



جامعة عمر المختار
كلية الآداب
قسم الجغرافيا

جيومورفولوجية حوض وادي الناقة غرب مدينة درنة

إعداد الطالبة:
عائشة عبد المنصف محمد الخججاج

إشراف:
د. عوض عبد الواحد عوض محمد
أستاذ مساعد بقسم الجغرافيا-جامعة عمر المختار

قدمت هذه الرسالة استكمالاً لمتطلبات الحصول على درجة الإجازة العالية
(الماجستير) في الجغرافيا
للعام الجامعي 2022-2023م

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

﴿ أَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَسَالَتْ أَوْدِيَهُ بِقَدَرِهَا فَاحْتَمَلَ السَّيْلُ زَبَدًا رَابِيًا وَمِمَّا يُوقِدُونَ عَلَيْهِ فِي النَّارِ ابْتِغَاءَ حِلْيَةٍ أَوْ مَتَاعٍ زَبَدٌ مِثْلُهُ كَذَلِكَ يَضْرِبُ اللَّهُ الْحَقَّ وَالْبَاطِلَ فَأَمَّا الزَّبَدُ فَيَذْهَبُ جُفَاءً وَأَمَّا مَا يَنْفَعُ النَّاسَ فَيَمْكُثُ فِي الْأَرْضِ كَذَلِكَ يَضْرِبُ اللَّهُ الْأَمْثَالَ ﴾

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ
الْحَقُّ الْعَظِيمُ

سورة الرعد، الآية (17)

الإهداء

إلى أبي و أمي الذين بذلا كل ما في وسعهما لييرياني دوماً أسير إلى الأمام
فلولاهما لما تعلمت كيف أقف بكل ثبات فوق الأرض.

إلى أخواتي العزيزات..... بيت أسراري في أفراحي وأحزاني.

إلى روح أخيطيب الله ثراه.

إلى أساتذتي الأفاضل..... بجامعة درنة وجامعة عمر المختار.

إلى كل شخص تمنى لي الخير ولم يبخل في مساعدتي يوماً.

أهدي لكم هذا العمل المتواضع راجية من الله التوفيق والقبول ...

الباحثة

الشكر والتقدير

لا يسعني إلا أن أسجد شاكرة لله على ما أتمه علي من نعمة التوفيق والصبر والمثابرة والعافية لإتمام هذه الرسالة، ومن ثم أتقدم بجزيل الشكر والتقدير والاحترام والعرفان بالجميل، إلى الدكتور عوض عبد الواحد عوض؛ وذلك لتفضله بالإشراف على هذه الرسالة، وما قدمه من توجيهات ونصائح وآراء علمية فضلا عن رحابة صدره وحسن معاملته التي كان لها الدور الكبير في إظهار هذا العمل بصورته النهائية، كما يسعدني أن أشكر لجنة المناقشة على تفضلهم بمناقشة الرسالة، كما أتوجه بجزيل الشكر لعائلة الأستاذ صابر المعزب الشلوي على حسن معاملتهم ومساعدتي في الدراسة الميدانية.

الباحثة

المخلص:

تتمحور هذه الدراسة حول توظيف التقنيات الجيومكانية في الدراسة الجيومورفولوجية لحوض وادي الناقة غرب مدينة درنة الذي تبلغ مساحه نحو (322.8 كم²) ويصل محيطه إلى (132.3 كم) وبطول يبلغ (35.4 كم)، وبهدف بناء قاعدة بيانات رقمية جيومورفولوجية تمكن دراسة الخصائص الجيومورفولوجية للحوض مثل الخصائص المورفومترية للحوض الرئيسي وأحواضه الفرعية، والسمات الجيومورفولوجية لمنحدرات جوانب الأودية، وكذلك إنتاج خرائط رقمية تحاكي الارتفاعات والانحدارات والمظاهر الجيومورفولوجية في الحوض.

كما اعتمدت الدراسة على الأسلوب الكمي في تحليل المعاملات المورفومترية المتمثلة في الخصائص الشكلية للأحواض والخصائص التضاريسية وخصائص شبكة التصريف، وكذلك تمثيل وتحليل المقاطع التضاريسية الطولية والعرضية، كما اتبع المنهج الوصفي التحليلي في وصف الحوض وتحليل الخرائط المختلفة بالإضافة إلى وصف الظواهر الجيومورفولوجية، كما تم اتباع أسلوب الكارتوجرافي في ربط أشكال الجيومورفولوجية بموقعها على الخريطة.

وأظهرت نتائج هذه الدراسة أن معظم المقاطع العرضية المدروسة متناسقة من حيث الشكل؛ بسبب التجانس في تكوينات الجيولوجية إلا أن المنحدرات الواقعة على الجانب الأيسر للمجرى الرئيسي أكثر انحداراً نسبياً من نظيرتها على الجانب الأيمن.

كما أظهرت نتائج التحليل المورفومترية أن شكل حوض وادي الناقة قريب من شكل المستطيل، كما تشير مدلولات نواتج نسبة التضرس ومعدل النسيج الطبوغرافي وتكامل الهبسومري ومدلولات الكثافة التصريفية والعديدية إلى أن الحوض يمر بمرحلة النضج المبكرة.

ظهر في الحوض مجموعة من الأنماط التصريف كالنمط الشجري والمتوازي والشعاعي، تعد عمليات التعرية المائية والعوامل التكتونية من أهم العوامل التي ساهمت في تشكيل المظهر الجيومورفولوجي لسطح حوض وادي الناقة.

قائمة المحتويات

رقم الصفحة	الموضوع	رتب
أ	الآية	—
ب	الإهداء	—
ج	شكر وتقدير	—
د	الملخص	—
هـ - و	قائمة المحتويات	—
ز	قائمة الجداول	—
ح - ط	قائمة الأشكال والخرائط	—
ي - ك	قائمة الصور	—
ل	قائمة الملاحق	—
الإطار النظري		
3-1	المقدمة	1
3	مشكلة الدراسة	2
3	تساؤلات الدراسة	3
4-3	أهداف الدراسة	4
4	أهمية الدراسة	5
5-4	منطقة الدراسة	6
10-6	منهجية الدراسة	7
11	صعوبات الدراسة	8
15-11	الدراسات السابقة	9
الفصل الأول ملامح البيئة الطبيعية لحوض وادي الناقة		
26-16	الجيولوجيا	1.1
36-27	المناخ	2.1
41-36	التربة	3.1
46-42	الغطاء النباتي	4.1
الفصل الثاني الخصائص التضاريسية لحوض وادي الناقة		
49-47	المقدمة	—
50	تضاريس حوض وادي الناقة	1.2
54-50	خصائص ارتفاعات السطح بحوض وادي الناقة	1.1.2
62-55	خصائص المنحدرات في حوض وادي الناقة	2.1.2
63	القطاعات التضاريسية	2.2
72-63	المقاطع الطولية	1.2.2

81-73	المقاطع العرضية	2.2.2
الفصل الثالث		
الخصائص المورفومترية لحوض وادي الناقة		
82	المقدمة	—
86-82	الخصائص المساحية للحوض وأبعاده	1.3
89-86	الخصائص الشكلية	2.3
92-89	الخصائص التضاريسية	3.3
110-93	الخصائص الشبكية	4.3
112-110	انماط التصريف	5.3
الفصل الرابع		
العمليات الجيومورفولوجية والمظاهر الناتجة عنها		
113	المقدمة	—
121-113	عمليات التجوية والمظاهر الناتجة عنها	1.4
129-122	عمليات التعرية والمظاهر الناتجة عنها	2.4
133-130	عمليات تحرك المواد و المظاهر الناتجة عنها	3.4
135-133	الأشكال الجيومورفولوجية ذات الأصل البنيوي	4.4
141-136	العمليات الجيومورفولوجية الساحلية والمظاهر الناتجة عنها	5.4
146-142	دور الإنسان كعامل جيومورفولوجي	6.4
149-147	المخاطر الجيومورفولوجية في الحوض	7.4
الخاتمة		
155-150	النتائج	—
156-155	التوصيات	—
165-157	المراجع	—
191-166	الملاحق	—
I	Abstract	—

قائمة الجداول

رقم الصفحة	العنوان	رقم الجدول
23	مساحات التكوينات الجيولوجية بحوض وادي الناقة	1-1
27	المتوسط الشهري لدرجة الحرارة في محطتي درنة وشحات خلال الفترة (1980-2010م)	2-1
29	المتوسط الشهري للرطوبة النسبية في محطتي درنة وشحات خلال الفترة (1980-2010م)	3-1
31	تكرارات الرياح السنوية ونسبتها المئوية لمحطة درنة	4-1
32	تكرارات الرياح الشهرية ونسبتها المئوية لمحطة شحات	5-1
34	متوسط سرعة الرياح بالعقدة في محطات محطتي درنة وشحات خلال الفترة (1980-2010م)	6-1
36	المجموع الشهري لكميات الأمطار بالمليمتر في منطقة الدراسة خلال الفترة (1980-2010م)	7-1
39	مساحات الترب في حوض وادي الناقة	8-1
52	فئات ارتفاعات حوض وادي الناقة	1-2
60	فئات انحدار سطح حوض وادي الناقة	2-2
61	اتجاه الانحدارات في حوض وادي الناقة	3-2
65	الخصائص المورفولوجية للمقطع الطولي	4-2
72	خصائص نقاط الشباب في الأحواض الفرعية	5-2
79	الخصائص الشكلية لمنحدرات جوانب المجرى الرئيسي لحوض وادي الناقة	6-2
80	قيم زوايا الانحدار ونوع الانحدار على جانبي المجرى الرئيسي لحوض وادي الناقة	7-2
81	النسبة المئوية لأنواع الانحدارات بالقطاعات المدروسة	8-2
84	الخصائص المساحية لأحواض تصريف منطقة الدراسة	1-3
89	الخصائص الشكلية لأحواض منطقة الدراسة	2-3
92	الخصائص التضاريسية لأحواض منطقة الدراسة	3-3
98	أعداد المجاري لكل رتبة في أحواض منطقة الدراسة	4-3
101	أطوال الرتب النهرية في حوض وادي الناقة	5-3
103-101	أطوال الرتب النهرية في الأحواض الفرعية لمنطقة الدراسة	6-3
103	كثافة التصريف وفق تصنيف سميث واستريلر	7-3
105	الكثافة الطولية وتكرار المجاري لمنطقة الدراسة	8-3
107	نسبة التشعب في حوض وادي الناقة وأحواضه الفرعية	9-3

قائمة الأشكال والخرائط

رقم الصفحة	العنوان	رقم الشكل
5	موقع حوض وادي الناقة من إقليم الجبل الأخضر	1
9	نموذج (Clock wise)	2
9	طبقات قاعدة البيانات الجيومورفولوجية لحوض وادي الناقة	3
10	قاعدة البيانات الجيومورفولوجية لحوض وادي الناقة	4
17	التتابع الطبقي لصخور الجبل الأخضر	1-1
19	النتيجة الألتوائية المحدبة للجبل الأخضر في بداية الباليوسين	2-1
20	الصورة التقديرية للجبل الأخضر خلال الإيوسين	3-1
20	قطاع عرضي يوضح مراحل التطور الجيولوجي للجبل الأخضر	4-1
22	التكوينات الجيولوجية في الحوض	5-1
28	المعدل الشهري لدرجات الحرارة في محطتي درنة وشحات	6-1
29	المتوسط الشهري للرطوبة النسبية في محطة درنة وشحات خلال الفترة (1980-2010م)	7-1
33	وردة اتجاهات الرياح لمحطة درنة	8-1
33	وردة اتجاهات الرياح لمحطة شحات	9-1
35	متوسط سرعة الرياح بالعقدة في محطتي درنة وشحات خلال الفترة (1980-2010م)	10-1
36	المجموع الشهري لكميات الامطار بالمليمتر في محطة درنة وشحات خلال الفترة (1980-2010 م)	11-1
40	أنواع الترب في حوض وادي الناقة	12-1
49	تضاريس إقليم الجبل الأخضر	1-2
51	خريطة خطوط الارتفاعات المتساوية لحوض وادي الناقة	2-2
52	نسبة مساحة الارتفاعات لكل فئة في الحوض	3-2
53	خريطة فئات الارتفاعات في حوض وادي الناقة	4-2
54	نموذج ثلاثي الأبعاد لتضاريس حوض وادي الناقة	5-2
55	نموذج دراسة خصائص المنحدرات في حوض وادي الناقة	6-2
59	خريطة درجات الانحدار في حوض وادي الناقة	7-2
60	نسبة انحدار السطح لكل فئة في حوض وادي الناقة	8-2
61	نسبة اتجاهات الانحدار في حوض وادي الناقة	9-2

62	خريطة اتجاه الانحدارات في حوض وادي الناقة	10-2
66	المقطع الطولي للمجرى الرئيسي لحوض وادي الناقة	11-2
69	موقع المقاطع الطولية المدروسة في الأحواض الفرعية	12-2
70	المقاطع الطولية لحوض سرسرة	13-2
70	المقاطع الطولية لحوض البطوم	14-2
70	المقاطع الطولية لحوض الزيتون	15-2
70	المقاطع الطولية لحوض الحمائر	16-2
71	المقاطع الطولية لحوض ارفيد	17-2
71	المقاطع الطولية لحوض الطهارة	18-2
71	المقاطع الطولية لحوض أم جنان	19-2
74	كيفية حساب زاوية الانحدار لمنحدرات جوانب الوادي	20-2
76	موقع القطاعات العرضية المدروسة لحوض وادي الناقة	21-2
78-77	المقاطع العرضية للمجرى الرئيسي للحوض باتجاه المنبع وحتى المصب	22-2
83	موقع الأودية الفرعية لمنطقة الدراسة	1-3
85	خريطة توضيح أقصى طول لحوض وادي الناقة	2-3
94	شبكة تصريف حوض وادي الناقة	3-3
95	شبكة تصريف حوض سرسرة الفرعي	4-3
95	شبكة حوض البطوم الفرعي	5-3
96	شبكة تصريف حوض الزيتون الفرعي	6-3
96	شبكة تصريف حوض ارفيد الفرعي	7-3
97	شبكة تصريف حوض الحمائر الفرعي	8-3
97	شبكة تصريف حوض الطهارة الفرعي	9-3
108	البنية الجيولوجية للأحواض الفرعية	10-3
110	الطول الحقيقي للمجرى الرئيسي في منطقة الدراسة	11-3
112	أنماط شبكة التصريف لحوض وادي الناقة	12-3
125	شكل المجرى الرئيسي لحوض وادي الناقة	1-4
146	الخارطة الجيومورفولوجية لحوض وادي الناقة	2-4

قائمة الصور

رقم الصفحة	العنوان	رقم الصورة
21	تكوين سوسة عند المصب بالجانب الأيسر	1-1
23	تكوين درنة في الجانب الأيمن للمجرى الرئيسي	2-1
24	كتل صخرية من تكوين البيضاء والابرق في المجرى الرئيسي	3-1
25	ترسيبات الرباعي في المجرى الرئيسي	4-1
26	رواسب نهريّة بمجرى وادي الناقة وعند المصب	5-1
41	تربة الحشائش الجيرية الضحلة (Rendzinas) في حوض البطوم الفرعي	6-1
41	تكوينات النتوءات الصخرية (Roc outcrops) في المصب	7-1
43	الغطاء النباتي تكوين الماكي (Maquis Formation) في المحابس العليا للحوض	8-1
45	بعض أنواع الأشجار	9-1
46	بعض الشجيرات والأعشاب الحولية	10-1
60	أشكال الانحدارات في الحوض عند المصب بقرب الحافة الأولى	1-2
61	أنواع الانحدارات حسب تصنيف (YOUNG)	2-2
71	نقطة الشباب الناتجة بفعل تغير في مستوى القاعدة في حوض أم جنان	3-2
114	ظاهرة التقشر في منطقة الدراسة	1-4
115	ظاهرة التفلق الصخري في المروحة الفيضية بمصب الحوض	2-4
115	ظاهرة التفكك الحصى في المجرى الرئيسي	3-4
116	ظاهرة التشطي في الحافة الأولى	4-4
117	ظاهرة التشققات الطينية في حوض وادي البطوم الفرعي	5-4
118	تجوية ميكانيكية بفعل جذور النباتات والحيوانات الحفارة في منطقة الدراسة	6-4
120	ظاهرة التجاوير في مصب الحوض	7-4
121	ظاهرة التكهف عند المصب	8-4
121	بعض المظاهر الناتجة بفعل عمليات التجوية الكيميائية في ساحل حوض	9-4
124	مظاهر التعرية الأخدودية في المروحة الفيضية	10-4
126	منعطف نهري في مصب الحوض	11-4

126	خانق نهري بحوض أم جنان الفرعي	12-4
127	المروحة الفيضية بمصب حوض الحمائر الفرعي	13-4
128	المصطبة نهريّة	14-4
129	الرواسب الخشنة في المجرى الرئيسي	15-4
129	رواسب أقل خشونة عند مصب حوض وادي الناقة	16-4
130	زحف التربة والفتات الصخري من أعلى المنحدر إلى أسفله	17-4
131	ظاهرة التساقط الصخري في بعض المناطق بحوض وادي الناقة	18-4
132	ظاهرة الانزلاق الصخري	19-4
133	ظاهرة مخروط الهشيم	20-4
135	الظواهر الجيومورفولوجية ذات الأصل البنيوي في الحوض	21-4
138	الجروف البحرية وبعض الظواهر الجيومورفولوجية المرتبطة بها	22-4
139	البحيرة الساحلية في حوض وادي الناقة	23-4
139	قناة الجزر في حوض وادي الناقة	24-4
141	شاطئ حوض وادي الناقة	25-4
143	الجروف الصخرية الناتجة عن المحاجر	26-4
143	مصاطب صخرية ومخاريط الهشيم الناتجة عن فعل النشاط المحاجر	27-4
143	انجراف التربة الناتج عن نشاط المحاجر	28-4
144	مخلفات النشاطات الإنشائية والمعمارية بمصب الحوض	29-4
145	البحيرات الصناعية في منتجع ايميليا بحوض وادي الناقة	30-4
155	كهوف نشأت بفعل الإنسان	31-4
147	أثر التعرية المائية على الطرق الترابية	32-4
148	الخطر الجيومورفولوجي على جسر حوض وادي الناقة	33-4
149	بعض السيول المائية بالمجرى الرئيسي للحوض سنة 2020م	34-4
149	بعض مظاهر الجريان السيلي في قرية عين مارة سنة 2020م	35-4

قائمة الملاحق

الصفحة	العنوان	رقم الملحق
171	نموذج الارتفاعات الرقمية (DEM)	1
181-172	العمليات الحسابية للمقاطع التضاريسية	2
186-182	العمليات الحسابية للخصائص الشكلية للحوض	3
190-187	العمليات الحسابية للخصائص التضاريسية للحوض	4
195-191	العمليات الحسابية للخصائص المورفومترية لشبكة التصريف	5
196	استخراج ظاهرة التل وكوستا بواسطة خطوط الارتفاعات المتساوية	6

الإطار النظري

1. المقدمة.
2. مشكلة الدراسة.
3. تساؤلات الدراسة.
4. أهداف الدراسة.
5. أهمية الدراسة.
6. منطقة الدراسة.
7. منهجية الدراسة.
8. صعوبات الدراسة.
9. الدراسات السابقة.

1. المقدمة:

شهدت الدراسات الجيومورفولوجية لأحواض التصريف النهري تطوراً من منتصف القرن العشرين، وتحديداً بعد اتباع الأساليب الكمية في الدراسة والتحليل، ويتضح ذلك في دراسات كل من (Horton,1945) و (Schumm,1956) و (Strahler,1952) التي أدت إلى نشوء ما يعرف بالمدرسة المورفومترية أو الكمية، فضلاً عن دراسة ((Yong,1961-1972 للمنحدرات الأرضية، فهي من أبرز الدراسات التي ساهمت في تطور الدراسات المورفولوجية وتحولها من علم وصفي نظري إلى علم تطبيقي.

ومع تطور المعرفة الإنسانية تم إدخال العديد من التقنيات الحديثة في الدراسات الجيومورفولوجية مثل مرئيات الأقمار الصناعية ونماذج الارتفاعات الرقمية Digital Elevation Models (DEM) وبرامج نظم المعلومات الجغرافية Geographic Information Systems (GIS) وجميعها تعد حالياً من أهم وسائل الدراسات الجيومورفولوجية لأحواض التصريف، نظراً لسرعتها ودقتها في استخراج البيانات والمعلومات الضرورية في الدراسات الجيومورفولوجية فضلاً عن دورها في إنتاج العديد من الخرائط الرقمية.

حيث تم إجراء العديد من الدراسات التي تقارن بين التقنيات الحديثة والطرق القديمة في دراسات المورفومترية، كما ذكرت دراسة (أحمد وزايد،2014) دراسة الخصائص المورفومترية للأحواض وشبكات التصريف دراسة مقارنة مصادر وطرق اشتقاق البيانات المورفومترية، حيث تبين من خلال هذه الدراسة أن برامج نظم المعلومات الجغرافية ونموذج الارتفاعات الرقمية (DEM) تساهم في استخلاص البيانات بسرعة أكبر من المصادر الأخرى فضلاً عن دور نموذج الارتفاعات الرقمية في تحرير شبكات التصريف النهري بصورة واضحة مع مراعاة المناطق قليلة الانحدار والروافد التي طمرتها الرواسب وإمكانية تفسير التضاريس وتمثيلها في صورة ثلاثية الأبعاد، أما دراسة (الغيلان، 2008) بعنوان دور نظم المعلومات الجغرافية في بناء قاعدة بيانات للخصائص المورفومترية لحوض وادي لبن في المملكة العربية السعودية، التي أوصت بضرورة استخدام المرئيات الفضائية في الدراسات الجيومورفولوجية، وتوصلت إلى إخراج مجموعة من الخرائط والقياسات المورفومترية الدقيقة للحوض.

وتأسيساً لما سبق وباعتبار أحواض التصريف المائية من إحدى الظواهر الجيومورفولوجية المتميزة والمنتشرة في إقليم الجبل الأخضر التي تحتاج إلى دراسات

جيومورفولوجية متبعة للأساليب الحديثة، تم اختيار حوض وادي الناقة باعتباره أحد أهم أحواض التصريف الواقع على المنحدر الشمالي الشرقي للجبل الأخضر وتحديداً غرب مدينة درنة الساحلية لدراسته من الناحية الجيومورفولوجية باتباع أحدث التقنيات الجيومكانية وذلك من أجل توفير قاعدة بيانات رقمية وإنتاج الخرائط التي يمكن الاستفادة منها في شتى المجالات المختلفة.

وذلك من خلال التساؤلات والأهداف المراد تحقيقها في هذه الدراسة كتفسير المقاطع التضاريسية والكشف عن خصائص منحدرات جانبي الوادي بالإضافة إلى الخروج ببعض الخصائص المورفومترية والوقوف على مدلولاتها الجيومورفولوجية، فضلا عن توظيف الدراسات الميدانية والخريطة الكنتورية وخريطة درجات الانحدار في تحديد بعض المظاهر الجيومورفولوجية، وأخيراً الخروج بخريطة جيومورفولوجية تحتوي على معظم المظاهر الجيومورفولوجية بمنطقة الدراسة.

ولتحقيق ما سبق ذكره تحتوي الدراسة على أربعة فصول، إضافة إلى الإطار النظري الذي يضم موقع منطقة الدراسة، ومشكلة الدراسة وماهيتها والأهداف المراد تحقيقها فضلا عن الأسلوب المتبع في هذه الدراسة، أما الفصل الأول فيشمل الملامح الطبيعية التي يتميز بها حوض وادي الناقة من تركيبات جيولوجية وطبيعة مناخ المنطقة فضلا عن نوعية التربة المنتشرة عليه والغطاء النباتي.

فيما تناول الفصل الثاني تضاريس حوض وادي الناقة من حيث خصائص الارتفاعات عن مستوى سطح البحر وطبيعة انحدارات سطحه واتجاهات تلك الانحدارات، كما يشمل تفسير للمقاطع التضاريسية لطول المجرى الرئيسي للحوض من المنبع حتى المصب.

وتضمن الفصل الثالث العديد من المعادلات المورفومترية لحوض وادي الناقة وأحواضه الفرعية التي تتمثل في الخصائص الشكلية أو المساحية، والخصائص التضاريسية، والخصائص الشبكية.

وتناول الفصل الخامس العمليات الجيومورفولوجية والأشكال الناتجة عنها، حيث تم تقسيم هذا الفصل إلى قسمين؛ يشمل القسم الأول عمليات التجوية بأنواعها المختلفة وعمليات التعرية النهرية والساحلية وربطها بالمظاهر الجيومورفولوجية الناتجة عنها، بالإضافة إلى تحليل المظاهر المورفولوجية ذات أصل البنيوي، وحركة المواد الأرضية والمظاهر الناتجة عنها،

ومن ثم رسمت خارطة جيومورفولوجية توضح هذا القسم، فيما تناول القسم الثاني دور الإنسان كعامل جيومورفولوجي في حوض وادي الناقة والأخطار الجيومورفولوجية التي تشكل خطراً على السكان في حوض وادي الناقة، وقد تناولت الخاتمة النتائج التي تم الوصول إليها والتوصيات التي تم اقتراحها.

2. مشكلة الدراسة:

تناولت هذه الدراسة توظيف التقنيات الجيومكانية في الدراسات الجيومورفولوجية لأحواض التصريف في إقليم الجبل الأخضر وتحديد حوض وادي الناقة، لربط وتحليل الخصائص المورفومترية للحوض وأوديته الفرعية وتفسير مدلولها الجيومورفولوجي، وكذلك دراسة الخصائص المورفولوجية للقطاعات الطولية والعرضية، والوقوف على أهم الظواهر الجيومورفولوجية المنتشرة به.

3. تساؤلات الدراسة:

1. ماهي السمات الرئيسية لتضاريس سطح حوض وادي الناقة؟
2. ماهي أهم الخصائص الجيومورفولوجية للقطاعات التضاريسية الطولية والعرضية لحوض وادي الناقة؟
3. هل تتباين الخصائص المورفومترية لحوض وادي الناقة وأوديته الفرعية؟ وماهي أنماط التصريف السائدة في الحوض؟
4. ماهي العمليات الجيومورفولوجية السائدة في حوض وادي الناقة؟ وماهي المظاهر الناتجة عنها؟
5. هل يمكن توظيف الخرائط الكنتورية وخرائط درجة انحدار السطح في إنتاج خريطة جيومورفولوجية لحوض وادي الناقة؟

4. أهداف الدراسة:

1. إنشاء وتصميم خرائط متنوعة لحوض وادي الناقة تتمثل في (خريطة جيولوجية – خريطة أنواع الترب – خريطة للارتفاعات – خريطة للانحدارات واتجاهاتها- خريطة لشبكة تصريف حوض وادي الناقة).

2. دراسة الخصائص الرئيسية لمنحدرات جوانب الأودية في حوض وادي الناقة وكذلك تحديد مراحل التطور الجيومورفولوجي لهذه الأودية والعوامل المؤثرة في نشأتها وتطورها.

3. بناء قاعدة بيانات مورفومترية رقمية لحوض وادي الناقة مع تحليل المدلول الجيومورفولوجي للمتغيرات المورفومترية المختلفة.

4. بناء قاعدة بيانات رقمية يمكن من خلالها إخراج خريطة جيومورفولوجية تضم معظم الظواهر الجيومورفولوجية في الحوض معتمدة على خرائط الكنتور ودرجات الانحدار والدراسة الميدانية.

5. أهمية الدراسة:

توفر هذه الدراسة قاعدة بيانات رقمية واسعة عن حوض وادي الناقة معتمدة على أحدث الوسائل المستخدمة في دراسة أحواض التصريف، بحيث يمكن للجهات الحكومية أو للباحثين الاستعانة بها في الدراسات الجيومورفولوجية والهيدرولوجية التي تستهدف أحواض التصريف، فضلاً عن مجالات التنمية المختلفة مثل إدارة الموارد الطبيعية والسياحة.

6. منطقة الدراسة:

يمتد حوض وادي الناقة بين دائرتي عرض $30^{\circ} 39' 32''$ و $48^{\circ} 32'$ شمالاً، وخطي طول $11^{\circ} 22' 33''$ و $30^{\circ} 22' 33''$ شرقاً، أما جغرافياً يقع حوض وادي الناقة غرب مدينة درنة الساحلية في شمال شرق إقليم الجبل الأخضر، ويحده من الشرق حوض وادي بومسافر ومن الغرب حوض وادي الإنجيل وأما من الجنوب فيحده حوض وادي درنة.

فيما تبلغ مساحة حوض وادي الناقة (322.83 كم²) ومحطيه (132.39 كم) أما طوله فيبلغ (35.47 كم) ويبلغ طول مجراه الرئيسي (63.36 كم)، وينقسم عند عبوره للحافة الأولى باتجاه الجنوب إلى فرعين رئيسيين وهما: الفرع الشرقي ويطلق عليه فرع عرقوب تمسكت والفرع الغربي والذي يطلق عليه اسم فرع عرقوب بولم.

ويعتبر حوض وادي الناقة نموذجاً مميزاً في الدراسات الجيومورفولوجية حيث ينشأ الحوض من المصطبة الثانية للجبل الأخضر عند ارتفاع (629 متراً) وصولاً للبحر المتوسط، كما تنتشر به العديد من الظواهر الجيومورفولوجية كالتلال والحافات الصخرية والمصاطب والظواهر المرتبطة بالتجوية كالتفلق الصخري وظواهر التعرية المائية كالمسيلات الجبلية، بالإضافة للظواهر الناتجة عن التعرية البحرية، شكل(1).



المصدر: إعداد الطالبة بالاعتماد على الصور الجوية من خاصية (arc base map) وبرنامج (ArcMap 10.7).

شكل (1) موقع حوض وادي الناقة من إقليم الجبل الأخضر.

7. منهجية الدراسة:

أولاً: المناهج المتبعة في الدراسة :

1. الأسلوب الكمي : اعتمد هذا المنهج للحصول وتحليل المعاملات المورفومترية كالخصائص المساحية والشكلية للأحواض والخصائص التضاريسية وخصائص شبكة التصريف، وتفسر وتحليل المقاطع التضاريسية الطولية والعرضية للحوض، وإخراج الجداول والرسوم البيانية، فضلاً عن دراسة وتحليل خصائص منحدرات سطح الحوض وتحديد درجة وأنواع الانحدار تبعاً لتصنيف يونج (Young,1972,p173) على النحو التالي:

- الانحدارات الخفيفة، وتتراوح ما بين (0° - 5°).
- الانحدارات المتوسطة، وتتراوح ما بين (5° - 10°).
- الانحدارات فوق المتوسطة، وتتراوح ما بين (10° - 18°).
- الانحدارات الشديدة، وتتراوح ما بين (18° - 30°).
- الانحدارات الشديدة جداً، وتتراوح ما بين (30° - 44°).
- الانحدارات الجرفية، وتتراوح ما بين (45° - 90°).

2. المنهج الوصفي التحليلي : استخدم هذا المنهج في وصف تطور الحوض وشبكته المائية وتحليل الارتفاعات والانحدارات وعلاقتها بالظواهر الجيومورفولوجية في الحوض، وأثر التكوينات الجيولوجية وأنواع الترب والغطاء النباتي من حيث النوع والتوزيع. وتم اتباع أسلوب الكارتوجرافي في ربط الأشكال الجيومورفولوجية بموقعها على الخريطة.

ثانياً: مرحلة جمع البيانات :

1. الدراسة المكتبية: الاطلاع على الكتب والأبحاث والخرائط والتقارير الرسمية، والحصول على البيانات المناخية الخاصة بمنطقة الدراسة من المركز الوطني للأرصاد الجوية طرابلس والتي شملت بيانات محطة درنة وشحات، كما تم الاستعانة بمرئيات فضائية والصور الجوية، وقد تم الاعتماد على نماذج الارتفاعات الرقمية (DEM) بدقة 30 متر.

2. **مرحلة الدراسة الميدانية:** تعد الدراسة الميدانية من أهم وسائل جمع البيانات في الدراسات الجيومورفولوجية ، بحيث قامت الطالبة بدراسة لمنطقة الوادي، وتم الاستعانة بالأدوات التالية خلال العمل الميداني:

- كاميرا .
- شريط متري طولة 100 م .
- جهاز تحديد المواقع العالمي (GPS) Global position System .
- بوصلة لتحديد الاتجاهات .

ثالثاً : البرامج المستخدمة :

1. برنامج (Microsoft Excel 2010) لإنشاء الجداول وإجراء بعض العمليات الحسابية واستخراج الرسومات البيانية.
2. برنامج (SAS Planet Debug) لتحميل الصور الجوية بدقة (19متر).
3. برنامج (ArcMap 10.7) وهو أحد برامج نظم المعلومات الجغرافية من إنتاج شركة معهد بحوث أنظمة البيئة والمعروفة Environmental System Research (ESRI) وذلك لاستخلاص البيانات وإنتاج الخرائط اللازمة للدراسة.
4. برنامج الرسام ثلاثي الأبعاد لتعديل وتصميم بعض الصور الفوتوغرافية.

رابعاً: مرحلة إنشاء قاعدة بيانات رقمية:

لإنشاء قاعدة بيانات رقمية جيومورفولوجية تم اتباع الخطوات الآتية:

1. تم إدخال الخرائط الطبوغرافية والجيولوجية وخرائط التربة عبر الماسح الضوئي Scanner إلى جهاز الحاسوب، بحيث تم إجراء التعريف المرجعي للخرائط بواسطة أداة (Georeferencing) وفق نظام ميركاتولا المستعرض العالمي (UTM)، كما تم استخدام أداة (Add Base map) وهي عبارة عن استدعاء خريطة أساس وهي صورة فضائية يتم من خلالها تقليل نسبة الخطأ في الإجراء المرجعي للخرائط.
2. تحميل نموذج الارتفاعات الرقمية (DEM) من موقع www.jspacesystemes.or.hp

3. إدراج تلك الخرائط والمرئيات الفضائية لمعالجتها بواسطة برنامج (ArcMap 10.7) عن طريق أداة (Add).

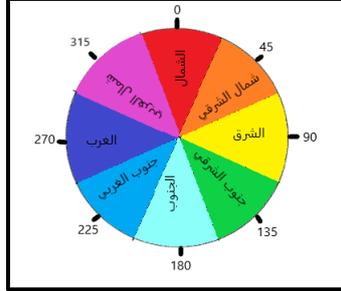
4. إنشاء قاعدة البيانات من (ArcCatalog)، فتح ملف (Geodatabas)، التي توضع فيه ملفات (feature class) الميزة الجغرافية (نقطة، خط، ومساحة).

5. بالاعتماد على تحليل نموذج الارتفاعات الرقمية (DEM) تم استخراج خطوط الارتفاعات المتساوية لحوض وادي الناقة عن طريق قائمة (Arc Toolbox) وبواسطة أداة (Contour) وتنعيم زواياها حتى تكون خطوط انسيابية وليست حاده وذلك بواسطة أداة (Focal Statics) وبالتالي تم استخراج خارطة الارتفاعات المتساوية ذات خطوط انسيابية بفواصل رأسي (20 متر) ولتكون الخريطة الكنتورية أكثر وضوحاً بالنسبة للقارئ تم اتباع نوع الخطوط الكنتورية المتميزة (Significant Contour) بحيث تظهر الخطوط المراد تمييزها بسمك ولون مميز عن غيرها من خطوط ولزيادة تمييزها تم إيضاح ما تمثله هذه الخطوط من مناسب بفارق رأسي (100 متر).

6. تم استخراج خريطة مساحات الارتفاعات لحوض وادي الناقة من خلال الاعتماد على تحليل نموذج الارتفاعات الرقمية (DEM)، وذلك بواسطة مجموعة من خطوات أساسية لعل أولها؛ تصنيف بيانات نموذج الارتفاعات الرقمية (DEM) إلى فئات وذلك من خلال أداة (Reclassify) الموجودة في قائمة (Arc Toolbox) حيث تم تصنيف فئات الارتفاع بحوض وادي الناقة إلى (7فئات)، أما الخطوة الثانية هي تحويل (DEM) المصنف إلى فئات من نظام الراستر (Raster) الشبكي إلى نظام الفاكتر (Vector) الخطي بواسطة أداة (Raster to polygon) الموجودة في قائمة (Arc Toolbox)، أما الخطوة الأخيرة هي إجراء بعض التعديلات على خصائص هذه الطبقة لاستخراج مساحات فئات الارتفاع .

7. تم تحديد وتصنيف اتجاهات انحدار السفوح (الشمال والشمال الشرقي والشمال الغربي، شرق، غرب، الجنوب والجنوب الغربي والجنوب الشرقي) وذلك خلال تحليل نموذج الارتفاعات الرقمية (DEM) عن طريق برنامج (ArcMap 10.7) واستخدام اداة (Aspect) الموجودة من ضمن قائمة (Arc Toolbox) حيث يتم من خلال هذه الأداة حساب اتجاهات الانحدار لكل (Pixel) الموجودة في (DEM)، فيتم تحديد قياسات اتجاه الانحدار مع اتجاه عقارب الساعة (Clock wise) بحيث يبدأ من الشمال عند

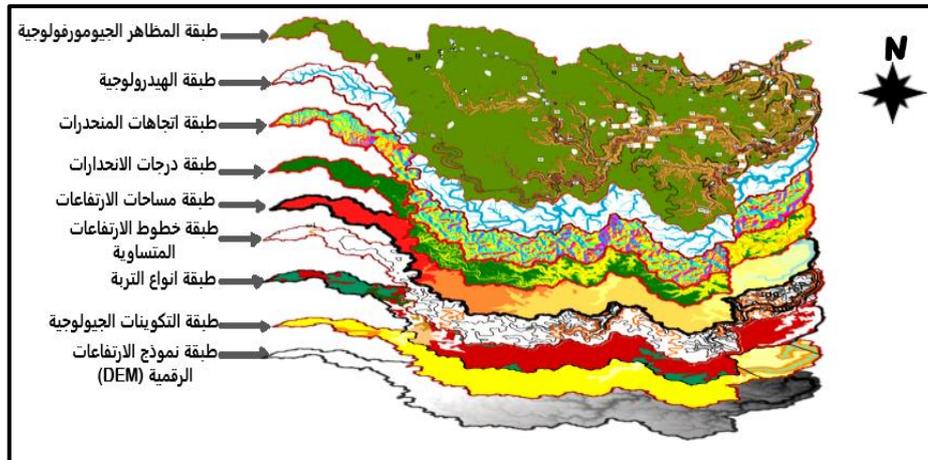
درجة (0) وينتهي في الشمال عند درجة (360) أي أن كل (Pixel) الموجودة في (DEM) لها ميل معين ينتج عنها اتجاه في هذه الساعة، شكل(2)(العجيلي،2014،ص390).



المصدر: إعداد الطالب بالرجوع إلى بحث (العجيلي،2014،ص390).

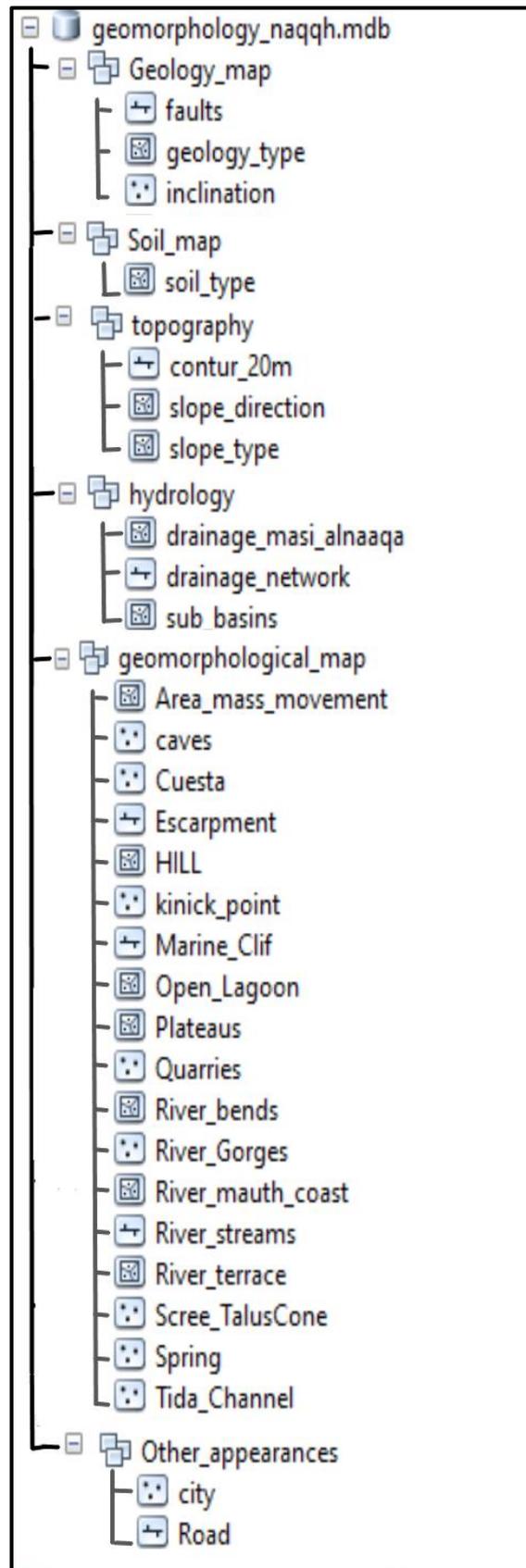
شكل (2) نموذج (Clock wise).

8. حيث تقسم قاعدة البيانات إلى خمسة مجموعات، المجموعة الأولى تتمثل في مجموعة البيانات الجيولوجية وتضمنت المجموعة الثانية أنواع الترب وتحتوي المجموعة الثالثة بيانات طبوغرافية كالخطوط الارتفاعات المتساوية وبيانات درجات واتجاهات انحدار سطح الحوض، فيما تناولت المجموعة الرابعة البيانات الهيدرولوجية بما تحويه من شبكة تصريف الحوض وبيانات الأحواض الفرعية، واحتوت المجموعة الخامسة على المظاهر الجيومورفولوجية التي تم رصدها في حوض وادي الناقة والمظاهر التي تم اشتقاقها من خطوط الارتفاعات المتساوية ودرجات الانحدار، بالإضافة إلى المجموعة السادسة التي تحتوي على بعض البيانات المتمثلة في استخدامات الأراضي والطرق والتجمعات السكانية، شكل(3)، شكل(4).



المصدر: إعداد الطالبة بالاعتماد على تحليل نموذج الارتفاعات الرقمية (DEM) بدقة 30 متر.

شكل (3) طبقات قاعدة البيانات الجيومورفولوجية لحوض وادي الناقة.



المصدر: إعداد الطالبة بالاعتماد على برنامج (Arcmap10.7).

شكل (4) قاعدة البيانات الجيومورفولوجية لحوض وادي الناقة.

8. صعوبات الدراسة:

1. عدم استقرار الوضع الأمني ووجود مخلفات حربية في حوض وادي الناقة فضلا عن عدم تقبل بعض السكان للدراسة الميدانية في أراضيهم وتحديداً بالقرب من قرية عين مارة.
2. وعورة التضاريس وعدم وجود طرق التي تعرقل عملية التنقل في حوض وادي الناقة.
3. تعدد واختلاف مسميات بعض الأودية الفرعية لحوض وادي الناقة بين ما هو موضح على الخرائط الطبوغرافية وما هو موجود على الواقع (الأسماء المحلية)، إلى أن تم الاعتماد على المسميات الموجودة في الخرائط الطبوغرافية.

9. الدراسات السابقة :

لقد تناول Hey (1968م)، جيومورفولوجية الجبل الأخضر والمنطقة المجاورة له، وتتمحور هذه الدراسة حول جيومورفولوجية الجبل الأخضر بحيث تم تقسيم الظاهرات في هذه المنطقة إلى ظاهرات كبرى وصغرى تشمل الظاهرات الكبرى الحافات الجبلية التي ترجع نشأتها إلى العوامل البحرية، أما الظاهرات الصغرى فتهتم بدراسة الأودية التي تقطع الجبل الأخضر. وأرجع سبب نشأتها إلى الفترات المطيرة على شمال ليبيا حيث كان مستوى البحر منخفضاً عن ما هو عليه الآن.

وشملت دراسة فتحي أحمد ومحمد مجدي، (1990م)، التطور الجيومورفولوجي لبعض أودية الجبل الأخضر، حيث تم تتبع مراحل تطور الأودية المدروسة منذ بداية تشكيلها وحتى الوقت الحاضر بتطبيق مجموعة من المعاملات المورفومترية، أكدت هذه الدراسة على أن أودية المنطقة تشكلت في أواخر عصر الميوسين وأوائل البليوسين كمجاري تتبع ميل الطبقات، كما ساهم الانحدار والفوالق بالمنطقة إلى اضطراب في توجيه التصريف المائي التابع فساعد على حدوث عمليات الأسر النهري، بعد ذلك استمرت حركات الرفع خلال الزمن الرابع وتحولت هذه الأودية إلى أودية مناضلة، كما أكدت هذه الدراسة على تعرض المنطقة لانخفاض مستوى القاعدة العام خمس مرات خلال البليوسين / البلاستوسين تركت آثارها على مجاري الأودية (نقاط تجديد ومدرج نهري) فيما عدا الرصيف البحري الخامس.

أما دراسة صالح الصيد، (2001م)، خط الساحل المحصور بين سوسة ودرنة بالجبل الأخضر - دراسة لأثر الأمواج على الظاهرات الجيومورفولوجية والمنشآت

الساحلية، حيث تم استخدام الأساليب الرياضية كما استخدم القياس المباشر للخصائص الطبيعية للأمواج خلال فصلي الصيف والشتاء، وتبين أن هناك اختلافات مكانية وزمانية لهذه الخصائص بينما بينت دراسة الخصائص التركيبية والليثولوجية للتكوينات الصخرية تبايناً في هذه الأشكال.

وذكرت دراسة علي الفيتوري،(2014)، التحليل الجيومورفولوجي لبعض المنحدرات الحافة الأولى للجبل الأخضر شمال – شرق ليبيا، حيث تهدف هذه الدراسة إلى تحليل بعض منحدرات الحافة الأولى ومقارنة قطاعاتها من حيث درجات الانحدار والأطوال المحدبة والمقعرة، والزوايا الحدية والشائعة ومعدلات التقوس والكشف عن ما يكتنف تلك المنحدرات من حركات المواد وتأثير تلك الحركات على تطور المنحدرات، حيث اتبعت هذه الدراسة الأسلوب التحليلي الكمي. ومن أبرز النتائج التي توصلت إليها هذه الدراسة ما يأتي:

بلغ المتوسط العام لزوايا الانحدار قطاعات الحافة الجبلية حوالي (8.1 درجة) وبذلك تقع ضمن فئة الانحدار المتوسط، كما تتراوح انحدارات الحافات بين المتوسطة والشديدة نسبياً ويرجع ذلك لصلابة التكوينات الجيولوجية التي تخترقها وتوافق اتجاهاتها مع اتجاهات الصدوع وتتميز منحدرات الحافة بتحدبها، بينما تتصف منحدرات جوانب الوادي بتقعرها، كما تعد ظاهرة التفكك الكتلي من أكثر أنماط التجوية شيوعاً وتأثيراً على المنحدرات، في حين تعد ظاهرتي الزحف والتساقط الصخري من أهم اشكال حركة المواد تأثيراً.

كما درس ايضاً علي الفيتوري،(2015)، الخصائص المورفومترية والهيدرولوجية لحوض وادي القطارة، دراسة مقارنة ما بين استخدام الطرق التقليدية وبرمجيات نظم المعلومات الجغرافية، تهدف هذه الدراسة إلى إبراز أهمية دور برمجيات نظم المعلومات الجغرافية كوسيلة من وسائل قياس العناصر النقطية والخطية والمساحية وذلك لحساب الخصائص ثم مقارنة هذه البيانات مع بيانات أخرى مشتقة من الوسائل المتعارف عليها والمتمثلة في الخرائط الطبوغرافية ذات مقياس رسم 1 : 50000، حيث اتبعت هذه الدراسة المنهج المقارن للمقارنة بين الأسلوبين في اشتقاق البيانات والأسلوب التحليلي الكمي لاستخراج البيانات والقياسات المورفومترية، ومن أبرز النتائج التي توصلت إليها هذه الدراسة عدم وجود فروق في الخصائص المورفومترية المقاس والمشتق للحوض بكلٍ من الأسلوبين باستثناء عدد الروافد المرتبة الأولى إذ ازداد العدد بالأسلوب الحديث، وبالتالي

تغيرت رتبة الحوض من الرتبة السابعة بالطرق التقليدية إلى الرتبة الثامنة، وهذا يرجع إلى الحساسية العالية لتلك البرمجيات.

كما درس منجي الخبولي سعد وبوغرارة، (2018)، نظم المعلومات الجغرافية (GIS) في التحليل المورفومتري لثلاثة أودية شمال الجبل الأخضر – ليبيا، حيث اتبعت هذه الدراسة العديد من أساليب التحليل التي يمكن من خلالها وصف أحواض الأودية؛ حيث أن بعض هذه الأساليب تهتم بالوصف العام و البعض الآخر يهتم بخاصية محددة من خصائص الحوض، أما أبرز النتائج التي توصلت إليها هذه الدراسة فهي:

وقد سجلت المساحات الكلية للأودية الثلاثة على التوالي (43.9 كم² – 2.12 كم² – 22.6 كم²) واقترب حوض عربية من الاستدارة وزيادة العرض بالنسبة للطول، واقترب شكل حوض وادي بربشتو من شكل المثلث وذلك بتسجيل قيمة (0.09) لمعامل الشكل وهو الأصغر بين الأودية الثلاثة، كما كان النسيج الطبغرافي ضمن فئة النسيج الناعم، وقيمة الوعورة صنف من نوع شديد الوعورة، أما بالنسبة لمرحلة الحنية فلا يزال الوادي في مرحلة الشباب، كما أظهرت هذه الدراسة أن حوض وادي عربية هو الأكثر عدداً ورتباً والأطول، وصلت عدد ترابه النهرية إلى الرتبة السادسة، أما حوض وادي اطيارة يأتي في المرتبة الأخيرة من حيث أعداد وأطوال الرتب، إلا أنها كانت أكثر من شبكة وادي بربشتو من حيث تصنيف الرتب؛ فقد سجلت خمس رتب ووصل عدد الرتب في وادي بربشتو أربعة رتب، وكان متوسطاً.

و درس محمود الصديق، (2020)، التصنيف الجيومورفولوجي لمنخفض الجغبوب في شمال شرق الصحراء الليبية باستخدام التقنيات الحديثة، حيث تهدف هذه الدراسة إلى معرفة الخصائص الجيومورفولوجية العامة والثانوية لمنطقة الدراسة، واتبعت هذه الدراسة المنهج الكمي والوصفي، ومن أبرز نتائج هذه الدراسة؛ إنتاج خريطة الوحدات الجيومورفولوجية الرقمية التي تم إعدادها بمرونة كبيرة، وإمكانية التحكم الآلي في اختيار فئات وتصنيف الأراضي حسب مظهرها ووظيفتها والتحكم في اختيار النمط والألوان والنسيج للظاهرة وإمكانية تصميم رموز خاصة للظواهر الجيومورفولوجية، كما توصلت هذه الدراسة إلى تعدد الظواهر الجيومورفولوجية الناتجة عن عملية التعرية الريحية، وأهمها الحافات والقور التلال المنعزلة، ومن ظواهر ارساب الكثبان الرملية الطويلة والمراوح الفيضية وغيرها من الظواهر.

وركز محمد إسليطة و عقيلة محمد،(2020)، على دور نظم المعلومات الجغرافية في دراسة الخصائص المورفومترية والهيدرولوجية لحوض وادي تماسلة، حيث تهدف هذه الدراسة إلى اشتقاق بيانات الخصائص المورفومترية والهيدرولوجية لحوض وادي تماسلة من خلال نظم المعلومات الجغرافية وإنشاء خرائط رقمية مورفومترية للحوض ودراسة العلاقة بين متغيرات الحوض لفهم هيدرولوجية الحوض وخاصة الجريان السطحي، واعتمدت الدراسة علي المنهج التحليلي والاستنتاجي، ومن أبرز النتائج التي توصلت إليها هذه الدراسة:

إن شكل حوض وادي تماسلة إلى الاستطالة أكثر من الشكل الدائري؛ نظراً لنوعية الصخور وطبيعة سطح الوادي، وينتمي نمط شبكة مجاري الحوض إلى شكلين أساسيين هما النمط المتوازي والنمط الشجري، كما أن نسبة تضرس الحوض مرتفعة حيث وصلت إلى (6.96) ومن خلال قيمة الوعورة والنسيج الحوضي اتضح أن الحوض ينتمي إلى فئات الأحواض ذات النسيج الناعم.

فيما درس مفتاح سعد وعوض عبدالواحد،(2020)، التحليل الجيومورفولوجي لنموذج الارتفاعات الرقمية لحوض وادي درنة. اعتمدت هذه الدراسة على المنهج الوصفي التحليلي، ومن أبرز نتائج هذه الدراسة أنه تم انشاء خرائط رقمية دقيقة لحوض وادي درنة توضح الارتفاعات والانحدارات، واتجاهات الانحدار وشبكة التصريف، حيث تضمن هذه الدراسة وصفاً تحليلياً لكل خارطة تم إنشاؤها.

كما درس سعد لشهب وآخرون،(2021)، بعنوان التحليل الرقمي لبعض الخصائص المورفومترية لحوض وادي الطبرقاية بالجبل الأخضر باستخدام نظم المعلومات الجغرافية، ومن أبرز النتائج التي توصلت إليها هذه الدراسة: أن حوض وادي الطبرقاية مستطيل الشكل ممتد وهذا يقلل من تعرضه لخطر الفيضانات؛ نظراً لتفاوت مقاومة صخوره لعمليات التجوية والحت المائي وتنتمي شبكة المجاري المائية للحوض إلى نمط التصريف الشجري، ارتفاع قيمة شدة التصريف في الحوض؛ بسبب ارتفاع قيمة كثافة التصريف وقيمة التكرار النهري، كما يندرج النسيج الطبوغرافي للحوض حسب تقسيم سميث (1950م) للأحواض ذات النسيج الطبوغرافي المتوسط ويندرج تحت الأحواض ذات النسيج الخشن حسب تصنيف موريساو(1985م).

كما درس عوض عبد الواحد وعبد السلام مختار، (2021)، توظيف التقنيات الجيومكانية في دراسة الخصائص المورفولوجية لمنحدرات جوانب الأودية في حوض وادي الكوف، تناولت هذه الدراسة بعض الخصائص المورفولوجية لمنحدرات جوانب الأودية في حوض وادي الكوف، اعتماداً على تحليل نموذج الارتفاعات الرقمية (DEM) للحوض، ورسم عدد من القطاعات العرضية على امتداد مجاري الأودية الرئيسية في الحوض بهدف إبراز أشكال منحدرات جوانب الأودية وزوايا انحدارها ومراحل تطورها، كمت أعتد دراستهم على المنهج الوصفي التحليلي في وصف وتحليل القطاعات المدروسة، كما استخدم الأسلوب الكمي من خلال قياس بعض الخصائص المورفولوجية للمنحدرات، توصلت الدراسة لعدة نتائج منها اغلب القطاعات المدروسة متناسقة الشكل بسبب تجانس التكوينات الجيولوجية سجلت أعلى قيم لزوايا الانحدار عند اجتياز الأودية للحافة الأولى من الجبل الأخضر، و تراوحت زوايا الانحدار في قطاعات حوض وادي الكوف الفرعي بين (8.28) و (7.66) ما يشير إلى انه قطع شوطاً كبيراً من دورته التحاتية مقارنة بأحواض أودية بيت صالح والسودان، ما قد يكون ترتب عليه حدوث عمليات أسر نهري.

الفصل الاول
ملاح البيئة الطبيعية لحوض وادي
الناقة

- 1.1 الجيولوجيا.
- 2.1 المناخ.
- 3.1 التربة.
- 4.1 الغطاء النباتي.

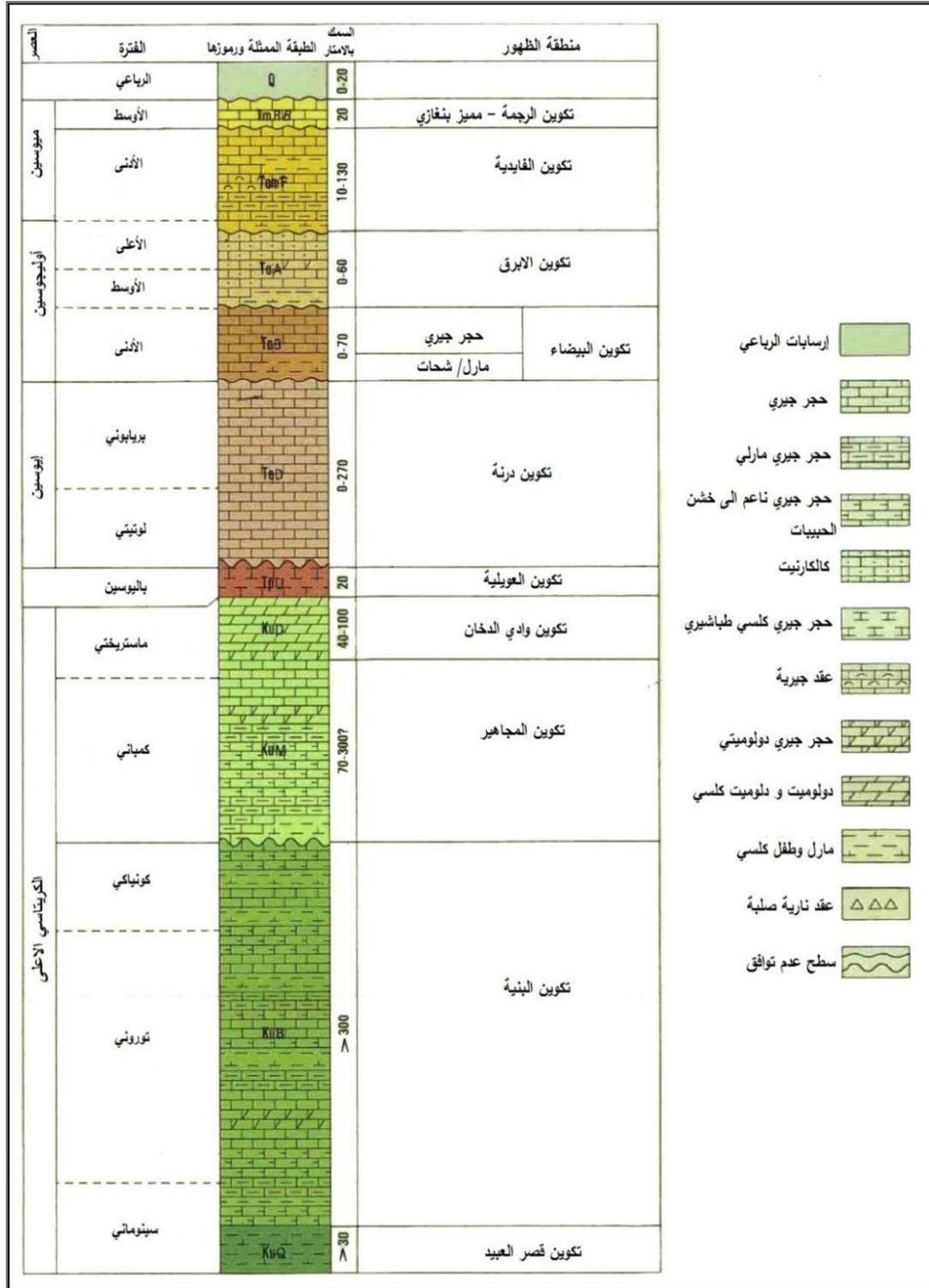
1.1 الجيولوجيا:

تهدف الدراسة الجيولوجية للمنطقة إلى التعرف على أنواع الصخور وخصائصها الليثولوجية، وظروف تكوين وتوزيع كل وحدة صخرية وأثرها على تطور المظاهر الجيومورفولوجية، وفيما يأتي دراسة لمراحل التطور الجيولوجي لإقليم الجبل الأخضر الذي تشكل منطقة الدراسة جزءاً منه بالإضافة إلى دراسة التكوينات الجيولوجية بالمنطقة:

1.1.1 التطور الجيولوجي لإقليم الجبل الأخضر:

إن بنية إقليم الجبل الأخضر هي نتاج تطور طويل الأمد ومعقد، حيث أشارت الدراسات الجيولوجية التي قام بها العديد من الباحثين مثل (Hey 1956) ، (Desio 1971)، (Klitzsch 1971)، (جودة 1973)، (Rohlich 1974 -1978)، إلى حدوث دورات ترسيبية منفصلة بفعل الحركات التكتونية التي تعرض لها الجبل خلال العصور الجيولوجية السابقة من الجوارسي وحتى البليوسين، صاحبها طغيان وانحسار لمياه بحر تئيس القديم، وتبادلت حركات الهبوط والارتفاع أدوارها في المنطقة، ونشطت حركات الشد والضغط التي شكلت الالتواءات والانكسارات، ونتج عن كل ذلك إرسابات تنوعت بين العميقة والضحلة، تتمثل في التتابع الطبقي للتكوينات الجيولوجية التي يتألف منها الجبل الأخضر في الوقت الحاضر.

وتشكل الصخور الجيرية 90% من المكونات الصخرية للجبل، أما الباقي فعبارة عن مارل ودولوميت، تشكلت هذه الصخور نتيجة لترسبات بحرية توزعت عند الحافة الجنوبية لبحر تئيس تعود إلى العصر الطباشيري العلوي Cretaceous وتشمل تكوينات قصر العبيد، الهلال، الأثرون، المجاهير، وادي الدخان، والحقب الثلاثي Tertiary وتشمل تكوينات العويلية، أبولونيا، درنة، البيضاء، الأبرق، الفاندية، الرجمة، بالإضافة إلى إرسابات الحقب الرباعي، شكل (1-1).



المصدر: الخريطة الجيولوجية (لوحة البيضاء) مقياس 1:250000.

شكل (1-1) التتابع الطبقي لصخور الجبل الأخضر.

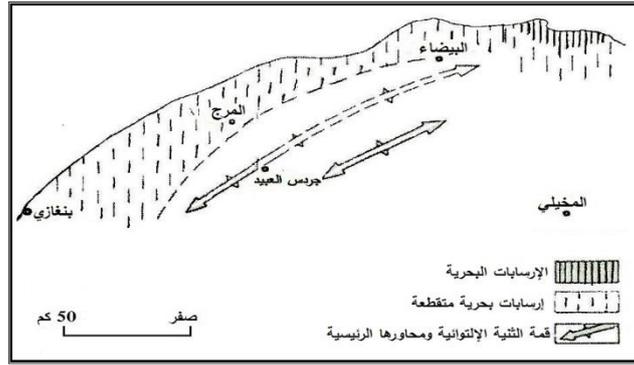
وحسب دراسة (Rohlich 1978) حدثت ثلاث فترات إرسابية في الجبل الأخضر، يمكن استعراضها على النحو التالي:

أ- الفترة الإرسابية الأولى:

بدأت أولى فترات الترسيب بمنطقة الجبل الأخضر في العصر الجوارسي، حيث تعرض اليابس الذي يحيط ببحر تئيس لحركات تكتونية عنيفة أدت لهبوطه وحدث طغيان واسع لمياه البحر، خلال تلك الفترة كان الجبل الأخضر يمثل منطقة حوضية امتلأت بالترسبات البحرية الضخمة التي كونت طبقات من الحجر الجيري والدولوميتي والمارلي، واستمرت هذه الفترة الإرسابية في العصر الطباشيري المبكر، وبذلك شكلت صخور هذه الفترة الطبقة التحتية التي تمثل الركيزة الأساسية لتكوينات الجبل الأخضر (الهرام، 1995، ص89).

ب- الفترة الإرسابية الثانية:

شهدت بداية العصر الطباشيري المبكر حدوث ما يعرف بأزمة تكوين جبال الألب (Alpine Orogeny) الناتجة عن التصادم بين اللوحين الإفريقي والأوروبي في منتصف بحر تئيس، وأدى ذلك لحدوث حركة تضاغية نتج عنها انفصال الجبل الأخضر عن ما يعرف بالرصيف البرقاوي وتكوين خط صدعي عميق اتجاهه شمال شرق جنوب غرب (Klitzsch, 1971, p254) وممثل على سطح الأرض في المنخفض الطولي الممتد من منطقة إجابيا غرباً وحتى خليج البمبة شرقاً، كذلك تشكلت مرتفعات تضاريسية كونت فواصل جديدة بين بحر تئيس في الشمال وباقي حوض ترسيب الجبل الأخضر في الجنوب وذلك خلال الفترة الممتدة بين السينوماني (Cenomanian) والكونياسي (Coniacian)، تلك المرتفعات يمثلها في الوقت الحاضر كل من تكوين البنية وتكوين قصر العبيد الذي يعد أقدم وحدة صخرية تظهر على السطح في الجبل الأخضر، وقد توقف الإرساب خلال فترة السانتوني (Cantoning) بفعل الالتواءات التي أدت إلى ظهور قمة الجبل وانحسار البحر. وخلال الكمباني (Campanian) والماستريختي (Maastrichtian) عاد البحر ليطغى مرة أخرى ويضيف إرسابات جديدة تمثلت في تكوين المجاهير وتكوين وادي الدخان. ومع توالي الالتواءات في بداية الباليوسين أخذت قمة الجبل في الظهور مجدداً، واتخذت الثنية الرئيسية محوراً يمتد من الشمال الشرقي إلى الجنوب الغربي، شكل (2-1).

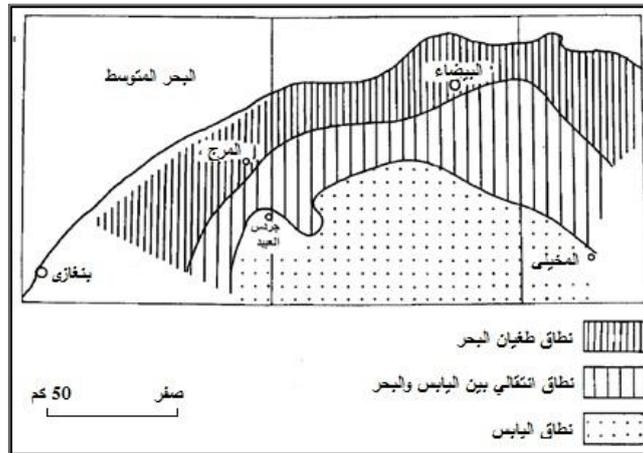


المصدر: (Geological Map of Libya, Sheet : Al Bayda, 1974 P.35).

شكل (2-1) التثنية الإلتوائية المحدبة للجبل الأخضر في بداية الباليوسين.

ج- الفترة الإرسابية الثالثة:

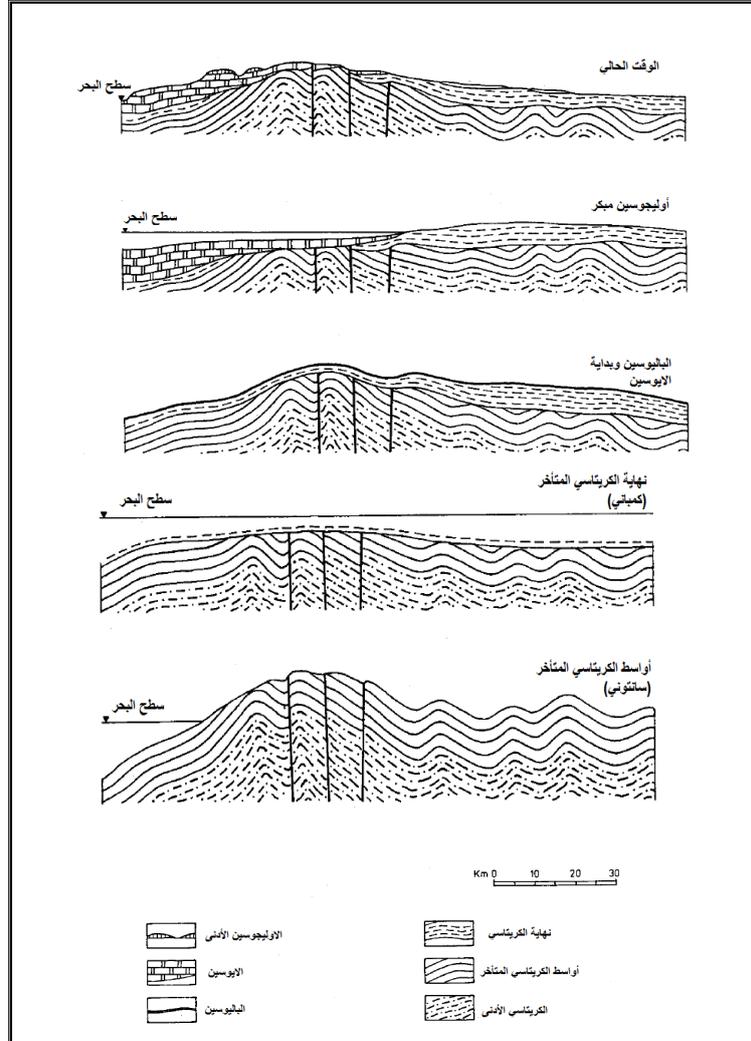
تنقسم هذه الفترة إلى فترات إرسابية أصغر، تسجلها طبقات رسوبية أقل سمكاً من الطبقات السابقة، فبعد نهاية الفترة السابقة ظلت قمة الجبل مرتفعة عن سطح البحر فتعرضت لعوامل التعرية خلال الفترة التي امتدت من الباليوسين حتى نهاية الإيوسين، وفي الفترة الممتدة من الإيوسين وحتى الأوليجوسين المتأخر عاد البحر ليغطي على الجزء الجنوبي الغربي من الجبل الأخضر، في حين ظل الجزء الجنوبي الشرقي أرضاً يابسة، شكل (3-1)، ومن المحتمل أن تكون قد حدثت فترة انحسار قصيرة للبحر في الفترة الواقعة بين الإيوسين والأليجوسين نتيجة حركات التوائية عاود بعدها البحر تقدمه في اليابس أثناء الأليجوسين، وخلال تلك الفترة ألقى البحر بإرساباته المتنوعة التي نتج عنها تكوينات العلوية (باليوسين) و درنة (إيوسين علوي) و البيضاء (أوليجوسين سفلي) والأبرق (أوليجوسين أوسط وعلوي).



المصدر: (Geological Map of Libya, Sheet : Al Bayda, 1974, P.36).

شكل (3-1) الصورة التقديرية للجبل الأخضر خلال الإيوسين.

وفي فترة الأوليجوسين المتأخر وحتى أوسط الميوسين سُجل انحسار آخر للبحر عن الأجزاء الشمالية والغربية للجبل في حين غطى الأجزاء الجنوبية والجنوبية الشرقية للجبل، وخلال ذلك أرسب ما يعرف بتكوين الفائدية، وفي الميوسين الأوسط طغى البحر على الجزء الجنوبي الغربي للجبل ليرسب تكوينات بحرية ضخمة تعرف بتكوين الرجمة، في حين بقت الأجزاء الشمالية والشرقية والوسطى مكشوفة فوق سطح البحر، وفي نهاية الميوسين الأوسط حدثت حركات التوائية وأخرى صدعية لطبقة الأوليجوسين والميوسين كونت تحديداً مسطحاً وممتداً تتخلله القباب والمنخفضات في المناطق التي اشتد بها الضغط التكتوني، كما نشأت الصدوع في مناطق أخرى كما هو الحال في منخفض المرج الذي نتج عن الهبوط الصدعي خلال الإيوسين وكان هبوطه أسرع من المناطق المجاورة له في الجنوب الشرقي التي هبطت ببطء في الأوليجوسين، استمر ارتفاع الجبل الأخضر خلال أواخر الزمن الثالث وأثناء الزمن الرابع حيث اتسعت المساحة التي ارتفعت حتى شملت الجبل كله، شكل (4-1).



المصدر: (Rohlich, 1978, P.406)

شكل (4-1) قطاع عرضي يوضح مراحل التطور الجيولوجي للجبل الأخضر.

2.1.1 التكوينات الجيولوجية في منطقة الدراسة:

ترجع التكوينات الصخرية التي تظهر في حوض وادي الناقة إلى الزمن الجيولوجي الثالث، بالإضافة إلى رسوبيات العصر الرباعي، شكل (1-5)، وبالاعتماد على الخرائط الجيولوجية (لوحة البيضاء و لوحة درنة) مقياس 1:250000، والدراسة الميدانية، يمكن وصف التكوينات الجيولوجية وتوزيعها في الحوض من الأقدم إلى الأحدث على النحو التالي جدول (1-1):

أ- صخور الحقبة الثلاثي Tertiary :

وتشمل ما يأتي:

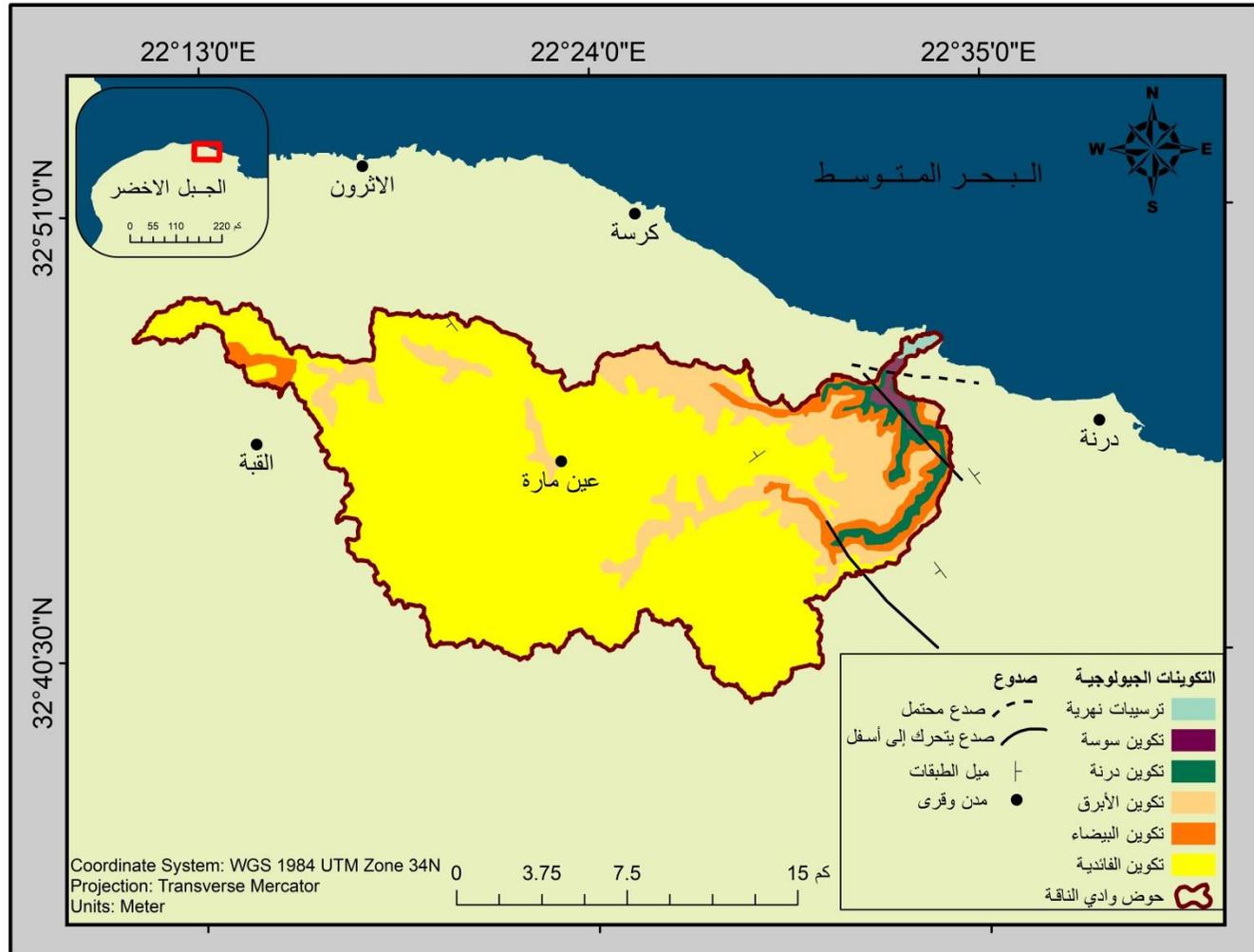
أ-1: تكوين سوسة (إبوسيني) Susah formation :

ويعتبر أقدم وحدة صخرية في الحوض، ويتألف من حجر جيرى طباشيري بحري الترسيب، يحتوي على درنات أو تشابكات سيليسية ذات لون بني داكن، ويظهر في مناطق محدودة في شمال شرق الحوض، حيث يشكل مساحة تقدر بنحو (2.11 كم²) بنسبة (0.65%) من إجمالي مساحة الحوض، صورة (1-1).



المصدر: الدراسة الميدانية بتاريخ 2022/9/23م.

الصورة (1-1) تكوين سوسة عند المصب بالجانب الأيسر.



المصدر: إعداد الطالبة بالرجوع إلى لوحة درنة ولوحة البيضاء الجيولوجية ذات مقياس رسم 1:250000، وبرنامج (ArcMap10.7).

شكل (5-1) التكوينات الجيولوجية في الحوض.

جدول (1-1) مساحات التكوينات الجيولوجية بحوض وادي الناقة.

تكوين	رمز التكوين	المساحة	%
ترسيبات نهريّة	Qa	1.24	0.38
تكوين سوسة	TeA	2.11	0.65
تكوين درنة	TeD	7.45	2.3
تكوين الأبرق	ToA	51.76	16.03
تكوين البيضاء	ToB	17.16	5.31
تكوين الفاندية	TomF	243.1	75.3
مجموع		322.8	100

المصدر: من حسابات الطالبة بالاعتماد على لوحة درنة ولوحة البيضاء الجيولوجية ذات مقياس رسم 1:250000 وبرنامج (ArcMap10.7).

أ-2: تكوين درنة (إوسين علوي) Darnah formation :

احتل هذا التكون مساحة (7.45 كم²) وبنسبة (2.3%) من مساحة الحوض، وهو عبارة عن حجر جيرى صلب كريمي إلى رمادي اللون غني بأحافير النيموليت، وهو ناعم إلى خشن الحبيبات، به بعض التراكمات الجيولوجية مثل أنظمة الفواصل المتعامدة على بعضها البعض، بيئة ترسيبه مياه بحار ضحلة، وهو غني بظاهرة الكهوف الكارستية، كما يعتبر المستودع المائي الجوفي الرئيسي بالجبل الأخضر، وينتشر في الجزء الشمالي الشرقي للحوض، صورة (2-1).



المصدر: الدراسة الميدانية بتاريخ 2023/1/5م.

صورة (2-1) تكوين درنة في الجانب الأيمن للمجرى الرئيسي.

أ-3: تكوين البيضاء (أوليجوسين سفلي) Al Bayda formation :

يشغل هذا التكوين مساحة تقدر بنحو (17.16 كم²) أي بنسبة (5.31%) من المساحة الكلية لحوض وادي الناقة، كما يحتوي تكوين البيضاء على عضوين أساسيين هما:

* عضو البيضاء الحجر الجيري الطحلي: وهو عبارة عن حجر جيرى طحلي سميك الطبقات لونه أبيض إلى أصفر اللون، أحفوري، متوسط إلى خشن الحبيبات، به بعض الوحدات الصخرية والأحافير الشاطئية مثل القناذ البحرية والرخويات، بيئته الترسيبية مياه بحار شاطئية، ويشكل تكوين البيضاء أجزاء من الحافة الأولى، كما يشكل قمم بعض التلال العالية في أعلى الحوض.

* مارل شحات: وهو عبارة عن طفلة غنية بالأحافير ناعمة الحبيبات خضراء اللون عند تشبعها بالماء وصفراء عند جفافها، بيئته الترسيبية مياه بحار ضحلة جداً.

أ-4: تكوين الأبرق (أوليجوسين أوسط – علوي) Al abrag formation :

ويتكون من حجر جيرى كالكرنيتي يغلب عليه اللون البني، وحجر جيرى دولوميتي، به بعض الأحافير الشاطئية التي تعكس بيئة ترسيبيه، ويظهر في شرق ووسط الحوض، حيث يغطي مساحة تبلغ (51.76 كم²) بنسبة (16.03%) من مساحة الحوض، صورة (1-3).



المصدر: الدراسة الميدانية بتاريخ 2023/1/5م.

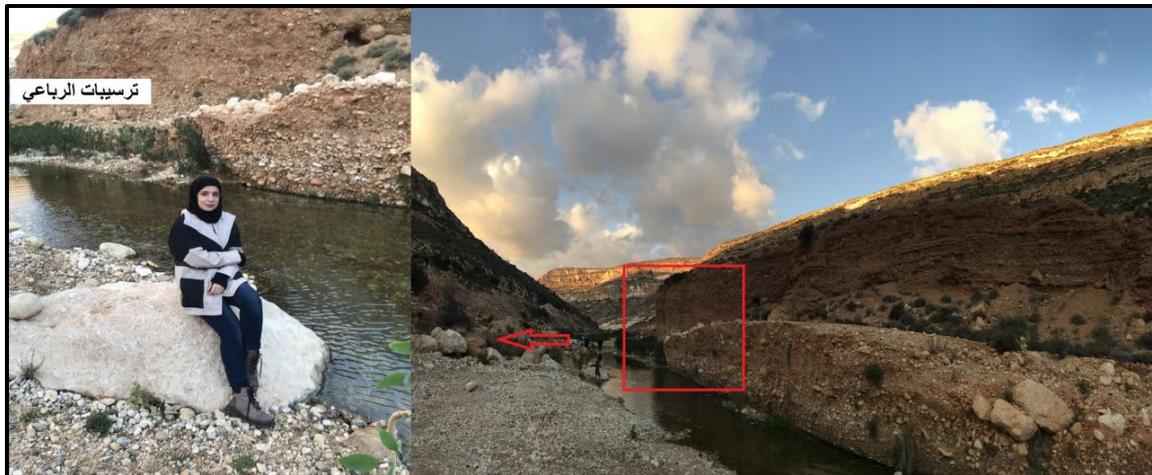
صورة (1-3) كتلة صخرية من تكوين البيضاء والابرق في المجرى الرئيسي.

أ-5: تكوين الفاندية (أوليجوسين علوي – ميوسين أوسط) Alfaidiya :formation

يغطي تكوين الفاندية في جزئه السفلي بطبقة من الطين أو المارل تميل للاخضرار، أما جزؤه العلوي فيتألف من حجر جيرى كلكارنييتي خشن الحبيبات دقيق التبلور ضعيف الصلابة، به بعض بقايا الأحافير الشاطئية وأثار لصخور الجبس، ويصل أكبر سمك له لحوالي 45 متراً، بيئته الترسيبية بعض السبخات والمستنقعات القريبة من الشواطئ البحرية، وتجدر الإشارة إلى أن تكوين الفاندية من أكثر التكوينات الجيولوجية انتشاراً في الحوض، بحيث يغطي مساحة تبلغ (243.1 كم²) حوالي (75.3%) من مساحة الحوض.

ب- ترسيبات الرباعي Quaternary :

إن ترسيبات الرباعي في منطقة الدراسة هي نتاج فعل السيول وعمليات التجوية الميكانيكية والكيميائية وحركة المواد على المنحدرات التي تحدث بالمنطقة، بحيث تغطي مساحة تقدر بنحو (1.24 كم²) بنسبة (0.38%) من مساحة الحوض، وتظهر هذه الترسبات على شكل طفال رملي ممزوج بالحصى، أو على شكل رواسب غرينية في هيئة تربة، وتنتشر في كل أجزاء منطقة الدراسة، ففي بطون الأودية ذات الانحدار البسيط تتكون ترسيبات الرباعي من مجروفات تربة في شكل مواد ناعمة مخلوطة بالحصى والحجارة، كما تظهر ترسيبات الرباعي على هيئة ركاميات أسفل المنحدرات، أما في الأجزاء الدنيا التي تمثل المروحة الارسابية للوادي تظهر ترسيبات الرباعي في شكل خليط من مواد ناعمة قليلة مقابل وفرة من الحصى والحجارة صورة(1-4)، صورة(1-5).



المصدر: الدراسة الميدانية بتاريخ 2023/1/5م.

صورة (1-4) ترسيبات الرباعي في المجرى الرئيسي.



المصدر: الدراسة الميدانية بتاريخ 2022/11/24م و2023/1/5م.

الصورة (5-1) رواسب نهريّة بمجرى وادي الناقة وعند المصب.

2.1 المناخ :

يعد المناخ من اهم العوامل الرئيسية والفعالة في المساهمة على تشكيل الظواهر الجيومورفولوجية، ولذلك نتج عن هذا الاهتمام ظهور مدرسة المورفومناخية التي تسعى إلى إظهار الأشكال الأرضية التي تميز كل إقليم مناخي عن آخر وتوضيح شخصيته المورفومناخية (أبو العينين،1995،ص ص 94-95)، وفيما يأتي دراسة لأهم لعناصر المناخية:

1.2.1 درجة الحرارة (TEMPERATURE):

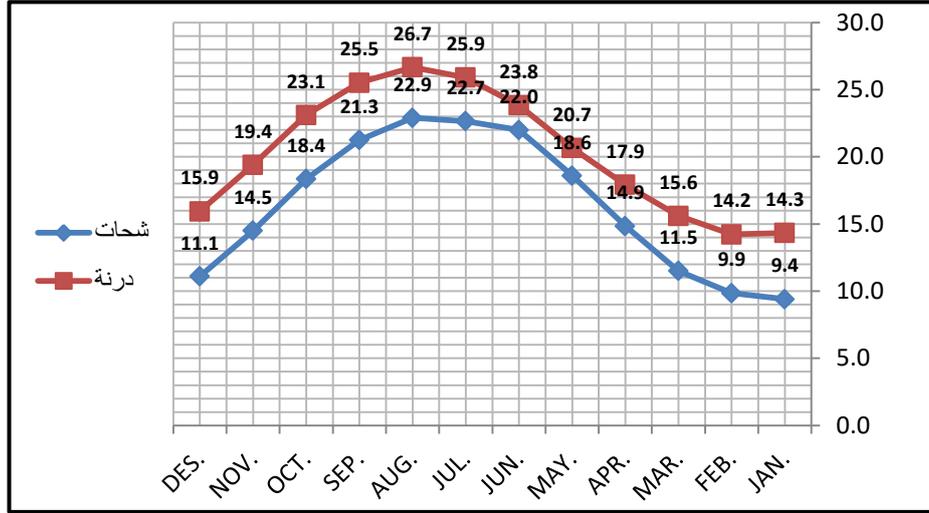
تعد درجة الحرارة من العوامل الاساسية تأثر على نشاط عمليات التجوية المختلفة حيث يعمل المدى الحراري على اضعاف الصخور ومن ثم تفتته او يتعرض للتقشر وتفلق فضلاً عن اتحاد دور درجة الحرارة مع الرطوبة النسبية في نشاط عمليات التجوية الكيميائية.

تتباين المتوسطات الشهرية والسنوية لدرجة الحرارة من محطة إلى اخرى في منطقة الدراسة، ويعتبر العامل الرئيسي المؤثر في درجة الحرارة هو الارتفاع فوق مستوى سطح البحر بالإضافة إلى الموقع الجغرافي من حيث البعد أو القرب عن البحر، وهذه العوامل تلعب دوراً مؤثراً في تباين درجات الحرارة خلال فصلي الشتاء والصيف في محطات الرصد بالمنطقة وبالتالي تباين عمليات التجوية من اراضي الحوض، وتظهر الاختلافات بشكل واضح عند مقارنة المتوسطات الشهرية لدرجات الحرارة بين محطتي درنة وشحات، التي توضح في الجدول الآتي :

جدول (2-1) المتوسط الشهري لدرجة الحرارة في محطتي درنة وشحات خلال الفترة (1980-2010 م).

الاشهر المحطة	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DES
شحات	9.4	9.9	11.5	14.9	18.6	22.0	22.7	22.9	21.3	18.4	14.5	11.1
درنة	14.3	14.2	15.6	17.9	20.7	23.8	25.9	26.7	25.5	23.1	19.4	15.9

المصدر : بيانات المركز الوطني للأرصاد الجوية، طرابلس.



المصدر: بيانات جدول (2-1).

شكل (6-1) المعدل الشهري لدرجات الحرارة في محطتي درنة وشحات.

يتضح أن هناك تباين بين درجات الحرارة في محطات الأرصاد في منطقة الدراسة حيث يبلغ أعلى متوسط شهري في محطة درنة نحو (26.7° في شهر أغسطس) جدول (2-1)، وفي محطة شحات فيصل نحو (22.9° في شهر أغسطس)، وفي فصل الشتاء تتباين المتوسطات الشهرية لدرجات الحرارة في المحطات؛ فيلاحظ أن أدنى قيم سجلت في شهر يناير بلغت في محطة درنة نحو (14.2° في شهر فبراير) أما في شحات فقد وصل أدنى متوسط شهري إلى (9.4° في شهر يناير) ويرجع هذا التباين بين المتوسطات الشهرية لمحطة درنة ومحطة شحات إلى أن محطة درنة تبعد عن مستوى البحر أمتاراً قليلة تقدر 10 أمتار، أما محطة شحات تقع على المصطبة الثانية للجبل الأخضر بالإضافة إلى عامل الارتفاع (650 متراً فوق مستوى سطح البحر)، أما من خلال ملاحظة شكل (6-1) يتبين أن المتوسطات الشهرية لدرجة الحرارة في محطات الدراسة تأخذ منحى طبيعي من انخفاض قيم ثم ارتفاعها تدريجاً ثم الانخفاض، وبالتالي فإن عمليات التجوية المختلفة بمنطقة الدراسة تنشط في شهور فصل الصيف.

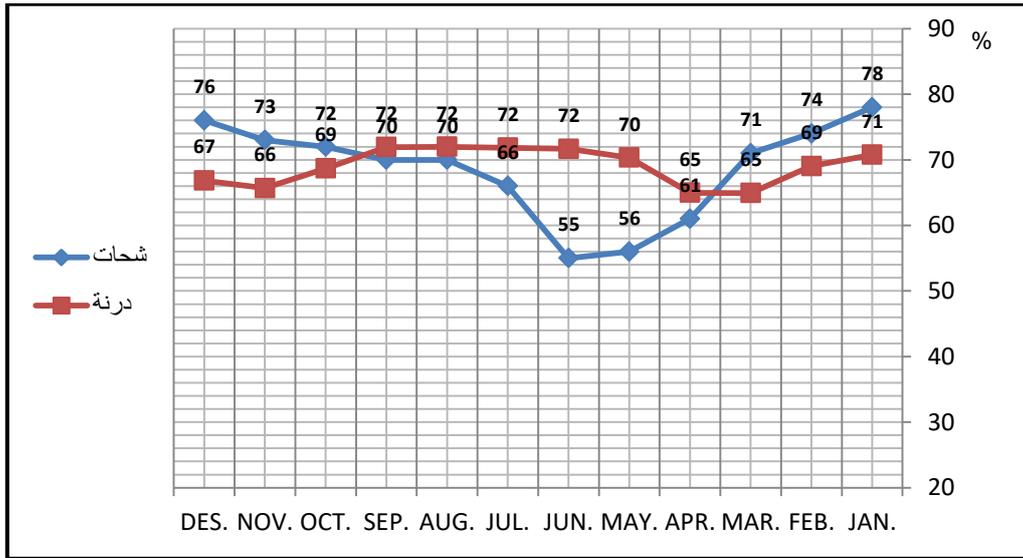
2.2.1 الرطوبة النسبية :

للرطوبة النسبية دوراً مهماً في نشاط عمليات التجوية الكيميائية حيث اثبتت العديد من دراسات على وجود علاقة طردية ما بين الرطوبة النسبية والتجوية الكيميائية فكلما زادت الرطوبة النسبية ازداد تحلل معادن الصخور وتحولها إلى معدن اخر ومن ثم يحدث تغيرات عديدة من حيث الشكل وحجم وصلابة .

جدول (3-1) المتوسط الشهري للرطوبة النسبية في محطتي درنة وشحات خلال الفترة (1980-2010م).

الاشهر المحطة	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DES
شحات	78	74	71	61	56	55	66	70	70	72	73	76
درنة	71	69	65	65	70	72	72	72	72	69	66	67

المصدر: بيانات المركز الوطني للأرصاد الجوية، طرابلس.



المصدر: بيانات جدول (3-1).

شكل (7-1) المتوسط الشهري للرطوبة النسبية في محطتي درنة وشحات.

الجدول (3-1) يوضح تباين نسبة الرطوبة من شهر إلى آخر في محطة شحات، حيث سجلت أعلى معدل لها في شهر يناير بنسبة (78%) ويرجع ذلك لغزارة الأمطار في هذا الشهر من السنة، حيث ترتفع محطة شحات عن مستوى سطح البحر بنحو (630 متر) وفضلاً عن كثافة الغطاء النباتي بالمنطقة بالإضافة لانخفاض درجات الحرارة الذي يساعد على ارتفاع نسبة الرطوبة في منطقة شحات، أما أقل قيمة نسبة رطوبة لمحطة شحات سجلت في شهر يونيو بنسبة (55%) وذلك يرجع إلى ندرة الأمطار وارتفاع درجة الحرارة لابتعاد المنطقة عن المؤثرات البحرية، بينما ترتفع نسبة الرطوبة في محطة درنة في شهر يونيو ويوليو وأغسطس وسبتمبر حيث سجلت نسبة (72%) ويرجع ذلك إلى اقتراب المنطقة من المؤثرات البحرية، أما أقل نسبة رطوبة سجلت في محطة درنة كانت (65%) في شهر مارس و أبريل ويرجع ذلك إلى قلة الأمطار وقلة الغطاء النباتي مقارنة بمنطقة شحات، أما شكل (7-1) فهو يوضح عدم وجود فارق كبير بين نسب الرطوبة في منحنى محطة درنة وذلك لقرب المنطقة من البحر، وبمجرد النظر

إلى الشكل نجد الفرق واضحاً بين البيانات التي سجلت في المحطتين كلتيهما، فالرطوبة مرتفعة في المناطق الساحلية أكثر من المناطق الداخلية مما يعكس على زيادة نشاط التجوية الكيميائية هناك.

3.2.1 اتجاه وسرعة الرياح في منطقة الدراسة:

تختلف اتجاهات وسرعة الرياح من شهر إلى آخر تبعاً لقوة تحدر الضغط الجوي، كما أن الرياح تؤثر وبشكل كبير على المناطق التي تهب عليها، فقد تعمل على تلطيف الجو وأحياناً تعمل على ارتفاع درجة الحرارة، مع الإشارة إلى الدور الجيومورفولوجي للرياح حيث تعمل على تجفيف الصخور وإضعاف المادة اللاصقة بين أجزاء الصخر، بحيث يكون تأثير الرياح بشكل واضح على الصخور الخالية من الغطاء النباتي والصخور الضعيفة التي تتخللها الشقوق والفواصل، مما يؤدي إلى تكسرها و تفكيكها ثم نقلها مع هواء و ترسيبها في مناطق أخرى، وفيما يأتي عرض لاتجاه وسرعة الرياح في منطقة الدراسة:

1.3.2.1 اتجاه الرياح (الرياح السائدة في منطقة الدراسة) :

تصنف الرياح بحسب الجهة القادمة منها، ويستخدم في قياس الاتجاه جهاز يسمى دوارة الرياح ، وتهب الرياح على منطقة الدراسة من أكثر من جهة يومياً أو شهرياً أو سنوياً إلا أن هناك رياحاً يتكرر هبوبها وتسمى في هذه الحالة بالرياح السائدة، وباستخدام وردة الرياح تتبين نسبة تكرارات الرياح ولرسم وردات الرياح تم استخدام برنامج (EXCEL).

من خلال جدول (1-4) وجدول(1-5) يلاحظ أن اتجاه الرياح في فصل الشتاء يتباين من فترة إلى أخرى، حيث تشاهد منطقة الدراسة حالة عدم استقرار؛ بسبب مرور المنخفضات الجوية التي تسبب في هبوب الرياح من اتجاهات مختلفة أغلبها الشمالية الغربية والغربية والجنوبية الغربية، حيث تسود الرياح الشمالية الغربية نسبة (92.8%) صيفاً بمقابل الرياح الجنوبية الغربية بنسبة(53.5%) شتاءً في محطة درنة، وشكلت نسبة الرياح الغربية (69.2%) في فصل الشتاء بينما تسود الرياح الشمالية الغربية في فصل الصيف بنسبة(66.6%)، شكل (1-8) وشكل(1-9) يمثلان صورة موجزة لاتجاه الرياح السائدة في منطقة الدراسة.

جدول (4-1) تكرارات الرياح السنوية ونسبتها المئوية لمحطة درنة خلال الفترة (1980-2010م).

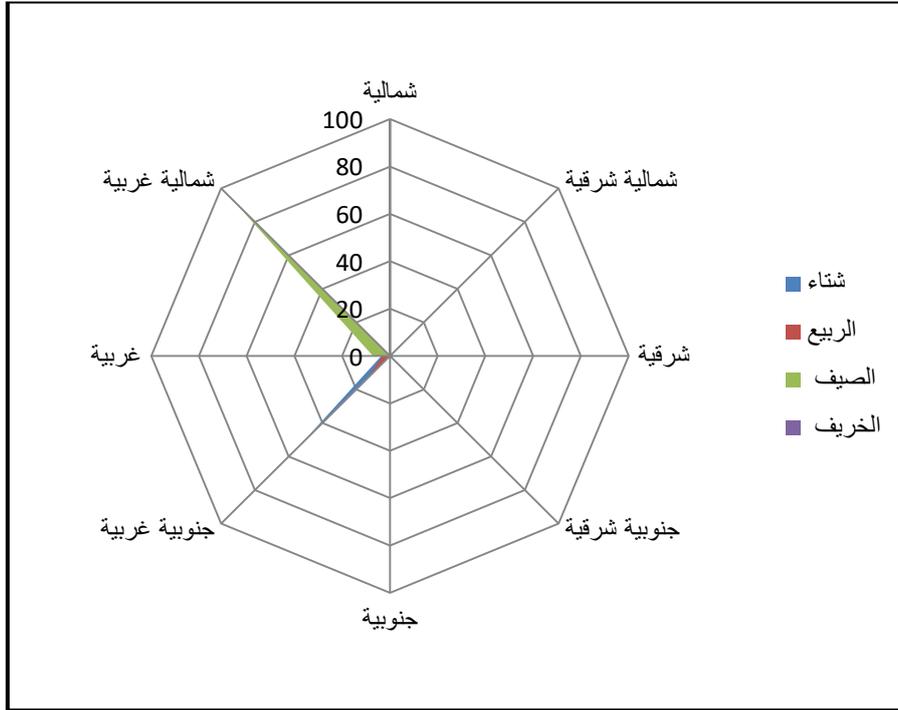
المجموع	شمالية غربية	غربية	جنوبية غربية	جنوبية	جنوبية شرقية	شرقية	شمالية شرقية	شمالية	اتجاه الرياح	الفصل	المحطة
									العدد والنسبة لكل فصل		
28	11	1	15	0	0	0	0	1	العدد	الشتاء	درنة
100	39.2	3.5	53.5	0	0	0	0	3.5	النسبة %		
30	25	1	4	0	0	0	0	0	العدد	الربيع	
100	83.3	3.3	13.3	0	0	0	0	0	النسبة %		
28	26	2	0	0	0	0	0	0	العدد	الصيف	
100	92.8	7.1	0	0	0	0	0	0	النسبة %		
25	17	0	8	0	0	0	0	0	العدد	الخريف	
100	68	0	32	0	0	0	0	0	النسبة %		

المصدر : بيانات المركز الارصاد الجوية، طرابلس.

جدول (5-1) تكرارات الرياح السنوية ونسبتها المئوية لمحطة شحات خلال الفترة (1980-2010م).

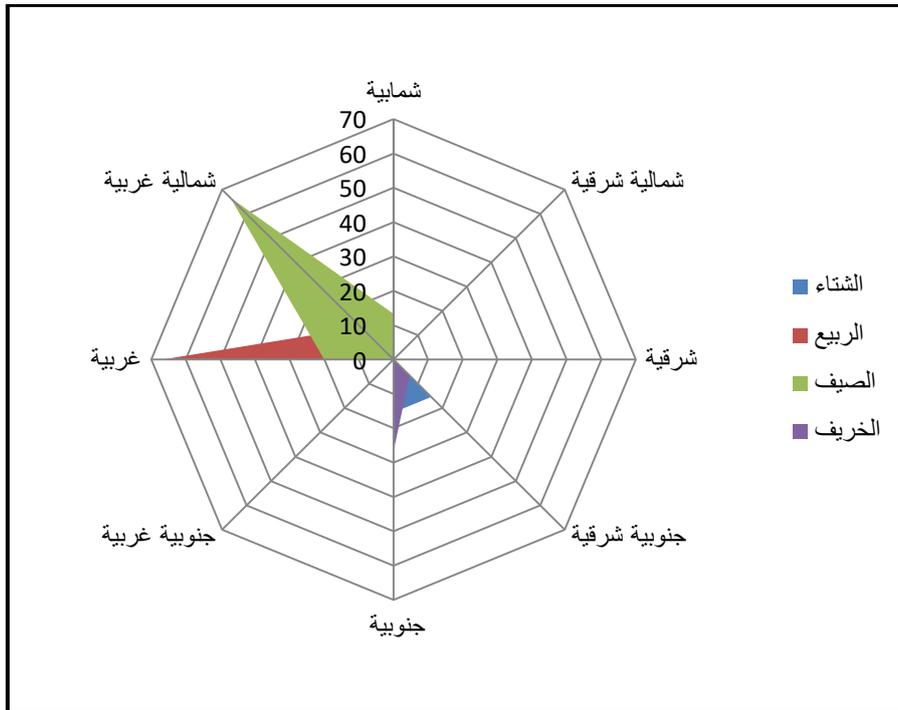
المجموع	شمالية غربية	غربية	جنوبية غربية	جنوبية	جنوبية شرقية	شرقية	شمالية شرقية	شمالية	اتجاه الرياح	الفصل	المحطة
									العدد والنسبة لكل فصل		
13	0	9	0	2	2	0	.0	0	العدد	الشتاء	شحات
100	0	69.2	0	15.3	15.3	0	0	0	النسبة%		
15	2	10	0	2	0	0	0	1	العدد	الربيع	
100	13.3	66.6	0	13.3	0	0	0	6.6	النسبة%		
15	10	3	0	0	0	0	0	2	العدد	الصيف	
100	66.6	20	0	0	0	0	0	13.3	النسبة%		
15	0	3	0	4	1	0	0	7	العدد	الخريف	
100	0	20	0	26.7	6.6	0	0	46.6	النسبة%		

المصدر : بيانات المركز الوطني للأرصاد الجوية، طرابلس.



المصدر: بيانات جدول (4-1).

شكل (8-1) وردة اتجاهات الرياح لمحطة درنة.



المصدر: بيانات جدول (5-1).

شكل (9-1) وردة اتجاهات الرياح لمحطة شحات.

2.3.2.1 سرعة الرياح بالعقدة في منطقة الدراسة:

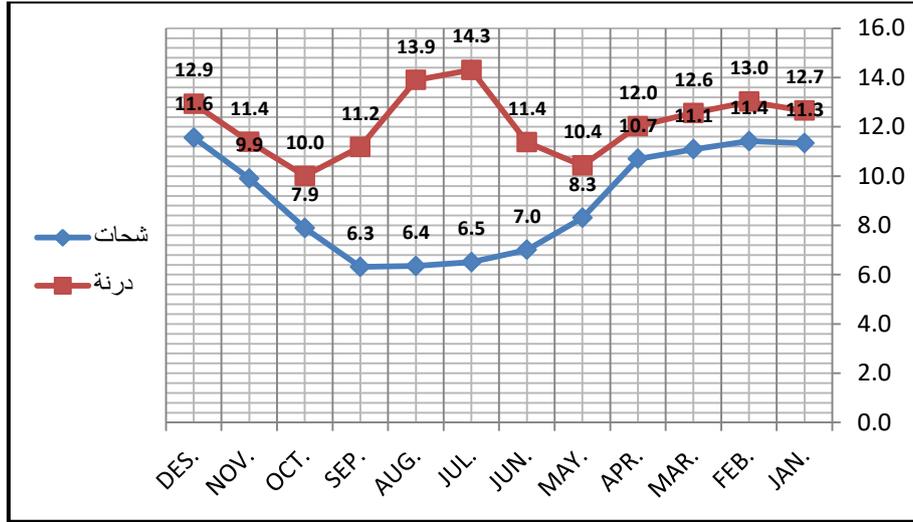
تلعب الرياح دوراً مهماً في عملية التعرية الهوائية فتعمل الرياح على تفكك مناطق ضعف الصخور وتحرك الفتات الصخري ونقل التربة من مكان إلى آخر، ويتأثر نشاط التعرية الهوائية بنسبة رطوبة التربة ونوعيتها وكمية الغطاء النباتي.

حيث يلاحظ من خلال جدول (6-1) أن هناك تباين في معدل سرعة الرياح في محطات الدراسة حيث يرجع هذا الاختلاف إلى الارتفاع عن مستوى سطح البحر وكثافة الغطاء النباتي، وتماشياً مع ما تم ذكره تزيد سرعة الرياح في محطة درنة حيث سجلت أعلى متوسط لها بنحو (14.3 عقدة) وهذا يرجع إلى موقعها الساحلي وقلة الغطاء النباتي وعدم وقوعها على الحافات الجبلية التي تعيق سرعة الرياح مما يعكس نشاط التعرية الهوائية في مناطق الساحلية للحوض ، أما في محطة شحات فتتخفص أقصى متوسط سرعة رياحها مقارنة بمحطة درنة حيث تبلغ (11.4 عقدة)، وبالنظر إلى شكل (10-1) يلاحظ أن هناك اختلافاً واضحاً بين منحني متوسط سرعة الرياح لمحطة درنة ومحطة شحات؛ ففي فصل الصيف يرتفع متوسط سرعة الرياح لمحطة درنة مقارنة مع محطة شحات التي تتخفص فيها سرعة الرياح في فصل الصيف.

جدول (6-1) متوسط سرعة الرياح بالعقدة في محطتي درنة وشحات خلال الفترة (1980-2010م).

الاشهر	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DES
شحات	11.3	11.4	11.1	10.7	8.3	7.0	6.5	6.4	6.3	7.9	9.9	11.6
درنة	12.7	13.0	12.6	12.0	10.4	11.4	14.3	13.9	11.2	10.0	11.4	12.9

المصدر : بيانات المركز الوطني للأرصاد الجوية، طرابلس.



المصدر: بيانات جدول (6-1)

شكل (10-1) متوسط سرعة الرياح بالعقدة في محطتي درنة وشحات.

4.2.1 الأمطار:

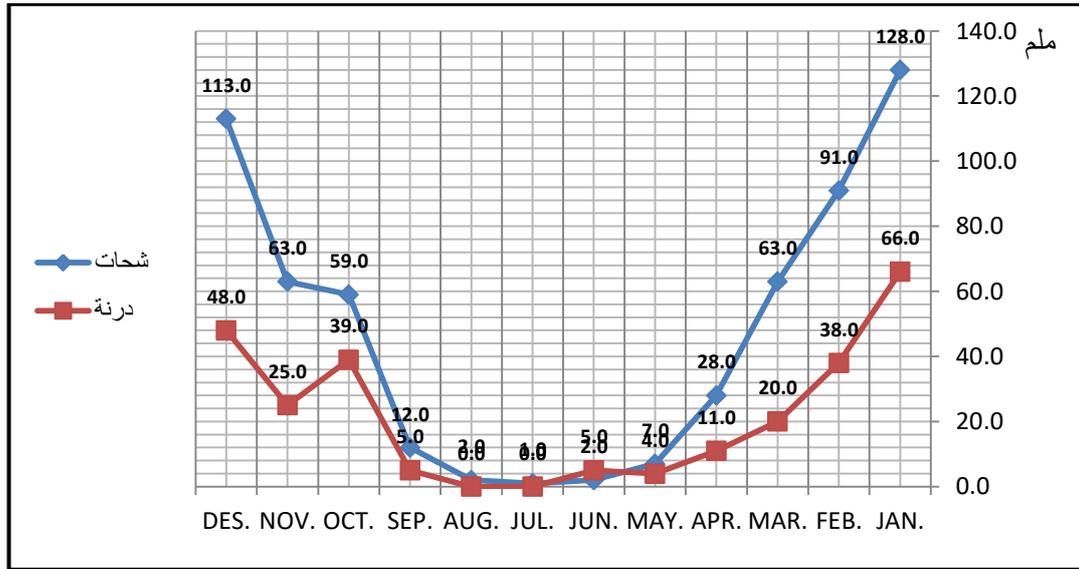
تعتبر الأمطار من أهم العناصر المناخية التي لها دور كبير في تشكيل الأودية، كما أنها تلعب دوراً هاماً وفعالاً في عمليات التجوية الكيميائية المختلفة، بحيث تعمل المياه الأمطار مع أشعة الشمس وطبيعة الخصائص الصخرية على إذابة مكونات الصخور الجيرية، فضلاً عن دور الأمطار الفعال في عمليات التعرية المائية فهي تنحت وتنقل وتجرف المفصلات الصخرية ثم تعمل على ترسيبها، بالإضافة إلى دورها في تحريك الرواسب وإنشاء السهول، كما تسبب في انهيار المصاطب الرسوبية بعد ترطيبها وغيرها من الأدوار التي يلعبها الماء.

ومن هذا المنطلق يلاحظ من هذا جدول (7-1) أن اختلافاً في كميات الأمطار بين محطتي درنة وشحات حيث سجلت أعلى مجموع شهري لكميات الأمطار بمحطة شحات وبلغ (128.0 ملم) في شهر يناير، أما محطة درنة أعلى مجموع شهري لكميات الأمطار في شهر يناير بنحو (66.0 ملم)، ويتضح مدى التباين في كميات الأمطار الساقطة على منطقة الدراسة الشكل (11-1)، ومن أهم الأسباب التي جعلت محطة شحات تتفوق على محطة درنة؛ موقعها الجغرافي حيث أنها تقع ضمن الحافة الثانية التي تعمل على إعاقة اتجاه الرياح؛ فتعمل على ارتفاعها وتكاثف بخار المياه فيها ومن ثم يحدث تساقط الأمطار المعروفة بالأمطار التضاريسية.

جدول (7-1) المجموع الشهري لكميات الأمطار بالمليمترا في محطتي درنة وشحات خلال الفترة (1980-2010م).

المحطة	الاشهر	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DES
شحات		128.0	91.0	63.0	28.0	7.0	2.0	1.0	2.0	12.0	59.0	63.0	113.0
درنة		66.0	38.0	20.0	11.0	4.0	5.0	0.0	0.0	5.0	39.0	25.0	48.0

لمصدر : بيانات المركز الوطني للأرصاد الجوية، طرابلس.



المصدر: بيانات جدول (7-1)

شكل (11-1) المجموع الشهري لكميات الامطار بالمليمترا في محطة درنة وشحات.

3.1 التربة:

تعد التربة المحصلة النهائية لعمليات التفاعل بين الصخور والمناخ والغطاء النباتي والتضاريس والزمن (غريري وآخرون، 1998، ص82)، وهي منطقة الحياة للكائنات الحية وعنصر من عناصر الطبيعة المهم الذي يتميز بالحركة والنشاط، ويختلف لفظ التربة من تخصص إلى آخر، فعند المهندس المدني تعني التربة المادة التي تقام عليها المباني المختلفة، ويرى متخصصو البيئة أن التربة تعني أحد مكونات النظام البيئي المهمة، وله مؤثراته المختلفة على الكائنات الحية ويحدث فيه عمليات كيميائية هامة، ومن التعريفات الشائعة للتربة: هي الطبقة التي تتكون من صخور متفككة من القشرة الأرضية وخليط من المواد العضوية والمعدنية التي تنمو فيها النباتات ويتراوح سمكها من سنتيمترات إلى أمتار (شفيق، 2011، ص36-37)، وتعتبر معظم ترب الجبل الأخضر من الترب المحلية أو

المتبقية التي تكونت وتطورت من الصخور الكلسية المكون الرئيسي للجبل الأخضر، ونظراً لتفاوت كميات الأمطار الساقطة وطبيعة تضاريس الجبل الأخضر فإنه عادة ما يتم نقل التربة إلى الساحل و المصطبة الأولى والثانية وقيعان الأودية، أما التربة المستقلة يمكن إيجادها في حالة استواء السطح(نوح وآخرون،2014، ص ص11-12)، ولسيادة المناخ شبه الرطب (البحر المتوسط) في الجبل الأخضر، تسود التربة الحمراء المعروفة باسم تيراروسا (Terra rossa) أو رندزينا (Rendzina)، وكما تتعرض أراضي الجبل الأخضر لموجات متباينة من عمليات التعرية وذلك حسب عوامل كثيرة لعل أهمها درجة وطول الانحدار فكلما زاد انحدار السطح تعرضت التربة للانجراف، فضلاً عن دور الأمطار والصفات البيولوجية للتربة، والنشاطات البشرية(الزوام،1984،ص34)، وحسب دراسة شركة سلخوز بروم أكسبورت الروسية (1980) تم تصنيف التربة في حوض وادي الناقة الموضحة في شكل(1-12) وجدول(1-8) على النحو التالي:

1.3.1 تربة الحشائش الجيرية الضحلة (Rendzinas):

ينتشر هذا النوع من التربة على مساحة تقدر بنحو(222.7 كم²) بنسبة (68.9%) من إجمالي مساحة حوض وادي الناقة، فالرندزينا هي تربة جيرية ضحلة تتكون فوق الصخور الجيرية لمرتفعات الجبل الأخضر وخاصةً في المناطق التي تستقبل الأمطار بمعدل (400-600 ملم/سنة) وبالرغم من استقبالها لكميات هطول جيدة إلا أن عمليات الغسيل ونقل وتكوين الطين السيلكاتي تتعرق؛ نظراً لطبيعة مواد الأصل التي تتكون منها هذه التربة الغنية بكربونات الكالسيوم و نيتروجين والمواد العضوية (بن محمود،1995، ص ص 205-207)، ويرتبط انتشار هذه التربة بحدود انتشار المناخ شبه الرطب كما أنها جيدة لنمو الغابات وأشجار الفاكهة، فقوامها طيني، وتتراوح نسبة حموضتها ما بين البسيط إلى المتوسط (بن خيال،1995، ص 584)، ولذلك من خلال الصور الجوية عادة ما ينتشر الغطاء النباتي المتوسط الكثافة والمزارع ضمن نطاق هذه التربة، صورة(1-6).

2.3.1 تربة البحر المتوسط (Terra rossa):

يطلق على هذه التربة عدة مسميات منها تربة التيراروسا (Terra Rossa) كلمة إيطالية وتعني الأرض الحمراء كما تسمى أيضا بالتربة الحديدية السليكاتية الحمراء (Red Ferrosiallitic)، حيث تكونت هذه التربة من مواد مصدرها الحجر الجيري الغني بأكاسيد الحديد وتشمل الرواسب الناتجة عن عملية تجوية الصخور و رواسب المنحدرات ورواسب

الوديان ورواسب مسيلات المجاري المائية (بن خيال، المرجع السابق، ص200)، وتنتشر التربة البحر المتوسط في حوض وادي الناقة بمساحة تقدر بنحو (44.9 كم²) وتشكل (13.9%) من مساحة الحوض.

3.3.1 التربة الجبلية القرفية (*Siallitic cinnamon soils*):

تنتشر هذه التربة في مناطق مرتفعة من حوض وادي الناقة التي يتراوح ارتفاعها ما بين (500-600 متر) تقريباً بمساحة تقدر بنحو (14.7 كم²) وبنسبة (4.5%) من إجمالي مساحة الحوض، حيث تتميز هذه التربة بغياب أفق الترسيب مثل الطيني والصودي والأوكسيك وغيرها كما أنها من التربة قليلة التطور (Incptisois)، وتظهر هذه التربة في مجاري الأودية وتحديداً في مجاري وادي سرسرة والبطوم، أما مواد أصل هذه التربة متباينة؛ تشمل رواسب الوديان ورواسب المسيلات المائية المختلطة مع رواسب الوديان ورواسب المنحدرات المختلطة مع نواتج الصخور الملحية، وغالبية هذه الرواسب من نواتج تجوية الصخور الرسوبية وقليل منها نواتج تجوية الصخور النارية (بن محمود، المرجع السابق، ص210-213).

4.3.1 التربة البنية الحمراء الجافة (*Reddish Brown Arid Soils*):

تتميز هذه التربة بقوامها الثقيل نسبياً ولونها الأحمر وانخفاض محتواها من المادة العضوية والأملاح المائية (المرجع السابق، ص ص 194-195)، تتركز هذه التربة بحوض وادي الناقة في المناطق التي يتراوح المعدل السنوي لسقوط الأمطار فيها ما بين (180-300 ملم/سنة)، حيث تشغل مساحة تقدر بنحو (3.6 كم²) بنسبة (1.1%) من مساحة حوض وادي الناقة.

5.3.1 التربة المندمجة الداكنة (*Dark compacted soils*):

يطلق عليها اسم التربة القلابية (Vertisols) وتمثل هذه التربة أصغر مساحة من حوض وادي الناقة بنحو (2.8 كم²) بنسبة (0.8%) من المساحة الكلية للحوض، وتكون هذه منفردة أو مع التربة القرفية الجبلية أورندزينا، وتتميز هذه التربة بقوامها الطيني والنفاذية المنخفضة رديئة التصريف، كما تتميز بارتفاع نسبة كربونات الكالسيوم حيث تصل إلى (30%) وانخفاض المادة العضوية بنحو (2%) (تقرير الغطاء النباتي، 2005، ص137)..

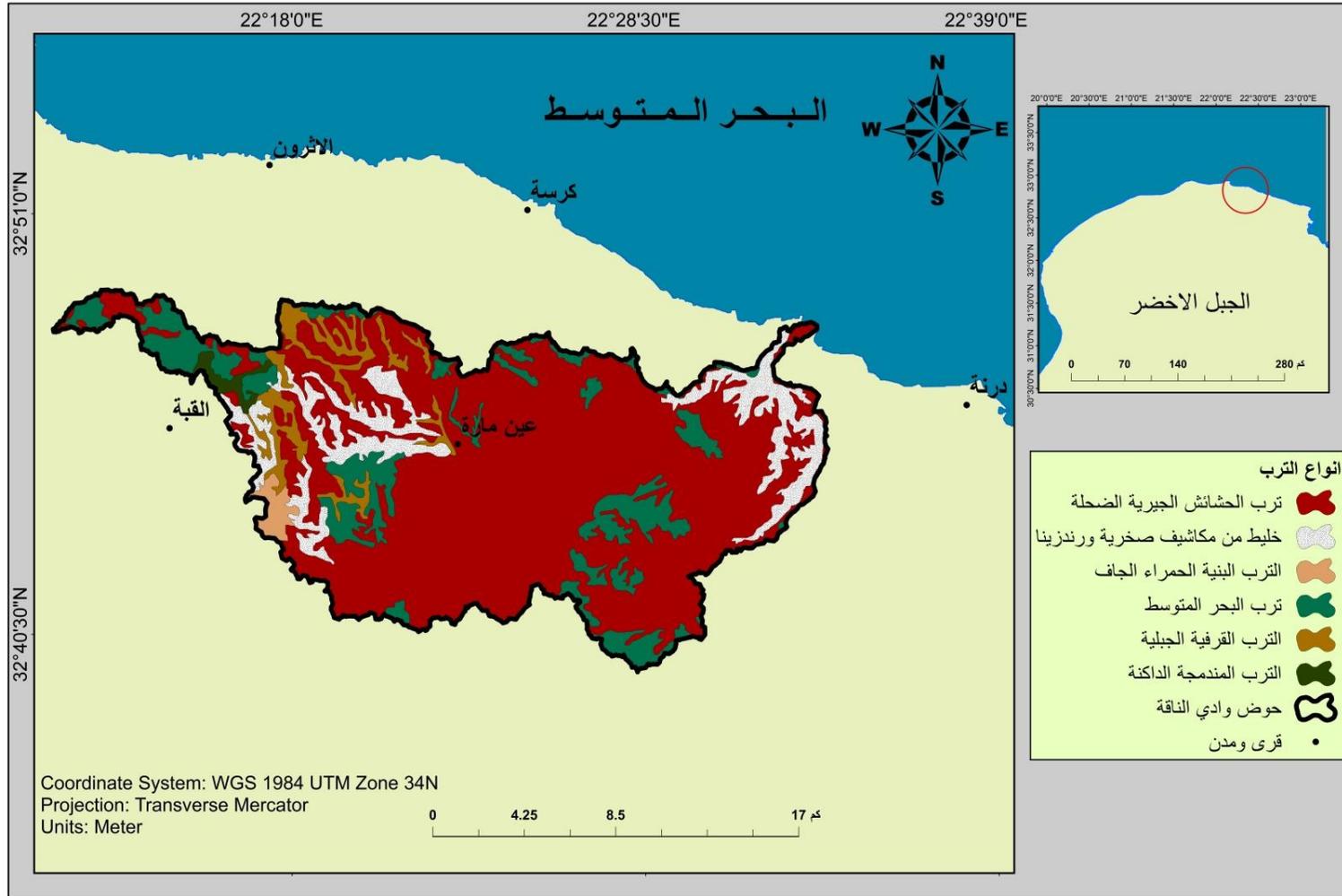
6.3.1 تكوينات اللاترايبية – النتوءات الصخرية (*Roc outcrops*):

تتميز التكوينات اللاترايبية بضعف النشاطات الحيوية التي يتم بموجبها حدوث وتطوير التربة وأهم ما يميز هذه الفئة وجود فواصل وشقوق عميقة مما يسمح لبعض النباتات النمو فيها(المرجع السابق،ص 142)، وتشكل هذه الفئة مساحة(34.1كم²) نسبة (10.5%) من المساحة الكلية لحوض وادي الناقة، صورة (1-7).

جدول (1-8) مساحات الترب في حوض وادي الناقة.

النسبة (%)	المساحة (كم ²)	انواع التربة
68.9	222.7	ترب الحشائش الجيرية الضحلة
0.8	2.8	الترب المندمجة الداكنة
1.1	3.6	الترب البنية الحمراء الجافة
10.5	34.1	خليط من مكاشيف صخرية ورنديزينا
4.5	14.7	الترب القرفية الجبلية
13.9	44.9	ترب البحر المتوسط
100	322.8	المجموع

المصدر: من حسابات الطالبة بالاعتماد على خرائط شركة سلخوز بروم اكسبورت مقياس رسم 1:50000 وبرنامج (ArcMap10.7).



المصدر: إعداد الطالبة بالاعتماد على خرائط شركة سلخوز بروم اكسيورت مقياس رسم 1:50000 وبرنامج (ArcMap10.7).

شكل (12-1) أنواع الترب في حوض وادي الناقة.



المصدر: الدراسة الميدانية بتاريخ 2022/11/23م.

صورة (6-1) تربة الحشائش الجيرية الضحلة (Rendzinas) في حوض البطوم الفرعي.



المصدر: الدراسة الميدانية بتاريخ 2022/11/23م.

صورة (7-1) تكوينات التووعات الصخرية (Roc outcrops) في المصب.

4.1 الغطاء النباتي:

تعد النباتات الطبيعية نتاجاً لمجموعة عوامل أهمها : المناخ، ومظاهر السطح، والتربة، ولا جدال في أن المناخ بعناصره المختلفة هو العامل الرئيسي والفعال الذي يؤثر في وجود النباتات الطبيعية، ويحدد الأقاليم النباتية الرئيسية وصفاتها الخاصة، وعلى الرغم من ذلك فإن الاختلافات المحلية في مظاهر السطح ونوع التربة هي المسؤولة في الغالب عن اختلافات النباتات في بعض الأماكن عن نباتات أماكن أخرى، حتى في داخل الإقليم النباتي الواحد (غريري واخرون، 1998، ص226).

يُعد إقليم الجبل الأخضر من أهم المناطق النباتية في ليبيا، حيث يتمتع بيئة متميزة وموطن لغابات دائمة الخضرة فضلاً عن تنوعها الحيوي فتضم أكثر من 53% من إجمالي أنواع النباتات المنتشرة في ليبيا، إذ يصل عدد الأنواع النباتية بهذه المنطقة حوالي (1100 نوعاً) من إجمالي الأنواع النباتية في ليبيا المقدر عددها بحوالي (2000 نوع) كما يوجد نحو (75 نوعاً) من النباتات لا تنمو إلا في هذه المنطقة من العالم كله وهي تشكل (4%) من مجموع الأنواع النباتية في ليبيا(تقرير الغطاء النباتي، 2005، ص85).

ومن العوامل البيئية التي أدت إلى التنوع البيولوجي للغطاء النباتي في إقليم الجبل الأخضر؛ ارتفاع كميات الأمطار الساقطة وطبيعة الترب والتضاريس و درجات الحرارة حيث يسود به مناخ البحر المتوسط فضلاً عن وجود نطاقات مناخية مختلفة حيث توجد مناطق شبة رطبة حول البيضاء ومسة وشحات، وتليها المنطقة شبة الجافة التي تمتد من الساحل شمالي الشرقي في درنة إلى بنغازي غرباً (بيومي وآخرون، 1998، صص 180-181)، حيث أدت العوامل البيئية إلى ظهور تكوينين رئيسين للغطاء النباتي هما تكوين الماكي (*Maquis Formation*) وتكوين السهوب (*Steppe Formation*) حيث ينتشر التكوين الأول في المناطق الشمالية الساحلية والمناطق المرتفعة من الجبل الأخضر التي تستقبل كميات أمطار كبيرة نسبياً، بينما التكوين الثاني ينتشر في المناطق الداخلية للجبل الأخضر والمناطق الساحلية في شرقه وغربه وهي مناطق منخفضة الارتفاع وقليلة الأمطار(بيومي وآخرون، 1999، ص151)، وبالتالي فإن حوض وادي الناقة يتمتع بالغطاء النباتي من تكوين الماكي كما هو موضح في صور (1-8).



المصدر: دراسة ميدانية بتاريخ 2022/11/23م.

صورة (8-1) الغطاء النباتي تكوين الماكي (*Maquis Formation*) في المحابس العليا للحوض.

فيما يأتي عرض لأهم أنواع الغطاء النباتي في منطقة الدراسة، صور (1-9)،
صور(1-10):

1.4.1 الأشجار:

تنتشر في منطقة الدراسة بعض الأشجار المعمرة دائمة الخضرة التي تتنوع من حيث كثافتها وفصائلها، ومن أهمها العرعار والشماري و الخروب والزيتون البري، و تكمن أهميتها في حماية التربة من الانجراف وتعيق كميات كبيرة من الرواسب وتمنعها من النقل أثارها في تجوية الميكانيكية والحيوية حيث تتغلغل بجذورها في الصخور فتؤدي مع مرور الوقت إلى تحطمها وتكسرها وفيما يأتي عرض لبعض أشجار منطقة الدراسة:

• العرعر [عرعار] (*Juniperus Phoenicea*):

ويطلق على شجرة العرعار محلياً اسم (الشعرة) وتعد أكثر الغابات انتشاراً في الحوض؛ حيث تنمو على جميع الارتفاعات وجميع أنواع الترب وتنتشر متفرقة مع نباتات أخرى ويتراوح ارتفاعها ما بين (6-12م) وهي شجرة أفرع شبيهة بالحبال، الأوراق حرشفية وفيها الثمرة كروية قطرها (7-15 ملم)، ولونها أحمر لامع(بيومي،2006،ص84).

• الصنوبر الحلبي (*Pinus halepensis*):

شجرة صنوبرية تنمو على سفوح الأودية برياً في شمال شرق الجبل الأخضر، ويصل ارتفاعها (10متر)، وهي أشجار بطيئة النمو حيث تستغرق نحو (60-80 سنة) ليكتمل نموها وتستغل كمصدات للرياح، إلى جانب استغلالها في الأغراض الصناعية كصناعة الأخشاب (شرف،1971،ص145).

• الشماري (*Arbutus Pavarii*):

وهو من النباتات المستوطنة في المنطقة، وينتشر بكثافة في المناطق التي تغزر فيها الأمطار بينما تقل كثافتها في المناطق المستوية والمنخفضة، وهو نبات دائم الخضرة، وثماره تستغرق سنة كاملة لكي تصل إلى مرحلة النضج، لذلك يتزامن نضج الثمار مع تكون الأزهار الجديدة(علي،2003،ص ص 59-74).

• الخروب (*Ceratonia silique*):

يعتبر من أقدم الأشجار التي وجدت على سطح الأرض وهي شجرة كبيرة دائمة الخضرة، تنمو في جميع الارتفاعات، حيث يكثر وجودها في المناطق القريبة من الساحل وفي بعض الأودية (عبد وآخرون، 2007، ص1).

• الزيتون الجبلي (*Olea europaea – oleaster*):

الزيتون الجبلي من النباتات القديمة جداً، ويرجع البعض أصل زراعتها إلى الرومان واليونان وتغطي الحافات والوديان في الجبل الأخضر، وهي شجرة أو شجيرة لها أغصان شائكة، والأوراق غالباً ما تكون صغيرة رمادية اللون، بينما تكون خضراء وملساء على السطح العلوي، الثمرة لها جزء لحمي رقيق.

• البطوم (*Pistacia atlantica*):

شجرة لها ساق قائم جيد التكوين، الأوراق مركبة أحادية ذات أعناق مجنحة، الثمرة خضراء وتتحول إلى أزرق داكن عند النضج (قبي وآخرون، 2022، ص43).



المصدر: الدراسة الميدانية بتاريخ 2022/11/23م.

صورة (1-9) بعض أنواع الأشجار.

2.4.1 الشجيرات:

وهي نباتات طبيعية تظهر في صورة شجيرات معمرة دائمة الخضرة ومقاومة للجفاف وتنتشر بنسب متفاوتة في منطقة الدراسة منها الزهيرة (*Phlomis Flocose*) والإكليل (*Rosmarinusoffcinals*) والحارة (*Diplotaxisharra*) والزريقة (*Giobulariaalypum*) وعين الذيب (*Prasiummalus*) والتفاح البري (*Limoniastrummonopetalum*) والزعتر (*Nervo Microme*) والقميلة (*Torilis arvensis*) (لشهب، 2020، ص 60).

3.4.1 الأعشاب الحولية أو الموسمية:

وهي تلك النباتات التي تعيش لموسم واحد وتحديداً بعد هطول الأمطار، وهي في مجملها نباتات عشبية قزمية مزهرة خضراء غير سامة في أغلبها، وقد تموت وتترك جذورها لتنمو مع الموسم المطري ومن أمثالها الحشائش الحولية التي تظهر بعد هطول الامطار في حوض وادي الناقة والقعمول والعنصل والرينش والسكران والكريشة وعشبة الأرنب وغيرها من النباتات التي تتواجد بنسب مختلفة حسب معدل هطول الأمطار في منطقة الدراسة.



المصدر: الدراسة الميدانية بتاريخ 2022/2/20م، و 2022/11/23م.

صورة (1-10) بعض الشجيرات والأعشاب الحولية.

الفصل الثاني

الخصائص التضاريسية حوض وادي الناقة

المقدمة.

1.2 تضاريس حوض وادي الناقة:

1.1.2 خصائص ارتفاعات السطح بحوض

وادي الناقة.

2.1.2 خصائص المنحدرات في حوض

وادي الناقة.

3.1.2 اتجاهات انحدارات سطح الحوض.

2.2 القطاعات التضاريسية:

1.2.2 المقاطع الطولية.

2.2.2 المقاطع العرضية.

المقدمة:

يُعد حوض وادي الناقة جزءاً من إقليم الجبل الأخضر الذي يقع في الجزء الشمالي الشرقي، يحده من الشمال البحر المتوسط ومن الشرق خليج البمبة ومن الغرب خليج سرت ومن الجنوب الصحراء الكبرى، وبالاعتماد على تحليل نموذج الارتفاعات الرقمية (DEM) للجبل الأخضر يمكن القول إن مساحة أراضي إقليم الجبل الأخضر حوالي (37600 كم²) وبالنظر إلى شكل (1-2) يلاحظ أن المساحة التي يشغلها الجبل الأخضر تمتد بشكل مائل وتوزع مساحته بصورة غير منظمة، فمن الشمال تنحدر أراضي الجبل انحداراً شديداً بحيث تظهر ثلاث حافات رئيسية شديدة الانحدار بينما في الجنوب تنحدر أراضي الجبل الأخضر بصورة تدريجية فالحافات الثلاث تكاد تكون واضحة.

استناداً لما سبق وبالاعتماد على نموذج الارتفاعات الرقمية (DEM) تم إعداد خريطة طبوغرافية توضح التضاريس العامة لإقليم الجبل الأخضر وتتمثل في أربع وحدات تضاريسية موضحة في الآتي:

1. النطاق الساحلي والأراضي السهلية :

يحيط النطاق الساحلي يحيط بالجبل الأخضر من جميع الاتجاهات المطلية على البحر إلا أنه اتساعه يختلف من مكان إلى آخر، بحيث يظهر على شكل شريط ضيق يكاد يختفي يمتد من رأس عامر مروراً برأس الهلال وحتى مدينة درنة في الشمال والشمال الشرقي لإقليم الجبل الأخضر، بحيث تكاد تشرف الحافة الأولى للجبل على البحر المتوسط مباشرةً، ومن ثم يبدأ هذا النطاق الساحلي بالاتساع من ساحل رأس التين حتى خليج البمبة وتضيق مساحته مرة أخرى بالاتجاه نحو الشرق، في حين يظهر السهل الساحلي بصورة واضحة في شمال غرب إقليم الجبل الأخضر؛ تحديداً في السهل الممتد ما بين قرية الزويتينة في الجنوب وحتى توكرة في الشمال، أما من الغرب فيمتد من ساحل خليج سرت الشرقي وحتى الحافة الأولى للجبل الأخضر في الغرب، ويضم هذا النطاق أيضاً الأراضي الجنوبية المنخفضة في جنوب الجبل الأخضر؛ نظراً لوجود مجموعة من شبكات التصريف كوادي القرنة ووادي الرملة ووادي الحمامة ووادي سمالوس وغيرها من أحواض التصريف التي ينشأ من قمم الجبل الأخضر وتصب في تلك المنخفضات التي تعرف محلياً باسم أراضي (البلط) التي تتميز بانحدار سطحها بصورة تدريجية في تلك الأراضي على ارتفاع يقدر بنحو (100-150 متر) وبالبلطة هي عبارته عن بحيرة مؤقتة تمتد على أرض منبسطة وتحيط بها التلال من ناحية الجنوبية وتفصلها

عن الصحراء الكبرى وبالتالي فهي تعد آخر امتداد لإقليم الجبل الأخضر من الناحية الجنوبية (الحنفي، 2012، ص1198)، كما تجدر الإشارة إلى المساحة التي تحتلها المناطق السهلية سواءً كانت ساحلية أو جنوبية فهي تغطي مساحة تقدر بنحو (18716 كم²) أي بنسبة (49.7%) من المساحة الكلية لإقليم الجبل الأخضر.

2. الحافة والمصطبة الأولى:

تبدأ هذه الحافة بعد نهاية السهل الساحلي باتجاه الجنوب حيث تظهر على هيئة حافة شديدة الانحدار يتراوح متوسط ارتفاعها ما بين (250-300 متر) فوق مستوى سطح البحر إلا أن ارتفاعها يختلف من مكان إلى آخر حيث يبلغ ارتفاعها (450 متر) في المنطقة الواقعة ما بين سوسة ورأس الهلال (الهوام، 1995، ص111)، فبالصعود على هذه الحافة نصل إلى أراضي المصطبة الأولى التي تنتشر بها بعض القرى منها قرية سيدي خالد وقرية المنصورة والمرج والأبيار وقصر ليبيا، وهي مصطبة طويلة تمتد بشكل عام بنفس اتجاه الساحل من الغرب إلى الشرق إلا أن اتساع هذه المصطبة يختلف من مكان إلى آخر فهي تظهر وبشكل واسع في الأجزاء الغربية عند منطقة المرج والأبيار بينما تضيق مساحتها في الأجزاء الشرقية، وتجدر الإشارة إلى أن المساحة التي تحتلها الحافة والمصطبة الأولى تقدر بحوالي (13437 كم²) أي ما يعادل نسبة (35.7%) من إجمالي مساحة إقليم الجبل الأخضر.

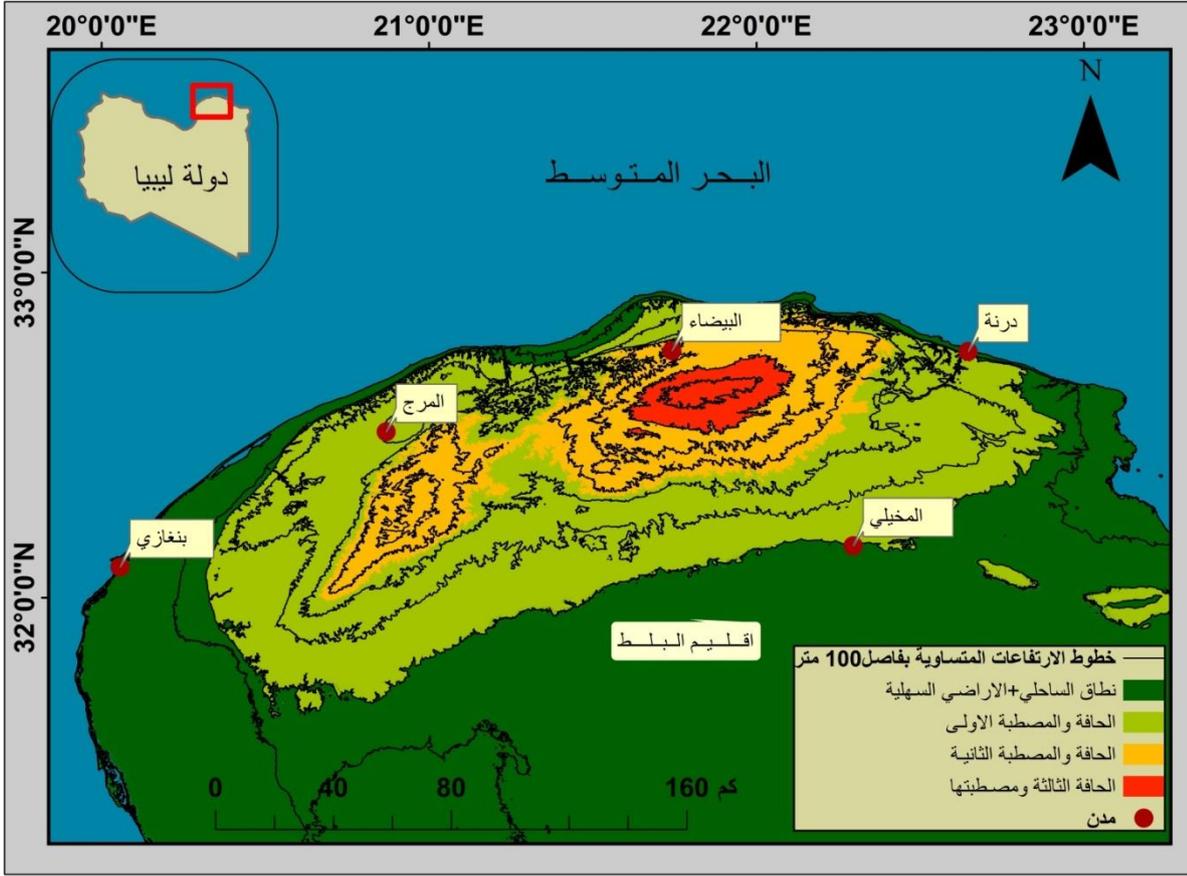
3. الحافة والمصطبة الثانية:

تبدأ الحافة الثانية عند نهاية المصطبة الأولى باتجاه الداخل عند ارتفاع يقدر بنحو (450-600 متر) فوق مستوى سطح البحر، وهي حافة لا تختلف كثيراً عن الحافة الأولى من حيث شدة الانحدار، فبالصعود على هذه الحافة نصل إلى أراضي المصطبة الثانية التي تظهر على هيئة تلال تفصلها مجموعة كبيرة من روافد الأودية العميقة للمصطبة الأولى والنطاق الساحلي، كما تغطي الحافة الثانية ومصطبتها مساحة تقدر بنحو (4688.8 كم²) أي ما يعادل (12.4%) من المساحة الكلية لإقليم الجبل الأخضر، وتنتشر على هذه المصطبة العديد من المدن؛ لعل من أهمها مدينة البيضاء و شحات والقبة وقرية عين مارة.

4. الحافة الثالثة ومصطبتها:

تمتد هذه الحافة بمصطبتها لمساحة تقدر بحوالي (757.5 كم²) أي بنسبة (2%) من إجمالي مساحة إقليم الجبل الأخضر، حيث تبدأ الحافة الثالثة عند نهاية المصطبة الثانية التي يبلغ متوسط ارتفاعها (650 متر) وهي حافة قليلة الارتفاع والانحدار مقارنة بالحافتين السابقتين، وتظهر بعد هذه الحافة المصطبة الثالثة أراضٍ متضرسة محدودة المساحة تضم

أعلى قمة في الجبل الأخضر التي ترتفع بحوالي (880 متر) فوق مستوى سطح البحر وتعرف بقمة سيدي محمد الحمري، كما توجد بها بعض القرى كالفائدية وسلنطة والقيقب.



المصدر: إعداد الطالبة بالاعتماد على تحليل نموذج الارتفاعات الرقمية (DEM) وبرنامج (Arcmap10.7).

شكل (1-2) تضاريس إقليم الجبل الاخضر.

1.2 تضاريس حوض وادي الناقة:

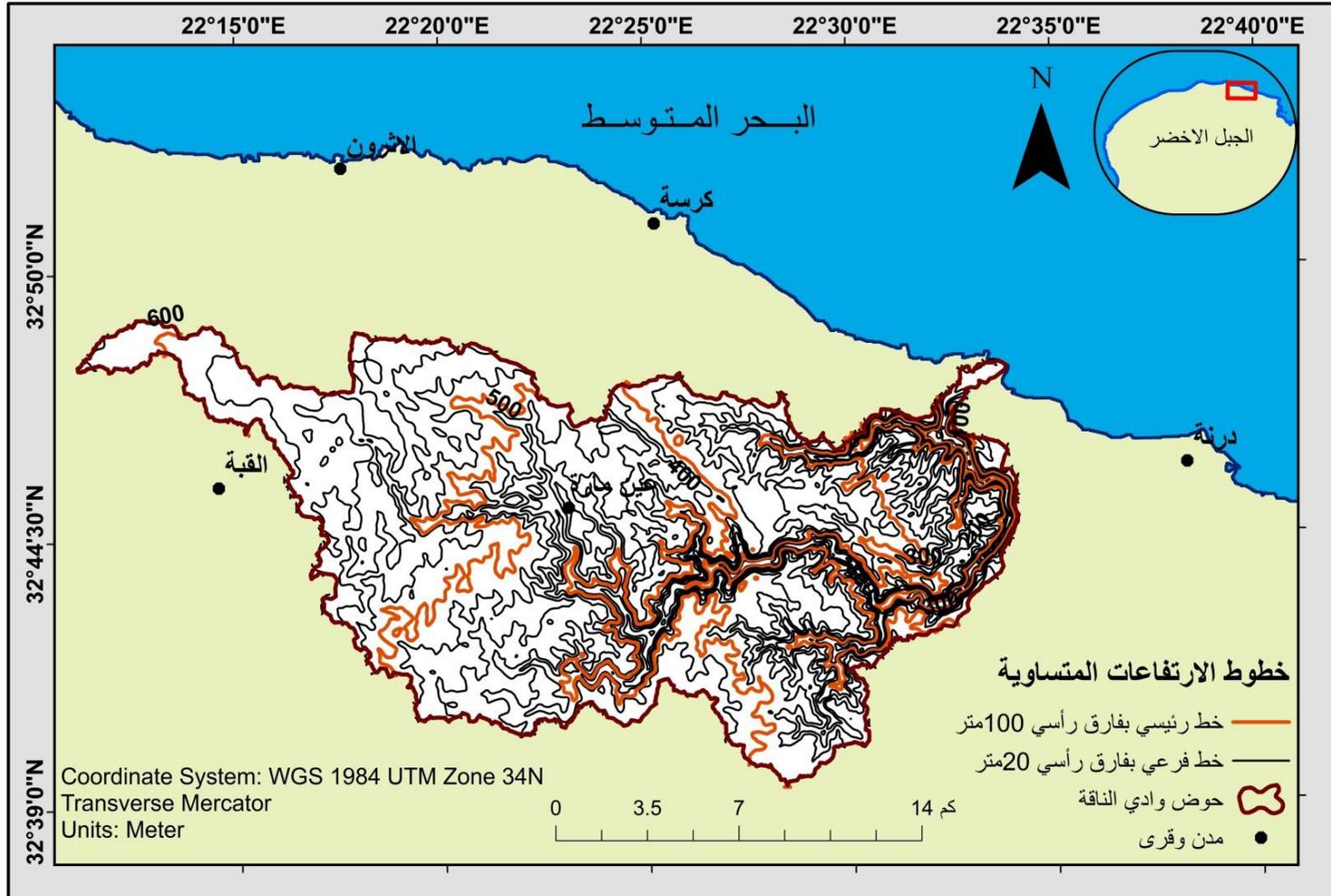
من المتعارف عليه أن أحواض التصريف النهرية؛ عبارة عن وحدة طبوغرافية وهيدرولوجية تضم جميع روافد النهر من الأجزاء العليا وحتى المصب ويحدد هذا الحوض بواسطة مجموعة من الخطوط الوهمية؛ أي لا توجد في الواقع ويطلق عليها اسم خط تقسيم المياه والتي تؤخذ بالمناسيب المرتفعة فتعمل على ضم الحوض الذي يستقبل مياه الأمطار الهائلة عليه فتتحول إلى جريان مائي سطحي بفعل طبيعة انحدار السطح فينتقل من أعالي الحوض عند خط تقسيم المياه وحتى المصب، وبالتالي فإن طبيعة تضاريس المنطقة هي المتحكمة بسرعة واتجاه هذا الجريان، ولفهم طبيعة تضاريس حوض وادي الناقة تم دراسته على نحو التالي:

- ارتفاعات حوض وادي الناقة(خطوط الارتفاعات المتساوية- مساحات الارتفاعات).
- خصائص المنحدرات في حوض وادي الناقة :
 - انحدارات السطح من حيث الشكل.
 - درجات انحدار سطح الحوض.
 - اتجاهات الانحدارات سطح الحوض.
- تحليل القطاعات التضاريسية الطولية والعرضية للمجرى الرئيسي لحوض وادي الناقة.

1.1.2 خصائص ارتفاعات السطح بحوض وادي الناقة:

1.1.1.2 خريطة الارتفاعات المتساوية (Contour Map):

تعد الخريطة الارتفاعات المتساوية من الطرق البحث العلمي التي تستخدم لتمثيل تضاريس سطح الأرض فهي تساهم في تحديد السمات الجيومورفولوجية للمناطق التي تمثلها تلك الخرائط، فالخرائط الكنتورية هي الوسيلة التي يمكن من خلالها دراسة طبيعة انحدارات سطح الحوض بحيث تعد دليلاً وافياً وواضحاً لارتفاعات سطح الأرض، ومن خلال استخدام برنامج (ArcMap 10.7) والاعتماد على تحليل نموذج الارتفاعات الرقمية (DEM) تم استخراج خطوط الارتفاعات المتساوية لحوض وادي الناقة، الشكل(2-2) يبين أن سطح حوض وادي الناقة ينحدر بصفة عامة من الجنوب الغربي حيث المنابع العليا للحوض واقعة على ارتفاع (629 متر) إلى الشرق حيث أراضي وسط الحوض ثم يتجه صوب الشمال الشرقي وصولاً إلى مصبه في البحر، ويدل التقارب الشديد لخطوط الارتفاعات المتساوية من ارتفاع (40-100 متر) شمالاً على شدة انحدار الحافة الأولى، أما الحافة الثانية فتبدأ من وسط الحوض من ارتفاع (420 متر) تقريباً.



المصدر: إعداد الطالبة بالاعتماد على تحليل نموذج الارتفاعات الرقمية (DEM) وبرنامج (ArcMap10.7).

شكل (2-2) خريطة خطوط الارتفاعات المتساوية لحوض وادي الناقة.

2.1.1.2 خريطة مساحات الارتفاعات بحوض وادي الناقة:

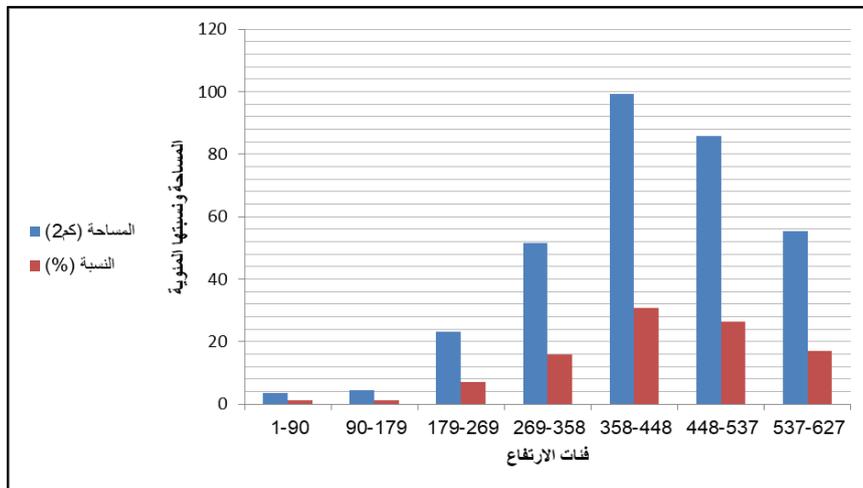
تحظى دراسة خرائط الارتفاعات بأهمية كبيرة في جميع المجالات العلمية عامة، وفي الدراسات الجيومورفولوجية خاصة لما تقدمه من معلومات مساحية دقيقة، فخرائط الارتفاعات كغيرها من الخرائط الطبيعية لها تأثير على عناصر المناخ ودرجات الانحدار والتي بدورها تؤثر على أنظمة الجريان السطحي بمنطقة ما.

يتضح شكل (3-2) وشكل (4-2)، وجدول (1-2) أن الأراضي التي يقل ارتفاعها عن (269 متر) الواقعة في شمال الحوض تغطي مساحة تقدر بنحو (30.9 كم²) أي ما يعادل (9.5%) من إجمالي مساحة الحوض، أما الأراضي التي يتراوح ارتفاعها بين (270 متر و448 متر) وبلغت مساحتها (150.8 كم²) أي ما يعادل (46.7%) من إجمالي المساحة، أما مساحة الأراضي التي يتراوح ارتفاعها بين (450 متر و629 متر) قد وصلت إلى (141.1 كم²) بنسبة (43.7%) من إجمالي مساحة الحوض، وهذا يعني أن معظم مساحة الحوض تمتد فوق سطح المصطبة الأولى والثانية للجبل الأخضر.

جدول (1-2) فئات ارتفاعات حوض وادي الناقة.

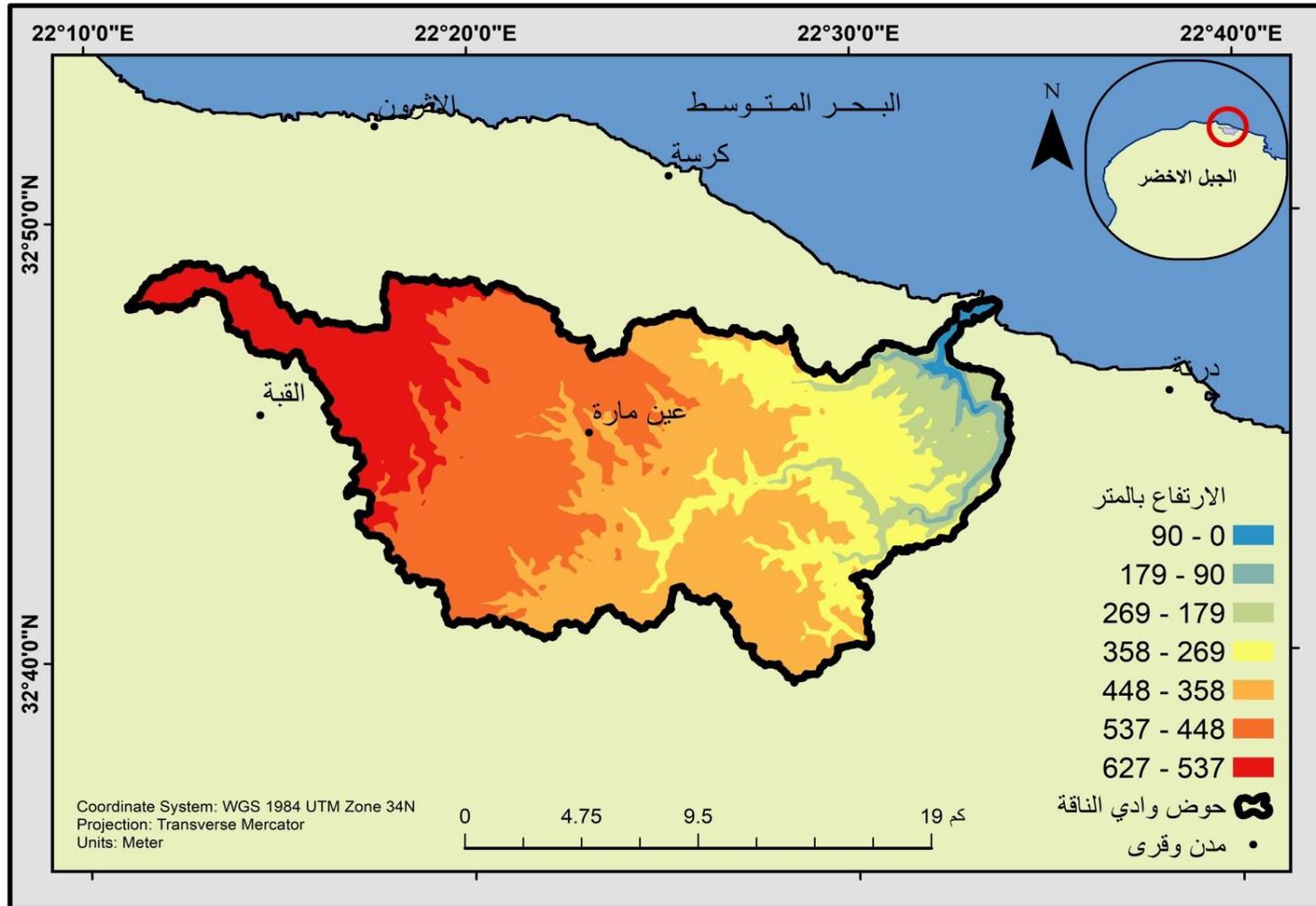
النسبة (%)	المساحة (كم ²)	فئات الارتفاع (م)
1.08	3.5	90-1
1.3	4.3	179-90
7.1	23.1	269-179
15.9	51.6	358-269
30.7	99.2	448-358
26.5	85.8	537-448
17.1	55.3	627-537
100	322.8	المجموع

المصدر: من حسابات الطالبة بالاعتماد على تحليل نموذج الارتفاعات الرقمية (DEM).



المصدر: بيانات جدول (1-2).

شكل (3-2) نسبة مساحة الارتفاعات لكل فئة في الحوض .



المصدر: إعداد الطالبة بالاعتماد على تحليل نموذج الارتفاعات الرقمية (DEM) وبرنامج (ArcMap10.7).

شكل (4-2) خريطة فئات الارتفاعات في حوض وادي الناقعة.



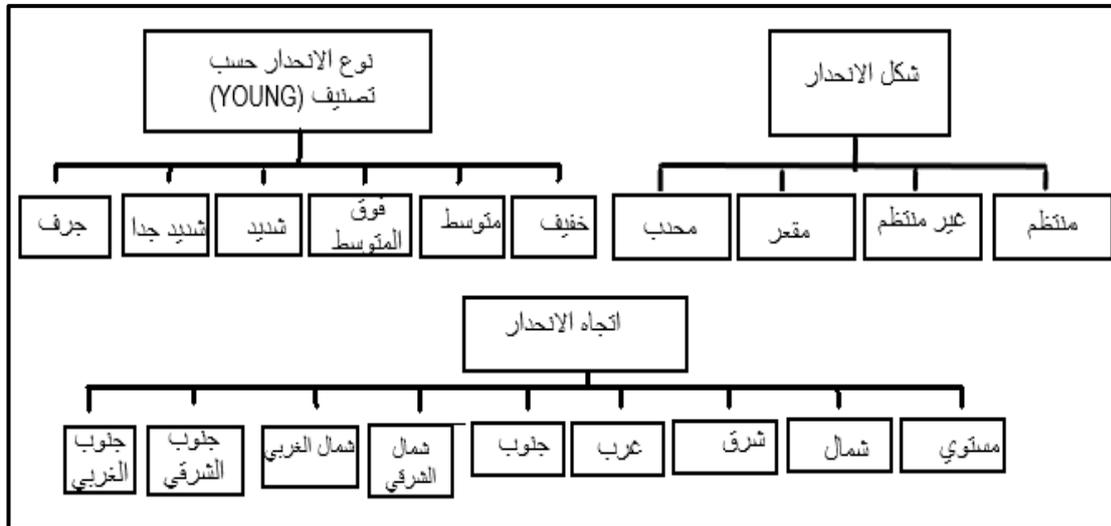
الصدر : إعداد الطالبة بالاعتماد على نموذج الارتفاعات الرقمية (DEM) واستخدام برنامج (ArcScene).

شكل (5-2) نموذج ثلاثي الأبعاد لتضاريس حوض وادي الناقة.

2.1.2 خصائص المنحدرات في حوض وادي الناقة (Watershed Slope):

يقصد بالانحدارات ميل أو انحراف سطح الحوض عن المستوى الأفقي (Zavoianu,1985,p170) ولا ينحصر وجود الانحدارات على الأراضي شديدة التضرس أو المرتفعات فحسب بل يشمل الأراضي السهلية وقيعان الأودية والسفوح معتدلة الانحدار، وتعد انحدارات سطح الأرض من أكثر الأنظمة الجيومورفولوجية حساسية للتغيرات البيئية التي تعكسها مجموعة من الأنشطة البشرية والخصائص الجيولوجية والمناخية السائدة في منطقة الدراسة (العدرة، 2007، ص161)، فضلاً عن اعتبار الانحدارات من المظاهر الناتجة عن عملية التعرية والتجوية، حيث تعمل التعرية ومدى شدتها على تحديد نوعية الانحدارات في الأحواض النهرية فضلاً عن دور الانحدارات في زيادة نشاط السيول في النحت الأفقي وبالتالي الزيادة في كمية الارساب (القرطوبي، 2020، ص29).

وقد حظيت دراسة انحدارات سطح الأرض باهتمام الكثير من المتخصصين بعلم الجيومورفولوجيا سواء من حيث شكل الانحدار أو نوع درجة الانحدار (خفيف، متوسط وفوق المتوسط، شديد وشديد جداً) واتجاهات الانحدارات، واستناداً لما سبق تم دراسة خصائص انحدارات سطح حوض وادي الناقة وفق النموذج التالي، شكل (2-5):



المصدر: إعداد الطالبة.

شكل (2-6) نموذج دراسة خصائص المنحدرات في حوض وادي الناقة.

1.2.1.2 انحدارات السطح من حيث الشكل:

تنقسم الانحدارات من حيث الشكل إلى (مشتهى، 2006، ص46):

● انحدار منتظم (Symmetrical Slope):

وتمثله السفوح ذات الانحدار المنتظم، بحيث تكون الخطوط الكنتورية منتظمة التوزيع على طول تلك السفوح، ويبدل هذا الشكل من الانحدارات على تجانس التركيب الصخري وثبات قوة عامل التعرية وهناك بعض الدراسات تثبت ندرة وجود الانحدار المنتظم في الأسطح المختلفة إلا أنه يبدو واضحاً في صورة (1-2).

● انحدار غير منتظم (Asymmetrical Slope):

تظهر خطوط الارتفاعات المتساوية في هذا النوع من الانحدارات بشكل غير منتظم وليس على وتيرة واحدة أي تتوزع خطوط الكنتور ما بين المتباعدة والمتقاربة على نفس الطول للمسافة الأفقية، أي يجمع بين كل أشكال الانحدارات (محدب ومقعر ومنتظم)، وغالباً تخضع الكثير من انحدارات جانبي المجرى الرئيسي لحوض وادي الناقعة لهذا الشكل من الانحدار، حيث يدل هذا الشكل من الانحدار على عدم تجانس التركيب الصخري وعدم ثبات قوة عملية التعرية على هذه الأسطح.

● انحدار مقعر (Concave Slope):

يظهر انحدار السطح في نمط المقعر بشكل شديد في قمته ومعتدلاً في وسطه ونهايته بحيث تكون خطوط الارتفاعات المتساوية متقاربة جداً في القمة ومتباعدة بشكل تدريجي في السفوح الوسطى والسفلى، ويعود نشأة هذا الشكل من الانحدارات إلى العلاقة المرتبطة بين المسافة الرأسية والمسافة الأفقية بزيادة أو نقصان أحدهما عن الآخر، صورة (1-2).

● انحدار محدب (Convex Slope):

يتمثل هذا الشكل من الانحدارات في السفوح المرتفعة بحيث تقل درجات الانحدار في القمة والمنطقة الوسطى لهذه السفوح؛ نظراً لزيادة المسافة الأفقية على حساب الفارق الرأسي، وتبدأ درجات الانحدار بالأتساع في المناسيب المنخفضة لهذه السفوح؛ نظراً لزيادة الفارق الرأسي على حساب المسافة الأفقية، وتجدر الإشارة إلى ظهور خطوط الكنتور في هذا نوع من الانحدارات بشكل متقارب جداً عند أسفل السفوح ومتباعد كلما اتجهنا نحو القمة، صورة (1-2).



المصدر: الدراسة الميدانية بتاريخ 2022/9/23 و 2022/11/25م.

صورة (1-2) أشكال الانحدارات في الحوض عند المصب بقرب الحافة الأولى.

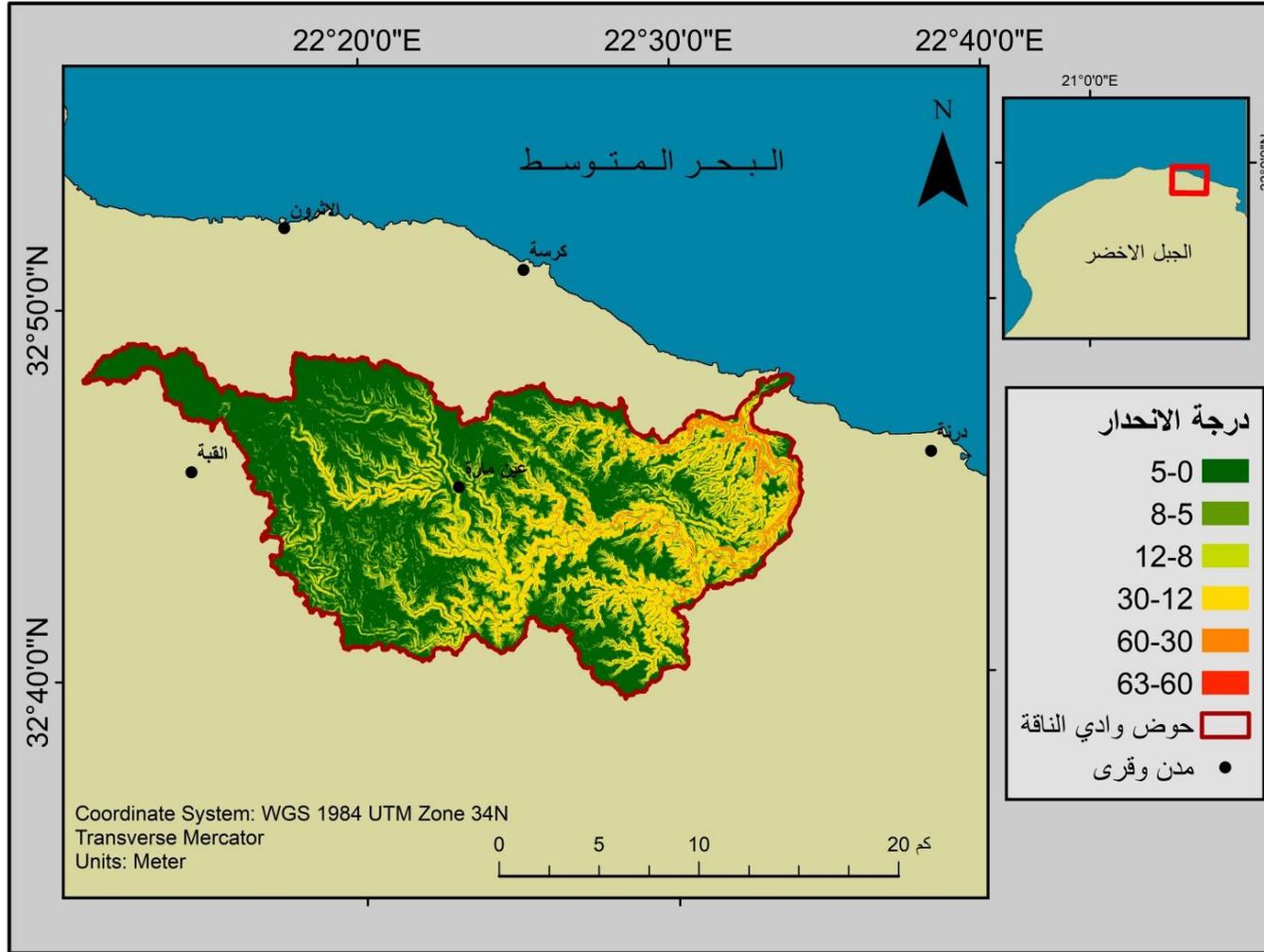
2.2.1.2 درجات انحدار سطح حوض وادي الناقاة:

من خلال استخراج انحدارات سطح حوض وادي الناقاة بالاعتماد على تحليل نموذج الارتفاعات الرقمية (DEM) واستخدام برنامج (ArcMap 10.5) عن طريق أداة (Slope) الموجودة في قائمة (Arc Toolbox) تم تصنيف انحدارات السطح إلى (6 فئات) وتحديد نوعية هذه الانحدارات حسب تصنيف يونج للانحدارات (Young,1972,p173)، حيث تبين أن فئة (0-5) تحتل المركز الأول من حيث المساحة وهي من فئة الانحدارات الخفيفة فهي تغطي مساحة تقدر بنحو (173 كم²) أي ما يعادل (53.5%) من إجمالي مساحة حوض وادي الناقاة بحيث تنتشر هذه الانحدارات في الحوض الأعلى وادي الناقاة وأوديته الفرعية وكذلك عند المصب، والمركز الثاني فكان من نصيب فئة (12-30) حيث تغطي مساحة تقدر بحوالي (62.8 كم²) بنسبة (19.4%) من إجمالي مساحة حوض وادي الناقاة وهي من فئة الانحدارات فوق المتوسطة والشديدة، وبالنسبة للمركز الثالث فيتمثل في فئة (5-8) وهي من فئة الانحدارات المتوسطة حيث تغطي مساحة تقدر بنحو (45.8 كم²) وبنسبة (14.1%) من إجمالي مساحة حوض وادي الناقاة، ثم تأتي الفئة (8-12) التي تغطي مساحة تقدر بنحو (32.8 كم²) ونسبة (10.1%) من إجمالي مساحة الحوض، حيث النسبة الأصغر تتمثل في فئة (30-60) وفئة (60-63) حيث تغطي مساحة تقدر بحوالي (8.4 كم²) و يعادل (2.6%) من إجمالي مساحة الحوض وترتكز هذه النسبة من الانحدارات على طول المجرى الرئيسي للحوض وكذلك بالمجاري الرئيسية للأودية الفرعية، صورة(2-2) وشكل(2-6) وشكل(2-7) وجدول(2-2).



المصدر: الدراسة الميدانية بتاريخ 2022/11/25 م.

صورة (2-2) أنواع الانحدارات حسب تصنيف (YOUNG).

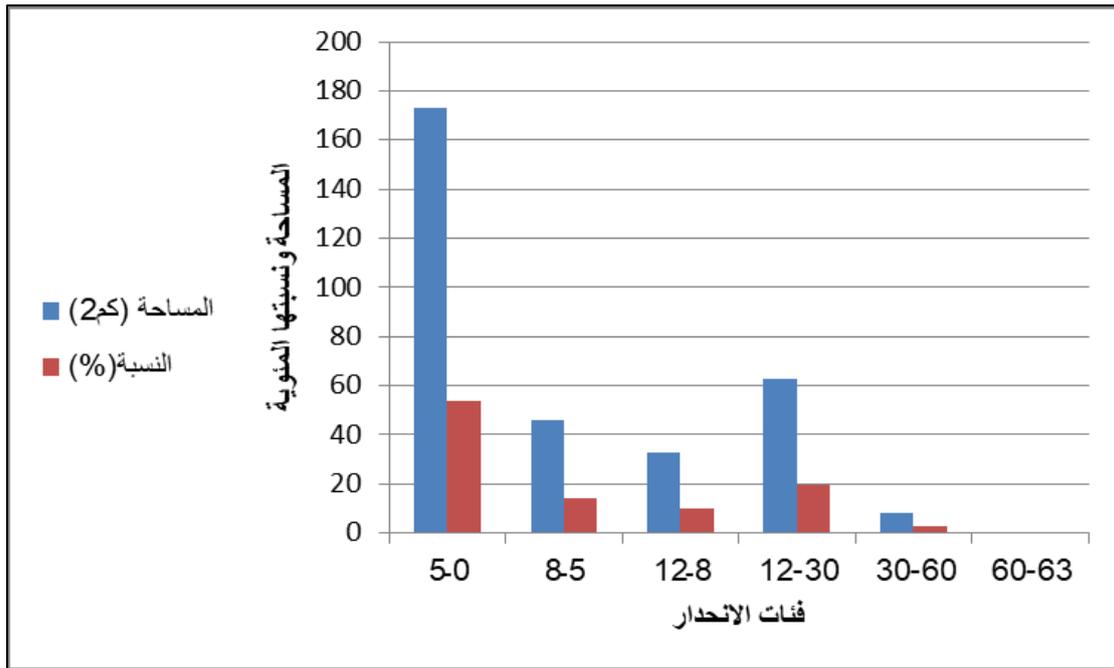


المصدر: إعداد الطالبة بالاعتماد على تحليل نموذج الارتفاعات الرقمية (DEM) وبرنامج (ArcMap10.7).
شكل (7-2) خريطة درجات الانحدار في حوض وادي الناقة.

جدول (2-2) فئات انحدار سطح حوض وادي الناقة.

النسبة (%)	المساحة (كم ²)	نوع الانحدار	فئات الانحدار
53.5	173	خفيف	5-0
14.1	45.8	متوسط	8-5
10.1	32.8	فوق المتوسط	12-8
19.4	62.8	شديد	30-12
2.6	8.4	شديد جدا وجرفي	60-30
0.000186	0.0006	جرفي	63-60
100	322.8	المجموع	

المصدر : من حسابات الطالبة بالاعتماد على تحليل نموذج الارتفاعات الرقمية (DEM).



المصدر: إعداد الطالبة بواسطة برنامج (Excel) بالاعتماد على البيانات المستخرجة من نموذج الارتفاعات الرقمية (DEM).

شكل (8-2) نسبة انحدار السطح لكل فئة في حوض وادي الناقة.

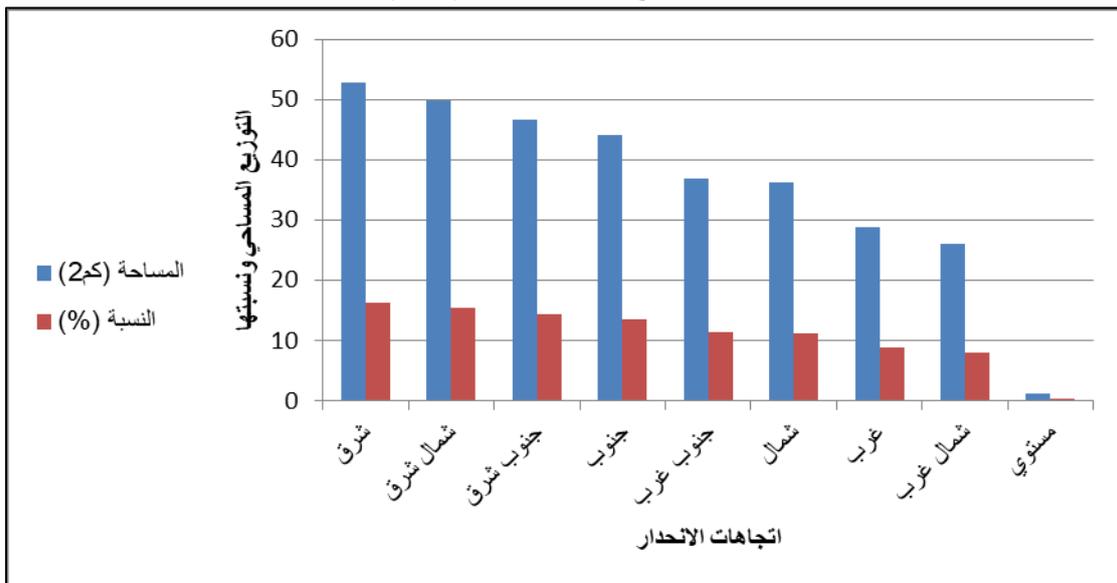
3.2.1.2 اتجاهات الانحدار في حوض وادي الناقة:

تم إنتاج خريطة اتجاهات الانحدار واستخلاص مساحات الاتجاهات ونسبتها من المساحة الكلية لحوض وادي الناقة، حيث اتضح أن اتجاهات الانحدار متقاربة نسبياً كما هو موضح في شكل (2-9) وجدول (2-3) وشكل (2-10)، إلا أن اتجاه الشرق يحتل أكبر نسبة اتجاه انحدار في منطقة الدراسة حيث يشغل مساحة تقدر بنحو (52.8 كم²) بنسبة (16.3%) من إجمالي مساحة الحوض، يليه اتجاه شمال الشرق بمساحة (49.8 كم²) وبنسبة (15.4%)، أما أقل نسبة اتجاه انحدار تتمثل في اتجاه المستوي بمساحة تقدر بحوالي (1.25 كم²) أي بنسبة (0.38%) من إجمالي مساحة حوض وادي الناقة.

جدول (2-3) اتجاه الانحدارات في حوض وادي الناقة.

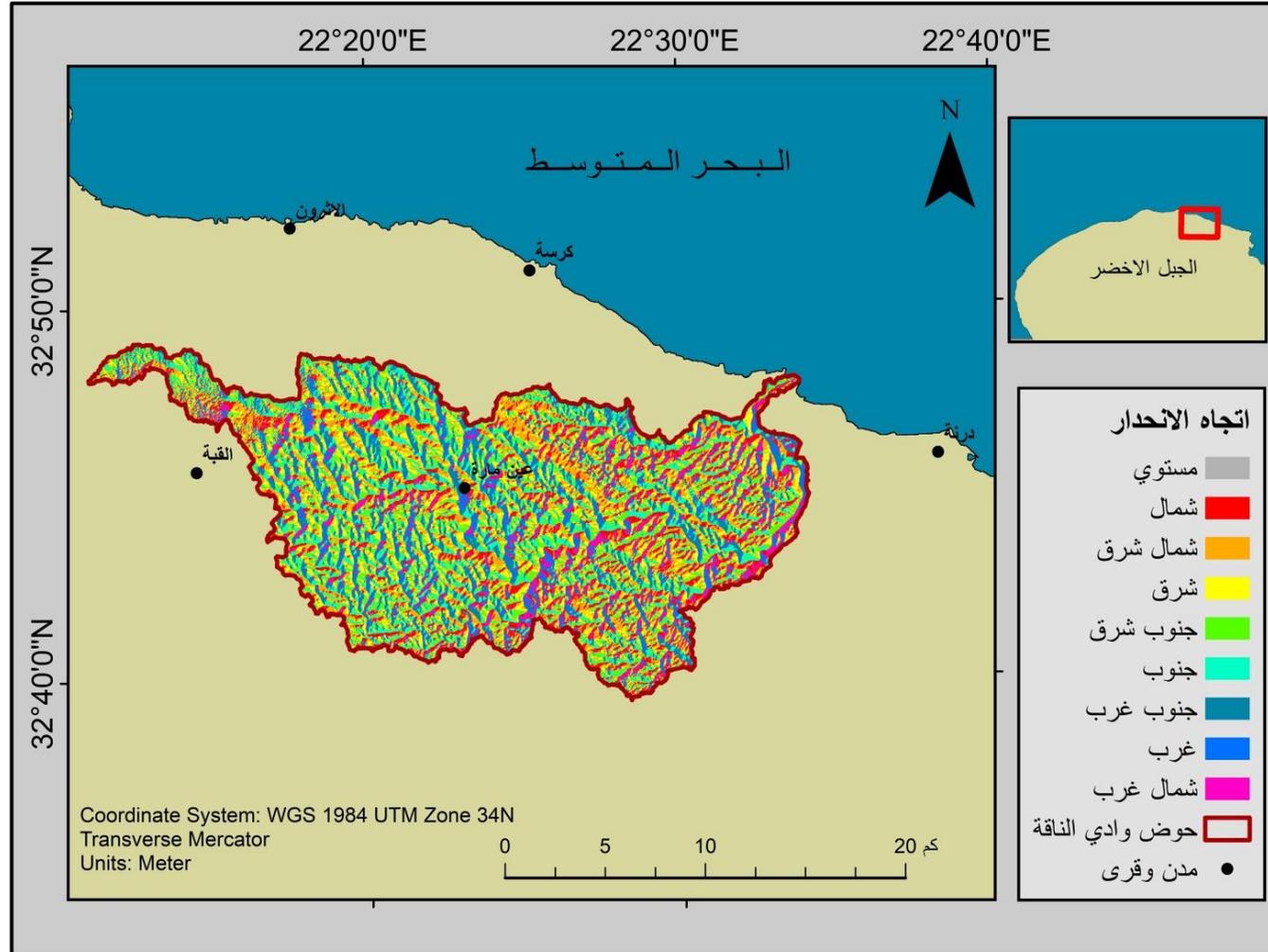
النسبة (%)	المساحة (كم ²)	اتجاه الانحدار
16.3	52.8	شرق
15.4	49.9	شمال شرق
14.4	46.7	جنوب شرق
13.6	44.2	جنوب
11.4	36.9	جنوب غرب
11.2	36.2	شمال
8.9	28.8	غرب
8.08	26.1	شمال غرب
0.3	1.2	مستوي
100	322.8	المجموع

المصدر : من حسابات الطالبة بالاعتماد على تحليل نموذج الارتفاعات الرقمية (DEM).



المصدر: إعداد الطالبة بواسطة برنامج (Excel) بالاعتماد على البيانات المستخرجة من نموذج الارتفاعات الرقمية (DEM).

شكل (2-9) نسبة اتجاهات الانحدار في حوض وادي الناقة.



المصدر: إعداد الطالبة بالاعتماد على تحليل نموذج الارتفاعات الرقمية (DEM) وبرنامج (ArcMap10.7).
شكل (10-2) خريطة اتجاه الانحدارات في حوض وادي الناقة.

2.2 القطاعات التضاريسية :

يقصد بالقطاع التضاريسي؛ الامتداد الجانبي لمنطقة ما على طول خط محدد يسمى هذا الخط بالقطاع، وهو خط نظري لا يمكن رؤيته على الطبيعة ويتم رسمه من خريطة كنتورية، وللقطاعات التضاريسية أهمية كبيرة في الدراسات الجيومورفولوجية حيث تعطي صورة أكثر وضوحاً عن شكل سطح الأرض وطبيعة درجة الانحدار فيه، كما يوجد نوعين رئيسيين من القطاعات التضاريسية هما: المقاطع الطولية والمقاطع العرضية، وتأخذ هذه القطاعات على ثلاث صور؛ فالصورة الأولى مقطع بسيط يصل بين نقطتين، والثاني يكون مركباً أي يتكون من مجموعة قطاعات، والثالث يكون متصلاً أي ينتهي القطاع بالنقطة التي بدأ بها، ويسمى هذا القطاع بالمقطع الصندوقي، كما يوجد نوع رابع من القطاعات ويسمى بالقطاعات المتقاطعة (مصطفى، 1987، ص137).

توضح القطاعات التضاريسية في هذه الدراسة بعض الخصائص المورفولوجية لمنحدرات جوانب المجرى الرئيسي لحوض وادي الناقة وذلك بالاعتماد على تحليل نموذج الارتفاعات الرقمية (DEM) والخريطة الارتفاعات المتساوية التي تم استخراجها ذات فاصل رأسي (20متراً) وتم الاعتماد عليها في رسم المقاطع الطولية على طول امتداد المجرى الرئيسي للحوض من المنبع عند خط تقسيم المياه وحتى مصب الحوض في البحر المتوسط، بالإضافة إلى رسم القطاعات العرضية على طول المجرى الرئيسي التي بلغ عددها (16 مقطعاً).

1.2.2 المقاطع الطولية:

1.1.2.2 المقطع الطولي للمجرى الرئيسي:

يعد المقطع الطولي من القطاعات التضاريسية التي تظهر طبيعة درجات انحدار المجرى الرئيسي من نقطة المنبع إلى المصب، حيث يعمل المقطع الطولي للمجرى الرئيسي على توضيح المرحلة التي يمر بها الحوض في دورته التحاتية ويحدد المراحل العمرية المختلفة (شباب- نضج- شيخوخة) وبالتالي يمكن من خلاله ملاحظة بعض المناطق التي تزيد عندها درجة الانحدار والتدليل على وجود نقاط الشباب بالمجرى الرئيسي والتي يعتمد عليها في تمييز مراحل تطور الحوض (سليمان، 2001، صص 59-65)، كما تتأثر درجات الانحدار في المقطع الطولي بمجموعه من المتغيرات كحجم التصريف ومساحة الحوض وقدرة المجرى على النحت والإرساب بالإضافة إلى مدى تضرس الحوض (عبد العزيز، 2001، ص372).

تمت دراسة المقطع الطولي على طول المجرى الرئيسي لحوض وادي الناقة من المنبع وحتى المصب بالاعتماد على خارطة كنتورية مستخرجة من نموذج الارتفاعات الرقمية (DEM) ذات فاصل رأسي (20 متر) كما هو موضح في شكل (2-10)، حيث تم حساب معدل الانحدار للمقطع الطولي بأكمله وحساب معدل انحدار المصطبة الأولى والمصطبة الثانية والنطاق الساحلي كل منها على حدة وذلك وفقاً للمعادلة الآتية (الدليمي، 2000، ص 111):

$$\text{معدل الانحدار} = \frac{\text{الفاصل الرأسي}}{\text{المسافة الأفقية}}$$

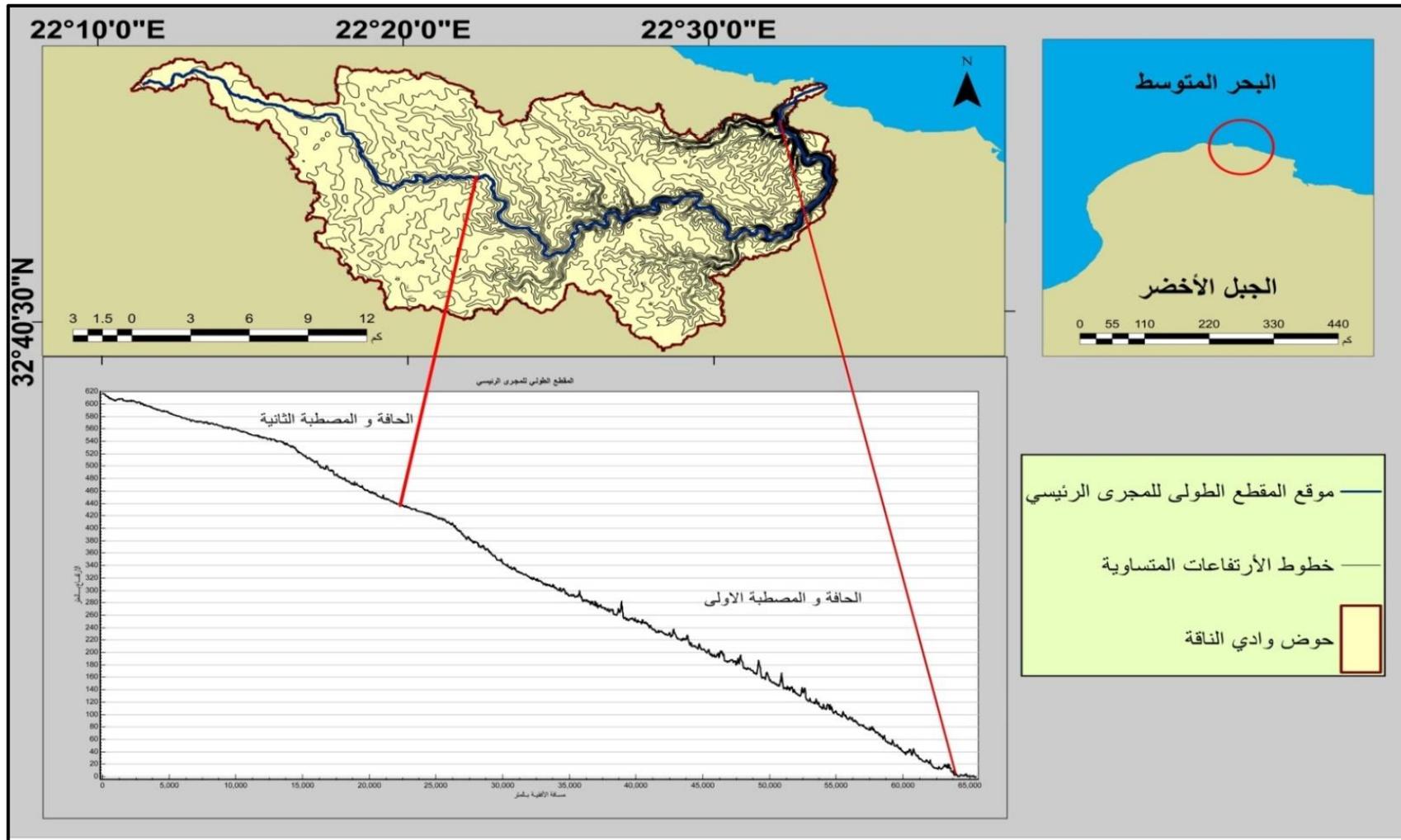
من خلال تطبيق المعادلة السابقة وتحليل نموذج الارتفاعات الرقمية (DEM) والمقطع الطولي للمجرى الرئيسي لحوض وادي الناقة؛ نوضح الخصائص الجيومورفولوجية التالية، جدول (2-4) وشكل (2-11):

1. يمتد المقطع الطولي للمجرى الرئيسي للحوض بمسافة تقدر بنحو 66013.7 متراً (حوالي 66 كم) من المنبع وحتى المصب، وتقع أعلى نقطة بالمقطع على ارتفاع (629 متراً) وأدنى نقطة (0 متر).
2. تبلغ درجة زاوية الانحدار للمقطع الطولي نحو (0.54 °) أي أن الانحدار العام للسطح يقع ضمن الانحدارات الخفيفة، كما هو الحال بالنسبة لدرجة زاوية انحدار السطح الممتد على النطاق الساحلي ونطاق الحافة والمصطبة الأولى و الحافة والمصطبة الثانية بمقطع الطولي حيث تتراوح درجة الانحدار ما بين (0.57-4.4)°.
3. يبلغ معدل انحدار المجرى الرئيسي بالمقطع المدروس نحو (9.52)، ويلاحظ أن أدنى قيمة لمعدل الانحدار سجل في نطاق الحافة والمصطبة الثانية؛ يقدر بحوالي (0.01)، أما الحافة والمصطبة الأولى فبلغ معدل انحدارها (7.7)، أما النطاق الساحلي فقد بلغ معدل انحدار سطحه نحو (0.06).

جدول (4-2) الخصائص المورفولوجية للمقطع الطولي.

نوع الانحدار	درجة زاوية الانحدار	نسبة الانحدار (%)	معدل الانحدار (م/م)	الانحدار / القاطع
خفيف	0.546	0.952	9.52	المجرى الرئيسي
خفيف	3.94	6.9	0.069	نطاق الساحلي
خفيف	4.44	0.77	7.76	الحافة والمصطبة الأولى
خفيف	0.57	1.006	0.01	الحافة والمصطبة الثانية

المصدر: من حسابات الطالبة بالاعتماد على البيانات مستخرجة من نموذج الارتفاعات الرقمية (DEM) وبرنامج (ArcMap10.7).



المصدر: إعداد الطالبة بالاعتماد على تحليل نموذج الارتفاعات الرقمية (DEM) وبرنامج (Arcmap10.7) واداة (Analyst 3D).
شكل (11-2) المقطع الطولي للمجرى الرئيسي لحوض وادي الناقة.

2.1.2.2 المقاطع الطولية لأحواض الفرعية:

من خلال دراسة المقطع الطولي في شكل (2-11) لم يتم ملاحظة أي نقطة شباب (Knick Point) بصورة واضحة؛ ولعل السبب يرجع إلى كبر المسافة الطولية للمقطع، وبالتالي تم إجراء دراسة تفصيلية للحوض بالاعتماد على خريطة كنتورية ذات فاصل رأسي (4 متر)، تم أخذ مقطعين طوليين لبعض الأحواض الفرعية داخل الحوض الرئيسي كما هو موضح في شكل (2-12)، بحيث يمثل المقطع الأول المجرى الرئيسي للحوض الفرعي والثاني يمثل الرافد الفرعي بنفس الحوض، وذلك من أجل تغطية أكبر عدد من المجاري النهرية بحوض وادي الناقة واستخراج نقاط التجدد.

قبل التطرق إلى المقاطع الطولية للأحواض الفرعية لابد من توضيح معنى مصطلح (نقاط تجدد الشباب النهري (Knick Point): وهو مصطلح أطلقه العالم وليم دافيز (Davis, 1899) على المواضع أو النقاط التي تتغير عندها درجات الانحدار بحيث يكون هناك تغير فجائي وواضح في اتجاه الانحدار بالمقطع الطولي (تراب، 2011، ص256)، وجدير بالذكر أن هناك عدة عوامل تقف وراء حدوث ظاهرة نقطة الشباب؛ فمنها يرجع إلى عوامل مناخية كطبيعة الأمطار الساقطة وكمية وقوة الجريان المائي، أما العامل الثاني فيرجع إلى تغير في مستوى القاعدة حيث ينتج عن هذا التغير انتقال المجرى المائي من عملية النحت الجانبي والإرساب إلى عملية النحت الرأسى (مشتهى، 2006، ص123)، وعامل آخر يرجع إلى طبيعة التكوينات الجيولوجية ومدى صلابة الصخور.

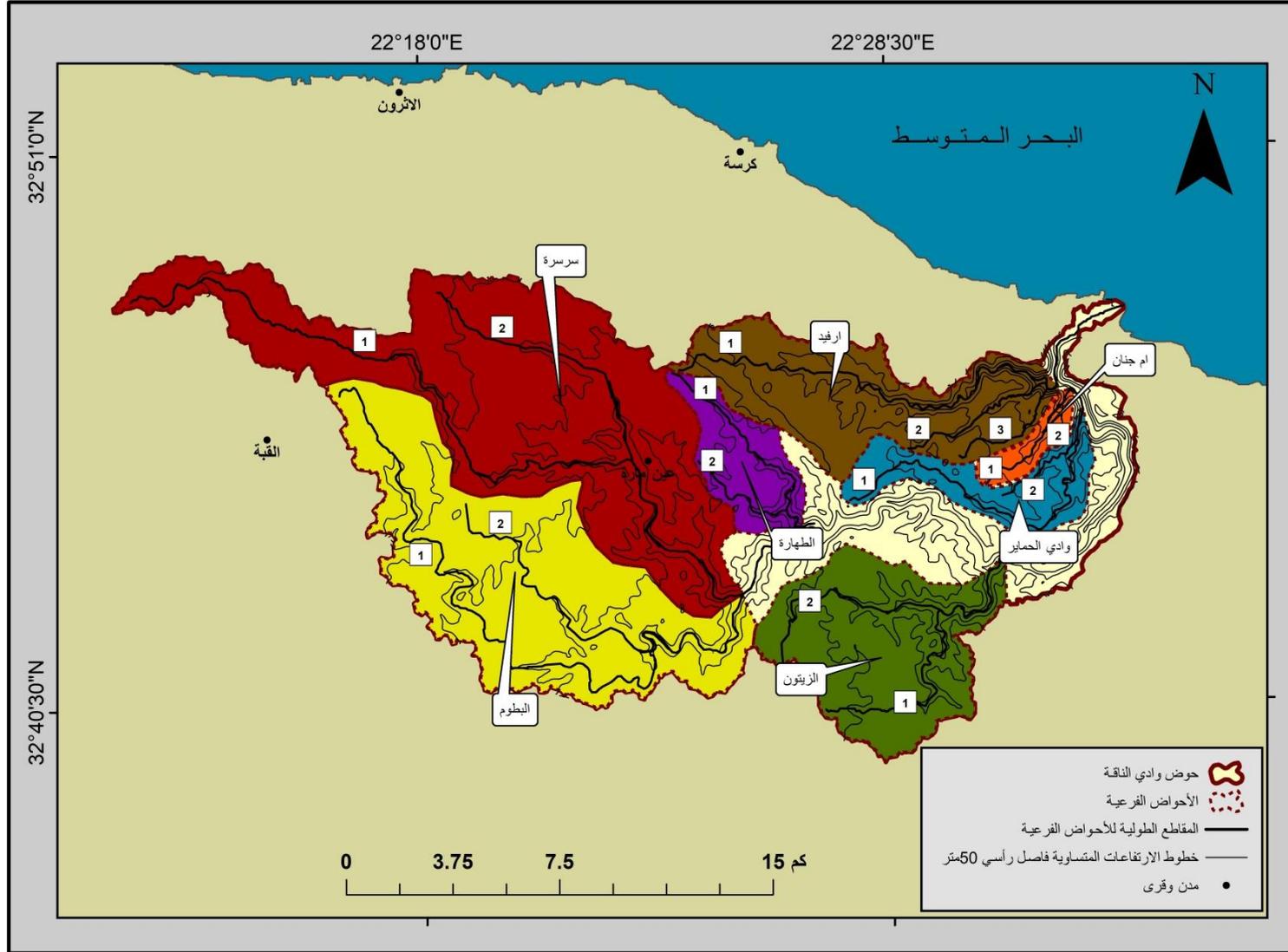
يتبين من خلال تحليل القطاعات الطولية للأحواض الفرعية في حوض وادي الناقة

ما يأتي:

1. تم الحصول على مجموعة من نقاط الشباب التي يتراوح ارتفاعها عن مستوى سطح البحر ما بين (465-148 متر)، أما بنسبة لارتفاعاتها عن أرضية المجرى؛ فهي تتراوح ما بين (4-150 متر)، جدول (2-5).

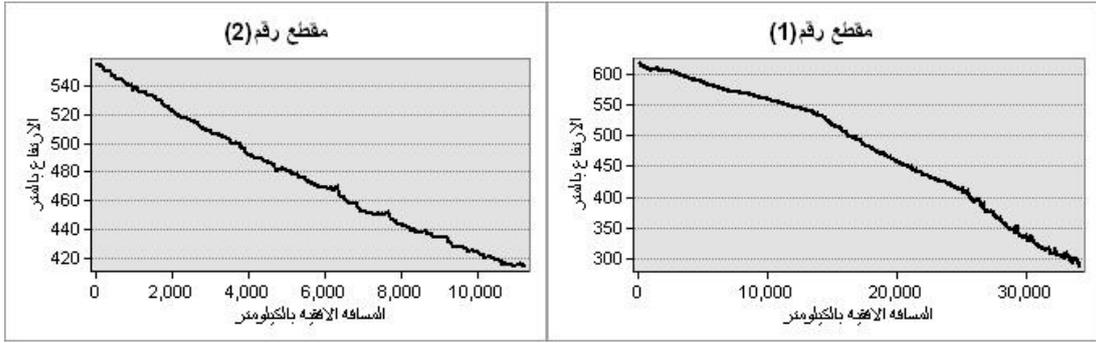
2. يمكن اعتبار معظم نقاط التجدد التي تم رصدها من خلال المقاطع الطولية في شكل (2-16) و(2-17) و(2-19) تقع في أحواض تتسم بالتباين في التكوينات الجيولوجية (تكوين درنة والبيضاء وسوسة) فضلاً عن تعرضها إلى تغير مستوى القاعدة بشكل واضح وخصوصاً عند بداية الحافة الأولى في حوض وادي الناقة

بالإضافة إلى وجود صدع يمر بتلك الأودية، صورة(2-3)، أما عن نقاط الشباب التي تم رصدها في حوض وادي سرسرة والطهارة الموضحة في شكل(2-13) وشكل(2-18) فهي أيضاً تقع ضمن تركيبين جيولوجيين هما تكوين الأبرق وتكوين الفاندية، ولعل من المفيد أن نؤكد على دور قوة وسرعة الجريان المائي في إنشاء نقاط شباب النهر بحوض وادي الناقة.



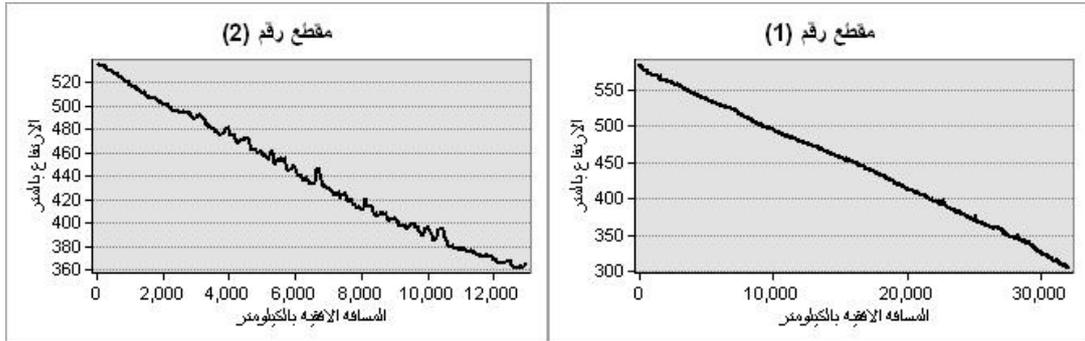
المصدر: إعداد الطالبة بالاعتماد على تحليل نموذج الارتفاعات الرقمية (DEM) وبرنامج (Arcmap10.7).

شكل (2-12) موقع المقاطع الطولية في الأحواض الفرعية.



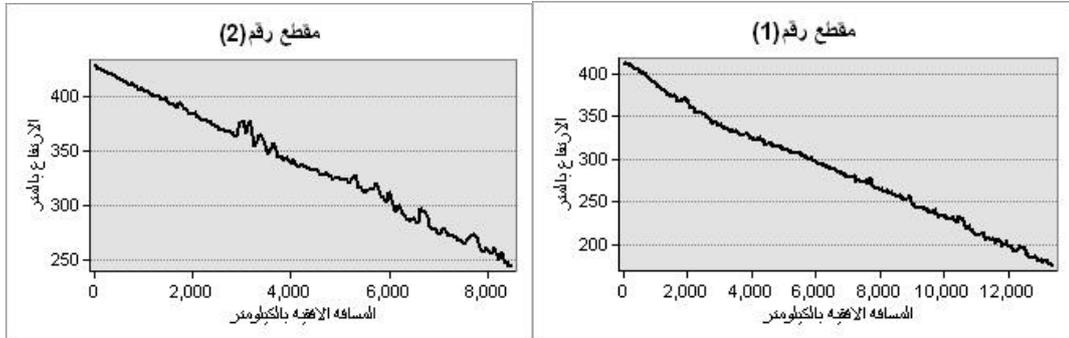
المصدر: إعداد الطالبة بالاعتماد علي نموذج الارتفاعات الرقمية (DEM) واداة (Analyst 3D) في برنامج (Arcmap10.7).

شكل (13-2) المقاطع الطولية لحوض سرسرة.



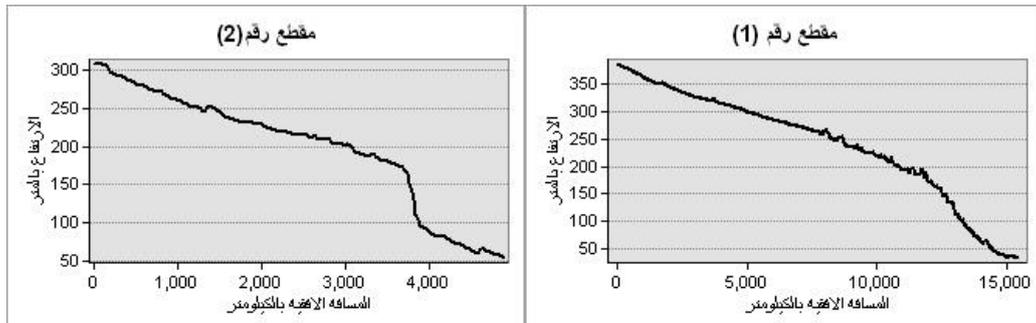
المصدر: إعداد الطالبة بالاعتماد علي نموذج الارتفاعات الرقمية (DEM) واداة (Analyst 3D) في برنامج (Arcmap10.7).

شكل (14-2) المقاطع الطولية لحوض البطوم.



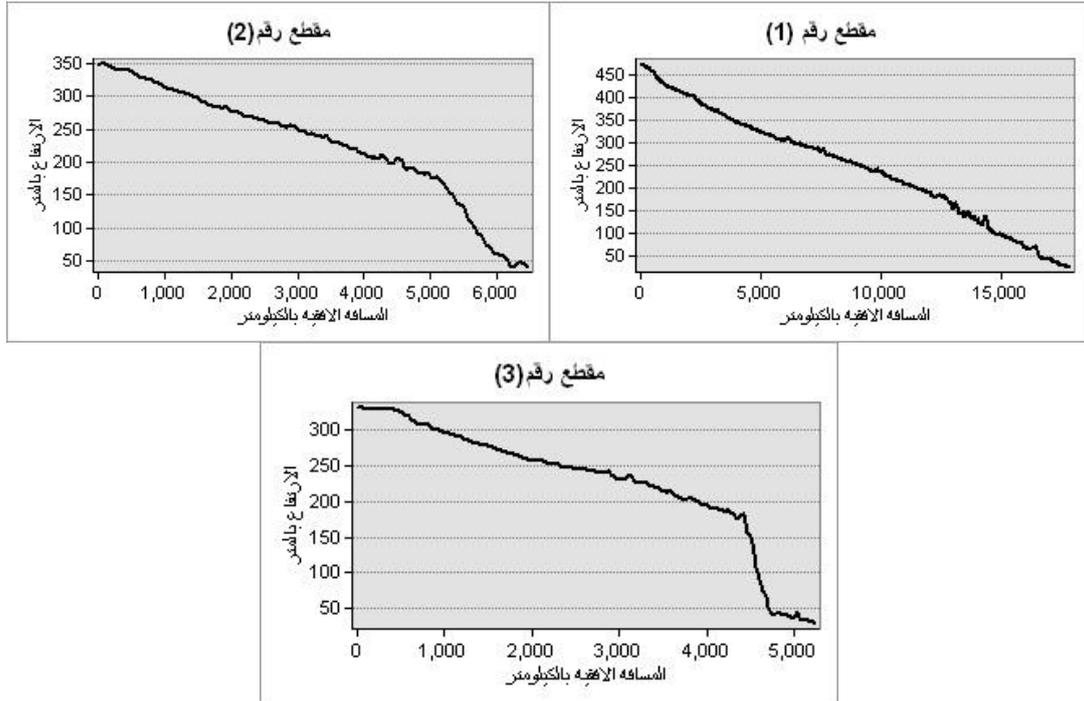
المصدر: إعداد الطالبة بالاعتماد علي نموذج الارتفاعات الرقمية (DEM) واداة (Analyst 3D) في برنامج (Arcmap10.7).

شكل (15-2) المقاطع الطولية لحوض الزيتون.

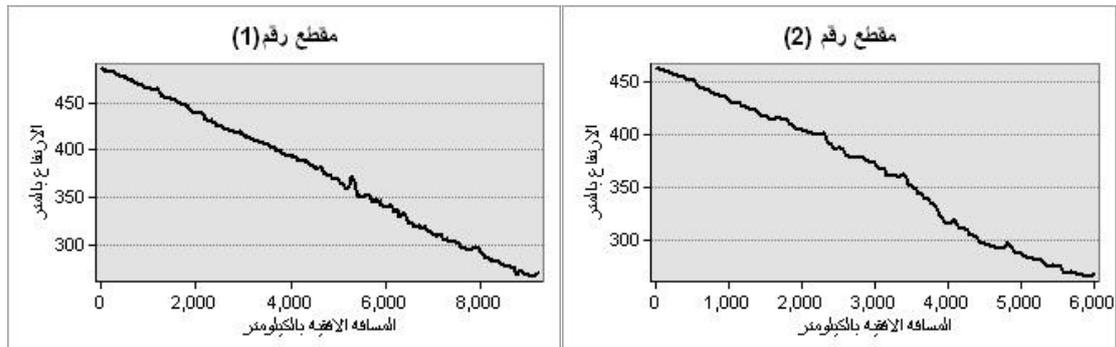


المصدر: إعداد الطالبة بالاعتماد علي نموذج الارتفاعات الرقمية (DEM) واداة (Analyst 3D) في برنامج (Arcmap10.7).

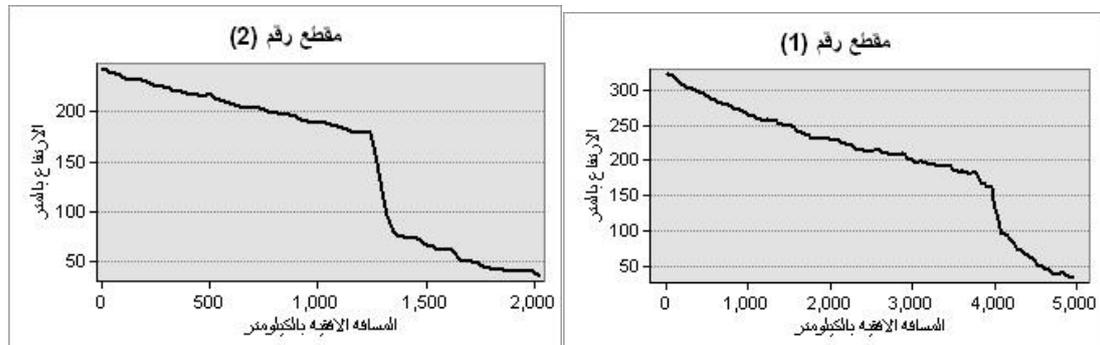
شكل (16-2) المقاطع الطولية لحوض الحماير.



شكل (17-2) المقاطع الطولية لحوض ارفيد.



شكل (18-2) المقاطع الطولية لحوض الطهارة.



شكل (19-2) المقاطع الطولية لحوض أم جنان.

جدول (5-2) خصائص نقاط الشباب في الأحواض الفرعية.

الارتفاع عن أرضية المجرى (م)	الارتفاع عن مستوى سطح البحر(م)	الرتبة النهرية	رقم المقطع	عدد نقاط الشباب	الأحواض الفرعية
8	465	4	2	5	سرسرة
6	453	4	2		
4	451	4	2		
6	433	4	2		
13	414	5	1		
138	195	3	2	2	أرفيد
140	205	2	3		
150	166	3	1	2	الحمائر
80	181	2	2		
7	324	3	2	1	الطهارة
67	173	3	1	2	أم جنان
105	148	2	2		

المصدر: إعداد الطالبة بالاعتماد علي نموذج الارتفاعات الرقمية (DEM) وبرنامج (Arcmap10.7).



المصدر: الدراسة الميدانية بتاريخ 2023/1/5م.

صورة (3-2) نقطة الشباب الناتجة بفعل تغير في مستوى القاعدة في
حوض أم جنان.

2.2.2 المقاطع العرضية:

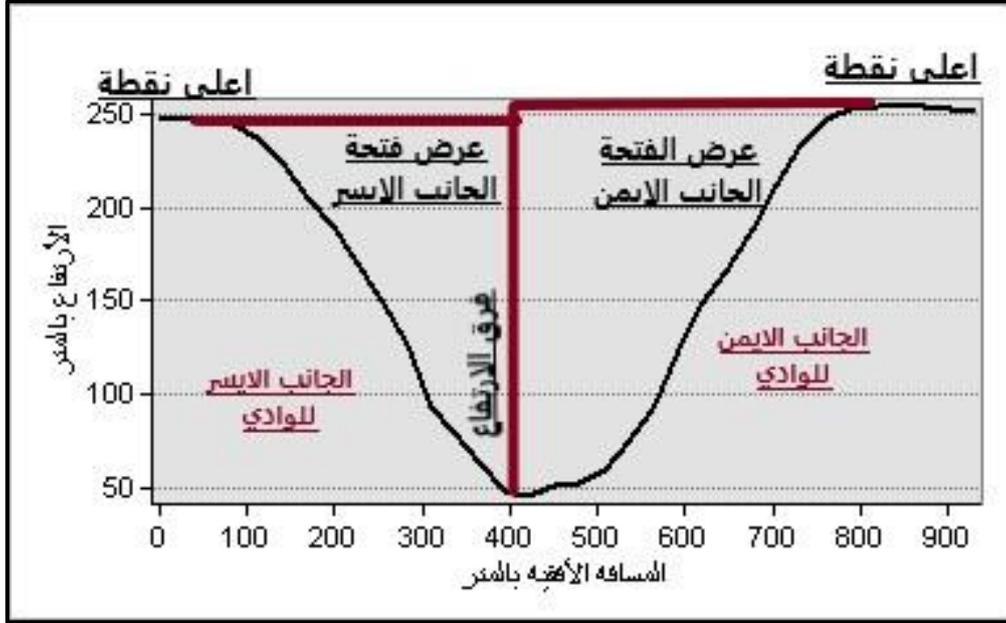
يساعد المقطع العرضي للحوض على توضيح الشكل العام للحوض ودرجة انحدار جانبيه ومدى عمقه واتساع فتحته فضلاً عن دوره في تحديد المراحل الجيومورفولوجية التي يمر بها الحوض، وتجدر الإشارة إلى تباين سمات المقاطع العرضية على طول امتداد المجرى الرئيسي فقد تكون بعض المقاطع متشابهة ومنتظمة الانحدار؛ ولعل ذلك يرجع إلى تجانس البنية الجيولوجية في منطقة القطاع، ويوجد بعض القطاعات العرضية غير منتظمة الانحدار فيبدو؛ أحد جانبي الوادي شديد الانحدار بينما الآخر انحداره بسيط؛ يرجع ذلك لعدة أسباب؛ أهمها اختلاف التكوينات الجيولوجية بين جانبي الوادي؛ حيث يكون الانحدار شديد على الجانب الذي يتكون من صخور صلبة مقاومة لعمليات التعرية والنحت، بينما الانحدار الخفيف يكون على الجانب الذي يتكون من الصخور الهشة التي يسهل نحتها وتعريتها (تراب، 2005، صص 151-152).

تمت دراسة المقاطع العرضية لمنحدرات جوانب الوادي على امتداد المجرى الرئيسي للحوض بالاعتماد على خارطة كنتورية مستخرجة من نموذج الارتفاعات الرقمية (DEM) ذات فاصل رأسي (20متراً) حيث يبلغ عدد هذه المقاطع (16 مقطعاً عرضياً) بفاصل كنتوري بين كل مقطع وآخر (40متراً) وذلك بهدف إبراز أهم أشكال انحدار جوانب الوادي وزوايا انحداره ومراحل تطوره، شكل(2-21) و جدول(2-6) شكل(2-22).

كما تم استخراج زاوية انحدار جوانب الأودية في الجانبين الأيمن والأيسر لكل مقطع بالاعتماد على الأسلوب الذي اتبعته دراسة (عوض ومختار، 2021)، وذلك من خلال إعداد نموذج مستمد من طريقة حساب ظل زوايا الانحدار في مثلث قائم الزاوية حسب طريقة (فيثاغورس)، حيث أن زاوية الانحدار = المقابل / المجاور، وأن الزاويتين المتقابلتين متساويتان في قيمة الانحدار وإذ تم اعتبار أحد جانبي الوادي مثلثاً قائم الزاوية؛ فإن عرض فتحته ستكون (مجاور الزاوية) وفرق الارتفاع بين أعلى نقطة وأدنى نقطة في الوادي هي (المقابل) شكل(2-20)، وبالتالي يمكن حساب زاوية انحدار جانب الوادي بالمعادلة التالية:

$$\text{زاوية انحدار جانب الوادي} = \frac{\text{الفاصل الرأسى على جانبي الوادي (الأيمن أو الأيسر)} - 1}{\text{المسافة الأفقية بالمتر}} SHFIT, ten$$

(عوض ومختار، 2021).



المصدر: (عوض ومختار، 2022).

شكل (2-20) كيفية حساب زاوية الانحدار لمنحدرات جوانب الوادي.

وتم تصنيف زوايا انحدار جانبي الوادي تبعاً لتصنيف يونج (Young, 1972) ويتبين من خلال المعادلة السابقة وتحليل نموذج الارتفاعات الرقمية (DEM) وأشكال القطاعات العرضية لمنحدرات جانبي الوادي على طول المجرى الرئيسي لحوض وادي الناقة الخصائص الجيومورفولوجية التالية:

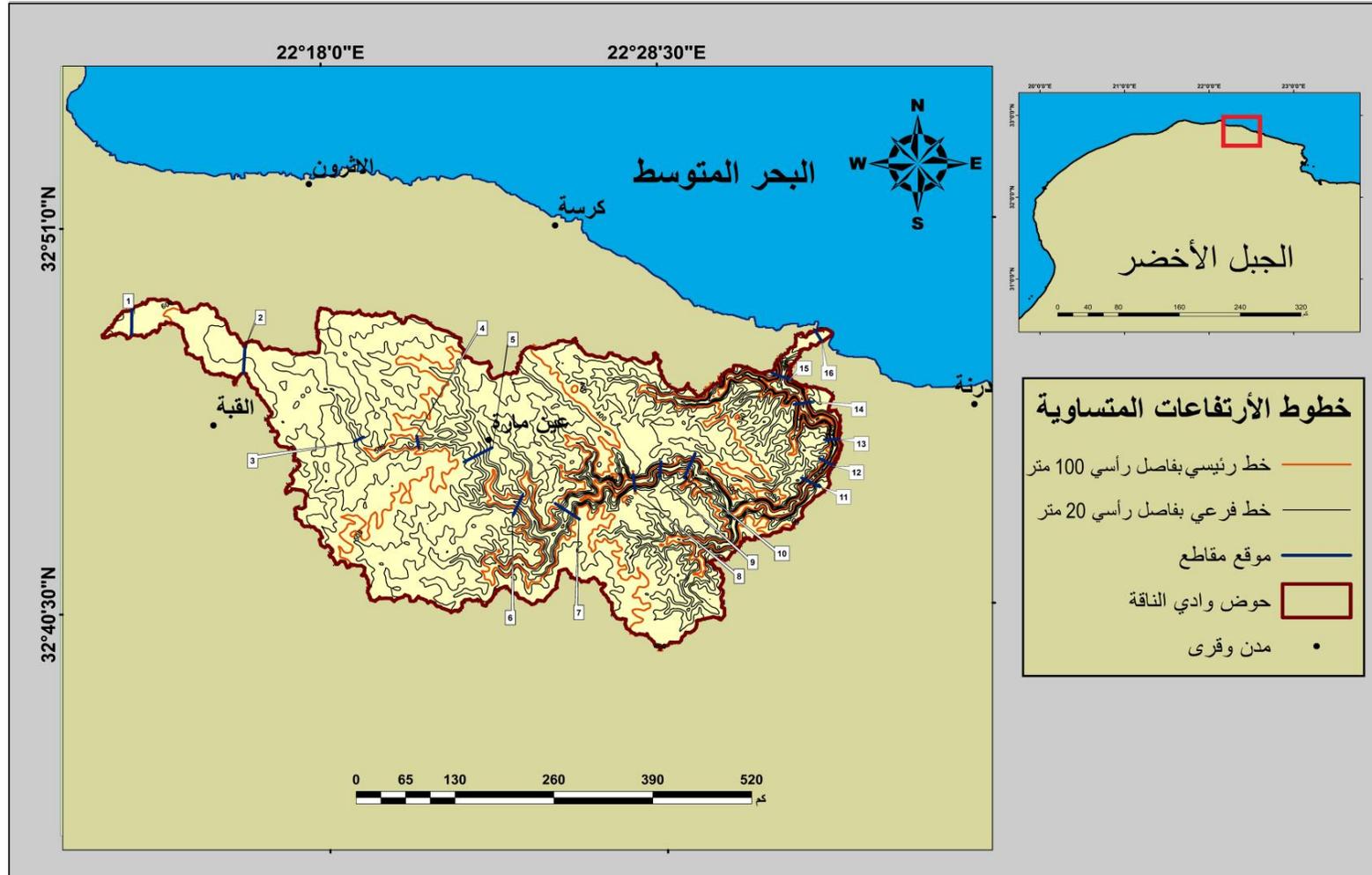
1. يبلغ متوسط عرض فتحة الوادي بالمقاطع المأخوذة للمجرى الرئيسي نحو (870.7 متراً) بحيث يتراوح عرض الفتحة ما بين (496 متراً، بمقطع رقم (3) في منبع الوادي بالمصطبة الثانية) و(1450 متراً، بمقطع رقم (5) في المصطبة الثانية)، حيث يبلغ متوسط عرض فتحة الجانب الأيمن بالقطاعات المدروسة (471.8 متراً) فهي تتراوح ما بين (217 متراً) بمقطع رقم(2) و(966 متراً) بمقطع رقم(1) أما متوسط عرض فتحة الجانب الأيسر بالقطاعات المدروسة فقد بلغ (398.9 متراً) فهو يتراوح ما بين (250 متراً) بمقطع رقم (1) و(650 متراً) بمقطع رقم (5) وهذا يدل تناسق شكل معظم القطاعات المدروسة وبالتالي تدل على توازي عمليات النحت بجانبي المجرى الرئيسي للوادي في المقاطع المدروسة؛ ويرجع ذلك إلى تشابه التكوينات الجيولوجية على جانبي الوادي، جدول (2-6).

2. يتبين من خلال تحليل قيم زوايا الانحدار للمقاطع المدروسة أن المنحدرات الواقعة على الجانب الأيسر أكثر انحداراً نسبياً من نظيرتها على الجانب الأيمن، حيث سجلت الانحدارات المتوسطة وفوق المتوسطة (31.2%) من جملة قطاعات الجوانب اليسرى للمجرى الرئيسي كما سجلت الانحدارات الشديدة والشديدة جداً نسبة (43.7%)، أما على الجوانب اليمنى للمجرى الرئيسي فقد بلغت نسبة الانحدارات المتوسطة وفوق المتوسطة (37.5%) من جملة قطاعات الجوانب اليمنى وسجلت الانحدارات الشديدة والشديدة جداً نسبة (37.5%)، جدول (2-8).

3. بالرجوع إلى جدول (2-8) يتضح أن جوانب المجرى الرئيسي للحوض تتسم بصفة عامة بسيادة الانحدارات الشديدة والشديدة جداً بنسبة (40.1%) من جملة أنواع الانحدارات بالمقاطع المدروسة ثم يليها الانحدارات المتوسطة وفوق المتوسطة بنسبة (34.3%) ومن بعدها تأتي الانحدارات الخفيفة بنسبة (25%) التي تسود بالمقاطع الموجودة عند المنبع والمصب، إلا أن المتوسط العام لأنواع الانحدار في المقاطع المدروسة يميل إلى الانحدار فوق المتوسط، حيث بلغ متوسط القيم لزوايا الانحدار للجانب الأيمن للقطاعات المدروسة نحو (15.8) وبالتالي فهي من ضمن الانحدارات الفوق متوسطة وكذلك هو حال بالنسبة لمتوسط قيم زوايا انحدار الجانب الأيسر للقطاعات المدروسة حيث بلغت (16.09) أي من ضمن تصنيف الانحدارات فوق المتوسطة.

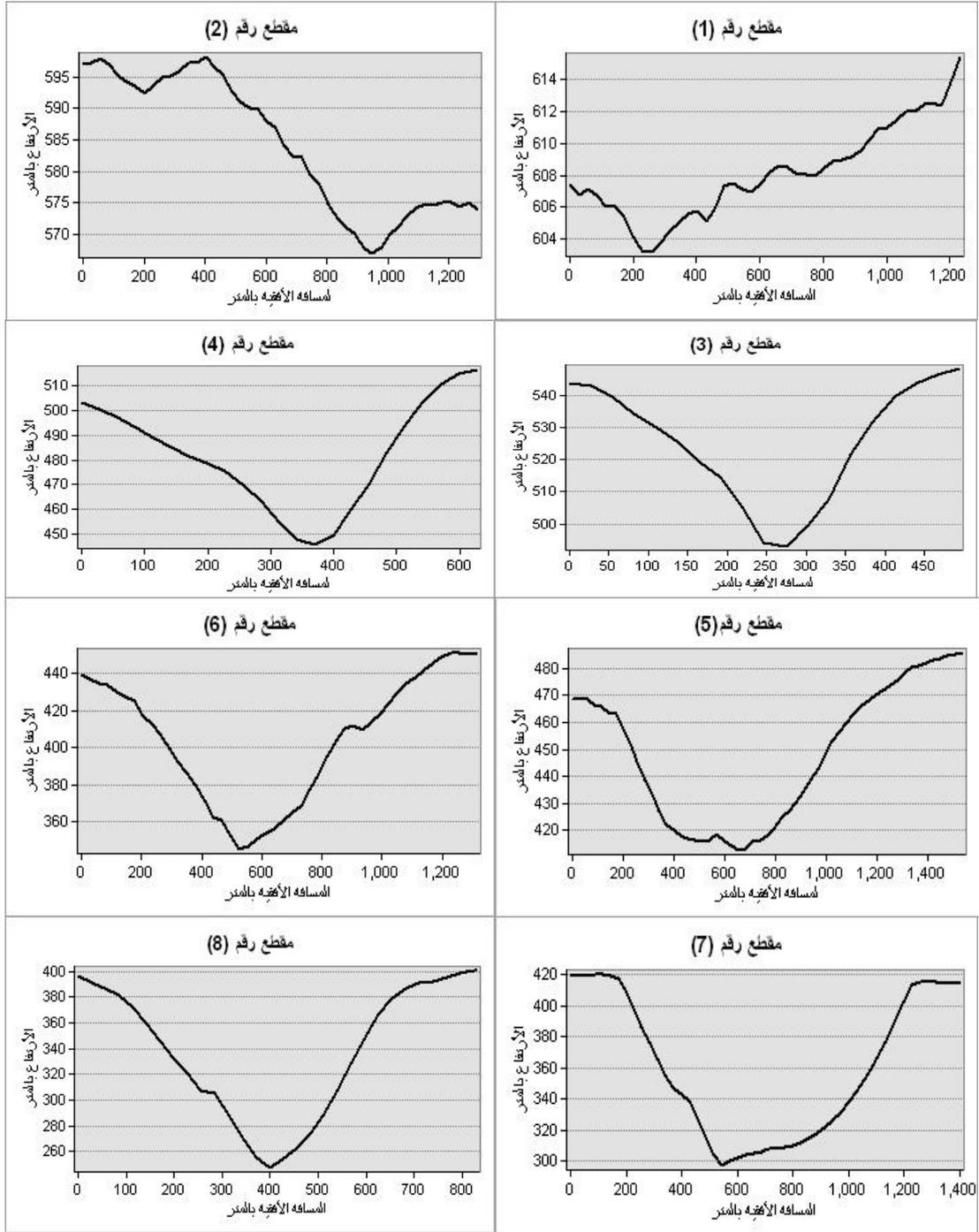
4. سجلت أعلى قيم لزوايا الانحدار في القطاعات الواقعة على الحافة الأولى المتمثلة في المقطع رقم (8) والجانب الأيسر من المقطع رقم (9) والمقطع رقم (11) والمقطع رقم (12) والمقطع رقم (13) والمقطع رقم (14) والمقطع رقم (15)، وبالتالي فهي من أكثر المقاطع المدروسة تطوراً من الناحية الجيومورفولوجية، وبلغ النحت الرأسي فيها أقصاه.

5. يتبين من خلال تتبع مراحل التطور للنحت الرأسي الذي تدل عليه أعماق المجرى الرئيسي للحوض بالمقاطع المدروسة كما موضح بجدول (2-6)، نشاط عمليات النحت الرأسي للمجرى الرئيسي عند اجتياز الحافة الأولى (عمق 230 متراً) بالمقطع رقم (15) والحافة الثانية (عمق 140 متراً) بالمقطع رقم (6) ولعل ذلك يرجع إلى زيادة معدل انحدار السطح الطبوغرافي للحوض أثناء اجتيازه للحافة الأولى والثانية، مقارنةً بقلة معدل انحدار السطح على المصطبة الأولى والثانية وبالتالي قلّه وضوح عمليات النحت الرأسي بالقطاعات الواقعة ضمنها، وبالتالي يمكن القول أن مظهر السطح وطبيعة الانحدار يلعبان دوراً مهماً وبارزاً في عمليات التطور الجيومورفولوجي للمجرى الرئيسي بحوض وادي الناقة.

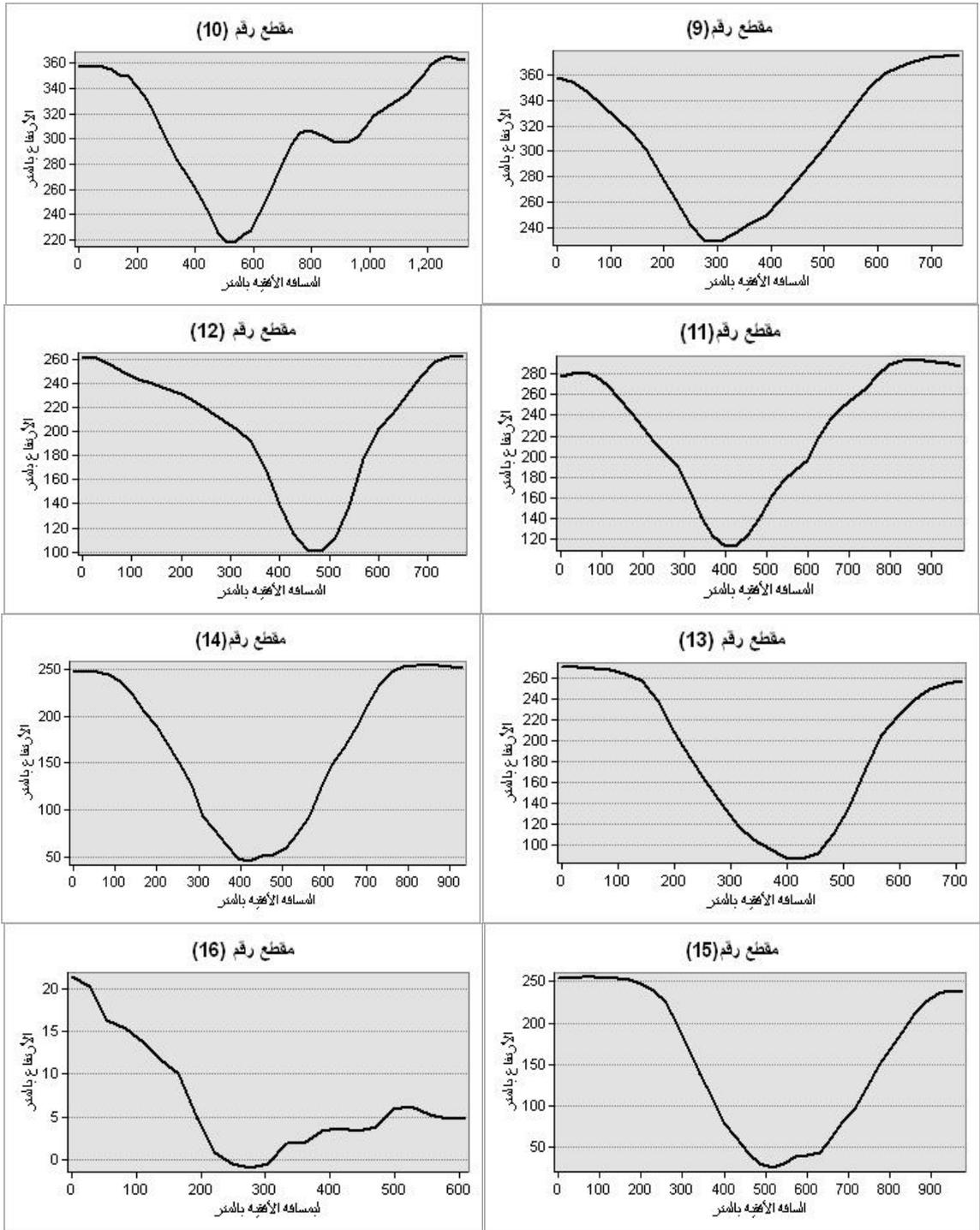


المصدر: إعداد الطالبة بالاعتماد على تحليل نموذج الارتفاعات الرقمية (DEM) وبرنامج (ArcMap10.7).

شكل (2-21) موقع القطاعات العرضية المدروسة لحوض وادي الناقة.



شكل (2-22) المقاطع العرضية للمجرى الرئيسي للحوض باتجاه المنبع وحتى المصب.



المصدر: إعداد الطالبة بالاعتماد علي نموذج الارتفاعات الرقمية (DEM) واداة (Analyst 3D) في برنامج (Arcmap10.7).

يتبع شكل (22-2)

جدول (6-2) الخصائص الشكلية لمنحدرات جوانب المجرى الرئيسي لحوض وادي الناقة.

رقم القطاع	عرض فتحة الوادي بالمتر	عرض فتحة الجانب الأيمن للوادي بالمتر	ارتفاع الجانب الأيمن للوادي بالمتر	عرض فتحة الجانب الأيسر للوادي بالمتر	ارتفاع الجانب الأيسر للوادي بالمتر	ارتفاع قاع الوادي بالمتر	عمق الوادي بالمتر	موقع القطاعات بالنسبة للحافات
مقطع رقم (1)	1216	966	615	250	607.5	602	13	المصطبة الثانية
مقطع رقم (2)	767	217	575	550	597	565	32	المصطبة الثانية
مقطع رقم (3)	496	221	550	275	542	505	45	المصطبة الثانية
مقطع رقم (4)	624.4	258	516	366.4	502	445	71	المصطبة الثانية
مقطع رقم (5)	1450	800	489	650	469	415	74	المصطبة الثانية
مقطع رقم (6)	1300	783	460	517	440	320	140	الحافة الثانية
مقطع رقم (7)	1116	699	415	417	420	300	120	المصطبة الأولى
مقطع رقم (8)	800	400	400	400	395	250	150	المصطبة الأولى
مقطع رقم (9)	847	547	380	300	360	220	160	المصطبة الأولى
مقطع رقم (10)	1160	666	365	494	360	220	145	المصطبة الأولى
مقطع رقم (11)	765	412	300	353	280	110	190	المصطبة الأولى
مقطع رقم (12)	731	284	265	447	260	100	165	المصطبة الأولى
مقطع رقم (13)	633	276	260	357	270	50	220	المصطبة الأولى
مقطع رقم (14)	765	388	260	377	250	50	210	المصطبة الأولى
مقطع رقم (15)	759	399	240	360	250	20	230	الحافة الأولى
مقطع رقم (16)	503	233	6	270	23	0.7	22.3	النطاق الساحلي

المصدر : من حسابات الطالبة بالاعتماد على تحليل نموذج الارتفاعات الرقمية (DEM).

جدول (7-2) قيم زوايا الانحدار ونوع الانحدار على جانبي المجرى الرئيسي لحوض وادي الناقة.

رقم القطاع	زاوية انحدار الجانب الأيمن	نوع الانحدار على جانب الأيمن	زاوية انحدار الجانب الأيسر	نوع الانحدار على جانب الأيسر
مقطع رقم (1)	0.77	خفيف	1.26	خفيف
مقطع رقم (2)	2.6	خفيف	3.3	خفيف
مقطع رقم (3)	11.5	فوق المتوسط	7.6	متوسط
مقطع رقم (4)	15.3	فوق المتوسط	8.8	متوسط
مقطع رقم (5)	5.2	خفيف	4.7	خفيف
مقطع رقم (6)	10.1	فوق المتوسط	13.06	فوق المتوسط
مقطع رقم (7)	9.3	متوسط	16.05	فوق المتوسط
مقطع رقم (8)	20.5	شديد	19.9	شديد
مقطع رقم (9)	16	فوق المتوسط	25	شديد
مقطع رقم (10)	12	فوق المتوسط	15.8	فوق المتوسط
مقطع رقم (11)	24.7	شديد	25.7	شديد
مقطع رقم (12)	30.1	انحدار شديد جدا	19.6	شديد
مقطع رقم (13)	37.2	انحدار شديد جدا	31.6	انحدار شديد جدا
مقطع رقم (14)	28.4	شديد	27.9	شديد
مقطع رقم (15)	28.8	شديد	32.5	انحدار شديد جدا
مقطع رقم (16)	1.3	خفيف	4.7	خفيف
المتوسط	15.8	فوق المتوسط	16.09	فوق المتوسط

المصدر: من حسابات الطالبة بالاعتماد على تحليل نموذج الارتفاعات الرقمية (DEM).

جدول (8-2) النسبة المئوية لأنواع الانحدارات بالقطاعات المدروسة.

نسبة أنواع الانحدارات للوادي (%)	نسبة للجانب الأيسر (%)	نسبة للجانب الأيمن (%)	نوع الانحدار
34.3	31.2	37.5	المتوسطة وفوق المتوسطة
40.6	43.7	37.5	الشديدة والشديدة جداً
25	25	25	الخفيفة
100	100	100	المجموع

المصدر : من حسابات الطالبة بالاعتماد على تحليل نموذج الارتفاعات الرقمية (DEM).

الفصل الثالث
التحليل المورفومتري لحوض وادي الناقة
المقدمة.

- 1.3 الخصائص المساحية للحوض وأبعاده.
- 2.3 الخصائص الشكلية.
- 3.3 الخصائص التضارسية.
- 4.3 الخصائص الشبكية.
- 5.3 أنماط التصريف.

المقدمة :

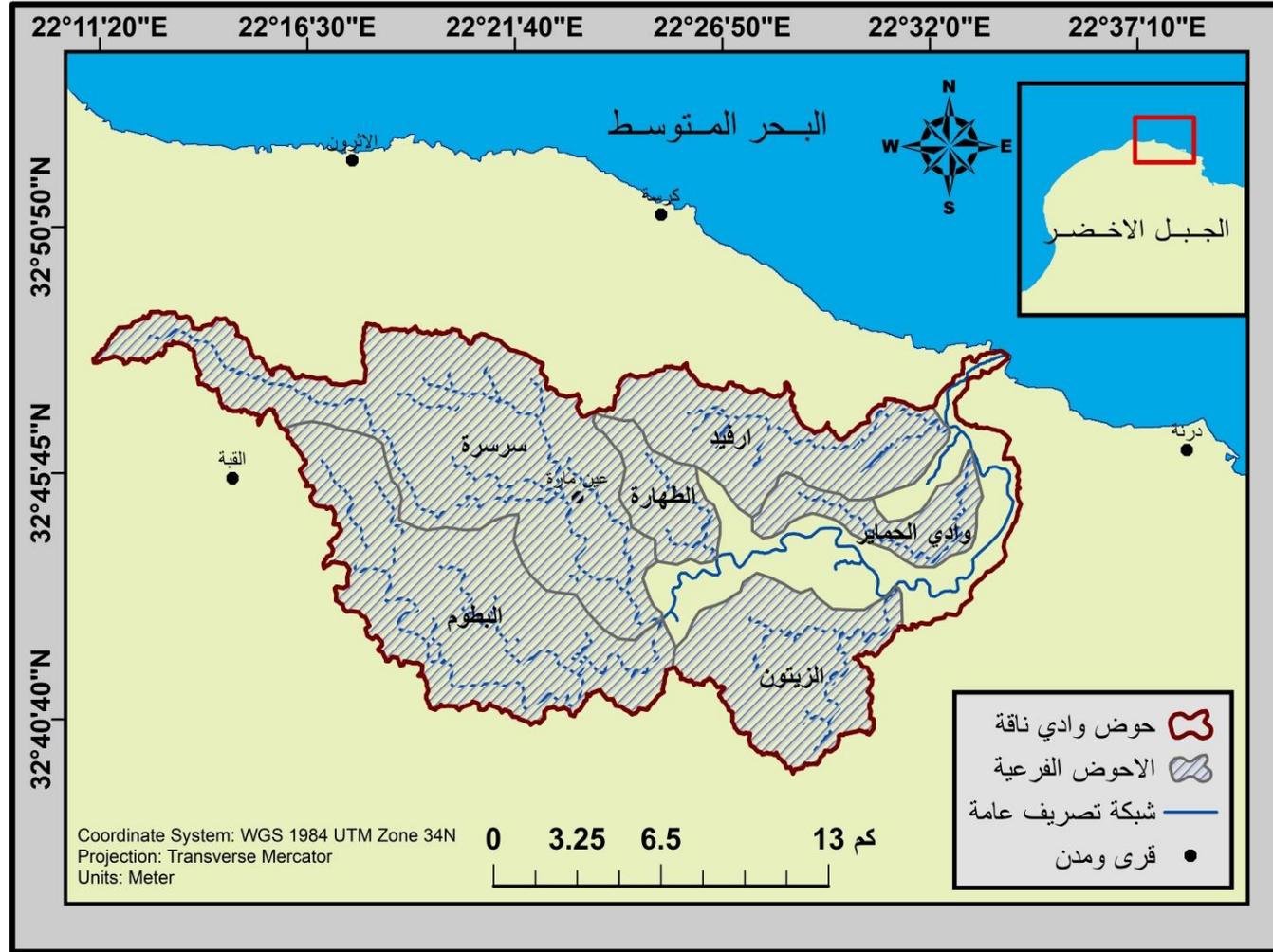
يعد التحليل المورفومتري لأحواض الأودية وشبكات تصريفها من الأسس المهمة في الدراسات الجيومورفولوجية، وذلك لدوره الهام في التعرف على خصائص شبكة التصريف، فضلاً عن التعرف على العمليات المؤثرة في تشكيل سطح الأرض والخصائص الهيدرولوجية والخصائص الجيومورفولوجية ومعرفة مقدار التطور الذي وصلت إليه شبكة تصريف الحوض النهري، حيث ترتبط الخصائص المورفومترية بالعوامل الطبيعية كالبنية الجيولوجية، نوعية الصخور والمناخ والترب والغطاء النباتي والزمن أيضاً، كما يساعد التحليل المورفومتري على دراسة العلاقات بين المتغيرات المورفومترية التي تعتمد بالدرجة الأولى على البيانات الرقمية المتعلقة بقياس الأطوال والمساحات والتعرف على المعلومات الخاصة بالتضرس وشكل المنطقة، بالتالي فإن الدراسة المورفومترية تجمع بين الشكل (Form) والعملية (Process) في إطار كمي (محسوب، 2001، ص 202).

واعتمدت دراسة الخصائص المورفومترية على تحليل نموذج الارتفاعات الرقمية (DEM) لحوض وادي الناقة وأحواضه الفرعية بحيث تمت دراسة الأحواض الفرعية التي تزيد مساحتها عن (13 كم²)، الشكل (3-1)، وذلك بغرض دراسة الخصائص المورفومترية لحوض وادي الناقة وأوديته الفرعية ويمكن حصر هذه الخصائص فيما يأتي:

1.3 الخصائص المساحية للحوض وأبعاده :

1.1.3 مساحة الحوض:

لمساحة أحواض التصريف النهري أهمية كبيرة فهي تعد متغيراً مورفومترياً يثر وبشكل فعال في حجم التصريف المائي داخل الحوض ومدى علاقتها بتطور أعداد وأطوال الشبكة النهريّة (Drainage Network)، بحيث توجد علاقة طردية بين مساحة الحوض وكمية التصريف المائي (ماكولا، 1986، ص 27) فكلما كبرت مساحة الحوض كلما ازدادت أعداد المجاري المائية، وقد بلغت المساحة الكلية لحوض وادي الناقة نحو (322.8 كم²)، كما تم حساب مساحة أحواض الأودية الفرعية لحوض وادي الناقة التي تزيد مساحتها عن (13 كم²) والتي بلغت أعدادها (6 أودية فرعية) كما مبين في جدول (3-1).



المصدر: إعداد الطالبية بالاعتماد على تحليل نموذج الارتفاعات الرقمية (DEM) وبرنامج (ArcMap10.7).
شكل (1-3) موقع الأودية الفرعية لمنطقة الدراسة.

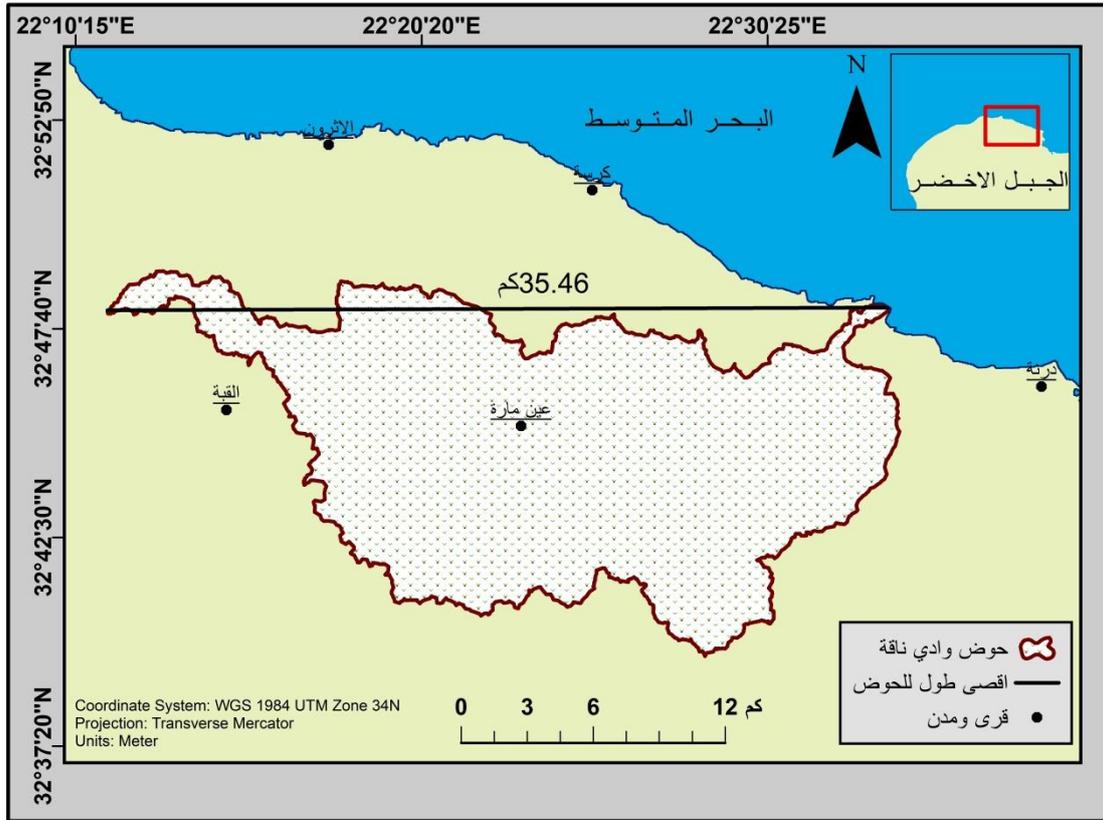
جدول (1-3) الخصائص المساحية لأحواض تصريف منطقة الدراسة.

أدنى نقطة (م)	أعلى نقطة (م)	متوسط عرض الحوض (كم)	أقصى الطول (كم)	المحيط (كم)	المساحة (كم ²)	الحوض
0	629	9.1	35.46	132.39	322.83	الناقة
الأحواض الفرعية						
أدنى نقطة (م)	أعلى نقطة (م)	متوسط عرض الحوض (كم)	أقصى الطول (كم)	المحيط (كم)	المساحة (كم ²)	الحوض
312	629	3.92	24.16	71.61	94.86	سرسرة
313	589	4.46	16.4	54.47	73.18	البطوم
176	430	4.3	9.174	31.74	39.49	الزيتون
34	486	2.86	13.66	37.91	39.16	ارفيد
54	394	1.72	9.06	25.64	15.62	الحمائر
312	489	1.9	7.3	17.93	13.94	الطهارة

المصدر: إعداد الطالبة بالاعتماد على تحليل نموذج الارتفاعات الرقمية (DEM) وبرنامج (ArcMap10.7).

2.1.3 طول الحوض:

يعد طول الحوض من العناصر المورفومترية المهمة؛ لأن له ارتباطات عديدة مع الخصائص القياسية التي لها علاقة بأحواض التصريف، وقد تم اتباع طريقة (Schumm) (محسوب، 2001، ص206) في قياس طول الحوض وذلك بقياس خط يمتد من المصب النهري إلى أقصى نقطة وأقصى امتداد للحوض (بمنطقة تقسيم المياه)، حيث تم الحصول على أقصى طول لحوض وادي الناقة (35.4 كم)، الشكل (2-3)، كما تم قياس أطوال الأحواض الفرعية التي تراوحت أطوالها ما بين (7.3-24.1 كم).



شكل (2-3) خريطة توضح أقصى طول لحوض وادي الناقة.

3.1.3 عرض الحوض:

نتيجة لاختلاف أشكال الأحواض المائية وتعرجها وعدم انتظامها وذلك تبعاً لتباين مساحاتها والظروف الجيولوجية، كالحركات الأرضية ونوعية الصخور والتضاريس وصعوبة الحصول على قياس عرض الحوض كبعد واحد، لذا فقد تم الاعتماد في استخراج متوسط عرض الحوض على العلاقة التالية:

$$\text{متوسط عرض الحوض} = \frac{\text{مساحة الحوض كم}^2}{\text{طول الحوض كم}}$$

(محسوب، 2001، ص206).
من خلال المعادلة السابقة يتضح أن هناك تبايناً في متوسط عرض الأحواض الفرعية
فتتراوح متوسطات العرض ما بين (1-4 كم)، أما حوض وادي الناقة فقد بلغ متوسط عرضه
(9.11 كم)، جدول(3-1).

4.1.3 محيط الاحواض :

محيط الحوض هو خط تقسيم المياه، الذي يمثل الحد الفاصل بين الحوض والأحواض
المجاورة، ويزداد المحيط بازدياد المساحة الحوضية (سلامة، 1982، ص29)، ونظراً لكبر
مساحة حوض وادي الناقة؛ فإن محيطه يبلغ (132.39 كم)، أما أحواضه الفرعية فيتراوح طول
محيطاتها ما بين (17.9-71.6 كم)، الشكل(3-1).

2.3 الخصائص الشكلية (Form Characteristics):

تتخذ أحواض التصريف النهري أشكالاً هندسية مختلفة، فقد تكون دائرية أو ذات الشكل
المثلث أو تميل إلى الشكل المستطيل (شريف، 2000، ص183)، ويرجع ذلك إلى أنماط انتشار
شبكة التصريف للحوض والبنية الجيولوجية وتضاريس ونوعية التربة ومناخ المنطقة وغيرها،
كما تؤدي الخصائص الشكلية دوراً كبيراً في تحديد أهمية الحوض من الناحية الجيومورفولوجية
والهيدرولوجية (شبكة التصريف النهري وكمية التصريف المائي)، لذلك لابد من إبراز أهم
الخصائص الهندسية والشكلية لحوض وادي الناقة وأشكال أحواض أوديته الفرعية من خلال
تطبيق بعض المعاملات الرياضية التي تتمثل فيما يأتي:

1.2.3 نسبة استطالة الحوض (Elongation Ratio):

تعرف نسبة الاستطالة بأنها: اقتراب الحوض من شكل المستطيل، فعند اقتراب النسبة
من الواحد الصحيح فذلك يدل على اقتراب الحوض من الشكل الدائري، أما إذا اقتربت هذه النسبة
من الصفر؛ دل ذلك على اقتراب الحوض من شكل المستطيل، ويتم قياس هذا المعامل وفق
العلاقة التالية:

$$\text{نسبة الاستطالة} = \frac{\text{طول قطر دائرة بنفس مساحة الحوض كم}}{\text{طول الحوض كم}}$$

(Schumm, 1956, p612).

بتطبيق المعادلة السابقة يلاحظ أن نسبة استطالة حوض وادي الناقة تصل إلى (0.57) وتدل هذه القيمة على اقتراب الحوض من شكل المستطيل أكثر، أما بالنسبة للأحواض الفرعية؛ فسجل حوض وادي الزيتون أعلى قيمة لنسبة الاستطالة (0.77) حيث تدل هذه القيمة على اقتراب الحوض من الشكل الدائري، وبلغت نسبة الاستطالة حوض وادي سرسرة (0.45) وحوض وادي البطوم (0.58) فيما بلغت في حوض وادي ارفيد وحوض وادي الحمائر والطهارة نحو (0.51 – 0.49 – 0.59) على التوالي، وسجل المتوسط العام لنسبة الاستطالة فقد بلغت (0.56)، ومن خلال هذه القيم يلاحظ أن الأحواض المدروسة يميل شكلها إلى الاستطالة مما يدل على أن أحواض التصريف المدروسة تمر بمرحلة مبكرة من دورتها التحاتية وتتميز بزيادة نشاط عمليات النحت الرأسى، جدول(2-3).

2.2.3 نسبة استدارة الحوض (تماسك المساحة) Circularity Ratio:

تستخدم نسبة الاستدارة لمعرفة مدى اقتراب وابتعاد شكل الحوض من الشكل المستدير، وهي عبارة عن النسبة بين مساحة الحوض ومساحة الدائرة التي محيطها يساوي محيط الحوض، بحيث يدل اقتراب النسبة من الواحد الصحيح على اقتراب شكل الحوض من الشكل الدائري، وتشير إلى تقدم الحوض في دورته التحاتية، وابتعاد الحوض عن هذا الشكل بابتعاد النسبة عن الواحد الصحيح، وعادة ما ترتفع نسبة الاستدارة في المناطق ذات البنية الصخرية الضعيفة؛ وذلك لارتفاع معدلات الهدم فيها، كما للعوامل التكتونية دور كبير في استدارة الحوض، حيث يتم قياس هذا المعامل وفق العلاقة التالية :

$$\text{نسبة استدارة الحوض} = \frac{\text{مساحة الحوض كم}^2}{\text{مساحة دائرة محيطها نفس طول محيط الحوض كم}^2}$$

(Gregory, & Waling, 1973, p51).

يتبين من خلال تطبيق القانون أعلاه أن نسبة الاستدارة لحوض وادي الناقة قد بلغت (0.23)، أما بالنسبة للأحواض الفرعية فقد كانت أعلى نسبة في حوض وادي الطهارة الذي بلغ (0.54) أما باقي الأودية الفرعية فقد جاءت نسبة الاستدارة فيها كالتالي؛ حوض وادي السرسة (0.23) وحوض وادي البطوم بنحو (0.3) وحوض وادي الزيتون (0.49) وحوض وادي ارفيد والحمائر (0.29-0.34) على التوالي، فيما سجل المتوسط العام لنسبة الاستدارة نحو (0.34) مما يشير إلى ابتعاد معظم الأحواض المدروسة عن الشكل المستدير وعدم تقدم الأحواض في دورتها التحاتية، جدول(2-3).

3.2.3 معامل شكل الحوض (Form Factor):

يعبر هذا المعامل عن العلاقة بين مساحة الحوض وطوله، ومدى انتظام عرض الحوض المائي على طول امتداده من منطقة المنابع وحتى بيئة المصب، وكلما اقترب ناتج هذا المعامل من الواحد الصحيح يكون الشكل العام للحوض أكثر تناسقاً، في حين تشير القيم المنخفضة إلى عدم تناسق شكل الحوض، ويمكن الحصول على معامل شكل الحوض وفق العلاقة التالية:

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

(Horton, 1932, p353).

يدل انخفاض قيمة ناتج القسمة على اقتراب شكل الحوض النهري من الشكل المثلث، أما ارتفاع ناتج القسمة إلى واحد صحيح يدل على ابتعاد شكل الحوض عن الشكل المثلث، ويتبين من خلال تطبيق القانون أعلاه أن معامل الشكل لحوض وادي الناقة يبلغ (0.25) ما يؤكد على استطالة الحوض، وفيما الأودية الفرعية لا تختلف كثيراً عن قيمة معامل الشكل لحوض الناقة مثل حوض وادي البطوم وأرفيد والطهارة بنحو (0.26-0.2-0.27) على التوالي، وسجلت أعلى قيمه للمعامل في الأحواض الأودية الفرعية كحوض وادي الزيتون بقيمة (0.46) وفي حوضي السرسرة والحمائر سجلت أدنى قيم لمعامل شكل الحوض بنحو (0.19-0.16)، كما سجلت متوسط جميع هذه المعاملات بنحو (0.25) وهي قيمة منخفضة وذلك بسبب كبر اتساع مساحة الحوض بالنسبة للطول بفعل زيادة الحت الجانبي، و يدل هذا الانخفاض على أن شكل الحوض غير متناسق؛ ولعل ذلك يرجع إلى تأثيره بحركات الأرضية (الطيات والصدوع) مما ساعد على تعرج خطوط تقسيم المياه وعدم تناسق شكل الحوض، وبالتالي فإن الحوض لا يزال في المرحلة المبكرة من دورته النحائية، جدول(3-2).

جدول (2-3) الخصائص الشكلية لأحواض منطقة الدراسة.

الحوض	معدل الاستدارة	معدل الاستطالة	معامل الشكل
الناقة	0.23	0.57	0.25
الأحواض الفرعية			
الحوض	معدل الاستدارة	معدل الاستطالة	معامل الشكل
سرسرة	0.23	0.45	0.16
البطوم	0.3	0.58	0.27
الزيتون	0.49	0.77	0.46
ارفيد	0.34	0.51	0.2
الحمائر	0.29	0.49	0.19
الطهارة	0.54	0.59	0.26
المتوسط	0.34	0.56	0.25

المصدر : من حسابات الطالبة بالاعتماد على تحليل نموذج الارتفاعات الرقمية (DEM) وبرنامج (ArcMap10.7).

3.3 الخصائص التضاريسية (Basin Relief Features):

تؤثر خصائص السطح على الجريان السطحي؛ فكلما قل الانحدار وكان السطح مستوي؛ قلت كمية الجريان السطحي وازدادت فرصة ضياع المياه بسبب عمليتي التبخر والتسريب، فالخصائص التضاريسية تعد المحصلة النهائية لعوامل التعرية، حيث تبرز دور التعرية ومدى نشاطها وقوتها وتعكس طبيعة أشكال سطح الأرض (عبد الرحمن، 2008، ص76) وإلقاء الضوء على ملامح الأحواض ومدى الاختلاف والتشابه بينها، وتحديد المرحلة العمرية التي تمر بها.

تم استخدام بعض المعاملات المورفومترية لتوضيح الخصائص التضاريسية لحوض وادي الناقة وأوديته الفرعية وهي كما يأتي:

1.3.3 نسبة التضرس (Relief ratio):

تعبر نسبة التضرس عن مدى تضرس الحوض بالنسبة إلى طوله، بحيث يقل معدل التضرس في الأحواض الكبيرة والواسعة من حيث المساحة، فضلاً عن وجود علاقة عكسية بين

نسبة التضرس ومساحة حوض التصريف، ويدل ارتفاع معدل التضرس على شدة النحت والجريان السطحي في الحوض وذلك بزيادة الفرق بين أعلى وأدنى نقطة في الحوض، كما يساعد هذا المعدل على تخمين حجم الرواسب المنقولة كماً ونوعاً، ويمكن حساب معدل التضرس من خلال المعادلة التالية:

$$\text{نسبة التضريس} = \frac{\text{الفرق بين أعلى وأدنى نقطة في الحوض م}}{\text{طول الحوض كم}}$$

(Schumm, 1956, p612).

يلاحظ من خلال تطبيق المعادلة السابقة أن نسبة تضرس حوض وادي الناقة قد بلغت (17.7 م/كم) حيث تدل على أن الارتفاع (17.7 م) لكل 1 كم، وهي قيمة كبيرة تعكس طبيعة التضرس الشديد للحوض، بالإضافة إلى تباين نسبة التضرس؛ حيث تميل للارتفاع بشكل واضح في الأحواض الفرعية بضعف قيمة نسبة التضرس العامة، حيث سجلت أعلى نسبة تضرس في حوض وادي الحمائر بنحو (37.5 م/كم) وحوض وادي وارفيد (33.08 م/كم)، بحيث يزداد خطر الفيضان في هذه الأودية و نقل الرواسب أكثر مع زيادة نسبة التضرس، ففي حوض وادي الطهارة ووادي الزيتون فقد بلغ (24.2-27.6 م/كم) على التوالي، بينما سجلت أقل نسبة تضرس في حوضي السرسرة (13.1 م/كم) والبطوم (16.8 م/كم)، حيث يعكس هذا التباين القدرة الحثية للمياه السطحية الجارية بين أجزاء حوض وادي الناقة، وتدلل هذه القيم المرتفعة على صغر مساحة الأحواض الفرعية شدة عملية التعرية على منحدرات الحوض، يعني أن الوادي يقع في مرحلة الشباب، جدول (3-3).

2.3.3 نسبة التقطع (معدل النسيج الطبوغرافي) Texture ratio:

هي نسبة لقياس نسيج شبكة التصريف وشدة تقطع سطح الحوض بالمجري المائية في الأراضي العليا منها (Bad Lands) أو السفلى (Flood Plains) من دون النظر إلى أطوال المجاري المائية، ويصنف النسيج الطبوغرافي إلى ثلاث فئات (جاف، 2005، ص65):

1- النسيج الخشن: أقل من (4) مجاري/كم.

2- النسيج المتوسط: يقع بين (4-10) مجاري/كم.

3- النسيج الناعم: أكثر من (10) مجاري/كم.

يستخرج معدل النسيج وفق المعادلة الآتية:

$$\text{معدل النسيج} = \frac{\text{عدد المجاري}}{\text{محيط الحوض كم}}$$

(Smith,1956,p 657) .

بتطبيق المعادلة أعلاه تبين أن معدل نسيج حوض وادي الناقة قد بلغ (8.08 مجرى/كم) أي أنه يقع ضمن الفئة متوسطة النسيج حسب تصنيف (Smith (1950 مما يدل على قلة عدد الروافد النهرية للحوض التي بلغت (1072 مجرى) بالنسبة للمحيط الذي يمتاز بتعرجاته الكبيرة مقارنة بمساحة الحوض وعدد روافده، فمن خلال ملاحظة الجدول (3-3) نجد أن حوض وادي الناقة يتقدم بمعدل نسيجه على أحواضه الفرعية؛ وبالتالي فهو يمر بمرحلة عمرية متقدمة مقارنةً بالأحواض الفرعية، وأن أمامه وقت لا بأس به لتكوين شبكة مائية وإتمام دورته التحتانية، بينما تتباين الأحواض الفرعية بمعدلات النسيج ما بين المتوسط والخشن، فكان النسيج المتوسط من نصيب وادي سرسرة والبطوم والزيتون بنحو (4.37-4.47-4.60 مجرى/كم) على التوالي، أما النسيج الخشن فكان يسود في وادي ارفيد (3.37 مجرى/كم)، وسجلت أدنى معدلات النسيج الحوضي فقد كانت من نصيب وادي الحمائر والطهارة بنحو (2.67-1.83 مجرى/كم) على التوالي.

3.3.3 التكامل الهيسومتري (Hypsometric integral):

يعتبر التكامل الهيسومتري من أهم المعاملات المورفومترية التي تقيس مدى تقدم الحوض في دورة التعرية، كما يعد من أفضل الطرق الكمية لتوضيح اختلافات مراحل التطور الجيومورفولوجي للحوض، فتشير القيم المرتفعة إلى تقدم الحوض في دورته التحتانية، وتدل الزيادة في قيمة التكامل الهيسومتري على كبر مساحة الحوض الناتجة عن كثافة التصريف المائي مما يشير إلى التقدم العمري للحوض، بحيث تتناسب قيم التكامل الهيسومتري طردياً مع الفترة التي يقطعها الحوض من دورته التحتانية والعكس صحيح (جودة وآخرون، 1991، ص 328).

يستخرج قيمة التكامل الهيسومتري من المعادلة الآتية:

$$\text{التكامل الهيسومتري} = \frac{\text{مساحة الحوض كم}^2}{\text{تضاريس الحوض م}}$$

(مصطفى، 1982، ص 217) .

من خلال تطبيق القانون أعلاه وبملاحظة جدول(3-3) ؛ سجل حوض وادي الناقة أعلى قيمة للتكامل حيث بلغت (0.51) مما يشير إلى أن الحوض في بداية مرحلة النضج ومتقدم في دورته التحاتية مقارنة بأحواضه الفرعية التي سجلت قيم تكامل أقل؛ ولعل ذلك يرجع إلى كبر مساحته وكثرة روافده النهرية وخاصة في أجزائه العليا والوسطى، حيث بلغ تكامل وادي السرسرة (0.29) ووادي البطوم (0.26)، أما حوض وادي الزيتون فقد بلغ تكامله (0.15)، كما كانت أدنى قيم تكامل الهبسوم تري من نصيب حوض وادي ارفيد وحوض وادي الحمائر والطهارة بنحو (0.07-0.04-0.08) على التوالي، وتشير القيم المنخفضة لتكامل الهبسوم تري بالأحواض الفرعية إلى صغر حداثه الأحواض وصغر مساحتها كما أنها لا تزال في بداية مرحلة الدورة التحاتية.

جدول (3-3) الخصائص التضاريسية لأحواض منطقة الدراسة.

الحوض	معدل التضرس	معدل النسيج الطبوغرافي	التكامل الهبسوم تري
الناقة	17.7	8.09	0.5
الأحواض الفرعية			
الحوض	معدل التضرس	معدل النسيج الطبوغرافي	التكامل الهبسوم تري
سرسة	13.1	4.6	0.2
البطوم	16.8	4.4	0.2
الزيتون	27.6	4.3	0.1
ارفيد	33.08	3.3	0.08
حمائر	37.5	1.8	0.04
الطهارة	24.2	2.6	0.07
المتوسط	24.2	4.1	0.17

المصدر : من حسابات الطالبة بالاعتماد على تحليل نموذج الارتفاعات الرقمية (DEM) وبرنامج (ArcMap10.7).

4.3 خصائص الشبكية :

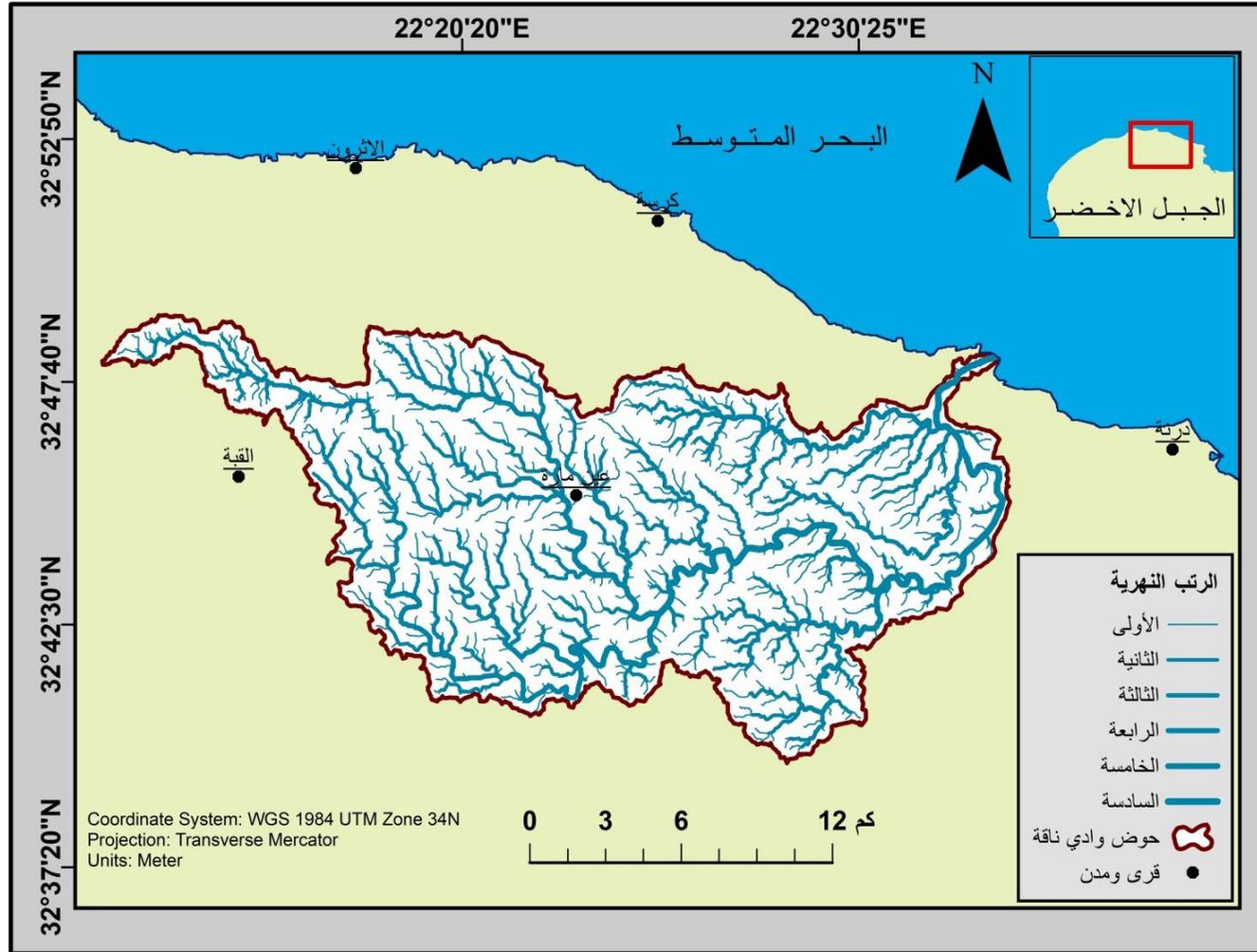
تعد دراسة وتحليل شبكة التصريف (Drainage Network) أمراً مهماً وأساسياً في تحديد مدى تطور الأحواض المائية؛ فشبكة التصريف هي المحصلة النهائية للظروف البنوية والمناخية حيث تسهم في فهم العلاقة بين خصائص التكوينات الصخرية من ناحية والظروف المناخية من ناحية أخرى؛ وذلك من خلال دراسة رتب المجاري وأعدادها وأطوالها وتطبيق العديد من المعاملات؛ منها كثافة التصريف وتكرار المجاري ومعدل الانعطاف وأنماط التصريف، وذلك على نحو التالي:

1.4.3 أعداد المجاري حسب الرتبة (Stream Numbers):

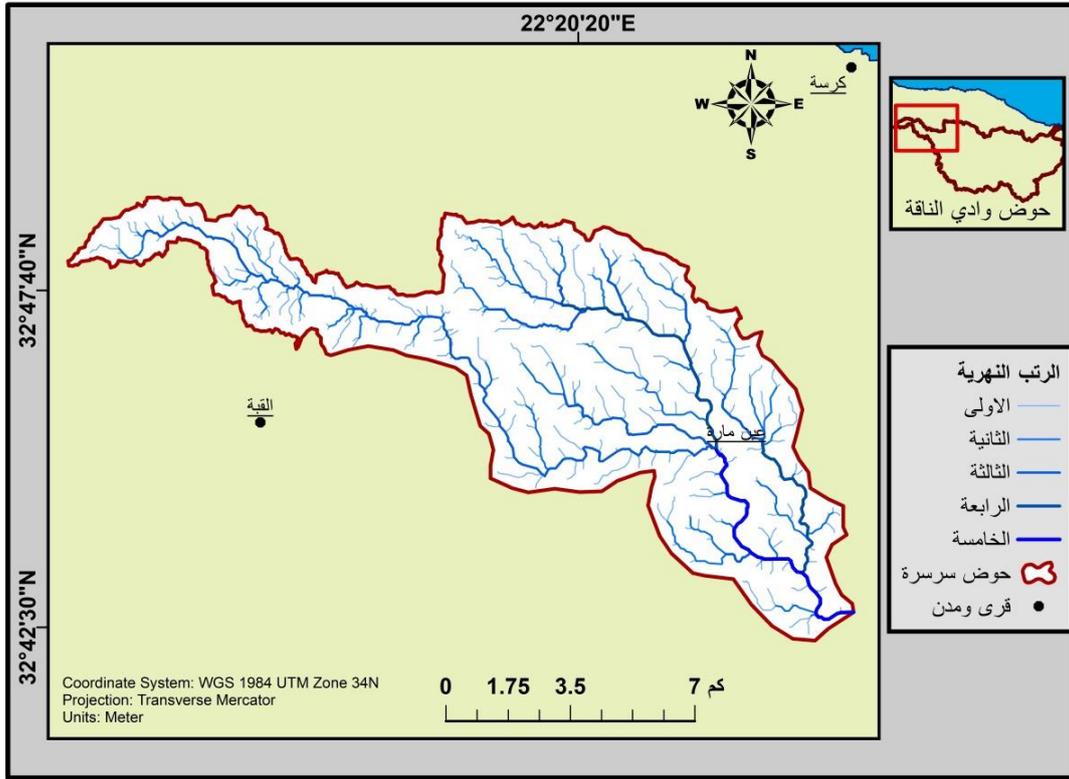
تعد عملية استخراج المجاري المائية داخل الحوض وترتيبها من أولى الخطوات في التحليل المورفومتري لشبكة التصريف حيث تكتسب أهميتها لكونها ترتبط ارتباطاً مباشراً بحجم شبكة التصريف والجريان المائي، كما أن هناك العديد من الطرق التي يمكن اتباعها في ترتيب المجاري أهمها: (Horton,1945) و (Strahler,1957) و (Shreve,1967) ولكل طريقة مزايا وعيوب؛ لأن كل منها مصمم لدراسة جانب معين، وتعد طريقة (Strahler,1957) أكثر الطرق بساطةً وشيوعاً، وقد تم اتباعها في تصنيف المجاري المائية لشبكة تصريف وادي الناقة.

وتم تحديد الرتب النهرية لشبكة تصريف حوض وادي الناقة بالاعتماد على الأسس التي حددها استريلر (Strahler,1957,p.914) وهي:

1. المجاري العليا الصغيرة التي لا تنتهي إليها مجاري أخرى تعتبر من مجاري الرتبة الأولى.
2. عند التقاء مجريين من الرتبة الأولى يكونان مجرى من الرتبة الثانية، وعندما يلتقي رافدان من الرتبة الثانية يكونان مجرى من الرتبة الثالثة وهكذا حتى تصل إلى المجرى الرئيسي.
3. يمثل المجرى الرئيسي أعلى رتبة نهريّة حيث تصل إليه الرواسب والمياه من بقية المجاري المائية.

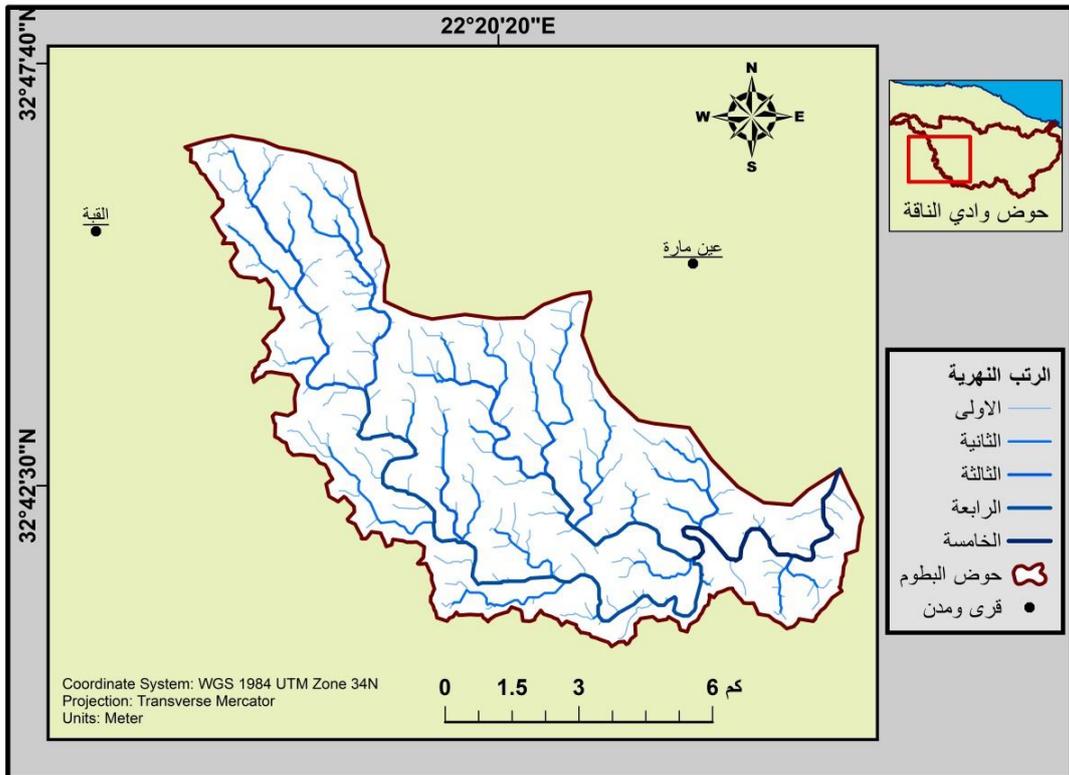


المصدر: إعداد الطالبة بالاعتماد على تحليل نموذج الارتفاعات الرقمية (DEM) وبرنامج (ArcMap10.7).
شكل (3-3) شبكة تصريف حوض وادي الناقية.



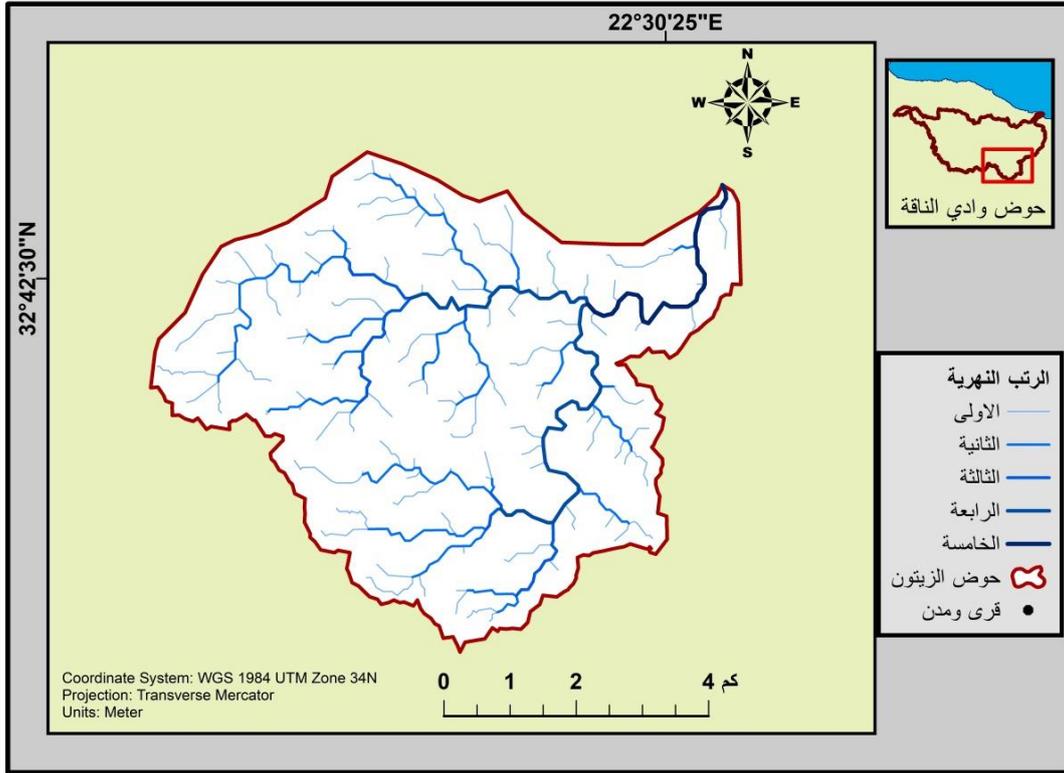
المصدر: إعداد الطالبة بالاعتماد على تحليل نموذج الارتفاعات الرقمية (DEM) وبرنامج (ArcMap10.7).

شكل (3-4) شبكة تصريف حوض سرسرة الفرعي.



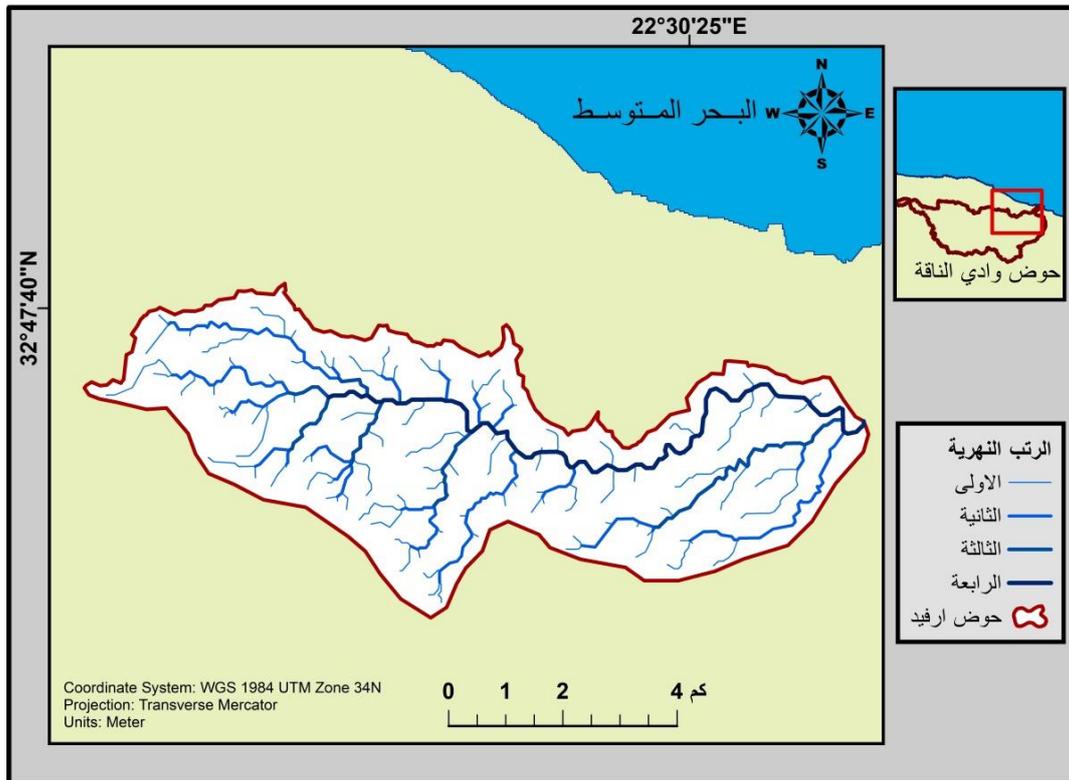
المصدر: إعداد الطالبة بالاعتماد على تحليل نموذج الارتفاعات الرقمية (DEM) وبرنامج (ArcMap10.7).

شكل (3-5) شبكة حوض البطوم الفرعي.



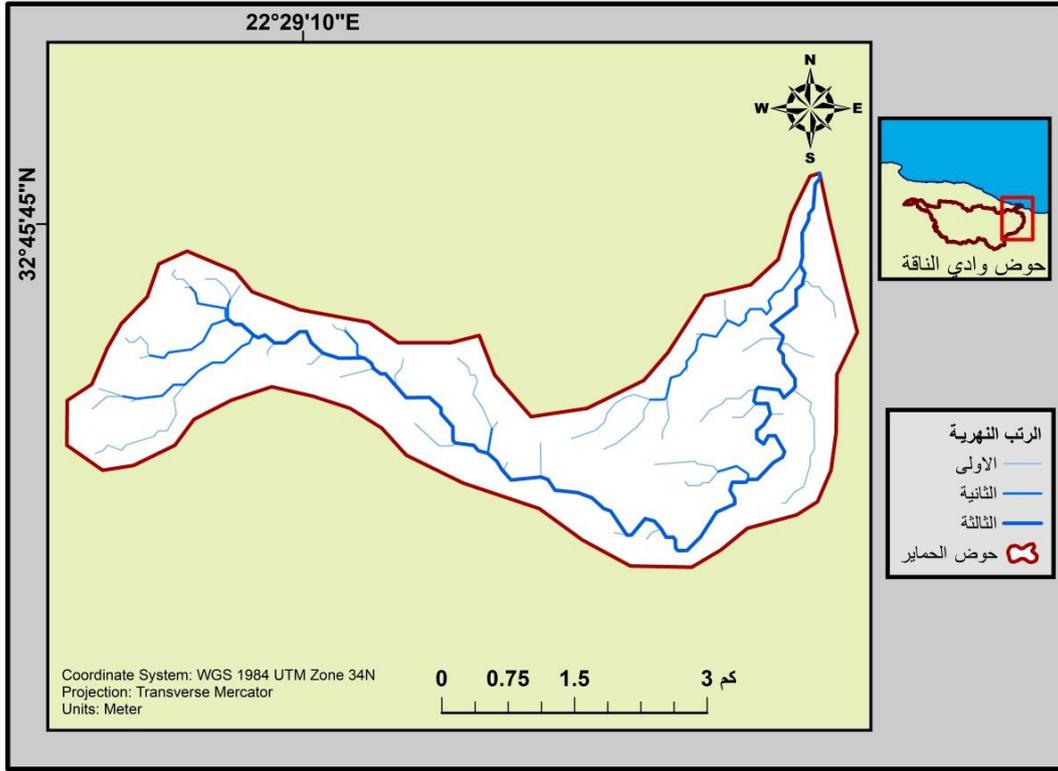
المصدر: إعداد الطالبة بالاعتماد على تحليل نموذج الارتفاعات الرقمية (DEM) وبرنامج (ArcMap10.7).

شكل (3-6) شبكة تصريف حوض الزيتون الفرعي.

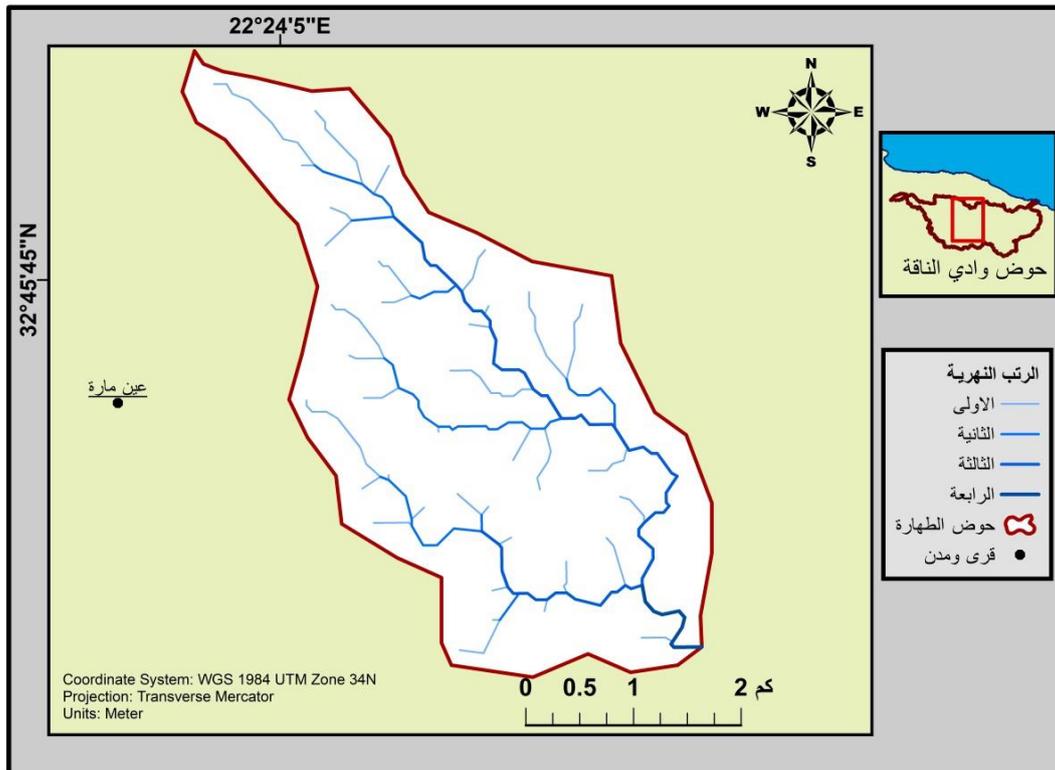


المصدر: إعداد الطالبة بالاعتماد على تحليل نموذج الارتفاعات الرقمية (DEM) وبرنامج (ArcMap10.7).

شكل (3-7) شبكة تصريف حوض ارفيد الفرعي.



المصدر: إعداد الطالبة بالاعتماد على تحليل نموذج الارتفاعات الرقمية (DEM) وبرنامج (ArcMap10.7).
شكل (8-3) شبكة تصريف حوض الحمائر الفرعي.



المصدر: إعداد الطالبة بالاعتماد على تحليل نموذج الارتفاعات الرقمية (DEM) وبرنامج (ArcMap10.7).

شكل (9-3) شبكة تصريف حوض الطهارة.

جدول (4-3) أعداد المجاري لكل رتبة في أحواض منطقة الدراسة.

المجموع	السادسة	الخامسة	الرابعة	الثالثة	الثانية	الأولى	الرتبة اسم الحوض ونسبة لكل رتبة
1072	1	3	9	36	179	844	الناقة
100	0.09	0.2	0.8	3.3	16.6	78.7	النسبة (%)
الأحواض الفرعية							
المجموع	السادسة	الخامسة	الرابعة	الثالثة	الثانية	الأولى	الرتبة اسم الحوض ونسبة لكل رتبة
254	0	1	3	10	40	200	سرسرة
100	0	0.3	1.1	3.9	15.7	78.7	النسبة (%)
244	0	1	2	8	41	192	البطوم
100	0	0.4	0.8	3.2	16.8	78.6	النسبة (%)
139	0	1	2	6	21	109	الزيتون
100	0	0.7	1.4	4.3	15.1	78.4	النسبة (%)
128	0	0	1	6	21	100	إرفيد
100	0	0	0.7	4.6	16.4	78.1	النسبة (%)
47	0	0	0	1	8	38	الحمائر
100	0	0	0	2.1	17	80.8	النسبة (%)
48	0	0	1	2	8	37	الطهارة
100	0	0	2	4.1	16.6	77	النسبة (%)

المصدر : إعداد الطالبة برجوع إلى البيانات التي تم الحصول عليها خاصة (Arc Hydro) بالاعتماد على تحليل نموذج الارتفاعات الرقمية (DEM) وبرنامج (ArcMap10.7).

ومن خلال دراسة جدول (4-3)، شكل (3-3)، شكل (4-3) شكل (5-3) شكل (6-3)

شكل (7-3) شكل (8-3) شكل (9-3) يستخلص الآتي :

1. باتباع الطريقة (Strahler,1957) في تصنيف الرتب النهرية يتضح أن أعلى رتبة لحوض وادي الناقة هي الرتبة السادسة، بينما تتباين الرتب النهرية لشبكات تصريف الأحواض الفرعية؛ حيث تتراوح ما بين الرتبة الخامسة في حوض وادي السرسرة ووادي البطوم ووادي الزيتون وهي من الأحواض الفرعية الكبيرة في مساحتها، بينما وصل حوض وادي إرفيد والطهارة للرتبة الرابعة، بينما حوض وادي الحمائر وصلت رتبته النهرية للثالثة وبذلك يكون من أصغر الأحواض الفرعية وأقلها رتبة.
2. بلغ مجموع أعداد المجاري بمنطقة الدراسة نحو (1072 مجرى) وقد تباينت أعداد هذه المجاري على مستوى الأحواض والرتب.

3. يبلغ عدد مجاري الرتبة الأولى في حوض وادي الناقة نحو (844 مجرى) بنسبة (78.7%) من إجمالي أعداد المجاري في الحوض، والباقي فهي موزعة على باقي الرتب الأخرى، حيث يبلغ عدد مجاري الرتبة الثانية لحوض وادي الناقة نحو (179 مجرى) بنسبة (16.6%)، وبالتالي فإن مجاري الرتبتين الأولى والثانية تشكل نسبة (95.3%) من إجمالي أعداد المجاري في حوض الناقة؛ السبب في زيادة أعداد المجاري في تلك الرتب يرجع إلى طبيعة التكوين الصخري والتركيب الجيولوجي فكلما كانت المنطقة هشة وضعيفة؛ ساعد ذلك في تكوين عدد أكبر من المجاري، وبلغ عدد مجاري الرتب الثلاثة (36 مجرى) أي بنسبة (3.3%) وشكلت نسبة (1.12%) باقي الرتب النهرية المتمثلة في الرتبة الرابعة (9 مجاري) والرتبة الخامسة (3 مجارى) والرتبة السادسة مجرى واحد فقط بحوض وادي الناقة.
4. بينما الأحواض الفرعية؛ فقد بلغت أعداد المجاري المائية للرتبة الأولى في حوض وادي السرسرة حوالي (200 مجرى) بنسبة (78.7%) من إجمالي أعداد المجاري في حوض سرسرة، بينما بلغت أعداد مجاري الرتبة الثانية (40 مجرى) أي ما يعادل (15.7%) من إجمالي مجاري هذا الحوض، وبقيّة النسب فقد توزعت على باقي الرتب بحوض وادي سرسرة الفرعي.
5. بلغ عدد مجاري الرتب الأولى بحوض وادي البطوم (192 مجرى) بنسبة (78.6%) من إجمالي رتب شبكته النهرية، بينما الرتبة الثانية فقد شكلت نسبة (16.8%) بعدد (41 مجرى)، وبقيّة النسب (4.5%) من إجمالي شبكة حوض وادي البطوم فقد توزع على الرتب الثلاثة والرابعة والخامسة.
6. بلغ عدد مجاري الرتب الأولى بحوض وادي الزيتون الفرعي نحو (109 مجرى) أي ما يعادل (78.4%) من إجمالي شبكة تصريفه، بينما الرتب الثانية فقد شكلت نسبة (15.1%) وبقيّة الرتب المتمثلة في الرتبة الثالثة والرابعة والخامسة شكلت نسبة (6.4%) من إجمالي أعداد المجاري بحوض وادي الزيتون الفرعي.
7. شكلت نسبة الرتب الأولى بحوض وادي ارفيد الفرعي نحو (78.1%) من إجمالي المجاري المائية بالحوض الفرعي؛ حيث بلغ عددها (109 مجرى)، بينما بلغ عدد الرتب الثانية (21 مجرى) بنسبة (16.4%) وبقيّة الرتب المتمثلة في الرتبة الثالثة والرابعة فقد شكلت نسبة (5.4%) من إجمالي أعداد المجاري بحوض ارفيد الفرعي.

8. بلغ عدد مجاري الرتبة الأولى بحوض الحماير الفرعي نحو (38 مجرى) بنسبة (80.8%) من إجمالي أعداد المجاري في الحوض، بينما بلغ عدد مجاري الرتبة الثانية (8 مجاري) بنسبة (17%)، وبقية النسبة (2.1%) فكانت للرتبة الثالثة في حوض وادي الحماير الفرعي الذي يحتوي على مجرى واحد فقط.
9. ففي حوض وادي الطهارة الذي يعد من أصغر الأحواض الفرعية المدروسة من حيث المساحة؛ فقد بلغ عدد مجاري الرتبة الأولى فيه نحو (37 مجرى) بنسبة (77%) من إجمالي شبكته النهرية، وشكلت الرتبة الثانية نسبة (16.6%) بعدد (8 مجاري) بينما الرتبة الثالثة والرابعة شكلت ما نسبته (6.2%) من إجمالي المجاري النهرية بحوض وادي الطهارة.
10. تجدر الإشارة إلى الدور الذي تلعبه المجاري المائية بمختلف أعدادها ورتبتها في العمل على زيادة مساحة الحوض بواسطة الحت المائي الذي يزداد نشاطه بزيادة أطوال المجاري المائية وزيادة أعدادها وتحديد الرتب الأولى والثانية.

2.4.3 أطوال المجاري المائية (Stream Lengths):

تلعب أطوال المجاري أهمية كبيرة في دراسة شبكة التصريف وتحديد الكثافة التصريفية للأحواض النهرية وتعكس خصائص الجريان السطحي، كما تعبر عن وجود علاقة عكسية بين أطوال المجاري وكثافة التصريف، إذ كلما زادت مساحة الحوض؛ زادت أطوال المجاري، وتقل نسبة كثافة التصريف، وتوجد علاقة عكسية بين أطوال المجاري ودرجة الانحدار، ومن المعروف أن مجاري الرتبة الأولى هي أقصر المجاري طولاً وأكثرها عدداً فكلما تقدمت المجاري في رتبها؛ ازدادت طولاً وقلت عدداً.

وقد تبين أن مجموع أطوال المجاري في حوض وادي الناقة سجلت نحو (736.2 كم) وتوزعت على ست رتب نهريّة؛ حيث بلغ مجموع أطوال الرتبة الأولى (336.2 كم) بنسبة (45.6%)، أما الرتب الثانية فقد بلغ مجموع أطوالها (182.06 كم) بنسبة (24.7%) من إجمالي أطوال الرتب النهرية، الجدول (3-5) والجدول (3-6)

جدول (3-5) أطوال الرتب النهرية في حوض وادي الناقة.

النسبة (%)	مجموع أطوال المجاري (كم)	عددها	الرتبة
45.6	336.26	844	الأولى
24.7	182.06	179	الثانية
14	103.2	36	الثالثة
7.7	56.9	9	الرابعة
3.43	25.2	3	الخامسة
4.4	32.5	1	السادسة
100	736.2	1072	المجموع

المصدر: اعداد الطالبة بالاعتماد على تحليل نموذج الارتفاعات الرقمية (DEM) وبرنامج (ArcMap10.7).

جدول (3-6) أطوال الرتب النهرية في الأحواض الفرعية لمنطقة الدراسة.

حوض وادي سرسرة			
النسبة (%)	مجموع أطوال المجاري (كم)	عددها	الرتبة
47.6	99.7	263	الأولى
23.2	48.6	53	الثانية
19.1	40.1	10	الثالثة
6.06	12.7	3	الرابعة
3.9	8.1	1	الخامسة
0	0	0	السادسة
100	209.5	330	المجموع
حوض وادي البطوم			
النسبة (%)	مجموع أطوال المجاري (كم)	عددها	الرتبة
43.5	73.4	192	الأولى
26.9	45.5	41	الثانية
12.7	21.5	8	الثالثة
12.1	20.5	2	الرابعة
4.4	7.5	1	الخامسة
0	0	0	السادسة
100	168.6	244	المجموع

حوض وادي الزيتون			
النسبة (%)	مجموع أطوال المجاري (كم)	عددها	الرتبة
46.8	44.5	109	الأولى
27	25.7	21	الثانية
6.2	5.9	6	الثالثة
9.9	9.4	2	الرابعة
9.9	9.4	1	الخامسة
0	0	0	السادسة
100	95.2	139	المجموع
حوض وادي أرفيد			
النسبة (%)	مجموع أطوال المجاري (كم)	عددها	الرتبة
46.1	41.8	100	الأولى
28.1	25.5	21	الثانية
11.4	10.3	6	الثالثة
14.2	12.9	1	الرابعة
0	0	0	الخامسة
0	0	0	السادسة
100	90.7	128	المجموع
حوض وادي الحمائر			
النسبة (%)	مجموع أطوال المجاري (كم)	عددها	الرتبة
43.6	16.1	38	الأولى
20.5	7.6	8	الثانية
35.7	13.2	1	الثالثة
0	0	0	الرابعة
0	0	0	الخامسة
0	0	0	السادسة
100	37.01	47	المجموع

حوض وادي الظهارة			
النسبة (%)	مجموع أطوال المجاري (كم)	عددتها	الرتبة
49.2	14.9	37	الأولى
22	6.6	8	الثانية
24.8	7.4	2	الثالثة
3.9	1.1	1	الرابعة
0	0	0	الخامسة
0	0	0	السادسة
100	30.01	48	المجموع

المصدر: إعداد الطالبة بالاعتماد على تحليل نموذج الارتفاعات الرقمية (DEM) وبرنامج (ArcMap10.7).

3.4.3 كثافة التصريف (Drainage density):

تعني كثافة التصريف الدلالة على نصيب كل كيلومتر مربع من مساحة الحوض من إجمالي طول الشبكة النهرية.

وهي من أهم المعاملات المورفومترية التي تعد انعكاساً للظروف المناخية والبنية الجيولوجية ومدى ضعف وصلابة التكوينات الصخرية ودرجة نفاذيتها التي تجري فوقها مجاري الحوض، كما أنها تمثل درجة تقطع السطح بالمجاري المائية، ويستفاد منه في تقدير كفاءة شبكة التصريف في نقل المياه والرواسب، فكلما ارتفعت كثافة التصريف ارتفعت كفاءة الشبكة في نقل الرواسب والمياه عبرها، ويرى هورتون أن الكثافة التصريفية تكون ما بين (0.93 كم²/كم² إلى أكثر من 1.24 كم²/كم²) في المناطق المتضرسة وشديدة الانحدار، كما قد أشار (Fairbridge) إلى أن كثافة التصريف تتراوح ما بين (3-4 ميل/ميل²) في تكوينات الحجر الرملي الصلب، بينما المناطق ذات الصخور متوسطة الصلابة تراوحت كثافة تصريفها بين (8-16 ميل/ميل²)، وقدّم كلٌّ من (Smith) و (Strahler) تقسيماً لكثافة التصريف إلى فئات حسب نوع الصخر

الجدول (7-3) (عبد الصمد، 2001، ص 185):

جدول (7-3) كثافة التصريف وفق تصنيف سميث وأستريلر.

النسيج	كثافة التصريف كم ² /كم ²	الوصف
خشن	أقل من 5	صخور نفاذة- مطر قليل
متوسط	5-13.7	مناطق رطبة
ناعم	13.7-155.3	مناطق الأراضي الوعرة
ناعم جدا	أكثر من 155.3	مناطق الأراضي الوعرة

يعد هذا التصنيف قريب من التصنيف الأمريكي المعتمد للكثافة التصريفية إلى (محمد، 2007، ص 122):

- كثافة تصريفية منخفضة تتراوح ما بين (1.9-2.5 كم²/كم²).
- كثافة تصريفية معتدلة تتراوح ما بين (5-10 كم²/كم²).
- كثافة تصريفية مرتفعة تتراوح ما بين (13-19 كم²/كم²).

وتحسب الكثافة التصريفية من خلال المعادلة التالية:

$$\text{الكثافة التصريفية} = \frac{\text{مجموع أطوال المجاري كم}}{\text{مساحة الحوض كم}^2}$$

(Horton, 1932, P. 357).

ومن خلال تطبيق معادلة الكثافة التصريفية نلاحظ بلوغ الكثافة التصريفية لحوض وادي الناقة نحو (2.2 كم²/كم²) أي بمعنى جريان 2.28 كيلومتر من المجاري في كل 1 كيلومتر مربع من المساحة، بينما تطابقت الأحواض الفرعية في الكثافة التصريفية مع الحوض الرئيسي، الجدول (3-8) وبالتالي فإن المتوسط العام للكثافة التصريفية لمنطقة الدراسة يبلغ (2.29 كم²/كم²) وهي قيمة منخفضة حيث تقع ضمن الكثافة التصريفية المنخفضة حسب التصنيف الأمريكي، وحسب تصنيف سميث و استريلر تسود هذه الكثافة التصريفية في الصخور عالية النفاذية وفي مناطق قليلة الأمطار، وبالتالي يمكن القول: إن قلة الانحدار وسيادة تكوينات الحجر الإيوسيني الذي يمتاز بضعف صلابته وقلة تماسكه من أسباب انخفاض الكثافة التصريفية لحوض وادي الناقة.

4.4.3 تكرار المجاري (Stream frequency):

يقصد بتكرار المجاري الكثافة العددية، أي مجموع أعداد المجاري المائية إلى مساحة أحواضها، ولقد قسم (Zakrzensk, 1976) نتائج تكرار المجاري (أبورية، 2007، ص 90):

- نسيج طبوغرافي خشن أقل من (4 مجرى/كم²).
- نسيج طبوغرافي المتوسط ما بين (4-10 مجرى/كم²).
- نسيج طبوغرافي ناعم أكثر من (10 مجرى/كم²).

ويحسب تكرار المجاري من خلال المعادلة التالية:

$$\frac{\text{أعداد المجاري}}{\text{مساحة الحوض كم}^2} = \text{الكثافة العددية}$$

(Horton, 1945, P. 285).

ومن خلال تطبيق المعادلة السابقة نلاحظ بلوغ تكرار مجاري حوض وادي الناقة (3.32 مجرى/كم²) أي بمعنى 3 مجاري لكل واحد (كم)، ففي الأحواض الفرعية تقاربت نسبياً مع قيمة تكرار المجاري لحوض وادي الناقة كما هو موضح في الجدول (3-8)، وسجل المتوسط العام لتكرار المجاري بمنطقة الدراسة فقد بلغ (3.33 مجرى/كم²) وهي قيمة منخفضة مقارنة بمساحة الحوض البالغة (322.8 كم²) ولربما يرجع سبب قلة تكرار المجاري؛ لقلة الأمطار الهائلة على منطقة الدراسة؛ حيث توجد علاقة طردية بين تكرار المجاري وكثرة الأمطار.

جدول (3-8) الكثافة الطولية وتكرار المجاري لمنطقة الدراسة.

الحوض	كثافة التصريف (كم/كم ²)	تكرار المجاري (ع/كم ²)
الناقة	2.28	3.32
الأحواض الفرعية		
الحوض	كثافة التصريف (كم/كم ²)	تكرار المجاري (ع/كم ²)
سرسرة	2.2	3.47
البطوم	2.3	3.33
الزيتون	2.41	3.52
ارفيد	2.31	3.26
الحمائر	2.36	3
الطهارة	2.15	3.4
المتوسط	2.29	3.3

المصدر: إعداد الطالبة بالاعتماد على تحليل نموذج الارتفاعات الرقمية (DEM) وبرنامج (ArcMap10.7).

5.4.3 نسبة التشعب (Bifurcation Ratio):

يطلق عليه أيضاً مصطلح معدل التفرع وهو من المقاييس المورفومترية الهامة فهي تعد واحدة من العوامل المتحكمة في معدل التصريف (محسوب، 2001، ص154).

ويقصد بنسبة التشعب؛ النسبة بين عدد المجاري المائية لرتبة معينة وبين عدد المجاري المائية للرتبة التي تليها مباشرةً (Tarboton, 1996, p107)، كما تعرف بأنها العلاقة القائمة بين عدد المجاري في كل رتبتين متتاليتين (دليمي، 2000، ص158)، كما توجد علاقة عكسية بين نسبة التشعب وخطر الفيضان؛ بحيث كلما قلت نسبه التشعب في الأحواض النهرية؛ قلت كثافته التصريف بها وبالتالي تتجمع مياه الأمطار في مجاري قليلة ومحددة بحيث يكون الجريان سطحياً وسريعاً؛ مما يؤدي إلى حدوث خطر الفيضانات والعكس صحيح، فكلما زادت نسبة التشعب في

أحواض التصريف؛ زادت كثافة التصريف ومن ثم تتوزع المياه على عدد أكبر من المجاري فتصل متشعبة إلى المجرى الرئيسي ويقل خطر الفيضان.

يمكن حسابه كالآتي (Kirchner,1993,p591) :

$$\text{نسبة التشعب} = \frac{\text{عدد المجاري في رتبة ما}}{\text{عدد المجاري في رتبة التالية}}$$

ويجدر الإشارة إلى أن نسبة التشعب تتأثر بطبيعة البنية الجيولوجية والظروف المناخية؛ فقد وضع ستريلر (Strahler) أن الأحواض النهرية التي تتسم بتشابه البنية الجيولوجية والظروف المناخية؛ تعطي نسب تشعب ثابتة بين رتب مجاريها، وفي كثير من الأحوال تتراوح نسبة التشعب فيها ما بين (3-5) كما أن الاختلاف في نسب التشعب وعدم ثباتها يدل على اختلاف أعداد المجاري في كل رتبة واختلاف في البنية الجيولوجية والظروف المناخية (أبو العنين، 1995، ص439).

لقد تم تطبيق معادلة نسبة التشعب على كافة الـرتب النهرية بحوض وادي الناقة وأحواض الفرعية، وبدراسة نسبة التشعب لحوض وادي الناقة وأحواض الفرعية يتبين الآتي:

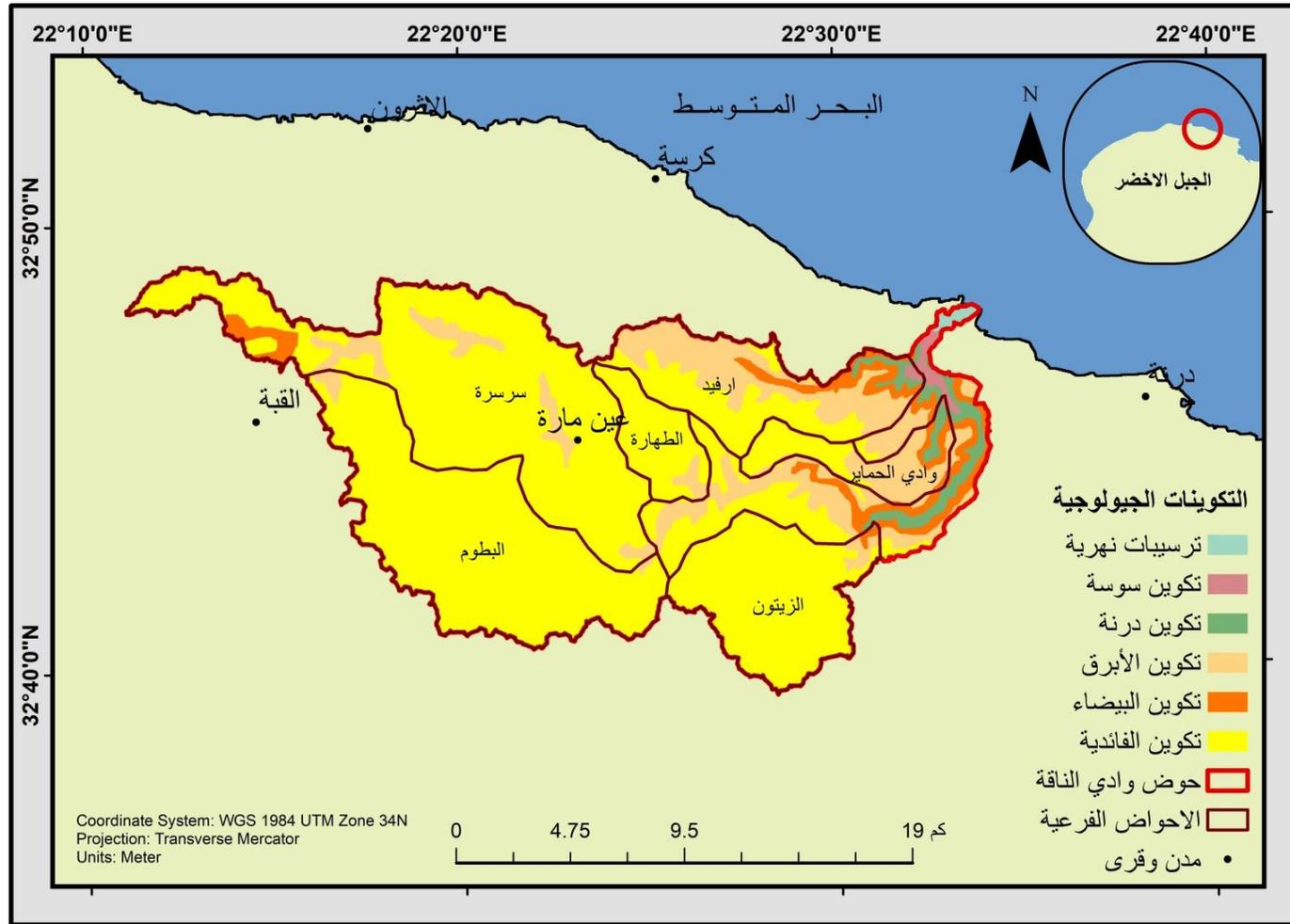
1. بلغ المتوسط العام لنسبة التشعب لحوض وادي الناقة (3.9) بينما بلغ المتوسط العام لنسبة التشعب بالأحواض الفرعية نحو (4.3) وبالتالي فإن حوض وادي الناقة بأوديته الفرعية يقع بصفه عامة ضمن تقسم ستريلر (Strahler) لنسبة التشعب (3-5) أي أن حوض وادي الناقة يقع ضمن الأحواض التي تتسم بتجانس البنية الجيولوجية والظروف المناخية؛ كما أنه من الأحواض التي تمتاز بالانحدار التدريجي الخفيف وغالبية مساحه كما أراضيها مغطاه بالصخور الجيرية المفتتة.
2. كما لوحظ أن هناك تقارباً شبة تام في متوسطات نسبة التشعب في الأحواض الفرعية، وذلك في حوض السرسرة والبطوم والزيتون والطهارة وحوض ارفيد حيث تراوحت النسب ما بين (3.4-4.7) إلا أن حوض الحمائر الفرعي سجل أعلى متوسط نسبة تشعب بحوالي (6.3) ويرجع ذلك إلى الاختلاف في البنية الجيولوجية، كما من خلال الرجوع إلى شكل (3-10) يلاحظ أن وادي الحمائر يقع من ضمن أكثر من تكوين جيولوجي يتمثل في تكوين سوسة ودرنة والأبرق والبيضاء والفائدية، كما أن هذا الارتفاع في نسبة التشعب يدل على كثافة التصريف بهذا

الحوض مقارنة بمساحته وبالتالي يقلل خطر الفيضان به وذلك بسبب تشتت المياه قبل أن تصل إلى المجرى الرئيسي بواسطة توزعها على أكبر عدد من المجاري.

3. من خلال دراسة حوض وادي الناقة وأوديته الفرعية؛ يلاحظ أن الرتب العليا تتصف بنسب تشعب منخفضة تقريباً كما هو حال نسب التشعب للأحواض الفرعية؛ حيث سجلت الرتب العليا أدنى النسب، تحديداً في وادي البطوم ووادي الزيتون ووادي الطهارة؛ فقد بلغت نسب التشعب بها (2) وبالتالي فإن هذه النسب المنخفضة تخرج عن الوضع الطبيعي الذي حدده سترلر (Strahler) مما يدل على قلة التقطع بهذه الرتب بفعل المجاري؛ ويعني زيادة خطر الفيضان بتلك الرتب، كما وصلت نسبة التشعب في الرتب العليا بحوض ارفيد الفرعي إلى (6) بين الرتبة الثالثة والرابعة بالإضافة إلى حوض الحمائر الذي سجل أعلى نسبة تشعب وذلك بين الرتبة الثانية والثالثة بنسب (8)؛ ويرجع ذلك إلى الاختلاف بالبنية الجيولوجية، شكل(3-10) جدول (3-9) نسبة التشعب في حوض وادي الناقة وأحواضه الفرعية.

الحوض	الأولى / الثانية	الثانية / الثالثة	الثالثة / الرابعة	الرابعة / الخامسة	الخامسة / السادسة	متوسط نسبة التشعب
الناقة	4.7	4.9	4	3	3	3.92
الأحواض الفرعية						
الحوض	الأولى / الثانية	الثانية / الثالثة	الثالثة / الرابعة	الرابعة / الخامسة	الخامسة / السادسة	متوسط نسبة التشعب
السرانية	4.9	5.3	3.3	3	0	4.1
البطوم	4.6	5.1	4	2	0	3.9
الزيتون	5.1	3.5	3	2	0	3.4
ارفيد	4.7	3.5	6	0	0	4.7
الحمائر	4.75	8	0	0	0	6.3
الطهارة	4.6	4	2	0	0	3.5
المتوسط عام لنسبة التشعب للأحواض الفرعية						4.3

المصدر: من حسابات الطالبة بالرجوع إلى بيانات جدول (3-4).



المصدر: إعداد الطالبة بالاعتماد على خارطة جيولوجية ذات مقياس رسم 1:250000 ونموذج الارتفاعات الرقمية (DEM) وبرنامج (ArcMap10.5).

شكل (10-3) البنية الجيولوجية لأحواض الفرعية.

6.4.3 معامل الانعطاف (Sinuosity Factor):

لمعامل الانعطاف أهمية كبيرة في الدراسات المورفومترية لأحواض التصريف، حيث يوضح هذا المعامل العلاقة بين الطول الحقيقي والمثالي للمجرى المائي، ويحسب بالمعادلة التالية (Gregory, & Waling, 1993, p50):

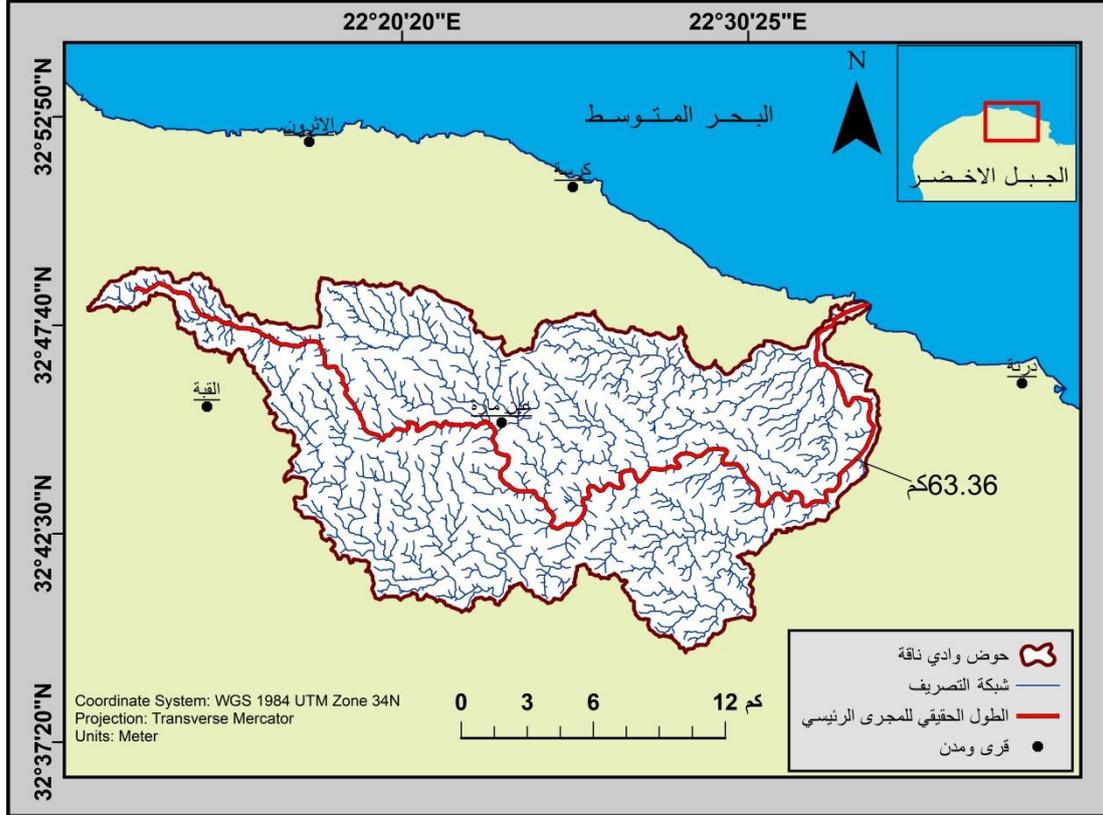
$$\text{معامل الانعطاف} = \frac{\text{طول المجرى الحقيقي كم}}{\text{طول المجرى المثالي كم}}$$

ويقصد بالطول الحقيقي للمجرى؛ المسافة التي يقطعها المجرى على الأرض من المنبع إلى المصب بما يتضمنه من التواءات وانحناءات، الشكل (3-11) حيث يوضح الطول الحقيقي للمجرى الرئيسي، بينما الطول المثالي فهو أقصر طريق سلكه المجرى بين المنبع والمصب، ويكون الطول الحقيقي عادةً أكبر من الطول المثالي، وكلما كان الرقم كبيراً؛ دل على زيادة تعرج المجرى الذي يعكس أثارة على سرعة الجريان المائي.

تكون نتائج هذه المعادلة بين (1-4)، حيث يقسم شكل مجرى الوادي حسب تعرجه إلى ثلاثة أنواع (Gregory, & Waling, 1993, p50):

- إذا كانت النسبة أقل من (1.05) يكون النهر أو الوادي من النمط المستقيم.
- إذا كانت النسبة ما بين (1.05-1.5) يكون النهر أو الوادي من النمط المتعرج.
- إذا زادت النسبة عن (1.5) يكون المجرى من النمط المنعطف.

بتطبيق معادلة معامل الانعطاف نلاحظ بلوغ قيمة معامل الانعطاف للمجرى الرئيسي لحوض وادي الناقة نحو (1.7) وهي قيمة مرتفعة؛ مما يشير إلى أن نمط المجرى الرئيسي من النمط المنعطف، والسبب الأساسي يكمن في التأثير التضاريسي والبنوي الجيولوجي المتحكم في جريان الأودية لاتجاهاتها وخاصة المجاري الرئيسية.



شكل (11-3) الطول الحقيقي للمجرى الرئيسي للحوض.

5.3 انماط التصريف (Stream Drainage Patterns):

تعتبر الأشكال و الأنماط التي تتسم بها المجاري النهرية بحوض وادي الناقة ظواهر نشأت نتيجة لعلاقات مرتبطة بين التركيب الصخري ونظم بنائه من جهة وبين الخصائص المناخية والتطورات الجيومورفولوجية للمجاري النهرية من جهة أخرى، وعموماً يؤدي التركيب الصخري دوراً كبيراً في تشكيل مجموعة من أنماط التصريف النهري في أي حوض تصريف؛ حيث تتأثر هذه الأنماط بمدى نفاذية وتجانس نوعية الصخور التي تجري فوقها تلك المجاري (ابوالعنين، 1995، ص458)، وتجدر الإشارة إلى أن هناك مجموعة من الدراسات التي قام بها الأستاذ زرنيتز (Zernitz, 1932, pp498-521) حيث اهتم بدراسة العلاقة المتبادلة بين أنماط التصريف النهري والتركيب الجيولوجي، ووضح أن هناك مجموعة من العوامل التي تؤثر على أنماط التصريف وتتمثل في اختلاف التكوين الصخري ونظم الطبقات، وأثر الحركات التكتونية، ونوع المناخ السائد بالمنطقة، وطبيعة التطور الجيومورفولوجي لحوض التصريف نفسها.

ومن خلال النظر إلى خارطة شبكة التصريف لحوض وادي الناقة شكل (3-12) يتبين مجموعة من أنماط التصريف بمنطقة الدراسة وتتمثل فيما يأتي:

1.5.3 نمط التصريف الشجري (Dendritic Drainage Pattern):

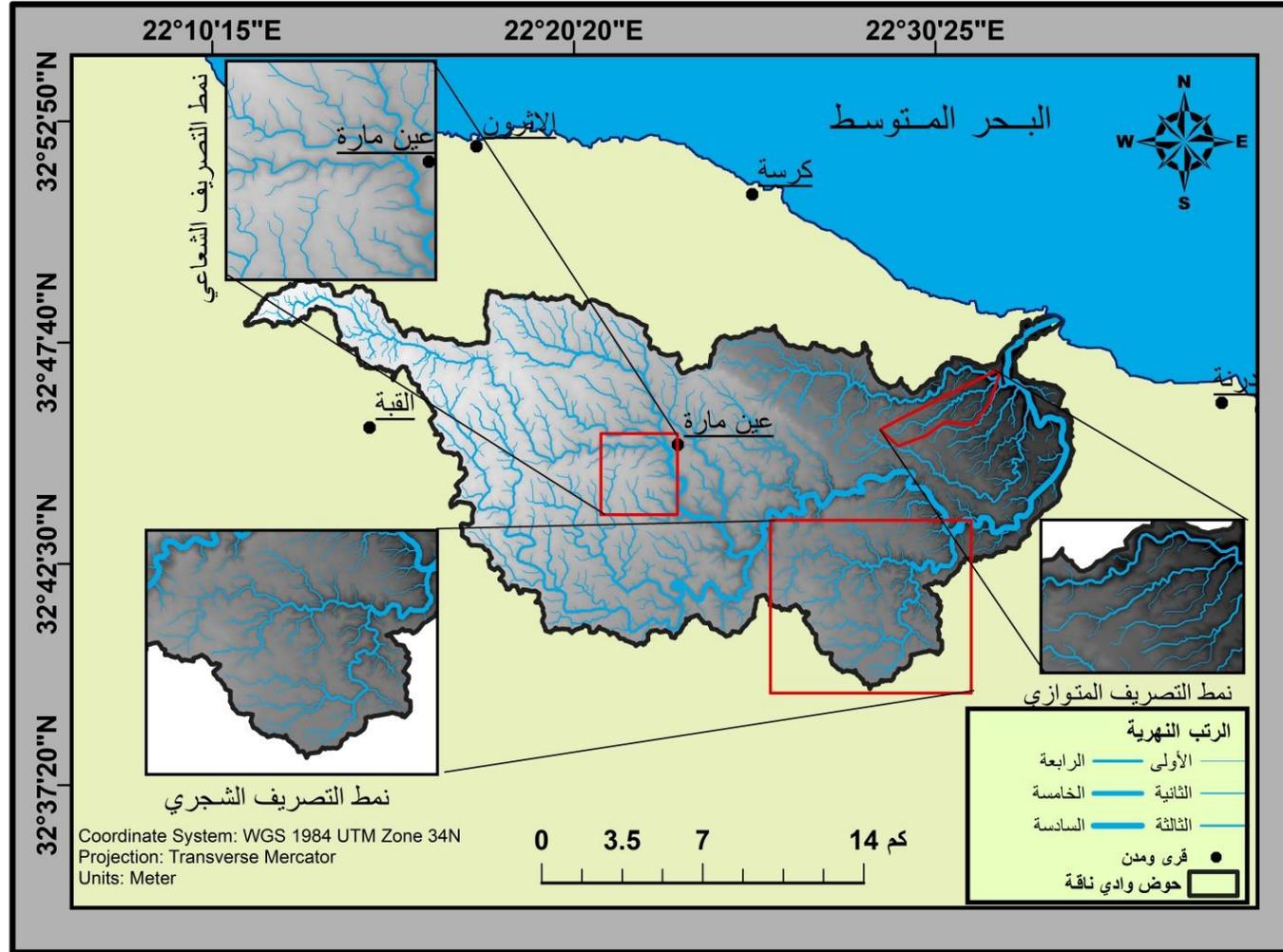
أطلق على هذا النمط اسم النمط الشجري تبعاً لما تظهر عليه روافده النهرية وكأنها أغصان أشجار حيث ينتشر النمط الشجري فوق التكوينات الصخرية المتجانسة (سليم وآخرون، 1985، ص365)، ويتسم هذا النوع من التصريف النهري بتشعب روافده النهرية بشكل غير منتظم وتلتقي روافده بالمجرى الرئيسي بزوايا حادة التي نادراً ما تزيد الزاوية الالتقاء عن (70 درجة)، ومن أهم العوامل التي تؤثر على تشكيل النمط الشجري عامل الانحدار العام لسطح الحوض وذلك يعكس عدم تعرض الحوض لحركات تكتونية تؤثر في نظام بنية الصخور (أبو العنين، 1995، ص460)، ومن هذا المنطلق يتبين ان هناك علاقة ارتباط بين شبكة التصريف النهري وطبيعة التكوين الجيولوجي لحوض وادي الناقة الذي يتميز بسيادة الصخور الرسوبية المتجانسة والتركيب الصخري وطبيعة المناخ؛ يلاحظ أن نمط التصريف النهري من أكثر الأنماط انتشاراً بمنطقة الدراسة.

2.5.3 نمط التصريف الشعاعي (Radial Pattern):

أطلق على هذا النمط الإشعاعي؛ نظراً لانتشار المجاري النهرية على شكل أشعة الشمس في جميع الاتجاهات، فالنمط الشعاعي هو عبارة عن مجموعة مجاري نهريية تتحدر من فوق قمة مرتفعة تعرف بالقباب الصخرية المحدبة أو فوق تلال مستديرة الشكل بحيث تتجه هذه المجاري من أعلى هذه القمة وحتى أسفل المنحدرات السفلى (أبو العنين، 1995، ص468).

3.5.3 نمط التصريف المتوازي (Parallel Drainage):

ينتشر هذا النوع من أنماط التصريف في المناطق التي تكون انحداراتها مقعرة وطولية توازيها انحدارات محدبة طولية؛ بحيث تساهم هذه الانحدارات في نشأة الأودية الطولية التي تمتد روافدها بشكل متوازي؛ بحيث تكاد تكون أودية منفصلة عن بعضها بمسافات متساوية (ثوربري، 1975، ص164)، وجدير بالذكر أن هذا النمط قد ينشأ تبعاً للظروف التكتونية الصخرية التي قد تؤدي إلى تشكيل مجاري نهريية طولية متوازية الامتداد (المرجع السابق).



المصدر: إعداد الطالبة بالاعتماد على تحليل نموذج الارتفاعات الرقمية (DEM) وبرنامج (ArcMap10.7).
شكل (12-3) خريطة أنماط شبكة التصريف لحوض وادي الناقة.

الفصل الرابع
العمليات الجيومورفولوجية ومظاهر الناتجة عنها
في حوض وادي الناقة

المقدمة.

1.4 عمليات التجوية والمظاهر الناتجة عنها
(Weathering).

2.4 عمليات التعرية والمظاهر الناتجة عنها
(Erosion).

3.4 عمليات تحرك المواد و المظاهر الناتجة عنها.

4.4 الأشكال الجيومورفولوجية ذات الأصل
البنوي.

5.4 العمليات الجيومورفولوجية الساحلية والمظاهر
الناتجة عنها.

6.4 دور الإنسان كعامل جيومورفولوجي.

7.4 المخاطر الجيومورفولوجية في الحوض.

المقدمة:

تؤدي العمليات الجيومورفولوجية دوراً كبيراً في تشكل أشكال سطح الأرض وتكوين المظاهر الجيومورفولوجية في حوض وادي الناقة، فيتعرض سطح الأرض بصورة مستمرة لهذه العمليات سواءً كانت العمليات الداخلية التي تعمل على إعادة بناء التضاريس (الأشكال البنوية) أو العمليات الخارجية التي تتمثل في عملية التعرية والتجوية وتحرك المواد (الأشكال التعرية والأشكال الإرسابية للمياه والرياح).

فمن خلال الدراسة الميدانية لحوض وادي الناقة تم رصد مجموعة من الظواهر الجيومورفولوجية، فضلاً عن توظيف بيانات خارطة درجات الانحدار لحوض وادي الناقة من أجل تحديد نطاقات حركة المواد الصخرية والمظاهر التي توجد بها بالإضافة إلى تحديد امتداد المناطق السهلية، وتم توظيف خارطة خطوط الارتفاعات المتساوية في تحديد مواقع ظاهرة التلال والكوستا، وبالتالي تم إنتاج خارطة جيومورفولوجية شكل (4-2). وفيما يأتي دراسة للعمليات الجيومورفولوجية والأشكال الناتجة عنها بحوض وادي الناقة:

1.4 عمليات التجوية والمظاهر الناتجة عنها (Weathering):

تُعرف التجوية بأنها مجموعة من العمليات التي تجري على الصخور بحيث تعمل على التفكك والتحلل والتغير الفيزيائي والكيميائي للمواد الصخرية لينتج عنها ما يعرف بالصخور الفتاتية، وتعتبر التجوية من العمليات الخارجية التي ليس لها علاقة بباطن الأرض بحيث تحتاج هذه العمليات إلى الطاقة اللازمة لنشاطها ولعل أهم مصدر لهذه الطاقة هي أشعة الشمس (الطاقة الحرارية) فالطاقة الشمسية تؤدي دوراً رئيسياً في ارتفاع درجات حرارة سطح الأرض وهذا يؤدي لحدوث تغيرات بالغللاف الجوي وتعكس على عمليات التجوية من حيث شدتها ونشاطها (محسوب وراضي، 1989، ص13)، وفيما يأتي شرح لأنواع عمليات التجوية:

1.1.4 التجوية الميكانيكية (Mechanical Weathering):

يطلق عليها أيضاً التجوية الفيزيائية (Physical Weathering) ويقتصر دورها على تفكيك وتفتيت الصخور وتحويلها إلى قطع صغيرة دون حدوث أي تغيرات في تركيبها الكيميائي؛ بمعنى أن التكوينات المعدنية والتركيبية للصخور المفتتة تبقى على نفس التركيب الذي كانت عليه في الصخر الأم (كربل، 1986، ص83)، ويزداد نشاط هذه العملية في المناطق الجافة

وشبه الجافة والمناطق الباردة أيضاً، وبالتالي يمكن اعتبارها من أنشط أنواع التجوية في منطقة الدراسة كونها تقع ضمن المناطق الشبه الجافة، وفيما يأتي شرح لأهم عمليات التجوية الميكانيكية في حوض وادي الناقة:

• **تقشر الصخور (Exfoliation):** وهي إحدى الظواهر الجيومورفولوجية الناتجة عن عمليات التجوية الميكانيكية بفعل التمدد الحراري أو إزالة الضغط من على الصخور، فيمكن فعل التمدد الحراري بنوعية تركيب الصخر؛ فمن المعروف أن الصخور تتكون من مجموعة من المعادن المختلفة من حيث التركيب أولاً ، وثانياً من حيث مدى قابليتها للحرارة (التمدد الحراري) فهناك معادن ترتفع درجة حرارتها بشكل أسرع من معادن أخرى؛ وبالتالي تتباين عملية التمدد والانكماش بين المعادن في الصخر الواحد؛ مما يؤدي إلى تشقق وتكسر الصخر وتحوله إلى أجزاء أصغر وأصغر مع مرور الزمن، أما إزالة الضغط أو ما يعرف بانزياح الضغط فهو عبارة عن إزالة الثقل من الرواسب والمواد التي تعلو فوق الصخور والتي كانت تعمل على ازدياد قوته وتماسكه، ولكن عندما يتم إزالة هذا الثقل أو ضغط الرواسب أو المواد بفعل عملية التعرية أو بفعل الحركات التكتونية أو بفعل النشاطات البشرية؛ فتتعرض الصخور بصورة مباشرة لعمليات التمدد والانكماش وخصوصاً في الاتجاه الرأسي (خفاجي، 2018، ص133).

يمكن القول إن عملية التمدد الحراري أو إزالة الضغط هي المسؤولة عن انفصال القشرة الرقيقة أو السميكة من سطح الصخر وتبقى هذه القشور على سطح الصخر إلى أن تزيلها عوامل التعرية المختلفة، وعادة ما تحدث هذه الظاهرة في الصخور الجرانيتية والصوانية وصخور الكلسية (تراب، 2011، ص104)، صورة (1-4).



المصدر: الدراسة الميدانية بتاريخ 2022/9/24م.

صورة (1-4) ظاهرة التقشر.

- **التفلق الصخري (Rock shattering):** وهي إحدى عمليات التجوية الميكانيكية التي تعمل على انفصال أو تفلق الكتل الصخرية إلى أجزاء أصغر حجماً؛ وذلك نتيجة تعاقب عمليتي تمدد وانكماش المعادن المكونة للصخور، وذلك عندما ترتفع درجات الحرارة خصوصاً في فصل الصيف ثم يصادف هطول الأمطار مما يؤدي إلى التبريد المفاجئ لسطح الصخر فينشطر إلى مجموعة من كتل أصغر حجماً (خفاجي، 2017، ص111)، صورة (2-4).



المصدر: الدراسة الميدانية بتاريخ 2022/9/24م.

صورة (2-4) ظاهرة التفلق الصخري في المروحة الفيضية بمصب الحوض.

- **التفكك الحصى-الحبيبي (Granular Disintegration):** وهي من عمليات التجوية الميكانيكية المسؤولة عن الانفراط والتفكك الحبيبي للأسطح الخارجية للصخور على صورة أجزاء حصوية بلورية صغيرة الحجم وتكون منفردة أو مجموعة متلاصقة تفصل من سطح الصخور وعادة ما تحدث هذه العملية في صخور الجرانيت مكونة رواسب الأركوز (Arkose) ويقصد بالأركوز الرمال الخشنة التي تنتشر في المناطق التي تتوافر بها صخور الجرانيت (بحري، 1987، صص 99-100)، صورة (3-4).



المصدر: الدراسة الميدانية بتاريخ 2022/9/24م.

صورة (3-4) ظاهرة التفكك الحصى في المجرى الرئيسي.

- **التشظي (Splitting):** ويطلق على هذه العملية مصطلح (التورق) ويحدث هذا النوع من التجوية عند وقوع الصخر إلى الأسفل فيحدث تكسر أو انشطار الصخر إلى شظايا وشرائح صخرية الحجم ومستطيلة الشكل، وعادةً ما تحصل هذه العملية عندما تتباين درجات الحرارة بشكل كبير جداً (راضي، 2004، ص328)، صورة (4-4).

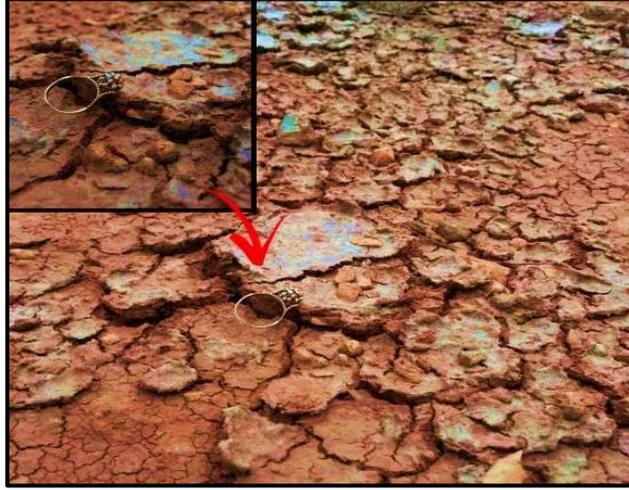


المصدر: الدراسة الميدانية بتاريخ 2022/9/24م.

صورة (4-4) ظاهرة التشظي في الحافة الأولى.

- **تجوية بفعل الصقيع (Frost Action):** تحدث هذه العملية بفعل تعاقب عمليتي التجمد والذوبان وذلك عندما تتسلل مياه الأمطار بين الفواصل والشقوق وبين مسامات التربة؛ فتتجمد هذه المياه بفعل انخفاض درجات الحرارة، وبحكم طبيعة المياه عند تجمدها يزداد حجمها بنسبة تصل إلى (9%) من حجمها الأصلي في الحالة السائلة؛ وبالتالي يولد ضغط كبير يصل إلى (125كجم/سم²) فيؤدي ذلك إلى توسع الشقوق والفواصل التي تسربت إليها المياه ومن ثم تكسر و تشقق أجزاء الصخر إلى قطع صغيرة (شمري والحسناوي، 2016، ص461).
- **التجوية الملحية (Salt Weathering):** على الرغم من وجود دور كيميائي في هذه العملية إلا أنها تؤدي دوراً كبيراً ضمن عمليات التجوية الميكانيكية في تفكك الصخور، حيث تنشط هذه العملية عندما يتم تبخر مياه الأمطار المتسللة في فواصل وشقوق الصخور، ومن ثم تتبلور الأملاح الموجودة بها وتؤدي دور مشابه لدور المياه عندما تتجمد وتتحول إلى الحالة الصلبة فيزداد حجم تبلور الأملاح وتمارس الضغط على الشقوق والفواصل ومن ثم ينتج عن ذلك تفتت وتكسر الصخور (ستريلر، 1985، ص298).
- **تجوية بفعل التشبع بالماء والجفاف:** تنشط هذه العملية في المناطق التي تستقبل كميات وفيرة من الأمطار ثم يتعاقب عليها الجفاف، وتكون هذه العملية تحت تأثير أشعة

الشمس وارتفاع درجات الحرارة، وبالتالي تعمل على تفكك أجزاء الصخور وتكون تريباً أو فتاتاً صخرياً (حسني، 2016، ص101) وتنشأ عقب هذه التجوية ظاهرة التشققات الطينية (Mud Cracks) وهي عبارة عن شقوق تحدث في طبقة التربة الطينية على هيئة مزلعات تشبه خلايا النحل (تراب، 2011، ص95)، صورة (4-5) وعادةً ما تنتشر هذه الظاهرة في المناطق المنخفضة من الحوض حيث تعتبر البيئة المناسبة للتشبع بمياه الأمطار والجفاف.



المصدر: الدراسة الميدانية بتاريخ 2022/10/1م.

صورة (4-5) ظاهرة التشققات الطينية في حوض البطوم الفرعي.

- **التجوية الميكانيكية بفعل الكائنات الحية (التجوية الحيوية):** تؤدي الكائنات الحية (النباتات والحيوانات والإنسان) دوراً فعالاً في تكوين المظاهر الجيومورفولوجية؛ وذلك بتفتيت الصخور وطبقات التربة، فالنباتات على سبيل المثال تتغلل بجذورها داخل باطن الأرض؛ وذلك من أجل الحصول على غذائها من جهة ومحاولة تثبيت نفسها داخل الأرض من جهة أخرى؛ وبالتالي تولد ضغطاً شديداً على الصخور مما ينتج عنها تفلق وتحطم الصخر ومع تكرار هذه العملية يزداد ضعف الصخر وتفتته أكثر وأكثر فضلاً عن زيادة في توسع الشقوق والفواصل، بينما الحيوانات فتساهم أيضاً في نشاط عمليات التجوية الميكانيكية فحركة الماشية والرعي الجائر تعمل على قلب الأرض وانجراف التربة بالإضافة إلى دور الحيوانات الحفارة كالجرذان والأرانب والخلد والديدان والنمل؛ فتقوم هذه الحيوانات بحفر الممرات والكهوف الصغيرة في طبقات التربة والصخور؛ وبالتالي تتعرض إلى التفتت والانهيال وتصبح معرضة لعمليات التعرية المختلفة (هميمي، 2008، ص ص206-207)، فيما يؤدي الإنسان بعض الآثار السلبية علي لسطح الأرض؛ وذلك بسبب النشاطات التي يمارسها كالحفر والتنقيب

وشق الطرق وتسوية الأرض والمحاجر (الكسارات) وغيرها من النشاطات التي تؤدي إلى خلق فرص نشاط لعمليات التجوية والتعرية، صور (4-6).



المصدر: الدراسة الميدانية بتاريخ 2022/9/24م و 2023/1/5م.

صورة (4-6) تجوية ميكانيكية بفعل جذور النباتات والحيوانات الحفارة في منطقة الدراسة.

2.1.4 التجوية الكيميائية (Chemical weathering):

هي عبارة عن مجموعة من العمليات الكيميائية التي تؤثر بفعل التفاعلات بين غازات الجو (ثاني أكسيد الكربون والأكسجين وبخار الماء) مع مكونات الصخر المعدنية مما تؤدي إلى حصول تغيرات في تكوينات الصخر؛ أي أن التفاعلات الكيميائية بين الغلاف الجوي والغلاف المائي والغلاف الصخري؛ تعمل على تحول جميع المكونات الصخرية أو بعض منها إلى تراكيب أخرى جديدة تختلف عن المكون الأصلي، وبالتالي تتم هذه العملية في موضع الصخور دون أية حركة لها (حداد، 2011، ص119)، صورة (4-9) وفيما يأتي شرح لأهم عمليات التجوية الكيميائية:

- **عملية الإذابة (Solution):** هي إحدى عمليات التجوية الكيميائية التي تعتمد بالدرجة الأولى على توفر المياه فضلاً عن توفر بعض العناصر الحامضية للمياه (غازات الغلاف الجوي) التي تعمل على زيادة نشاط عملية الإذابة، حيث تحدث هذه العملية عند

تجمع مياه الأمطار في الحفر والنتوءات والمنخفضات التي تنتشر على سطح الأرض بحيث تبدأ هذه المياه بالتسلل داخل هذه الأسطح والمفاصل والشقوق (خطوط الضعف الجيولوجي) ومن ثم تعمل على إذابة التكوينات الصخرية القابلة للذوبان وخاصةً تكوين الملح الصخري (هاليت) (جودة، 2004، صص 136-137)، ومن أكثر الصخور تأثراً بهذه العملية الصخور الجيرية والدولوميت والطباشير وجميع الصخور الكربونية؛ بسبب قابلية كربونات الكالسيوم للذوبان بالماء الحامضي (تراب، 2011، صص 36).

● **عملية التميؤ/الهدرجة (Hydration):** من إحدى عمليات التجوية الكيميائية التي تحدث نتيجة لاتحاد الماء وبخار الماء مع أي عنصر من العناصر التي يتكون منها الصخر، وعادةً ما تتم هذه العملية في معظم المعادن الصخرية؛ فتعمل الجزيئات المائية بالإضافة الكيميائية لأي معدن وبالتالي ينتج عن ذلك معدن آخر جديد وزيادة في حجم التركيب المعدني في الصخر إلا أن هذه الزيادة والمعدن الجديد قد يكون أقل تماسكاً من المعدن الأصلي؛ مما ينتج عن ذلك إضعاف الصخر وخلق نوع من الإجهادات وتكوين نقاط ضعف به، وخير مثال على ذلك تحول الفلسبار في صخور الجرانيت إلى طين الكاولين Kaolin (كبريتات الكالسيوم غير مائية) إلى جبس (كبريتات الكالسيوم المائية) (المرجع السابق، صص 112)، كما تظهر عملية التميؤ دائماً مع التفاعلات الأخرى مثل عملية الإذابة والكربنة والأكسدة، وينشط هذا النوع من العمليات بتوافر كميات كافية من المياه من جهة وعلى توفر الصخور الرسوبية التي تعتبر من أكثر الصخور تأثراً بعملية التميؤ من جهة أخرى (صانغ وعمرى، 1999، صص 154).

● **عملية الأكسدة (Oxidation-Oxidization):** من إحدى عمليات التجوية الكيميائية التي تحدث نتيجة لعملية التفاعل بين غاز ثاني أكسيد الكربون الموجود في الجو مع أحد المعادن المكونة للصخر ومن ثم تحويله إلى أكسيد، بحيث يعتمد نشاط هذه العملية على مجموعة من العوامل منها توافر كميات كافية من المياه ونوعية المعادن التي يتكون منها الصخر، وطبقاً لذلك يزداد نشاطها في المناطق الرطبة والصخور الرسوبية لاحتوائها على معادن قابلة للأكسدة، ويتحول لونها جراء هذه العملية إلى اللون الأحمر أو البني (عجيلي، 2005، صص 81)، ويمكن ملاحظة هذه الظاهرة بحوض وادي الناقة، خصوصاً في الصخور التي تحتوي على مركبات الحديد الموجودة على حافات الجروف الصخرية ومنحدرات الأودية المنكشفة طبقاتها الصخرية.

● **عملية الكربنة (Carbonation-Carbonization):** تحدث هذه العملية عندما يهطل المطر ممزوجاً مع ثاني أكسيد الكربون الجوي على أسطح الصخور؛ فيتفاعل

ويتحد غاز ثاني أكسيد الكربون مع معادن الصخور مما ينتج عنه ما يعرف بعملية الكربنة أو التكرين، والجدير بالذكر أن غاز ثاني أكسيد الكربون لا يتأثر بمعادن الصخور وهو بصورته الغازية إنما يتحد أولاً مع الماء لينتج حمض الكربونيك الذي يعمل على حدوث تغير جوهري في التركيب الكيميائي للصخر فيعتبر هذا الحمض من أكثر الأحماض تأثيراً في ذوبان الصخور الجيرية (الحجر الجيري والدولوميتي) (تميمي، 2012، ص 75-76)، كما تظهر عملية الكربنة ملازمة لعملية الإذابة (Solation) حيث يمكن توضيح ذلك من خلال العمليات التالية (تراب، 2011، ص 287):

مياه الأمطار + ثاني أكسيد الكربون ← تساقط ← حامض الكربونيك المخفف
حامض الكربونيك المخفف + كربونات الكالسيوم ← كربنة ← بيكربونات الكالسيوم
بيكربونات الكالسيوم + ماء ← إذابة ← رواسب جيرية ناتجة عن تجوية كيميائية

بعض المظاهر التجوية الكيميائية الموجودة في حوض وادي الناقة:

1. التجاويف (Cavities):

يطلق عليها أيضاً اسم حفر الإذابة، وهي من الظواهر الكارستية الناتجة عن نشاط عمليات التجوية الكيميائية، وهي عبارة عن تجاويف يتراوح اتساعها ما بين (2-50مترًا) (أبورية، 2007، ص 73-74)، حيث تسود هذه الظاهرة في الصخور التي تكون مكوناتها قابلة للذوبان (عملية الإذابة) وتظهر بشكل واضح على جوانب حوض وادي الناقة عند المجرى الرئيسي بالرتبة السادسة في تكوين درنة الجيولوجي، صورة (4-7)..



المصدر: الدراسة الميدانية بتاريخ 2022/9/24م.

صورة (4-7) ظاهرة التجاويف في مصب الحوض.

2. الكهوف (Caves):

الكهوف عبارة عن تجاويف تتسم بحجم يمكن للإنسان الدخول إليه، وقد تكون ممثلة كلياً أو جزئياً بالماء أو التربة، وتأخذ الكهوف أشكالاً مختلفة فمنها الصفائحية أو الدائرية أو اهليجية حيث تتوقف هذه الأشكال على مجموعة من العوامل منها الخواص الفيزيائية و الكيميائية للصخور الجيرية وطبيعة التراكيب الجيولوجية والوضع التضاريسي وكمية المياه المتدفقة بالمنطقة بالإضافة إلى تأثير العامل البشري عليها (رابحي،2017، ص121)، كما تؤدي الكهوف المنخفضة دوراً كبيراً في تصريف المياه السطحية في جوف الأرض وذلك من خلالها، صورة (4-8).



المصدر: الدراسة الميدانية بتاريخ 2022/9/24م.

صورة (4-8) ظاهرة التكهف عند المصب.



المصدر: الدراسة الميدانية بتاريخ 2022/9/24م.

صورة (4-9) بعض المظاهر الناتجة بفعل عمليات التجوية الكيميائية في ساحل حوض.

2.4 عمليات التعرية والمظاهر الناتجة عنها (Erosion):

مصطلح التعرية (Erosion) مشتق من كلمة لاتينية (Eroder) وتعني التعرية أو انجراف جزء من مكونات التربة السطحية بفعل (الماء-الهواء- الإنسان) وتتكون التعرية من مجموعة من العمليات التي تعمل على نحت ونقل وترسيب المواد الصخرية أي أنها تؤدي دور الهدم في مناطق معينة ودور البناء والتسوية في مناطق أخرى، ويعرّف كثير من العلماء عملية التعرية بأنها سلسلة من العمليات التي تُشكل سطح الأرض وذلك بواسطة حمل المواد المتحركة وترسيبها (شاكرا، 2013، ص12)، ويمكن القول إن عملية التعرية تعمل بدور تكاملي مع عملية التجوية في تحطيم الصخور وتفتيتها و بنقل المفتقات والحطام الصخري والأتربة والبقايا النباتية والحيوانية إلى أسفل المنحدرات (المناطق المنخفضة) وذلك بفعل الماء أو الرياح، وبطبيعة الحال تنقسم العمليات التعرية إلى تعرية مائية (Water Erosion) وتعرية ريحية (Wind Erosion). ونظراً لطبيعة المناخ في حوض وادي الناقة يمكن القول إن التعرية المائية هي السائدة بالمنطقة وإحدى أهم العمليات التي تعمل على تشكيل سطح الأرض؛ حيث تتأثر التعرية المائية بعدة عوامل منها مدى انحدار السفوح و غزارة الأمطار وحجم قطراتها وطول فترة هطولها ونوع التكوينات الجيولوجية وكثافة الغطاء النباتي بالمنطقة، وتبعاً لتلك العوامل تنشط أشكال وأنواع من التعرية المائية وهي:

1.2.4 التعرية التصادمية- تعرية قطرات المطر (Rain Drops):

هي إحدى عمليات التعرية المائية التي تنشط في المناطق المكشوفة أي المناطق الخالية من النباتات، وتحدث التعرية التصادمية نتيجة لاصطدام قطرات المطر الفجائية والغزيرة بالتربة أو المفتقات الصخرية وخصوصاً التي تتواجد على المنحدرات شديدة الانحدار؛ مما يؤدي إلى تطاير المفتقات الصخرية في الجو وذلك بفعل قوة وشدة الأمطار أي كلما زادت شدة قطرات المطر؛ زاد حجم كمية المواد المتطايرة، كما تتباين مسافات تطايرها حسب حجم ووزن المفتقات الصخرية ومن ثم تنزل هذه المواد على سطح الأرض لتأخذ وضعاً جديداً (ابو العنين، 1995، ص586).

2.2.4 التعرية الصفائحية (Sheet Erosion):

ويطلق عليها التعرية الغطائية، حيث يسود هذا النوع من التعرية في المناطق التي تتسم بالمناخ الجاف وشبه الجاف، وهي عملية تحدث تبعاً لنشاط التعرية التصادمية؛ بمعنى

أنها متداخلة مع تساقط الأمطار الغزيرة إلا أنه لا ينتج عنها حدوث أخاديد أو جداول؛ حيث تكون المياه بهذه التعرية على شكل غطاء رقيق يغطي سطح الأرض (جاف، 2005، ص85)، وبالتالي يبرز دور التعرية في زيادة نسبة المواد المفتتة كالطين والغرين الناعم التي تنقل بواسطة هذه المياه من فوق التلال أو من مناطق تقسيم المياه أو الهضاب أو من المناطق المنبسطة قليلة الانحدار لتستقر هذه المفتتات التربة في قاعدة السطح، ويطلق عليها اسم إرسابات مسيلات السفوح أي طبقة من الإرسابات المجروفة من مرتفعات أو منحدرات، ويعد هذا النوع من أخطر أنواع التعرية المائية؛ نظراً لإزالتها طبقة من سطح التربة الخصبة ونقل المواد العضوية والناعمة من المناطق المرتفعة (عجيلي، 2008، ص75)..

3.2.4 تعرية المسيلات المائية أو التعرية الجدولية (Rills Erosion):

تنشط عملية تعرية المسيلات المائية في المناطق الرطبة، وعلى الرغم من قلة الأيام التي تهطل فيها الأمطار إلا أنها تنشط أيضاً في المناطق الجافة وشبه الجافة، كما تزداد قوة عملية التعرية المائية في الأراضي الجرداء أو التي تفتقر للغطاء النباتي؛ حيث يؤدي الجريان الشديد فوق الأسطح العارية إلى بدء تطور المجاري المائية المتوازية التي يطلق عليها المسيلات المائية والتي لها قدرة أكبر على تعرية التربة ونقلها، وتعمل العواصف المطرية القوية على تحويل الجريان من جريان منتشر إلى جريان مركز يعمل على غلق نسبة كبيرة من مسامات التربة ومن ثم يبدأ الماء بالانسياب في الشقوق الصغيرة لتكون شبكة دقيقة من المسيلات المائية التي تتصل ببعضها البعض على شكل شبكة من القنوات (أبو سعدة، 1983، ص80).

يمتاز حوض وادي الناقة باحتوائه على مجموعة كبيرة من المسيلات الصغيرة التي عملت التعرية المائية على توسعها وتوصيلها مع بعضها البعض؛ لتكون في النهاية مجرى واحداً، وعادة ما تظهر هذه الظاهرة بجوانب الأودية الرئيسية وعلى التلال وأيضاً في المناطق المنبسطة، وجدير بالذكر أن الرتب النهريّة التي تم دراستها في فصل التحليل المورفومتري هي مجموعة من الظواهر الناتجة عن هذا النوع من التعرية المائية، حيث تظهر هذه المسيلات وبشكل واضح في الرتب الأولى والثانية.

4.2.4 التعرية الأخدودية (Gullies Erosion):

هي عملية تحويل المسيلات المائية إلى أخاديد، وذلك عندما تبدأ المسيلات المائية بتعميق وتوسيع مجاريها القصيرة أثناء الحت الرأسي والجانبى (أبو سعدة، 1983، ص88)، حيث تنشط عملية التعرية الأخدودية عندما تتحد بعض المسيلات المائية مع بعضها الآخر لتكون مجرى أوسع يطلق عليه الأخدود (عبدان، 2004، ص106)، ومن أهم العوامل التي تتحكم في نشأة الأخاديد؛ طول ودرجة الانحدار وقلة الغطاء النباتي بالمنطقة والبعد عن خط تقسيم المياه ونوع التركيب الصخري ومدى التساقط وشدته (مجيد، 2004، ص92)، وتأخذ الأخاديد أشكالاً متعددة؛ فمنها ما يكون عميقاً قائم الجوانب وذلك في حالة أن تكون التربة متفككة الطبقات، ومنها ما يأخذ شكل حرف (V) عندما تكون طبقة ما تحت السطح أكثر تماسكاً من الطبقة السطحية، صور(4-10).



المصدر: الدراسة الميدانية بتاريخ 2022/9/24م.

صورة (4-10) مظاهر التعرية الأخدودية في المروحة الفيضية.

بعض المظاهر الناتجة عن عملية التعرية المائية:

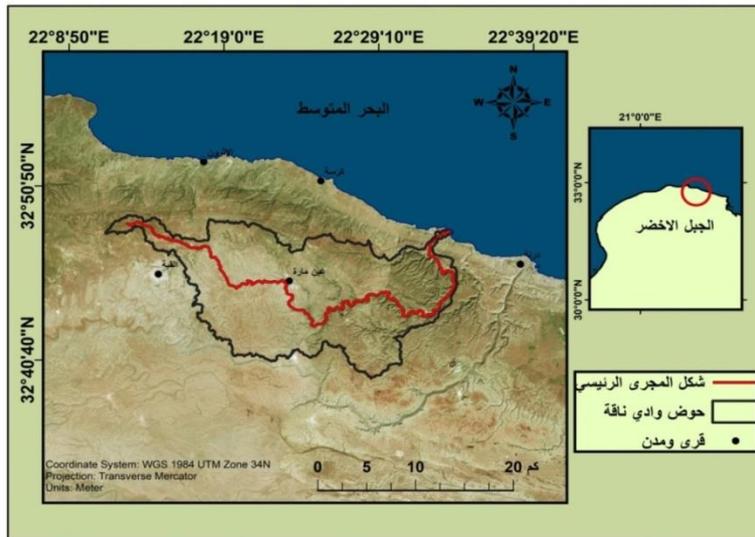
1. ظاهرات النحت النهري:

إن عمليات النحت النهري تبدأ عندما لا تستطيع التربة مقاومة المياه؛ وذلك من خلال زيادة تدفق جريان المياه في جريان متجمع سابقاً سواءً بفعل هيدروليكي والحت في قاع الوادي أو الحت الكيميائي والتجوية في قاع الوادي في حالة الانهيارات المفاجئة

(هميمي، 2008، صص 316-317)، وينجم عن عمليات النحت النهري بعض المظاهر الجيومورفولوجية المتمثلة في الآتي:

• شكل المجرى المائي :

يشير شكل المجرى المائي إلى آلية عمل عمليات التعرية المختلفة والمراحل التي وصلت إليها، بالإضافة إلى تأثير الشكل وتعرجات المجرى في عمليات النحت والجريان؛ فيتربط عليها تناقص في سرعة الجريان أي بمعنى أن عرض المجرى المائي يتناسب عكسياً مع سرعة المياه؛ فكلما زاد عرض المجرى قلت سرعة المياه، وكلما ضاق عرض المجرى المائي وكانت جوانبه شديدة الانحدار؛ زادت سرعة المياه، وبالتالي يسود النحت الرأسى بها (محسوب وراضي، 1989، ص 110)، وبطبيعة الحال يؤثر نوع الصخور والبنية الجيولوجية على شكل المجرى المائي، شكل(4-1).



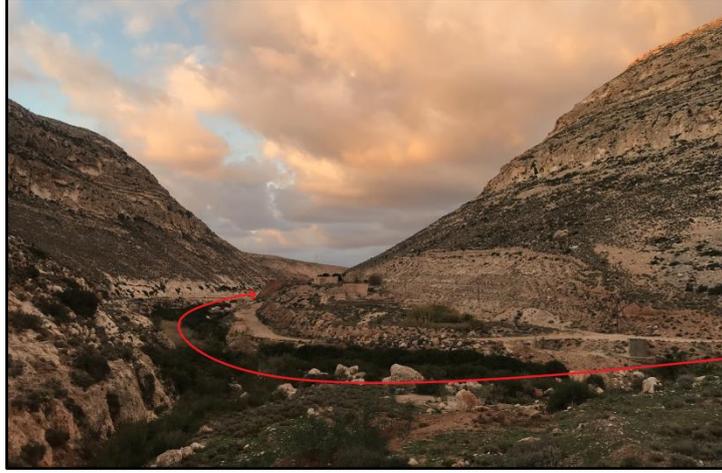
المصدر: إعداد الطالبة بالاعتماد على نموذج الارتفاعات الرقمية (DEM) وصورة جوية عام 2021 وبرنامج (ArcMap10.7).

شكل (1-4) شكل المجرى الرئيسي لحوض وادي الناقعة.

• المنعطفات والالتواءات النهرية (Meanders):

وهي عبارة عن انحناءات (تقوسات) في المجرى النهري، ويعود تكوين المنعطفات النهرية إلى طبيعة تكوينات القاع والضفاف وعمليات التعرية والإرساب التي تحدث وباستمرار في المجرى النهري؛ حيث تنشأ المنعطفات عندما يرتطم التيار المائي في مسارة نحو المصب بأحد الجوانب المحدبة عند مدخل أحد التعرجات النهرية ومن ثم يرتد نحو الجانب المقعر الذي تنشط فيه عمليات النحت ويتجه إلى الجانب الآخر، بينما الجانب

المحدب فتقل عنده سرعة المياه وبالتالي تتم عملية الإرساب به ومن ثم يزداد تحدبه نحو الداخل (عمران، 2015، ص150)، صور(4-11)



المصدر: الدراسة الميدانية بتاريخ 2023/1/5م.

صورة (4-11) منعطف نهري في مصب الحوض.

• الخوانق النهرية (River Gorges):

الخوانق هي جزء من المجاري المائية و التي تتميز بارتفاع جوانبها وشدة انحدارها وعادةً ما يغلب عليها عملية النحت الرأسى عن الجانبي، صورة(4-12)، ويرجع سبب نشأة هذه الخوانق لاحتوائها على تراكيب جيولوجية أكثر صلابة؛ أي يواجه الوادي صعوبة في شق المجرى خلال هذه التراكيب فتضيق قيعانها وتبدو جوانبها جرفيه مرتفعة ويشتد عندها جريان المياه والتعميق الرأسى لقنواتها، كما تعد الصدوع من أكثر العوامل المؤثرة في نشأة الخوانق النهرية (ابورية، 2007، ص247).



المصدر: الدراسة الميدانية بتاريخ 2022/11/23م.

صورة (4-12) خانق نهري بحوض أم جنان الفرعي.

• المساقط المائية (Water falls):

المساقط المائية هي المواقع التي يشتد عندها الانحدار وتزداد عندها سرعة جريان المياه؛ وبالتالي تزداد قدرتها على النحت في الصخور الموجودة في القاع، ويرجع تكوين المساقط المائية إلى وجود حواجز وطبقات صخرية صلبة قد تظهر مرتكزة على شكل مائل أو أفقي قليلاً في اتجاه أعالي المجرى (محسوب، 2001، ص113)، صورة (2-3).

2. ظاهرات الإرساب النهري (الأشكال الإرسابية):

تأتي مرحلة الإرساب بعد مرحلة الهدم والنحت؛ حيث تؤدي هذه المرحلة دوراً كبيراً في تطور أشكال سطح الأرض فضلاً عن تأثير أشكالها بضعف قوة جريان المياه ومن ثم لا تقوى على حمل رواسبها، ففي بداية هذه المرحلة تقوم مجاري مياه الأمطار والسيول بحمل ما يمكن حمله من رواسب (مفتتات صخرية وتربة وبقايا نباتية وحيوانية) من مكان إلى آخر، ومع بداية تباطؤ هذا الجريان تقوم المياه مباشرةً بالترسيب بحيث تكون أولوية الترسيب تبعاً للحجم ففي الأول تترسب الرواسب كبيرة الحجم ثم الرواسب متوسطة الحجم ثم الأنعم مثل الرمال والطين والغرين، ومن أهم الأشكال الإرسابية ما يأتي:

• المراوح الفيضية (Alluvial Fans):

تعد المراوح الفيضية من أهم أشكال مرحلة الإرساب النهري، وتعد هذه الظاهرة من الظواهر الناتجة عن عوامل مناخية وعمليات جيومورفولوجية سابقة، حيث يعتقد بعض العلماء أن ظاهرة المراوح الفيضية قد تكونت نتيجة لظروف مناخية مطيرة حدثت خلال عصر البلايستوسين وبالرغم من كونها ظاهرة قديمة النشأة إلا أنها تتعرض لبعض التعديلات والتغيرات وخاصة أثناء فترة السيول القوية (تراب، 2011، ص325)، صورة (4-13).



المصدر: الدراسة الميدانية بتاريخ 2023/1/5م.

صورة (4-13) المروحة الفيضية بمصب حوض الحمائر الفرعي.

• المصطبة النهرية:

وهي عبارة عن بقايا من السهول الفيضية القديمة، وتتكون من رواسب حصوية وطينية ورملية؛ حيث نشأت هذه المصاطب نتيجة لضعف قدرة المجاري النهرية على الحث والنقل؛ لهبوط مناسيبيها؛ حيث يرجع هبوط منسوب الأنهار لعدة عوامل؛ من أهمها تغير مستوى القاعدة لبعض الأنهار؛ بحيث إذا انخفض المستوى عن سطح البحر بالنسبة لليابس فسيؤدي إلى زيادة نشاط الحث الرأسي وتعميق مجاريها، بينما دور عامل المناخ فيتمثل في العمل على زيادة التصريف النهري في فترة هطول الأمطار ومن ثم التغير في مسار مجاري بعض الأنهار، وبالنسبة لعامل ارتفاع الحوض فنتيجة للعمليات التكتونية التي تؤدي بطبيعة الحال إلى زيادة نشاط عمليات النحت الرأسي ومن ثم يزداد تعمق مجاري الأنهار وتغير مجاريها. (ابو العنين، 1995، ص419-423)، صور(4-14).



المصدر: الدراسة الميدانية بتاريخ 2023/1/5م.

صورة (4-14) المصطبة النهرية.

• رواسب قاع الوادي:

هي عبارة عن رواسب متبقية في قيعان الأودية وذلك بعد نفاذ المياه، وعادةً ما تسود هذه الرواسب في وديان المناطق الجافة وشبه الجافة وتكون على هيئة ترسبات مختلفة من الغرين والرمال والحصى المصقول وشبه المصقول والصخور متوسطة الحجم؛ أي أن رواسب قاع الوادي تتباين من حيث الحجم والكمية وذلك تبعاً لعدة عوامل منها شكل وطول مجرى الوادي ومدى انحداره وطبيعة التكوينات الجيولوجية والصخرية به وكميات الأمطار

الهائلة عليه ونسبة الغطاء النباتي الموجود به (عذاري، 2005، ص108)، ومن خلال الدراسة الميدانية لحوض وادي الناقة؛ لوحظ أن رواسب قاع الوادي يتغير حجمها كلما اتجهنا نحو مصب الحوض (اتجاه البحر)؛ وذلك يرجع إلى انخفاض قدرة المياه على حمل الرواسب الكبيرة من الحوض الأعلى مثلاً وحتى المصب وبالتالي تقوم بإرساب الرواسب كبيرة الحجم في الأسطح المرتفعة من المجرى، بينما الرواسب الدقيقة تكون عند المصب، وغالبا ما تكون رواسب قاع حوض وادي الناقة من الحصى نصف المصقول والصخور متوسطة الحجم مع نسبة كبيرة من الرمال والطين والغرين، كما هو حال في الصور (4-15) والصور (4-16).



المصدر: الدراسة الميدانية بتاريخ 2022/9/24م.

صورة (4-15) الرواسب الخشنة في المجرى الرئيسي.



المصدر: الدراسة الميدانية بتاريخ 2022/9/24م.

صورة (4-16) رواسب أقل خشونة عند مصب حوض وادي الناقة.

3.4 عمليات تحرك المواد والمظاهر الناتجة عنها:

حركة المواد الأرضية هي عبارة عن حركة الكتل والفتات الصخري في اتجاه أسفل المنحدر تحت تأثير العديد من العوامل منها الجاذبية الأرضية ودرجة الانحدار والهزات الأرضية ومدى صلابة الصخور والتركيب الجيولوجي ونسبة الغطاء النباتي والأنشطة البشرية (أبو العينين، 1995، ص322)، شكل(4-2)، من أهم الاشكال الأرضية الناتجة عن عمليات حركة المواد في حوض وادي الناقة ما يأتي:

1.3.4 زحف التربة والصخور (Creeping soil and rock):

وهي عملية بطيئة جداً لا يمكن الإحساس بها أو إدراك سرعتها؛ حيث تتمثل في حركة وزحف المقتفات الصخرية والتربة نحو أسفل المنحدرات، كما تحدث ظاهرة زحف الصخور (Rock creep) نتيجة لتعاقب عمليتي التمدد والانكماش، بمعنى آخر؛ إن الدور الذي تؤديه عمليات التجوية على الصخور وبصورة مستمرة يؤدي إلى زيادة احتمال ظهور ظاهرة زحف التربة والصخور، فضلاً عن سيادة قوة الجاذبية التي تعمل على تحريك المواد الصخرية المفتتة من السفوح إلى أدنى المنحدرات (Thornbury, 1996, p146)، صورة(4-17).



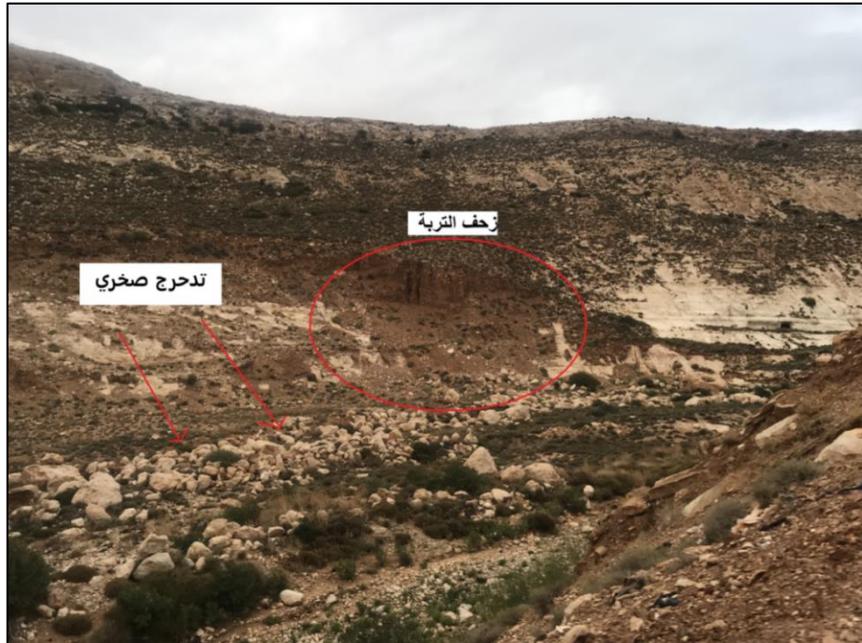
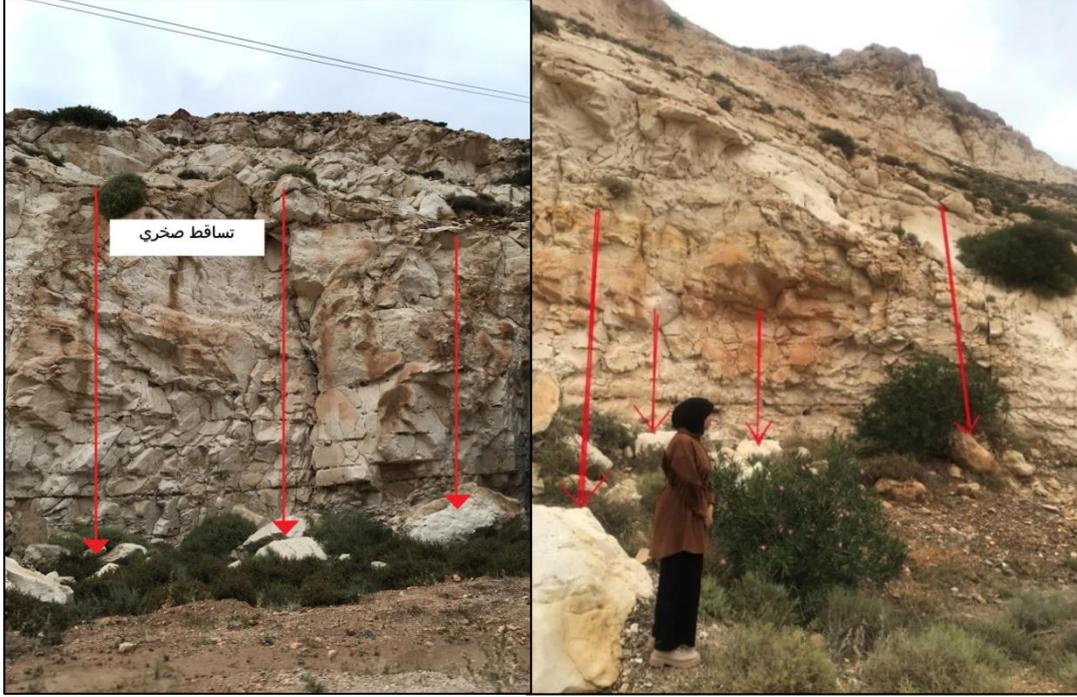
المصدر: الدراسة الميدانية بتاريخ 2022/9/24م.

صورة (4-17) زحف التربة وفتات الصخري من أعلى المنحدر إلى أسفله.

2.3.4 التساقط الصخري (Rock fall):

هي عبارة عن عملية انفصال الكتل الصخرية من طبقات الصخر الأم وتساقطها من أعلى السفوح الصخرية إلى أسفل المنحدرات بحيث تحافظ هذه الكتل الصخرية على تماسكها

وذلك بفعل الحركة السريعة الناتجة من سيادة الجاذبية الأرضية أثناء سقوطها، وتتم هذه العملية بصورة فجائية دون تدخل أي عامل من عوامل التعرية، كما تجدر الإشارة إلى ندرة رؤية هذه العملية إلا أنها يمكن الاستدلال عليها من خلال ملاحظة شكل الكتلة الصخرية الساقطة ومدى تأثرها بعمليات النحت الحديثة (ربيبي، 2005، ص116)، صورة (4-18)



المصدر: الدراسة الميدانية بتاريخ 2022/9/24م.

صورة (4-18) ظاهرة التساقط الصخري في بعض المناطق بحوض وادي الناقة.

3.3.4 الانزلاق الصخري (Rock Slides):

تحدث هذه العملية على مستويات الانزلاق التي ليس لها جاذبية الالتصاق، وينتج ذلك عن انزلاق كتل من صخور القاعدة غير المتماسكة في الحافة، متممة بحركة سريعة نسبياً، وقد يتحطم أدنى السطح من دون أن يصحبه انهيار من الفتات الصخري (عبدان، 2004، ص ص 123-124)، تكون حركة الكتل الصخرية بطريقتين؛ إما بشكل انزلاق صخري، أو انزلاق كتلة منفردة مستندة في سطحها السفلي على سطح طباعي أو سطح مفصلي أو انكساري أو على شكل كتلة مائلة تتحرك على سطح انكساري محدب تدور نحو الخلف على طول محور أفقي كلما اندفعت نحو ذلك السطح الانكساري المقوس (ستريلر، 1985، ص 308)، كذلك يوجد الانزلاق الصخري بكثرة على سفوح منحدرات الأودية الناتجة عن العمليات المورفوتكتونية، إذ تكثر سطوح الانزلاق نتيجة لكثرة الصدوع والفواصل الموجودة، وتعد عملية الانزلاق الصخري من أهم وأنشط العمليات التي تحدث في منطقة الدراسة، صورة (4-19).



المصدر: الدراسة الميدانية بتاريخ 2022/9/24م.

صورة (4-19) ظاهرة الانزلاق الصخري.

4.3.4 مخروط الهشيم (Scree-Talus Cone):

سمي مخروط الهشيم لأنه يشبه وبشكل كبير الشكل المخروطي؛ حيث توجد قاعدته في أسفل المنحدر الشديد الذي تتراوح درجة انحداره ما بين (26-35 درجة) ورأسه فيوجد باتجاه

أعلى المنحدر، ويتكون مخروط الهشيم من مجموعة ممن الرواسب (المفتفتات الصخرية) متوسطة وكبيرة الحجم الناتجة عن فعل عمليات التجوية المختلفة وقوة الجاذبية الأرضية، كما أن هناك مجموعة من العوامل تؤثر على نشأة مخروط الهشيم منها : نوع الصخر حيث يؤثر نوع الصخر وخصائصه التركيبية ونظام الشقوق والفواصل على حجم وكمية المواد الصخرية المفتفتة التي يتكون منها مخروط الهشيم، فيما عن تأثير المناخ؛ فتعتبر الحرارة من أهم العوامل المؤثرة في تكوين هذه الظاهرة وذلك بواسطة طول المدى الحراري؛ فكلما كان المدى الحراري طويلاً؛ ازدادت سرعة تفكك الصخور، وبالنسبة للتضاريس؛ فالمنحدرات الشديدة تساعد وبشكل فعال على نقل الأجزاء الصخرية وسقوطها من أعلى المنحدر إلى أسفله (عبد العزيز، 2001، ص349-350)، صورة(4-20).



المصدر: الدراسة الميدانية بتاريخ 2022/9/24م.

صورة (4-20) ظاهرة مخروط الهشيم.

4.4 الأشكال الجيومورفولوجية ذات الأصل البنيوي:

ترجع نشأة هذه الأشكال الجيومورفولوجية إلى مجموعة من الأسباب منها الأسباب البنيوية؛ وتتمثل في عمليات الضغط والشد على الطبقات الصخرية، بالإضافة إلى تأثير هذه الأشكال بعوامل التعرية بعد نشأتها، وفيما يأتي شرح لأهم المظاهر الجيومورفولوجية ذات الأصل البنيوي، صورة(4-21) وشكل (4-2):

1.4.4 الهضاب (Plateaus):

تعرف الهضبة بأنها عبارة عن مساحة أرضية ذات سطح مستوي أو شبه مستوي مرتفع عن مستوى سطح الأرض المحيطة به، وتتميز بجوانب شديدة الانحدار فضلاً عن تجانس أجزائها المختلفة من حيث الارتفاع وتجري على سطحها شبكة من الوديان (Strahlar, 1975, p478)، ويجدر بالذكر أن هناك قوتين مرتبطتين لهما دور كبير في نشأة الهضاب أو ما يعرف بالسهول البنيوية في حوض وادي الناقة؛ حيث تتمثل القوة الأولى في القوة الداخلية التي أدت إلى رفع القشرة الأرضية ثم كونت المناطق السهلية الواسعة، ثم يأتي دور القوة الثانية التي تتمثل في قوى النحت والتعرية؛ فتعمل هاتان القوتان على التقطيع العميق للسهول المنبسطة مما يؤدي إلى إحاطتها بمجموعة من الانحدارات الشديدة وبالتالي يتم الحصول على مظهر الهضبة ذات السطح المنبسط والجوانب شديدة الانحدار، وتسمى الهضبة في هذه الحالة بالسهول البنيوية وتنتشر بمساحات كبيرة بنسبة (50%) من إجمالي مساحة حوض وادي الناقة، شكل (4-2).

2.4.4 التلال (Hills):

التلال هي عبارة عن مرتفعات قبابية الشكل أو شبه هرمية، تتميز بأنها أعلى منسوباً من الأراضي المجاورة لها، وتتكون التلال نتيجة لتعرض المناطق المرتفعة إلى تعرية شديدة مما يؤدي إلى فقدان الطبقة الصخرية التي تتصف بشدة صلابتها ومن ثم تسهل عملية نحتها أو نتيجة للحركات الأرضية للمناطق الواقعة أسفل المرتفعات؛ فترتفع عن الأراضي المجاورة وقد تظهر بعض الشواهد على هيئة تل صغير جوانبه شديدة الانحدار، وأهم ما يميز التلال الموجودة في منطقة الدراسة هو سطحها القبابي، فضلاً عن قلة انحدارها مقارنة مع بعض الظواهر الأخرى، وعادة ما تكون من التلال المنفردة، وتعود نشأة التلال من الناحية الجيولوجية إلى العصر البلايستوسيني، إذ إن معظم تكويناتها المكشوفة؛ عبارة عن صخور كلسية وجبسية وحصى وجلياميد بأحجام مختلفة؛ نظراً لتعرض الطبقات العليا من التلال لعوامل التعرية المختلفة، تحديداً التعرية المائية بسبب ضعف مقاومتها بحيث تنتقل عبرها كميات كبيرة من الرواسب من المناطق المرتفعة التي تعرضت لعوامل التعرية، وترسبت في المناطق المجاورة المنخفضة (قرطوبي، 2020، ص134).

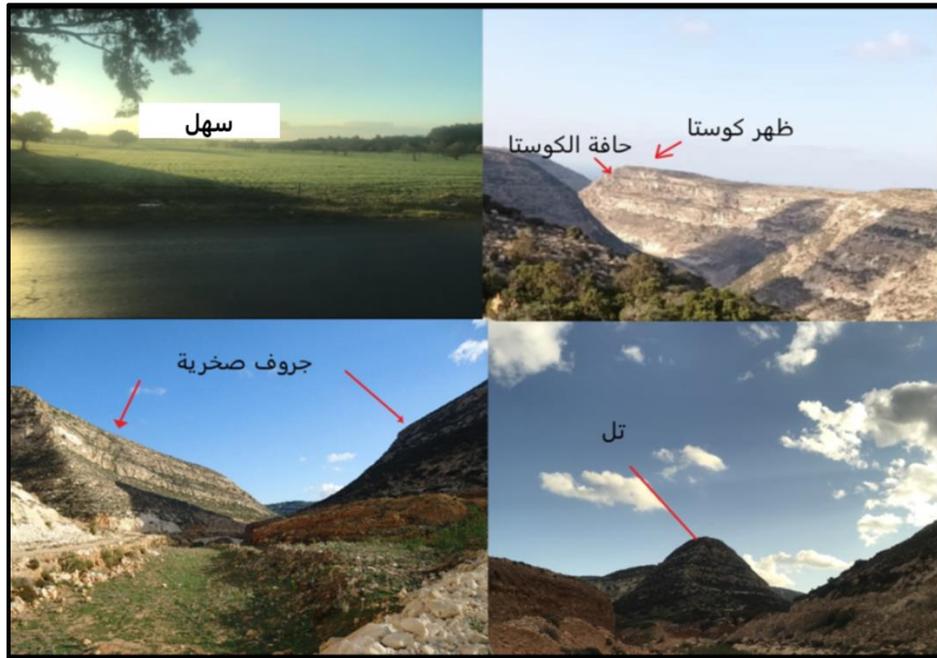
3.4.4 الحافات الصخرية (Escarpment):

الجرف الصخري هو سطح أرضي يكون امتداده رأسياً أو شبه رأسي بحيث تزيد درجة انحداره عن المستوى الأفقي لسطح الأرض لأكثر من (40 درجة) (أبو

العنين،1995،ص326)، وتعرض لهذه الجروف - بطبيعة الحال- للعمليات التعرية (المائية - الريحية) بصورة مستمرة، ولعل من المفيد أن نؤكد على وجود هذه الظواهر الجرفية في أجزاء عديدة من حوض وادي الناقة وتحديداً على حافات الأودية الفرعية عند التقائها بالمجرى الرئيسي للحوض، وعادة ما تكون صخور هذه الجروف شديدة الصلابة، ويتراوح انحدارها ما بين (25 – 60 درجة).

4.4.4 الكوستا (Cuesta):

تعتبر الكوستا من أهم الظواهر الجيومورفولوجية بنيوية النشأة حيث تتكون هذه الظاهرة نتيجة لتباين التركيب الصخري ونظم طبقاته، وتتميز بكونها من الظواهر التي تنتشر بصورة واسعة في جميع النطاقات المناخية المختلفة، وتجدر الإشارة إلى تكوين التتابع الطبقي للكوستا؛ فهو عادة ما يتكون من طبقات رسوبية مائلة ومتباينة الصلابة وتعرض لعمليات التعرية والتجوية بصورة مستمرة؛ مما أدى إلى تكوين ما يعرف بحافة الكوستا، حيث يظهر الشكل العام للكوستا من حافة ذات انحدارين متضاربين؛ فالانحدار الأول هو انحدار شديد باتجاه عكس ميل الطبقات الصخرية ويعرف باسم حافة الكوستا، الانحدار الثاني فيتمثل في سطح الكوستا الذي يمتد انحداره ببطء شديد وذلك مع اتجاه ميل الطبقات الصخرية وعادة ما يتراوح انحدار سطحه ما بين (0.5 – 5 درجة) ويطلق عليه اسم ظهر الكوستا (تراب،2011،ص296).



المصدر: الدراسة الميدانية بتاريخ 2023/1/5م.

صورة (4-21) الظواهر الجيومورفولوجية ذات الأصل البنيوي في الحوض.

4.5 العمليات الجيومورفولوجية الساحلية والمظاهر الناتجة عنها:

يتأثر اليابس المطل مباشرةً على البحر بعمليات التعرية الساحلية المتمثلة بحركة أمواج البحر (Coastal (Marine) Erosion) فضلاً عن تأثير اليابس بعمليات التجوية المختلفة وعوامل التعرية الأخرى كالرياح والمياه الجارية، وبالتالي يمكن القول إن معظم الظواهر الجيومورفولوجية الساحلية قد تكون ناتجة كلياً عن فعل مياه البحر، كما أن هناك مظاهر جيومورفولوجية ساحلية أخرى قد تكونت جزئياً بفعل البحر أي أنها فعل قوة مياه البحر مشتركة مع عمليتي التجوية والتعرية، وسميت المظاهر الساحلية في هذه الحالة بالمظاهر الجيومورفولوجية المشتركة (مشتهى، 2006، ص158)، حيث يُعد اليابس المقابل لمياه البحر حصيلة لصراعات طويلة بين البحر واليابس امتدت عبر الأزمنة الجيولوجية؛ حيث كانت مياه البحر تغمر اليابس المجاور لها لفترة زمنية طويلة وتراجعت عنه لفترات زمنية أخرى؛ بمعنى أن مساحة اليابس والبحر لم تكن ثابتة بالأزمنة الجيولوجية السابقة، كما تتميز المظاهر الجيومورفولوجية الساحلية بتنوع من حيث الشكل والحجم و التوزيع الجغرافي وذلك تبعاً لثلاثة عوامل تتحكم في قوة فعل مياه البحر على اليابس وهي :

1. **حركة مياه البحر:** تتمثل في حركة أمواج البحر المستمرة وحركة المد والجزر وحركة التيارات البحرية الأفقية والرأسيّة؛ وهذا العامل كغيره من عوامل التعرية يعمل على النحت والإرساب، وبالتالي تنتج عنه مظاهر جيومورفولوجية متنوعة؛ حيث تعمل أمواج البحر على نقل المفتقات الصخرية من الساحل إلى أعماق البحر؛ فيترسب معظمها فوق أرضية الرفوف والمنحدر القاري، فضلاً عن الدور المستمر لحركة المياه في توزيع الرواسب وانتشارها على أعماق مختلفة وذلك تبعاً لمدى حجم ونوعية هذه الرواسب (غزي، 2020، ص73).

2. **ملوحة مياه البحر:** يضاف دور عامل ملوحة المياه إلى عامل حركة مياه البحر، فمن المعروف أن مياه البحر تحتوي على نسبة كبيرة من الأملاح، وعند ارتطامها باليابس يتأثر الأخير بقوة الاصطدام وتتحلل صخوره كيميائياً بفعل تلك الأملاح (عمليات التجوية الكيميائية المختلفة) (المرجع السابق، ص158-159).

3. **اليابس (الأرض المجاورة لمياه البحر):** تتأثر نشأة المظاهر الجيومورفولوجية الساحلية بنوعية الصخور وخصائصها ومدى احتوائها على مناطق الضعف كالشقوق والفواصل، وقد سبق ذكر أن مياه البحر كغيرها من عوامل التعرية، وبالتالي ينشط

تأثيرها في مناطق الضعف في الصخور بل قد يكون تأثير فعل هذه المياه متضاعفاً؛ بسبب استمرارية ملوحة مياه البحر وحركتها على اليابس المجاور لها. (المرجع السابق).

1.5.4 المظاهر الجيومورفولوجية الساحلية في حوض وادي الناقة:

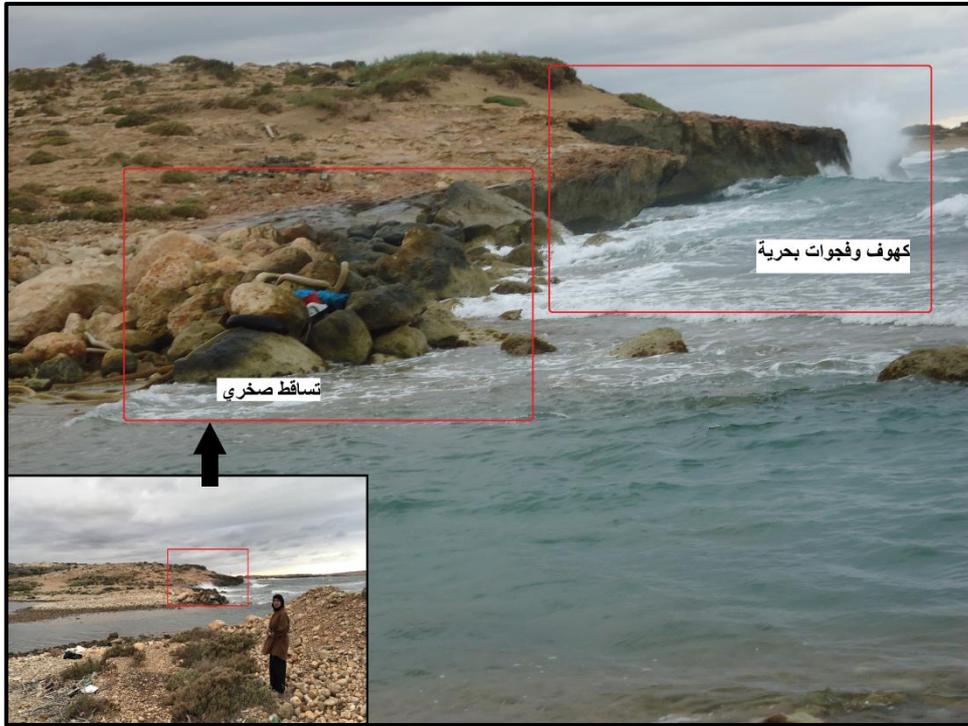
1.1.5.4 الجروف البحرية (Marine cliffs):

يطلق مصطلح الجروف البحرية على الحواف الصخرية التي تطل مباشرةً على مياه البحر أي تتلاطم أمواج البحر أسفل هذه الحافات التي يتراوح انحدارها ما بين (45-90 درجة) (صالح والسبيعي، 2022، ص397)، فالأمواج بقوتها وحركتها المستمرة تنحت جروفاً ذات مناظر مهيبه وخلابة على ضفاف الشواطئ (Lewin&Woodwar,2009,p287)، والجروف الساحلية من المظاهر الجيومورفولوجية الموجودة في الجانب الأيسر من مصب حوض وادي الناقة بالبحر المتوسط كما هو موضح في الصورة (4-22) شكل(4-2)، وتوجد تلك الجروف على شكل جدار ساحلي نشط، وتعمل مياه البحر المتوسط على تخثيره وتخريبه، كما يظهر أثر التفكك الميكانيكي والتحلل الكيميائي واضحاً على هذه الجروف الساحلية أي تنشط عمليات التعرية والتجوية على مناطق الضعف فيها مما يؤدي إلى تساقط وانهيار بعض الكتل الصخرية من واجهات هذه الجروف ومن ثم تتراكم أسفلها، ومن خلال الدراسة الميدانية تم التعرف على بعض الظواهر الجيومورفولوجية التي ترتبط نشأتها بالجروف البحرية، وتتمثل في الآتي :

- **التساقط والانزلاقات الصخرية:** يعد التساقط الصخري والانزلاقات الصخرية من أهم صفات الجروف البحرية وانعكاساً لنشاط عمليات التعرية الساحلية المتمثلة في عملية النحت السفلي (التقويض السفلي) في أسفل الجروف مما يؤدي إلى إنشاء وزيادة مناطق الضعف والفجوات أسفل الجروف وبالتالي سقوطها وانزلاقها على هيئة كتل صخرية، وتتعرض هذه الكتل فور سقوطها إلى فعل الأمواج وتحويلها من كتل إلى مفتقات صخرية ويتم تحريكها ونقلها صوب البحر وتسريبها في القاع أمام هذه الجروف (صالح والسبيعي، 2022، ص397)، صورة (4-22) توضح ظاهرة التساقط الصخري للجروف.

- **الكهوف والفجوات البحرية (Marine Caves):** الكهوف البحرية إحدى الظواهر الجيومورفولوجية الناتجة عن تراجع الجروف أي من الظواهر الناتجة عن فعل

اصطدام أمواج البحر بالجروف؛ حيث تتشكل هذه الكهوف والفجوات على طول نطاق الضعف الجيولوجي عند قواعد الجرف؛ فتتعرض هذه النطاقات للنحت البحري وبالتالي تتكون نتوءات وفجوات دائرية صغيرة الحجم، ثم تتسع هذه الفجوات تدريجياً وتتحول إلى حجرات غائرة في حافة الجرف، ومع استمرار هذه العملية تستمر فتحات الكهوف البحرية المواجهة للبحر في الاتساع، وتضيق هذه الفتحة كلما اتجهنا نحو الداخل؛ فكلما ازداد نشاط عمليات النحت البحري؛ توغلت الكهوف في الحافة الجرفية؛ ثم يؤدي ذلك إلى انهيارها، كما يزداد نشاط عمليات التحلل الكيميائي على أسقف هذه الكهوف وبالتحديد على أنواع الصخور التي لها قابلية للتفاعل والذوبان المائي (تراب، 1997، ص71) صورة (4-22).



المصدر: الدراسة الميدانية بتاريخ 2022/9/24م.

صورة (4-22) الجروف البحرية وبعض الظواهر الجيومورفولوجية المرتبطة بها.

2.1.5.4 بحيرة ساحلية (Lagoon):

هي إحدى الظواهر الجيومورفولوجية الناتجة عن فعل الإرساب البحري؛ فهي عبارة عن سطح مائي مستطيل الشكل، ويفصل عن مياه البحر بحاجز أو لسان بحري، وتوجد العديد من العوامل الجيومورفولوجية التي تساهم في تشكيل هذه الظاهرة؛ فهناك بحيرات نشأت بفعل الحواجز البحرية، وبحيرات أخرى نشأت بفعل الخطاطيف البحرية وبحيرات نشأت بفعل الألسنة البحرية، وأخيراً بحيرات نشأت بفعل التسرب البحري، بينما بالنسبة للبحيرة الساحلية التي تم

رصدها في مصب حوض وادي الناقة بالبحر المتوسط؛ فتسمى بالبحيرة الساحلية المفتوحة (Open Lagoon) حيث يتميز هذا النوع من البحيرات بأنه يتصل بالبحر المجاور له؛ وذلك عن طريق فتحة أو مدخل بحيث يتم بواسطتها تجديد مياه هذه البحيرة والحفاظ على كميتها ونسبة ملوحتها، وقد نشأت هذه البحيرة بفعل الخطاف البحري (Marine Hook) وهو أحد أشكال الألسنة البحرية التي تعرضت أطرافها الخارجية لفعل أمواج البحر من اتجاهات مختلفة؛ فعملت على انثنائها، وقد يكون هذا الخطاف عبارة عن مجموعة من التجمعات الرسابية وتتكون من رمال وحصى وكتل صخرية (تراب، 2011، ص57-159) صورة(4-23).



المصدر: الدراسة الميدانية بتاريخ 2022/9/24م.

صورة (4-23) البحيرة الساحلية في حوض وادي الناقة.

3.1.5.4 قناة الجزر (Tidal Channel):

قناة الجزر مصطلح يطلق على قناة مائية تتشكل أثناء فترات المد والجزر حيث تعمل مياه هذه القناة بالانسياب حاملة معها الرواسب الدقيقة من اليابس نحو مياه البحر المتاخمة لها (تراب، 2011، ص264)، صورة(4-24)

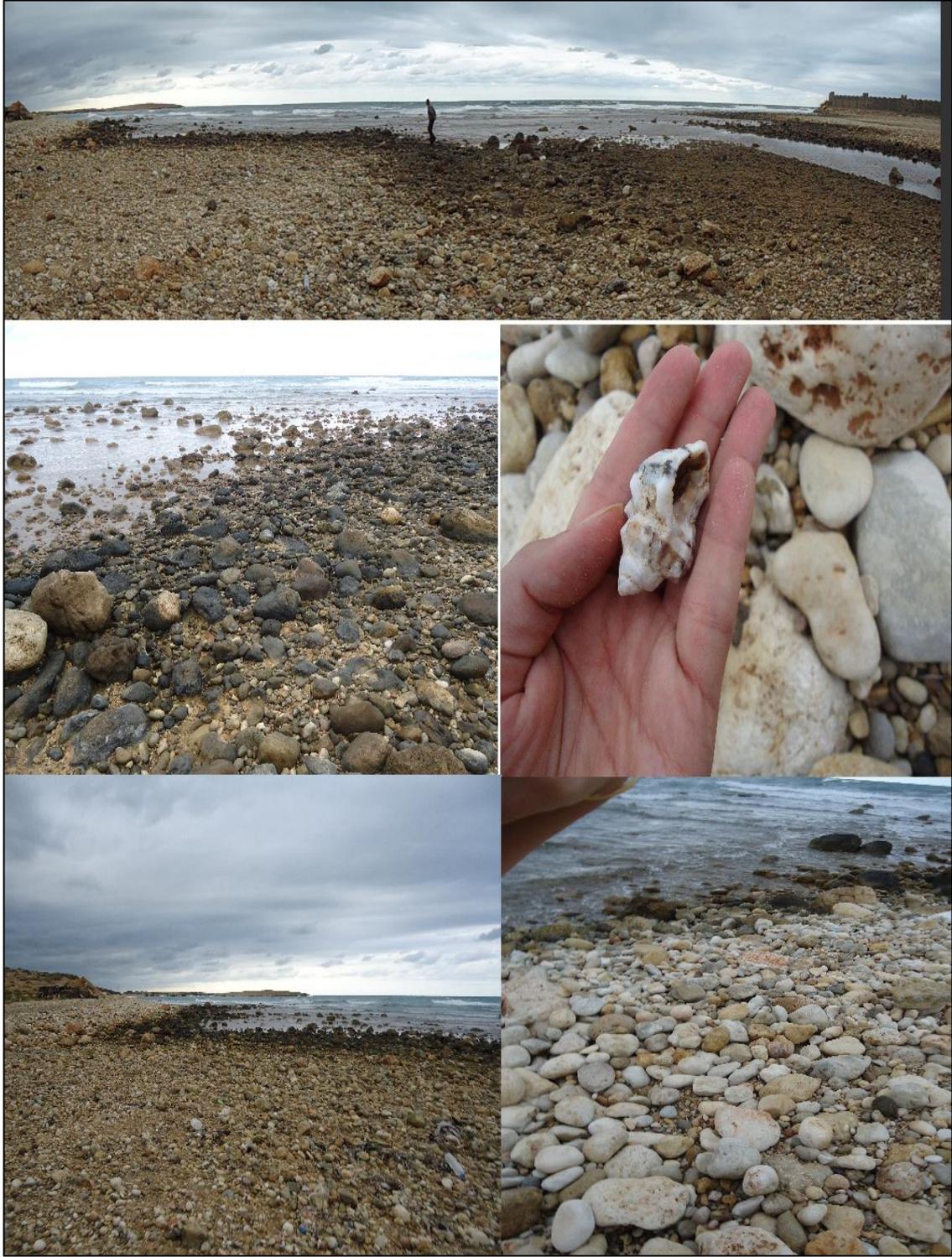


المصدر: الدراسة الميدانية بتاريخ 2022/9/24م.

صورة (4-24) قناة الجزر.

4.1.5.4 ساحل المصببات النهرية (River Mouth Coast):

هي عبارة عن سهول ساحلية منخفضة المنسوب ترتبط نشأتها بالمصببات النهرية والأودية شبه الجافة وتتداخل بها مياه المد والجزر، ويطلق عليها أيضاً اسم الساحل الدلتاوي (Delta Coast) وهو من السهول التي تتكون من رواسب فيضيه تم ترسيبها بواسطة المجاري المائية في قاع مصب الوادي بالقرب من الشواطئ التي تتسم بالأموج الهادئة (المرجع السابق، ص191-192) وبالتالي فإن رواسب مصب حوض وادي الناقة الشاطئية تتكون من الرواسب المختلطة ذات الأصل البحري والرواسب الأخرى ذات الأصل النهري (المجاري المائية)، ومن خلال الدراسة الميدانية لمصب شاطئ حوض وادي الناقة؛ تبين أنه من الشواطئ الحصوية؛ أي لا توجد به رمال إلا القليل من الرواسب الناعمة، والشاطئ الحصوي (Shingle Beach) مصطلح بدأ استخدامه في بريطانيا منذ أربعة قرون مضت، ويطلق على الشواطئ التي تنتشر بها الحبيبات الحصوية الخشنة التي يتجاوز حجمها حجم حبيبات الرمال (202 ملم) وتقل أحجامها عن الجلاميد كبيرة الحجم (المرجع السابق، ص205)، وتنتشر هذه الإرسابات الحصوية على شاطئ حوض وادي الناقة المطل على البحر المتوسط، كما تتوقف حركة هذه الإرسابات الحصوية على حجم هذه الكتل الحصوية وقوة الأمواج السائدة واتجاهها بمنطقة الدراسة، بالإضافة إلى الدور الذي تؤديه حركة المد والجزر في تحريك الحصى وإرسابه، كما تجدر الإشارة إلى أن الإرسابات الحصوية تتميز بشكلها المستدير وشبه المستدير؛ وربما يرجع سبب استدارتها إلى فعل عمليات الاحتكاك المستمرة واصطدامها ببعضها البعض أثناء عملية انتقالها، صور(4-25)



المصدر: الدراسة الميدانية بتاريخ 2022/9/24م.

صورة (4-25) شاطئ حوض وادي الناقة.

6.4 دور الإنسان كعامل جيومورفولوجي :

تؤدي النشاطات البشرية دوراً مباشراً أو غير مباشر في الهدم وبناء الأشكال الأرضية؛ وبالتالي تساهم في تنوع هذه الأشكال، فضلاً عن تأثيرها في زيادة فعالية نشاط عمليات التجوية والتعرية، بحيث تتمثل الأدوار الجيومورفولوجية المباشرة التي تؤديها النشاطات البشرية في النشاطات الزراعية والتعدينية والمحاجر وشق الطرق والنشاطات المعمارية والإنشائية وغيرها من النشاطات، ومن خلال الدراسة الميدانية تم حصر بعض النشاطات البشرية ودورها الجيومورفولوجي، وتتمثل في الآتي:

1.6.4 المحاجر الصخرية:

تسمى في اللهجة العامية باسم (الكسارات) وهي من أبرز الأدوار وأكثرها انتشاراً بحوض وادي الناقة؛ فقد أدى الطلب المتزايد على مواد البناء إلى التوسع وزيادة النشاطات التي يمكن من خلالها الحصول على مواد البناء وبالتالي أدى ذلك إلى إحداث تغييرات في مظاهر سطح الأرض، يمكن حصرها في ما يأتي:

- حدوث إزالة للطبقات الصخرية بهدف الحصول على طبقات صخرية صلبة ومناسبة للنشاطات الإنشائية مما يؤدي إلى تكسر ونحت تلك الطبقات وتحويلها إلى جروف رأسية يزيد ارتفاعها عن 20 متراً تقريباً، وانحدارها يصل إلى 90 درجة، وتم رصد هذه الظاهرة الجرفية الناتجة عن المحاجر في الجانب الأيسر للمجرى الرئيسي عند مصب الوادي، صورة (4-26).
- أدى نشاط الكسارات في حوض وادي الناقة بطريقة غير مباشرة إلى تشكيل بعض المظاهر الجيومورفولوجية كالمصاطب الأرضية التي تكونت بفعل العامل البشري، وتحتوي تلك المصاطب على مخاريط الهشيم، صور (4-27)، فضلاً عن انتشار بعض النفايات والفضلات قريباً من تلك المحاجر.
- تشويه المظهر العام للتربة وتعرضها للإزالة والانجراف مما يؤدي إلى القضاء على النبات الطبيعي الموجود بالمنطقة، صورة (4-28).



المصدر: الدراسة الميدانية بتاريخ 2022/9/24م.

صورة (4-26) الجروف الصخرية الناتجة عن المحاجر .



المصدر: الدراسة الميدانية بتاريخ 2022/9/24م.

صورة (4-27) المصاطب الصخرية ومخاريط الهشيم الناتجة عن فعل المحاجر.



المصدر: دراسة ميدانية 2022/9/24م.

صورة (4-28) انجراف التربة الناتج عن نشاط المحاجر.

2.6.4 شق الطرق:

تؤدي نشاطات شق الطرق والشوارع إلى زعزعة استقرار سفوح الحوض وذلك من خلال إنشاء جروف قائمة لغرض تسوية المناطق المنحدرة؛ وبالتالي تؤدي إلى نشاط عمليات

تحرك المواد الأرضية؛ كالتساقط والانزلاق الصخري وزحف التربة والانهيارات الأرضية، بالإضافة إلى الأثر الذي تسببه الشاحنات الضخمة والآلات الثقيلة في زعزعة الطبقات الصخرية وعدم استقرارها.

3.6.4 النشاطات الإنشائية المعمارية:

يقال وجود هذه النشاطات في أراضي حوض وادي الناقة إلا أنها تظهر وبشكل واضح عند قرية عين مارة التي أخذت بالتوسع وبشكل مستمر وسط أراضي الحوض، خصوصاً عند حوض السرسرة الفرعي، فضلاً عن نشاطهم الزراعي حيث يتم إقامة مدرجات زراعية لحماية التربة والتقليل من انحدار الأرض، وكما تعمل الحراثة على تفكك وتحريك المواد الأرضية فتسهل نشاط عمليات التعرية وزحف التربة وانجرافها، كما تجدر الإشارة إلى وجود بعض النشاطات الإنشائية في أراضي مصب حوض وادي الناقة الذي تعرض للعامل البشري بشكل مباشر؛ حيث تم بناء العديد من المباني السكنية، وإنشاء منتجع سياحي بمصب الحوض عند البحر مباشرة؛ فتم تغيير نصف امتداد شاطئ الحوض وذلك من خلال إنشاء بحيرات ساحلية ذات منافذ على البحر، صورة (4-31)، بالإضافة إلى وجود مخلفات البناء والركام الصخري المنتشر على أراضي مصب حوض وادي الناقة، صور (4-29)، كما لا بد من الإشارة إلى بعض المظاهر التي تشكلت بفعل الإنسان في العصر القديم؛ فمن خلال الدراسة الميدانية تم رصد بعض الكهوف الأثرية التي تعود نشأتها إلى العهد الروماني حيث استخدموها لتخزين الطعام وحضيرة للحيوانات.



المصدر: الدراسة الميدانية بتاريخ 2022/9/24م.

صورة (4-29) مخلفات النشاطات الإنشائية والمعمارية بمصب الحوض.



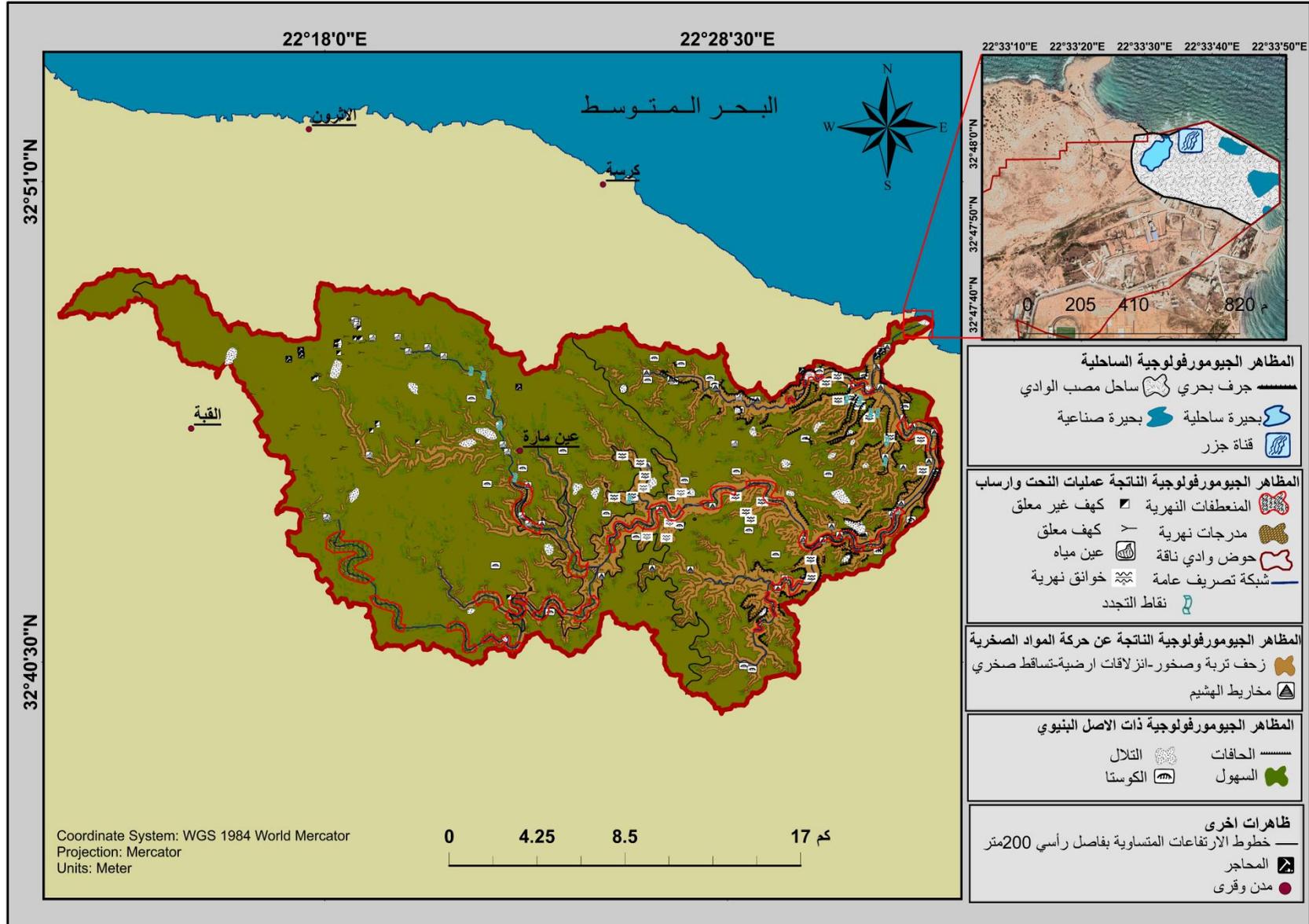
المصدر: إدارة منتجع ايميليا السياحي.

صورة (4-30) البحيرات الصناعية في منتجع ايميليا بحوض وادي الناقة.



المصدر: دراسة ميدانية بتاريخ 2022/9/24م و 2022/11/23م.

صورة (4-31) كهوف نشأت بفعل الإنسان.



المصدر: إعداد الطالبة بالاعتماد على دراسات ميدانية وتحليل نموذج الارتفاعات الرقمية (DEM) وبرنامج (Arcmap10.7).

شكل (2-4) الخارطة الجيومورفولوجية لحوض وادي الناقة.

7.4 المخاطر الجيومورفولوجية في الحوض:

تتعدد المخاطر الجيومورفولوجية من منطقة إلى أخرى وتختلف درجة خطورتها باختلاف طبيعة المناخ والتركيب الجيولوجي وتضاريس السطح، وبالتالي تختلف المعايير التي يمكن على أساسها تصنيف المخاطر الجيومورفولوجية لمنطقة ما (على، 2000، ص3)، كما تتعرض الطرق المعبدة التي وتمتد في منطقة الدراسة وتحديداً الطريق الجبلي الرئيسي الذي يربط بين مدينة درنة والقبه لخطر العمليات المورفوديناميكية التي تتمثل في زحف التربة والصخور والتساقط الصخري والانزلاق الأرضي، وغيرها من مخاطر تعرضها للسيول إلا أن الطرق الترابية تعد من أكثر الطرق عرضة للخطر الجيومورفولوجي؛ حيث أنها تمتد بحوض وادي الناقة في مناطق تضاريسية صعبة ذات انحناءات وتعرجات ليس لها أي مقومات لحمايتها من المخاطر الطبيعية؛ كخطر التساقط الأرضي وخطر الجريان المائي أثناء هطول الأمطار حيث تعمل السيول على تغيير ملامح الطريق وتصبح غير صالحة للحركة المرورية، صور (4-32).



المصدر: الدراسة ميدانية بتاريخ 2022/11/23م.

صورة (4-32) أثر التعرية المائية على الطرق الترابية.

كما تجدر الإشارة إلى احتواء حوض وادي الناقة على جسرين (عبارات) حيث تعتبر الجسور من مكملات الطرق البرية؛ فهي تمثل دور حلقة الوصل واختصار المسافات وتأمين استمرارية عبور مياه المجاري إذا حدث فيضان؛ حيث تم إقامة هذين الجسرين فوق المجرى الرئيسي عند المصب، أقيم الأول للربط بين أجزاء الطريق الجبلي الرئيسي (طريق درنة - البيضاء) ويعمل الجسر الثاني على ربط أجزاء الطريق الرئيسي الساحلي (درنة- سوسة)، وهي

من أنواع الجسور الكونكريتية الحديثة وذات صفات جيدة، تصنع من مادة الأسفلت ويوضع تحتها أعمدة كونكريتية تثبت بالوسط في أرضية قاع المجرى، وبعد تثبيتها يوضع فوقها الجسر ومادة أسفلتية (عبد الله، 2017، ص272) ومن خلال الدراسة الميدانية التي أجريت على هذه الجسور تبين أنها تتعرض لبعض مخاطر السيول؛ فالأرضية التي تم تثبيت الأعمدة عليها تتعرض لنحت رأسي يصل إلى عمق (1.5 متر) ومن ثم نحت تراجمي أيضا مما أدى إلى حدوث تجاوزات محيطية بالأعمدة، فضلا عن حركة الرواسب بمختلف أحجامها؛ ففي بعض الحالات تصطدم بقواعد الأعمدة وتسبب لها التشققات ومن ثم تأتي دور عمليات التجوية الميكانيكية والكيميائية التي تسبب ضعف وتآكل مواد بناء هذه القواعد، وبالتالي تحتاج هذه الجسور وبصورة مستمرة لعمليات الصيانة والترميم للمحافظة عليها من التهاك والانهيال، صورة(4-33) وصورة(4-34).



المصدر: الدراسة الميدانية بتاريخ 2022/11/23م.

صورة (4-33) الخطر الجيومورفولوجي على جسور حوض وادي الناقة.



المصدر: احد المواطنين من مدينة درنة.

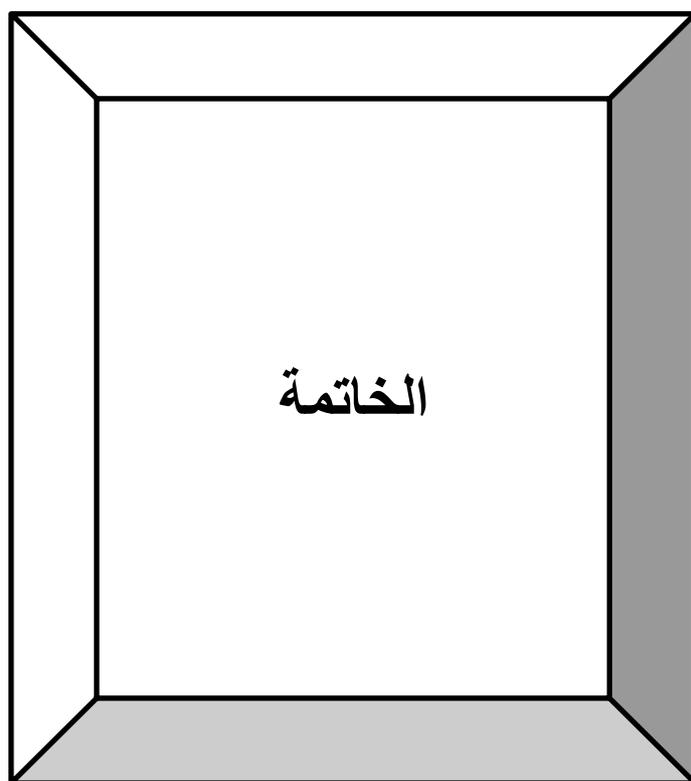
صورة (4-34) بعض السيول مائية بالمجرى الرئيسي للحوض سنة 2020م.

وتماشياً مع ما تم ذكره تعتبر مخاطر السيول والفيضانات من أهم المخاطر التي يمكن أن يتعرض لها الإنسان؛ فتهدد حياته وراحته وإنتاجيته الزراعية، فضلاً عن الخراب الذي قد يجل بالبنية التحتية وذلك كما هو الحال في قرية عين مارة التي تقع وسط حوض وادي الناقة تقريباً في حوض سرسرة الفرعي؛ حيث تتعرض هذه المنطقة لخطر الفيضانات وتحديداً في فصل الشتاء، حيث كانت نشأة قرية عين مارة في المناطق المنبسطة والمرتفعة نسبياً في وادي سرسرة ومع مرور الزمن أخذت بالتوسع وزيادة نشاطها الزراعي؛ فتمددت إلى بطون الأودية أي مناطق تجمع سريان المياه وذلك جعلها أكثر عرضة لخط السيول، صورة(4-35).



المصدر: من بعض سكان قرية عين مارة، سيول رعام 2020م.

صورة (4-35) بعض مظاهر الجريان السيلي في قرية عين مارة سنة 2020م.



اولاً: النتائج:

من خلال دراسة وتحليل البيانات التي تم الحصول عليها بواسطة معالجة نموذج الارتفاعات الرقمية (DEM) باستخدام برنامج (ArcMap10.7) وتوظيف الخرائط التي تم إنتاجها لحوض وادي الناقة؛ توصلت الدراسة إلى مجموعة من النتائج، هي:

1. تُبين خريطة الارتفاعات المتساوية (خطوط الكنتور) في حوض وادي الناقة؛ أن سطح الحوض ينحدر بصفة عامة من الجنوب الغربي؛ حيث المنابع العليا للحوض الواقعة على ارتفاع (629 متراً) إلى الشرق حيث أراضي وسط الحوض ثم إلى الشمال الشرقي وصولاً إلى مصبه في البحر المتوسط الذي يمثل أدنى نقطة في الحوض، ويدل التقارب الشديد لخطوط الارتفاعات المتساوية ما بين (40-100 متر) شمالاً على بداية الحافة الأولى شديدة التضرس، بينما الحافة الثانية فهي تبدأ في وسط الحوض من ارتفاع (420 متر) تقريباً، كما يتضح من خلال دراسة فئات الارتفاعات لحوض وادي الناقة يتضح أن امتداد أغلبية مساحة حوض وادي الناقة كانت على سطح المصطبة الأولى والثانية للجبل الأخضر؛ حيث أن الأراضي التي يتراوح ارتفاعها بين (270 متراً و448 متراً) بلغت مساحتها (150.8 كم²) أي ما يعادل (46.7%) من إجمالي المساحة، بينما مساحة الأراضي التي ارتفاعها بين (450 متراً و629 متراً) فقد وصلت إلى (141.1 كم²) بنسبة (43.7%) من مساحة الحوض.

2. قُسمت درجات الانحدارات في حوض وادي الناقة إلى ستة فئات حسب تصنيف Young (1972) حيث تبين أن فئة الانحدار (0° - 5°) تحتل المركز الأول من حيث المساحة، وهي من فئة الانحدارات الخفيفة وتغطي مساحة تقدر بنحو (173 كم²) أي ما يعادل (53.5%) من إجمالي مساحة حوض وادي الناقة، وتنتشر هذه الانحدارات في المنابع العليا للحوض وأوديته الفرعية وكذلك عند المصب، أما أقل نسبة لدرجات الانحدار فتتمثل في فئة (30° - 60°) وفئة (60° - 63°) حيث تغطي مساحة تقدر بحوالي (8.4 كم²) أي ما يعادل (2.6%) من إجمالي مساحة حوض وادي الناقة، وترتكز هذه الانحدارات على طول المجرى الرئيسي للحوض، وكذلك بالمجاري الرئيسية للأودية الفرعية، أما اتجاهات هذه المنحدرات فهي متقاربة نسبياً إلا أن اتجاه الشرق يحتل أكبر نسبة لاتجاه الانحدار في حوض وادي الناقة بمساحة تقدر بنحو (52.8 كم²) بنسبة (16.3%)، أما أقل نسبة لاتجاه الانحدار فتتمثل في الاتجاه المستوي بمساحة (1.25 كم²) بنسبة (0.38%) من إجمالي مساحة حوض وادي الناقة.

3. تبلغ زاوية انحدار المقطع الطولي بالمجرى الرئيسي للحوض نحو (0.54) أي أن الانحدار العام لسطح الحوض هو ضمن الانحدارات الخفيفة، كما هو الحال بالنسبة لزاوية انحدار السطح الممتد على النطاق الساحلي والحافتين الأولى والثانية، بينما يبلغ معدل انحدار المجرى الرئيسي للحوض نحو (9.52)، ويلاحظ أن أدنى قيمة لمعدل الانحدار سجلت في نطاق الحافة والمصطبة الثانية، وتقدر بحوالي (0.01)، أما في الحافة والمصطبة الأولى؛ فبلغ معدل الانحدار نحو (7.7)، أما النطاق الساحلي فقد بلغ معدل انحدار السطح فيه نحو (0.06).

4. تم رصد مجموعة من نقاط الشباب بواسطة ملاحظة القطاعات الطولية للأحواض الفرعية حيث بلغ عددها (11 نقطة) يتراوح ارتفاعها عن أرضية المجرى ما بين (4-150 متر) حيث تقع النقاط الشديدة الارتفاع في الأحواض التي تتسم بالتباين في التكوينات الجيولوجية فضلاً عن تعرضها للتغير في مستوى القاعدة المجرى بشكل واضح وخصوصاً عند بداية الحافة الأولى في حوض وادي الناقة تزامناً مع مرور صدع بتلك الأودية.

5. يتبين من خلال تحليل قيم زوايا الانحدار للمقاطع العرضية المدروسة؛ أن المنحدرات الواقعة على الجانب الأيسر للمجرى الرئيسي أكثر انحداراً نسبياً من نظيراتها على الجانب الأيمن؛ حيث سجلت الانحدارات المتوسطة وفوق المتوسطة نسبة (31.2%) من جملة قطاعات الجوانب اليسرى للمجرى الرئيسي كما سجلت الانحدارات الشديدة والشديدة جداً نسبة (43.7%)، بينما على الجوانب اليمنى للمجرى الرئيسي فقد بلغت نسبة الانحدارات المتوسطة وفوق المتوسطة (37.5%) من جملة قطاعات الجوانب اليمنى وسجلت الانحدارات الشديدة والشديدة جداً نسبة (37.5%)، كما يتضح أن جوانب المجرى الرئيسي للحوض تتسم بصفة عامة بسيادة الانحدارات الشديدة والشديدة جداً بنسبة (40.1%) من جملة أنواع الانحدارات بالمقاطع المدروسة خاصة عند اجتيازه للحافتين الأولى والثانية، ثم يليها الانحدارات المتوسطة وفوق المتوسطة بنسبة (34.3%) ومن بعدها تأتي الانحدارات الخفيفة بنسبة (25%) التي تسود بالمقاطع الموجودة عند المنبع والمصب، كما يوضح المتوسط العام لقيم زوايا الانحدار على جانبي المجرى الرئيسي عدم وجود فروق جوهرية في درجات الانحدار وذلك لتجانس التكوينات الجيولوجية على جانبي الوادي حيث بلغ متوسط قيم زوايا انحدار

الجانب الأيمن للقطاعات المدروسة نحو (15.8) ° وبلغ متوسط قيم زوايا انحدار الجانب الأيسر للقطاعات المدروسة نحو (16.09) °.

6. يتبين من خلال تتبع مراحل تطور النحت الرأسي الذي تدل عليه أعماق المجري الرئيسي للحوض بالمقاطع العرضية المدروسة؛ نشاط عمليات النحت الرأسي للمجري الرئيسي عند اجتياز الحافة الأولى عمق 230 متراً، بمقطع رقم (15) وكذلك عند اجتيازه الحافة الثانية عمق 140 متراً، بمقطع رقم (6) ويرجع ذلك إلى زيادة معدل انحدار السطح الطبوغرافي للحوض عند اجتيازه للحافة الأولى والثانية، مقارنةً بقلة معدل انحدار السطح في المصطبة الأولى والثانية وبالتالي قلة وضوح عمليات النحت الرأسي بالمقاطع الواقعة ضمنها، حيث يمكن القول إن مظهر السطح وطبيعة الانحدار يؤديان دوراً مهماً وبارزاً في عمليات التطور الجيومورفولوجي للمجري الرئيسي بحوض وادي الناقة.

7. من خلال دراسة أبعاد حوض وادي الناقة تبين أنه يغطي مساحة تقدر بنحو (322.8 كم²) بمحيط (132.39 كم)، وبلغ أقصى طول له (35.47 كم) أما متوسط عرضه (9.1 كم) ويمتد بارتفاع ما بين (0-629 م).

8. اتضح من خلال دراسة الخصائص الشكلية لحوض وادي الناقة وأوديته الفرعية؛ أنها متقاربة نسبياً؛ فقد بلغت نسبة الاستطالة لحوض وادي الناقة (0.5) بينما نسبة الاستطالة لأوديته الفرعية تتراوح ما بين (0.4-0.7)، فيما سجلت نسبة الاستدارة في حوض وادي الناقة (0.2) وأوديته الفرعية تتراوح بين (0.2-0.5)، وبالنسبة لمعامل الشكل لحوض وادي الناقة فبلغ (0.2) وأوديته الفرعية بين (0.1-0.2)، وبالتالي تدل هذه القيم المنخفضة للخصائص الشكلية على أن شكل حوض وادي الناقة وأوديته الفرعية غير متناسق ويميل إلى الاستطالة وأنه في مرحلة مبكرة من دورته التحتانية.

9. توضح المعاملات المورفومترية للخصائص التضاريسية لحوض وادي الناقة وأوديته الفرعية أن نسبة التضرس في حوض وادي الناقة بلغت (17.7 م/كم) أي أن السطح يرتفع (17.7 متر لكل كيلومتر)، بينما ارتفعت نسبة التضرس في الأحواض الفرعية حيث بلغت أعلى نسبة تضرس في حوض الحمائر نحو (37.5 م/كم) وحوض ارفيد (33.08 م/كم) وعلى الرغم من هذا التباين في معدلات التضرس في منطقة الدراسة إلا أنها قيم كبيرة تعكس طبيعة التضرس الشديد للحوض وزيادة خطر الفيضان في هذه

الأودية الفرعية و نقل الرواسب أكثر مع زيادة نسبة التضرس، كما تدل هذه القيم المرتفعة على صغر مساحة الأحواض الفرعية وكثافة عملية التعرية على منحدرات الحوض وبالتالي فإنها تمر بمرحلة الشباب.

10. يلاحظ من خلال تطبيق معدل النسيج الطبوغرافي على حوض وادي الناقة وأوديته الفرعية؛ أن نواتج هذا المعامل تتسم بالتباين بين حوض وادي الناقة وأوديته الفرعية؛ حيث أن أعلى قيمة بلغت (8.08 مجرى/كم) بينما تراوحت قيم معدل النسيج في الأحواض الفرعية ما بين (4.6-1.8 مجرى/كم) أي أن حوض وادي الناقة يتقدم بمعدل نسيجه على أحواضه الفرعية؛ وربما يعود ذلك إلى زيادة طول محيطه الذي يمتاز بتعرجاته الكثيرة مقارنة بمساحته، وأنه يمر بمرحلة متقدمة مقارنةً بالأحواض الفرعية وأن أمامه وقت لا بأس به لتكوين شبكة مائية وإكمال دورته التحاتية، وتؤكد ذلك قيم التكامل الهيسومتري لحوض وادي الناقة والأحواض الفرعية؛ حيث كانت قيم التكامل الهيسومتري ما بين (0.2-0.04) و(0.5) في حوض وادي الناقة، كما تشير القيم المنخفضة لمعدل النسيج الطبوغرافي بالأحواض الفرعية إلى صغر مساحتها كما أنها لا تزال في بداية دورة التعرية.

11. اتضح من خلال دراسة شبكة التصريف لحوض وادي الناقة أن عدد الرتب النهرية في الحوض قد وصل إلى (6 رتب نهريّة) بمجموع كلي (1072 مجرى) .

12. يعد حوض وادي الناقة وأوديته الفرعية من الأحواض ذات كثافة التصريف المنخفضة والنسيج الخشن؛ حيث تراوحت الكثافة التصريفية للحوض الرئيسي وأوديته الفرعية ما بين (2.2-2.3 كم²/كم²) أما معدل تكرار المجاري فقد تراوح ما بين (2.2-3.5 مجرى/كم²) وهذا يدل على أن الحوض يمر بمرحلة النضج المبكرة وبداية مرحلة التوسع الجانبي وأن منطقة الدراسة تتسم بصخور عالية النفاذية وقليلة الأمطار نسبياً وفق تصنيف سميث واستريلر؛ ويمكن القول إن قلة الانحدار وسيادة تكوينات الحجر الإيوسيني الذي يمتاز بضعف صلابته وقلة تماسكه؛ من أسباب انخفاض الكثافة التصريفية لحوض وادي الناقة.

13. من خلال تطبيق معادلة نسبة التشعب لحوض وادي الناقة وأوديته الفرعية؛ نلاحظ بلوغ المتوسط العام لنسبة تشعب حوض وادي الناقة (3.9) بينما بلغ المتوسط العام لنسبة التشعب بالأحواض الفرعية نحو(4.3) وبالتالي فإن حوض وادي الناقة بأوديته

الفرعية يقع بصفه عامة ضمن تقسم ستريلر (Strahler) لنسبة التشعب (3-5) أي أنه من الأحواض التي تتسم بتجانس البنية الجيولوجية والظروف المناخية كما أنه من الأحواض التي تمتاز بالانحدار التدريجي الخفيف وغالبية مساحة أراضيها مغطاة بالصخور المفتتة، كما تم ملاحظة - من خلال دراسة نسب التشعب بين كل رتبتين في حوض وادي الناقة وأوديته الفرعية - أن الرتب العليا تتصف بنسب تشعب منخفضة تقريباً كما هو الحال لنسب تشعب الأحواض الفرعية؛ حيث سجلت الرتب العليا أدنى النسب، تحديداً في وادي البطوم ووادي الزيتون ووادي الطهارة؛ فقد بلغت نسب التشعب بها (2) وبالتالي فإن هذه النسب المنخفضة تخرج عن الوضع الطبيعي الذي حدده ستريلر (Strahler) مما يدل على قلة التقطع بهذه الرتب بفعل المجاري النهرية وبالتالي زيادة خطر الفيضان بتلك الرتب، كما تجدر الإشارة إلى أن نسبة التشعب وصلت أعلاها في الرتب العليا بحوض ارفيد الفرعي بنسبة تشعب وصلت إلى (6) بين الرتبة الثالثة والرابعة بالإضافة إلى حوض الحمائر الذي سجل أعلى نسبة تشعب وذلك بين الرتبة الثانية والثالثة بنسب (8)؛ ولعل ذلك يرجع إلى اختلاف بالبنية الجيولوجية.

14. من خلال تطبيق معادلة معامل الانعطاف للمجرى الرئيسي للحوض فقد بلغت القيمة نحو (1.7) وهي قيمة مرتفعة؛ مما يشر إلى أن نمط المجرى الرئيسي من نمط المنعطف؛ ويكمن السبب الأساسي في تأثير التضاريس والبنية الجيولوجية المتحكمة في جريان الأودية واتجاهاتها، خاصة المجاري الرئيسية.

15. هناك ثلاثة أنماط تصريف تم رصدها في حوض وادي الناقة؛ الأول النمط الشجري الذي يعد من أكثر الأنماط انتشاراً بمنطقة الدراسة، والثاني النمط الشعاعي، والثالث النمط المتوازي.

16. لقد تبين من خلال الدراسة الميدانية لحوض وادي الناقة التنوع الكبير في الأشكال الجيومورفولوجية الناتجة عن العمليات المختلفة؛ حيث تعد عمليات التجوية والتعرية المائية والتعرية بفعل أمواج البحر من أكثر العوامل الجيومورفولوجية تأثيراً في تشكيل المظهر الجيومورفولوجي لسطح حوض وادي الناقة، حيث ترتبط هذه العمليات بالعديد من الظواهر مثل التفلق الصخري الناتج عن عملية التجوية الميكانيكية، وظاهرة التعرية الأخدودية أو الخندقية المرتبطة بالنحت المائي، فضلاً عن وجود الكهوف البحرية المرتبطة بفعل أمواج البحر.

17. أدت العوامل التكتونية دوراً مهماً في تشكيل سطح الأرض في منطقة الدراسة؛ حيث ترتبط بها العديد من الظواهر الجيومورفولوجية كظاهرة الحافات الصخرية.

18. ساهمت مجموعة من النشاطات البشرية التي ساهمت وبشكل واضح في تغيير أشكال سطح حوض وادي الناقة، تحديداً نشاطات المحاجر التي ساهمت في تكوين جروف قائمة ومصاطب صخرية، فضلاً عن تغيير شكل الشاطئ بواسطة إنشاء بحيرات ساحلية لغرض السياحة.

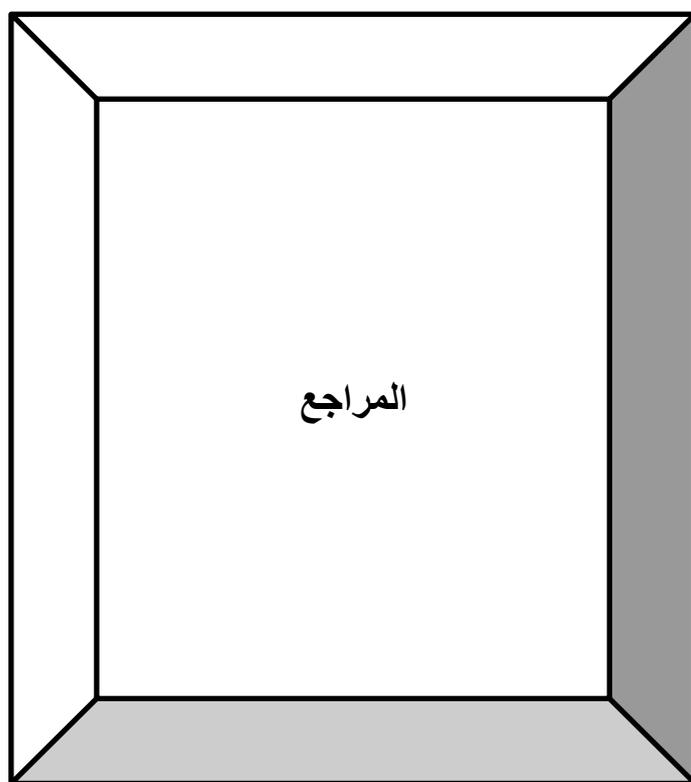
ثانياً: التوصيات:

من خلال النتائج السابق ذكرها؛ توصي الباحثة بما يأتي:

1. استخدام نموذج الارتفاعات الرقمية في دراسة المقاطع الطولية والعرضية لتحليل خصائص منحدرات جانبي الوادي؛ وذلك لما توفره من معلومات دقيقة يمكن من خلالها الاستدلال على طبيعة شكل السطح ومراحل تطوره.
2. توصي الباحثة بزيادة الاهتمام بدراسة إقليم الجبل الأخضر؛ وذلك باتباع أحدث التقنيات الجيومكانية والاستفادة منها بقدر المستطاع؛ لسرعتها ودقتها وتوفيرها لكم كبير من البيانات مقارنة بالطرق التقليدية الأخرى.
3. إقامة محطات هيدرولوجية لمعرفة كمية مياه الأمطار الساقطة على حوض وادي الناقة، خصوصاً أوديته الفرعية المهددة بخطر الفيضان؛ وذلك من أجل تقليل تلك المخاطر وإقامة السدود والاستفادة من المياه.
4. الاهتمام بالجسور التي تربط بين أجزاء حوض وادي الناقة وصيانتها وترميم الطرق الترابية وتبليطها؛ وذلك لتسهيل عملية التنقل داخل حوض وادي الناقة ومراعاة لمعايير السلامة والأمان.
5. استغلال السهول في المجالات الزراعية التنموية؛ لأنها تحتوي على ترب جيدة للإنتاج الزراعي مثل تربة الرندزينا والتيراروسا، لاسيما أن مناخ حوض وادي الناقة مناسب لنمو بعض المحاصيل.

6. الاهتمام بالجانب السياحي في حوض وادي الناقة؛ وذلك لاحتوائه على المظاهر الجيومورفولوجية ولتنوع الغطاء النباتي الذي يستهوي المستكشفين والسياح كما يمكن اعتباره بيئة مناسبة لإنشاء محميات طبيعية.

7. وضع علامات ولافتات تحذير عن خطر وجود مخلفات حرب في حوض وادي الناقة.



المراجع العربية:

القران الكريم.

أولاً: المصادر و التقارير الرسمية:

جامعة عمر المختار(2005). لجنة دراسة وتقييم الغطاء النباتي بمنطقة الجبل الأخضر مشروع الجبل الأخضر التقرير النهائي(منشورات مؤسسة القذافي العالمية للجمعيات الخيرية ج.ع.ل.ش.إ.ع).

الجمهورية العربية الليبية الشعبية الاشتراكية العظمة، مصلحة المساحة الليبية(1978). خرائط طبوغرافية ذات مقياس رسم 1:50000. لوحة درنة IV3890، لوحة وادي درنة III3890، لوحة كرسة II3790، لوحة رأس الهلال I3780. طرابلس.

مركز البحوث الصناعية(1974). خريطة ليبيا الجيولوجية 1:250000. لوحة درنة NI34-16، لوحة البيضاء NI15-34. طرابلس.

الجمهورية العربية الليبية الشعبية الاشتراكية العظمى، أمانة الزراعة(1980). خرائط التربة بمقياس رسم 1:50000. لوحة درنة IV3890، لوحة مطار درنة III3890، لوحة كرسة I-3790، لوحة مرسى الهلال IV3790، لوحة بير المسير II-3790. طرابلس.

ثانياً: الكتب:

أبو العين، حسن السيد (1995). اصول الجيومورفولوجيا دراسة أشكال سطح الأرض. الإسكندرية، مصر: المؤسسة الثقافية الجامعية. تم الاسترجاع من الموقع <https://noor-book.com>.

أبو سعدة، سعيد محمد(1983). هيدرولوجية الاقاليم الجافة وشبه الجافة. كويت: الجمعية الجغرافية الكويتية.

بحري، صلاح الدين(1987). مبادئ الجغرافية الطبيعية. بيروت، لبنان: دار فكر المعاصر. تم الاسترجاع من الموقع <https://noor-book.com>.

بن خيال، عبد الحميد(1995). الزراعة والثروة الحيوانية. في الهادي أبو لقمة وسعد القزيري(تحرير). الجماهيرية دراسة في الجغرافيا (ص ص. 545-627). سرت: الدار الجماهيرية للنشر والتوزيع والإعلان.

بن محمود، خالد رمضان(1995). التربة الليبية (تكوينها-تصنيفها-خواصها-إمكانية زراعتها). طرابلس: الهيئة القومية للبحث العلمي.

بيومي، محمد؛ والزنبي، السنوسي (2006). الأشجار والشجيرات الهامة والمحلية والمستوردة بالجبل الأخضر. طرابلس: الدار الأكاديمية للطباعة والتأليف والترجمة والنشر.

تراب، محمد مجدي (1997). *أشكال السواحل المصورة*. الإسكندرية، مصر: منشأة المعارف. تم الاسترجاع من الموقع <https://www.alarabimg.com>.

تراب، محمد مجدي (2005). *أشكال سطح الأرض*. الإسكندرية، مصر: منشأة المعارف. تم الاسترجاع من الموقع <https://t.me/merefa2000>.

تراب، محمد مجدي (2011). *الموسوعة الجيومورفولوجية*. تم الاسترجاع من الموقع <https://www.geographyknowledge.com>.

ثورنبيري، وليم دي (1975). *أسس الجيومورفولوجيا*. ترجمة وفيق حسين الخشاب. بغداد: منشورات جامعة بغداد. جودة، جودة حسنين (2004). *أسس الجغرافيا العامة*. الإسكندرية، مصر: منشأة المعارف. تم الاسترجاع من الموقع <https://www.alarabimg.com>.

حداد، ربي سليمان (2011). *الجغرافيا الطبيعية*. عمان، الأردن: دار الإعمار للنشر و التوزيع. تم الاسترجاع من الموقع <https://book-lilbrery.net>.

خفاجي، سرحان نعيم (2017). *الدراسات الجيومورفولوجية*. نجف، العراق: المطبعة العالمية. تم الاسترجاع من الموقع <https://t.me/merefa2000>.

خفاجي، سرحان نعيم (2018). *الجيومورفولوجيا أشكال سطح الأرض*. عمان، الأردن: دار المنهجية للنشر و التوزيع. تم الاسترجاع من الموقع <https://t.me/merefa2000>.

دليمي، خلف حسن (2000). *الجيومورفولوجيا التطبيقية علم أشكال الأرض لتطبيقي*. عمان، الأردن: دار الصفاء للنشر و توزيع. تم الاسترجاع من الموقع <https://noor-book.com>.

راضي، فتحي عبد العزيز (2004). *الاصول العامة في جيومورفولوجيا*. القاهرة، مصر: دار النهضة العربية. تم الاسترجاع من الموقع <https://kitab.firmabikes.ru/pdf>.

زوام، سالم محمد (1984). *دراسة في الجغرافيا الطبيعية*. طرابلس: المنشأة العامة للنشر و توزيع والإعلان.

ستريلا، ارثر آن (1957). *أسس علم الأرض*. ترجمة وصيف خشاب. العراق: مطبعة جامعة بغداد.

سلطان، عبدالغني جميل (1985). *الجو عناصره وتقلباته*. بغداد، العراق: منشورات وزارة الثقافة والإعلام.

سليم، غادة محمد؛ و عباس محمد؛ و السعدوي فاضل (1985). *مبادئ الجيولوجيا والجيومورفولوجيا*. بيروت، لبنان: النهضة للطباعة ونشر.

شاكرا، الحسن (2013). *المورفومناخ*. أكادير، المغرب: جامعة ابن الأزهري. تم الاسترجاع من الموقع <https://lafak-maroc.blogspot.com>.

- شرف، عبد العزيز (1971). *جغرافية ليبيا*. (ط2). الإسكندرية، مصر: منشأة دار المعارف.
- شرف، محمد إبراهيم (2005). *جغرافية المناخ والبيئة*. الإسكندرية، مصر: دار المعرفة الجامعية.
- صائغ، عبد الهادي؛ والعمرى، صنع الله (1999). *الجيولوجيا العامة*. (ط3). العراق: منشورات جامعة الموصل.
- جودة، جودة حسنين؛ وعاشور، محمود محمد؛ ودسوقي، صابر أمين؛ وتراب، محمد مجدي؛ ومرغني، علي محمد؛ ومصطفى، محمد رمضان (1991). *وسائل التحليل الجيومورفولوجي*. مصر: دار صاف نت. تم الاسترجاع من الموقع <https://omugeo.com/books>.
- غريري، عبد العباس؛ وسعدية، ماکول (1998). *جغرافية الغلاف الحيوي (النبات والحيوان)*. عمان: دار صفاء للنشر وتوزيع والإعلان. تم الاسترجاع من الموقع <https://noor-book.com>.
- غزي، محمد رياض (2020). *التجوية والمظاهر التضاريسية المرافقة*. للمرحلة الأولى لمقرر جيولوجيا عامة. كلية هندسة البترول. الجامعة السورية الخاصة. تم الاسترجاع من الموقع <https://spu.edu.sy>.
- كربل، عبد الإله رزوقي (1986). *علم الأشكال الأرضية الجيومورفولوجية*. بغداد، العراق: مطبعة جامعة البصرة.
- ماكولا، باترك (1986). *الأفكار الحديثة في الجيومورفولوجيا*. ترجمة وفيق حسين الخشاب وعبد العزيز حميد الحديثي. بغداد، العراق: مطبعة بغداد.
- محسوب، محمد صبري؛ وراضي، محمد دياب (1989). *العمليات الجيومورفولوجية*. القاهرة، مصر: دار الثقافة والنشر.
- محسوب، محمد صبري (2001). *جيومورفولوجية الأشكال الأرضية*. القاهرة، مصر: دار الفكر العربي. تم الاسترجاع من الموقع <https://www.gis-zaghlol.com>.
- مشتهى، عبد العظيم (2006). *مبادئ الجيومورفولوجيا*. غزة، فلسطين: منشورات جامعة الأزهر. تم الاسترجاع من الموقع <https://www.academia.edu/51001850>.
- مصطفى، أحمد أحمد (1987). *الخرائط الكنتورية تفسيرها ومقاطعها*. الإسكندرية، مصر: دار المعرفة الجامعية. تم الاسترجاع من الموقع <https://noor-book.com>.
- مقيلي، إلهام عياد (1993). *المناخ*. في الهادي أبو لقة وسعد القزيري (تحرير). *الجماهيرية دراسة في الجغرافيا* (ص ص 93-143). سرت: الدار الجماهيرية للنشر والتوزيع والإعلان.
- موسى، صلاح بشير (2005). *المناخ الطبيعي*. الإسكندرية، مصر: مكتب الجامعي.
- نوح، سعيد؛ وبن عمور، خالد (2014). *دراسات تطبيقية في جغرافية الجبل الأخضر*. طبرق: مكتبة دار الهدى للنشر وتوزيع.

هرام، فتحي أحمد (1995). تضريس وجيومورفولوجيا في الهادي أبو لقمة وسعد القزيري (تحرير). الجماهيرية دراسة في الجغرافيا (ص ص 93-143). سرت: الدار الجماهيرية للنشر والتوزيع والإعلان.

هميمي، زكريا (2008). أسس الجيولوجيا الطبيعية. القاهرة، مصر: دار الكتاب الحديث.

ثالثاً: الدوريات العلمية والمؤتمرات:

إسليطة، محمد؛ ومحمد، عقيلة (2020، مارس). دور نظم المعلومات الجغرافية في دراسة الخصائص المورفومترية والهيدرولوجية لحوض وادي تماسلة. ورقة مقدمة إلى المؤتمر الدولي الرابع للتقنيات الجيومكانية، جامعة طرابلس، ليبيا. 502-531.

بيومي، محمد؛ والزني، السنوسي؛ والساعدي، عمر (1998). تأثير تدهور الغطاء النباتي للجبل الأخضر على التنوع البيولوجي. مجلة كلية الآداب والعلوم المرج، (8)، 175-188.

بيومي، محمد؛ والساعدي، عمر؛ وعلي، أحمد (1999). تأثير العوامل البيئية على المراعي الطبيعية. مجلة الآداب والعلوم المرج، (3)، 143-160.

تواتي، محمود الصديق (2020). التصنيف الجيومورفولوجي لمنخفض الجيوب في شمال شرق الصحراء الليبية باستخدام التقنيات الحديثة. مجلة جامعة بنغازي الحديثة للعلوم والدراسات الإنسانية، ع(7)

حنفي، غازي. (2012، يونيو). تأثير الطبوغرافيا على الوضع المائي في حوض جبل الأخضر. ورقة مقدمة إلى المؤتمر الدولي الأول بعنوان موارد المياه في جبل الأخضر، جامعة عمر المختار، البيضاء.

خيولي، منجي؛ وبوغرارة، سعد (2018، تموز). نظم المعلومات الجغرافية (GIS) في التحليل المورفومتري لثلاثة أودية شمال الجبل الأخضر - ليبيا. ورقة مقدمة إلى المؤتمر العلمي الخامس للبيئة والتنمية المستدامة في المناطق الجافة وشبه الجافة، إجدابيا، ليبيا.

سعد، مفتاح؛ وعبد الواحد، عوض (2021). التحليل الجيومورفولوجي لنموذج الارتفاعات الرقمية لحوض وادي درنة. مجلة عمر المختار، البيضاء، ليبيا. (38)، 14-30.

سلامة، حسن رمضان (1982). الخصائص الشكلية ودلالاتها الجيومورفولوجية. نشرة دورية تصدر عن قسم الجغرافية والجمعية الكويتية، (43)، 2-31. تم الاسترجاع من الموقع <https://search.mandumah.com/450544>

شريف، ازاد جلال (2000). هيدرورمفومترية حوض نهر الخابور. مجلة الجمعية الجغرافية العراقية، (3)، 3-55-85.

شمري، قاسم يوسف؛ والحسناوي، أمير هادي (2016). اثر العمليات الجيومورفية في تشكيل سطح الأرض في محافظة بابل باستعمال نظم المعلومات الجغرافية (GIS). مجلة كلية التربية الاساسية جامعة بابل، 2016، (29)، 456-481.

صالح، محمد علي؛ والسبيعي، سليمان يحيى (2022). حوض وادي السهل الغربي بهضبة البطنان (دراسة جيومورفولوجية). مجلة سرت للعلوم الإنسانية، (3)، 361-406. تم الاسترجاع من الموقع

<https://journal.su.edu.ly>

عبد الله، خالد اكبر (2017). تأثير الأشكال الأرضية على النشاط البشري في حوض وادي جاوكة. مجلة الانبار للعلوم الإنسانية، (1)، 249-281. تم الاسترجاع من الموقع <https://iasj.net/iasj/653872>.

عبد الواحد، عوض؛ وعبد السلام، مختار (2021). توظيف التقنيات الجيومكانية في دراسة الخصائص المورفولوجية لمنحدرات جوانب الأودية في حوض وادي الكوف. مجلة جامعة بنغازي الحديثة، (15).

عبد، لمي؛ ومنصور، وليد؛ وملخ، بديع (2007). دراسة تأثير المواقع المعاملات الأولية في انبات ونمو باردات الخرنوب في مناطق انتشاره الطبيعي في سورية. مجلة زراعة الرافدين، (2)، 35-43. تم

الاسترجاع من الموقع <https://magri.mosuljournals.com/26530>.

علي، أحمد عبد السلام (2000). بعض الأخطار الطبيعية على الطرق في شمال سلطنة عمان (دراسة جيومورفولوجيا التطبيقية). مجلة الجمعية الجغرافية الكويتية، (247)، 3-134.

عمران، انتظار مهدي (2015). جيومورفوية الجزر النهرية شط في الهندية. مجلة كلية التربية للعلوم التربوية و الإنسانية جامعة بابل، (23)، 182-196. تم الاسترجاع من الموقع <https://www.iasj.nen/iasj>.

فيتوري، علي (2014). التحليل الجيومورفولوجي لبعض المنحدرات الحافة الأولى للجبل الأخضر شمال - شرق ليبيا. مجلة العلوم والدراسات الإنسانية - المرح، (4).

فيتوري، علي (2015). الخصائص المورفومترية و الهيدرولوجية لحوض وادي القطارة: دراسة مقارنة ما بين استخدام الطرق التقليدية. المجلة العالمية جامعة بنغازي - كلية التربية بالمرج - ليبيا، (3).

قبي، هدى؛ وزوراب، امينة (2022). تقييم الفعالية البيولوجية لصمغ شجرة البطوم. المجلة الليبية لعلوم وتكنولوجيا البيئة، مج4، 44-46. تم الاسترجاع من الموقع <https://aif.doi.org/ljeest/0401010>.

لشهب، سعد (2020). التنوع النباتي في منطقة التنين شمال غرب مدينة المرج (ليبيا). مجلة عارف للدراسات الإنسانية، (5)، 51-65. تم الاسترجاع من الموقع <https://www.uoa.edu.ly>.

لشهب، سعد؛ ومسماري، منصف؛ وامبارك، عبد المنعم (2021، ابريل). بعنوان التحليل الرقمي لبعض الخصائص المورفومترية لحوض وادي الطبرقاية بالجبل الأخضر باستخدام نظم المعلومات الجغرافية. المجلة

الليبية العالمية، (51)، 2-19. تم الاسترجاع من الموقع

<https://journals.uod.edu.ly/GLJ/article>

هرام، فتحي أحمد؛ وتراب، محمد مجدي (1990). التطور الجيومورفولوجي لبعض أودية الجبل الأخضر. مجلة قاريونس العلمية، (3)، 3-4.

رابعاً: الرسائل العلمية:

أبورية، أحمد محمد (2007). المنطقة الممتدة فيما بين قصير ومرسى ام غيج دراسة جيومورفولوجية (اطروحة دكتوراه غير منشورة). جامعة الإسكندرية، مصر. تم الاسترجاع من الموقع <https://www.academia.edu/37202431>.

بن حسن، حنان بنت عبد اللطيف (2008). دور نظم المعلومات الجغرافية في دراسة الخصائص المورفومترية لحوض وادي البين (رسالة ماجستير غير منشورة). جامعة ملك سعود، السعودية. تم الاسترجاع من الموقع <https://t.me/merefa2000>.

تميمي، ياسر محمد (2012). أثر التعرية و التجوية في تكوين سطح الأرض في طية حميرين الجنوبي شمال المنصورية-العراق (رسالة ماجستير غير منشورة). جامعة ديالى، العراق. تم الاسترجاع من الموقع <https://basicedu.uodiyala.edu.iq>.

جاف، جنان رحمن (2005). جيومورفولوجية جبل براكرة وأحواضه النهرية وتطبيقاتها (رسالة ماجستير غير منشورة). جامعة بغداد، العراق. تم الاسترجاع من الموقع <https://thesis.mandumah.com/108679>.

جيلاني، صالح الصيد (2001). خط الساحل المحصور بين سوسة ودرنة بالجيل الأخضر - دراسة لأثر الأمواج على الظواهرات الجيومورفولوجية و المنشآت الساحلية (رسالة ماجستير غير منشورة). جامعة قاريونس، ليبيا.

حسني، فاطمة يونس (2016). جيومورفولوجية حوض وادي أبو شنيت غب بحيرة سماوة واستثماراتها الاقتصادية (رسالة ماجستير غير منشورة). جامعة المثنى، العراق.

دليمي، مهدي (1990). أثر المناخ على صحة الإنسان في العراق (رسالة ماجستير غير منشورة). جامعة بغداد، العراق.

رابحي، منير صالح (2017). تقييم سد وادي زازا دراسة للعوامل الجيومورفولوجية المؤثرة في اختيار مواقع السدود (رسالة ماجستير غير منشورة). جامعة بنغازي، ليبيا.

ربيعي، نغم منصور (2005). الأشكال الأرضية في منطقة البيرة (رسالة ماجستير غير منشورة). جامعة بغداد، العراق.

سليمان، محمد فؤاد (2001). حوض وادي الأسويطي دراسة جيومورفولوجية (رسالة ماجستير غير منشورة). جامعة طنطا، مصر. تم الاسترجاع من الموقع <https://t.me/merefa2000>.

شفيق، ناجح فرحان (2011). انجراف التربة في حوض التصريف النهري الأعلى لوادي الزومر (رسالة ماجستير غير منشورة). جامعة النجاح الوطنية، فلسطين. تم الاسترجاع من الموقع <https://t.me/bookgeo>.

عبد الرحمن، هالة محمد (2008). جيومورفولوجية حوض وادي العبيدي (أطروحة دكتوراه غير منشورة). جامعة بغداد، العراق. تم الاسترجاع من الموقع <http://www.merefa2000.com/2020/11/2003.html>.

عبد العزيز، متولي عبد الصمد (2001). حوض وادي وتير شرق سيناء دراسة جيومورفولوجية (أطروحة دكتوراه غير منشورة). جامعة القاهرة، مصر. تم الاسترجاع من الموقع <https://ebook.unveyes.com/156900>.

عبدان، رحيم حميد عبد ثامر (2004). الأشكال الأرضية لحوض وادي عامج (أطروحة دكتوراه غير منشورة). جامعة بغداد، العراق. تم الاسترجاع من الموقع <http://www.merefa2000.com>.
عجيلي، عبد الصابر عبود (2008). وديان غرب بحيرة الرزازة الثانوية والأشكال المتعلقة بها دراسة في الجغرافية الطبيعية (أطروحة دكتوراه غير منشورة). جامعة بغداد، العراق. تم الاسترجاع من الموقع <http://www.merefa2000.com>.

العدرة، نزية علي (2007). جيومورفولوجية حوض التصريف النهري الأعلى من وادي الخليل (رسالة ماجستير غير منشورة). جامعة النجاح الوطني، فلسطين. تم الاسترجاع من الموقع <https://search.mandumah.com/545267>.

عذارى، أحمد عبد الستار (2005). هيدروجيومورفولوجية منطقة الوديان غرب الفرات شمالي الهضبة الغربية العراقية (أطروحة دكتوراه غير منشورة). جامعة بغداد، العراق. تم الاسترجاع من الموقع <http://www.merefa2000.com>.

علي، غفير سعيد (2003). العوامل الجغرافية المؤثرة في توزيع نبات الشماري في المنطقة الممتدة ما بين البيضاء ولملودة بالجبل الأخضر (دراسة في الجغرافية الحيوية) (رسالة ماجستير غير منشورة). جامعة قاريونس، ليبيا.

قرطوبي، آيات جاسم (2020). جيومورفولوجية المراوح الفيضية بين نهري الطيب والحباب واستثماراتها الاقتصادية (أطروحة دكتوراه غير منشورة). جامعة البصرة، العراق. تم الاسترجاع من موقع <https://t.me/bookgeo>.

مجيد، أسيل سامي (2004). دور العمليات الجيومورفية في تشكيل المظهر الأرضي بقضاء المناذرة وعلاقتها بالنشاط البشري (رسالة ماجستير غير منشورة). جامعة بغداد، العراق. تم الاسترجاع من الموقع <http://www.merefa2000.com>.

مصطفى، أحمد أحمد (1982). حوض وادي حنيفة بالمملكة العربية السعودية دراسة جيومورفولوجية (أطروحة دكتوراه غير منشورة). جامعة الإسكندرية، مصر. تم الاسترجاع من الموقع <https://www.alwelaie.com>.

- Gregory,K.J.,&Waling,D.E.(1973).*Drainage Basin form and Process A Geomorphological Approach*.London.
- Gregory,K.J.,&Waling,D.E.(1993).*Drainage Basin form and process*. New York:Wiley & Sons.
- Hey,R .W.(1968).*The Geomorphology of The Jabal AL Akhdar and Adjoining area*, F.T.Barr(ed).
- Horton,R.E.(1932).Drainage Basin.characteristics.*Transactions of the American Geographical Union*,13(1),350-361.Retrieved from <https://doi.org/0.1029/TR013i001p00350>.
- Horton,R.E.(1945).Erosional Development of Stream and Their Drainage Age Basins Hydro physical Approach to Quantitative Morphology.*geolo.Soc.Amer*,56(3),275-370.Retrieved from <https://dx.doi.org/101130/0016>.
- Kirchner,J.W.(1993).Statistical inevitability of Horton's Laws and the apparent randomness of stream channel networks.*University of California*,No(20),591-594.Retrieved from <https://pdodds.w3.uvm.edu/reserch/papers>.
- Lewin,J.&Woodwar,J.(2009).Karst Geomorphology and Environmental change.*Typesetby SPi,Chennai*,Vol10,287-318.Retrieved from <https://doi.org/10.1093/oso/9780199268030>.
- Rohlich (1978). *Geological development of Jabal al AKhdar*,Band 67,Heft 2.
- Smith,K.G.(1956).Standads for Grading Texture of Erosional Topography.*Amer.Juor.Sci*,vol.248,655-668.
- Schumm,S.A.(1956)Evolution of Drainage Systems and Slopes in Badlands at Perth Amboy.*New Jersey Bull.Amer.Geol*.NO.(67),597-646.Retrieved from <https://dx.doi.org/10.1130/0016-7606>.
- Strahler,A.N,(1957)Quantitative Analysis of Watershed Geomorphology.*Amer .Geophys.Union*,Vol.38,913-920. Retrieved from <https://pdodds.w3.uvm.edu>.
- Strahlar,A.N.(1975)*Physical Geography*.Newyork:John,wiley and sons.

Tarboton, D. (1996). Fractal river network, Horton's laws and Tokunaga cyclicity. *Journal of Hydrology Utah State University*, 105-117. Retrieved from <https://doi.10.1016/S0022-1694>.

Thornbury, W. D. (1996). *Principles of geomorphology*. (ed. 2). New York: John Wiley and Sons.

Zavoianu, I. (1985). *Morphometry of Drainage Basins (Developments in Water Science)*. Amsterdam: Elsevier.

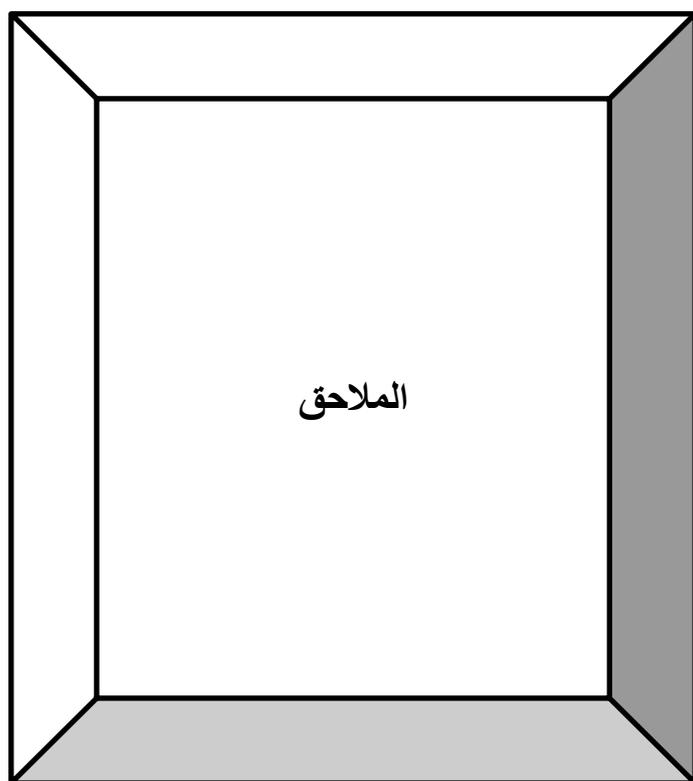
Zernitz, E. R. (1932). Drainage patterns and their significance. *Journal of Geology*, Vol 40, 498-521. Retrieved from <https://dx.doi.org/10.1086/623976>.

شبكة المعلومات الدولية:

www.jspacesystemes.or.jp , ASTER Global Digital Elevation Model Version 2-summary of Validation Results, 2011.

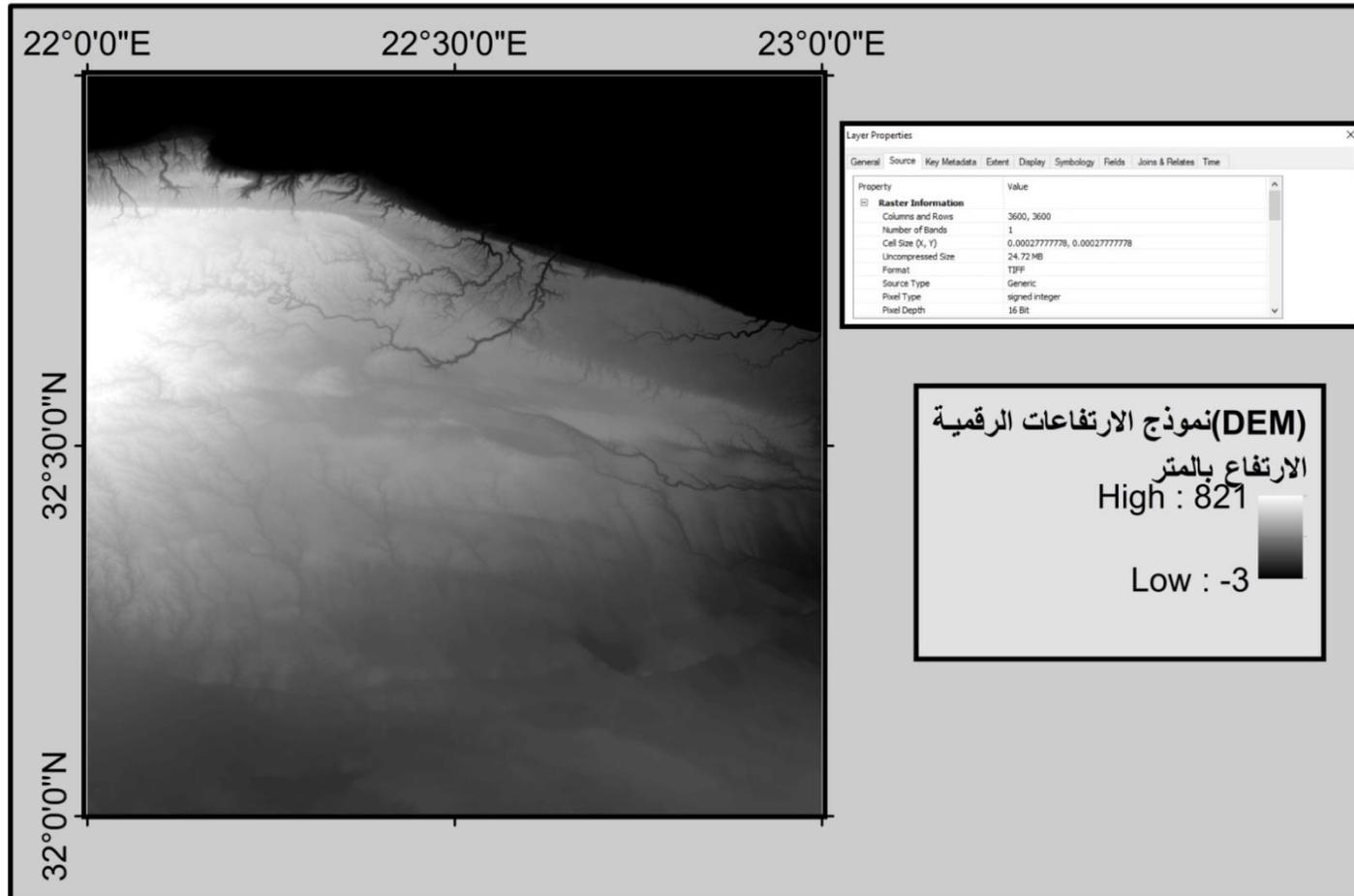
<https://www.geojamal.com/2016/12/full-Download-all-free-sas-planet-version-2017.html>.

<https://www.geojamal.com/2015/11/download-full-google-earth-pro-2016.html>.



ملحق (1)

نموذج الارتفاعات الرقمية (DEM).



المصدر : ASTER Global Digital Elevation Model Version 2- summary of Validation Results, 2011 , www.jspacesystemes.or.jp

ملحق (2)

العمليات الحسابية للمقاطع التضاريسية.

• المقطع الطولي للمجرى الرئيسي لحوض وادي ناقة:

1. معدل الانحدار ونسبة الانحدار :

$$\text{معدل الانحدار} = \frac{\text{الفاصل الرأسى}}{\text{المسافة الأفقية}}$$

$$\text{نسبة الانحدار} = \text{معدل الانحدار} * 100$$

أ- معدل ونسبة الانحدار للمقطع الطولي :

$$\text{: الفاصل الرأسى للمقطع الطولي} = 629 \text{ م}$$

$$\text{: المسافة الأفقية للمقطع الطولي} = 66013.7 \text{ م.}$$

$$\text{: معدل الانحدار المقطع الطولي} = \frac{629}{66013.7} = 9.528$$

$$\text{: نسبة الانحدار} = 100 * \frac{629}{66013.7} = 0.952 \%$$

ب- معدل ونسبة الانحدار للنطاق الساحلي:

$$\text{: الفاصل الرأسى في المقطع الطولي للنطاق الساحلي} = 15 \text{ م.}$$

$$\text{: المسافة الأفقية في المقطع الطولي للنطاق الساحلي} = 217.39 \text{ م.}$$

$$\text{: معدل الانحدار المقطع الطولي للنطاق الساحلي} = \frac{15}{217.39} = 0.069$$

$$\text{: نسبة الانحدار النطاق الساحلي} = 100 * \frac{15}{217.39} = 6.9 \%$$

ت- معدل ونسبة الانحدار للحافة والمصطبة الأولى:

$$\text{: الفاصل الرأسى في المقطع الطولي للحافة والمصطبة الأولى} = 405 \text{ م.}$$

$$\text{: المسافة الأفقية في المقطع الطولي للحافة والمصطبة الأولى} = 52173.9 \text{ م.}$$

$$\text{: معدل الانحدار المقطع الطولي للحافة والمصطبة الأولى} = \frac{405}{52173.9} = 7.76$$

$$\text{: نسبة الانحدار للحافة والمصطبة الأولى} = 100 * \frac{405}{52173.9} = 0.77 \%$$

ث- معدل ونسبة الانحدار للحافة والمصطبة الثانية:

$$\text{: الفاصل الرأسى في المقطع الطولي للحافة والمصطبة الثانية} = 209 \text{ م.}$$

$$\text{: المسافة الأفقية في المقطع الطولي للحافة والمصطبة الثانية} = 20760.865 \text{ م.}$$

$$.0.01 = \frac{209}{20760.865} = \text{معدل الانحدار المقطع الطولي للحافة والمصطبة الثانية}$$

$$\%1.006 = 100 * \frac{209}{20760.865} = \text{نسبة الانحدار للحافة والمصطبة الثانية}$$

2. درجة زاوية الانحدار:

الفاصل الرأسي

$$\text{SHFIT,ten-1} = \text{درجة زاوية الانحدار}$$

المسافة الأفقية بالمتر

أ- درجة زاوية الانحدار للمقطع الطولي:

: الفاصل الرأسي للمقطع الطولي = 629 م

: المسافة الأفقية للمقطع الطولي = 66013.7 م.

: درجة زاوية الانحدار المقطع الطولي =

$$\text{SHFIT,ten-1} \frac{629}{66013.7} = 0.54^\circ$$

ب- درجة زاوية انحدار النطاق الساحلي:

: الفاصل الرأسي في المقطع الطولي للنطاق الساحلي = 15 م .

: المسافة الأفقية في المقطع الطولي للنطاق الساحلي = 217.39 م.

: درجة زاوية انحدار النطاق الساحلي =

$$\text{SHFIT,ten-1} \frac{15}{217.39} = 3.94^\circ$$

ت- درجة زاوية انحدار الحافة والمصطبة الأولى:

: الفاصل الرأسي في المقطع الطولي للحافة والمصطبة الأولى = 405 م .

: المسافة الأفقية في المقطع الطولي للحافة والمصطبة الأولى = 52173.9 م.

: درجة زاوية الانحدار للحافة والمصطبة الأولى =

$$\text{SHFIT,ten-1} \frac{405}{52173.9} = 4.44^\circ$$

ث- درجة زاوية انحدار الحافة والمصطبة الثانية:

: الفاصل الرأسي في المقطع الطولي للحافة والمصطبة الثانية = 209 م .

: المسافة الأفقية في المقطع الطولي للحافة والمصطبة الثانية = 20760.865 م.

: درجة زاوية الانحدار للحافة والمصطبة الثانية =

$$\text{SHFIT,ten-1} \frac{209}{20760.865} = 0.57^\circ$$

● **العمليات الحسابية للمقاطع العرضية المدروسة:**

حساب زاوية انحدار جانب الوادي بالمعادلة التالية :

الفاصل الرأسى على جانبي الوادي (الأيمن أو الأيسر)

زاوية انحدار جانب الوادي = SHFIT,ten-1 —————

المسافة الأفقية بالمتر

■ **مقطع رقم (1):**

أ- زاوية انحدار الجانب الأيمن:

∴ الفاصل الرأسى على الجانب الأيمن للمقطع = 13 م .

∴ المسافة الأفقية للجانب الأيمن = 966 م.

∴ درجة زاوية الانحدار للجانب الأيمن للمقطع =

$$\text{SHFIT,ten-1} \frac{13}{966} = 0.77^\circ$$

ب- زاوية انحدار الجانب الأيسر:

∴ الفاصل الرأسى على الجانب الأيسر للمقطع = 5.5 م .

∴ المسافة الأفقية للجانب الأيسر = 250 م.

∴ درجة زاوية الانحدار للجانب الأيسر للمقطع =

$$\text{SHFIT,ten-1} \frac{5.5}{250} = 1.26^\circ$$

■ **مقطع رقم (2):**

أ- زاوية انحدار الجانب الأيمن:

∴ الفاصل الرأسى على الجانب الأيمن للمقطع = 10 م .

∴ المسافة الأفقية للجانب الأيمن = 217 م.

∴ درجة زاوية الانحدار للجانب الأيمن للمقطع =

$$\text{SHFIT,ten-1} \frac{10}{217} = 2.63^\circ$$

ب- زاوية انحدار الجانب الأيسر:

∴ الفاصل الرأسى على الجانب الأيسر للمقطع = 32 م .

∴ المسافة الأفقية للجانب الأيسر = 550 م.

∴ درجة زاوية الانحدار للجانب الأيسر للمقطع =

$$\text{SHFIT,ten-1} \frac{32}{550} = 3.32^\circ$$

▪ مقطع رقم(3):

أ- زاوية انحدار الجانب الأيمن:

∴ الفاصل الرأسى على الجانب الأيمن للمقطع = 45 م .

∴ المسافة الأفقية للجانب الأيمن = 221 م.

∴ درجة زاوية الانحدار للجانب الأيمن للمقطع =

$$\text{SHFIT,ten-1} \frac{45}{221} = 11.5^\circ$$

ب- زاوية انحدار الجانب الأيسر:

∴ الفاصل الرأسى على الجانب الأيسر للمقطع = 37 م .

∴ المسافة الأفقية للجانب الأيسر = 275 م.

∴ درجة زاوية الانحدار للجانب الأيسر للمقطع =

$$\text{SHFIT,ten-1} \frac{37}{275} = 7.66^\circ$$

▪ مقطع رقم(4):

أ- زاوية انحدار الجانب الأيمن:

∴ الفاصل الرأسى على الجانب الأيمن للمقطع = 71 م .

∴ المسافة الأفقية للجانب الأيمن = 258 م.

∴ درجة زاوية الانحدار للجانب الأيمن للمقطع =

$$\text{SHFIT,ten-1} \frac{71}{258} = 15.38^\circ$$

ب- زاوية انحدار الجانب الأيسر:

∴ الفاصل الرأسى على الجانب الأيسر للمقطع = 57 م .

∴ المسافة الأفقية للجانب الأيسر = 366.4 م.

∴ درجة زاوية الانحدار للجانب الأيسر للمقطع =

$$\text{SHFIT,ten-1} \frac{57}{366.4} = 8.84^\circ$$

■ **مقطع رقم(5):**

أ- زاوية انحدار الجانب الأيمن:
∴ الفاصل الرأسى على الجانب الأيمن للمقطع = 74 م .

∴ المسافة الأفقية للجانب الأيمن = 800 م.

∴ درجة زاوية الانحدار للجانب الأيمن للمقطع =

$$\text{SHFIT,ten-1} \frac{74}{800} = 5.28^\circ$$

ب- زاوية انحدار الجانب الأيسر:

∴ الفاصل الرأسى على الجانب الأيسر للمقطع = 54 م .

∴ المسافة الأفقية للجانب الأيسر = 650 م.

∴ درجة زاوية الانحدار للجانب الأيسر للمقطع =

$$\text{SHFIT,ten-1} \frac{54}{650} = 4.74^\circ$$

■ **مقطع رقم(6):**

أ- زاوية انحدار الجانب الأيمن:
∴ الفاصل الرأسى على الجانب الأيمن للمقطع = 140 م .

∴ المسافة الأفقية للجانب الأيمن = 783 م.

∴ درجة زاوية الانحدار للجانب الأيمن للمقطع =

$$\text{SHFIT,ten-1} \frac{140}{783} = 10.13^\circ$$

ب- زاوية انحدار الجانب الأيسر:

∴ الفاصل الرأسى على الجانب الأيسر للمقطع = 120 م .

∴ المسافة الأفقية للجانب الأيسر = 517 م.

∴ درجة زاوية الانحدار للجانب الأيسر للمقطع =

$$\text{SHFIT,ten-1} \frac{120}{517} = 13.06^\circ$$

■ **مقطع رقم(7):**

أ- زاوية انحدار الجانب الأيمن:
∴ الفاصل الرأسى على الجانب الأيمن للمقطع = 115 م .

∴ المسافة الأفقية للجانب الأيمن = 699 م.

∴ درجة زاوية الانحدار للجانب الأيمن للمقطع =

$$\text{SHFIT,ten-1} \frac{115}{699} = 9.342^\circ$$

ب- زاوية انحدار الجانب الأيسر:

∴ الفاصل الرأسى على الجانب الأيسر للمقطع = 120 م .

∴ المسافة الأفقية للجانب الأيسر = 417 م.

∴ درجة زاوية الانحدار للجانب الأيسر للمقطع =

$$\text{SHFIT,ten-1} \frac{120}{417} = 16.054^\circ$$

▪ مقطع رقم(8):

أ- زاوية انحدار الجانب الأيمن:

∴ الفاصل الرأسى على الجانب الأيمن للمقطع = 150 م .

∴ المسافة الأفقية للجانب الأيمن = 400 م.

∴ درجة زاوية الانحدار للجانب الأيمن للمقطع =

$$\text{SHFIT,ten-1} \frac{150}{400} = 20.55^\circ$$

ب- زاوية انحدار الجانب الأيسر:

∴ الفاصل الرأسى على الجانب الأيسر للمقطع = 145 م .

∴ المسافة الأفقية للجانب الأيسر = 400 م.

∴ درجة زاوية الانحدار للجانب الأيسر للمقطع =

$$\text{SHFIT,ten-1} \frac{145}{400} = 19.92^\circ$$

▪ مقطع رقم(9):

أ- زاوية انحدار الجانب الأيمن:

∴ الفاصل الرأسى على الجانب الأيمن للمقطع = 160 م .

∴ المسافة الأفقية للجانب الأيمن = 547 م.

∴ درجة زاوية الانحدار للجانب الأيمن للمقطع =

$$\text{SHFIT,ten-1} \frac{160}{547} = 16.30^\circ$$

ب- زاوية انحدار الجانب الأيسر:

∴ الفاصل الرأسى على الجانب الأيسر للمقطع = 140 م .

∴ المسافة الأفقية للجانب الأيسر = 300 م.

∴ درجة زاوية الانحدار للجانب الأيسر للمقطع =

$$\text{SHFIT,ten-1} \frac{140}{300} = 25.01^\circ$$

▪ مقطع رقم (10):

أ- زاوية انحدار الجانب الأيمن:

∴ الفاصل الرأسى على الجانب الأيمن للمقطع = 145 م .

∴ المسافة الأفقية للجانب الأيمن = 666 م.

∴ درجة زاوية الانحدار للجانب الأيمن للمقطع =

$$\text{SHFIT,ten-1} \frac{145}{666} = 12.28^\circ$$

ب- زاوية انحدار الجانب الأيسر:

∴ الفاصل الرأسى على الجانب الأيسر للمقطع = 140 م .

∴ المسافة الأفقية للجانب الأيسر = 494 م.

∴ درجة زاوية الانحدار للجانب الأيسر للمقطع =

$$\text{SHFIT,ten-1} \frac{140}{494} = 15.82^\circ$$

▪ مقطع رقم (11):

أ- زاوية انحدار الجانب الأيمن:

∴ الفاصل الرأسى على الجانب الأيمن للمقطع = 190 م .

∴ المسافة الأفقية للجانب الأيمن = 412 م.

∴ درجة زاوية الانحدار للجانب الأيمن للمقطع =

$$\text{SHFIT,ten-1} \frac{190}{412} = 24.75^\circ$$

ب- زاوية انحدار الجانب الأيسر:

∴ الفاصل الرأسى على الجانب الأيسر للمقطع = 170 م .

∴ المسافة الأفقية للجانب الأيسر = 355 م.

∴ درجة زاوية الانحدار للجانب الأيسر للمقطع =

$$\text{SHFIT,ten-1} \frac{170}{355} = 25.58^\circ$$

■ **مقطع رقم(12):**

- أ- زاوية انحدار الجانب الأيمن:
: الفاصل الرأسى على الجانب الأيمن للمقطع = 165 م .
: المسافة الأفقية للجانب الأيمن = 284 م.
: درجة زاوية الانحدار للجانب الأيمن للمقطع =

$$\text{SHFIT,ten-1} \frac{165}{284} = 30.155^\circ$$

- ب- زاوية انحدار الجانب الأيسر:
: الفاصل الرأسى على الجانب الأيسر للمقطع = 166 م .
: المسافة الأفقية للجانب الأيسر = 447 م.
: درجة زاوية الانحدار للجانب الأيسر للمقطع =

$$\text{SHFIT,ten-1} \frac{166}{447} = 19.69^\circ$$

■ **مقطع رقم(13):**

- أ- زاوية انحدار الجانب الأيمن:
: الفاصل الرأسى على الجانب الأيمن للمقطع = 210 م .
: المسافة الأفقية للجانب الأيمن = 276 م.
: درجة زاوية الانحدار للجانب الأيمن للمقطع =

$$\text{SHFIT,ten-1} \frac{210}{276} = 37.26^\circ$$

- ب- زاوية انحدار الجانب الأيسر:
: الفاصل الرأسى على الجانب الأيسر للمقطع = 220 م .
: المسافة الأفقية للجانب الأيسر = 357 م.
: درجة زاوية الانحدار للجانب الأيسر للمقطع =

$$\text{SHFIT,ten-1} \frac{220}{357} = 31.64^\circ$$

■ **مقطع رقم(14):**

- أ- زاوية انحدار الجانب الأيمن:
: الفاصل الرأسى على الجانب الأيمن للمقطع = 210 م .
: المسافة الأفقية للجانب الأيمن = 388 م.
: درجة زاوية الانحدار للجانب الأيمن للمقطع =

$$\text{SHFIT,ten-1} \frac{210}{388} = 48.42^\circ$$

- ب- زاوية انحدار الجانب الأيسر:
 : الفاصل الرأسى على الجانب الأيسر للمقطع = 200 م .
 : المسافة الأفقية للجانب الأيسر = 377 م.
 : درجة زاوية الانحدار للجانب الأيسر للمقطع =

$$\text{SHFIT,ten-1} \frac{220}{357} = 27.94^\circ$$

■ **مقطع رقم(15):**

- أ- زاوية انحدار الجانب الأيمن:
 : الفاصل الرأسى على الجانب الأيمن للمقطع = 220 م .
 : المسافة الأفقية للجانب الأيمن = 399 م.
 : درجة زاوية الانحدار للجانب الأيمن للمقطع =

$$\text{SHFIT,ten-1} \frac{220}{399} = 28.37^\circ$$

- ب- زاوية انحدار الجانب الأيسر:
 : الفاصل الرأسى على الجانب الأيسر للمقطع = 230 م .
 : المسافة الأفقية للجانب الأيسر = 360 م.
 : درجة زاوية الانحدار للجانب الأيسر للمقطع =

$$\text{SHFIT,ten-1} \frac{230}{360} = 32.57^\circ$$

■ **مقطع رقم(16):**

- أ- زاوية انحدار الجانب الأيمن:
 : الفاصل الرأسى على الجانب الأيمن للمقطع = 5.3 م .
 : المسافة الأفقية للجانب الأيمن = 233 م.
 : درجة زاوية الانحدار للجانب الأيمن للمقطع =

$$\text{SHFIT,ten-1} \frac{5.3}{233} = 1.3^\circ$$

- ب- زاوية انحدار الجانب الأيسر:
 : الفاصل الرأسى على الجانب الأيسر للمقطع = 22.3 م .
 : المسافة الأفقية للجانب الأيسر = 270 م.

∴ درجة زاوية الانحدار للجانب الأيسر للمقطع =

$$\text{SHFIT,ten-1} \frac{22.3}{270} = 32.57^\circ$$

ملحق (3)

العمليات الحسابية للخصائص الشكلية للحوض.

أ- نسبة استطالة الحوض (Elongation Ratio):

$$\text{نسبة الاستطالة} = \frac{\text{طول قطر دائرة بنفس مساحة الحوض كم}}{\text{طول الحوض كم}}$$

لإيجاد طول قطر دائرة مساحتها تساوي نفس مساحة الحوض بواسطة المعادلة التالية:

$$\sqrt{2 \times \text{مساحة الحوض كم}^2} = 3.14$$

$$\therefore \text{طول قطر دائرة مساحتها تساوي نفس مساحة حوض وادي الناقة} = \sqrt{2 \times 3.14/322.83} = 20.27 \text{ كم.}$$

أقصى طول لحوض وادي الناقة = 35.47 كم.

$$\therefore \text{نسبة استطالة حوض وادي الناقة} = \frac{20.27 \text{ كم}}{35.47 \text{ كم}} = 0.57.$$

• نسبة الاستطالة للأحواض الفرعية:

أ- حوض سرسرة:

$$\therefore \text{طول قطر دائرة مساحتها تساوي نفس مساحة حوض سرسرة} = \sqrt{2 \times 3.14/94.86} = 10.99 \text{ كم.}$$

أقصى طول لحوض سرسرة = 24.16 كم.

$$\therefore \text{نسبة استطالة حوض سرسرة} = \frac{10.99 \text{ كم}}{24.16 \text{ كم}} = 0.45.$$

ب- حوض البطوم:

$$\therefore \text{طول قطر دائرة مساحتها تساوي نفس مساحة حوض البطوم} = \sqrt{2 \times 3.14/73.18} = 9.65 \text{ كم.}$$

أقصى طول لحوض البطوم = 16.4 كم.

$$\therefore \text{نسبة استطالة حوض البطوم} = \frac{9.65 \text{ كم}}{16.4 \text{ كم}} = 0.58.$$

ت- حوض الزيتون:

$$\therefore \text{طول قطر دائرة مساحتها تساوي نفس مساحة حوض الزيتون} = \sqrt{2 \times 3.14/39.49} = 7.09 \text{ كم.}$$

أقصى طول لحوض الزيتون = 9.17 كم.

$$\therefore \text{نسبة استطالة حوض الزيتون} = \frac{7.09 \text{ كم}}{9.17 \text{ كم}} = 0.77.$$

ث- حوض ارفيد:

$$\sqrt{3.14/39.16} = 7.06 \text{ كم} \quad 2 = \text{طول قطر دائرة مساحتها تساوي نفس مساحة حوض ارفيد}$$

$$\text{أقصى طول لحوض ارفيد} = 13.66 \text{ كم}$$

$$\text{نسبة استتالة حوض ارفيد} = \frac{7.06}{13.66} = 0.51$$

ج- حوض الحمائر:

$$\sqrt{3.14/15.62} = 4.46 \text{ كم} \quad 2 = \text{طول قطر دائرة مساحتها تساوي نفس مساحة حوض الحمائر}$$

$$\text{أقصى طول لحوض الحمائر} = 9.06 \text{ كم}$$

$$\text{نسبة استتالة حوض الحمائر} = \frac{4.46}{9.06} = 0.49$$

ح- حوض الطهارة:

$$\sqrt{3.14/13.94} = 4.36 \text{ كم} \quad 2 = \text{طول قطر دائرة مساحتها تساوي نفس مساحة حوض الطهارة}$$

$$\text{أقصى طول لحوض الطهارة} = 7.3 \text{ كم}$$

$$\text{نسبة استتالة حوض الطهارة} = \frac{4.36}{7.3} = 0.59$$

ب- نسبة استدارة الحوض (Circularity Ratio):

$$\text{نسبة استدارة الحوض} = \frac{\text{مساحة الحوض كم}^2}{\text{مساحة دائرة محيطها نفس طول محيط الحوض كم}^2}$$

لإيجاد مساحة دائرة لها نفس طول محيط الحوض بواسطة المعادلة الآتية:

$$\frac{\text{محيط الحوض}^2}{(\pi * 4)}$$

$$\pi \text{ هو رمز يوناني يعني } \frac{\text{محيط اي دائرة}}{\text{قطر}} \text{ وهو مقدار ثابت } = 3.14 \text{ او } \frac{22}{7}$$

$$\text{مساحة دائرة لها نفس طول محيط الحوض} = \frac{132.39^2}{3.14 * 4} = 1395.47 \text{ كم}^2$$

$$\text{مساحة حوض وادي الناقة} = 322.83 \text{ كم}^2$$

$$\text{نسبة استدارة} = \frac{322.83}{1395.47} = 0.23$$

● نسبة الاستدارة للأحواض الفرعية:

أ- حوض سرسرة:

$$\text{مساحة دائرة لها نفس طول محيط الحوض سرسرة} = \frac{71.61^2}{3.14 * 4} = 408.27 \text{ كم}^2$$

∴ مساحة حوض سرسرة = 94.86 كم².

$$\therefore \text{نسبة استدارة حوض سرسرة} = \frac{94.86}{408.27} = 0.23.$$

ب- حوض البطوم:

$$\therefore \text{مساحة دائرة لها نفس طول محيط الحوض البطوم} = \frac{54.47^2}{3.14*4} = 236.22 \text{ كم}^2.$$

∴ مساحة حوض البطوم = 73.18 كم².

$$\therefore \text{نسبة استدارة حوض البطوم} = \frac{73.18}{236.22} = 0.309.$$

ت- حوض الزيتون:

$$\therefore \text{مساحة دائرة لها نفس طول محيط الحوض الزيتون} = \frac{31.74^2}{3.14*4} = 80.20 \text{ كم}^2.$$

∴ مساحة حوض الزيتون = 39.49 كم².

$$\therefore \text{نسبة استدارة حوض الزيتون} = \frac{39.49}{80.20} = 0.49.$$

ث- حوض ارفيد:

$$\therefore \text{مساحة دائرة لها نفس طول محيط الحوض ارفيد} = \frac{71.61^2}{3.14*4} = 114.42 \text{ كم}^2.$$

∴ مساحة حوض ارفيد = 39.16 كم².

$$\therefore \text{نسبة استدارة حوض ارفيد} = \frac{39.16}{114.42} = 0.34.$$

ج- حوض الحمائر:

$$\therefore \text{مساحة دائرة لها نفس طول محيط الحوض الحمائر} = \frac{25.64^2}{3.14*4} = 52.34 \text{ كم}^2.$$

∴ مساحة حوض الحمائر = 15.62 كم².

$$\therefore \text{نسبة استدارة حوض الحمائر} = \frac{15.62}{52.34} = 0.29.$$

ح- حوض الطهارة:

$$\therefore \text{مساحة دائرة لها نفس طول محيط الحوض الطهارة} = \frac{17.93^2}{3.14*4} = 25.59 \text{ كم}^2.$$

∴ مساحة حوض الطهارة = 13.94 كم².

$$\therefore \text{نسبة استدارة حوض الطهارة} = \frac{13.94}{25.59} = 0.54.$$

ت- معامل شكل الحوض (Form Factor):

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

مربع طول الحوض = حاصل ضرب طول الحوض في نفسه.

: مساحة حوض وادي الناقة = 322.83 كم².

: أقصى طول لحوض وادي الناقة = 35.47 كم.

: معامل شكل الحوض = $\frac{322.83}{35.47*35.47} = 0.25$.

• معامل الشكل للأحواض الفرعية:

أ- حوض سرسرة:

: مساحة حوض سرسرة = 94.86 كم².

: أقصى طول لحوض سرسرة = 24.16 كم.

: معامل شكل حوض سرسرة = $\frac{94.86}{24.16*24.16} = 0.16$.

ب- حوض البطوم:

: مساحة حوض البطوم = 73.18 كم².

: أقصى طول لحوض البطوم = 16.4 كم.

: معامل شكل الحوض = $\frac{73.18}{16.4*16.4} = 0.27$.

ت- حوض الزيتون:

: مساحة حوض الزيتون = 39.49 كم².

: أقصى طول لحوض الزيتون = 9.17 كم.

: معامل شكل الحوض = $\frac{39.49}{9.17*9.17} = 0.46$.

ث- حوض ارفيد:

: مساحة حوض ارفيد = 39.16 كم².

: أقصى طول لحوض ارفيد = 13.66 كم.

: معامل شكل الحوض = $\frac{39.16}{13.66*13.66} = 0.206$.

ج- حوض الحمائر:

$$\therefore \text{مساحة حوض الحمائر} = 15.62 \text{ كم}^2.$$

$$\therefore \text{أقصى طول لحوض الحمائر} = 9.06 \text{ كم}.$$

$$\therefore \text{معامل شكل الحوض} = \frac{15.62}{9.06 \times 9.06} = 0.19.$$

ح- حوض الطهارة:

$$\therefore \text{مساحة حوض الطهارة} = 13.94 \text{ كم}^2.$$

$$\therefore \text{أقصى طول لحوض الطهارة} = 7.3 \text{ كم}.$$

$$\therefore \text{معامل شكل الحوض} = \frac{13.94}{7.3 \times 7.3} = 0.26.$$

ملحق (4)

العمليات الحسابية للخصائص التضاريسية للحوض.

1. نسبة التضرس (Relief ratio):

$$\text{نسبة التضرس} = \frac{\text{الفرق بين أعلى وأدنى نقطة في الحوض م}}{\text{طول الحوض كم}}$$

∴ الفرق بين أعلى وأدنى نقطة في حوض وادي الناقة = 629 م.

∴ أقصى طول لحوض وادي الناقة = 35.47 كم.

$$\text{∴ نسبة تضرس حوض وادي ناقة} = \frac{629}{35.47} = 17.73 \text{ م/كم.}$$

• نسبة التضرس للأحواض الفرعية:

أ- حوض سرسرة:

∴ الفرق بين أعلى وأدنى نقطة في حوض سرسرة = 317 م.

∴ أقصى طول لحوض سرسرة = 24.16 كم.

$$\text{∴ نسبة تضرس حوض سرسرة} = \frac{317}{24.16} = 13.12 \text{ م/كم.}$$

ب- حوض البطوم:

∴ الفرق بين أعلى وأدنى نقطة في حوض البطوم = 276 م.

∴ أقصى طول لحوض البطوم = 16.4 كم.

$$\text{∴ نسبة تضرس حوض البطوم} = \frac{276}{16.4} = 16.82 \text{ م/كم.}$$

ت- حوض الزيتون:

∴ الفرق بين أعلى وأدنى نقطة في حوض الزيتون = 254 م.

∴ أقصى طول لحوض الزيتون = 9.174 كم.

$$\text{∴ نسبة تضرس حوض الزيتون} = \frac{254}{9.174} = 27.68 \text{ م/كم.}$$

ث- حوض ارفيد:

∴ الفرق بين أعلى وأدنى نقطة في حوض ارفيد = 452 م.

∴ أقصى طول لحوض ارفيد = 13.66 كم.

$$\text{∴ نسبة تضرس حوض ارفيد} = \frac{452}{13.66} = 33.08 \text{ م/كم.}$$

ج- حوض الحمائر:
: الفرق بين أعلى وأدنى نقطة في حوض الحمائر = 340 م.

: أقصى طول لحوض الحمائر = 9.06 كم.

: نسبة تضرس حوض الحمائر = $\frac{340}{9.06} = 37.52$ م/كم.

ح- حوض الطهارة:
: الفرق بين أعلى وأدنى نقطة في حوض الطهارة = 177 م.

: أقصى طول لحوض الطهارة = 7.31 كم.

: نسبة تضرس حوض الطهارة = $\frac{177}{7.31} = 24.21$ م/كم.

2. نسبة التقطع (معدل النسيج الطبوغرافي) Texture ratio:

$$\text{معدل النسيج} = \frac{\text{عدد المجاري المائية}}{\text{محيط الحوض كم}}$$

: عدد المجاري النهرية في حوض وادي الناقة = 1072 مجرى.

: محيط حوض وادي الناقة = 132.39 كم.

: معدل النسيج الطبوغرافي لحوض وادي الناقة = $\frac{1071}{132.39} = 8.09$ مجرى/كم.

• معدل النسيج الطبوغرافي للأحواض الفرعية:

أ- حوض سرسرة:

: عدد المجاري النهرية في حوض سرسرة = 330 مجرى.

: محيط حوض سرسرة = 71.61 كم.

: معدل النسيج الطبوغرافي لحوض سرسرة = $\frac{254}{71.61} = 4.603$ مجرى/كم.

ب- حوض البطوم:

: عدد المجاري النهرية في حوض البطوم = 244 مجرى.

: محيط حوض البطوم = 54.47 كم.

: معدل النسيج الطبوغرافي لحوض البطوم = $\frac{244}{54.47} = 4.47$ مجرى/كم.

ت- حوض الزيتون:

: عدد المجاري النهرية في حوض الزيتون = 139 مجرى.

: محيط حوض الزيتون = 31.74 كم.

:. معدل النسيج الطبوغرافي لحوض الزيتون = $\frac{139}{31.74} = 4.37$ مجرى/كم.

ث- حوض ارفيد:

:. عدد المجاري النهرية في حوض ارفيد = 128 مجرى.

:. محيط حوض ارفيد = 37.91 كم.

:. معدل النسيج الطبوغرافي لحوض الزيتون = $\frac{128}{31.91} = 3.37$ مجرى/كم.

ج- حوض الحمائر:

:. عدد المجاري النهرية في حوض الحمائر = 47 مجرى.

:. محيط حوض الحمائر = 25.64 كم.

:. معدل النسيج الطبوغرافي لحوض الحمائر = $\frac{47}{25.64} = 1.83$ مجرى/كم.

ح- حوض الطهارة:

:. عدد المجاري النهرية في حوض الطهارة = 48 مجرى.

:. محيط حوض الطهارة = 17.93 كم.

:. معدل النسيج الطبوغرافي لحوض الطهارة = $\frac{48}{17.93} = 2.67$ مجرى/كم.

3. التكامل الهبсомتري (Hypsometric integral):

$$\frac{\text{مساحة الحوض كم}^2}{\text{تضاريس الحوض م}} = \text{التكامل الهبсомتري}$$

:. الفرق بين أعلى وأدنى نقطة في حوض وادي الناقة = 629 م.

:. مساحة حوض وادي الناقة = 322.83 كم².

:. التكامل الهبсомتري حوض وادي ناقة = $\frac{322.83}{629} = 0.51$ م/كم.

• التكامل الهبсомتري للأحواض الفرعية:

أ- حوض سرسرة:

:. الفرق بين أعلى وأدنى نقطة في حوض سرسرة = 317 م.

:. مساحة حوض سرسرة = 94.86 كم².

:. التكامل الهبсомتري حوض سرسرة = $\frac{94.86}{317} = 0.29$.

ب- حوض البطوم:

:. الفرق بين أعلى وأدنى نقطة في حوض البطوم = 276 م.

∴ مساحة حوض البطوم = 73.18 كم².

$$\therefore \text{التكامل الهيسومتري حوض البطوم} = \frac{73.18}{276} = 0.26.$$

ت- حوض الزيتون:

∴ الفرق بين أعلى وأدنى نقطة في حوض الزيتون = 254 م.

∴ مساحة حوض الزيتون = 39.49 كم².

$$\therefore \text{التكامل الهيسومتري حوض الزيتون} = \frac{39.49}{254} = 0.15.$$

ث- حوض ارفيد:

∴ الفرق بين أعلى وأدنى نقطة في حوض ارفيد = 452 م.

∴ مساحة حوض ارفيد = 39.16 كم².

$$\therefore \text{التكامل الهيسومتري حوض ارفيد} = \frac{39.16}{452} = 0.086.$$

ج- حوض الحمائر:

∴ الفرق بين أعلى وأدنى نقطة في حوض الحمائر = 340 م.

∴ مساحة حوض الحمائر = 15.62 كم².

$$\therefore \text{التكامل الهيسومتري حوض الحمائر} = \frac{15.62}{340} = 0.045.$$

ح- حوض الطهارة:

∴ الفرق بين أعلى وأدنى نقطة في حوض الطهارة = 177 م.

∴ مساحة حوض الطهارة = 13.94 كم².

$$\therefore \text{التكامل الهيسومتري حوض الطهارة} = \frac{13.94}{177} = 0.078.$$

ملحق(5)

العمليات الحسابية للخصائص المورفومترية لشبكة التصريف.

1. كثافة التصريف(Drainage density):

$$\text{الكثافة التصريفية} = \frac{\text{مجموع أطوال المجاري المائية كم}}{\text{مساحة الحوض كم}^2}$$

: مجموع أطوال المجاري في حوض وادي الناقة = 736.2 كم.

: مساحة حوض وادي الناقة = 322.83 كم².

$$.: \text{الكثافة التصريفية لحوض وادي ناقة} = \frac{736.2}{322.83} = 2.28 \text{ كم/كم}^2.$$

• الكثافة التصريفية للأحواض الفرعية:

أ- حوض سرسرة:

: مجموع أطوال المجاري في حوض سرسرة = 209.5 كم.

: مساحة حوض سرسرة = 94.86 كم².

$$.: \text{الكثافة التصريفية لحوض سرسرة} = \frac{209.5}{94.86} = 2.208 \text{ كم/كم}^2.$$

ب- حوض البطوم:

: مجموع أطوال المجاري في حوض البطوم = 168.6 كم.

: مساحة حوض البطوم = 73.18 كم².

$$.: \text{الكثافة التصريفية لحوض البطوم} = \frac{168.6}{73.18} = 2.303 \text{ كم/كم}^2.$$

ت- حوض الزيتون:

: مجموع أطوال المجاري في حوض الزيتون = 95.2 كم.

: مساحة حوض الزيتون = 39.49 كم².

$$.: \text{الكثافة التصريفية لحوض الزيتون} = \frac{95.2}{39.49} = 2.41 \text{ كم/كم}^2.$$

ث- حوض ارفيد:

: مجموع أطوال المجاري في حوض ارفيد = 90.7 كم.

: مساحة حوض ارفيد = 39.16 كم².

$$.: \text{الكثافة التصريفية لحوض ارفيد} = \frac{90.7}{39.16} = 2.31 \text{ كم/كم}^2.$$

ج- حوض الحمائر:

∴ مجموع أطوال المجاري في حوض الحمائر = 37.01 كم.

∴ مساحة حوض الحمائر = 15.62 كم².

∴ الكثافة التصريفية لحوض الحمائر = $\frac{37.01}{15.62} = 2.36$ كم²/كم.

ح- حوض الطهارة:

∴ مجموع أطوال المجاري في حوض الطهارة = 30.01 كم.

∴ مساحة حوض الطهارة = 13.94 كم².

∴ الكثافة التصريفية لحوض الطهارة = $\frac{30.01}{13.94} = 2.15$ كم²/كم.

2. تكرار المجاري أو الكثافة العددية (Stream frequency):

الكثافة العددية = $\frac{\text{أعداد المجاري المائية}}{\text{مساحة الحوض كم}^2}$

∴ أعداد المجاري المائية في حوض وادي الناقة = 1072 مجرى.

∴ مساحة حوض وادي الناقة = 322.83 كم².

∴ الكثافة التصريفية لحوض وادي الناقة = $\frac{1072}{322.83} = 3.32$ مجرى/كم².

• الكثافة العددية للأحواض الفرعية:

1. حوض سرسرة:

∴ عدد المجاري النهرية في حوض سرسرة = 330 مجرى.

∴ مساحة حوض سرسرة = 94.86 كم².

∴ الكثافة العددية لحوض سرسرة = $\frac{330}{94.86} = 3.47$ مجرى/كم².

2. حوض البطوم:

∴ عدد المجاري النهرية في حوض البطوم = 244 مجرى.

∴ مساحة حوض البطوم = 73.18 كم².

∴ الكثافة العددية لحوض البطوم = $\frac{244}{73.18} = 3.33$ مجرى/كم².

3. حوض الزيتون:

∴ عدد المجاري النهرية في حوض الزيتون = 139 مجرى.

∴ مساحة حوض الزيتون = 39.49 كم².

$$.: \text{الكثافة العددية لحوض الزيتون} = \frac{139}{39.49} = 3.52 \text{ مجرى/كم}^2.$$

4. حوض ارفيد:

$$.: \text{عدد المجاري النهرية في حوض ارفيد} = 128 \text{ مجرى.}$$

$$.: \text{مساحة حوض ارفيد} = 39.16 \text{ كم}^2.$$

$$.: \text{الكثافة العددية لحوض ارفيد} = \frac{128}{39.16} = 3.26 \text{ مجرى/كم}^2.$$

5. حوض الحماير:

$$.: \text{عدد المجاري النهرية في حوض الحماير} = 47 \text{ مجرى.}$$

$$.: \text{مساحة حوض الحماير} = 15.62 \text{ كم}^2.$$

$$.: \text{الكثافة العددية لحوض الحماير} = \frac{47}{15.62} = 3.008 \text{ مجرى/كم}^2.$$

6. حوض الطهارة:

$$.: \text{عدد المجاري النهرية في حوض الطهارة} = 48 \text{ مجرى.}$$

$$.: \text{مساحة حوض الطهارة} = 13.94 \text{ كم}^2.$$

$$.: \text{الكثافة العددية لحوض الطهارة} = \frac{48}{13.49} = 3.44 \text{ مجرى/كم}^2.$$

3. نسبة التشعب (Bifurcation Ratio):

$$\text{نسبة التشعب} = \frac{\text{عدد المجاري في رتبة ما}}{\text{عدد المجاري في رتبة التالية}}$$

• نسبة تشعب حوض وادي الناقة:

$$4.71 = \frac{844}{179} = \text{معدل التشعب للرتبة الأولى والثانية}$$

$$4.97 = \frac{179}{36} = \text{معدل التشعب للرتبة الثانية والثالثة}$$

$$4 = \frac{36}{9} = \text{معدل التشعب للرتبة الثالثة والرابعة}$$

$$3 = \frac{9}{3} = \text{معدل التشعب للرتبة الرابعة والخامسة}$$

$$3 = \frac{3}{1} = \text{معدل التشعب للرتبة الخامسة والسادسة}$$

• نسبة التشعب للأحواض الفرعية:

أ- نسبة التشعب لحوض سرسرة:

$$4.9 = \frac{263}{53} = \text{معدل التشعب للرتبة الأولى والثانية}$$

$$5.3 = \frac{53}{10} = \text{معدل التشعب للرتبة الثانية والثالثة}$$

$$3.33 = \frac{10}{3} = \text{معدل التشعب للرتبة الثالثة والرابعة}$$

$$3 = \frac{3}{1} = \text{معدل التشعب للرتبة الرابعة والخامسة}$$

ب- نسبة التشعب لحوض البطوم:

$$4.68 = \frac{192}{41} = \text{معدل التشعب للرتبة الأولى والثانية}$$

$$5.12 = \frac{41}{8} = \text{معدل التشعب للرتبة الثانية والثالثة}$$

$$4 = \frac{8}{2} = \text{معدل التشعب للرتبة الثالثة والرابعة}$$

$$2 = \frac{2}{1} = \text{معدل التشعب للرتبة الرابعة والخامسة}$$

ت- نسبة التشعب لحوض الزيتون:

$$5.19 = \frac{109}{21} = \text{معدل التشعب للرتبة الأولى والثانية}$$

$$3.5 = \frac{21}{6} = \text{معدل التشعب للرتبة الثانية والثالثة}$$

$$3 = \frac{6}{2} = \text{معدل التشعب للرتبة الثالثة والرابعة}$$

$$2 = \frac{2}{1} = \text{معدل التشعب للرتبة الرابعة والخامسة}$$

ث- نسبة التشعب لحوض ارفيد:

$$4.76 = \frac{100}{21} = \text{معدل التشعب للرتبة الأولى والثانية}$$

$$3.5 = \frac{21}{6} = \text{معدل التشعب للرتبة الثانية والثالثة}$$

$$6 = \frac{6}{1} = \text{معدل التشعب للرتبة الثالثة والرابعة}$$

ج- نسبة التشعب لحوض الحمائر:

$$4.75 = \frac{38}{8} = \text{معدل التشعب للرتبة الأولى والثانية}$$

$$3.5 = \frac{8}{6} = \text{معدل التشعب للرتبة الثانية والثالثة}$$

$$6 = \frac{6}{1} = \text{معدل التشعب للرتبة الثالثة والرابعة}$$

ح- نسبة التشعب لحوض الطهارة:

$$4.62 = \frac{37}{8} = \text{معدل التشعب للرتبة الأولى والثانية}$$

$$4 = \frac{8}{4} = \text{معدل التشعب للرتبة الثانية والثالثة}$$

$$2 = \frac{2}{1} = \text{معدل التشعب للرتبة الثالثة والرابعة}$$

3. معامل الانعطاف (Sinuosity Factor):

$$\text{معامل الانعطاف} = \frac{\text{طول المجرى الحقيقي كم}}{\text{طول المجرى المثالي كم}}$$

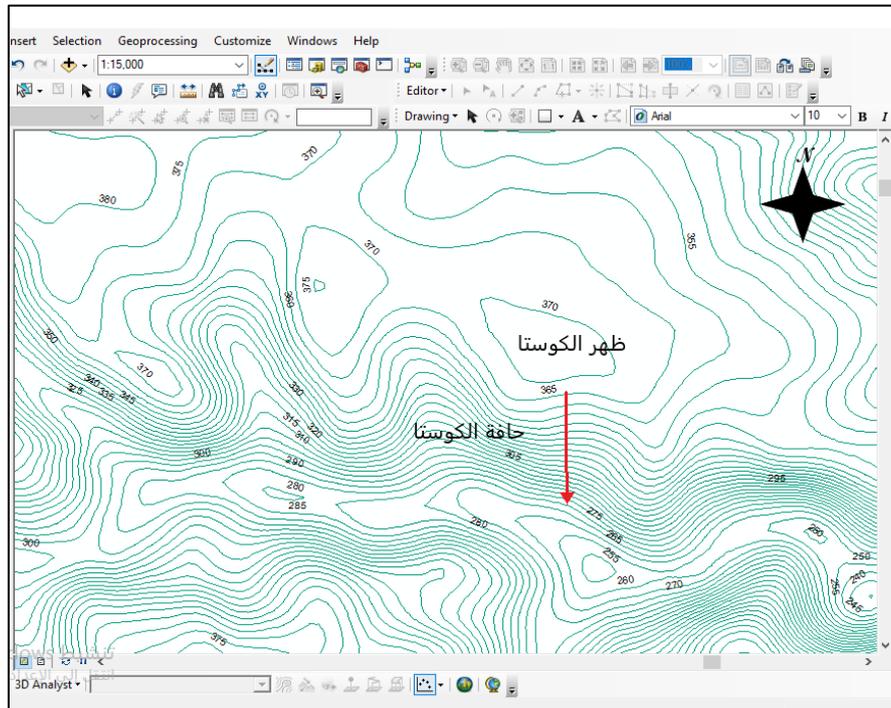
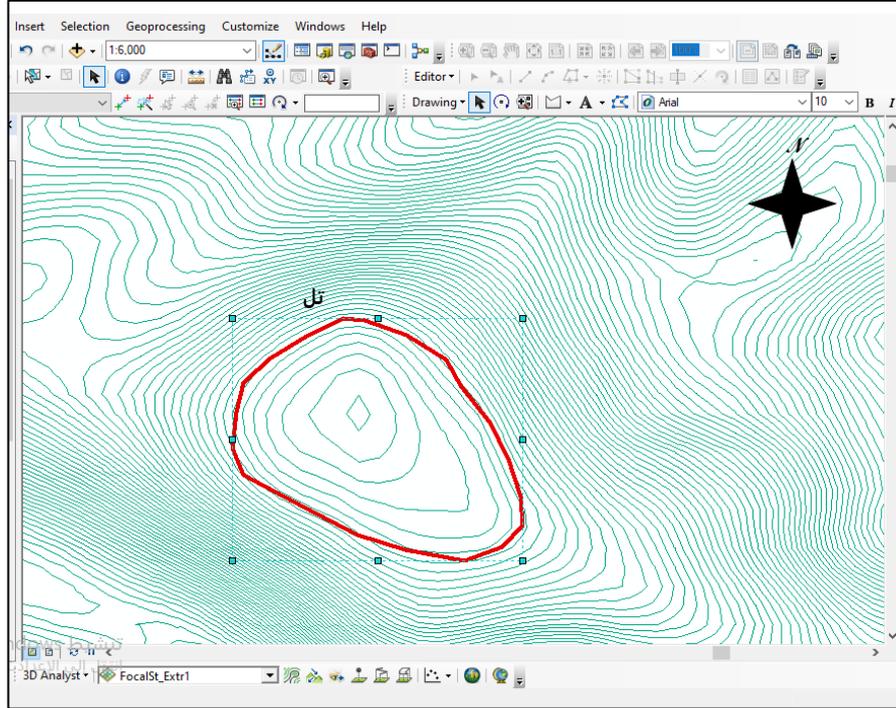
∴ طول مجرى الحقيقي لحوض وادي الناقة = 63.363814 كم.

∴ طول المثالي للمجرى الرئيسي لحوض وادي الناقة = 35.4686 كم .

$$\therefore \text{معامل الانعطاف لحوض وادي الناقة} = \frac{63.363814}{35.4686} = 1.786$$

ملحق (6)

استخراج ظاهرة التل وكوستا بواسطة خطوط الارتفاعات المتساوية.



المصدر: إعداد الطالبة بالاعتماد على تحليل نموذج الارتفاعات الرقمية (DEM) وبرنامج (ArcMap10.7).

Abstract:

This study focuses on employing geospatial techniques in the geomorphological study of Wadi Al-Naqa basin, west of the city of Derna, which has an area of about (322.8 km²), a circumference of (132.3 km) and a length of (35.4 km), with the aim of building a digital geomorphological database through which to study The geomorphological characteristics of the basin, such as the morphometric characteristics of the main basin and its subsidiary basins, and the geomorphological features of the slopes of the sides of the valleys, as well as the production of digital maps that simulate the elevations, slopes, and geomorphological features in the basin, where the study relied on the quantitative method in analyzing the morphometric parameters represented in the formal characteristics of the basins, the terrain characteristics, and the characteristics of the drainage network, in addition to drawing and analyzing the longitudinal and transverse topography sections, The descriptive analytical approach was followed in describing the basin and analyzing the various maps, in addition to describing the geomorphological phenomena, The results of this study showed that most of the studied cross-sections are symmetrical in terms of shape; Because of the homogeneity in the geological formations, however, the slopes located on the left side of the main stream are relatively steeper than their counterparts on the right side, and the results of the morphometric analysis showed that the shape of the Wadi al-Naqa basin is close to the rectangular shape, as indicated by the implications of the results of the erosion ratio, the average of the topographic texture, and the integration of the hypsometric and the implications of The drainage and numerical density indicates that the basin is in the early stage of maturity, and a group of drainage patterns appears in the basin, such as the arboreal, parallel, and radial pattern.



**University of Omar Al-Mukhtar
Faculty of Arts
Department of Geography**

Geomorphology Of Al-naqa Valley Basin West Of The Derna City

**Submitted By
Aisha Abd al-Monsef Mohammed
Alhajkhaj**

**Supervised By
Dr. Awad Abd Al-Wahid Awad Mohammed**

**This thesis was submitted in partial fulfillment of the
requirements for the degree of master in Geography
2023-2022**

