا تزال في مرحلة مبكرة، فهي في طور توسيع مجاريها، إذ تنشط بها عملية التعرية المائية، وهي تسير وفق زمن متقارب فيما بينها وذلك للتقارب في مساحتها وأعداد مجاريها، فقد بلغ متوسط الكثافة الطولية لهذه الأحواض 3كم/ كم²، ومتوسط التكرار النهري 5.5 مجاري نهرية/ كم² ، ومتوسط معدل بقاء المجاري 0.39 كم/ كم².

جدول(2-30) كثافة التصريف والتكرار النهري ومعدل بقاء المجاري للأحواض من 5 كم² - 1 كم²

ت	الحوض	المساحة كم²	الكثافة التصريفية(كم/كم²)	التكرار النهري	معدل بقاء المجاري (كم/كم²)
1	15	4.51	3.78	4.9	0.26
2	16	4.49	1.95	3.3	0.51
3	17	4.06	2.76	5.7	0.36
4	18	4.05	2.52	4.7	0.40
5	19	3.63	1.99	4.7	0.50
6	20	3.51	2.55	4.6	0.39
7	21	3.48	1.53	2.9	0.65
8	22	3.41	3.74	8.5	0.27
9	23	3.14	3.00	11.1	0.33
10	24	3.14	1.51	3.2	0.66
11	25	3.12	2.72	7.0	0.37
12	26	2.60	3.71	3.8	0.27
13	27	2.07	11.23	7.3	0.09
14	28	1.74	2.86	6.3	0.35
15	29	1.58	3.23	6.3	0.31
16	30	1.54	1.87	2.6	0.53
17	31	1.45	3.32	8.3	0.30
18	32	1.38	1.35	2.2	0.74
19	33	1.36	2.98	6.6	0.34
20	34	1.30	2.31	4.6	0.43
21	35	1.26	6.55	6.4	0.15
22	36	1.25	3.82	10.4	0.26
23	37	1.17	2.46	3.4	0.41

24	38	1.12	2.78	5.4	0.36
25	39	1.11	2.19	6.3	0.46
26	40	1.10	3.10	5.5	0.32
27	41	1.05	1.48	3.8	0.67
28	42	1	2.26	4.8	0.44
المجموع		65	86	155	11
المتوسط		2.3	3	5.5	0.39

يبلغ المتوسط العام للكثافة التصريفية الطولية للأودية الأقل من 1كم²، كما هو مبين بالجدول (2-31)، 4 كم/ كم²، ومتوسط التكرار النهري 10 مجاري نهرية/ كم² وتشير هذه النسبة المرتفعة نسبياً إلى كثرة الأودية الأقل من 1كم² والتي يبلغ عددها 68 وادا، حيث أنه توجد علاقة عكسية بين مساحة الحوض وتكراره النهري، في حين أن متوسط معدل بقاء المجاري 0.31 كم/ كم²، وكل هذه المؤشرات تدل على صغر حجم هذه الأودية، وقلة مجاريها، وأنه لا يزال أماها الوقت الطويل لكي تتمكن من اكمال دورتها الحتية، وتوسيع مجاريها المائية.

جدول(2-31) كثافة التصريف والتكرار النهري ومعدل بقاء المجاري للأودية البينية الأقل من1كم²

ت	الحوض	المساحة كم²	الكثافة التصريفية(كم/كم²)	التكرار النهري	معدل بقاء المجاري (كم/كم²)
1	43	0.99	1.63	4.0	0.61
2	44	0.97	5.81	10.3	0.17
3	45	0.97	3.59	4.1	0.28
4	46	0.95	3.80	9.5	0.26
5	47	0.91	2.93	4.4	0.34
6	48	0.84	3.79	4.8	0.26
7	49	0.83	3.45	4.8	0.29
8	50	0.78	2.56	3.8	0.39
9	51	0.75	8.84	10.6	0.11
10	52	0.74	6.55	6.7	0.15
11	53	0.74	2.45	6.8	0.41
12	54	0.73	2.15	4.1	0.47

0.39	4.2	2.54	0.71	55	13
0.23	9.9	4.33	0.70	56	14
0.24	7.4	4.23	0.68	57	15
0.45	6.0	2.24	0.67	58	16
0.28	12.2	3.51	0.66	59	17
0.26	12.2	3.78	0.65	60	18
0.33	6.3	3.07	0.64	61	19
0.15	12.7	6.80	0.63	62	20
0.32	13.0	3.10	0.62	63	21
0.57	4.9	1.76	0.61	64	22
0.23	6.6	4.32	0.60	65	23
0.22	6.6	4.49	0.60	66	24
0.87	5.2	1.16	0.58	67	25
0.88	7.1	1.13	0.57	68	26
0.37	5.4	2.74	0.55	69	27
0.29	7.3	3.42	0.55	70	28
0.41	7.6	2.43	0.53	71	29
0.32	7.8	3.08	0.51	72	30
0.27	6.1	3.72	0.49	73	31
0.25	12.3	4.01	0.49	74	32
0.34	8.3	2.90	0.48	75	33
0.26	6.5	3.80	0.46	76	34
0.18	9.0	5.44	0.44	77	35
0.20	9.3	5.02	0.43	78	36
0.22	7.0	4.53	0.43	79	37
0.26	7.2	3.89	0.41	80	38
0.36	7.3	2.79	0.41	81	39
0.25	9.7	4.02	0.41	82	40
0.20	7.7	5.04	0.39	83	41
0.33	7.7	3.01	0.39	84	42
0.24	10.6	4.22	0.38	85	43
0.40	8.5	2.52	0.35	86	44
0.30	8.6	3.35	0.35	87	45
0.29	14.4	3.48	0.35	88	46

0.93	2.9	1.08	0.34	89	47
0.24	9.1	4.16	0.33	90	48
0.22	9.4	4.47	0.32	91	49
0.31	9.5	3.24	0.32	92	50
0.21	9.7	4.70	0.31	93	51
0.28	9.9	3.63	0.30	94	52
0.40	10.4	2.52	0.29	95	53
0.14	10.5	6.94	0.29	96	54
0.21	14.1	4.83	0.28	97	55
0.19	14.4	5.24	0.28	98	56
0.29	10.8	3.46	0.28	99	57
0.23	11.0	4.32	0.27	100	58
0.26	16.2	3.84	0.25	101	59
0.20	12.5	5.08	0.24	102	60
0.25	14.3	4.00	0.21	103	61
0.15	23.8	6.81	0.21	104	62
0.23	14.2	4.32	0.21	105	63
0.20	14.4	4.90	0.21	106	64
0.22	15.0	4.60	0.20	107	65
0.18	19.1	5.65	0.16	108	66
0.17	25.3	5.81	0.12	109	67
0.15	31.6	6.75	0.09	110	68
21	665	268	33	**المجموع**	
0.31	10	4	0.49	**المتوسط**	

المصدر: اعتماداً على الخريطة الطوبوغرافية، مقياس1:50000 والمرئيات الفضائية.

جدول(2-32) كثافة التصريف والتكرار النهري ومعدل بقاء المجاري لأحواض التصريف بوادي المعلق

المجموعة	الفئات	العدد	المساحة كم²	الكثافة التصريفية(كم/كم²)	التكرار النهري	معدل بقاء المجاري (كم/كم²)
1	170 كم² - 50 كم²	4	518	3.8	6.8	0.25
2	50 كم² - 5 كم²	10	136	4	5	0.4
3	5 كم² - 1 كم²	28	65	3	5.5	0.39
4	أقل من كم²	68	33	4	10	0.31
المجموع		110	752	15	27	1
المتوسط		27.5	188	4	7	0.25

المصدر: اعتماداً على الخريطة الطوبوغرافية، مقياس1:50000 والمرئيات الفضائية.

6- أنماط التصرف النهري Stream Drainage patterns:

يقصد بأنماط التصريف النهري، الشكل العام للروافد عندما تلتقي بعضها ببعض، وهي انعكاساً لعوامل البنية الجيولوجية، والتطور الجيومورفولوجي لأي منطقة، إضافة إلى المناخ السائد، وانحدار سطح الأرض، ومن خلال تحليل شبكة التصريف أمكن التعرف على العديد من أنماط التصريف بحوض وادي المعلق وهي:

1- نمط الصرف الشجريDendritic Pattern:

وهو من أكثر الانماط شيوعاً وينتشر في مناطق قليلة التضرّس وذات صخور متجانسة في مقاومتها وتحكم البنية فيها ضعيفاً ويزداد انتشار هذا النمط فوق الصخور الرسوبية (ثورنبري،1975، 164)، وتلتقي الروافد ببعضها البعض في هذا النمط بزوايا حادة، حتى تبدو الصورة العامة كشجرة متعددة الفروع (محسوب،1996، 193)، ويظهر هذا النمط بصورة واسعة في أغلب أحواض أودية منطقة الدراسة. وذلك لتجانس الطبقات الصخرية وطبيعة الأرض ذات الانحدار البسيط وسيادة المناخ شبه الجاف.

2- نمط الصرف المتوازي Porallel Pattern:

تظهر المجاري في هذا النمط بشكل يوازي بعضها بعضاً ويسود هذا النمط في المناطق التي

تمتاز بانحدار واضح وتحكم بنيوي مثل وجود صدوع وطيات متوازية تواجه المجاري مع امتدادها (تراب،1997، 271) يوجد هذا النمط ببعض أحواض الأودية بمنطقة الدراسة.

3- النمط المركزي Cetripetal Pattern:

ينتج هذا النمط عندما يتجه عدد من المجاري المائية من نقاط متعددة نحو منطقة منخفضة (محسوب،1996، 196)، يوجد هذا النمط في المناطق التي توجد فيها الحفر الكارستية ذات التصريف المائي الداخلي، ويظهر هذا النمط في القطاع الأدنى من حوض الوادي.

الفصل الثالث

الأشكال الأرضية

أولاً: الأشكال المترتبة عن النحت النهري

ثانياً: التجوية والأشكال المرتبطة بها

ثالثاً: حركة المواد

رابعاً: الأشكال المترتبة عن الارساب النهري

خامساً: أشكال أرضية ذات أصل تبخيري

سادساً: الخريطة الجيومورفولوجية

مقدمة

تعد الأشكال الأرضية انعكاساً للظروف الطبيعية، من أثر الأحداث الجيولوجية القديمة أو العمليات الجيومورفولوجية خلال حقب الرباعي والوقت الحالي، وقد تناولنا فيما سبق المقومات الجغرافية الطبيعية التي تتحكم في طبيعة نشأة الأشكال الأرضية في حوض وادي المعلق، وتم التعرف على الكثير من خصائصه المورفومترية، لذا سوف يتم التعرف على الأشكال الأرضية للحوض حسب نشأتها والتي تم تقسيمها إلى أشكال مترتبة على عمليات النحت، وأشكال ناتجة عن عملية الارساب.

إن الأشكال الأرضية كما أشار إليها دايفز W.Davis في وصفة للدورة التحاتية، هي حصيلة تفاعل ثلاثة متغيرات كلٌ يؤثر بمقدار معين في نوعية وسرعة وشكل إنجاز العملية الجيومورفولوجية وهذه المتغيرات التي بنى عليها نظريته هي البناء الجيولوجي، والعملية، والزمن(أبو العنين،1995،40) ويمكن تصنيف الأشكال الأرضية بمنطقة الدراسة على النحو التالي:

<u>أولاً</u>: الأشكال المترتبة عن النحت النهري

1- المسيلات الجبلية Gullys

عندما تزداد كمية المياه المتحركة وتلتقي أعداد كبيرة من الجداول المائية، ويشتد النحت والتعميق الرأسي للمجرى المائي بسبب شدة انحدار السطح الذي تشقه المياه، تتكون المسيلات الجبلية (تراب،2005،181)، كما هو الحال في العديد من منابع الأودية العليا بمنطقة الدراسة، وعند خطوط تقسيم المياه بين الأودية الفرعية.

المصدر: زيارة ميدانية بتاريخ 2022/8/19

شكل (3-1) مسيلات جبلية

2- المنعطفات والالتواءات النهرية Meanders

هي انحناءات في مجرى الوادي أو النهر تعود إلى طبيعة التكوينات والضفاف، وعملية التعرية والارساب التي تحدث في المجرى، وتتكون المنعطفات عندما يعترض التيار المائي في مساره نحو المصب جانب محدب عند مدخل أحد التعرجات النهرية، ويرتد نحو الجانب المقر منه الذي تنشب فيه عملية النحت، ويتجه بعد ذلك إلى الجانب الآخر، أما الجانب المحدب فتقل عنده سرعة التيار مما يؤدي إلى الترسيب فيزداد تحدبه نحو الداخل (عمران،2015،23)، وتعتبر هذه المنعطفات أماكن غير صالحة لإنشاء السدود، وقد لوحظ إنشاء السدود المائية في مواقع تتميز باعتدالها ناحية المصب، كما هو الحال بسد الدواي، وسد أم وثاب، وسد المعلق، وتنتشر في منطقة الدراسة المنعطفات في

المسافة المحصورة فيما بين سد المعلق حتى مصب وادي المعلق، وهي انعكاس للتراكيب الجيولوجية التي أثرت على اتجاه مجرى الوادي.

المصدر: زيارة ميدانية بتاريخ 2021/1/15

شكل (3-2) منعطف نهري

3- الخوانق النهرية River Gorges

هي تلك الأجزاء من المجاري النهرية التي تتميز بارتفاع جوانبها وشدة انحدارها، وينشط فيها النحت الرأسي عن النحت الجانبي، وتنشأ الخوانق كأجزاء من المجاري ذات تكوينات جيولوجية أكثر صلابة، لذا يواجه الوادي صعوبة في شق مجرى له خلالها فتضيق قيعانها، فتبدو جوانبها جرفية مرتفعة، فتشتد عندها سرعة جريان المياه والنحت الرأسي لقنواتها، وتعتبر الصدوع أكثر العوامل المؤثرة في نشأة الخوانق (أحمد،2007،247)، ولكون منطقة الدراسة تنتشر بها تكوينات جيولوجية صدعية خاصة في القطاع الأدنى، فقد تم ملاحظة العديد من الخوانق النهرية والتي ترتبط في أغلبها

بالأحواض الصغيرة المساحة والتي نشأت من صدوع في تكوينات جيولوجية صلبة أثرت في صغر مساحاتها وضيق مجاريها.

المصدر: زيارة ميدانية بتاريخ 2021/1/15

شكل (3-3) خانق نهري

4- الحفر الوعائية Pothole

هي من المظاهر الأرضية التي تنتشر ضمن منطقة الدراسة وهي عبارة عن حفر اسطوانية الشكل توجد في قاع مجاري الأودية ويزيد عمقها على اتساعها، وتكون مملؤة بالحصى والقطع الصخرية (اللهيبي،2001،96)، وتنشأ عندما تحرك الدومات الرأسية الجلاميد والمفتتات باتجاه قاع النهر، وعندما تحتجز هذه المفتتات في حفر بقاع النهر أو بداخل الفواصل، فتؤدى الحركة الدورانية للمياه إلى استخدام هذه المفتتات كأدوات لحفر

قاع النهر، فتزداد في الاتساع والعمق مما يؤدي إلى توسيع قاع المجرى من خلال اتصال هذه الحفر بعضها ببعض (محسوب،1997،143).

المصدر: زيارة ميدانية بتاريخ 2021/1/15

شكل (3-4) حفر وعائية

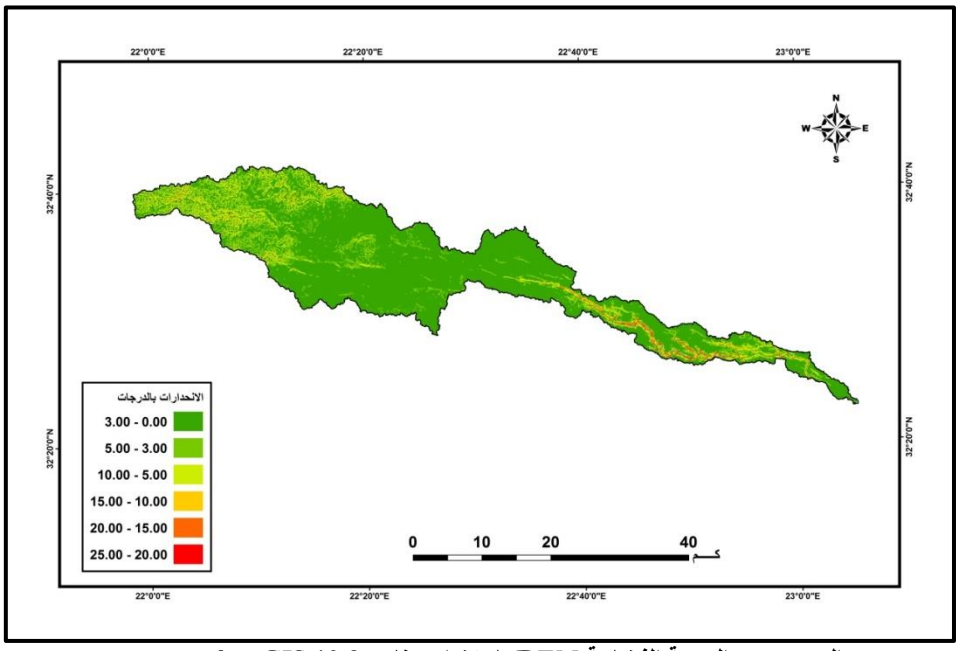
ثانياً: التجوية والأشكال المرتبطة بها

إن عملية التجوية تتأثر بمجموعة من الضوابط الجغرافية، ومنها صلابة الصخر، حيث تتباين الصخور في أنواعها وتركيبها ومكوناتها، مما ينعكس على درجة صلابتها، حيث قسم Moh الصخور بحسب درجة صلابتها إلى درجات من (1 – 10) فكلما زادت درجة صلابة الصخر قلت معها درجة استجابة الصخر لعمليات التجوية المختلفة، كما يؤثر المركب الكيمائي للصخر بدرجة كبيرة على مدى مقاومة الصخور للتحلل الكيمائي، كذلك درجة تقطع الصخر لها دور كبير، حيث تتعرض الصخور لحدوث الصدوع والفواصل والتشققات، والتي تعمل كلها

على إضعاف مقاومة الصخر وبالتالي سهولة تفككه إلى أجزاء أصغر، كذلك يلعب المناخ دوراً كبيراً في عملية التجوية الميكانيكية والكيميائية، من خلال المدى الحراري اليومي والفصلي، وكذلك تأثير الصقيع (التركماني، 2011، 47 - 49)، ومن خلال الدراسات الحقلية أمكن التعرف على العديد من الأشكال الجيومورفولوجية الناتجة عن عمليات النحت وما يربط بها من دور فعل التجوية بنوعيها الميكانيكية والكيميائية والتي يمكن استعراضها على النحو التالي:

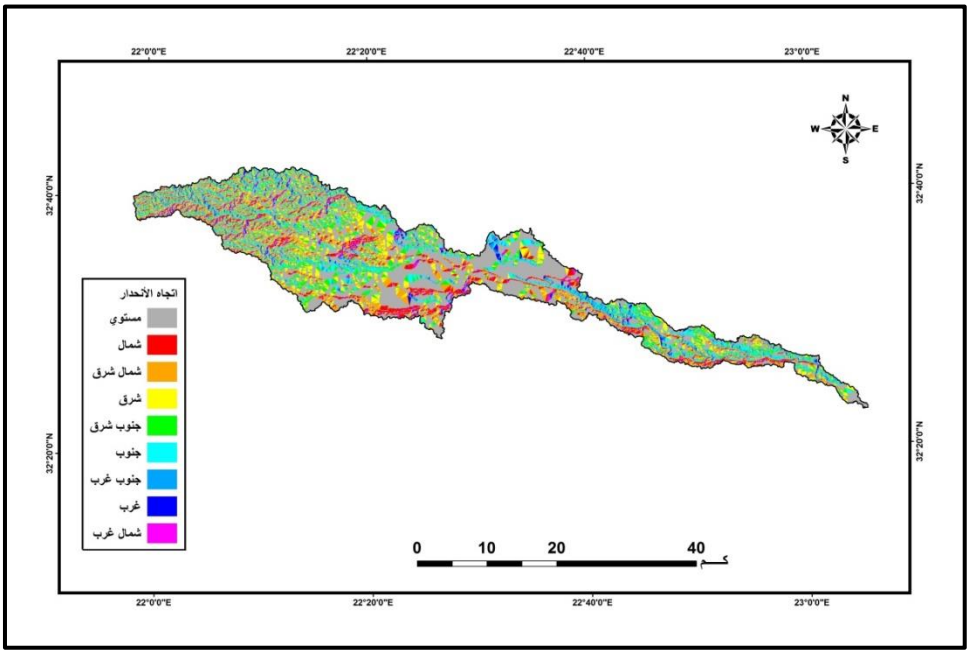
1- السفوح والمنحدرات Slopes

السفح هو السطح المنحدر بأي درجة عن المستوى الأفقي، وعادة ما نجد أن الأسطح تامة الاستواء لا تمثل إلا نسبة محدودة للغاية من سطح الأرض والذي يتكون في معظمه من سفوح ذات انحدارات متباينة (محسوب،1997،134)، تظهر سفوح المنحدرات في المنطقة المحصورة بين زاوية تغير الانحدار أسفل الجرف الصخري وبداية قدم المنحدر ويعد سطحاً غير مستقراً ويسمى السطح الثابت، لاحتفاظه بزاوية استقرار ثابتة ويسمى أيضاً بسفح الفتات، وتتجمع فوقه قشرة أو طبقة رقيقة فوق السطح الصخري الأصلي، ويعد سفح نقل حيث تزال منه باستمرار المواد الدقيقة الناتجة بفعل عمليات التجوية والتعرية المائية أما المواد الخشنة فأنها تبقى في مكانها فوق السطح، ونتيجة لعمليات التجوية الميكانيكية والكيمياوية تتكون مواد ناعمة يمكن إزالتها بفعل عمليات الغسل (العجيلي،2005،170)، تنتشر السفوح في منطقة الدراسة إلا انها تختلف في درجات انحدارها، فنجد أن الأودية كما هو مبين في الشكل (3-1) ففي القطاع الأعلى تتميز بسفوح ذات انحدارات متوسطة تتراوح بين 5- 15 درجة، والقطاع الأوسط يتميز بسفوح ذات انحدارات هينة تتراوح ما بين 0 - 5 درجات، بينما القطاع الأسفل يتميز بسفوح بجوانب الأودية شديدة الانحدار تتراوح ما بين 15-25 درجة، والشكل (3-2) يبين توزيع الانحدارات لحوض وادي المعلق، فالاتجاهات السائدة في منطقة الدراسة تتمثل اتجاهات الشمال والجنوب والشرق، وذلك تمشياً مع الشكل العام لحوض وادي المعلق والذي يرجع في تكوينه للعوامل الباطنية من رفع وتصدع، إضافة إلى العوامل الخارجية المتمثلة في التجوية والتعرية التي أدت إلى رسم الملامح التضاريسية لحوض الوادي بشكلها الحالي تكوينه.



المصدر: من المرئية الفضائية DEM باستخدام برنامج Arc GIS 10.8

شكل (3-5) خارطة توزيع الانحدارات في حوض وادي المعلق من خلال صورة DEM



المصدر: من المرئية الفضائية DEM باستخدام برنامج Arc GIS 10.8

شكل (3-6) خارطة اتجاهات السفوح من خلال صورة DEM

2- الجروف الصخرية Rock Cliffs

يتحكم في هذا المظهر الجيومورفولوجي العديد من المحددات التي تسهم في نشأته وتطوره، مثل سمك التكوينات الصخرية، افقيتها، تجانسها الليثولوجي، واستجابتها لعوامل النحت المائي والتعرية (أبو العنين،2004،237)، ويوجد بمنطقة الدراسة هذه الجروف من نوع الجروف الحائطية، حيث تظهر على جوانب الأودية الخانقية، وتوجد هذه الظاهرة بوضوح بالقرب من المصب الرئيسي لوادي المعلق، حيث تنتشر خطوط التصدع الرئيسية في هذا الجزء من حوض الوادي، ويقع هذا الجرف على جانب الوادي، وقد نتج هذا الجرف تعميق الوادي فظهر على شكل جدار قائم يصل ارتفاعه إلى 2م ويصل معدل انحداره إلى 90°.

المصدر: زيارة ميدانية بتاريخ 2021/6/1

شكل (3-7) جرف حائطي بوادي المعلق الرئيسي

3- الاخاديد Grabens

هي مجاري مائية ذات عمق بسيط ومتوازية مع بعضها البعض تنشأ، بسبب تطور الجداول، والتي تحدث نتيجة لجريان الماء نحو الأسفل بشكل موازي للمنحدر، ويعود تكونها إلى الانحدارات الكبيرة والزيادة في سرعة وكمية الجريان المائي مما يؤدي الى جرف الرواسب والفتات الصخري وتعرية المنحدرات باتجاه المناطق المنخفضة لاسيما عند اقدام المنحدرات (العجيلي،2005،173)، وتزداد بالاتساع عندما تكون هناك كميات تدفق كبيرة من المياه فوق السطح حيث تزداد تعرية القاع والحافات بعد تشبع التربة بالماء، فتظهر بوضوح عند التقاء الروافد والمجاري الرئيسية، وكذلك في مناطق السدود التعويقية المنهارة، ونهاية عبارات تصريف المياه، وقد لوحظ انتشار من هذه الاخاديد في الكثير الأماكن من حوض الوادي خصوصاً عند التقاء الروافد النهرية وكذلك بالقرب من العبارات المائية.

المصدر: زيارة ميدانية بتاريخ 2022/8/19

شكل (3-8) اخدود عند مصب وادي المعلق

المصدر: زيارة ميدانية بتاريخ 202/1/15

شكل (3-9) اخدود بجانب سد تعويقي منهار

4- حزور وحفر الإذابة Weathering notch And pit

تظهر في صورة طبقة تغطي أسطح الصخور، نتيجة لتفاعل مكونات الصخر المعدنية مع المؤثرات الجوية، خاصة الرطوبة الجوية لفترات طويلة من الزمن، تتطور فوق سطوح الصخور الجيرية بفعل عمليات الإذابة أو الكربنة وتتباين هذه الحزوز والحفر بين الندب الصغيرة الحجم والكبيرة التي تكونها قطرات الأمطار بفعل عمليتي التعرية والإذابة، حيث إن الصخور الجيرية تتكون من كربونات الكالسيوم التي لا تذوب بسرعة في الماء العذب غير إن المياه عادةً ما تحتوي على نسبة من غاز ثاني اوكسيد الكربون الذي يذوب في الماء مكوناً حامض الكربونيك (HCO_3)، ويكون ضعيفاً لا يتمكن من إذابة الصخور الجيرية، ولكن اختراق هذا المحلول للطبقة السطحية للتربة والحاوية على المادة العضوية يكسبها كمية أكبر من غاز

ثاني اوكسيد الكربون فتكون لها القابلية على إذابة تلك الصخور وذلك لتوفر عوامل تكوينها، حيث استواء الأرض يساعد على تجمع المياه ووجود الشقوق والفواصل في الصخور الجيرية فتعمل على إذابة تلك الصخور مكونةً حفراً إذابية تتسع تلك الحفر مكونة الكهوف. (عودة، 1984،12).

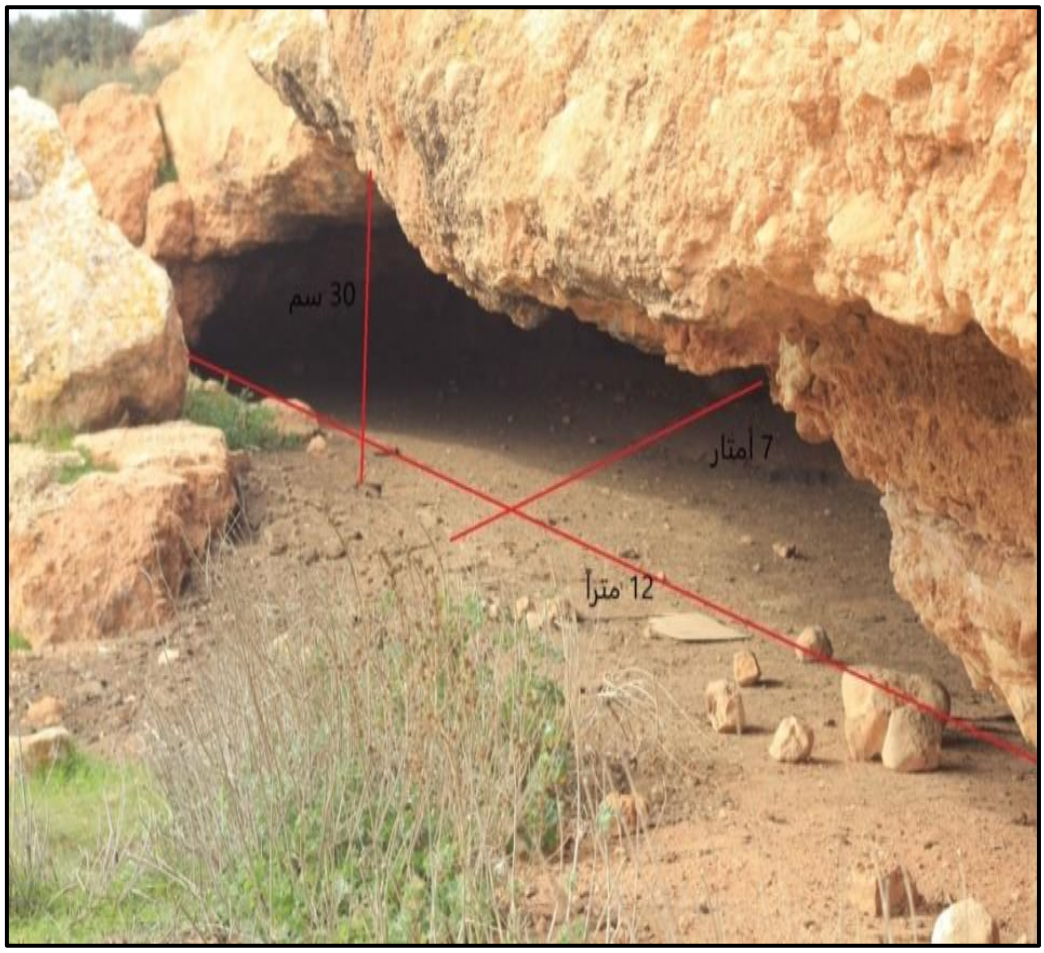
المصدر: زيارة ميدانية بتاريخ 2021/2/5

شكل (3-10) حزوز وحفر الاذابة

5- الكهوف Caves

هي تجاويف ذات جسم يسمح بدخول الإنسان، وتأخذ امتدادات افقية أو رأسية، وتأخذ أشكالاً مختلفة صفائحية أو دائرية، ويدخل في تكوينها مجموعة من العوامل منها، الخواص الفيزيائية والكيمائية، والتراكيب الجيولوجية للصخور الجيرية، والوضع التضاريسي، كما يلعب العامل البشري دوره في تكوين هذه الكهوف (الشحومي،2003، 186-

187)، وقد تم رصد حوالي 30 كهفاً بحوض وادي المعلق يقع منها 90% في القطاع الأعلى خصوصاً في النواحي الشمالية، إضافة إلى بعض الكهوف التي استغلها الأنسان كمأوى له في الأزمنة القديمة والتي توجد بالقرب من الأراضي الصالحة للرعي والزراعة.



المصدر: زيارة ميدانية بتاريخ 2021/1/15

شكل (3-11) كهف على الجانب الأيمن لوادي الدواي

المصدر: زيارة ميدانية بتاريخ المصدر: زيارة ميدانية بتاريخ 2021/1/15

شكل (3-12) ظاهرة تكهف في حوض وادي الدواي

6- ظاهرة الطلاء أو الورنيش Desert Varnish

تظهر في صورة طبقة تغطي أسطح الصخور، نتيجة لتفاعل مكونات الصخر المعدنية مع المؤثرات الجوية، خاصة الرطوبة الجوية لفترات طويلة من الزمن، حيث يضعف التركيب المعدني وينجم عنه تغيير في لون الصخر ويصبح أقل مقاومة لعملية التعرية، وتعتبر هذه الظاهرة أكثر انتشاراً في الأماكن الحارة والرطبة (عبدالتميمي، 2012، 76)، وتتكون عادة من مركبات أوكسيد الحديد والمنغنيز وسليكا ذات لون داكن يتراوح بين الأحمر الداكن الى الأسود.

كما إنه ليس هناك فهم كامل للعمليات التي تكون هذه الأشكال، ولكن يبدو إن ارتفاع الأملاح إلى السطح بفعل الخاصية الشعرية تحت تأثير التبخر الشديد ربما يلعب دوراً أساسياً، فضلاً عن دور سقوط الأمطار الغزيرة في تشبع الصخور الحاوية على هذه الاكاسيد وبالتالي تذاب داخل الصخرة وبعد انتهاء الأمطار تخرج الأملاح إلى السطح فيتبخر الماء وتبقى أكاسيد الحديد

والمنغنيز على السطح (العجيلي، 2005، 165)، وقد لوحظت هذه الأشكال ميدانياً، في حوض وادي لكنش إلا أن انتشارها يعد قليل في منطقة الدراسة.

المصدر: زيارة ميدانية بتاريخ 2021/1/15

شكل (3-13) ظاهرة الطلاء أو الورنيش

7- تفلق الكتل الصخرية Rock Shattering

هو انقسام أو انشقاق جسم الصخر إلى كتل بسبب خطوط الفواصل التي تتقاطع بزوايا مختلفة، والتي ينتج عنها سقوط الكتل الصخرية من أعالي القمم إلى اسفلها بفعل الجاذبية ودرجة الانحدار(عبدالتميمي ، 2012 ،65)، ومن ثم يأتي دور التجوية على توسيع هذه الفواصل مع مرور الزمن.

المصدر: زيارة ميدانية بتاريخ 2019/11/14

شكل (3-14) التفلق الصخري

8 - التقشر والانفصال Peel and separation

تتعرض الصخور إلى تقشر أسطحها في هيئة صخور رقيقة أو سميكة تحت تأثير ظروف معينة وتبقى الصخور على سطح الصخر، إلى أن تسقط أو تزيلها عوامل التعرية فيظهر سطح جديد (عبدالتميمي ، 2012 ،66)، ويحدث التقشر للصخور بسبب الاختلاف في درجات الحرارة بين الليل والنهار، وكذلك الاختلاف الفصلي في درجات الحرارة بين فصلي الصيف والشتاء، وإن الصخور المتكونة من أكثر من معدن هي أكثر تأثراً بعملية التباين الحراري (محسوب،1997،59)، وقد لوحظت هذه الظاهرة من خلال الزيارات الميدانية بمنطقة الدراسة، إلا إنها تنتشر بشكل واضح كلما أتجها شرقاً، حيث يصبح المناخ الشبه الجاف أكثر وضوحاً، إذ يشتد التباين الحراري فتصبح الظروف الطبيعية مناسبة لتشكيل هذه الظاهرة.

المصدر: زيارة ميدانية بتاريخ 2021/3/23

شكل (3-15) التقشر والانفصال بوادي الفاروخة

9- التفكك الكتلي Block Sparation

هي إحدى عمليات التجوية الميكانيكية، التي تؤدي إلى تفكك الصخور وظهورها على شكل كتل مختلفة الأحجام نتيجة للتباين في درجات الحرارة، وينتج عن ذلك تكوين الفوالق والشقوق واتساع فتحاتها وتتم هذا العملية في الأجزاء الضعيفة جيولوجياً ومع استمرار هذه العملية تتشظى أجراء الصخور الكبيرة إلى مفتتات صغيرة الحجم، وهذا ما يعرف بعملية التجوية بالاشعاع الشمسي (أبو العنين،1995،295)، وتنتشر هذه الظاهرة بشكل واضح وكبير على امتداد حوض وادي المعلق خصوصاً في الأجراء الدنيا بالقرب من مناطق الصدوع.

المصدر: زيارة ميدانية بتاريخ 2019/11/14

شكل (3-16) التفكك الكتلي

10- التفكك الحبيبي Granular Disintegration

يحدث نتيجة التغير في درجات الحرارة، وهو تفكك حبيبات الأسطح الخارجية، حيث تنفصل حبيبات الكوارتز أو حبات الرمل المكونة للصخر، فتقوم الرياح والمياه بقلها (السبيعي، 2016، 189 - 190)، وتظهر هذه الظاهرة بوضوح في المجري الرئيسي لحوض وادي المعلق حيث ينشط فعل نحت المياه المتدفقة بكميات كبيرة فيظهر أثرها على جانبي الوادي.

المصدر: زيارة ميدانية بتاريخ 2021/2/5

شكل (3-17) التفكك الحبيبي

11- فعل الأنسان والحيوان والنبات

رغم أن الكثير من الأنشطة البشرية لا تؤدي بالضرورة إلى تغيير واضح في العمليات الجيومورفولوجية أو تكوين أشكال أرضية جديدة، فإنه يصعب التعرف على بعض الأشكال الأرضية التي نتجت عن التدخل المباشر وغير المباشر للإنسان (كيلو، 1980 ، 9) فالإنسان مؤثر بشكل كبير، حيث لا يرتبط في تأثيره الجيومورفولوجي بدورة التعرية ولا يلتزم بعملية جيومورفولوجية بعينها أو أشكال بذاتها، حيث يؤثر في كل أشكال سطح الأرض وعمليات تشكيلها بدرجات مختلفة (محسوب، 1997، 424)، وتنتشر في منطقة حوض الوادي عملية الحراثة لغرض الزراعة، حيث يعتمد المزارعون في الغالب على زراعة الشعير والقمح، فتتعرض التربة للتفتت وينتج عن ذلك سهولة انجرافها وتعريتها بفعل الرياح.

المصدر: زيارة ميدانية بتاريخ 2021/2/5

شكل (3-18) أثر نشاط الحراثة على التجوية

كما تنتشر الكثير من المحاجر في منطقة حوض الوادي، والتي سوف نتناولها في فصل الجيومورفولوجيا التطبيقية، حيث يلجأ البعض أحياناً إلى التفجير بالديناميت عند صخور الحجر الجيري، والتي يبدو لها الأثر الواضح في تكوين الأشكال الأرضية من خلال الحفر التي تتركها تلك التفجيرات وتشقق الصخور المجاورة وتفككها مما يعطي فرصة لنشاط عمليات التجوية فيها تنتشر الصخور الكلسية من تكوين الفايدية والذي يغطي المساحة الكبرى من منطقة الدراسة وتتضح هذه الظاهرة على الطريق العام مرتوبة – النوار وكذلك على الطريق العام، النوار – المخيلي.

المصدر: زيارة ميدانية بتاريخ 2021/10/13

شكل (3-19) أثر نشاط التحجير في عمليات التجوية

أما دور الحيوانات فيكون تأثيرها كبيراً سواء أكانت الكبيرة منها أو الصغيرة، حيث تتغذى حيوانات الرعي كالأغنام والإبل على النباتات العشبية الحولية تاركة الأرض جرداء مما يساعد على التعرية الهوائية أو المائية فيها، فضلاً عن حركة تلك الحيوانات على التربة مما يزيد من تفككها ومن ثم نقلها بواسطة الهواء إلى أماكن أخرى.

المصدر: زيارة ميدانية بتاريخ 2021/10/13

شكل (3-20) الأبل ودورها في التعرية من خلال الرعي بالأماكن العشبية

كما تعمل النباتات دورها في عملية الجوية الميكانيكية، فالنباتات أحياناً نجدها تضرب بجذورها بين شقوق الصخور بحثاً عن التربة والرطوبة، فينتج عن ذلك توسيع تلك الشقوق، إضافة إلى أن النبتات لها دور كبير في عملية التجوية الكيميائية، فالجذور تتفاعل بما تحمله من أحماض عضوية مع أسطح الصخور المتاخمة فتؤدي مع مرور الزمن إلى إذابتها وتفتيتها، وتعتبر الفطريات والطحالب والأشنة (أتحاد الفطر مع الطحالب) من العوامل الحيوية المؤثرة في عملية التجوية من خلال ممارستها للتجوية الميكانيكية ضمن الشقوق والحفر الصغيرة أو كيمائياً من خلال عملية التنفس، واستخلاص الغذاء، واحتفاظها بالرطوبة (جودة، 1975،67).

المصدر: زيارة ميدانية بتاريخ 2021/6/1

شكل (3-21) تداخل الاشنات عبر إحدى الحفر الصغيرة

المصدر: زيارة ميدانية بتاريخ 2021/6/1

شكل (3-22) أثر النبات في التجوية الميكانيكية.

أما الحيوانات الحفارة كالجرذان والخلد، إضافة إلى الديدان والنمل، تعمل على تفتيت التربة وحفر الجحور بحيث تظهر آثارها في وجود أعداد كبيرة من الحفر والكهوف (أبو العنين، 1979، 304) وهي تنتشر في كل أجزاء حوض الوادي، ونجد الكثير من الجحور والحفر المهجورة قد تعرضت للانهيار وبالتالي تسهل معها عملية التعرية والنقل.

المصدر: زيارة ميدانية بتاريخ 2021/1/15

شكل (3-23) أثر حيوان الخلد في حفر الأرض

12- الأشكال الأرضية الكارستية

تتكون المظاهر الكارستية في الصخور الجيرية التي لها القابلية العالية على الذوبان، بعد تكون الماء الحامضي الناتج عن تفاعل ثاني اوكسيد الكاربون(CO_2) مع مياه الامطار، مكوناً حامض الكاربونيك المخفف، وإن ما ينشط عمليات الإذابة في هذه الصخور، هو كثرة وجود الشقوق والفواصل، وسطوح الانفصال، ويشارك في تكون هذه المظاهر كل من الغلاف الجوي (غاز ثاني اوكسيد الكاربونCO_2، الأمطار، الحرارة، بخار الماء في الجو) والغلاف الصخري (الصخور القابلة للذوبان كالصخور الجيرية،

الدولومايتية، الجبسية، والملحية) والغلاف المائي (المياه الباطنية والمياه السطحية) والغلاف الحيوي (الحياتية والنباتية) بالإضافة الى عامل القوى التكتونية (الانكسارات والفواصل والشقوق) والتعرية والتجوية (المايل،1996،7)، يتألف السطح الخارجي للمناطق الكارستية من العديد من المظاهر، وقد أشتملت منطقة الدراسة على العديد من هذه المظاهر منها، الدولينات والهوات والأسطح الجيرية المضرسة (التشرشر الجيري) والتيراروزا.

أ- الدولينات Dolines

أستخدم هذا المصطلح لأول مرة خلال منتصف القرن التاسع عشر ويعني الوادي أو الحفرة، واستخدم هذا اللفظ لوصف الحفر الكارستية المغلقة، وبمرور الوقت أطلق هذا المصطلح على المنخفضات الصغيرة في الصخور الجيرية، وقد أمكن تمييز ثلاث أنواع رئيسية من الدولينات وهي، الحوضية والقمعية ودولينة البئر(الشحومي،2003، 134،135)، وتنتشر مجموعة من هذه الدولينات في مناطق متعددة في الأحواض الرئيسية والثانوية لحوض وادي المعلق.

المصدر: زيارة ميدانية بتاريخ 2019/11/14

شكل (3-24) دولينات تظهر بأحجام مختلفة

ب- الهوات Sinks

أطلق تعبير الهوة Sink hole على المنخفضات المقفلة التي تتطور فوق الصخور الجيرية بفعل إذابة المياه المكربنة، وقد ميز ثورنبيري بين نوعين من هذه المنخفضات، يندرج في قائمتيهما أنواعاً أخرى هما :-

- **هوات الإذابة Solution sink** : وهي منخفضات تتكون تدريجياً وببطء نسبي بفعل ذوبان جزء من تكوينات الصخور الجيرية التي تقع أسفل أسطح التربة مباشرة، ولا يصاحب نشأة هذه المنخفضات عملية انهيار في الصخور التي تتطور فوقها.
- **هوات الانهيار Collapse sink** : وهي منخفضات تتأثر بفعل انهيار الصخر من أسقف الكهوف أو الفجوات الباطنية.

تتكون الهوات أساساً من عملية إذابة المناطق التي تتركب صخورها من الحجر الجيري الذي تكثر به الفواصل والشقوق حتى تسمح بتسرب المياه إلى الباطن. وتتركب تكوينات الحجر الجيري من كربونات الكالسيوم التي لا تذوب في الماء العذب كمحلول، غير أن الماه عادة ما تحتوي على نسبة من ثاني أكسيد الكربون الذي يمتصه الماء فيتكون حمض الكربونيك، الذي يعمل على إذابة الصخور الجيرية، وبتوالي عملية الإذابة السطحية يهبط سطح الأرض تدريجياً في الجزاء التي تنشط بها مكونة لما يعرف بهوات الإذابة، وقد تنشط عمليات الإذابة تحت سطح الأرض فتتكون بذلك الكهوف الباطنية والتي قد تنهار أسقفها لتكشف عن هوات عميقة ذات منحدرات حادة، تعرف هذه الهوات عادة بهوات الانهيار(عودة، 1994، 11 - 12).

توجد على الطريق العام بالقرب من وادي لكنش هذه الظاهرة الكارستية والتي تعتبر في طور نشأتها، فهي تشبه إلى حد كبير في تكوينها الجيولوجي البالوعات السطحية، إلا أن السكان المحليين يطلقون على هذه الظاهرة أسم (هوى بوطاجون) والذي يقع على ارتفاع 593م من سطح البحر وعند الموقع الفلكي التالي :

$32^\circ\ 38'\ 50''$	**شمالاً**
$22^\circ\ 11'\ 22''$	**شرقاً**

المصدر: زيارة ميدانية بتاريخ 2021/1/15

شكل (3-25) هوى بوطاجون بطريق وادي الاكنش – النوار

جـ - التشرشر الجيري (اللابية) Dumplings

هو نحت دقيق لأسطح الصخور الجيرية بفعل المياه، وتسمى أيضاً باللابية، حيث تتعدد انواعها فمنها لابية المسيلات، ولابية الأحواض، ولابية الشقوق، ولابية ناتجة عن فعل النباتات (الشحومي،2003، 131)، وتظهر كسطوح منفصلة عن بعضها بواسطة قنوات غائرة تكونت نتيجة عمليات الإذابة في الصخور الجيرية، حيث تتسرب مياه الأمطار في الشقوق والتي تتميز بها هذه الصخور فتؤدي إلى زيادة سعتها بشكل مضطرد، ومن العوامل التي تساعد في تكوينها عدم انتظام السطح وكثرة المفاصل بين الصخور ودرجة النفاذية، وهذه السمات يتميز بها الحجر الجيري فضلاً عن قلة الغطاءات النباتية (محسوب، 1997، 253).

المصدر: زيارة ميدانية بتاريخ 2021/6/1

شكل (3-26) التشرشر الجيري

د – التيراروزا Terra Rozza

تنشأ من عمليات الإذابة بمياه الأمطار، التي تذيب كربونات الكالسيوم وتتركز بها اكاسيد الحديد والسيليكا مما يجعل لونها أحمر، وينتج عن هذه العملية معادن طينية تضاف إلى المواد الطينية الموجودة في الصخور(كامل،2010، 46)، وتتجمع في قيعان الأودية وتنتج عن ترسبات النشاط الكارستي السطحي، وهي غير قابلة للتحلل والذوبان (حاج، 1998،9) وتنتشر بالقطاع الاعلى لوادي المعلق، خصوصاً في الأجراء القريبة من وادي لكنش (أم العقارب).

المصدر زيارة ميدانية بتاريخ 2021/1/15

شكل (3-27) التيراروزا

ثالثاً: حركة المواد

يمكن تصنيف حركة المواد الى صنفين :

- الحركة السريعة للمواد.
- الحركة البطيئة للمواد.

أولاً: الحركة السريعة للمواد Rapid Mass Movement

هي تلك العمليات التي تتم بشكل فجائي وسريع، وغالباً ما تسمى بعمليات الجاذبية الأرضية، وترتبط هذه العملية بمناطق السفوح والحافات الصخرية، وتتحرك المواد ضمن هذه السطوح بفعل الجاذبية الأرضية وأثر فعل انحدار السطح، وأثر عملية تشبع التربة بالمياه (الجلياوي،2021،118)، وينتج عن الحركة السريعة للمواد في منطقة الدراسة عمليتين هما:

1- تساقط الصخور Rocks Fall

تسقط الكتل الصخرية من أعالي الحافات الصخرية والجروف ذات الانحدار الحاد، لتستقر عند اقدام تلك الحافات، ولما كانت عمليات التساقط الصخري من الحوادث السريعة، فبالإمكان مشاهدتها أثناء حدوثها، ودراسة حركتها ونتائجها ولكن ذلك ليس بالأمر السهل، نظراً لحدوث التساقط دون سابق انذار وفي فترة قصيرة تعد بالثواني وتتم تلك العملية بفعل الجاذبية الأرضية عندما تفقد هذه الصخور توازنها (مرسلي،1999،40)، ويمكن أن نشاهد هذه الحالة في منطقة الدراسة على طول أقدام الحافات الصخرية، اذ تنتشر صخور مختلفة الأحجام، تتراوح أحجامها ما بين الهشيم الصخري والجلاميد.

المصدر: زيارة ميدانية بتاريخ 2022/8/19

شكل (3-28) تساقط الصخور من على احدى الحافات

المصدر: زيارة ميدانية بتاريخ 2022/8/19

شكل (3-29) تساقط الصخور بالقرب من اللاجون

2-انزلاق الصخور Rock slide

هي عملية الانهيال المتقطعة والسريعة للصخور أو المفتتات الناتجة من التجوية، التي تتم على امتداد السفوح، وتعد من العمليات السريعة والمفاجئة عند الحافات الصخرية العارية والشديدة الانحدار، إذ تسقط الكتل الصخرية وتصطدم بالأرض من دون تعرضها للتدحرج، أو سقوطها بشكل انزلاق أو زحف صخري منفرد (العجيلي،2005،71)، وتعد هذه العملية من أبسط أشكال الانزلاقات، تنزلق فيه كتلة من صخر القاعدة طبقات ترسيبها ذات ميل منحدر، أو إذا كانت على غطاءات ترسيب موازية لسطح أرض المنحدر، وتتميز هذه العملية بكونها ليست عميقة حيث تتم على طول مستويات ليس لها جاذبية الالتصاق، فعند سقوط الأمطار الشديدة

فإنها تهيئ ضغط يؤدي إلى تذبذب أو انكسار العوائق المانعة للانزلاق، مما يقلل من معامل الاحتكاك على مستوى الانزلاق، ثم تنزلق كتلة صخرية أو قطعة منها إلى أسفل المنحدر وقد تتحطم أدنى السفح أو تستمر متماسكة (محمد،1999،42)، تظهر هذه الظاهرة على في المنابع العليا لوادي المعلق، كما تنتشر على طول الحافات الصدعية في مجرى حوض وادي المعلق الرئيسي في القطاع الأدنى.

المصدر: زيارة ميدانية بتاريخ 2019/11/14

شكل (3-30) تساقط الكتل الصخرية

ثانياً: الحركة البطيئة للمواد Slow Mass Movement

تتم هذه العملية دون الإحساس بها، إذ إنها حركة غير متزايدة السرعة وتحدث في كافة المناخات ويمكن لها أن تحدث فوق الانحدارات الطفيفة التي قد لا تتجاوز درجة ميلها عن (2) درجة، وتكون هذه العملية دائمة وبصفة مستمرة في الحطام الصخري الناتج من التجوية حيث

تعرف (بزحف التربة)، فقد لوحظت هذه الظاهرة في أجزاء عديدة كما هو الحال على جانبي طريق المسلقون - العزيات.

المصدر: زيارة ميدانية بتاريخ 2021/10/13

شكل (3-31) زحف التربة على جانبي طريق المسلقون العزيات

توجد ظاهرة تحدث ضمن عمليات الزحف، وتظهر بحركة شبه متصلة للمفتتات الرطبة، وتعد هذه العملية شكلاً من أشكال الزحف وتتميز بأنها أكثر سرعة بحيث يمكن مشاهدتها، وتحدث هذه العملية عقب سقوط الأمطار الغزيرة بعد مدة جفاف طويلة تعرضت في أثنائها سفوح المنحدرات إلى تشققات كثيفة أدت إلى زيادة طاقة التسرب وتتم هذه العملية من خلال انسياب المواد الطينية، وتتباين سرعتها من البطيئة إلى سريعة جداً لمفتتات صخرية مشبعة بالماء في مجاري محددة على تلك السفوح. (محسوب،1997،115).

المصدر: زيارة ميدانية بتاريخ 2022/8/19

شكل (3-32) انسياب المواد الطينية بمنطقة الحسي

كما تحدث بحركة بطيئة في الكتل المفصلية التي تتعرض للتجوية وتعرف (بزحف الصخور) وتتم هذه العملية من دون اختلاطها بالرواسب، ويمكن ملاحظتها على طول الحافات الصخرية وفي المناطق التي تتألف من صخور صلبة من الحجر الرملي والمتكتلات ولاسيما إذا كانت هذه الصخور قد تأثرت بحدود الشقوق والفواصل الكثيفة والمتشابكة، والتي ينجم عنها أضعاف الصخور وسهولة تفككها (أبو العنين، 1996، 320)، وتحدث هذه الظاهرة عند الجروف الصخرية، فقد وجدت هذه الظاهرة في الكثير من جوانب الأحواض المدروسة مثل، حوض وادي الدواي، وحوض وادي لكنش، وحوض وادي الغراب، تنتشر هذه الظاهرة عند الجروف الصخرية بالقطاع الأدنى من حوض وادي المعلق.

المصدر: زيارة ميدانية بتاريخ 2022/8/19

شكل (3-33) زحف الصخور أسفل إحدى الحافات بحوض وادي المعلق

رابعاً: الأشكال المترتبة عن الارساب النهري

توجد العديد من الظروف البيئية الملائمة لعمليات الارساب، والتي تسمى عندها ببيئة الارساب، حيث أن النهر لا يلقي في المراحل الأولى من عملية الارساب سوى بالمواد الكبيرة الحجم، مثل الجلاميد ثم يلقي بالمواد الأصغر حجماً حتى يلقي في النهاية بالمواد الدقيقة كالرواسب الحصوية والغرين مما يترتب على ذلك ظهور أشكال وظاهرات جيومورفولوجية أهما ما يلي :-

1- السهول الفيضية Panpgains

تتكون هذه السهول عندما يصل منسوب مياه النهر الرأسية بمستوى قريب من منسوب مستوى القاعدة، فتقل سرعة مياه النهر، فتظهر في النهاية بشكل أراضي خالية من التضرس تتصف بأنها ذات سطح قليل مستوي يميل قليلاً بانحدار تدريجي نحو الداخل

(تيم، 2016، 91)، وتنتشر السهول بشكل واضح في حوض وادي المعلق، وتوجد بكثرة بالمناطق التي يتراوح ارتفاعها ما بين 290 – 390م فوق مستوي سطح البحر، وتتباين فيها درجات ارتفاعها وانحدارها إلا أنها تتراوح ما بين من 0 – 3 درجة، وتمثل المساحة الأكبر بنسبة تصل إلى حوالي 55% من المساحة الاجمالية لحوض الوادي.

مصدر: زيارة ميدانية بتاريخ 2021/3/23

شكل (3-34) سهل فيضي بجانب وادي أم العقارب

2- رواسب قيعان الأودية Deposite fluvial

هي الرواسب الفتاتية المتمثلة بالقطع الصخرية بمختلف الأحجام الحصوية والرملية والدقائق الطينية والغرينية الناعمة المحمولة بوساطة المياه الجارية في مجرى الوادي، وتتباين نوعية الرواسب وحجمها في قيعان الأودية حيث يتوقف ذلك على نوعية الخصائص الصخرية للمناطق التي يقطعها الوادي وعلى شدة وكمية الأمطار فضلاً عن شكل الوادي ومرتبته ودرجة انحداره العام، حيث يتباين حجم الترسبات كلما اتجهنا نحو مصب الوادي، حيث تقل سرعة المياه ومن ثمة تكون قابليتها على حمل المفتتات الصخرية أقل فتترسب تدريجياً، ويمكن ملاحظة تدرج الترسبات في الأحواض الكبيرة، من خلاله تترسب الجلاميد الصخرية ثم

الحصى ثم الرمل ثم الغرين ويكوّن مقطع عميق وضيق نسبياً. (المحسن، 1991،183)، وقد تميزت أحواض الأودية الكبيرة عند مصباتها بقلة انحدارها فتترسب فيها الحصى والغرين والطين، كما يتباين حجم ذرات الرواسب في الأودية الثانوية والصغيرة الحجم إلا أنها في أغلبها تحتوى على رواسب حصوية وطينية وغرينية عند مصباتها.

المصدر: زيارة ميدانية بتاريخ 2022/8/19

شكل (3-35) رواسب حصوية بالقرب من عبارة الحسي

المصدر: زيارة ميدانية بتاريخ 2022/8/19

شكل (3-36) رواسب طينية وغرينية بالمصب الرئيسي لحوض وادي المعلق

3- المصاطب النهرية الارسابية River Benchs

تتكون المصاطب النهرية من طبقات متعاقبة من الرواسب التي تتألف عادة من الحصى والزلط والكونجلوميرات وارسابات التربة، نتيجة لعملية الترسيب التي تتعرض لها الأودية، فهي تشير إلى مستويات الماء في السابق، أو نتيجة لتغير مستوى القاعدة بالنسبة للمجرى الرئيسي، وتعتبر المصاطب العلوية هي الأقدم، فالمصاطب تزداد حداثة بالاتجاه نحو قاع المجرى، وتنقسم إلى مصاطب مزدوجة أو مصاطب لا متماثلة، وأيضاً مصاطب سلمية ومتعاقبة التكوين ومصاطب مناخية (أبوالعنين،1995، 419 - 423)، ويوجد العديد من المصاطب النهرية الارسابية في منطقة الدراسة، تختلف في أشكالها وظروف تكوينها، إلا أن أغلبها لا متماثلة.

المصدر: زيارة ميدانية بتاريخ 2021/1/15

شكل (3-37) مصطبة ارسابية نهرية بحوض وادي الدواي

خامساً: أشكال أرضية ذات أصل تبخيري

تنتشر هذه الأشكال في الأقاليم الجافة وشبه الجافة، ويقع حوض وادي المعلق في أغلب أجرائه ضمن المنطقة الشبه الجافة، حيث توجد بعض الأشكال التبخيرية في نهاية مصب الوادي والناتجة عن عملية التبخر الذي تتعرض له المياه المتواجدة داخل المنخفضات والمسطحات المائية الحاوية على الأملاح ويمكن تصنيف هذه الأشكال ضمن منطقة الحوض على النحو الآتي : -

1- التشققات الطينية Mud Cracks

تظهر مثل هذه التشققات في الرواسب الطينية، والسبب في تشكلها هو فقدانها لجزء كبير من الماء فيحدث انكماش في اجزائها مما يؤدي إلى تشققها، ويساعد في ذلك زيادة معدلات التبخر وارتفاع درجة الحرارة، وهذه الشقوق تأخذ أشكلاً وأبعاداً مختلفة تبعاً

لنوع النسيج الصخري ومدى تجانس حبيباتها (محسوب، 1997، 102)، وتنتشر مثل هذه التشققات ببحيرة سد الدواي، نتيجة لتوفر كميات كبيرة من الطين المقام به جسم السد، وقد لوحظ أنتشار بعض الطحالب والتي تم تحليلها بمعمل كلية العلوم قسم علم النبات بجامعة عمر المختار بمدينة البيضاء، حيث أثبتت التحاليل المعملية أنها من نوع النباتات الطحلبية.

المصدر: زيارة ميدانية بتاريخ 2021/1/15

شكل (3-38) التشققات الطينية

المصدر: زيارة ميدانية بتاريخ 2021/1/15

شكل (3-39) طحالب على سطح التشققات الطينية

2- القشرات الجبسية (Gypsum Crusts)

القشرات الجبسية هي عبارة عن رواسب مكونة من بلورات أبرية تكونت نتيجة لقلة نشاط لمياه لغسل الأملاح كليا من السطح، ومن ثم تتراكم الأملاح، كما يرتبط انتشارها بفعل المحاليل الصاعدة وارتفاع المياه الجوفية من جهة وارتفاع نسبة التبخر من جهة أخرى، لاسيما ارتباط تكويناتها بعمليات التفكك والتحليل الصخري (العجيلي ، 2005، 165) وتوجد هذه القشرات في الجزء الادنى من حوض الوادي عند نهاية المصب، وتعود هذه القشرات في الأصل الى تراجع منسوب مياه اللاجون وانحساره من أحد جوانبه وتعرضها لعمليات التبخر فظهرت طبقة بلورية تحتوي على الجبس والملح .

المصدر: زيارة ميدانية بتاريخ 2022/8/19

شكل(3-40) القشرات الجبسية

3- السبخة (Playa)

تدل كلمة بلايا في اللغة الاسبانية الى السواحل المستنقعية، إلا أنها استخدمت في أمريكا لتدل على المناطق الحوضية المستوية السطح في الصحاري الحارة الجافة ، حيث يحصل هذا النوع السباخ على المياه من الطبقة التي تحتها والتي تكون حاوية على المياه الجوفية وغالبا ذات صخور ملحية، فأنها تنقل الأملاح الى السطح وعند تعرض المياه إلى التبخر بفعل الإشعاع الشمسي لارتفاع درجات الحرارة صيفاً يؤدي ذلك إلى تجمع الرواسب المعدنية الملحية فوق هذه السباخ (أبو العنين ، 1995، 631) وتظهر السباخ في أجزاء متقطعة على امتداد اللاجون الذي يغطي مساحة قدرها 8.22 كم^2، وبمحيط 2.87 كم، وبطول 1.345 كم شمالاً باتجاه البحر والذي يفصله طبقة رملية تمتد لمسافة قصيرة تبلغ 20 متراً عن ساحل البحر.

المصدر: زيارة ميدانية بتاريخ 2022/8/19

شكل(3-41) سبخة ملحية

المصدر: زيارة ميدانية بتاريخ 2022/8/19

شكل(3-42) اللاجون باتجاه الساحل ناظراً باتجاه الشمال

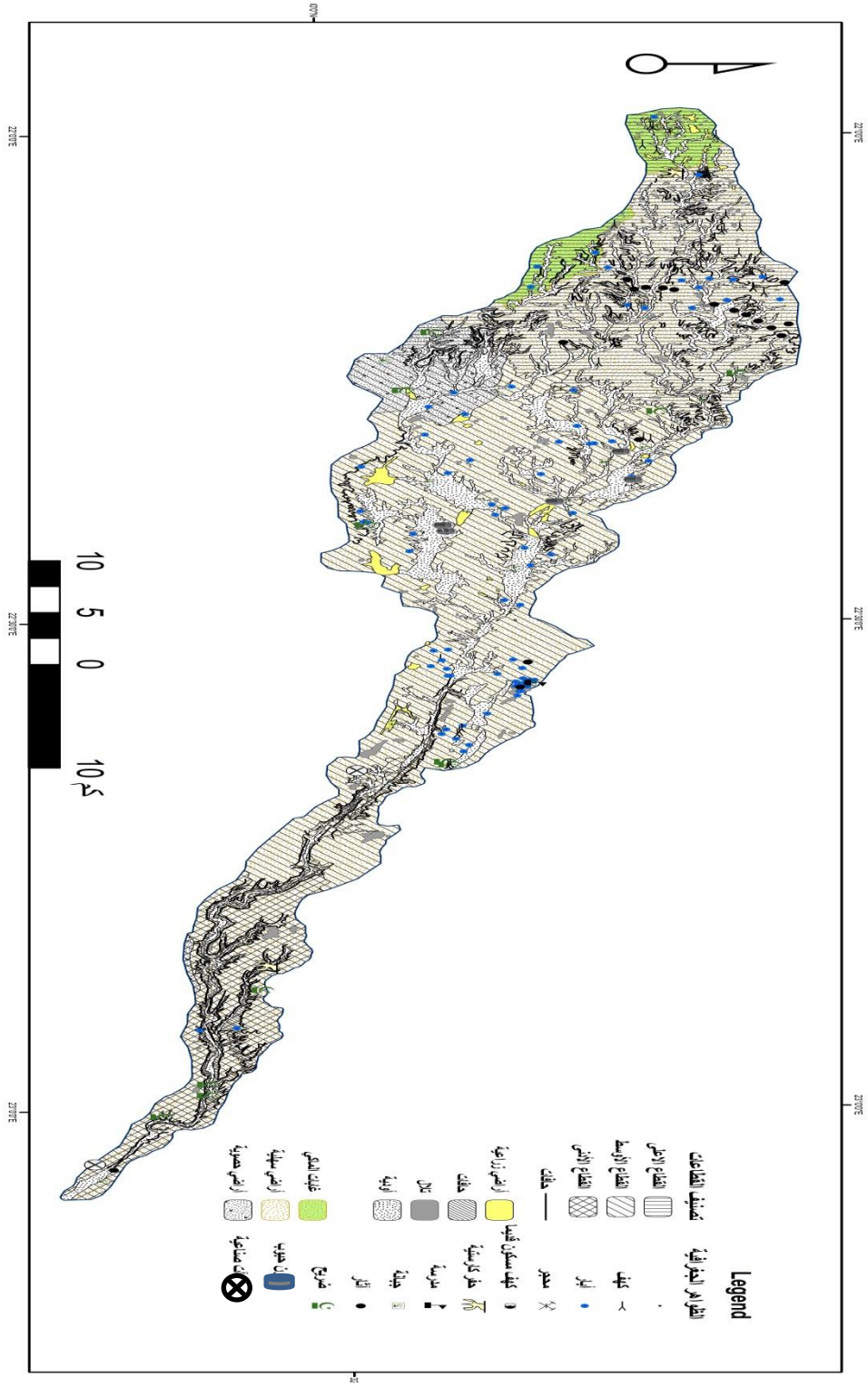
المصدر: زيارة ميدانية بتاريخ 2022/8/19

شكل(3-43) فرشة رملية تفصل اللاجون عن خط الساحل

شكل(3-44) خط الساحل

المصدر: زيارة ميدانية بتاريخ 2022/8/19

سادساً: الخريطة الجيومورفولوجية:



المصدر: بواسطة برنامج Arc Map Gis اعتماداً على الخرائط الطوبوغرافية مقياس1:50000

الفصل الرابع

الجيوموفولوجيا التطبيقية وأثر النشاط البشري على الأشكال الأرضية.

- مقدمة
- مصادر المياه

أ ــ الامطار

ب ــ الآبار

جـ - السدود والموارد المائية

- المحاجر
- العبارات المائية

مقدمة :

تبرز أهمية الجيومورفولوجيا التطبيقية من خلال ارتباط الظواهر الجيومورفولوجية بالأنشطة البشرية المتعددة، وتأثير ذلك على النشاط الاقتصادي بالمنطقة ودراسة مواردها، مما يسهم في وضع الخطط التنموية، وامكانية استغلال تلك الموارد والاستفادة منها، وعلى ضوء ذلك تم استغلال كافة البيانات الجيولوجية والجيومورفولوجية، إضافة إلى بعض البيانات المستقاة من الدراسات الحقلية، حيث أنصبت هذه الدراسة على أساس التأثير المتبادل بين ما هو موجود على أرض الواقع من الأشكال الجيومورفولوجية بمنطقة الدراسة وبين ما هو موجود بالفعل من أنشطة بشرية، كمصادر المياه والسدود الموارد المائية، و المحاجر، والعبارات المائية، ويمكن سرد هذه الأنشطة على النحو التالي :

أولاً: مصادر المياه

تعد العوامل الطبيعية المؤثر الرئيسي على الأشكال الجيومورفولوجية بالمنطقة، والتي تؤثر بدورها على الأنشطة السائدة بهذه المنطقة وطرق تنميتها والاستفادة منها، وبالرغم من تعدد هذه الأشكال، وتباين خصائصها، إلا أنه تبرز أهميتها في جميع الأنشطة البشرية والاقتصادية.

إن ما يميز منطقة الدراسة، هو انتشار بعض التجمعات البشرية على طول امتداد حوض وادي المعلق الذي يزيد طوله عن مئة وتسعة كيلو مترات، مستفيدةً من الأنشطة البشرية والاقتصادية المتاحة في تلك المنطقة، وإن كانت محدودة، إلا أنها تعد مصدر جذب سكاني منذ أقدم العصور، ولعل أبرز ما يبن ذلك هو الاستقرار حول مصادر المياه وللاستفادة منها في النشاط الزراعي والرعوي، ويمكن تصنيف مصادر المياه في منطقة حوض المعلق على النحو التالي :

1- الأمطار :

تختلف كمية الأمطار المتساقطة على حوض وادي المعلق باختلاف الظروف الطبيعية، وذلك لامتداده الطويل عبر منطقة الجبل الأخضر، الأمر الذي انعكس على نوعية التربة والغطاء النباتي، إضافة إلى الظروف المناخية، ومن خلال دراسة الظروف المناخية بالمنطقة تم الاعتماد على البيانات المسجلة بمحطة الفتائح، وهي المحطة المناخية المتكاملة بتلك المنطقة، وكما تم الاعتماد على البيانات المطرية من محطتي مرتوبة والتميمي، فقد سجلت محطة أرصاد الفتائح معدلاً سنوياً بلغ 316.2 ملليمتر، كما سجلت محطة أرصاد مرتوبة معدل أمطار بلغ

137 ملليمتراً، في حين سجلت محطة أرصاد التميمي معدلاً سنوياً يصل إلى 76 ملليمتر، ومن خلال دراسة معدلات الأمطار السنوية يُلاحظ أن نسبة الأمطار تقل بالاتجاه شرقاً، الأمر الذي يترتب عليه قلة الغطاء النباتي، وسيادة المُناخ الشبه الجاف، لذا تم الاعتماد على الآبار والسدود الترابية لحيازة المياه التي تهطل في الموسم المطير للاستفادة منها أكبر قدر ممكن، ومن خلال الزيارات الحقلية تبين انتشار الآبار التي تعرف بالآبار الرومانية أو الآبار العربية، وكذلك يطلق عليها أسم آبار سماء، تنتشر في العديد من قطاعات حوض الوادي وبالقرب من التجمعات البشرية للاستفادة منها إضافة إلى وجود السدود الترابية لحيازة مياه الأمطار، والسدود الحجرية التعويقية لمنع انجراف التربة في الأراضي الصالحة للزراعة، وسوف نتطرق إلى عرض أهم الآبار في منطقة حوض الوادي ثم نبين السدود الترابية التي تم إنشاءها في منطقة حوض الوادي وبيان مساحاتها وأبعادها وسعتها التخزينية، إضافة إلى إظهار السدود الحجرية التعويقية المنتشرة بالأراضي المزروعة.

2- الآبار:

هي آبار جوفية من صنع الأنسان، منها ما يعود إلى عصور قديمة، ومنها ما قامت بحفره الهيئات العامة للموارد المائية حديثاً، ويصل عددها الاجمالي بحوض وادي المعلق 78 بئراً، مع اختلاف توزيعها وانتشارها، ففي القطاع الأعلى تم حصر حوالى 16 بئراً، وتقع على ارتفاعات عالية، ومن أشهرها بئر الشوشان، وتزداد أعدادها بالقطاع الأوسط فقد بلغ عددها 59 بئراً، حيث تتميز تضاريس المنطقة بانحدارات منخفضة تميل إلى درجة الاستواء، وتكثر بها الأنشطة الصناعية والزراعية والرعوية والانشائية، وعلى النقيض من ذلك تندر أعداد الآبار في القطاع الأدنى حيث لم يتم العثور سوى على بئرين فقط والسبب في ذلك يعود إلى وعورة السطح الذي يتميز بطابعه الصدعي مع وجود الحافات شديدة الانحدار إضافة إلى ندرة الأراضي التي يمكن استصلاحها زراعياً، مع كثرة وجود التعرجات النهرية وبروز الأودية الخانقية الصغيرة.

- **بئر الشوشان** تقع في مجرى وادي لكنش أحد الروافد العُليا لحوض وادي المعلق، وتحديداً بيمين طريق استراحة النوار – بوذراع على ارتفاع 650 متر عن مستوى سطح البحر، ويصل طول أذرع البئر إلى 44 متراً، ويستفاد من مياؤها في الشرب وسقاية الأغنام.
- **آبار امويلة** تقع في الجانب المقابل يسار الطريق، وهي آبار قديمة وتعتبر من أهم الآبار بتلك المنطقة، حيث قامت عليها العديد من النشاطات الزراعية والرعوية بالإضافة إلى

الاستفادة منها كمياه شرب فهي آبار عميقة، وتقع في منطقة يصل ارتفاعها إلى 500 متر عن مستوى سطح البحر.

- **بئر أم وثاب** هي بئر قديمة تقع بالقرب من المصب الرئيسي لحوض وادي المعلق عند التقاء الأحواض الكبيرة، وتستغل للشرب وسقاية الأغنام، وتقع على ارتفاع 398 متراً وهي لا تبعد كثيراً سد أم وثاب.
- **بئر أم العقارب** هي بئر تقع في مجرى وادي أم العقارب، وتتميز بوجودها في مناطق قليلة الانحدار وعلى ارتفاع 436 متر، بالقرب من مقبرة **"سيدي علي"** وقد قامت على هذه البئر بعض التجمعات السكنية للاستفادة من مياؤها العذبة والتي تحتفظ بها حتى حلول الأمطار في العام التالي.
- **بئر المعاصر** تعتبر هذه البئر أشهر الآبار الموجودة بحوض وادي المعلق، حتى أنها سُميت بها أحدى اللوحات الطبوغرافية التي صممت في بداية الخمسينيات لمنطقة الجبل الاخضر، وهي تقع بالقرب من طريق المعاصر، وتحديداً في مكان يعرف باسم ظهر المعاصر، وعلى ارتفاع يصل إلى 400 متر.
- **بئر بكار** تقع تلك البئر في منطقة لردام بالقرب من قبور عائلة الطيرة، وتتميز بكبر سعتها التخزينية، وهى بحالة جيدة ومستغلة من قبل عائلة الطيرة حيث توجد بالقرب من منازلهم ومراعيهم، ويقع إلى الجنوب منها بحوالي 1 كم سد المعلق.

المصدر: زيارة ميدانية بتاريخ 2021/1/15

شكل(4-1) بئر الشوشان

المصدر: زيارة ميدانية بتاريخ 2021/3/23

شكل (4-2) بئر بكار بمنطقة لردام

ثانياً: السدود والموارد المائية :

تم إنشاء هذه السدود في مطلع الثمانينيات، من قبل الهيئة العامة للموارد المائية، لتخفيف المخاطر الناجمة عن الفيضانات وللاستفادة من كميات المياه لفترات طويلة، ويمكننا فيما يتعلق بهذا الجانب استعراض السدود التي تم زيارتها والتي قد أجريت عليها دراسات مائية وتتمثل في السدود الآتية (**سد الدواي – سد مثاب – سد المعلق**).

- **سد الدواي :** هو سد ركامي أنشئ على وادي الدواي، الذي يعد الرافد العلوي لوادي المعلق، بطول 200 متراً وارتفاع يبلغ حوالي 12متراً في ثمانينيات القرن الماضي، ويعترض السد مياه سيل وادي الدواي ليكون بحيرة مساحتها 15000م^2 وبسعة 615000 م^3، وأثبتت نتائج الدراسات التي اقيمت على هذا السد، أن بحيرة سد الدواي قد تمتلئ بالمياه في فصل الصيف أو الخريف أو الشتاء أو في الربيع، إلا أنه لا يمكن الاستفادة من هذه المياه إلا في ستة أشهر فقط من شهور السنة، وبهذا لا تخدم الجانب الرعوي بالشكل المطلوب نظراً لوجود فاقد كبير للمياه بسبب وجود ثلاث بالوعات كارستية في قاع البحيرة.

ولهذا السبب خرجت الدراسة بتوصيات تؤكد على ضرورة إصلاح عيوب تلك البحيرة المتمثلة بوجود ثلاث بالوعات لكي يمكن جعل هذه البحيرة بحيرة دائمة يمكن الاستفادة منها، (الحنفي والتواتي، 3،2015) ومن خلال الزيارة الميدانية لهذا السد والتي كانت بتاريخ 15/ 1/2021 لوحظ أن هذا السد والذي يقع على ارتفاع 558 متر وأنه يحتفظ بالمياه الي هطلت في شهر نوفمبر عام 2020 أي ان المياه راكدة أسفل السد لمدة شهرين.

المصدر: زيارة ميدانية بتاريخ 2021/1/15

شكل (4-3) جسم سد الدواي مكون من تلال من الطين

المصدر: زيارة ميدانية بتاريخ 2021/1/15

شكل (4-4) منسوب مياه سد الدواي بتاريخ 2021/1/15

المصدر: زيارة ميدانية بتاريخ 2021/1/15

شكل(4-5) سد الدواي من الجهة الغربية

المصدر: زيارة ميدانية بتاريخ 2021/1/15

شكل(4-6) تراجع منسوب مياه بحيرة سد الدواي

من خلال الزيارة الميدانية بتاريخ 2021/2/5 تبين أن مياه السد تزداد في الانخفاض بسبب وجود البالوعات، إضافة إلى عامل التبخر الذي يعمل بدوره على انخفاض منسوب المياه.

- **سد مثاب :** هو سد حجري صمم على أحد جوانب طريق فرعي معبد بوادي مثاب، وتبلغ مساحة بحيرة سد أم وثاب حوالى 960072 م^2، وطولها يبلغ 250 متر، ويبلغ ارتفاع السد 5أمتار، في حين تصل سعته التخزينية إلى حوالي مليون م^3، ويعد هذا السد ذو أهمية كبيرة حيث أنه يخدم احتياجات المنطقة الرعوية بشكل كبير ويُعزى ذلك إلى نسبة الفاقد في المياه والتي تعتبر ضئيلة جداً إذا ما قُرنت بمياه السدود المجاورة.

المصدر: زيارة ميدانية بتاريخ 2021/2/5

شكل (4-7) قياس مساحة بحيرة مثاب

بحيرة مثاب حسب اتجاهات التصوير بتاريخ 2021/2/5

شكل (4-8) اتجاه التصوير شرقاً

شكل (4-9) اتجاه التصوير جنوباً

شكل (4-10) اتجاه التصوير غرباً

شكل (4-11) اتجاه التصوير شمالاً

من خلال الزيارة الميدانية لبحيرة مثاب يوم 2021/3/23 تبين فعالية السد في إمكانية حجز المياه لفترات طويلة، حيث يختزن كمية هائلة من مياه الأمطار محدثة أمواج تسير في منصرف الرياح الغربية السائدة بذلك اليوم.

شكل (4-12) بحيرة سد أم مثاب عند جسم السد اتجاه التصوير غربا، الاتجاه السائد للرياح شمالية غربية، تاريخ الزيارة يوم الثلاثاء الموافق 2021/3/23

شكل (4-13) بحيرة سد أم مثاب عند جسم السد اتجاه التصوير جنوباً، حيث يشكل الطريق العام جسم السد، تاريخ الزيارة يوم الثلاثاء الموافق 2021/3/23

المصدر: من تصوير المصور علي الساعدي بتاريخ 2021/1/18

شكل (4-14) صورة جوية لبحيرة مثاب

- **سد المعلق :** يعرف عند أهالي المنطقة باسم سد **"القرارة"** ويوجد عند بداية المصب الرئيسي لوادي المعلق، ويقع ضمن منطقة **لردام،** فلكياً بين تقاطع خط طول 22 درجة و 32 دقيقة و 53 ثانية ودائرة عرض 32 درجة و 33 دقيقة و 09 ثواني، وطول جسم السد حوالي 200 متر ويرتفع عن قاع البحيرة حوالي 12 متر عند ارتفاع 347 متر، ويشغل مساحة قدرها 30000م^2 سعته التخزينية حوالي 720000م^3، حيث تلتقي معظم الأودية الكبيرة لتصب عند هذا السد مكونة بحيرة مائية، وهذه الأودية هي، وادي الغراب ووادي مثاب ووادي الهيشة ووادي الفاروخ ووادي أم العقارب، من خلال ما ذكر من أهالي المنطقة حول تاريخ إنشاء هذا السد، أنه يعود إلى فترات قديمة إلا أنه أنشئ في مطلع الخمسينيات بشكله الحالي، وقد تعرض إلى انهيارات عديدة أولها عام 1952م وترتب على ذلك خسائر في أعداد الأغنام والتي تعرضت إلى النفوق غرقاً جراء انهيار هذا السد، ورغم جهود السلطات المعنية والمتمثلة في هيئة الموارد المائية في ترميم هذا السد إلا أنه تعرض لانفجار في منتصف التسعينيات، وذلك لشدة تدفق السيول والتي تغطي قمة السد في موسم الأمطار، الأمر الذي دعا السكان المجاورين للسد إحداث فتحة في جانب السد من الناحية الشمالية.

المصدر :زيارة ميدانية بتاريخ 2021/6/1

شكل (4-15) تظهر جزء من جسم سد المعلق من القمة إلى الحضيض

المصدر :زيارة ميدانية بتاريخ 2021/6/1

شكل (4-16) منسوب مياه سد المعلق بتاريخ 2021/6/1م

المصدر: الهيئة العامة للموارد المائية

شكل (4-17) صورة جوية لسد المعلق

- **حفرة بوعلي الفرجاني:**

تقع حفرة بوعلي الفرجاني ضمن حدود حوض المعلق في قطاعه الأعلى، على يمين الطريق العام استراحة النوار – المخيلي، عند تقاطع (خط طول 22 درجة 16 دقيقة شرقاً، دائرة عرض 32 درجة 32 دقيقة)، و أنشئت هذه الحفرة في فترة الثمانيات من القرن الماضي، وسبب ظهورها يعود إلى استخدام الحصى والطمي لرصف طريق القبة – المخيلي، فتشكلت بركة مائية تبلغ مساحة سطحها حوالي 20,000 م^2، تتجمع فيها مياه السيول المنحدرة مكونة بحيرة، وتستمد مياؤها من السيول المنحدرة من أحد روافد أودية المعلق في قطاعه الأعلى (وادي علي) فهي تستوعب ما مقداره 30000 م^3 من المياه لتمكث فترة من الزمن حوالي 191 يوم بعد الاستهلاك المحلى للرعي والنشاط البشري لتصبح حفرة جافة في حفرة جافة في أواخر فصل الصيف (التواتي والحنفي، 2016،2).

المصدر :زيارة ميدانية بتاريخ 2021/1/15

شكل (4-18) حفرة سيدي بوعلي الفرجاني

- السدود الحجرية :

هي سدود صممت من الحجارة لغرض الحد من انجراف التربة، وحفظ المياه، وخاصة عند أسفل الحافات ومسيلات الأودية، وفي المناطق التي تتميز بشدة الانحدار، وقد تم رصد عدد 45 سداً عند الحافة الجنوبية لوادي الغراب، وتم أخذ عينتين كنموذج لهذه السدود، والجدول (4-1) يبين الخصائص الهندسية للسدين وأبعادها.

جدول (4-1) الخصائص الهندسية للسدود الحجرية

السد	الارتفاع من سطح البحر	طول السد	عرض السد	ارتفاع السد
الأول	420 متر	45 متر	2.90 سم	80 سم
الثاني	414 متر	62 متر	2.90 سم	80 سم

المصدر : قياسات حقلية بتاريخ 2021/3/23

المصدر :زيارة ميدانية بتاريخ 2021/6/1

شكل (4-19) السد الحجري الأول

المصدر :زيارة ميدانية بتاريخ 2021/6/1

شكل (4-20) السد الحجري الثاني

ثالثاً: المحاجر .

يقصد بالمحاجر Quarry الحيز أو المجال المكاني من الأرض الذي تتوفر فيه المواد الخام الأولية، المتمثلة في الصخور الجيرية اللازمة لإنتاج مواد البناء ورصف الطرق. أما الكسارة Breakage، فهي الآلة الصناعية الخاصة بتحويل تلك المواد إلى عدة أنواع من المنتجات، مثل المرش (القز)، الكاولين، خلطة أساسات المباني (ابراهيم،2014،2)، ومع زيادة حاجة الأنسان إلى تكثيف نشاط التحجير في منطقة الجبل الأخضر، فلم تقتصر الحاجة إلى إنتاجية المحاجر فقط على المدن القريبة، بل شملت المدن المجاورة، ونظراً لما يتميز به التكوين الجيولوجي للجبل الأخضر من صخور جيرية، فقد أنتشر نشاط التحجير في العديد من مناطق الجبل الأخضر والتي تجاوز عددها 90 محجراً، وقد تم حصر المحاجر الواقعة في حدود حوض وادي المعلق، وجمع البيانات المتعلقة بها والصادرة عن المؤسسة الوطنية للتعدين فرع درنه التابعة لقطاع الصناعة والاقتصاد والتجارة، ويبن جدول (4-2) البيانات الخاصة بتلك المحاجر.

جدول (4-2) المحاجر في حوض وادي المعلق

ت	موقع المحجر	تاريخ النشاط	الشركة المستثمرة	المساحة المستغلة
1	الهيشة جنوب القبة	2004	شركة جنوب الهيشة	625 م²
2	سيدي علي الفرجاني	2004	شركة القبة المساهمة	1000 م²
3	سيدي علي الفرجاني	2005	شركة وادي أصبيح	1000 م²
4	وادي الدواي جنوب القبة	2006	شركة وادي الدواي	1000 م²

المصدر : المؤسسة الوطنية للتعدين – فرع درنه.

قد كان الغرض الأساسي من إنشاء هذه المحاجر، للاستفادة منها في أغراض البناء المختلفة ومد طرق المواصلات، وهذه المحاجر كما هو مبين بالجدول (4-2)؛ محجر الهيشة ويقع على ارتفاع 590 متر وعند الموقع الفلكي "10 ،37 °32 شمالاً و "15 °22 ،13 شرقاً ومحجر سيدي علي الفرجاني بجانب الطريق الأيسر المؤدي إلى منطقة المخيلي على ارتفاع 476 متر، وعند الموقع الفلكي "23 ،34 °32 شمالاً و "05 ، 16 °22 شرقاً ، ومحجر سيدي علي الفرجاني بجانب الطريق الأيمن المؤدي لمنطقة المخيلي، على مسافة 10كم من استراحة النوار، عل ارتفاع 472 متر، وعند الموقع الفلكي "06 ،33 °32 شمالاً

و "42 ، 15 °22 شرقاً، ومحجر وادي الدواي جنوب القبة، على ارتفاع 594 متر، وعند الموقع الفلكي "25 ،38 °32 شمالاً و "22 ، 11 °22 شرقاً، وهذه المحاجر تختلف في نوعية انتاجها، حيث يمكن تقسيم هذه المحاجر حسب الخصائص الطبيعية لخامات تلك المحاجر ومناطق تجمعها على النحو التالي :

1- محاجر الحجر الجيري :

وتستخدم في عملية البناء والتشييد وعملية دك الطرق الاسفلتية قبل رصفها، وينتج محجر سيدي الفرجاني الواقع يسار الطريق المؤدي إلى منطقة المخيلي مثل هذه النوعية من الخامات، إضافة إلى مادة الكاولين Kaolin.

المصدر :زيارة ميدانية بتاريخ 2021/1/15

شكل (4-21) محجر الحجر الجيري (سيدي علي الفرجاني)

2- محاجر الكاولين Kaolin :

هي من تكوينات الحجر الرملي والحجر الجيري، وتتعدد استخدامات الكاولين حيث تدخل في كثير من الصناعات، والتي أهمها صناعة الأسمنت الأبيض، ويختص محجر سيدي علي الفرجاني الواقع على جانب الطريق الأيمن بالقرب من استراحة النوار بإنتاج هذا النوع، من الخامات.

المصدر :زيارة ميدانية بتاريخ 2021/1/15

شكل (4-22) تظهر موضع محجر سيدي علي الفرجاني

على الرغم من أهمية هذه المحاجر من الناحية الاقتصادية، إلا أن هذه المحاجر ترتب عليها بعض الآثار البيئية، والتي تمثلت في انهيال مادة الكاولين خارج حدود المساحة المستغلة لها، والتي جرفتها مياه السيول ورسبتها بداخل أرضية عبارة سيدي علي الفرجاني مكونة كتل من هذه المادة، حيث يقدر سمكها في بعض اجزائها بحوالي 1 متر من سطح أرضية عبارة سيدي بوعلي الفرجاني، والتي تشكل مع استمرارية هذه الظاهرة في احتباس مياه السيول المقدر لها ان تمر عبر هذه العبارة، مما يترتب عليه الكثير من المخاطر البيئية.

يمكن القول أن عملية التحجير، المكشوفة والباطنية، من أخطر العمليات التي يتدخل فيها الأنسان متجاهلاً خطر الانهيالات الأرضية، وذلك بسبب إحداث فجوات وحفر عميقة،

والتي تؤدي بدورها إلى حدوث انهيلات الصخور، وخلل في توازن هذه الصخور، كما تؤثر تأثيراً واضحاً في المظهر الجيومورفولوجي بالمنطقة (الوجيه، 2002،238).

المصدر :زيارة ميدانية بتاريخ 2021/1/15

شكل (4-23) منسوب مادة الكاولين بداخل عبارة سيدي علي الفرجاني

من خلال الزيارات الحقلية، تم تسجيل بعض الآثار السلبية الناتجة عن نشاطات الأنسان الحضرية، وما نتج عنها من استغلال للخامات الطبيعية بالمنطقة، حيث أعتمد بشكل واضح على نشاط التحجير في المنطقة مستغلاً الخامات القريبة لإنشاء ورصف الطرق التي تخدم المدن والمناطق التي يسكنها، والقريبة من منطقة حوض وادي المعلق كمدينة **القبة** ومنطقة **لملودة** و**القيقب** وغيرها، والتي يبدو من خلالها ظهور بعض المظاهر السلبية والمتمثلة في حدوث اختلال التوازن الصخري، وانهيال الصخور، وانجراف التربة وتلوثها، إضافة إلى تعرض بعض جوانب الطرق إلى الانجراف بفعل تدفق السيول المدمرة نتيجة لتغيير الانسان لبعض المظاهر الطبيعية ، والأشكال الأرضية السائدة بالمنطقة.

المصدر : زيارة ميدانية بتاريخ 2021/10/19

شكل (4-24) الآثار السلبية للمحاجر (محجر الهيشة)

رابعاً : العبارات المائية.

يضم حوض وادي المعلق العديد من الأحواض الرئيسية الكبيرة، مثل حوض وادي مثاب، الدواي لكنش "أم العقارب"، إضافة إلى الكثير من الأحواض والأودية الثانوية؛ وكل هذه الأحواض والأودية تشرف على طرق عامة ورئيسية، منها طريق مرتوبة – لملودة والذي يمتد لأكثر من 50كم، علاوة على مسافة تقدر بحوالي 11كم من طريق استراحة النوار – المخيلي، وهذه الطرق هي أهم الطرق التي تقع ضمن حدود حوض وادي المعلق، إضافة إلى بعض الطرق المعبدة الفرعية و طرق ممهدة خدمية تخدم سكان المناطق، ونظراً لوقوع هذه الطرق في بعض اجزائها في مختنقات الأودية، ومجاريها فقط تم إنشاء العديد من العبارات للحد من خطورة تدفق المياه، وهي تختلف في طرق تصميمها وأبعادها الهندسية حسب الحاجة، وأهم هذه العبارات، عبارة حوض وادي لكنش، وعبارة حوض وادي الدواي، وعبارة حوض وادي

بوعلي الفرجاني وعبارة حوض وادي الهيشة، وعبارة الحسي عند مصب وادي المعلق، إضافة إلى انتشار بعض العبارات الصغيرة في أماكن متفرقة في حوض الوادي بشكل عام.

- **عبارة وادي لكنش**

يعتبر وادي لكنش أحد روافد حوض وادي المعلق العُليا، وتبلغ مساحته 134كم²، والذي ينحدر من القطاع الأعلى لحوض وادي المعلق ويمر عبر عبارة على الطرق العام، بالقرب من بوابة (14) جنوب منطقة القبة.

المصدر :زيارة ميدانية بتاريخ 2021/1/15

شكل (4-25) عبارة وادي لكنش

جدول (4-3) الموقع الفلكي والخصائص الهندسية لعبارة وادي لكنش

الموقع الفلكي	″45 ′39 °32 شمالاً و ″15 ′10 °22 شرقاً
الارتفاع عن سطح البحر	579 م
الطول	4 م
العرض	43 م
الارتفاع	10 م

المصدر: قياسات حقلية

المصدر :زيارة ميدانية بتاريخ 2021/1/15

شكل (4-26) عبار صغيرة بوادي الكنش 120 سم × 240 سم

″02 ′39 °32	**شمالاً**
″05 ′11 °22	**شرقاً**

- **عبارة وادي الدواي**

يعد وادي الدواي أيضاً من روافد حوض وادي المعلق العُليا، وتبلغ مساحته 153كم²، والذي يمر بمحاذاة وادي لكنش، وصمم لهذا الوادي عبارة مكونة من ثلاث فتحات بنفس مواصفات عبارة وادي لكنش الهندسية.

المصدر :زيارة ميدانية بتاريخ 2021/1/15

شكل (4-27) عبارة وادي الدواي

جدول (4-4) الموقع الفلكي والخصائص الهندسية لعبارة وادي الدواي

الموقع الفلكي	″20 ′37 °32 شمالاً و″42 ′12 °22 شرقاً
الارتفاع عن سطح البحر	535 م
الطول	4 م
العرض	43 م
الارتفاع	10 م

المصدر: قياسات حقلية

- **عبارة وادي بوعلي الفرجاني**

تقع بالقرب من حفرة بوعلي الفرجاني ، على يمين الطريق العام استراحة النوار – المخيلي، وتختلف قليلاً في مقاييسها الهندسية، ونظراً لوجودها بالقرب من أحد المحاجر فقد تعرضت لعملية انهيال مادة الكاولين بداخلها، وهذا قد يؤدي إلى عدم مرور مياه الفيضانات

بالشكل المطلوب، أو قد يتغير مجرى تلك الفيضانات على جانبي العبارة من الجهة المقابلة لتدفق السيول.

المصدر :زيارة ميدانية بتاريخ 2021/1/15

شكل (4-28) عبارة سيدي بوعلي الفرجاني

جدول (4-5) الموقع الفلكي والخصائص الهندسية لعبارة سيدي بوعلي الفرجاني

الموقع الفلكي	″25 ′43 °32 شمالاً و″53 ′15 °22 شرقاً
الارتفاع عن سطح البحر	476 م
الطول	12 م
العرض	43 م
الارتفاع	4 م

المصدر: قياسات حقلية

- **عبارة وادي الهيشة**
- تقع هذه العبارة على الطرق العام مرتوبة – النوار وهي تحديداً عند بداية القطاع الأدنى لحوض وادي المعلق حيث تلتقى الأحواض الكبيرة وهي مثاب، الدواي، لكنش مع واديالهيشة لتصب في المجرى الرئيسي لحوض وادي المعلق، وهي بنفس المواصفات والقياسات الهندسية لعبارتي حوضي لكنش والدواي.

المصدر :زيارة ميدانية بتاريخ 2021/1/15

شكل (4-29) عبارة وادي الهيشة

جدول (4-6) الموقع الفلكي والخصائص الهندسية لعبارة وادي الهيشة

الموقع الفلكي	″18 ′36 °32 شمالاً و ″50 ′20 °22 شرقاً
الارتفاع عن سطح البحر	330 م
الطول	4 م
العرض	43 م
الارتفاع	10 م

المصدر: قياسات حقلية

لوحظ من خلال الزيارة أن شدة المياه عند نقطة الاتقاء تلك الأودية الكبيرة أثرت مع مرور الوقت في قاعدة العبارة والتي يبلغ ارتفاعها 120سم، والشكل (4-30) يظهر أثر انحسار مياه السيول التي كانت تمر عبر هذه العبارة، إذ تكونت البرك المائية بجانبها والتي تظل لفترة طويلة قبل تعرضها للتسرب عبر مسامات التربة وكذلك وبسبب معدلات التبخر.

المصدر :زيارة ميدانية بتاريخ 2021/1/15

شكل (4-30) تأثر قاعدة عبارة الهيشة بفعل السيول الجارفة

- **عبارة الحسي:**

تقع هذه العبارة بمنطقة الحسي الواقعة ضمن الحدود الإدارية لمنطقة البمبة على الطريق العام التميمي – مرتوبة، والتي تتعرض سنوياً لمعدلات تدفق عالية جداً نظراً لوقوعها عند نهاية مصب حوض وادي المعلق، وتستمر المياه في الجريان السطحي لتصب في النهاية باللاجون الذي يقع بنهاية حوض الوادي بالقرب من ساحل البحر، وعندما تجف المياه في فصل الصيف تظهر الارسابات الحصوية والغرينية على امتداد طويل من مجري الوادي.

المصدر :زيارة ميدانية بتاريخ 2022/8/19

شكل (4-31) عبارة الحسي

المصدر :زيارة ميدانية بتاريخ 2019/11/14

شكل (4-32) جريان السيول عبر عبارة الحسي بتاريخ 2019/11/14

المصدر :زيارة ميدانية بتاريخ 2022/8/19

شكل (4-33) ارسابات حصوية بمجري وادي المعلق بتاريخ 2022/8/19

جدول (4-7) الموقع الفلكي والخصائص الهندسية لعبارة الحسي

الموقع الفلكي	″24 ′39 °32 شمالاً و ″30 ′05 °23 شرقاً
الارتفاع عن سطح البحر	10 م
الطول	12 م
العرض	43 م
الارتفاع	4 م

المصدر: قياسات حقلية

الخاتمة

يعد حوض وادي المعلق من ضمن أكبر أحواض منطقة الجبل الأخضر من حيث المساحة، ولذا تعددت به الظاهرات الجيومورفولوجية، واختلفت فيه الظروف المناخية، وأشكال التضاريس.

كانت دراسة حوض وادي المعلق دراسة جيومورفولوجية للحوض بكامله، ولقد خلصت هذه الدراسة إلى بعض النتائج والتوصيات وهي على النحو التالي:

أولاً : النتائج Results

- اتضح من خلال دراسة الخصائص الجيولوجية لمنطقة الدراسة أن التكوينات الصخرية، تتكون من صخور جيرية ، وتعود أعمارها إلى الزمن الثالث من الاوليجوسين السفلي إلى الميوسن السفلي، إضافة إلى تكوينات الزمن الرابع، وتتمثل تكوينات الزمن الثالث – من الأقدم إلى الاحدث – في تكوين البيضاء والذي ينتمي إلى الاوليجوسين السفلي وينقسم إلى عضوين : الأول عضو شحات المارلي الذي يتألف من مارل أصفر وحجر جيري مارلي ذو لون رصاصي مائل إلى الصفرة، قليل التماسك، ويحتوي على نسبة عالية من الحفريات، أما العضو الثاني يسمى الحجر الجيري الطحلبي، ويتكون من حجر جيري متماسك أبيض اللون ضارب إلى الصفرة، غني بالطحالب والاحجار الجيرية المرجانية، ويتميز بحجم حبيبات دقيقة إلى دقيقة جداً، وتبلغ مساحة هذا التكوين في حوض وادي المعلق حوالي 3.16 كم²، وبنسبة 0.37%، ويأتي تكوين الابرق في المرتبة الثانية حسب التسلسل الزمني و ينتمي إلى الاوليجوسين الأوسط و الأعلى، ويتألف من الكالكارنيت التي يغلب عليها اللون البني المشرب بلون الصدأ والكلسيلونيت مع وجود طبقات الصخور الجيرية الدولوميتية ودولوميت ومارل، ويغطى مساحة، تقدر بحوالي 16.5كم²، ويشغل نسبة قليلة تصل إلى 2% من المساحة الاجمالية لحوض الوادي، كذلك ينتشر تكوين الفايدية بحوض وادي المعلق والذي ينتمي إلى الاوليجوسين الأعلى إلى الميوسين الأدنى، ويقسم إلى عضوين هما: حجر الفايدية الجيري العلوي ويتكون من صخور جيرية متوسطة الحبيبات، يتراوح لونها بين اللونين الأبيض والأصفر، كما أنه يتميز بكونه سميك الطباقية إلى كتلي، وتسوده الطحالب والمرجان والمحارات، أما العضو الثاني هو عضو الفايدية الصلصالي السفلي، ويتكون من ويتألف من حجر جيري مارلي، أصفر اللون هش القوام،

يحتوي على مارل وطفل مع تداخلات من الصلصال الأخضر، مع ظهور واضح لطبقات من الكنجلوميرات، ويغطي هذا التكوين مساحة كبيرة من حوض الوادي تصل إلى 695.8كم²، وبنسبة تبلغ 83.6% من المساحة الاجمالية لحوض وادي المعلق، كما تنتشر رواسب الزمن الرابع بمنطقة الدراسة والتي تتمثل في الطين والحصى، والرواسب الرملية، وتنتشر عند أقدام المنحدرات، والمناطق الأقل انحدار،، وتغطي مساحة تصل إلى 116كم² وبنسبة 14% من المساحة الكلية لحوض وادي المعلق.

- تعرضت منطقة الدراسة للعديد من الصدوع والتي تقع في مجملها في الجزء الأدنى من حوض الوادي، والتي تتكون من صدوع عادية وصدوع محتملة، وقد أثرت بشكل كبير في نشاط التجوية ويبدو ذلك واضحاً من خلال زحف المواد وانتشار الرواسب الحصوية والطينية على امتداد كبير من حوض الوادي، وقد بلغ عدد هذه الصدوع 18 صدعاً، وبلغت أطوالها حوالي 66.7 كم، حيث تتفاوت في امتدادها من 0.5 – 21 كم، ويعد الاتجاه السائد للصدوع هو الاتجاه شمال غرب – جنوب شرق، والذي يبلغ طوله 50 كم بنسبة 75%، كما توجد العديد من الشقوق والفواصل الصخرية والتي تتماشى نوعاً ما مع اتجاهات الصدوع، ويعد التجاه السائد للشقوق والفواصل هو الاتجاه شمال غرب – جنوب شرق.
- من خلال دراسة المناخ في منطقة حوض الوادي بلغ المتوسط العام لدراجات الحرارة 18.2مْ مما يدل على أن المنطقة تصنف في أغلبها ضمن المناخ شبه الجاف الذي يتميز بارتفاع المدى الحراري اليومي والفصلي حيث تنشط به التجوية الميكانيكية، وتتمثل الرياح السائد بمنطقة الدراسة بالرياح الشمالية الغربية والتي بلغت نسبة 59% من نسبة الرياح، وقد لوحظ من خلال الدراسات الحقلية أن الأشجار المنشرة منطقة حوض الوادي تتماشى مع منصرف الرياح الشمالية الغربية السائدة، وبلغ سرعة الرياح 10.4عقدة، إن سرعة الرياح تبلغ أقصاها في شهر يوليو وشهر اغسطس وقد يعزى ذلك لكثرة المنخفضات الجوية السائدة بمنطقة البحر المتوسط، أما فيم يتعلق بمعدلات الأمطار؛ فتبدأ من شهر أكتوبر إلى شهر مايو وتقل في شهر يونيو ويوليو وأغسطس وسبتمبر، وبمعدل سنوياً يبلغ حسب محطة أرصاد الفتائح 316.2 مليمتر، أثرت تأثيراً كبيراً في تشكيا المظهر الجيومورفولوجي العام لمنطقة الدراسة من خلال دورها في عمليات النحت والنقل والارساب، وما يميز منطقة الدراسة حيث باختلاف الظروف البيئية والمناخية، ونتيجة

للضغوط المحلية، تحدث أحياناً عملية التقاء الجبهات الهوائية مما يترتب عليه حدوث أمطار رعدية، يظهر يحدث على إثرها اندلاع كميات من السيول في مناطق لم تسقط بها الأمطار، وبلع المتوسط العام لمعدل الرطوبة النسبية 66.5% دلالة على الارتفاع النسبي لمعدل الرطوبة النسبية مما ينعكس على تشكيل بعض المظاهر الجيومورفولوجية، من خلال التجوية الكيميائية والتي تنشأ نتيجة التفاعل بين مكونات الصخر المعدنية مع الماء أو بخار الماء أو أحد العناصر الجوية، كما بلغ متوسط معدل التبخر 5.3 ملم ويبلغ أقصاه في شهري يونيو ويوليو حيث تصل النسبة إلى 8.4 ملم، ويظهر أثر التبخر في تشكيل التشققات الطينية والقشرات الملحية التي تظهر على السبخات.

- تميزت منطقة الدراسة بتنوع الغطاء النباتي والذي تم تصنيفه حسب البيئة النباتية إلى قسمين وهي، اقليم نباتات البحر المتوسط وتظهر نباتات هذا الاقليم في الجهة الغربية من منطقة الدراسة، وتسود به التربة الحمراء، منها الشبرق والزهيرة والدرياس وبصل فرعون، واقليم نباتات الاستبس شبه الجاف وتشغل المساحة الأكبر من منطقة الدراسة وتقل في كثافتها ونوعيتها بالاتجاه نحو الجنوب، ويسود هذا الاقليم المناخ شبه الجاف، وتنمو بصفة خاصة في قيعان الأودية وفي بعض السهول والوديان حيث تنتشر الترب الطينية والرسوبية، ومنها الزيتون البري والسدر والجل والعجرم والقميلة.
- أما فيما يتعلق بدراسة التربة بحوض وادي المعلق، فمن خلال الدراسات الحقلية ثبت أن اختلاف توزيع التربة وسماكتها، يرتبط ارتباطاً وثيقاً بالارتفاع عن سطح البحر، إذ تسود التربة الحمراء في القطاع الأعلى حيث في الأماكن الأكثر ارتفاعاً عن مستوى سطح البحر، ثم تظهر التربة الصخرية خصوصاً عند مناطق المنحدرات، وعلى ضفاف الأودية، كما توجد بكثرة التربة الفيضية في مصاب وقيعان الاودية، كما أن لتأثير الظروف المناخية الأخرى من حرارة ورطوبة وأمطار الدور الكبير في تكوين وانتشار التربة، كذلك النشاط البشري يلعب دوره في توزيع التربة من خلال الحراثة المستمرة وبشكل جائر أدى إلى توزيع التربة في أمكان محددة مثل بطون الأودية على شكل مراوح ارسابية، وتتمثل في تربة البحر المتوسط والتربة الصخرية والتربة الفيضية.
- من خلال دراسة الخصائص المورفومترية لحوض وادي المعلق، فقد تم تقسيم حوض الوادي إلى 110 حوضاً منها ما هو كبير ومتوسط وصغير المساحة، ولقد وجد أن هناك تباين كبير بين أحواض الأودية، حيث تتفاوت في أبعادها المساحية والطولية والعرضية، كذلك تختلف في أعداد المجاري وأطوالها، وعلى هذا الأساس تم تصنيف الدراسة

المورفومترية لأحواض التصريف إلى أربع مجموعات وفقاً لتفاوت مساحات الأحواض، منها أحواض كبيرة (170 كم²- 50 كم²)، وأحواض متوسطة (25 كم²- 5 كم²)، وأحواض صغيرة، (5 كم²- 1 كم²) أودية بينية (أقل من 1 كم²).

- بينت دراسة الخصائص الهندسية للأحواض، والتي بلغت مساحتها في مجملها 752 كم² تبلغ مساحة الأحواض الكبيرة (170 كم²- 50 كم²) 518 كم²، وتشكل ما نسبته 69% من المساحة الاجمالية، و الأحواض المتوسطة (25 كم²- 5 كم²) 136 كم²، وتشكل ما نسبته 18% من المساحة الاجمالية، الأحواض الصغيرة (5 كم² – 1 كم²) 65 كم²، وتشكل ما نسبته 8.6% من المساحة الاجمالية، و الأودية البينية أقل من 1 كم² 33 كم²، وتشكل ما نسبته 4.4% من المساحة الاجمالية، ويعود صغر حجمها إلى الاختلاف في الظروف البنيوية، والتي يقع أغلبها في القطاع الأدنى من حوض الوادي وبالقرب من الحافات، مما شكلت مجاري صغيرة سريعة الجريان، شديدة الانحدار كما أنها تأثرت بالصدوع، مما حد من قدرة هذه الأحواض من توسيع مجاريها، وهذا يعني إن أحواض منطقة الدراسة تتباين في المردود المائي تبعاً لتباين مساحاتها، كما اختلفت أطوال الاحواض باختلاف المساحات، ويتحكم طول الحوض في مدة تصرف المياه، كما أن هناك علاقة طردية بين عض الاحواض ومحيطاتها مع مساحات الأحواض.
- تشير دراسة الخصائص الشكلية للأحواض الكبيرة أن متوسط معدل الاستدارة 0.33، ومتوسط معدل استطالتها 0.56 مما يشير إلى أن هذه الأحواض تقترب نسبياً إلى الاستطالة منها إلى الشكل المستدير، كما يتبين أن متوسط معامل الشكل 0.18 وهو معدل منخفض يشير إلى قرب شكل الأحواض من شكل المثلث وبعدها عن الشكل الدائري، وزيادة الطول الحوضي على حساب العرض بمتوسط 6.4 كم²/ كم، في حين أن متوسط معامل الانبعاج 0.23، وهذه دلالة أخرى على قرب هذه الاحواض من الشكل المستطيل، أما بالنسبة للأحواض فمتوسط معدل الاستدارة 0.33، ومتوسط معدل استطالتها 0.56 مما يشير إلى أن هذه الأحواض تقترب نسبياً إلى الاستطالة منها إلى الشكل المستدير، كما يتبين أن متوسط معامل الشكل 0.18 وهو معدل منخفض يشير إلى قرب شكل الأحواض من شكل المثلث وبعدها عن الشكل الدائري، وزيادة الطول الحوضي على حساب العرض بمتوسط 6.4 كم²/ كم، في حين أن متوسط معامل الانبعاج 0.23، وهذه دلالة أخرى على قرب هذه الأحواض من الشكل المستطيل، أما بالنسبة للأحواض المتوسطة ترتفع بها نسبة الاستدارة، فمتوسط الاستدارة 0.96 أقرب إلى الواحد صحيح في حين أن متوسط الاستطالة 1 صحيح

دلالة على قرب أشكال هذه الفئة من الأحواض من الشكل الدائري وبعدها عن الشكل المستطيل، ويبلغ متوسط معامل الشكل0.48 وهي قيمة منخفضة نسبياً تشير إلى الاقتراب النسبي لهذه الأحواض من شكل المثلث، ومتوسط نسبة الطول إلى العرض 11.6 كم²/ كم، كما يشير متوسط معامل الانبعاج إلى مدى استدارة هذه الأحواض بنسبة 1.19هي أقرب إلى الواحد صحيح، وإن الأحواض الصغيرة تقترب بشكل واضح من الشكل الدائري وتبتعد عن الشكل المستطيل، حيث تصل بها نسبة الاستدارة إلى 0.60، ونسبة الاستطالة 0.60، ومتوسط معامل الشكل 0.23 إشارة إلى قرب شكل هذه الأحواض من شكل المثلث، وتزيد بها نسبة الطول على حساب العرض بمتوسط 4 كم²/ كم أي أن 4كم، ومتوسط معامل الانبعاج 1.4 إشارة إلى قرب هذه الأحواض من الشكل المستدير، كما ترتفع نسبة استدارة الأودية البينية الصغيرة فمتوسط الاستدارة 0.63 ومتوسط الاستطالة 0.72، في حين أن متوسط معامل الشكل 0.43 مما يدل على قرب شكل هذه الأودية من شكل المثلث، و متوسط نسبة الطول إلى العرض 4 كم²/ كم ، ويشير متوسط معامل الانبعاج والذي يبلغ 2.7 إلى استدارة هذه الأودية.

- كما تبين الخصائص التضاريسية أن مجموعة الأحواض الكبيرة تنخفض بها نسبة التضرس بمتوسط 10م/ كم نتيجة لكبر مساحاتها، إضافة إلى تشابه التكوينات الجيولوجية والمناخية وطبيعة الانحدار البسيط الذي تجري فيه هذه الأحواض، و متوسط قيمة التضاريس النسبية 4 م/ كم وهي قيمة منخفضة، نتيجة تقدم هذه الأحواض في عمرها الجيومورفولوجي، و متوسط قيمة الوعورة 15 حيث أنها تجاوزت الواحد صحيح فتعتبر بذلك قيمة مرتفعة تدل على شدة التضرس، كما بلغ متوسط معدل النسيج الطبوغرافي 12 وهو نسيجاً ناعماً إذ يفوق 10درجات، ، ويبلغ متوسط الرقم الجيومتري 2 والذي يعد مرتفعاً، متمشياً مع ارتفاع قيمة الوعورة بتلك الأحواض و قيمة متوسط التكامل الهبسومتري لمجموعة الأحواض الكبيرة 0.3، وهي بذلك متقدمة نسبياً في دورتها التحاتية، أما الأحواض المتوسطة، حيث بلغ متوسط درجة التضرس بهذه الأحواض 10م/ كم، وهي قيمة مرتفع نسبياً، وقيمة التضاريس النسبية 4.4 م/ كم، وبذلك فهي أقل تقدماً في عمرها الجيومورفولوجي عن الأحواض الكبيرة، ومتوسط قيمة الوعورة 50 دلالة على شدة التضرس، وبلغ متوسط معدل النسيج الطبوغرافي 3.6 فيعد بذلك نسيج خشن، ومتوسط الرقم الجيومتري 4.1 وهو مرتفع لارتفاع قيمة الوعورة، و قيمة متوسط التكامل الهبسومتري وهي 0.1 دليل آخر على الحداثة النسبية للعمر الجيومورفولوجي لهذه الأحواض، ونسبة تضرس للأحواض الصغيرة

بلغت 19م/ كم وهي قيمة مرتفعة تدل على صغر مساحة هذه الأحواض، ومتوسط التضاريس النسبية 8 م/ كم، مما يدل على أن هذه الأحواض لا تزال تقوم بنحت مجاريها، ومتوسط قيمة الوعورة 23، ومتوسط معدل النسيج الطبوغرافي 2 درجة أي أنه نسيج من النوع الخشن، ومتوسط الرقم الجيومتري 1.3، ومتوسط التكامل الهبسومتري (0) وكل هذه القيم تدل على أن هذه الأحواض في مرحلة مبكرة من العمر الجيومورفولوجي، وقد لوحظ أن الأودية البينية بلغت أعلى درجة تضرّس، وهي 55 م/ كم والسبب يعود إلى تقطع الأودية، وكذلك لصغر مساحتها فكونت أشكالاً جيومورفولوجية ظهرت فيها الأراضي مضرسة، وأن قيمة التضاريس النسبية مرتفعة بمتوسط 20م/ كم، وذلك لشدة انحدارها، أما متوسط قيمة الوعورة 77، وبهذا المعدل تعتبر أكثر تضرساً، وبلغ متوسط معدل النسيج الطبوغرافي 1 وهو أقل من 4 درجات فيعد نسيجاً خشناً، ومتوسط الرقم الجيومتري 1 والتكامل الهبسومتري 0، مما يشير إلى أن هذه الأودية البينية في مرحلة الشباب المبكر.

- يتضح من دراسة خصائص شبكات التصريف أن حوض وادي المعلق يصل إلى الرتبة السادسة؛ تتمثل في الأحواض الأربع الكبيرة إلا أنه لم يتم احتساب طولها وعددها ضمن دراسة شبكات التصريف نظراً لتقسيم حوض الوادي إلى عدة أحواض وأودية بينية، وبلغ عدد الأحواض التي تصل إلى الرتبة الخامسة 4 أحواض بطول 128م، والأحواض التي تصل إلى الرتبة الرابعة بلغت 9 أحواض بطول 127م، أما الأحواض من الثالثة فبلغ عددها 35 حوض بطول 391م، في حين أن الأحواض والأودية التي من الرتبة الثانية 109 حوضاً بطول 1336كم، وجميع الأحواض والأودية والبالغ عددها تتكون من الرتبة الأولى وبطول 1442كم، أما عن نسبة التشعب لأحواض فهي متفاوتة في جميع الأحواض بين المراتب، ويعُزى ذلك إلى كون المنطقة التي تجري فوقها هذه المراتب ذات صخور مختلفة في خصائصها العامة، وصل المتوسط العام لنسبة التشعب للأحواض 3.1 وهي نسبة ضمن الاعتيادية والتي تتراوح ما بين 3-5.
- واثبت المنحنى الهبسومتري أن حوض الوادي بالمجمل يمر بمرحلة النضج المبكر، وقد اخذت عدة مقاطع عرضية وطولية لحوض الوادي، فقد تميزت المقاطع الطولية في القطاع الأعلى بانحدار تدريجي بطيء ثم تظهر بعض الحزات التي تمثل نقاط التقطع، ثم تنتهي هذه الأحواض بانحدار طفيف، يصل في بعض المناطق إلى درجة شبه الاستواء دلالة على تقدم العمر الجيومورفولوجي، أما في القطاع الأوسط الأدنى في المجري الرئيسي فيكثر وجود الحزات والتي تتمثل في الصخور الصلبة وأماكن الصدوع والتي تعمل على تجديد مرحلة الشباب لأحواض الأودية، وفيما يخص القطاعات العرضية اظهرت أن الأحواض

الكبيرة في القطاع الأعلى تعرضت للتعرية بصورة أكبر والسبب يعود في ذلك لكبر مساحتها، بعكس الأحواض بالقطاع الأوسط الأدنى التي لم تتعرض لكثير من عوامل الحت ولا تزال تحفر مجاريها.

- تم احتساب كثافة التصريف الطولية سجلت جميع الأحواض نسب كثافة تصريفية منخفضة فبلغ المتوسط في الأحواض الكبيرة 3.8 (كم/كم²) وفي الأحواض المتوسطة 4 (كم/كم²) وفي الأحواض الصغيرة 3 (كم/كم²) وفي الأودية البينية 4 (كم/كم²) وبمتوسط عام 4 (كم/كم²)، ويعود الانخفاض النسبي لكثافة الصرف إلى طبيعة التكوينات الجيولوجية، ونوع التربة، وضعف انحدار السطح، كما أن الأحواض سجلت معدلات تكرار نهري منخفضة بمتوسط 7 مجاري/ كم²، ومعدل بقاء مجاري بمتوسط عام 1كم/ كم² وتشير هذه المؤشرات إلى كثرة الأودية الصغيرة وصغر حجمها وقلة مجاريها.
- يسود منطقة الدراسة نمط الصرف الشجري، ويمثل أغلب المساحات الحوضية، حيث تتجانس الصخور الرسوبية في تكوين الفايدية الذي يعم معظم منطقة الدراسة، وكذلك يظهر بوضوح في الأماكن قليلة الانحدار، ويوجد كذلك نمط الصرف المتوازي حيث يظهر عندما تختلف بعض الصفات التركيبية للصخور، إذ يظهر في مساحات قليلة في القطاع الأدنى بالقرب من مناطق الصدوع، ويوجد كذلك وبشكل بسيط نمط الصرف المركزي أيضاً بالقطاع الأدنى من حوض الوادي.
- تظهر التجوية الميكانيكية والكيميائية والحيوية دورها في تشكيل مظاهر السطح وابراز الأشكال الجيومورفولوجية المختلفة، فقد تم التعرف على العديد من هذه الأشكال في منطقة الدراسة كحفر التجوية والتكهفات والدولينات وكذلك الأشكال الكارستية والتساقط الصخري والتفكك الحبيبي وزحف المواد والأشكال التبخيرية.
- تنتشر السفوح والمنحدرات في منطقة الدراسة وتختلف في درجات انحدارها، فالأحواض في القطاع الأعلى تتميز بسفوح ذات انحدارات متوسطة تتراوح بين 5- 15 درجة، و القطاع الأوسط يتميز بسفوح ذات انحدارات هينة تتراوح ما بين 0 - 5 درجات، بينما القطاع الأسفل يتميز بسفوح بجوانب الأودية شديدة الانحدار تتراوح ما بين 15-25 درجة، والاتجاهات السائدة في منطقة الدراسة تتمثل اتجاهات الشمال والجنوب والشرق، وذلك تمشياً مع الشكل العام لحوض وادي المعلق.

ساعدت طبيعة التكوينات الجيولوجية السائدة بالمنطقة والتي تتكون في أغلبها من الصخور الجيرية على تكون الكهوف، فمنها كهوف تكونت بفعل عوامل التجوية الميكانيكية، ومنها

ما هو بفعل الأنسان فقد تم حصر حوالي 30 كهفاً يقع منها 90% في القطاع الأعلى خصوصاً في النواحي الشمالية، ويوجد العديد من الكهوف التي استغلها الأنسان كمأوى له في الأزمنة القديمة.

- ينشط فعل التجوية الكيميائية في القطاع الأعلى نتيجة لتوفر كميات أثر من المياه، فيظهر فعل التميؤ والأكسدة والكربنة فنتج عن ذلك العديد من الأشكال كحفر الاذابة وحفر التجوية، وكذلك الأشكال الكارستية مثل الدولينات والهوات والتشرشر الجيري.
- كما تنشط التجوية الميكانيكية بالقطاعين الأوسط الأسفل نتيجة لنشاط المدى الحراري اليومي والفصلي، حيث تميل منطقة الدراسة إلى المناخ شبه الجاف خصوصاً بالاتجاه شرقاً، ومع زيادة شدة الانحدارات وانتشار مناطق الصدوع، تبرز العديد من الأشكال الأرضية كتساقط وانزلاق وزحف الصخور.
- تنتشر الارسابات النهرية، وتختلف من وادٍ إلى آخر ومن مكان إلى آخر، وتتشكل من الصخور الكبيرة والجلاميد والمواد الدقيقة كالرواسب الحصوية والغرينية.
- نتج عن الارسابات النهرية العديد من المظاهر الجيومورفولوجية، أهمها السهول الفيضية التي تغطي مساحات شاسعة من حوض الوادي بالمناطق التي يتراوح ارتفاعها ما بين 290 – 390م فوق مستوي سطح البحر، وتتباين فيها درجات ارتفاعها وانحدارها إلا أنها تتراوح ما بين من 0 – 3 درجة، وتمثل المساحة الأكبر بنسبة تصل إلى حوالي 55% من مساحة الحوض الاجمالية.
- تنتهي الارسابات النهرية عند مصب الوادي حيث يصب في لاجون يبلغ طوله 1.345 كم والذي يفصله عن ساحل البحر شريط رملي لا تتعدى مسافته إلى خط الساحل 20 متر.
- تعدد مصادر المياه بمنطقة الدراسة، فبالضافة إلى مياه الأمطار تتنشر العديد من آبار السماء والتي تم حصر 78 بئراً منها تنتشر في عدة أماكن مع اختلاف مواقع تركزها فقد بلغ عددها 59 بئراً.
- يوجد العديد من السدود المائية بمنطقة الدراسة، حيث تقوم بحجز كميات من مياه الأمطار مشكلة بحيرات مائية وهي، بحيرة سد الدواي ومساحتها 15000م^2 وبسعة تخزينية 615000 م^3، وبحيرة سد مثاب ومساحتها 960072 م^2، وتصل سعته التخزينية إلى حوالي مليون م^3، وبحيرة سد المعلق ومساحتها 30000 م^2 وبسعة تخزينية 720000 م^3، إضافة إلى حفرة سيدي بوعلي الفرجاني ومساحتها 20,000 م^2 وبسعة تخزينية 30000 م^3.

- انتشار السدود الحجرية التعويقية التي صممت لغرض الحد من انجراف التربة لاستغلالها في الأغراض الزراعية، وهي تنتشر في مناطق الحافات وفي الأراضي الرديئة، وقد تم حصر عدد 45 سداً عند الحافة الجنوبية لوادي الغراب ويبلغ طولها ما بين 45–62 م، وبعرض 290 سم، وارتفاع 80 سم.
- يوجد بحدود منطقة الدراسة عدد 4 محاجر حيث يستفاد من خصائص الجيولوجية للمنطقة والمتمثلة في الصخور الجيرية اللازمة لإنتاج مواد البناء ورصف الطرق، وقد أثرت هذه المحاجر من خلال نشاطها المستمر في المظهر الجيومورفولوجي العام لحوض الوادي، وما يترتب على عمليات الحفر والتفجير من آثار سلبية كالانهيالات الأرضية، وذلك بسبب إحداث فجوات وحفر عميقة، كما قد ينجم على إثرها خلل في توازن هذه الصخور.
- ظهور العديد من العبارات المائية والتي تأتي متتابعة على طول الطرق العامة الواقعة بحدود منطقة الدراسة، مثل طريق مرتوبة – لملودة والذي يمتد لأكثر من 50 كم، وطريق النوار – المخيلي وتبلغ 11كم وقد صممت هذه العبارات بمقاييس هندسية مختلفة للحد من خطورة تدفق المياه، وأهم هذه العبارات هي، عبارة حوض وادي لكنش، وعبارة حوض وادي الدواي، وعبارة حوض وادي بوعلي الفرجاني وعبارة حوض وادي الهيشة، وعبارة الحسي عند المصب الرئيسي لحوض وادي المعلق.

ثانياً : التوصيات Recommendation

على ضوء النتائج السابقة يمكن الخروج بالعديد من التوصيات والمقترحات التي قد يستفاد منها في المجالات البحثية والتخطيطية والأنشطة البشرية المختلفة، والتي يمكن إيجازها في الآتي:

- يوصي الباحث بضرورة إنشاء قاعدة بيانات للمنطقة بأكملها و مواكبة التغيرات التي تحدث وتسجيلها على اللوحات والخرائط الطبوغرافية لكي يسهل على الدارسين والباحثين الحصول على بيانات صحيحة ودقيقة بأقل جهد ووقت وتكلفة.
- ضرورة إنشاء محطات مناخية متكاملة بالمنطقة والاهتمام برصد الظواهر المناخية كمعدلات الأمطار ودرجات واتجاهات وسرعة الرياح والتبخر وغيرها.
- يمكن من خلال شبكات التصريف التعرف على المواقع الرئيسية لإنشاء الآبار الرومانية وتحديد سعتها التخزينية.
- يوصى الباحث بضرورة إنشاء السدود الترابية والحجرية والخراسانية في مناطق الرتب الخامسة والسادسة إضافة إلى سد الدوادي وسد مثاب وسد المعلق خصوصاً الرتبة الخامسة من وادي أم العقارب، فقد لوحظ تدفق كميات كبيرة من مياه الجريان السطحي عند هطول الأمطار والتي تسير لمسافات طويلة يفقد منها جزء كبير بالتسرب والتبخر قبل وصوله إلى الرتبة السادسة بالمجرى الرئيسي لحوض وادي المعلق.
- تكثيف الدراسات الهيدرولوجية ومعرفة كميات ومناسيب المياه الجوفية لاستغلالها للأغراض المختلفة.
- ضرورة الاهتمام بإنشاء وصيانة السدود الحجرية التعويقية لمنع انجراف التربة لزيادة مساحات الأراضي الزراعية.
- مراعاة الحمولة البيئية وتفادي الأخطار الناجمة عن نشاط التحجير بحدود منطقة الدراسة والمنطقة ككل، من خلال اتباع برامج التخطيط البيئي.
- الاختيار الأنسب لمواقع المحاجر من خلال مراعاة اتجاهات الرياح والمجاري المائية للحد من التلوث بأنواعه المختلفة.
- ضرورة الاهتمام بالصيانة الدورية للعبارات المائية للاستفادة من الأغراض التي أنشئت لأجلها، ولتفادي مخاطر حدوث الفيضانات واتلاف الطرق العامة.

المراجع

المصادر الحكومية :

- المؤسسة الوطنية للتعدين، 2021 (بيانات غير منشورة) بيانات المحاجر والكسارات ببلدية درنه.

الخرائط :

1- مركز البحوث الصناعية، خريطة ليبيا الجيولوجية(1974)، لوحة درنه، مقياس 1:250.000.

2- مركز البحوث الصناعية، خريطة ليبيا الجيولوجية(1974)، لوحة البيضاء، مقياس 1:250.000.

2- مصلحة المساحة العامة، خرائط طبوغرافية مقياس 1:50.000 أعدت من قبل سلاح المهندسين بالجيش الامريكي 1964، ووجدت بواسطة شركة باسيفيك ايروسرفي 1977 (لوحات: الفائدية، القيقب، بئر المعاصر، درنة، مرتوبة، حققة الزياتين)

الكتب :

1- أبو العنين، حسن سيد أحمد (1995). ***أصول الجيومورفولوجيا دراسة الأشكال*** ط (11) ***التضاريسية لسطح الأرض***. مصر، الاسكندرية : مؤسسة الثقافة الجامعية.

2- التركماني، جودة فتحي (2011). ***أشكال سطح الأرض دراسة في أصول الجيومورفولوجيا***، القاهرة ، مصر، : دار الثقافة العربية.

3- **الحديدي** ، حسن محمد (1986). ***الزراعة المروية وأثرها على استنزاف المياه الجوفية في شمال غرب سهل جفارة***. ليبيا ،مصراته : الدار الجماهيرية للنشر والتوزيع والإعلان.

4- الزوام ،سالم محمد (1985). ***الجبل الأخضر دراسة في الجغرافيا الطبيعية*** ، بنغازي ، ليبيا: منشورات جامعة قاريونس.

5- الدليمي، خلف حسين (2000). ***الجيومورفولوجية التطبيقية علم شكل الأرض التطبيقي*** . عمان ، الأردن : دار الأهلية للنشر والتوزيع.

6- الدليمي، خلف حسن (2005). ***التضاريس الارضية دراسة جيومورفولوجية علمية تطبيقية***. عمان ، الأردن : دار الصفاء للنشر والتوزيع.

7- المسلاتي ، أمين (1995). التطور الجيولوجي والتكتوني (في) الهادي بولقمة و سعد خليل القزيري (تحرير). ***الجماهيرية دراسة في الجغرافيا***. ليبيا، سرت : الدار الجماهيرية للنشر والتوزيع والإعلام .

8- الشاعري ، مدينة سالم (2002).***الغطاء النباتي في الساحل الشمالي الشرقي – هضبة البطنان*** ، بنغازي ، ليبيا : مطابع الثورة بنغازي.

9- بحيري ، صلاح الدين (1996). ***مبادىء الجغرافيا الطبيعية***، لبنان ، بيروت : دار الفكر المعاصر .

10- بن محمود، خالد رمضان (1995). ***الترب الليبية، تكوينها، تصنيفها، خواصها، وإمكانياتها الزراعية***، طرابلس ، ليبيا: الهيئة القومية للبحث العلمي.

11- تراب ،محمد مجدي (1996). ***أشكال الصحاري المصورة دراسة لأهم الظاهرات الجيومورفولوجية في المناطق الجافة وشبه الجافة***.اسكندرية ،مصر : منشأة المعارف الاسكندرية.

12- تراب، محمد مجدي (2005). ***أشكال سطح الأرض***، الإسكندرية، مصر : دار المعرفة الجامعية.

13- ثورنبري، وليم دي (1975). ***أسس الجيومورفولوجيا***(ترجمة: وفيق الخشاب). العراق، بغداد : دار الكنب للطباعة والنشر (1988).

14- جود، حسنين جودة (1975). ***الجيومورفولوجيا دراسة في علم أشكال سطح الأرض***، الإسكندرية، مصر : دار المعرفة الجامعية.

15- جودة ،حسنين جودة (1997). ***الجغرافيا الطبيعية لصحارى العالم العربي***، مصر ، الاسكندرية : المعارف بالإسكندرية.

16- سلامة، حسن رمضان (2007). ***أصول الجيومورفولوجيا***. عمان، الأردن : دار المسيرة للنشر.

17- شرف ، عبدالعزيز طريح (1958). ***جغرافية ليبيا*** (ط 2) .اسكندرية ،مصر : منشأة المعارف الاسكندرية.

18- محسوب ، محمد صبري (1996). ***الجغرافيا الطبيعية أسس ومفاهيم حديثة***، القاهرة، مصر : دار الفكر العربي.

19- محسوب ، محمد صبري (1997). ***جيومورفولوجية الأشكال الأرضية***. (ط 2)، القاهرة، مصر : دار الفكر العربي.

20- نوح، سعيد إدريس (2014). ***مناخ الجبل الأخضر*** ،البيضاء ، ليبيا : منشورات جامعة عمر المختار – البيضاء.

21- مرسلي، محمد محمد (1999) ***الوجيز في علم*** الجيومورفولوجي (ط2). الجزائر، الجزائر : دار الوفاء المدية.

22- مقيلي ،أمحمد عياد (1985).المناخ (في) الهادي أبولقمة وسعد القزيزي (تحرير). ***الجماهيرية دراسة في الجغرافيا***. ليبيا، سرت : الدار الجماهيرية للنشر والتوزيع والإعلام.

23- عنانزة، علي (2006). ***محاضرات في مقرر الجيومورفولوجيا***. المنامة ، البحرين : شعبة الجغرافيا التطبيقية ونظم المعلومات الجغرافية – جامعة البحرين.

<u>الرسائل والبحوث العلمية</u> :

1- ابراهيم ،محمود سعد (2010) . ***تراجع مساحات الغطاء النباتي جنوب شرق الجبل الأخضر*. كلية الآداب والعلوم فرع درنه** جامعة عمر المختار ، درنه ، ليبيا.

2- ابراهيم ،محمود سعد (2014) ***انتشار المحاجر والكسارات وآثارها على اقليم الجبل الأخضر دراسة في الجغرافيا البيئية***. كلية الآداب والعلوم فرع درنه ، جامعة عمر المختار ، درنه ، ليبيا.

3- أبوحصيرة، يحيى محمود (2013). ***تطبيق نظم المعلومات الجغرافية في دراسة الخصائص المورفومترية لحوض نهر العوجاء*** ،رسال ماجستير(غير منشورة)، كلية الآداب، الجامعة الإسلامية ،غزة، فلسطين.

4- أحمد، محمد أحمد (2007). ***المنطقة المتدة فيما بين القصي وأم غيج دراسة جيومورفولوجية.*** رسالة دكتوراة (غير منشورة)، قسم الجغرافيا ونظم المعلومات الجغرافية، كلية الآداب جامعة الإسكندرية، الإسكندرية، مصر.

5- التواتي، محمود الصديق والحنفي، محمد غازي (2016). ***إمكانية تحويل مياه حفرة بوعلي الفرجاني إلى حفرة مائية دائمة*** . ورقة بحثية، كلية الآداب، جامعة عمر المختار، البيضاء، ليبيا.

6- التواتي، محمود الصديق (2020). ***التحليل المورفومتري لأودية حوض بلطة الرملة في جنوب الجبل الأخضر باستخدام تقنيات (GIS)*** كلية الآداب، جامعة عمر المختار، البيضاء، ليبيا.

7- الجليباوي، زياد فريح مطر (2021). ***جيومورفولوجية حوض وادي بنات الحسن،*** رسالة ماجستير(غير منشورة) ، كلية الآداب ، جامعة الانبار ، بغداد، العراق .

8- الجيلاني، الصيد صالح (2001). ***خط الساحل المحصور بين سوسة ودرنه بالجبل الأخضر، دراسة لأثر الأمواج على الأشكال الجيومورفولوجية والمنشآت الساحلية***. رسالة ماجستير (غير منشورة)، كلية الآداب والتربية ، جامعة قاريونس، بنغازي، ليبيا.

9- الحلبوصي، فضيل خلف (2005). ***جيومورفولوجية وادي الأسدي***. رسالة ماجستير (غير منشورة)،كلية ابن رشد، جامعة بغداد، بغداد ، العراق.

10- الدالي، محمد عبدالرحيم (2007) ***حوض وادي درنه (في ليبيا) دراسة جيومورفولوجية*** رسالة ماجستير (غير منشورة)، معهد البحوث والدراسات الأفريقية ،القاهرة ، مصر.

11- السبيعي ، سليمان يحيى ***جيومورفولوجية حوض وادي تلال في ليبيا باستخدام الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية***. رسالة ماجستير(منشورة)، كلية الآداب قسم الجغرافيا ونظم المعلومات الجغرافية، جامعة بنها، مصر.

12- السيد، أحمد محمد (2009). ***منطقة جبل بضيع.*** رسالة ماجستير(غير منشورة)، كلية الآداب، جامعة الاسكندرية، دمنهور، مصر.

13- الشحومي، خليفة أحمد (2003) ***مورفولوجية الكارست في المنطقة الممتدة من درنه إلى سوسة بالجبل الأخضر شمال شرق ليبيا دراسة لأثر التركيب الصخري والتراكيب الجيولوجية في تشكيل وتوزيع ظاهرات الكارست***. رسالة ماجستير (غير منشورة)، كلية الآداب والتربية ، جامعة قاريونس، بنغازي، ليبيا.

14- العجيلي، عبدالله صبار (2005). ***وديان غرب بحيرة الرزازة الثانوية والأشكال الارضية المتعلقة بها دراسة في الجغرافيا الطبيعية.*** رسالة دكتوراة (غير منشورة)، كلية الآداب، جامعة بغداد ،بغداد، العراق.

15- العدرة، نزيه علي محمد (2007). ***جيومورفولوجية حوض التصريف النهري الأعلى في وادي الخليل***،رسالة ماجستير(غير منشورة)، كلية الآداب، جامعة النجاح الوطنية، نابلس فلسطين.

16- العذاري، أحمد عبدالستار (2005). ***هيدروجيومورفولوجية منطقة الوديان غرب الفرات الهضبة الغربية الهراقية***، أطروحة دكتوراة (غير منشورة)،كلية الآداب ،جامعة بغداد، بغداد، العراق.

17- العلواني، محمد عطايا (2004). ***التحليلي الرياضي الجيومرفومتري لبعض الأودية الساحلية بمنطقة الجبل الأخضر***. رسالة ماجستير (غير منشورة) كلية الآداب، جامعة بنغازي، بنغازي، ليبيا.

18- الغيلان، حنان عبداللطيف (2008). ***دور نظم المعلومات الجغرافية في دراسة الخصائص المورفومترية لحوض وادي لبن***، رسالة ماجستير(غير منشورة) ، كلية الآداب، جامعة الملك سعود، الرياض، السعودية.

19- اللهيبي، أحمد فليح فياض (2001). ***جيومورفولوجية حوض وادي السهلية***، رسالة ماجستير (غير منشورة)، كلية الآداب ، جامعة بغداد، بغداد، العراق.

20- المايل ، عبدالسلام محمد (1996) ***جيومورفولوجية المظاهر الكارستية في منطقة حديثة في الهضبة الغربية***، رسالة ماجستير(غير منشورة) ، كلية الآداب ، جامعة بغداد ، بغداد، العراق .

21- المحسن، اسباهية يونس (1991). ***جيومورفولوجية الجزء الشمالي في منطقة الجزيرة في العراق.*** رسالة دكتوراة (غير منشورة)، كلية الآداب، جامعة بغداد ،بغداد، العراق.

22- الوجيه، محمود محمد (2002) ***جيومورفولوجية النطاق الشرقي لهضبة الجلالة البحرية فيما بين رأس أبو درج جنوباً ووادي غويبة شمالاً***. رسالة ماجستير(غير منشوره)، كلية الآداب ، جامعة القاهرة، القاهرة، مصر.

23- تيم، فيروز كامل محمد (2016). ***حوض وادي زقلاب (الأردن) دراسة جيوموفولوجية.*** رسالة ماجستير، كلية الآداب، الجامعة الاسلامية غزة ،غزة، فلسطين.

23- حسين، سفير جاسم (2007) ***جيومورفولوجية مجرى نهر الغراف***. رسالة دكتوراة ،كلية الآداب ،جامعة بغداد،بغداد ،العراق.

24 - زكري ،يوسف محمد (1998). ***الأمطار والتبخر في ليبيا*** رسالة ماجستير(غير منشورة)، كلية الآداب جامعة السابع من ابريل ، الزاوية ، ليبيا.

25-عبد التميمي، ياسر محمد (2012) ***أثر التعرية والتجوية في تكوين أشكال سطح الأرض في طية حمرين مال المنصورية - العراق.*** رسالة ماجستير (غير منشورة)،كلية التربية والعلوم ، جامعة ديالي، بغداد ، العراق.

26-عبدالعالي، فجرية عثمان (2016) **.التحليل الموفومتري لبعض أودية الجبل الأخضر في المنطقة الممتدة من درنه إلى سوسة (المهبول – الأثرون – بن جبارة)** رسالة ماجستير ، كلية الآداب ، جامعة بنغازي ، بنغازي ، ليبيا.

27-علاجي، آمنة أحمد (2010). ***تطبيق نظم المعلومات الجغرافية في بناء قاعدة بيانات للخصائص المورفومترية ومدلولاتها الهيدرولوجية في حوض وادي يلملم*** ،رسالة ماجستير(غير منشورة)، كلية العلوم الاجتماعية، جامعة أم القرى ، مكة، السعودية.

28-على، متولي عبدالصمد (2001). ***حوض وادي وتير شرق سيناء دراسة جيومورفولوجية.*** رسالة دكتوراة (غير منشورة)، كلية الآداب، جامعة القاهرة، القاهرة، مصر.

29- كامل ، صفاء عبدالجليل (2010). ***الخصائص الطبوغراقية وتاثيرها على الغطاء النباتي في محافظة نابلس باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد.*** رسالة ماجستير (غير منشورة)، كلية الدراسات العليا ، جامعةالنجاح الوطنية، نابلس ، فلسطين.

30- محمد ،نزيه علي (2007). ***جيومورفولوجية حوض التصريف النهري الأعلى من وادي الخليل*** رسالة ماجستير(غير منشورة)، كلية الدراسات العليا ،جامعة النجاح الوطنية، نابلس ، فلسطين.

31- مصطفى، أحمد أحمد (1982). ***حوض وادي حنيفة بالمملكة العربية السعودية.*** رسالة ماجستير(غير منشورة)، كلية الآداب، جامعة الاسكندرية، الاسكندرية مصر.

الدوريات والمجلات العلمية :

1- الحنفي، محمد غازي والتواتي، محمود الصديق (2015). ***إمكانية تحويل مياه بحيرة سد الدواي المؤقتة إلى مسطح مائي دائم في جنوب شرق الجبل الأخضر*** .مجلة العلوم والدراسات الانسانية - المرج. العدد 9 ص 3 ، جامعة بنغازي.

2- الصحاف ، مهدي محمد وموسى ، كاظم (1988). ***حوض ديالي دراسة في الجيومورفولوجية التطبيقية***. مجلة آدب المستنصرية ، العدد 16، ص788 المستنصرية، العراق

3- الراوي ، علي (1993). ***الثروة النباتية في البادية الشمالية*** . الندوة العلمية حول إعمار واستثمار الصحاري . ص 8 جامعة الأنبار ، كلية العلوم.

4- العزي، أحمد محمد (2013) ***التقييم الجيومورفولوجي لحوض وادي النفط*** . مجلة جامعة كركوك للعلوم الانسانية، مجلد 8،عدد 2 ،ص 31 كركوك ، العراق.

5- العبدان، رحيم حميد (2008). ***التحليل الرقمي للخصائص المورفومترية لحوض وادي تانجيرو باستخدام تقنية نظم المعلومات الجغرافية.*** مجلة جامعة القادسية المجلد 11 ، العدد 3، ص 1 – 29. القادسية ، العراق.

6- تراب، محمد مجدي (1997). ***التطور الجيومورفولوجي لحوض وادي قصيب بالنطاق الشرقي من جنوب شبه جزيرة سيناء.*** المجلة الجغرافية العربية، 30 ص 9 الجمعية الجغرافية العربية، القاهرة ، مصر.

7- حاج، محمد فائد (1989). ***النظم الهيدرولوجية الكارستية ونماذج العلاقة بين شبكات الأودية السطحية الجافة وبين المجاريي الكارستية الباطنية***. نشرة دورية تعني بالبحوث الجغرافية، الجمعية الجغرافية الكويتية وقسم الجغرافية بجامعة الكويت ، العدد219،ص 9، قسم الجغرافيا بجامعة الكويت والجمعية الكويتية الجغرافية.

8- حسن، أحمد عباس (2009) ***الجيومورفولوجيا***. ،بابل ، العراق :جامعة بابل كلية العلوم قسم علم الأرض التطبيقي.

9- سالم، ياسمين كامل (2014) ***تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية(GIS) في التخطيط السياحي***، الاسكندرية، مصر: مجلة العلوم الجغرافية.

10- سلامة ،حسن رمضان (1982). ***الخصائص الشكلية ودلالاتها الجيوموفولجية***. سلسلة رسائل جغرافية . العدد 43 ،ص 29 ، قسم الجغرافيا بجامعة الكويت والجمعية الكويتية الجغرافية.

11- شريف، ازاد خليل (2000). ***هيدرومورفومترية حوض نهر الخابور***. مجلة الجمعية الجغرافية العراقية، العدد 43، ص 29 .

12- عاشور، محمد محمود (1986). ***طرق التحليل المورفومتري لشبكات التصريف المائي.*** حولية كلية الانسانيات والعلوم الاجتماعية، العدد 9 ص 465، الدوحة، قطر.

13- عمران، انتظار مهدي، ***جيومورفولوجية الجزر النهرية في شط الهندية***. مجلة كلية التربية للعلوم التربوية والانسانية، العدد23، ص22، قسم الجغرافيا بجامعة بابل.

14- عودة، سميح احمد (1984). ***جيومورفولوجية الهوات في الجبل الأخضر***. نشرة دورية تعني بالبحوث الجغرافية، الجمعية الجغرافية الكويتية وقسم الجغرافية بجامعة الكويت ، العدد63،ص ص 11-12، قسم الجغرافيا بجامعة الكويت والجمعية الكويتية الجغرافية.

15- كليو، عبد الحميد احمد ***الإنسان كعامل جيومورفولوجي – دوره في العمليات الجيوموفولوجية النهرية*** ، نشرة دورية تعني بالبحوث الجغرافية، الجمعية الجغرافية الكويتية وقسم الجغرافية، العدد 8، ص9، قسم الجغرافيا بجامعة الكويت والجمعية الكويتية الجغرافية.

المراجع الاجنبية

1-Barr, F, T, Weeger, A, A, (1972) stratigraphic nomenclature of sirt basin, Libiya, petexpl.SOC of Libya, tripoli.

2-Bedrich Zert, (1974) Geological map of Libya, scale 1; 250000, sheet NI 34 – 16, darnah, explanatory booklet, Industrial research Centre, Tripoli

3-Berggren, W, A, Phillips, J, D, (1971), Influence of continental drift on the distribution of the tertiary benthonic foraminfera in Caribbean and Mediterranean, (IN) Galyle Gvay, (ed) symposium on the geology of Libya, F, S, univ, Tripoli.

4-Desio, A, (1973), History of geologic Exploration in cyreniaca, (in) geology and Archacology of Northern Cyrenaica, Tripoli.

5-Duronio, p Dakshe, A, Bllini, E, (1991), stratigraphy of the off shore Cyrenaica (libya) In, salem, m, j, Hammuda, o, s Eliagoubi, B, A, (ed) the geology of Libya, Elsevier, Amesterdam.

6-El Hwat A.S and Shelamani M.A(1993),short notes and guide book on the geology lowering of Aljabal AL Akhdar Cyrenaica, northeast Libya, Benghazi.

7 -Fawzy, T, K, H, (1985), medicinal plants in Libya, Arab encyclopedia house . Beirut Lebanon.

8-Galyle Gvay, (1971), symposium on the Geology of Libya . faculty of science of Libya, Tripoli

9-Gregory , K . J . and walling . D . E(1975) Drainge Basin form and process Ageom orphologi cal Approach , New York

10-Horton, R.E, (1945) Erosional Development of Streams and their Drainage Basins "Hydro-Physical Approach to Quantitative Morphology", Bull. Geol. Soc. America 56.

11-Kleinsmied, W, F, J, Van Den Berg, N, J (1968), surface geology of the Jabal Alakhdar, northern, Cyrenaica, Libya (in) geology and Archacology of Northern Cyrenaica, Tripoli.

12- Miller , J . P .(1956)Ephemeral streams : Hydraulic factors and their Relation to the Drainge Net , U . S . Geol . survey prof

13-Melton, M. A., (1959) A derivation of strahler's channel – ordering system, Jour. Geology,

14-MCBurney, C.R.M, Hey, R,W,(1955), Prehistory and Pleistocene geology in Cyrenaica Libya, Cambridge press.

15- Miller , J . P .(1956)Ephemeral streams : Hydraulic factors and their Relation to the Drainge Net , U . S . Geol . survey prof

16-Pietersz, Ç R, (1968), Proposed nomenclature for rock unit in Northern Cyrenaica, (in) geology and Archaeology of Northern Cyrenaica, Tripoli.

17-Rohlich, p,(1974), Geological map of Libya, scale 1; 250000, sheet NI 34 – 15 Albayda, explanatory

18-Schumm.S.A.,(1956) Evaluation of Drainage systems and slopes in Bad land. at perth Amboy. New Jersey Bulletion of the Geological Society of American. Vol. 67.

19-Smith, K. G. (1950) Standards for grading texture of erosional topography. Amer. J. of Sci.

20-Strahler, A. N,(1960) Physical Geography John Wiley and sons, Inc., 2nd Edition, New York.

21-Strahler, A. N., (1952) Hypsometric (Area – Altitude) Analysis of Erosinal Topography, Bulletin of the Geological Society of America, 63

22-Strahler, (1958), "Dimensional Analysis of Applied to Fluviall

Eroded Landforms", Geol, sos, Amer, Bull,Vol.69

23-WADI KHALIJ – WADI MUALLAQ WATER RESOURES STUDY,(1984) A. GEOLOGY- HYDROGEOLOGY, No 14078 .

Abstract

Titled: Geomorphology of the Al-Mu'allaq Valley Basin, east of Jabal Al-Akhdar

A study in physical geography

The basin of Wade Al-Mu'allaq is located in the northeast of the Green Mountain, and it extends near the Al-Faidiyah area towards the west, to travel a distance of about 109 km to drain into the Mediterranean Basin in the Al-Hassi area, and thus it is located longitude and east and between the two latitudes and the north, and its area is about 752 km.$21^{\circ}58'15''\ 25''05'23^{\circ}56''\ 42'32^{\circ}40''22'\ 32^{\circ}$[2]It has a maximum height of about 831 m above sea level.

The study was divided into four chapters, preceded by the theoretical framework and ended with a conclusion that included results and recommendations. It may also include the theoretical frame work .Introduction And identifying the study area, the reasons for choosing the subject of the study, the problem of the study, the importance of the study, the questions, the objectives of the study, the methodology of the study, the means used, the methods of collecting information, the stages of the study, and previous studies.

The first chapter dealt with the identification of the geological history of the region, and the prevailing formations that were confined to the third and fourth periods, represented by the formation of Al-Bayda, the formation of Al-Abraq, the formation of Al-Faida, and the sediments of the fourth time.The dominant trend of cracks, cracks and joints is the trend North West–Southeast This chapter also deals with the topographical characteristics of the region, and the study of the most important climate elements, namely temperature, atmospheric pressure, wind directions, precipitation, relative humidity, and evaporation.

The second chapter included the morphometric characteristics of the valley basin, and the valley basin was divided into 110 basins and interfacial valleys, according to the area, into large basins ofOf whichlarge basins (170how much²-50how much²),

and medium ponds(25how much²-5how much²)small ponds,(5how much²-1how much²)Interval valleys(less than 1how much²)On this basis, the morphological characteristics of the topography and drainage networks of the valley basins were studied, and the longitudinal and transverse sectors were analyzed, and the patterns of drainage networks.

The third chapter dealt with the land forms associated with the study area, and it was divided into the forms resulting from the river sculpture, represented in the slopes, rocky cliffs, canyons, mountain cascades, turns, river twists, river gorges, vascular pits, melt pits, caves, mud cracks, fissures, crusting, separation of rock masses, mass and granular disintegration, and the role of humans, animals and plants. This chapter deals with karst forms and forms resulting from riverine sediments such as floodplains and bottom sediments, then studying the movement of fast and slow materials, and finally forms of evaporative origin such as gypsum crusts and sabkhas.

The fourth chapter is devoted to the study of applied geomorphology and the impact of human activity on landforms. This chapter deals with the study of water sources such as rain, wells, water dams, quarries, and culverts.

As for the conclusion, it dealt with the most important findings of the study with the presentation of some recommendations and proposals submitted by the researcher, in which I tried hard to present what I think is useful in supporting economic and research studies and what serves development plans..