



وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

الجامعة المستنصرية

كلية التربية

قسم الجغرافية

تقييم دقة تصنيف الأشكال الأرضية باستخدام الصور الجوية والمرئيات الفضائية شرق محافظة واسط

أطروحة مقدّمة إلى

مجلس كلية التربية-الجامعة المستنصرية كجزء من متطلبات نيل
درجة دكتوراه فلسفة في الجغرافية- الصور الجوية

من قبل

ناديه عبد الحسن محيبس

بإشراف

أ. د. اياد علي فارس بيك

1446 هـ

2024 م

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

((وَأَلْقَى فِي الْأَرْضِ رَوْسِي أَنْ تَمِيدَ بِكُمْ وَأَنْهَارًا وَسُبُلًا لَعَلَّكُمْ تَهْتَدُونَ))

صدق الله العلي العظيم

سورة [النحل: آية 15]

الإهداء

إلى :-

الذي رحل مبكراً وغاب عنا وبقي في الروح ذكراه أخي الحبيب...
أدخله الله فسيح جناته
من مضت السنين بتعبهما وزالت الهموم بوجودهما أبي وأمي
براً وإحساناً
من واكبني مسيرتي العلمية وسار بخطاي نحو النجاح زوجي العزيز
حُباً وعرفاناً
رياحين حياتي إخوتي وأخواتي
تقديراً واحتراماً
زملائي ومن شجعني للوصول إلى إتمام عملي
فلذات كبدي.
طيبة، سجاد، علي
أهدي ثمرة جهدي

ناديه

الشكر والتقدير

الحمد لله الذي كرم بني آدم وفضلهم على العالمين والصلاة والسلام على حبيبه المصطفى محمد صلى الله عليه وآله الطيبين الطاهرين.

شكري وامتناني لأستاذي الفاضل الأستاذ الدكتور أياد علي فارس الذي منحني من علمه الفيّاض ووقته الثمين وتوجيهاته السديدة وتحمله اخطائي طيلة مدة الدراسة مما ساعدني على تلمس الصواب في سطور وصفحات هذه الثمرة الجامعية، فكان خير سبيل لتسهيل مهمتي وخير موجه ومرشد له الفضل بعد الله في ظهور الاطروحة بهذه الصورة.

وأقدم بوافر الشكر والتقدير إلى الأستاذ الدكتور محمد بهجت ثامر لرعايته واهتمامه بطلبة الدراسات العليا طيلة مدة رئاسته قسم الجغرافية، شكري وامتناني لرئيس قسم الجغرافية الاستاذ الدكتور ديارى صالح مجيد بما تقدم به من النصائح والتوجيهات العلمية ودوره الفعال في متابعة مسيرة العلم لجميع الطلبة، مع شكري وامتناني إلى الدكتورة نجاة عباس والدكتورة وفاء اسماعيل لما بذلته من الجهد والتوجيه نحو خطى النجاح، شكري وامتناني إلى جميع أساتذتي في قسم الجغرافية /كلية التربية/ الجامعة المستنصرية جزأهم الله أفضل الجزاء وأوفره.

كما أقدم بوافر الشكر والتقدير إلى الأستاذ المساعد الدكتور ماجد حميد محسن والأستاذ الدكتور أركان ريسان عباس لوقوفهم ومساندتهم لي طيلة مدة تسلمهم رئاسة قسم الجغرافية – التربية الاساسية – الجامعة المستنصرية. شكري وأمتناني إلى رفيقتي في مسيرتي العلمية المدرس الدكتورة رنا فاروق رزوقي والأستاذ المساعد الدكتورة اشواق حسن حميد اللتان كانتا خير رفيق، والشكر موصول الى الأستاذ المساعد الدكتور ضياء الدين عبد الحسين عويد في جامعة واسط، كلية التربية للعلوم الانسانية في مساعدته وتوجيهاته في اتمام الدراسة الميدانية في منطقة الدراسة، شكري وتقديري الى جميع العاملين في وزارة الصناعة – هيئة المسح الجيولوجي العراقية لمساعدتهم طلبة الدراسات العليا في توفير مايلزم لاتمام دراستهم ، وإلى كل من تمنى لي النجاح والتوفيق أهدي وافر شكري وامتناني.

والله ولي التوفيق.

الباحثة

المستخلص

تقع منطقة الدراسة شرق محافظة واسط ممتدة ضمن اراضي الجمهورية الاسلامية الإيرانية بين دائرتي عرض (" 14' 29° 32 - " 22' 54° 33) شمالاً، وخطي طول (" 06' 08° 45 - " 07' 10° 47) شرقاً، وتمتد على مساحة تبلغ (16148.7) كم². تكمن مشكلة الدراسة في قلة الدراسات التفصيلية لتصنيف الاشكال الارضية في منطقة الدراسة فضلاً عن عدم امكانية اجراء الدراسة الميدانية في جميع اجزاء منطقة الدراسة كون ان مساحة (تقدر بـ 7380 كم²) منها تقع خارج الحدود العراقية، مما يستوجب الاعتماد على تقنية الاستشعار عن بعد والمتمثلة بالمرئيات الفضائية. تم استخدام مرئيات فضائية عالية الدقة وهي موزائيك لبيانات عدة أقمار صناعية، تتراوح دقتها المكانية بين (30 سم الى 30 م) بحسب أهمية المنطقة، فضلاً عن استخدام بيانات القمر الصناعي لاندسات 9 وبدقة تمييز مكاني (30م). تهدف الدراسة إلى إجراء تصنيف للاشكال الأرضية باستخدام المرئيات الفضائية وذلك باستخدام برامج ArcGIS pro v.3.02, ArcGIS 10.8.2 للوصول الى تصنيف دقيق لتلك الاشكال وإنتاج خرائط تفصيلية لمنطقة الدراسة، كما تم استخدام صور جوية لجزء من الجنوب الشرقي لمحافظة ديالى ، أظهرت نتائج تحليل المرئيات الفضائية العالية الدقة بتميز (42) شكلاً أرضياً متباينة من حيث النشأة والتكوين، والعمليات الجيومورفولوجية المسببة لها والتي تباينت انواعها بين تركيبية وبنائية وتعرؤية واخرى ترسيبية موزعة ضمن منطقة الدراسة، بينما جاءت نتائج تصنيف الاشكال الارضية حسب بيانات المرئية الفضائية لاندسات 9 بتميز (31) شكلاً أرضياً، شغلت السهول التحاتية المساحة الأكبر، تليها الأراضي الوعرة والسهل الرسوبي من حيث المساحة. وكان من بين اهم الاشكال التي لم يتم تمييزها ضمن بيانات المرئية الفضائية لاندسات 9 (البروزات الحادة، منحدر ميلي مستوي، رواسب غروية، رواسب غرينية (القنوات الظفائرية)، رواسب غرينية (القنوات المتفرعة)، سهل غريني، بحيرة تخزين السد، جرف يقطع الطبقات الصخرية، أخاديد، تضاريس مستوية، هضاب بسبب الأنشطة البشرية، الكثبان الرملية والحفرة الكارستية) ، بينما ظهرت ترسبات ملئ المجرى والمسطحات المائية والمنحدرات ضمن تصنيف الاندسات 9 ولم تظهر لتصنيف المرئيات العالية الدقة كونها صنفتها ضمن مسميات اكثر دقة، فضلاً عن تميز (10) اشكال أرضية ضمن مامتوفر من بيانات الصور الجوية .

جاءت نتائج التحليلات المورفومترية والتحليل الهبومتري لحواض منطقة الدراسة التي تم اجراءها باستخدام وسيلة ArcGIS-Hydrology toolbox، التي تباينت فيها القياسات

المورفومترية ،اذ جاءت الرتب النهريية بحسب تصنيف Strahler، ما بين (5-6) رتبة وبأطوال متباينة ، مع ارتفاع في نسبة التشعب وانخفاض قيم معامل الشكل ومعدل الاستدارة دلالة على استطالة احواض المنطقة. أظهرت نتائج التحليل الهيسومتري إن احواض منطقة الدراسة تمر في مرحلة الشيخوخة والشيخوخة المتقدمة من الدورة الجيومورفولوجية.

اما نتائج المؤشرات المورفوتكتونية اذ تم تطبيق المعادلات الخاصة بحسابها لكل حوض ،إذ تباينت قيم المؤشرات المورفوتكتونية فيها،وكانت نتائج مؤشر عدم التماثل الطبوغرافي المستعرض ان جميع الاحواض تقع ضمن الصنف الثاني لمؤشر (Tf). اما تطبيق قيم المؤشر (Smf) للاحواض تقع ضمن الصنف الثاني والثالث، الثاني ،جاءت نتائج مؤشر عدم تماثل حوض الصرف (Af) ضمن الصنف الثاني الثالث و الرابع الثالث . اما نتائج مؤشر تدرج طول القناة (SL) للاحواض تقع ضمن الثلاث اصناف الاولى المنخفض والمعتدل والعالي من اصناف هذا المؤشر. وجاءت ققيم مؤشر تعرج التضاريس (TRI) ما بين الصنف الثاني متوسطة النشاط التكتوني . وجاءت نتائج الحسابات لقيم مؤشر انعطاف النهر (RSI)، فان مجاري القنوات الرئيسية للاحواض الأربعة هي اكبر من 1.3 تعد غير نشطة تكتونيا اما من ناحية شكل القنوات فان الاحواض تقع ما بين مجرى منحرف الى مجاري ملتوية. أظهرت قيم مؤشر شكل حوض الصرف BS انها تقع ضمن فئة شبه نشطة وغير نشطة تكتونيا. اما مؤشر النشاط التكتوني (IAT) اثبت ان جميع الاحواض تقع ضمن الصنف الثالث أي ان هذه الاحواض هي في حالة متوسطة النشاط التكتوني.

قائمة المحتويات

الصفحة	العنوان
ب	..... الآية القرآنية
ت	..... الأهداء
ث	..... الشكر والتقدير
ج- ح	..... المستخلص
خ- ز	..... قائمة المحتويات
س ش	..... قائمة الأشكال
ر- ز	..... قائمة الجداول
ص- ض	..... قائمة الصور والمرئيات الفضائية
11-1	..... الاطار النظري
3-2	..... 1 . المقدمة Introduction
3	..... 2 . مشكلة الدراسة
4	..... 3 . التساؤلات المطروحة والفرضيات
5	..... 4 . أهداف الدراسة
5	..... 5 . أهمية الدراسة
5	..... 6 . موقع منطقة الدراسة
7	..... 7 . هيكلية الأطروحة
10- 8	..... 8 . المصادر والدراسات ذات العلاقة
9-8	..... 8. 1 الدراسات العربية والمحلية

10-9	8. 2 الدراسات الأجنبية	
11- 10	9 . منهجية الدراسة	
11	10 . المعوقات التي واجهت الدراسة	
46-12	الخصائص الطبيعية لمنطقة الدراسة	الفصل
13	1. 1 تمهيد	الأول:
18-13	2. 1 البنية الجيولوجية	
19	3. 1 الخطيات	
21-20	4. 1 طوبوغرافية المنطقة	
24	5. 1 الأنحدار	
33- 25	6. 1 الخصائص المناخية	
26	1. 6. 1 درجات الحرارة العظمى والصغرى	
28	2. 6. 1 الرياح	
30	3. 6. 1 الرطوبة النسبية والتبخر	
32	4. 6. 1 الأمطار	
38-34	7. 1 أنواع الترب	
34	1. 7. 1 تربة الأهوار	
37-36	2. 7. 1 التربة الصحراوية	
37	3. 7. 1 التربة الفيضية الكلسية	
37	4. 7. 1 تربة الريجوسولس	
38	5. 7. 1 التربة الصخرية	
38	6. 7. 1 التربة الملحية	

46-39	1. 8 أستعمالات الأرض والغطاء الأرضي.....	
41	1. 8. 1 أشجار وبساتين	
41	1. 8. 2 أراضي شجيرات	
42	1. 8. 3 الاراضي العشبية	
42	1. 8. 4 أراضي محاصيل زراعية	
44 -43	1. 8. 5 تجمعات سكنية	
45	1. 8. 6 أراضي بور/ أعشاب متفرقة	
45	1. 8. 7 بحيرة او خزان مائي.....	
46	1. 8. 8 أراضي رطبة عشبية	
98-47	أستخدام المرئيات الفضائية والصور الجوية في تصنيف الاشكال الأرضية	الفصل الثاني:
48	2. 1 تمهيد	
77-49	2. 2 تصنيف الاشكال الأرضية من مرئيات الأقمار الصناعية العالية الدقة بدقة (1م).	
89-78	2. 3 تصنيف الاشكال الأرضية من بيانات القمر لاندسات- 9 بدقة 30 م .	
97-90	2. 4 استخدام الصور الجوية في تصنيف الاشكال الارضية	
93-90	2. 4. 1 الظواهر الجغرافية على الصور الجوية	
97- 93	2. 4. 2 اصناف الاشكال الارضية المستخرجة من الصور الجوية.....	
98- 97	2. 5 نتائج تصنيف الاشكال الارضية من المرئيات الفضائية العالية الدقة والمرئية الفضائية لاندسات 9 والصور الجوية	
149 -99	التحليل المورفومتري والمورفوتكتوني لأحواض منطقة الدراسة	الفصل الثالث:
100	3. 1 تمهيد	
101-100	3. 2 التحليل المورفومتري لأحواض الأودية	
110-106	3. 2. 1 خصائص شبكة التصريف	

116-110	3. 2. 2 الخصائص المساحية الشكلية للأحواض
119-116	3. 2. 3 الخصائص النسيجية للأحواض
122-119	3. 2. 4 الخصائص التضاريسية للأحواض
123	3. 3 التحليل الهيسومتري والمقاطع الطولية لأحواض الأودية...
124-123	3. 3. 1 تحليل المنحنى والتكامل الهيسومتري لأحواض الأودية في منطقة الدراسة
127-126	3. 3. 2 المقاطع الطولية للقنوات الرئيسة للأودية.....
150-128	3. 4 مؤشرات التحليل المورفوتكتوني لأحواض الأودية
129-128	3. 4. 1 مؤشر عدم التماثل الطبوغرافي المستعرض
129	3. 4. 2 مؤشر انحراف الجبهة الجبلية
130-129	3. 4. 3 مؤشر عدم تماثل حوض الصرف
130	3. 4. 4 مؤشر تدرج - ميل القناة
132-131	3. 4. 5 مؤشر تعرج التضاريس.....
150-132	3. 5 نتائج التحليل المورفوتكتوني لأحواض الأودية
137-132	3. 5. 1 التحليل المورفوتكتوني للحوض B1
141-137	3. 5. 2 التحليل المورفوتكتوني للحوض B2
145-141	3. 5. 3 التحليل المورفوتكتوني للحوض B3
148-145	3. 5. 4 التحليل المورفوتكتوني للحوض B4
149-148	3. 5. 6 مؤشر انعطاف النهر
150-149	3. 5. 7 مؤشر شكل حوض التصريف
150	3. 5. 8 مؤشر النشاط التكتوني (IAT)
154-151	الأستنتاجات والمقترحات
163-155	قائمة المصادر

170-164	الملاحق
a-b	المخلص باللغة الانكليزية

قائمة الجداول

الصفحة	العنوان	ت
14	مساحة ونسبة التكوينات والترسبات الصخرية في منطقة الدراسة	1. 1
27	المعدلات الشهرية والسنوية لدرجات الحرارة العظمى والصغرى (م) في محطات منطقة الدراسة للمدة (1994-2022) USDA	2. 1
29	المعدلات الشهرية والسنوية لسرع الرياح (م/ثا) في محطات المنطقة للمدة (2022-1994)	3. 1
31	الرطوبة النسبية (%) الشهرية والسنوية ومعدلات مجاميع التبخر الشهري (ملم) في محطات المنطقة للمدة (2022-1994)	4. 1
33	معدلات ومجاميع كمية الامطار الشهري والسنوي (ملم) في محطات منطقة الدراسة للمدة (1994-2022)	5. 1
35	أنواع الترب في منطقة الدراسة بحسب تصنيف الفاو والمعتمد من قبل وزارة الزراعة الامريكية	6. 1
41	اصناف استعمال الأرض والغطاء الأرضي في منطقة الدراسة	7. 1
51	مساحات ونسب الاشكال الأرضية التي تم استخراجها من بيانات أقمار اصطناعية عالية الدقة (1 م).	1. 2
80	مساحات ونسب الاشكال الأرضية التي تم استخراجها من بيانات لاندسات 9 (30 م)	2. 2
93	مساحة ونسب الاشكال الأرضية المستخرجة من الصور الجوية	3. 2
98	مساحات ونسب الاشكال الأرضية التي تم تميزها بالمرئيات الفضائية العالية الدقة ولم يظهر في مرئية لاندسات 9.	4. 2

108	أعداد الأودية بحسب الرتب النهريّة	1 .3
108	أطوال الأودية بحسب الرتب النهريّة (بالأمتار)	2 .3
110	نسبة التشعب بين رتب أحواض منطقة الدراسة.	3 .3
111	الخصائص المساحية والشكلية لأحواض منطقة الدراسة	4.3
117	الخصائص النسيجية لأحواض منطقة الدراسة	5 .3
120	الخصائص التضاريسية لأحواض منطقة الدراسة	6 .3
131	اصناف مؤشر طول المجرى ودرجة انحدار (SL)	7 .3
134	حساب قيم مؤشرات عدم التماثل الطبوغرافي المستعرض Tf و انحراف الجبهة الجبلية Smf للحوض B1	8 .3
136	نتائج حساب مؤشر تدرج - ميل القناة SL للحوض B1	9 .3
138	حساب قيم مؤشرات عدم التماثل الطبوغرافي المستعرض Tf و انحراف الجبهة الجبلية Smf للحوض B2	10 .3
140	نتائج حساب مؤشر تدرج - ميل القناة SL للحوض B2.	11 .3
142	حساب قيم مؤشرات عدم التماثل الطبوغرافي المستعرض Tf و انحراف الجبهة الجبلية Smf للحوض B3	12 .3
144	نتائج حساب مؤشر تدرج - ميل القناة SL للحوض B 3	13 .3
146	حساب قيم مؤشرات عدم التماثل الطبوغرافي المستعرض Tf و انحراف الجبهة الجبلية Smf للحوض B4	14 .3
147	نتائج حساب مؤشر تدرج - ميل القناة SL للحوض B4.	15 .3
149	قيم مؤشر أنحراف النهر لأحواض منطقة الدراسة	16 .3
150	حساب قيم مؤشر شكل حوض الصرف لأحواض منطقة الدراسة	17.3
150	قيم المؤشرات المورفوتكتونية ومؤشر النشاط التكتوني IAT .	18.3

قائمة الأشكال

الصفحة	العنوان	ت
6	خريطة موقع منطقة الدراسة	1.
15	المكاشف الصخرية للتكوينات والترسبات الصخرية في منطقة الدراسة	1.1
20	الخطيات في منطقة الدراسة	2.1
21	التوزيع المكاني لكثافة الخطيات	3.1
22	المخطط الوردي | Rose diagram الاتجاهات الرئيسية لامتدادات الخطيات في منطقة الدراسة	4.1
23	طوبوغرافية منطقة الدراسة	5.1
25	فئات درجات الأنحدار في منطقة الدراسة	6.1
27	المعدلات الشهرية والسنوية لدرجات الحرارة العظمى في محطات منطقة الدراسة للمدة (1994-2022).	7.1
28	المعدلات الشهرية والسنوية لدرجات الحرارة الصغرى في محطات منطقة الدراسة للمدة (1994-2022).	8.1
29	(المعدلات الشهرية والسنوية لسرعة الرياح متر /الثانية لمحطات منطقة الدراسة للمدة (1994-2022).	9.1
31	معدلات الرطوبة النسبية الشهرية والسنوية % في محطات منطقة الدراسة للمدة (1994-2022)	10.1
32	معدلات مجاميع التبخر الشهري والسنوي (ملم) في محطات منطقة الدراسة للمدة (1994-2022)	11.1
33	كمية الامطار الساقطة (ملم) في محطات منطقة الدراسة للمدة (1994-2022)	12.1

36	أنواع الترب في منطقة الدراسة بحسب تصنيف الفاو	13 .1
40	اصناف أستعمال الأرض والغطاء الأرضي في منطقة الدراسة	14 .1
50	موزائيك مرئيات فضائية عالية الدقة تعود لاقمار اصطناعية مختلفة	1 .2
52	الاشكال الأرضية المستخرجة من بيانات الاقمار الاصطناعية العالية الدقة	2 .2
79	موزائيك لمرئية فضائية للقمر الصناعي لاندسات 9	3.2
81	الاشكال الأرضية المستخرجة من بيانات Landsat-9	4.2
94	موزائيك صور جوية مختارة لتصنيف الاشكال الارضية	5.2
95	اصناف الاشكال الأرضية المستخرجة من الصور الجوية.	6 .2
101	حدود احواض منطقة الدراسة الرئيسة	1 .3
102	خرائط مورفومترية للحوض B1	2 .3
103	خرائط مورفومترية للحوض B2	3 .3
104	خرائط مورفومترية للحوض B3	4 .3
105	خرائط مورفومترية للحوض B4	5 .3
124	المنحنيات الهيسومترية والحجمية للحوض B1	6 .3
125	المنحنيات الهيسومترية والحجمية للحوض B2	7 .3
125	المنحنيات الهيسومترية والحجمية للحوض B3	8 .3
126	المنحنيات الهيسومترية والحجمية للحوض B4	9 .3
127	المقطع الطولي لمجرى القناة الرئيسة للحوض B1	10 .3
127	المقطع الطولي لمجرى القناة الرئيسة للحوض B2	11 .3
127	المقطع الطولي لمجرى القناة الرئيسة للحوض B3	12 .3

128	المقطع الطولي لمجرى القناة الرئيسية للحوض B4	13 .3
131	مخطط حساب مؤشر تدرج - طول القناة	14 .3
135	خرائط القياسات المورفوتكتونية للحوض B1	15 .3
136	المقطع الطولي وقياسات مؤشر تدرج - طول القناة للحوض B1	16 .3
139	خرائط القياسات المورفوتكتونية للحوض B2 .	17 .3
140	المقطع الطولي وقياسات مؤشر تدرج - طول القناة للحوض B2	18 .3
143	خرائط القياسات المورفوتكتونية للحوض B3	19 .3
144	المقطع الطولي وقياسات مؤشر تدرج - طول القناة للحوض B3	20 .3
147	خرائط القياسات المورفوتكتونية للحوض B4	21 .3
148	المقطع الطولي وقياسات مؤشر تدرج - طول القناة للحوض B4	22 .3

قائمة الصور والمرئيات

الصفحة	العنوان	ت
17	صورة تكوين الفتحة ، صخور رملية مع عدسات من الجبس والانهدرايت	1.1
42	صورة أراضي عشبية	2.1
43	صورة المحاصيل الزراعية الموسمية في منطقة الدراسة	3.1
43	صورة مشروع اروائي في منطقة الدراسة	4.1
44	صورة النشاطات الصناعية في منطقة الدراسة	5.1
44	صورة مجرى نهر كلال بدرة في منطقة الدراسة	6.1
45	اراضي بور واغشاب متفرقة في منطقة الدراسة	7.1
46	أراضي رطبة عشبية في منطقة الدراسة	8.1

54	Acute ridges مرئية فضائية بروزات حادة	1.2
55	Anticline ridges المرئية فضائية بروزات طية المحدبة	2.2
55	Dip slope ridges مرئية فضائية بروزات منحدر ميلي	3.2
56	Homocline ridges مرئية فضائية بروزات متجانسة	4.2
57	Questa صورة شكل ارضي يمثل الجبهة الامامية للكويستا	5.2
58	Questa landform مرئية فضائية كويستا وظهور الخنازير	6.2
59	Depression Eroded fold مرئية فضائية طية متاكله	7.2
59	Cliff مرئية فضائية جرف صخري	8.2
60	Escarpment and cliff مرئية فضائية جرف يقطع الطبقات الصخرية بصورة عمودية	9.2

61	مرئية فضائية منحدر - ميلي مستوي Flatiron dip slope	10 .2
62	مرئية منحدرات جرفية scarp slopes	11 .2
62	صورة منحدرات جرفية scarp slopes	12 .2
64	مرئيات فضائية الأراضي الوعرة Badlands	13 .2
65	مرئية فضائية مقطع من اقدام المنحدرات Pediment	14 .2
66	صورة السهول تحاتية Pediplains	15 .2
67	مرئية فضائية مروحة غرينية Alluvial fan	16 .2
68	مرئية فضائية مدرجات جرفية Stapped scarp	17 .2
69	مرئية فضائية مسيلات مائية واخاديد Rills & Gullies	18 .2
70	صورة شكل أرضي للأخاديد Gullies	19 .2
70	صورة رواسب غروية Colloidal deposits	20 .2
72	صورة رواسب ملء الوادي Valley fill deposits	21 .2
73	صورة السهل الرسوبي Sedimentary plain	22 .2
74	مرئية فضائية كثبان رملية مستعرضة Transverse dunse	23 .2
75	مرئية فضائية حفرة كارستية Sinkhole	24 .2
76	مرئية فضائية منخفض حوضي Basin depression.	25 .2
77	مرئية فضائية هضاب بسبب الأنشطة البشرية Plateau due to human activities	26 .2

الإطار النظري

1. المقدمة Introduction

كانت التطورات الرئيسية على مدار الخمسين عاماً الماضية في برنامج أقمار لاندسات أثرت وغيّرت فهنا العلمي لنظام الأرض اذ تم تحقيق تغيرات علمية وبرامجية كبيرة في مجالات رسم خرائط المحاصيل الزراعية واستخدام المياه واستعمال الأرض والغطاء الأرضي، وتغير المناخ كونها توفر مشهداً شمولياً وواسعاً لمساحات كبيرة من سطح الأرض وبدقة مكانية تتباين من قمر إلى آخر (Wulder, et.al. 2022). يعد التفسير البصري للأشكال الأرضية من مرئيات الأقمار الصناعية له دوراً مهماً في فهم العمليات السطحية والباطنية المسببة لها وتطور التضاريس الأرضية. اذ يساعد التحليل الجيومورفولوجي على كشف العمليات التي تشكل السمات الطبيعية للأرض، ويوفر نظرة ثاقبة للتاريخ الجيولوجي لها. مع ذلك، فإن استخراج هذه الأشكال الأرضية وتصنيفها يدوياً من مرئيات الأقمار الصناعية يمكن أن يكون مهمة شاقة، وتتطلب ساعات من العمل المضي وخبرة متقدمة في مجال تحليل وتفسير المرئيات الفضائية.

تعد المرئيات الفضائية الأساس في بناء الخرائط الجغرافية؛ كونها مصدراً مهماً من مصادر البيانات الجغرافية سواء كانت طبيعية أم بشرية، وأوجدت العديد من الحلول للمشاكل التي تواجه المهتمين والباحثين في مجال المعرفة وبالتالي وفرت الكثير من الجهد والأموال، فضلاً عن إمكانية تحديث البيانات بشكل مستمر (داود، 2013).

أصبحت بيانات الاستشعار عن بعد أكثر شيوعاً في المعرفة والدراسة الجيومورفولوجية؛ اذ ان مستوى التفاصيل المتزايد بشكل كبير وإمكانية الوصول والحصول على المعلومات متيسرة من خلال شبكة الانترنت ساهم في فتح آفاق وإمكانيات جديدة في هذا المجال. ان تطبيق بيانات أقمار متنوعة وطرق معالجة متقدمة وتحليل قائم على توظيف نظم المعلومات الجغرافية ، ساهم كثيراً في تصنيف الغطاء الأرضي بكل تفاصيله وكذلك من أجل القيام بمسح ورسم الخرائط على مستوى المنطقة موضوع الدراسة . يتم دعم النتائج والتحقق من صحتها من خلال الدراسات الميدانية المساعدة لإستخدام بيانات الإستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية بنجاح لرسم خرائط وإستخراج الأشكال الأرضية والغطاء الأرضي (Siart et al. 2009). يمكن تصنيف الأشكال الأرضية حسب نشأتها وتباين أشكالها الى عدة وحدات جيومورفولوجية، فالشكل الأرضي نتاج لعملية واحدة او مشاركة تلك العملية بنسبة اكثر مع عمليات اخرى كون العمليات الباطنية والخارجية تتشارك في تكوين الأشكال الأرضية (Huggett et al., 2022).

على الرغم من أن الدورة الجيومورفولوجية تتضمن تغييراً بطيئاً ومستمرًا، إلا أن الأدلة تظهر أن مدة التغيير السريع نسبيًا للنظام تنتج عن أسباب خارجية. هذا، بالطبع ينطبق على الأنظمة الجيومورفولوجية في التوازن الديناميكي. وهذا يعني أنه من أجل حدوث تغيير مفاجئ في الدورة أو في نظام متوازن ديناميكيًا، يجب أن يكون هناك تأثيرٌ لمحفر خارجي. ومن ثم فإن التغييرات في الأشكال الأرضية والتغيرات في معدلات عمليات الترسيب أو التآكل يتم تفسيرها من خلال تأثير الإنسان، أو عن طريق التغيير المناخي، أو التكتوني، أو عمليات التوازن. لا يمكن للمرء أن يشك في أن التغييرات الرئيسية في المظاهر الطبيعية وأنماط التعرية المتغيرة كانت بسبب التغيير المناخي والتأثيرات التكتونية وأن تأثير هذا على الإنسان كبير (Schumm. 1979).

ومن أجل تصنيف الأشكال الأرضية لابد من استخدام البرامجيات المتطورة والعمل على تقييم دقتها بدقة التمييز المكاني (Resolution) للمرئية الفضائية، أي قدرة أجهزة الاستشعار عن بعد من أجل تسجيل تفاصيل الأشكال الصغيرة التي بالإمكان تمييزها على المرئية وأبعاد الاجسام الصغيرة، حيث ان زيادة الدقة المكانية للبيانات يُساعد على زيادة القدرة على تمييز الأشكال الصغيرة وبالعكس (Morgan et al. 2010).

2. مشكلة الدراسة

كان لقلة وجود الدراسات التفصيلية لتصنيف الأشكال الأرضية في منطقة الدراسة، فضلا عن عدم إمكانية إجراء الدراسة الميدانية لأجزاء واسعة من المنطقة تقع خارج الحدود العراقية، مما إستوجب الإعتماد على تقنية الإستشعار عن بعد والمتمثلة موزاييك لمرئيات عالية الدقة تتراوح دقتها المكانية بين 30 سم الى 30م لأقمار صناعية متعددة ومرئيات الفضائية للقمر الصناعي لاندسات 9 بدقة تمييز مكاني تبلغ (30) م وان دراسة مقارنة بين صور جوية وبيانات الأقمار الصناعية ذات دقة التمييز المكاني المختلفة تعد تحديا للباحثين في هذا المجال كونها تتطلب خبرة واسعة ومتقدمة في معرفة خصائص الأشكال الأرضية وكيفية تمييزها من تلك البيانات المتنوعة. كل ذلك جعل تصنيف الأشكال الأرضية في هذه المنطقة مشكلة تستوجب الدراسة والتحليل.

3. التساؤلات المطروحة والفرضيات

تكمن مشكلة الدراسة الرئيسة بالتساؤل المطروح : هل بالإمكان إجراء تصنيف تفصيلي للاشكال الأرضية وفق مصادر بيانات الاستشعار عن بعد بالإعتماد على برمجيات نظم المعلومات الجغرافية؟

المشاكل الثانوية:-

1 - هل لخصائص المنطقة الطبيعية والبشرية دوراً مهماً في تباين الاشكال الأرضية في منطقة الدراسة؟
2 - هل هناك تباين في نتائج تقييم دقة تصنيف الاشكال الأرضية في منطقة الدراسة باختلاف مصادر المعلومات؟

3 - هل هناك تباين في الخصائص المورفومترية والمورفوتكتونية لأحواض منطقة الدراسة؟
4 - هل بالإمكان الإعتماد على المرئيات الفضائية عالية الدقة ونموذج الإرتفاع الرقمي Digital Elevation model (DEM) في تصنيف الاشكال الارضية للإستغناء عن الدراسات الميدانية التفصيلية؟

وللإجابة على التساؤلات المطروحة تم صياغة الفرضيات الآتية:-

- الفرضية الرئيسة :نعم بالإمكان تصنيف الاشكال الأرضية في منطقة الدراسة ،ولكن يعتمد ذلك على دقة التمييز المكاني لبيانات الاستشعار عن بعد وبرامج نظم المعلومات المستخدمة مع الدراسة الميدانية .

الفرضيات الثانوية:-

1- نعم إن للتكوينات الصخرية والتراكيب الجيولوجية والحركات التكتونية وعناصر المناخ القديم والحديث دوراً مهماً في تباين الاشكال الأرضية في منطقة الدراسة.
2- ربما سيظهر تباين في إمكانية تمييز و تصنيف الاشكال الأرضية بإستخدام المرئية الفضائية Landsat-9 وبيانات الاقمار الصناعية العالية الدقة .
3- ربما سيظهر تباين في الخصائص المورفومترية والمورفوتكتونية للأحواض كونها تمتد على مساحات متباينة في خصائصها الطبيعية.
4- ربما في بعض المناطق بالإمكان الإعتماد على بيانات الإستشعار عن بعد في الإستغناء عن الدراسة الميدانية التفصيلية وهذا يعتمد على دقة التمييز المكاني والطيفي للبيانات.

4. اهداف الدراسة

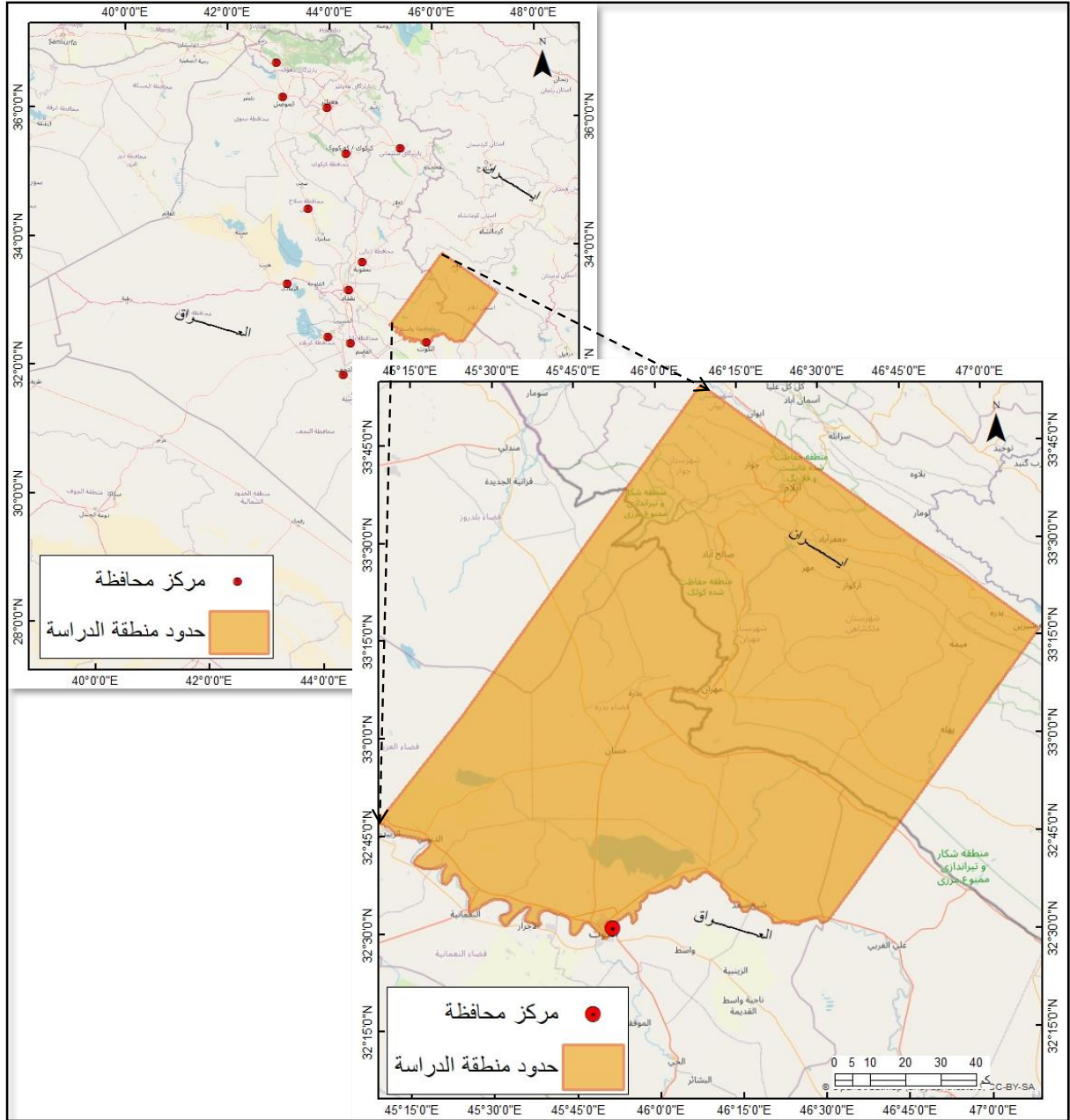
تهدف الدراسة إلى إجراء تصنيف للأشكال الأرضية في المنطقة باستخدام المرئيات الفضائية بدقة تمييز مختلفة، فضلا عن اعتماد نموذج الارتفاع الرقمي DEM، وذلك عن طريق توظيف برمجيات متخصصة في التحليل المكاني التي تعمل على التحليل والتفسير البصري للأشكال الأرضية & landforms landscapes في المنطقة باستخدام برامج ArcGIS pro v.3.02, ArcGIS10.8.2 للوصول الى تصنيف دقيق لتلك الاشكال وإنتاج خرائط تفصيلية لها فضلا عن تعزيز النتائج بالدراسة الميدانية للاجزاء التي بالإمكان الوصول اليها، كما تتضمن الدراسة تحليل للخصائص المورفومترية والمورفوتكتونية باستخدام وسيلة التحليل المورفومتري morphometric toolbox المؤشرات الخاصة بالتحليل المورفوتكتوني.

5. أهمية الدراسة

تكمن أهمية الدراسة بأنها ستعتمد في تصنيف الاشكال الارضية على بيانات الاستشعار عن بعد ذات دقة تمييز مكانية مختلفة، والمتمثلة بالصور الجوية والمرئيات الفضائية للقمر لاندسات 9 بدقة تمييز مكاني تبلغ (30) م، وموزائيك المرئيات الفضائية ذات الدقة المكانية العالية بدقة تمييز تبلغ (30 سم -30 متر في بعض المناطق) وذلك لانتاج خرائط الاشكال الجيومورفولوجية وتحديد مستويات تمييزها لكل نوع من البيانات المستخدمة.

6 موقع منطقة الدراسة

تقع منطقة الدراسة شرق محافظة واسط بين دائرتي عرض " 14' 29' 32° - " 22' 54' 33° شمالا، وخطي طول " 06' 08' 45° - " 07' 10' 47° شرقا، وتمتد على مساحة تبلغ (16148.7) كم²، يحدها من الشمال الاراضي الجنوبية الشرقية لمحافظة ديالى ومن الجنوب محافظة ميسان وقضاء النعمانية ومدينة الكوت مركز محافظة واسط، وتشمل الأراضي الشرقية من محافظة واسط التي تضم قضاء بدرية وناحيتي جصان وزرباطية وجزءا من شمالي محافظة ميسان ضمن ناحية شيخ سعد وجزءا من جنوب شرقي ديالى، حيث تشكل نسبة 45% داخل الاراضي العراقية، فضلا عن مساحات داخل اراضي الجمهورية الاسلامية الايرانية تظم معظم اجزاء محافظة عيلام بمساحة (7380) كم² وبنسبة (46) % ضمن أراضي جبلية تمثل أعالي احواض الاودية في منطقة الدراسة والتي تتحدر نحو الجنوب الغربي بشكل أراضي سهلية منبسطة وتشمل أجزاء من أراضي سهول غرينية (مراوح فيضية) (شكل 1).



شكل 1: خريطة موقع منطقة الدراسة

المصدر: بالاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي SRTM -DEM 1arcsecond باستخدام برنامج ArcGIS 10.8.2

7. هيكلية الأطروحة :-

تتألف الأطروحة من ثلاثة فصول، تناولت كل من الأسس النظرية التي تخص الدراسة. وتصنيف الاشكال الأرضية للمنطقة فضلاً عن دراسة تقييم تصنيف اشكال المنطقة الأرضية وإنتاج الخرائط ودراسة احواض منطقة الدراسة دراسة مورفوتكتونية وكانت كالاتي :-

الإطار النظري: وشمل مقدمة وأستعراض مشكلة البحث والتساؤلات والفرضيات وأهداف الدراسة وموقع الدراسة وأهميتها وأستعراض لأهم المصادر والدراسات السابقة وذات العلاقة فضلاً عن بيان هيكلية الدراسة والمنهج المتبع ضمن تفاصيل الدراسة اما فصول الدراسة كانت كالاتي :-

1 - الفصل الاول: شمل الخصائص الطبيعية والبشرية لمنطقة الدراسة التي تتضمن الجانب الجيولوجي، والطوبوغرافي، والتربة والمناخ فضلاً عن أستعمال الأرض والغطاء الأرضي.

2- الفصل الثاني: تم في هذا الفصل إستخدام المرئيات الفضائية والصور الجوية في تصنيف الاشكال الأرضية مع ذكر خصائص المرئيات الفضائية التي تم الأعتداد عليها في عملية التصنيف وتحديد الاشكال الأرضية من المرئيات الفضائية ومنها المرئيات ذات دقة التمييز المكاني العالي High spatial resolution images ، فضلاً عن مرئيات القمر لاندسات 9 - Landsat وتم التطرق الى أهم خصائص القمر، فضلاً عن إستخدام صور جوية تم الحصول عليها من الهيئة العامة للمساحة. وضح الفصل دور دقة التمييز المكاني في تصنيف الاشكال الأرضية مع تأثير الدقة المكانية على التصنيف.

3- الفصل الثالث: تناول الفصل التحليل المورفوتكتوني لأحواض منطقة الدراسة مع تفصيل لأهم الخصائص المورفومترية سواء كانت خصائص شكلية، مساحية، نسيجية، تضاريسية، التي تتأثر فيها منطقة الدراسة مع دراسة المؤشرات التكتونية ودلالاتها لعملية الأنشطة التكتونية في المنطقة .

4-الاستنتاجات والمقترحات: وأختتمت الأطروحة بمجموعة من الأستنتاجات والمقترحات وفيها تم الإشارة الى أهم الأستنتاجات التي تم التوصل اليها من خلال تفسير نتائج تصنيف الاشكال الأرضية لمنطقة الدراسة، وبيان مدى دقة التصنيف ما بين البيانات المستخدمة مع ذكر اهم الاشكال الأرضية التي حصل تبين في إمكانية تصنيفها فضلاً عن اهم نتائج الدراسة المورفوتكتونية.

1.8 المصادر والدراسات ذات العلاقة:-

تعد مصادر الدراسات السابقة وذات العلاقة أهمية كبيرة في بناء الأسس النظرية لأي دراسة بحثية يتم فيه الأطلاع على أسلوب الدراسة والتقنيات التي أستخدمت في التحليل والأدوات وطريقة البحث، فضلا عن بيان اهم النتائج التي توصلت لها تلك الدراسات ، مما يعطي للباحث إمكانية تحديد موقع دراسته وبحثه من تلك الدراسات وإجراء المقارنة بين النتائج التي سيتم الحصول عليها وفق التقنيات والأدوات والبرامج التي سيستخدمها الباحث في إكمال متطلبات دراسته. وفيما يأتي بعض من تلك الدراسات.

1.8.1 الدراسات العربية والمحلية :-

كان من بين الدراسات ذات العلاقة التي تناولت استخدام نظم المعلومات الجغرافية في تصنيف الاشكال الارضية :-

- 1- الموسوي ،حسين عذاب خليف، واخرون ،2016.(الأشكال الأرضية في منطقة الزبيدات شرق محافظة ميسان - العراق)، توصلت الدراسة الى تصنيف الأشكال الأرضية بالأعتماد على الصور الجوية والمرئيات الفضائية والخرائط الطبوغرافية وتعزيزها بالدراسة الميدانية .
- 2- ذنون،ريان غازي واخرون، 2018. (دراسة الخصائص الجيومورفولوجية لطيات عين زالة ورافان وبطمة بأستخدام معطيات التحسس النائي) توصلت الدراسة إلى تصنيف الاشكال الأرضية حسب منشأها التكويني بإستخدام المرئية الفضائية للقمر الصناعي (2-Sentitial) والتي تتصف بقدرة تمييز مكانية قدرها (10) أمتار، وتوثيق النتائج حقليا .
- 3- الحمداني، صفاء عدنان جاسم واخرون ،2020. (تقييم وتصنيف المظهر الارضي لمنطقة ليلان باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية) ،خرجت الدراسة باهمية استخدام تقنية التصنيف الالي لبيانات المتحسسات الفضائية لمرئيات (Landsat-7) (MSS, ETM) في تقييم وتصنيف الاشكال الارضية في المنطقة .
- 4- الجصاني، نسرين عواد عبدون ، واخرون ،2020. (تصنيف الاشكال الارضية الناتجة من العمليات الجيومورفولوجية في اقليم الهضبة الغربية ضمن محافظة النجف الاشرف) توصلت الدراسة الى تصنيف الأشكال الأرضية عن طريق الدراسة الميدانية وتوثيقها بالصور الفوتوغرافية.
- 5- الجبوري ، محمد نجم خلف واخرون ، 2020 (آلية تصميم الخريطة الجيومورفولوجية الرقمية وتعميمها ،طية كوسرت المحدبة ،دراسة حالة) توصلت الدراسة إلى تصنيف الاشكال الأرضية وإعداد

خرائط جيومورفولوجية عالية الدقة وإستخدامها كمرجع لإصحاب القرار ، وذلك بالإعتماد على برمجيات (GIS) وبيانات (RS).

6- حمد، نور فارس واخرون ، 2021 . (تصنيف الجيومورفولوجي للمظهر الأرضي لطية إشكفت) صنفت الدراسة الاشكال الأرضية بالإعتماد على تحليل الخرائط الطبوغرافية والصور الجوية التي تغطي المنطقة حسب ما متوفر، فضلا عن الدراسة الميدانية .

7- الخفاجي ، شذى سالم ابراهيم ، الموسوي ، حسين عذاب خليف.2022(الاشكال الارضية لحوض وادي شوشيرين شمال شرقي محافظة واسط) ، توصلت الدراسة إلى إمكانية تحليل بيانات المرئيات الفضائية وبيانات الإرتفاع الرقمي (DEM) كمصدر مهم في استخراج الاشكال الجيومورفولوجية ومدى مطابقة دقة البرامجيات الرقمية والمعلوماتية من خلال العمل الميداني وبناء نماذج تكون مجدية لأصحاب القرار في مجال التنمية البيئية .

1.8.2 الدراسات الأجنبية:-

1. سادت واخرون (Saadat, H. . et al 2008) أثبت دراسته (تصنيف التضاريس من خلال نموذج الأرتفاع الرقمي وصور الأقمار الصناعية) تصنيف التضاريس إستنادًا إلى نموذج الأرتفاع الرقمي بدقة 10 أمتار (DEM) وبيانات القمر (ASTER) المحمول.

2. كريستوف سيارت واخرون (Christoph Siart . et al .2009) ، دراسة عن (الجمع بين بيانات الارتفاع الرقمية (SRTM/ ASTER) وصور الأقمار الصناعية (Quickbird) عالية الدقة ونظم المعلومات الجغرافية لرسم الخرائط الجيومورفولوجية :دراسة حالة متعددة الاشكال حول منطقة البحر الأبيض المتوسط الكارستية في وسط جزيرة كريت وواجهة صعوبة تحديد مناطق القاع في المنخفضات على الرغم من الدقة العالية إلا أن نموذج SRTM أسفر عن نتائج أفضل . وتم إبراز المنخفضات الكبيرة بوضوح.

3. مورايفورد واخرون (Moore Iford .et al ,2012) قدمت هذه الدراسة تفسير تغييرات الخط الساحلي من الصور الجوية متعددة الأوقات وصور الأقمار الصناعية عالية الدقة جزر مارشال ، لاطهار تغير الخط الساحلي على طول الشواطئ المرجانية. تمت الدراسة عن طريق تفسير الصور الجوية والاقمار الصناعية ومعرفة التغيرات الزمنية.

4. دولير اولتمانس (d'Oleire-Oltmanns. et al .2013) درس طريقة تحديد التضاريس في مقاييس مختلفة باعتماد نوعين من البيانات. أثبت تطبيق الدراسة مقاييس تمييز جيدة للتضاريس، على الرغم من أن الأجزاء الفردية كانت تتطابق في بعض الأحيان فقط مع حجم الاشكال الأرضية

المدروسة. تشير قيم الدقة إلى أن أنظمة تصنيف التضاريس التي تعتمد في الغالب على معايير الشكل تقدم نتائج دقيقة نوعاً ما .

5. مرزبة مكرم واخرون (Marzieh Mokarram et al. 2015)، قام بمقارنة بين نموذج (DEM) الارتفاع الرقمي والصور الجوية لتحديد أحواض الصرف النهرية، وخرجت الدراسة برسم خريطة لإحد أنهار شمال شرق إيران من الصور الجوية وصور الأقمار الصناعية عالية الدقة. إذ وجد درجات التطابق متدنية ومختلفة ما بين المصدرين من المعلومات.

6. فايزازاد واخرون (Feizizadeh et al. 2021) استخدم تحليل الصور لرسم خرائط التضاريس البركانية والجليدية في جبل سهند، إيران، بينت الدراسة أهمية تطبيق خوارزمية تجزئة متعددة الدقة على مرئيات القمر الصناعي Sentinel-2، حيث تم الكشف عن التضاريس البركانية والجليدية وتصنيفها إلى ثماني فئات. واثبتت الدراسة ان الخوارزميات التي استخدمت في الدراسة توفر إمكانات عالية لاكتشاف وتصنيف الاشكال الأرضية.

1. 9 منهجية الدراسة ومراحل العمل :-

تم اعتماد المنهج الوصفي والاسلوب الكمي في منطقة الدراسة بشكل أساس متمثلاً بتوظيف تقنيات نظم المعلومات الجغرافية، لتفسير الصور الجوية والمرئيات الفضائية واستخراج الخرائط الجيومورفولوجية منها، وشملت الدراسة مراحل عدة :-

أ. العمل المكتبي

بدأت مرحلة العمل المكتبي بجمع المصادر والبحوث الحديثة والدراسات ذات العلاقة وذلك لبناء الأسس النظرية وجمع البيانات التي تتطلبها مرحلة تصنيف الاشكال الأرضية في منطقة الدراسة، فضلاً عن جمع المعلومات المتعلقة بطريقة تفسير النتائج التي سيتم الحصول عليها لاحقاً، كما شملت جمع البيانات الرقمية والخرائط من الدوائر المعنية والمواقع المتخصصة على شبكة الأنترنت بحسب متطلبات الدراسة.

ب. تحليل وتفسير البيانات والبرامجيات المستخدمة

بعد إتمام مرحلة جمع المعلومات والبيانات وأنواع الخرائط ذات العلاقة تم الإستعانة بنظم المعلومات الجغرافية من خلال إستخدام برنامج ArcGIS Pro 3.2.2 , ArcGIS 10.8.2 لبناء قاعدة المعلومات الجغرافية للمنطقة وبالإعتماد على طريقة التفسير البصري للتعرف على أنواع

الاشكال الأرضية بالإستعانة بمرئيات القمر لاندسات-9 ، وموزاييك لمرئيات عالية الدقة تتراوح دقتها المكانية بين 30 سنتمترا الى 30 مترا لأقمار صناعية متعددة . كما تم إستخدام خرائط كمنوتورية مستخرجة من بيانات نموذج الارتفاع الرقمي ASTER DEM . تم إستخدام المرئية فضائية للقمر لاندسات -9 ملتقطه بتاريخ 20 تموز 2022 باحداثيات المشهد خط 037 و عمود 167، ونموذج الارتفاع الرقمي SRTM بدقة تمييز 1 arcsecond أي ما يعادل دقة تمييز مكانية تقدر بـ 30 مترا

(ج). مرحلة العمل الميداني

بعد اتمام مرحلة مرحلة تحليل وتفسير البيانات والبرمجيات المستخدمة كان لا بد من الاستعانة بالزيارة الميدانية لمنطقة الدراسة والتعرف الى ماتم الوصول اليه من تصنيف الاشكال الارضية ولاسيما الاشكال التي تقع ضمن الاراضي العراقية التي بالامكان الوصول اليها ، اذ تمت الزيارة الميدانية بتاريخ 1-3-2024 وتم توثيق بعض الاشكال الارضية عن طريق الصور الفوتوغرافية ضمن اجزاء واسعة من منطقة الدراسة غاية دعم ماتوصل اليه من النتائج والعمل على مقارنتها مع ماتم استخراجها من مصادر المعلومات الانفة الذكر .

(د) . مرحلة الكتابة

بعد الإنتهاء من مرحلة التحليل والتفسير، جاءت المرحلة الأخيرة من مراحل الدراسة والتي شملت ترتيب وتصنيف المعلومات لغرض الشروع بكتابة الأطروحة وحسب الفصول التي تم تقسيمها لتلائم منهجية الدراسة.

1. 10 المعوقات التي واجهت الدراسة :-

تعذر الحصول على صور جوية ملتقطة بالطائرات تغطي جميع حدود منطقة الدراسة من أجل استخراج الاشكال الأرضية منها وتقييم دقة التصنيف ومقارنتها مع مخرجات المرئيات الفضائية، فأكتفت الدراسة بتحديد الاشكال الارضية لصور جوية بمحاذاة الجزء الشمالي الغربي من منطقة الدراسة. فضلا عن تعذر الوصول الى الأجزاء الشرقية من المنطقة التي تقع ضمن الاراضي الإيرانية وأقتصرت الزيارة الميدانية على الأجزاء الواقعة ضمن الأراضي العراقية. اذ تم تحديد الاشكال الأرضية عن طريق إستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد وبرامجيات نظم المعلومات الجغرافية ، حيث تعد تحديا لأنها تتطلب خبرة متقدمة في مجال تفسير وتحديد الاشكال الأرضية من المرئيات الفضائية.

الفصل الأول

الخصائص الطبيعية لمنطقة الدراسة

الفصل الأول : الخصائص الطبيعية لمنطقة الدراسة

1.1 تمهيد

يعد استعراض الخصائص الطبيعية لمنطقة الدراسة من الأولويات المهمة، التي تعطي مؤشرات عن التطور التاريخي للتضاريس والاشكال الأرضية في المنطقة، ولما لها من دوراً مهماً في تكوين المنطقة ومظهرها الخارجي، ومعرفة العمليات ومراحل التطور لأهم الاشكال الأرضية التي تشكلت عبر الزمن، إذ ترتبط الاشكال الأرضية بشدة ونوع العوامل والعمليات التي أدت الى تشكيلها عبر مراحل التطور الجيولوجي لأي منطقة، لذا لا بد من التعرف إلى أهم خصائص المنطقة الطبيعية والبشرية. إذ تم تناول كل من البنية الجيولوجية والتركيبية، والطوبوغرافية والأنحدار وأنواع الترب وأستعمالات الأرض والخصائص المناخية وأهم المستقرات والمدن المتواجدة في منطقة الدراسة.

2.1 البنية الجيولوجية

تمثل البنية الجيولوجية والتركيبية وما يصاحبها من نشاط تكتوني متمثل بالحركات الأرضية في منطقة الدراسة وما يصاحبها من صدوع وشقوق لها تأثيرها الكبير على الاشكال الأرضية ، كما ولها تأثيراً مباشراً في عمليات الحت والتجوية، لأنها تعمل كممرات مائية تنشط بمرور الزمن. من الناحية التركيبية تقع منطقة الدراسة ضمن وحدتين جيولوجيتين متباينتين ما بين الصفيحتين العربية والاوراسية تتباين فيها المنكشفات الصخرية في منطقة الدراسة الى مختلف الازمان الجيولوجية والتي تشمل التكوينات الصخرية والتراكيب الجيولوجية التي تعود الى حقبة زمنية متباينة بدأً من حقبة الكامبيري إلى العصر الرباعي والحديث ،وتزداد التكوينات الصخرية قدما في عمرها الجيولوجي باتجاه الأجزاء الشمالية والشمالية الشرقية المتواجدة ضمن الأراضي الإيرانية، في حين تظهر التكوينات او الرسوبيات الحديثة عند الاراضي الوسطى والأجزاء الجنوبية الغربية والجنوبية الشرقية وتحديداً منطقة السهل الرسوبي في وسط و جنوب العراق (عواش، 2018) وجاءت جيولوجية منطقة الدراسة حسب جدول (1.1) وشكل (1.1) كما يأتي :-

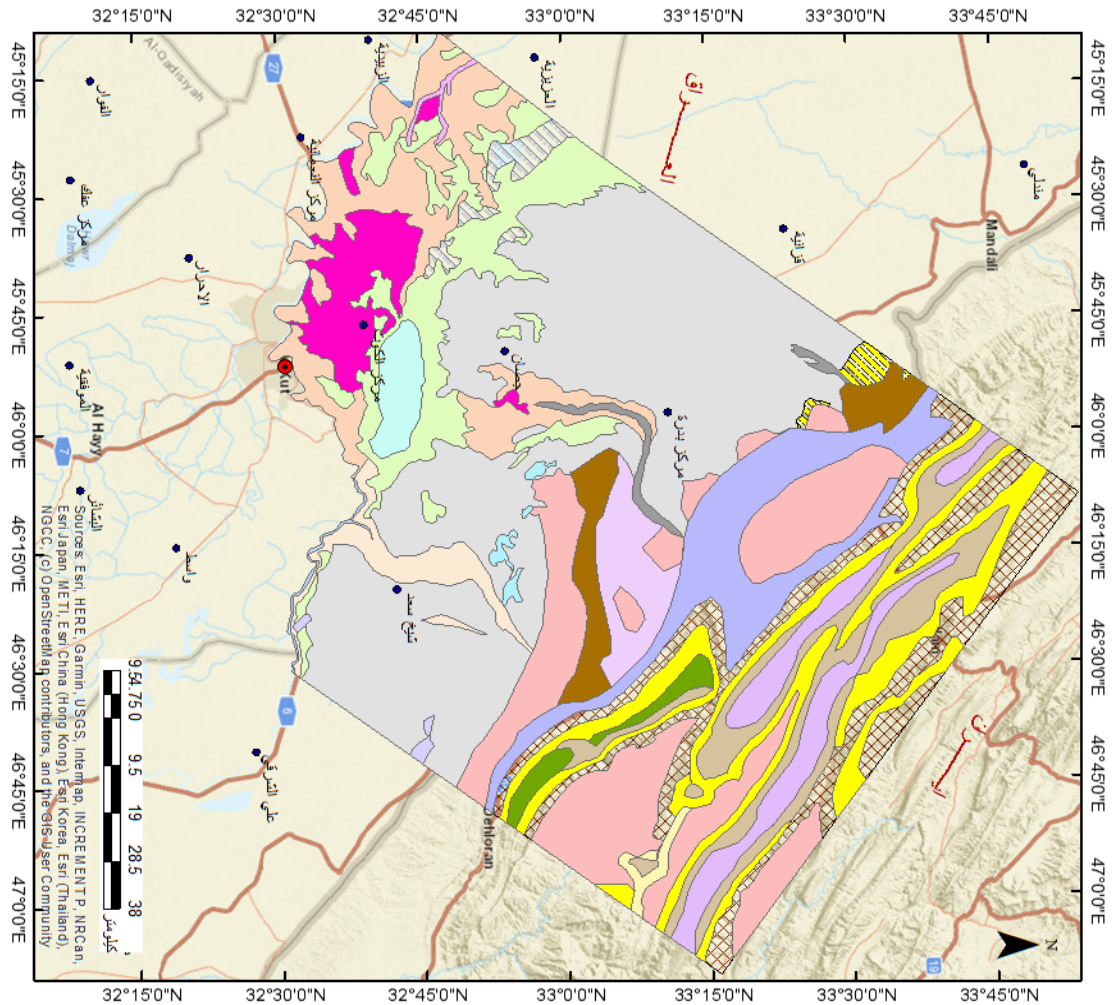
2.1.1 ترسبات العصر الرباعي في منطقة (السهل الرسوبي وتكوين باي حسن، مقداية، إنجانة، الفتحة، وتكوين طورون سينون) وتتكون صخورها من ترسبات الجريان السحيحي إذ ان ترسبات البلايوستوسين والهولوسين هي الشائعة ضمن المنطقة، وهي ضمن ترسبات الزمن الرباعي الحديثة على الرغم من وجود بعض تكوينات الزمن الثالث، ويتكون النسيج الرسوبي لهذه الترسبات من الرمل

والطين والطين القادمة من المرتفعات الإيرانية الناتجة من ترسبات الأنهار إذ تمثلت في الأجزاء الوسطى من منطقة الدراسة شاغلة الأجزاء الشمالية الغربية والجنوبية الشرقية منها التي تمثلت بقضائي بدره وجصان وناحية شيخ سعد، بلغت المساحة الكلية لترسبات الجريان السحي (4776.2 كم²) وبنسبة (29.55%) وهي اوسع ترسبات التكوينات الصخرية وجوداً ضمن مساحة منطقة الدراسة.

جدول 1.1: مساحة ونسبة التكوينات والترسبات الصخرية في منطقة الدراسة

نسبة المساحة %	المساحة (كم ²)	التكوينات الصخرية
29.55	4776.2	ترسبات الجريان السحي (رمل، طمي، طين طمي)
0.96	155.2	ترسبات الجبال
7.24	1170.8	ترسبات السهل الفيضي (رمل، طفيل، طين)
1.76	283.7	ترسبات السهل الفيضي (رمل، طمي، طين)
0.44	70.4	ترسبات المنحدرات (رمل، طفيل، قطع صخرية)
7.21	1165.2	ترسبات المنخفضات الضحلة (طين طموي، وحل)
0.19	31.2	ترسبات النشاط الاحيائي
1.22	196.7	ترسبات اهور
0.54	86.7	ترسبات ملء الوديان (حصي ورمل)
0.85	137.1	تكوين يعود للطباشيري الاعلى (حجر جيرى)
7.23	1168.8	تكوين اسمرى (حجر جيرى، طبقات حمراء) اولكوسين -مايوسين
2.28	368.5	تكوين البختياري الاعلى (باي حسن) (صخور حصوية)
5.92	957.3	تكوين الفتحة (الفارس الاسفل) (حجر طيني، حجر كلسي، مارل، جيس)
2.4	388.1	تكوين المقادمية (البختياري الاسفل) (حجر رملي، حجر طيني، حجر الطمي)
12.07	1950.2	تكوين انجانه (الفارس الاعلى) (حجر رملي، حجر طمي، حجر طيني)
0.41	65.6	تكوين انجانه (الفارس الاعلى) الجزء الاعلى- (حجر رملي، حجر طمي، حجر طيني)
5.33	861.6	تكوين طورون-سينون (الطباشيري الاعلى)
7.16	1157.0	تكوين من عمر الايوسين (حجر جيرى)
3.49	564.3	تكوين يعود للطباشيري الاسفل والاوسط (حجر جيرى)
0.29	47.1	رمال صفائحية
3.16	510.3	رواسب الشقوق والمستنقعات (رمل، طفيل، طين طفلي)
0.15	24.3	كثبان رملية فعالة
0.15	24.6	نهر

المصدر : برنامج ArcGIS 10.8.2 , وبالاعتماد على شكل (1.1).



شكل 1.1: المكاشف الصخرية للتكوينات والترسبات الصخرية في منطقة الدراسة

المصدر: 1. وزارة الصناعة والمعادن، هيئة المسح الجيولوجي العراقية، خريطة جيولوجية مقياس 250000 ، (1997) لوحتي مندلي وعلي الغربي .

2. خريطة جيولوجية للأجزاء الغربية من إيران، مقياس 250000 /1

1. 2. 2 ترسبات الجبال، احد الترسبات المتكونة من المواد الام للصخور الكربونية ذات البنية اللزجة، اذ ان امتصاص الماء وتقليل نفاذية التربة مع الضغط الجانبي عملت على تشبع التربة وجعلها ذات نسيج طيني وبنية ممثلة (Ahmad et al. 2021). أمتدت في المنطقة الجنوبية الغربية بمساحة (155.2 كم²) وبنسبة (0.96%) وهي نسبة ضئيلة جدا من التكوينات الصخرية في المنطقة.

1. 2. 3 ترسبات السهل الفيضي العائدة الى زمن الهولوسين التي جاءت بنسبة (7.24%) وبمساحة تقدر بـ (1170.8 كم²) المتكونة من الرمل والطفل والطين شاغلة المناطق الجنوبية و الجنوبية الغربية والمناطق الوسطى جنوب بدره وشرق جصان.

1. 2. 4 ترسبات السهل الفيضي المتكون من الرمل والطين والطين شاغلاً مساحة (283.7 كم²) تقع بالقرب من قضاء شيخ سعد ضمن الأجزاء الجنوبية الشرقية وبنسبة (1.76%) من المنطقة .

1. 2. 5 ترسبات المنحدرات القادمة من المنحدرات الإيرانية الحاملة معها الرمل والطفل والقطع الصخرية بلغت مساحة ضئيلة (70.44 كم²) وبنسبة (0.44%) من المساحة الكلية الواقعة في الجزء الشمالي الغربي للمنطقة.

1. 2. 6 ترسبات المنخفضات الضحلة المؤلفة من الطين الطموي، فقد أمتدت بشريط من الأجزاء الجنوبية الغربية باتجاه الأجزاء الجنوبية الشرقية شاغلة مساحة (1165.2 كم²) وبنسبة (7.21%) من المساحة الكلية.

1. 2. 7 ترسبات النشاط الأحيائي التي شغلت مساحة (31.2 كم²) بنسبة (0.19%) من المساحة الكلية لمنطقة الدراسة شاغلة بذلك الأجزاء الجنوبية الغربية منها ، وهي ناتجة من ترسبات المواقع الأثرية وبقايا الأنهار القديمة وبقايا الأكواخ الطينية والطابوق والقرى القديمة متكونة من الطين والغرين.

1. 2. 8 ترسبات الأهوار التي تكونت من مجموعة من المواد العضوية او نتيجة تفحم النباتات المخلوطة بالطين ذات اللون الاخضر الفاتح او الرصاصي المزرق مع اصداف القواقع (السويطي ، 2020) بمساحة (196.7 كم²) وبنسبة (1.22%) من المساحة الكلية للمنطقة واقعة ضمن الاجزاء الوسطى والجنوبية من منطقة الدراسة الى الشمال من مركز الكوت.

1. 2. 9 ترسبات ملء الوديان المتكونة من الحصى والرمل فهي من ترسبات الزمن الرباعي ضمن ترسبات زمن البلايوسين تقع ضمن مجاري كلال بدره ووادي شوشرين. شغلت مساحة ضئيلة ممتدة ضمن المنطقة الشمالية الغربية وبعض المناطق الوسطى بشكل شريط ممتد من الجنوب باتجاه وسط المنطقة بمساحة (86.7 كم²) وبنسبة (0.54%).

1. 2. 10 **تكوينات الحجر الجيري** التي شغلت الاجزاء الشرقية بمساحة (137.12 كم²) وبنسبة (0.85%) من منطقة الدراسة وتعود هذه التكوينات الى الزمن الطباشيري الاعلى.

1. 2. 11 **تكوينات اللوكسين – المايوسين** او ماتسمى بالأسمرى المتكون من الحجر الجيري والطبقات الحمراء سادت اقصى الشمال والشمال الغربي والأجزاء الشمالية الشرقية بمساحة (1168.8 كم²) وبنسبة (7.23%) من منطقة الدراسة.

1. 2. 12 **تكوين باي حسن** الذي يرجع تأريخه إلى عصر البلايوسين وهي تراكيب مقسمة الى قسمين منها الاولية التي ظهرت نتيجة لعمليات الترسيب للصخور الرسوبية بفعل الظروف الطبيعية السائدة اما التراكيب الثانوية الناتجة بعد مدة وجيزة من حدوث الترسيب جراء العمليات الكيميائية وبسبب تعرضها الى قوى اخرى مؤثرة امثال الصدوع والطيات ، وغالبا ماتتكون من الصخور الحصوية (السوداني، 2019) والتي انتشرت في الاجزاء الشمالية والشمالية الشرقية والشمالية الغربية بمساحة (368.50 كم²) وبنسبة 2.28% .

1. 2. 13 **تكوين الفتحة** المتكون من حجر طيني، حجر كلسي، مارل، جبس يعود الى عصر المايوسين المتوسط والذي يشغل الاراضي الشمالية الغربية والوسطى وبتجاه الشرق من منطقة الدراسة التي تشغلها ناحية زرباطية المحاذية للحدود العراقية الايرانية صورة (1. 1)، بلغت مساحته (957.33 كم²) وبنسبة 5.92% من المساحة الكلية.



صورة 1. 1: تكوين الفتحة (صخور رملية مع عدسات من الجبس والانهيدرايت)، تاريخ الزيارة 1- 3-2024

(E: 46 0 17.63- N:33 20 3.62)

1. 2. 14 **تكوين المقدادية** المتكون من حجر رملي، حجر طيني، حجر الطمي، الاجزاء الشمالية الغربية والوسطى من منطقة الدراسة الذي يعود الى عصر البلايوسين وصخوره نقلت بفعل عوامل التعرية إلى المناطق المنخفضة،(السوداني، 2019) إذ شغل هذا التكوين مساحة (388.05 كم²) وبنسبة (2.40%).

1. 2. 15 **تكوين إنجانة** المتكون من حجر رملي، حجر طمي، حجر طيني، الأجزاء الغربية وأقصى الأجزاء الشمالية الشرقية فضلا عن الأجزاء الشرقية من المنطقة وبهذا فهو تكوين ضمن الأراضي الإيرانية من منطقة الدراسة إذ يأتي هذا التكوين بعد تكوينات ترسبات الجريان السحي من حيث المساحة تقدر ب (1950.2 كم²) بنسبة (12.07%) وبهذا شغل المرتبة الثانية بعد ترسبات الجريان السحي من حيث المساحة.

أما تكوين إنجانة الجزء الأعلى وبنفس المكونات شغل الجزء الضئيل من الأجزاء الشرقية لمنطقة الدراسة داخل الأراضي الإيرانية بمساحة (65.5 كم²) وبنسبة (0.41%) وشغل تكوين طورون-سينون زمن الطباشيري الأعلى الأراضي الشمالية والشمالية الغربية وبعض الاجزاء من المنطقة الشمالية الشرقية ضمن الأراضي الإيرانية بمساحة (861.5 كم²) وبنسبة 5.33% من منطقة الدراسة.

1. 2. 16 **تكوين الحجر الجيري** من عمر الايوسين الذي شغل مساحة (1157.02 كم²) وبنسبة (7.16%) يشمل الأجزاء الشمالية والشمالية الشرقية والشمالية الغربية داخل الأراضي الإيرانية. 1. 2. 17 **تكوين يعود للطباشيري الأسفل والأوسط** (الحجر الجيري) شغل الأراضي الشمالية والشرقية والغربية من المنطقة بمساحة (564.3 كم²) وبنسبة (3.49%).

1. 2. 18 **الرمال الصفاحية** التي شغلت مساحة ضئيلة جدا (47.1 كم²) وسط منطقة الدراسة وبنسبة (0.29%).

1. 2. 19 **رواسب الشقوق والمستنقعات** (رمل، طفل، طين طفلي) التي شغلت أقصى جنوب منطقة الدراسة داخل الأراضي العراقية بمساحة (510.3 كم²) بنسبة (3.16%).

1. 2. 20 **الكثبان الرملية الفعالة** التي شغلت نسب ضئيلة جنوب شرق المنطقة تراوحت (0.15%) بمساحة (24.3 كم²) وبنفس قيمة النسبة المئوية جاءت الأنهار شاغلة الأجزاء الجنوبية وبمساحة (24.6 كم²).

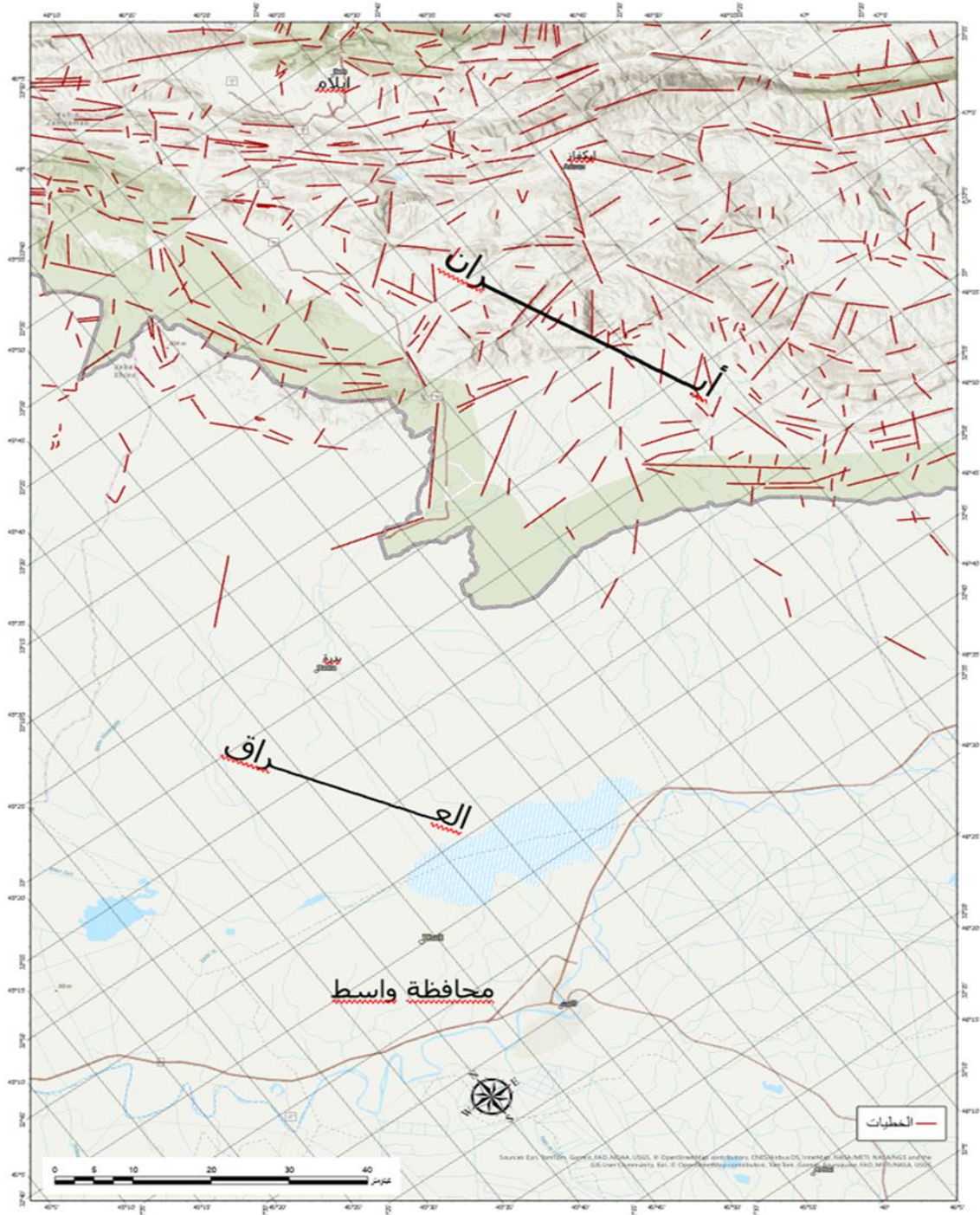
1. 3 الخطيات Lineaments

الخطيات سمات خطية على سطح الأرض ناتجة عن نشاطات تكتونية في الطبقات الصخرية تظهر بشكل (فوالق محاور طيات، فواصل، بروزات صخرية)، أي انها تمثل ظواهر جيولوجية و/أو جيومورفولوجية وتكون مرئية ويمكن التعرف عليها من خلال صور الأقمار الصناعية أو الصور الجوية. إنها خطوط مهمة للاشكال الأرضية، تكشف عن الوضع الهندسي التركيبي المخفي للطبقات الصخرية السفلى (Yadav & Singh, 2021).

تؤدي النشاطات الحركية التي تتعرض لها الاراضي الى تعرض التراكيب الخطية الى عمليات الارتفاع والانخفاض المستمر مشكلة الشقوق او الكسور بعملية الضغط او الشد او كليهما معا، اذ تهتم الجيومورفولوجية البنيوية بتطبيق مؤشرات الظواهر الخطية موضحة اهم التشوهات البنيوية المؤثرة في تشكيل المظاهر وتعد دراسة توزيع التراكيب الخطية واتجاهاتها إحدى الدراسات التكتونية دلالة للمعلومات عن التراكيب الجيولوجية السائدة التي كانت محط اهتمام الجيولوجيين والجيومورفولوجيين لعدة سنوات. تؤثر التراكيب الخطية في تغيير معالم الاشكال الارضية ولاسيما احواض الانهار التي تؤثر على نمطها بشكل عام (Saleh, 2020).

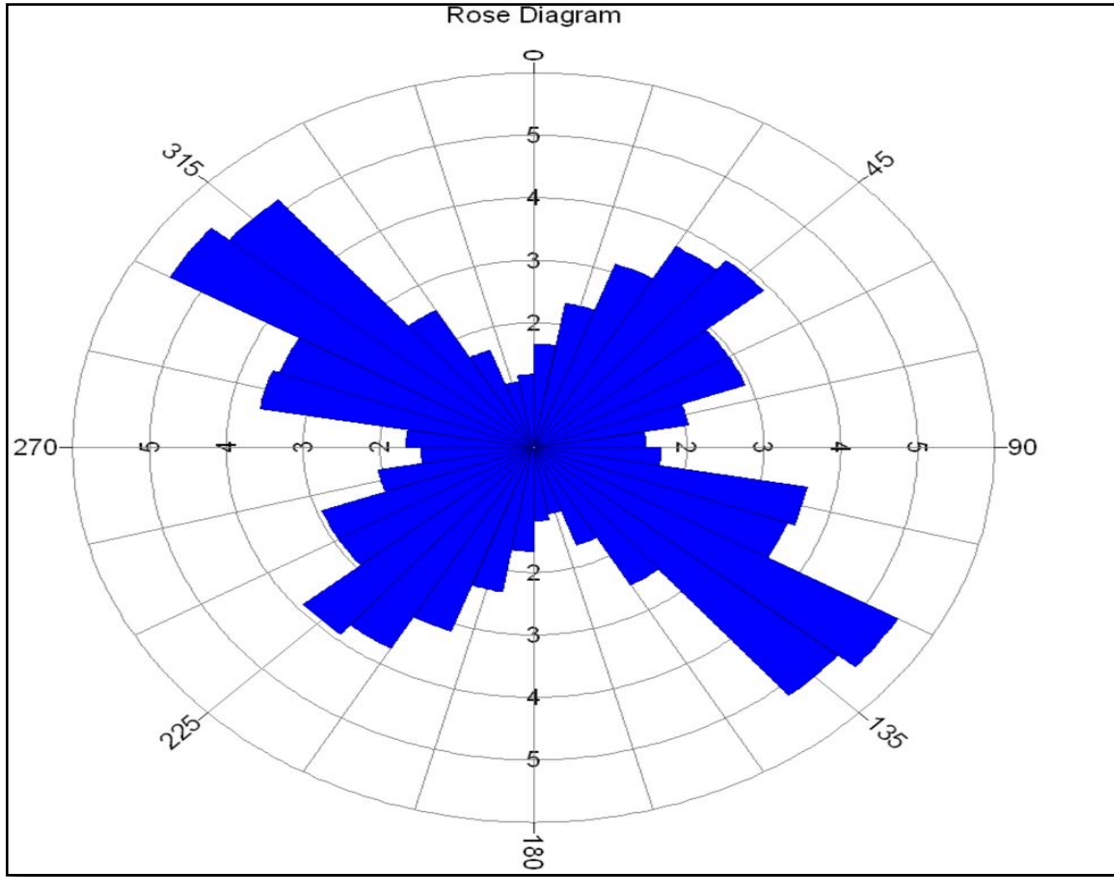
تعد دراسة السمات الخطية البنائية مهمة في الحدّ من المخاطر الجيولوجية والاستكشافات المعدنية (Qari, 2011). لاحظ الشكلين (2.1) و (3.1) تباين توزيع التراكيب الخطية في منطقة الدراسة فهي ذات كثافة عالية ضمن الأراضي الشمالية والشمالية الشرقية والشرقية نتيجة انكشاف الصخور وتأثرها بالحركات التكتونية ، على العكس من الأراضي الغربية والجنوبية ذات تراكيب خطية قليلة جداً وهذا راجع الى انتشار ترسبات العصر الرباعي وعدم وضوح المكاشف الصخرية وحتى ان وجدت في بطون الاودية الرئيسية . يكون انتشار الخطيات في منطقة الدراسة ضمن محاور الطيات فلها تتخذ الشبكة المائبة اتجاهيات الخطيات السائدة في المنطقة التي ساعد امتدادها بامتداد الطيات على تأثير الصخور بالعمليات الجيومورفولوجية المتواجدة في منطقة الدراسة سواء كانت تعرية ام تجوية .تباينت القيم ما بين (0-2.32) كم ، بلغت (0-0.01) كم ضمن الأراضي الجنوبية والجنوبية الغربية بينما بلغت أعلى كثافة ما بين (1.1-2.32) كم في الأراضي الشرقية والشمالية الشرقية وبعض الأراضي الوسطى من منطقة الدراسة .بين الشكل (4.1) التوزيع الاتجاهي للخطيات الموجودة ضمن منطقة الدراسة ، وجد أن التراكيب الأكثر سيادة باتجاه الشمال الغربي N60W يله

الاتجاه الجنوبي الشرقي مع سيادة الاتجاهات الأخرى أتجاه الشمال الشرقي والجنوب الغربي لمنطقة الدراسة .



شكل 1. 2: الخطيات في منطقة الدراسة.

المصدر : بالاعتماد على بيانات (SRTM-DEM) وبرنامج ArcGIS 10.8.2

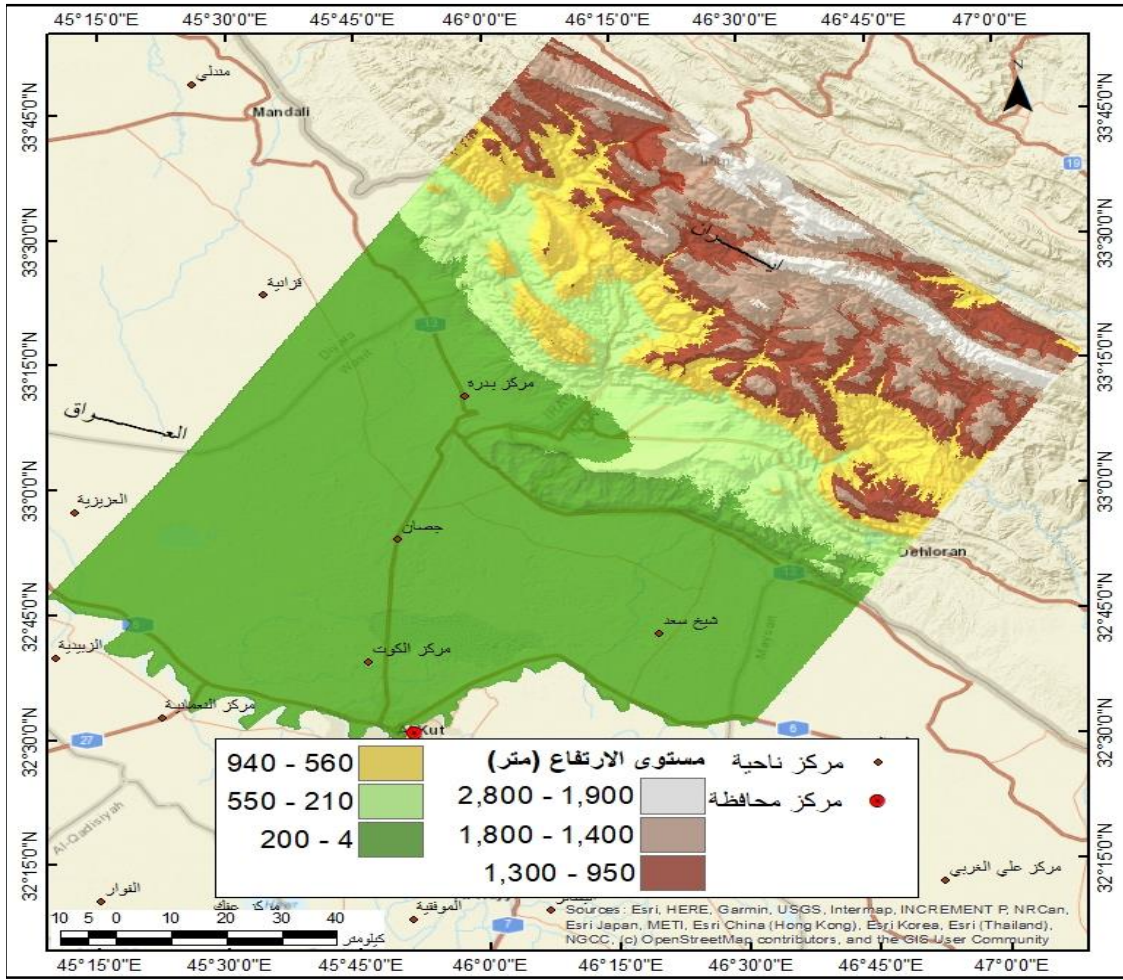


شكل 1.4: المخطط الوردي | Rose diagram الاتجاهات الرئيسية لامتدادات الخطيات في منطقة الدراسة.

4.1 طوبوغرافية المنطقة.

تعد منطقة الدراسة من المناطق ذات المساحات الشاسعة التي تنسم بتنوع تضاريسها المتمثلة بالمناطق الجبلية الممتدة من الشمال والشمال الشرقي إلى الجنوب الشرقي والمناطق المتموجة وصولاً إلى الأراضي المتموجة و السهلية باتجاه الجنوب والجنوب الغربي شكل(5.1). تتميز منطقة الدراسة بتنوع الارتفاعات بين أجزائها المختلفة تقع بين ارتفاع (4 - 2800مترًا) فوق مستوى سطح البحر، بدءاً من الأراضي الشمالية أو الشمالية الشرقية وباتجاه الأراضي الوسطى والجنوبية والجنوبية الغربية. إذ يتراوح إرتفاعها ما بين (1,900- 2,800) ضمن الأراضي الإيرانية ، بينما بلغ إرتفاعها ما بين (1,400 - 1,800م) شغل الأراضي الشمالية والشمالية الشرقية باتجاه الشرق

والجنوب الشرقي. وشغلت الأراضي ذات الارتفاع ما بين (1.300 - 950م) أجزاء متفرقة ما بين الأراضي الشمالية والشرقية، بينما بلغت ارتفاع الأراضي المنحدرة من الشمال الغربي باتجاه الجنوب الشرقي ما بين (560 - 940) وجاءت موازية لها وبنفس الانحدار من الشمال الغربي باتجاه جنوب شرقي الأراضي التي بلغ ارتفاعها ما بين (210-550م) بينما شغلت الأراضي السهلية مساحات واسعة ضمن الأراضي العراقية شاغلة الأراضي الوسطى والجنوبية والجنوبية الشرقية والأراضي الغربية والجنوبية الغربية من منطقة الدراسة بارتفاع ما بين (4-200) م فوق مستوى سطح البحر وهي اغلب مساحة منطقة الدراسة دلالة على سيادة الأشكال الأرضية الترسيبية ولاسيما الأجزاء الجنوبية .

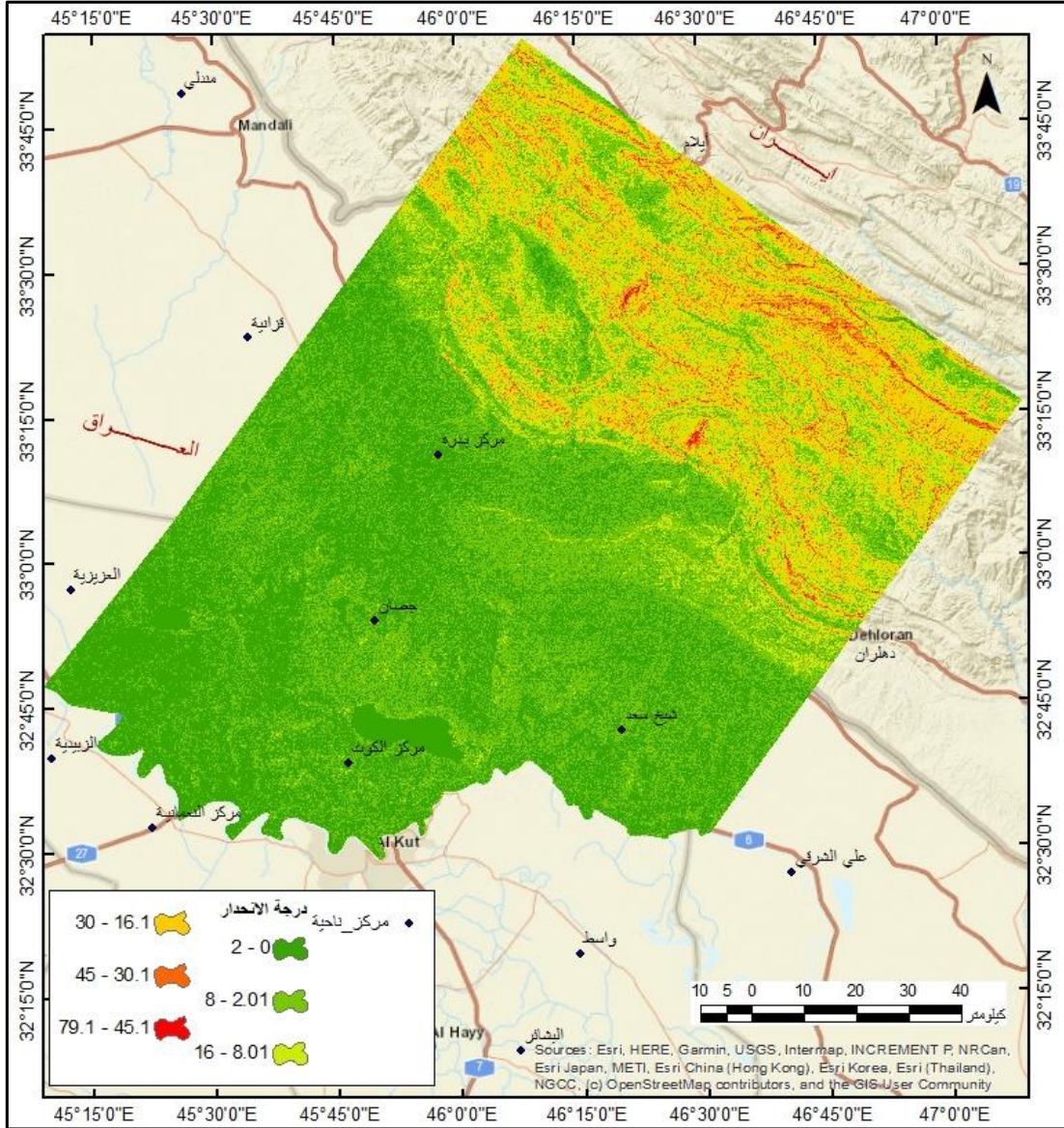


شكل 1 . 5: طوبوغرافية منطقة الدراسة

المصدر: بالاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي SRTM -DEM 1arcsecond باستخدام برنامج ArcGIS

5.1 الأنداد

تم تصنيف الأنداد في منطقة الدراسة حسب تصنيف zink إلى ستة فئات متباينة من الأنداد شكل (6.1) منها أراضي مستوية ذات زاوية (0 - 2) درجة هذه الأنواع من المنحدرات لا تثير معوقات النشاط الاقتصادي او الزراعي، او انشاء الطرق والمباني إلا انها غالبا ما تعاني من مشاكل تصريف المياه يشغل هذا النوع بعض الأجزاء الجنوبية المتمثلة بمنطقة الأهوار . اما النوع الثاني فهو الأراضي الخفيفة الأنداد التي تراوح انحدارها ما بين (2.1 - 8) درجة، تظهر بشكل واسع ضمن الأراضي الجنوبية والوسطى والأراضي الغربية والجنوبية الغربية تظهر عند مصبات الانهار والوديان ، اما الأراضي المعتدلة الأنداد بلغت درجة الأنداد فيها ما بين (8.01-16) درجة تعاني هذه المناطق من صعوبة استغلال الأراضي للنشاط الزراعي، شغلت مساحات واسعة متداخلة ضمن الأراضي الشمالية والشمالية الشرقية والغربية والشمالية الغربية فضلا عن وجودها وسط وجنوب منطقة الدراسة، أما الأراضي الشديدة الأنداد التي بلغت درجة أندادها ما بين (16.1-30) درجة شغلت الاجزاء الشمالية والشمالية الشرقية باتجاه الاراضي الجنوبية الشرقية من منطقة الدراسة و بالإمكان استغلالها للمراعي او اجراء مصاطب او مدرجات للأستغلال الزراعي ،اما الأراضي ذات الأنداد الشديد جدا بلغت درجة انحدارها ما بين (30.1-45) درجة فهي تضم الأراضي الجبلية اشد السفوح انحداراً تكون ذات فائدة محدودة للنشاط الاقتصادي ،وهي بذلك متداخلة ضمن الأراضي الشمالية والشمالية الشرقية من منطقة الدراسة اما النوع الأخير من الأنداد فقط تجاوزت درجة الانحدار عن 45 درجة بلغت ما بين (45.1-79.1) درجة فهي تشغل نطاق المناطق الجبلية وتكون شبه عمودية تمثل الوجه الحر للمنحدرات شاغلا الأراضي الشمالية والشمالية الشرقية من منطقة الدراسة.



شكل 6.1: فئات درجات الانحدار في منطقة الدراسة

المصدر: بالاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي SRTM -DEM 1arcsecond باستخدام برنامج ArcGIS 10.8.2

6.1 الخصائص المناخية :-

يُعدُّ المناخ وتأثيره في تكوين الأشكال الأرضية من أولويات اهتمام الدارسين في مجال البحث الجغرافي ولاسيما الجانب الجيومورفولوجي؛ كونه أحد العوامل المؤثرة في تكوين وتشكيل الأشكال الأرضية (ناهي واخرون، 2017). تمتاز منطقة الدراسة بأنها ذات مناخ متباين ما بين المناخ القاري

الجاف والشبه الجاف، يظهر ذلك في درجات الحرارة وتساقط الأمطار الممتدة عبر مساحات شاسعة ما بين الأراضي الإيرانية في الجانب الشمالي و الشرقي الذي يضم مجموعة من المرتفعات التي تعد محركا لعدم الاستقرار المناخي التي تشمل منابع الوديان، وبين الأراضي العراقية في الجزء الجنوبي والجنوبي الغربي التي تمتاز بامتداد الأراضي السهلية المستوية . تم دراسة الخصائص المناخية لمنطقة الدراسة بالأعتماد على بيانات المحطات المناخية الموجودة داخل أو بالقرب من منطقة الدراسة وهي محطة (الكوت ،بدره ، الحي ، العزيزية) في العراق، وهي كالاتي:-

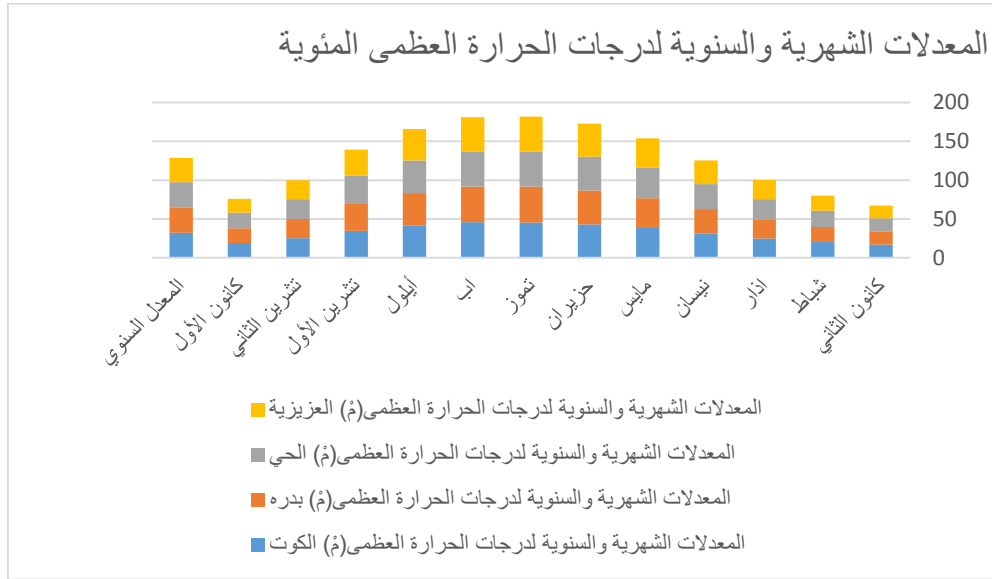
1.6.1 درجات الحرارة (العظمى والصغرى)

تباينت درجات الحرارة في منطقة الدراسة بسبب التباين الكبير في طوبوغرافية المنطقة وعامل الارتفاع ما بين الأجزاء الشرقية ضمن الأراضي الإيرانية وبين الأجزاء الغربية ضمن الأراضي العراقية، فضلا عن زاوية سقوط الاشعاع الشمسي، أنعكس هذا التباين على ارتفاع وأنخفاض درجات الحرارة في المنطقة خلال فصول السنة. بالأعتماد على تحليل الجدول (2.1) والشكلين (7.1) و (8.1) تباينت قيم درجات الحرارة العظمى والصغرى في منطقة الدراسة ، تعد درجة الحرارة العظمى أعلى درجة حرارة تم تسجيلها خلال اليوم بعد الظهر ، وكان شهر تموز أكثرها حرارة إذ سجلت محطتي بدره والحي أعلى درجة حرارة في فصل الصيف خلال شهر تموز (45.9 – 45.7 م°)، على التوالي، فضلا عن ارتفاعها في محطة الكوت في شهر اب (45.8 م°) . و اقلها (16.4- 16.5 م°) في فصل الشتاء خلال شهر كانون الثاني في محطتي العزيزية وبدره على التوالي . أما معدلات درجات الحرارة السنوية تكاد تكون متقاربة في منطقة الدراسة سُجلت أعلى المعدلات في محطة (الحي) بلغت (32.79)م°، وسجلت محطة (العزيزية)أدنى المعدلات بلغت(31.4) م° . أما درجات الحرارة الصغرى التي هي أدنى درجات الحرارة التي تسجل في اليوم، تتباين معدلاتها بين فصول السنة إذ تقاس قبل شروق الشمس مباشرة، عندما يفقد سطح الارض أكبر قدر ممكن من الاشعاع الارضي (فرمان، 2023). سجلت محطتي (العزيزية، بدره) ادنى درجات الحرارة الصغرى في فصل الشتاء خلال شهر كانون الثاني والبالغة (6 - 6.1 م°) م° على التوالي، بينما جاءت محطتي (بدره، الحي) اعلى الدرجات في فصل الصيف لشهر تموز بلغت (29.2) م° لكلا المحطتين ومحطة الكوت (02. 28) . اما اعلى المعدلات السنوية لدرجات الحرارة الصغرى سجلتها محطة الحي بلغت (18.94) م°.

جدول 2.1: المعدلات الشهرية والسنوية لدرجات الحرارة العظمى والصغرى (م) في محطات منطقة الدراسة للمدة (1994 - 2022)

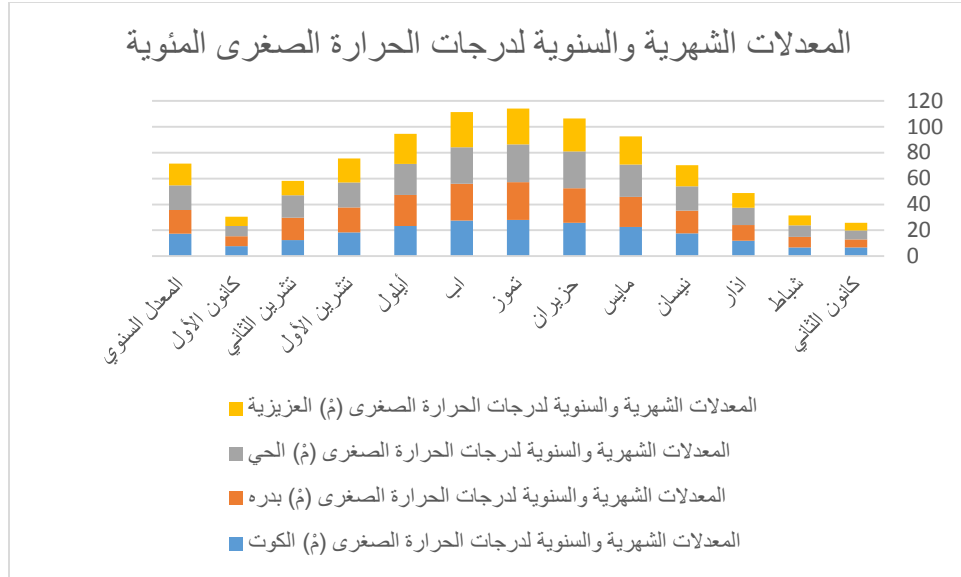
المعدلات الشهرية والسنوية لدرجات الحرارة الصغرى (م)				المعدلات الشهرية والسنوية لدرجات الحرارة العظمى (م)				الشهور / المحطات
العزيفية	الحي	بدره	الكوت	العزيفية	الحي	بدره	الكوت	
6	7	6.1	6.7	16.4	17.5	16.5	16.9	كانون الثاني
7.6	9.1	8	6.8	19.4	20.7	19.7	20.1	شباط
11.3	13.3	12.1	12	24.6	26	24.9	24.6	اذار
16.4	18.7	17.6	17.6	30.7	32.2	31.2	31.4	نيسان
21.7	24.9	23.3	22.6	37.7	39.3	38.3	38.4	مايس
25.4	28.3	26.8	25.8	42.4	43.6	43.6	43	حزيران
27.7	29.2	29.2	28.02	44.6	45.7	45.9	45.5	تموز
27.1	28.3	28.3	27.6	44.7	44.9	45.7	45.8	اب
23.2	24	24	23.3	40.5	42	41.7	41.6	أيلول
18.5	19.3	19.3	18.4	33.8	36	34.9	34.5	تشرين الأول
11.2	17.4	17.4	12.3	24.2	25.7	24.8	25.1	تشرين الثاني
7.3	7.8	7.8	7.6	18.1	19.9	19	19.1	كانون الأول
16.96	18.94	18.33	17.39	31.43	32.79	32.18	32.17	المعدل السنوي

المصدر: 1. الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي العراقية في بغداد، البيانات غير منشور 2. وسن كريم فرمان، النمذجة المكانية للمحميات الطبيعية في محافظة واسط باستخدام التحسس النائي RS ونظم المعلومات الجغرافية (GIS)، رسالة ماجستير غير منشورة. كلية التربية للعلوم الانسانية - جامعة واسط. 2023.



شكل 7.1: المعدلات الشهرية والسنوية لدرجات الحرارة العظمى المؤتوية في محطات منطقة الدراسة للمدة (1994-2022).

المصدر: بالأعتماد على بيانات جدول (2.1).



شكل 8.1: المعدلات الشهرية والسنوية لدرجات الحرارة الصغرى المئوية في محطات منطقة الدراسة للمدة (1994-2022).

المصدر: بالأعتماد على بيانات جدول (2.1).

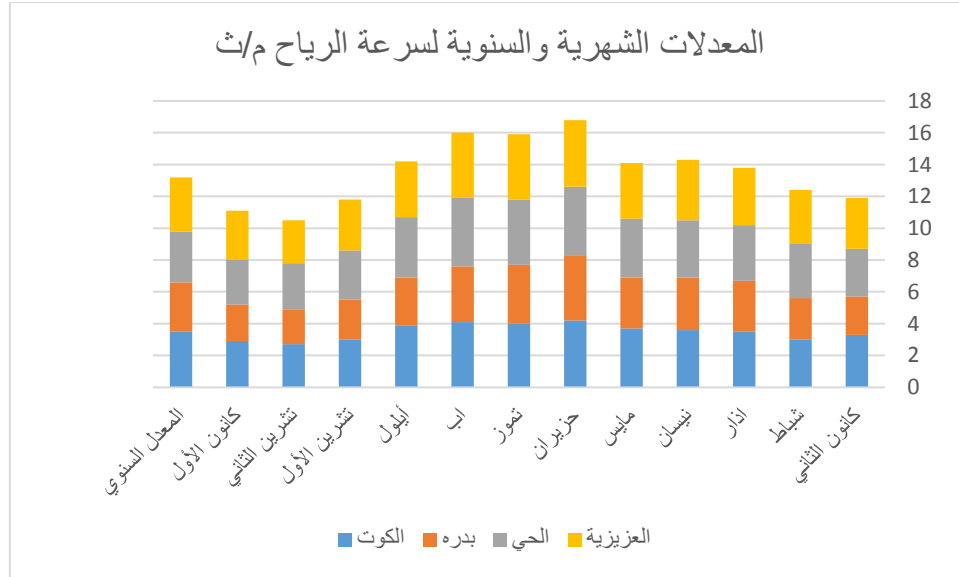
2.6.1 الرياح

يعد عنصر الرياح كونه أحد العناصر المناخية التي ممكن أن يكون لها تأثيراً في تشكيل الاشكال الأرضية في منطقة الدراسة عن طريق تعريتها ونقلها وارسابها لمواد سطح الارض . من بيانات جدول (3.1) وشكل (9.1) يتضح أن أعلى معدل سرعة سجلته بيانات محطة الحي، بلغ (4.3) م/ثا خلال شهر حزيران وشهر آب تليه محطات الكوت، العزيرية، بدره خلال شهر حزيران بلغ (4.2، 4.1، 4.2، 4.1) م/ثا، على التوالي وهو مؤشر لسيادة عدم الاستقرارية الجوية لمحطات منطقة الدراسة خلال الاشهر الانفة الذكر، وأنفتاح المنطقة امام نطاق الرياح السائد الشمالي الغربي . اما ادنى معدلات سرعة الرياح سجلتها محطة بدره بلغت (2.2، 2.3، 2.4) م/ثا خلال الاشهر (تشرين الثاني، كانون الأول، كانون الثاني) على التوالي، وبذلك سرعة الرياح تزداد خلال اشهر فصل الصيف، بينما تنخفض خلال اشهر فصل الخريف. اما المعدلات السنوية، سجلت محطة (الكوت، العزيرية) أعلى القيم بلغت (3.5، 3.4) م/ثا على التوالي، بينما سجلت أدنى القيم محطة (بدره، الحي) بلغت على التوالي (3.2، 3.1) م/ثا، وبهذا تكون جميع محطات منطقة الدراسة ذات قيم متقاربة لمعدل سرعة الرياح السنوية.

جدول (3.1) المعدلات الشهرية والسنوية لسرعة الرياح (م/ثا) في محطات المنطقة للمدة (1994 - 2022)

العزبية	الحي	بدره	الكوت	الشهور/ المحطات
3.2	3	2.4	3.3	كانون الثاني
3.4	3.4	2.6	3	شباط
3.6	3.5	3.2	3.5	اذار
3.8	3.6	3.3	3.6	نيسان
3.5	3.7	3.2	3.7	مايس
4.2	4.3	4.1	4.2	حزيران
4.1	4.1	3.7	4	تموز
4.1	4.3	3.5	4.1	اب
3.5	3.8	3	3.9	أيلول
3.2	3.1	2.5	3	تشرين الأول
2.7	2.9	2.2	2.7	تشرين الثاني
3.1	2.8	2.3	2.9	كانون الأول
3.4	3.2	3.1	3.5	المعدل السنوي

المصدر: البيانات المناخية، وسن كريم فرمان، النمذجة المكانية للمحميات الطبيعية في محافظة واسط باستخدام التحسس النائي RS ونظم المعلومات الجغرافية (GIS)، رسالة ماجستير غير منشورة. كلية التربية للعلوم الانسانية - جامعة واسط. 2023.



شكل 9.1: المعدلات الشهرية والسنوية لسرعة الرياح متر /الثانية لمحطات منطقة الدراسة للمدة (1994 - 2022)

المصدر: بالاعتماد على بيانات جدول (3.1).

3.6.1 الرطوبة النسبية والتبخر

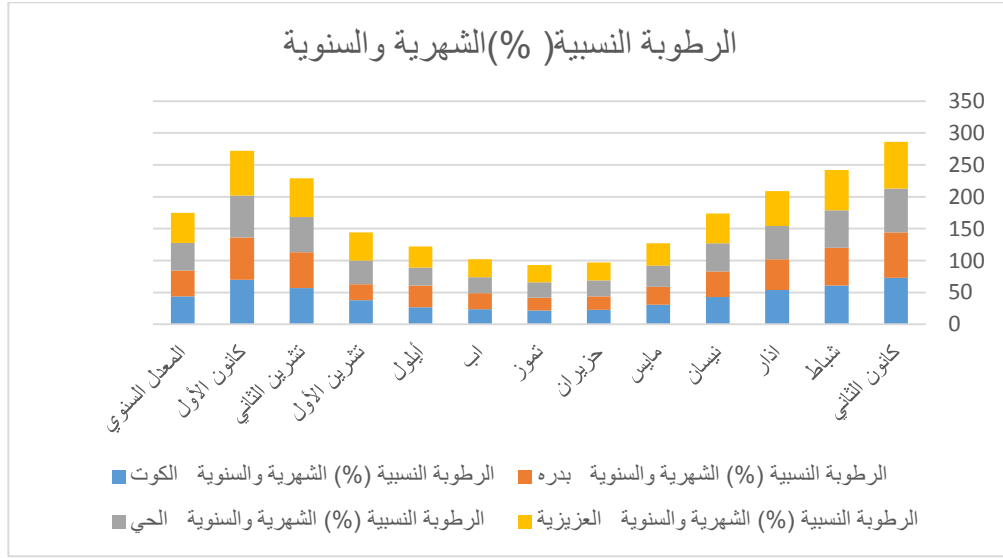
اتضح من بيانات الجدول (4.1) والشكل (10.1)، ان محطة الكوت والعزيرية سجلت (73 %) في فصل الشتاء خلال شهر كانون الثاني، يليها محطتي (بدره والحي) سجلت (69،71) % على التوالي، بينما سجلت محطة بدره في فصل الصيف خلال شهر تموز ادنى النسب بلغت (20)% تلتها المحطات الكوت والحي والعزيرية اذ بلغت (27،24،22) % على التوالي. اما المعدلات السنوية للرطوبة النسبية سجلت محطة العزيرية اعلى النسب بلغت (47) %، بينما سجلت محطة بدره أدنى النسب بلغت (41.08) %، وبهذا يكون مناخ منطقة الدراسة رطب الى شديد الرطوبة خلال فصل الشتاء، وجاف الى شديد الجفاف خلال فصل الصيف، لذا فإن زيادة الرطوبة وانخفاضها يسهم في الإسراع في العمل الجيومورفولوجي سواء كانت عمليات تجوية كيميائية او فيزيائية مدى تأثيرها في تكوين المظاهر الارضية.

اشارت بيانات الجدول (4.1) والشكل (11.1) أدنى كمية تبخر في فصل الشتاء خلال شهر كانون الثاني سجلته محطات منطقة الدراسة بدره و الكوت والحي والعزيرية بلغ (67.4، 69.2، 87.1، 93.7) ملم على التوالي، لتواجد نطاق الكتل الهوائية الباردة في المنطقة، بينما سجلت محطتي الحي و الكوت اعلى تبخرا بلغ (627.5، 626.4) ملم على التوالي في فصل الصيف خلال شهر تموز، بينما سجلت محطة(الحي) اعلى قيم لمعدل التبخر السنوي بلغ (323.93) ملم. ان تباين القيم كان نتيجة بديهية لارتفاع السطوع الشمسي ودرجات الحرارة وحركة الرياح صيفا، وجاءت نتيجة هذه القيم متوافقة مع قيم الرطوبة النسبية.

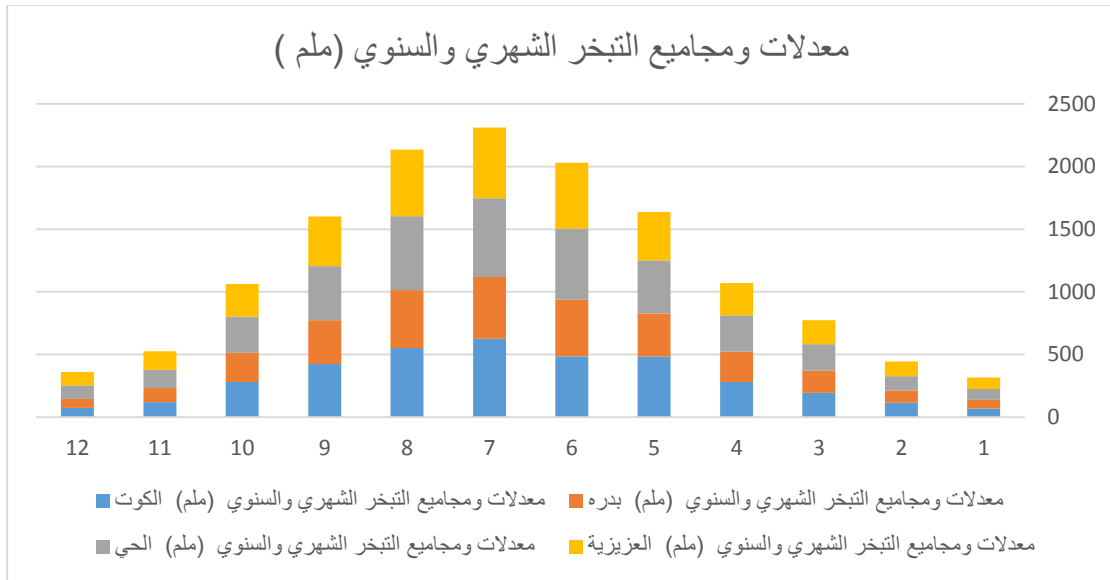
جدول 4.1: الرطوبة النسبية (%) الشهرية والسنوية ومعدلات مجاميع التبخر الشهري (ملم) في محطات المنطقة للمدة (1994-2022).

معدلات ومجاميع التبخر الشهري والسنوي (ملم)				الرطوبة النسبية (%) الشهرية والسنوية				
العزيفية	الحي	بدره	الكوت	العزيفية	الحي	بدره	الكوت	الشهور/ المحطات
93.7	87.1	67.4	69.2	73	69	71	73	كانون الثاني
117.4	115.6	98.6	113.5	63	59	59	61	شباط
192.12	212	175.4	194.4	55	52	48	54	اذار
257.26	290.3	240.6	281.7	47	44	40	43	نيسان
384.9	424.7	344.1	482.1	35	33	28	31	مايس
526	567.5	452.1	484.3	28	25	21	23	حزيران
565.7	627.5	492.5	626.4	27	24	20	22	تموز
531.8	591.4	460.1	552.6	28	25	25	24	اب
395	431.9	350.3	423.1	33	28	34	27	أيلول
260.6	288.2	233.1	280.2	44	37	25	38	تشرين الأول
149.8	145	112.9	119.4	61	55	56	57	تشرين الثاني
107.4	105.9	72.4	73.7	70	66	66	70	كانون الأول
298.49	323.93	259.29	308,38	47	43.08	41.08	43.58	المعدل السنوي

المصدر: الاعتماد على البيانات المناخية، وسن كريم فرمان، النمذجة المكانية للمحميات الطبيعية في محافظة واسط باستخدام التحسس النائي RS ونظم المعلومات الجغرافية GIS، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية التربية للعلوم الانسانية - جامعة واسط، 2023.



شكل 10.1: معدلات الرطوبة النسبية % الشهرية والسنوية ، في محطات منطقة الدراسة للمدة (1994 - 2022) المصدر: بالاعتماد على بيانات جدول (4.1).



شكل (1. 11) معدلات ومجاميع التبخر الشهري والسنوي (ملم) في محطات منطقة الدراسة للمدة (1994-2022)
المصدر: بالاعتماد على بيانات جدول (4.1).

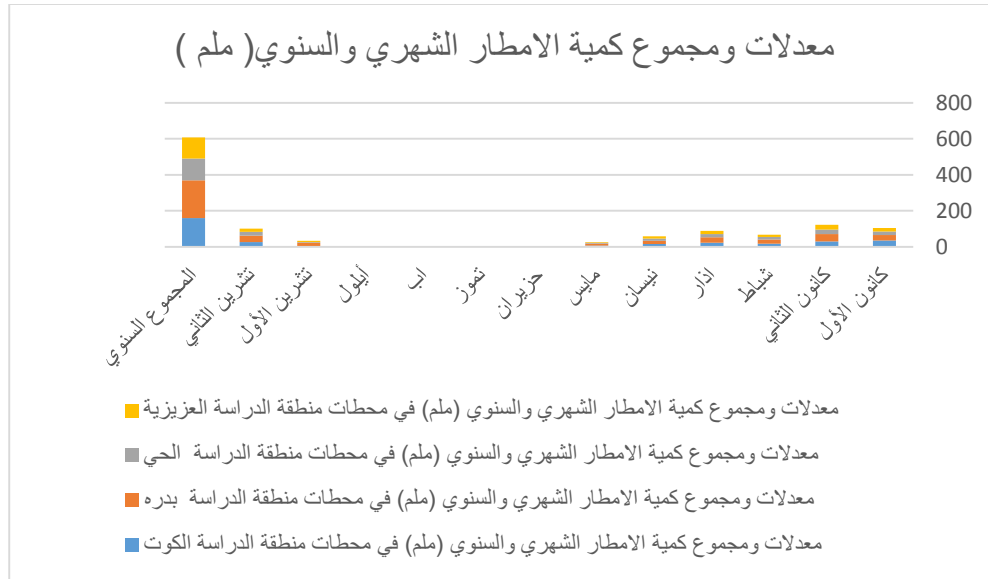
4.6.1 الأمطار

تباينت قيم هطول الأمطار ما بين محطات منطقة الدراسة خلال فصول السنة، كانت أشهر فصل الشتاء والأمطار غير وفيرة إذ سجلت محطة بدره أعلى القيم بلغت (40.8) ملم خلال شهر كانون الثاني، بينما تناقصت وأندمت كمية الامطار في فصل الصيف فيها، فضلا عن انعدام هطول الأمطار في محطة العزيزية خلال أشهر (حزيران، تموز، آب)، اما محطة الكوت انعدم فيها هطول الأمطار خلال شهري (تموز، آب)، بينما انعدم هطول المطر في محطتي بدره و الحي خلال شهر اب . سجلت محطتي الحي و الكوت أدنى قيم هطول الأمطار بلغ (0.1) ملم بسبب الارتفاع في درجات الحرارة وكمية التبخر. اما أعلى مجموع فصلي سجلته محطة بدره بلغ (208.5) ملم ،جدول (1. 5) شكل (1. 12).

جدول 5.1: معدلات ومجموع كمية الأمطار الشهري والسنوي (ملم) في محطات منطقة الدراسة للمدة (1994-2022).

معدلات ومجموع كمية الامطار الشهري والسنوي (ملم) في محطات منطقة الدراسة				
شهور/ المحطات	الكوت	بدره	الحي	العزيبية
كانون الأول	34.8	31.1	19.6	19.5
كانون الثاني	29.6	40.8	25.8	26.2
شباط	17.4	23.8	13.6	13.3
اذار	23.1	29.6	18.4	18.3
نيسان	16.8	16.4	12.5	13.1
مايس	7.8	10.3	4.6	3.1
حزيران	0	0.3	0.1	0
تموز	0	0.2	0.2	0
اب	0	0	0	0
أيلول	0.1	1.6	0.2	0.1
تشرين الأول	3.7	19.1	4.3	7.1
تشرين الثاني	27.2	35.3	21.6	17.6
المجموع السنوي	160.5	208.5	120.9	118.3

المصدر: الاعتماد على البيانات المناخية ، وسن كريم فرمان، النمذجة المكانية للمحميات الطبيعية في محافظة واسط باستخدام التحسس النائي RS ونظم المعلومات الجغرافية (GIS)، رسالة ماجستير غير منشورة. كلية التربية للعلوم الانسانية – جامعة واسط. 2023.



شكل 12.1: كمية الأمطار الساقطة (ملم) في محطات منطقة الدراسة للمدة (1994-2022) المصدر : الاعتماد على جدول (5.1).

7.1 أنواع التربة :-

كان اعتماد تصنيف التربة التابع لمنظمة الأغذية والزراعة Food and Agriculture Organization (FAO) التابعة للأمم المتحدة، هو أحد التصنيفات المهمة التي تم اعتمادها في دراسة أصناف التربة لمنطقة الدراسة كونه من التصنيفات العالمية الحديثة إذ يعتمد هذا التصنيف على تشخيص أفاق التربة من جانب التكوين ومورفولوجية المنطقة فضلاً عن التركيب الكيميائي والفيزيائي فهو تصنيفاً شاملاً تقريباً لكل صفات التربة (Driessen et al. 2000). ساهم في دعم التصنيف لترب العراق وزارة الزراعة قسم مسح التربة وتصنيف الأراضي، فضلاً عن باحثين في مجال تصنيف الترب أمثال (الطائي F.H. Altaie) و(بيورنك P.Buringh). يمكن توزيع أنواع الترب في منطقة الدراسة حسب تصنيف منظمة الأغذية والزراعة، Food and Agriculture Organization (FAO) واعتماد بيانات الجدول (6.1) والشكل (13.1) إلى:-

1.7.1 تربة الاهوار (WAT) Marsh

تعد من الترب الناعمة النسجة التي كونتها الرواسب الطينية والغرينية والرملية، وغالباً ما يكون مصدرها الجريان السطحي Runoff او النز او الترشيح Seepage ، إذ ترتفع فيها نسبة الاملاح بصورة كبيرة بسبب التبخر الناتج خلال موسم الصيف نتيجة لأرتفاع درجات الحرارة مما يحولها الى أراضي سبخة غير صالحة لنمو وزراعة المحاصيل الزراعية، (السويطي، 2020). أحد أنواع الترب المتواجدة ضمن الأراضي المنخفضة من الأراضي السهلية لمنطقة الدراسة يمتد هذا النوع من الترب عبر الأراضي الجنوبية من منطقة الدراسة فلا ينتشر فيها سوى اعشاب صحراوية يشغلها هور الشويجة الذي يمتاز برواسبه الرقيقة فضلاً عن إستواء السطح الذي تغمره مياه الأمطار في موسم الشتاء والفيضانات القادمة من المرتفعات الإيرانية التي تحمل معها كميات كبيرة من الرواسب التي جعلت سطح المنخفض شبه خالي من النبات الطبيعي . إذ يشغل مساحة (526 كم²) بنسبة (1.58%) وهي مساحة ضئيلة جداً من المساحة الكلية لمنطقة الدراسة.

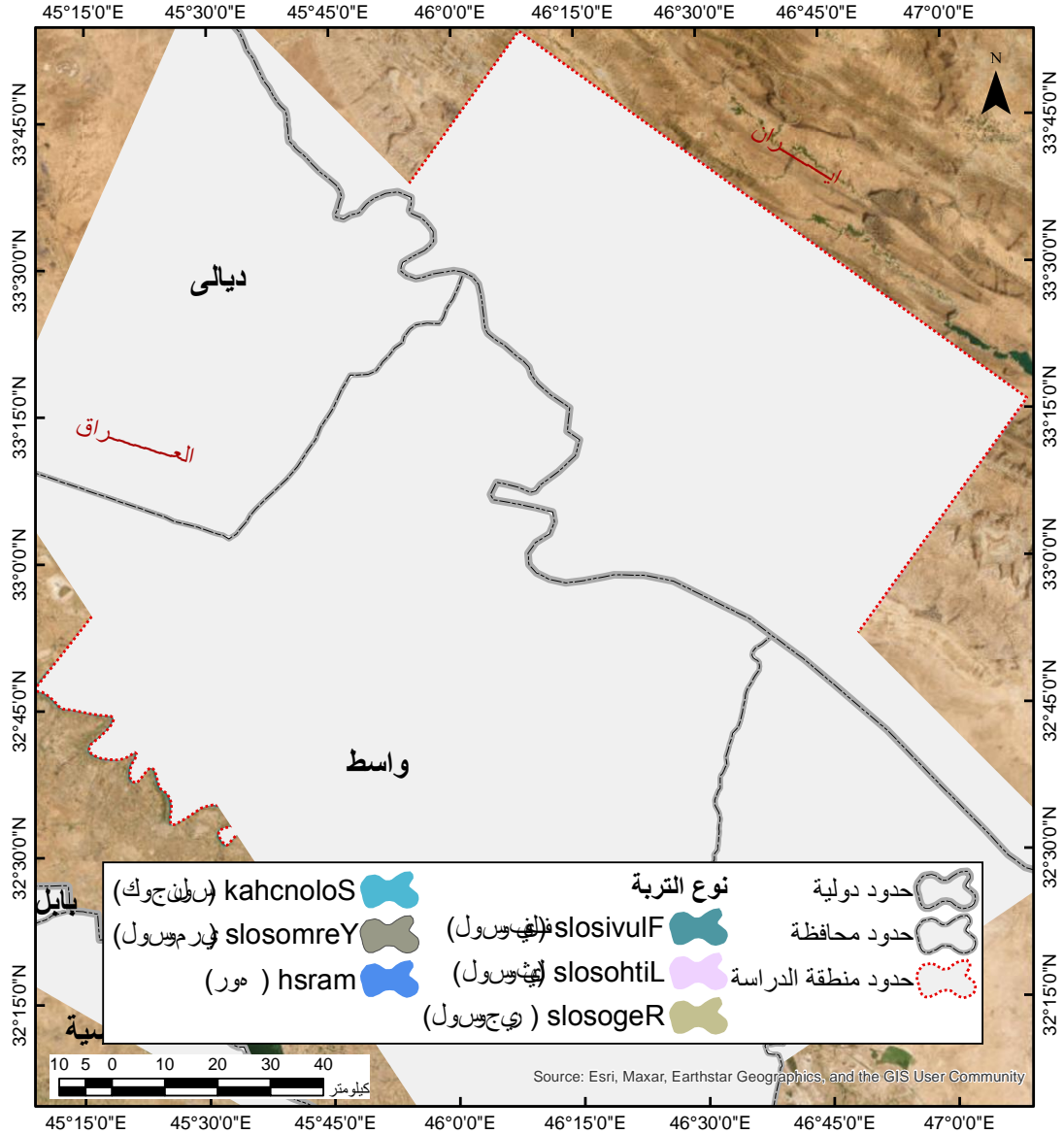
جدول 6.1: أنواع الترب في منطقة الدراسة بحسب تصنيف الفاو والمعتمد من قبل وزارة الزراعة الامريكية USDA

ترب الفاو	نوع التربة	المساحة (كم2)	نسبة المساحة %	تصنيف الفاو_FAO
WAT	marsh	256.5	1.58	هور
Y	Yermosols	1615.8	10.0	أنواع التربة ذات أفق ضعيف للغاية ونظام رطوبة جاف؛ عدم وجود التربة الصقيعية على بعد 200 سم من السطح .
J	Fluvisols	2314.2	14.3	أنواع التربة التي تطورت من الرواسب الغرينية الحديثة، ليس لها أفاق تشخيصية بخلاف (ما لم يتم دفنها بمقدار 50 سم أو أكثر من ، أو أفق . A مادة جديدة) أفق أصفر أو ظلي ، أو أفق كبريتي
R	Regosols	2477.1	15.3	نواع التربة الأخرى التي لا تحتوي على أفاق تشخيصية أو ليس لها سوى (ما لم يتم دفنها بمقدار 50 سم أو أكثر من مادة جديدة) أفق أصفر اللون .
I	Lithosols	4477.9	27.72	أنواع التربة التي يقتصر عمقها على الصخور الصلبة والتماسكة المستمرة على مسافة 10 سم من السطح .
Z	Solonchak	5007.8	31.0	أنواع التربة ذات الملوحة العالية وليس لها أفاق تشخيصية بخلاف (ما لم يتم دفنها بمقدار 50 سم أو أكثر من مادة جديدة) ، الأفق A

المصدر بالاعتماد على:-

<http://www.fao.org/geonetwork/srv/en/main.home#soils>

<http://www.fao.org/geonetwork/srv/en/metadata.show?id=14116>



شكل 13.1: أنواع الترب في منطقة الدراسة بحسب تصنيف الفاو والمعتمد من قبل وزارة الزراعة الامريكية USDA المصدر: منظمة الفاو.

<http://www.fao.org/geonetwork/srv/en/metadata.show?id=14116&currTab=distribution>

1. 2.7 التربة الصحراوية Yermosols (Y)

تكونت هذه الترب ضمن المناخات الصحراوية القاحلة ذات الجفاف العالي أو غالباً ما تتكون ضمن الأراضي الجبلية والمناطق المنخفضة بسمك (200 سم) من سطح الأرض، التي نشأت بفعل رواسب

الجبس المايوسينية، و غالبا ما تتعرض لعوامل التعرية والتجوية وهي ذات لون بني مصفر بفعل تركيز كبريتات الكالسيوم ، تتكون الطبقة السطحية من بقايا تجوية منزوعة الجبس ولها محتوى منخفض من المادة العضوية وليس لهذه التربة اي قيمة إلا في الرعي، إذ أن النبات الطبيعي غالبا ما يكون متناثرأ، كالأشجار والشجيرات والأعشاب السريعة الزوال (Driessen,2000) شغل هذا الصنف الأراضي الغربية امتداداً نحو الوسط مساحة (1615.8 كم²) بنسبة (10.0 %) من المساحة الكلية لمنطقة الدراسة.

1.7.3 التربة الفيضية الكلسية (FL) Fluvisols

وهي من الترب الحديثة التكوين تتواجد عند الأنهار والرواسب الغرينية التي غالبا ما تبدأ بسمك (25سم) من سطح التربة وتستمر بالسمك (لغاية 50 سم). عادة ما تعاني من حموضة التربة الشديدة ومستويات عالية من الأيونات الضارة وأنواع الكبريتات، تحتوي على خصائص التربة النهريّة ذات اللون البني أو الرمادي المشبع بالمياه، يمكن أن يتباين نسيجها من الرمل الخشن في تربة السدود إلى الطين الثقيل في مناطق الأحواض. تحتوي معظم مركبات التربة على قيم أس هيدروجيني محايدة أو شبه محايدة، تستخدم في زراعة المحاصيل الحولية والبساتين ويستخدم الكثير منها للرعي (Speece (1981)، امتدت وسط منطقة الدراسة باتجاه الجنوب الشرقي ، فضلا عن امتدادها بشرط ضيق ضمن أقصى المنطقة الجنوبية بالامتداد من الغرب إلى وسط وشرق المنطقة الجنوبية بمساحة (2314.25 كم²) و بنسبة(14.33%) من المساحة الكلية للمنطقة.

1.7.4 تربة الريجوسولس (R) Regosols

وهي تربة معدنية متطورة بشكل ضعيف تمتد بعمق (50 سم) من سطح الارض، ضمن الأراضي المتآكلة ،ولا سيما في المناطق القاحلة وشبه القاحلة وفي المناطق الجبلية، اذ يتباين محتوى المعادن المقاومة لعوامل التجوية من منخفض الى مرتفع، اذ يحتوي الأفق السطحي على مواد عضوية متحللة في المناخات الباردة بينما تميل الافاق السطحية في المناخات الحارة والجافة الى ان تكون رقيقة ومنخفضة من المواد العضوية ، تستخدم هذه الترب في الرعي المكثف، فضلا عن زراعتها انواع بعض الحبوب او اشجار الفاكهه(Driessen, et al., 2000) . شغل هذا النوع من الترب مساحات

تنحدر من الأراضي الغربية باتجاه الوسط والشرق، بمساحة (2477.1 كم²) بنسبة (15.3%) من المساحة الكلية لمنطقة الدراسة.

1.7.5 التربة الصخرية Lithosols (I)

تكونت هذه التربة في الأراضي الصخرية الشديدة الانحدار ضمن المناطق الجبلية والنتوءات الصخرية، وهي تربة ضحلة محدودة العمق لا يتجاوز سمكها الـ (10 سم)، فضلا عن تعرضها دائما لعمليات التجوية والتعرية ولاسيما في المواسم المطرية لذلك فهي غير صالحة للزراعة، بسبب انجراف التربة، اما غطائها النباتي فهو شجيرات مبعثرة وحشائش (Speece, 1981) غطى هذا النوع من التربة الاراضي الشمالية والشمالية الغربية تتوزع في الاجزاء الشمالية الشرقية من منطقة الدراسة وهي بذلك تشغل الاراضي الايرانية بمساحة (4477.9 كم²) بنسبة (27.7%) من مساحة منطقة الدراسة.

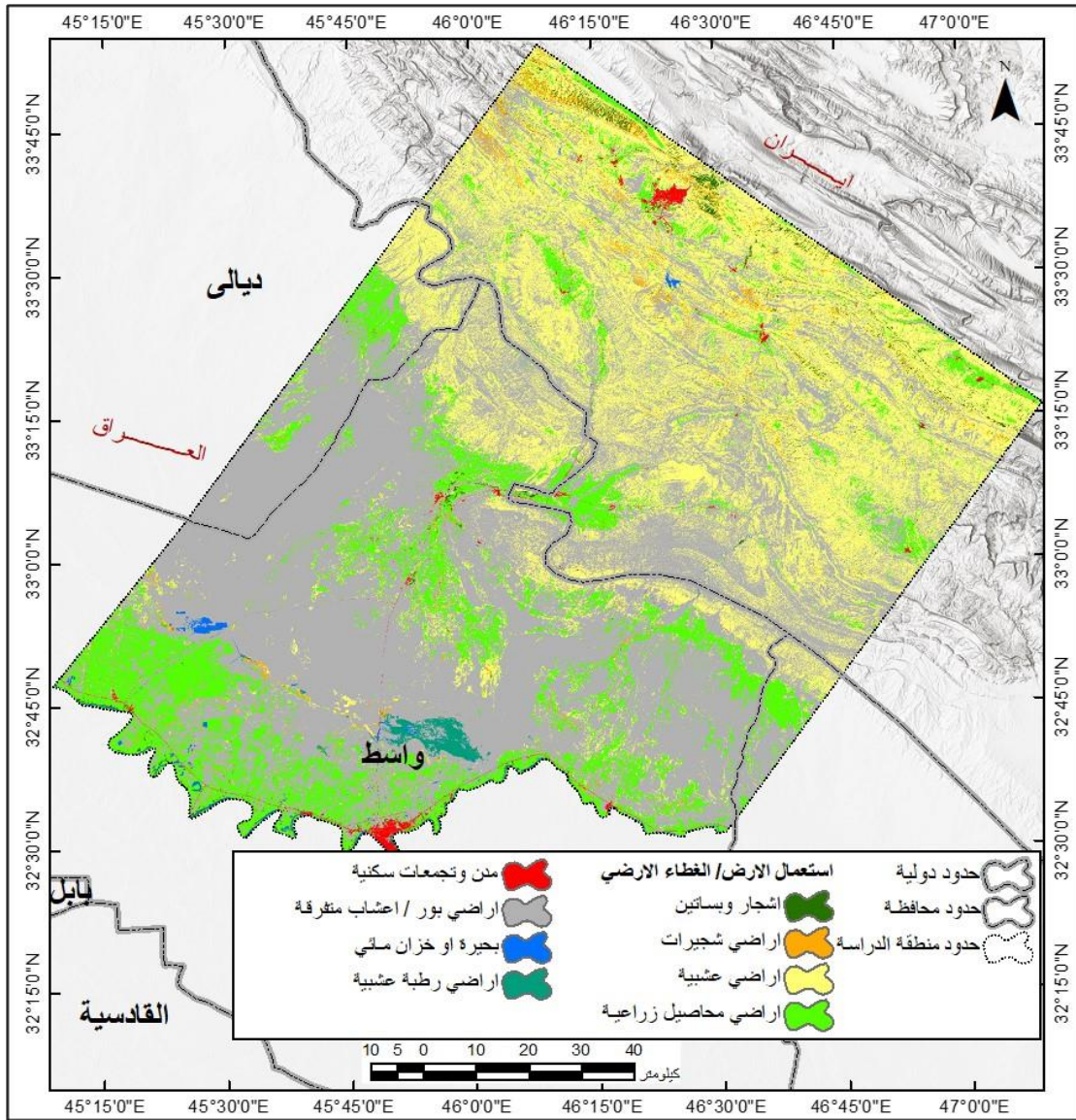
1.7.6 التربة الملحية Solonchak (Z)

وهي أحد أنواع الترب المتأثرة بالمياه، ذات الملوحة العالية ويقدر سمكها بـ (50 سم)، إذ تمتاز بأنها ذات نسجة ناعمة إلى متوسطة تتداخل معها أنواع من الترب الملحية العضوية والطينية المقلوبة فضلا عن الترب الفيضية الكلسية، فهي تحتوي على كميات كبيرة من الأملاح المتمثلة بـ كلوريد الكالسيوم وكلوريد المغنيسيوم، فضلا عن كبريتات الكالسيوم وكلوريد الصوديوم، تتراوح درجة الحموضة فيها ما بين 7.5 إلى 8.2. ويطلق عليها أحيانا اسم (السبخة)، يكون ذوبان الأملاح أكبر في موسم الجفاف الدافئ عندما يكون هناك تدفق صاف للمياه من منسوب المياه الجوفية إلى التربة السطحية، مقارنة بالموسم الرطب الأكثر برودة عندما تتسرب الأملاح من التربة السطحية بفائض هطول الأمطار. تستخدم امكانيات محدودة لزراعة المحاصيل التي تتحمل الملوحة أو لا تستخدم للزراعة على الإطلاق، تستخدم للرعي المكثف للأغنام والماعز والإبل والماشية والرعي (Driessen, 2000). بلغت مساحتها (5007.8 كم²) من مساحة منطقة الدراسة وهي بذلك شكلت أعلى نسبة مئوية بلغت (31.0%) من المساحة الكلية للمنطقة، وهي تشغل بذلك مساحات واسعة من الأراضي الغربية والجنوبية الغربية والجنوبية التي تضم اجزاء واسعة من قضاء بدرية وناحية جصان وبعض مناطق مركز واسط، فضلا عن مساحات ضئيلة تقع ضمن المنطقة الجنوبية الشرقية والاجزاء

الجنوبية التي تضم اراضي ومحاصيل زراعية بالقرب من الترب الفيضية لمنطقة الدراسة تشمل الأجزاء الغربية من ناحية شيخ سعد.

1.8 أستمالات الأرض والغطاء الأرضي :-

تعد طوبوغرافية سطح المنطقة ونوعية الصخور وانواع الترب من العوامل التي ساهمت في تعدد استمالات الارض في منطقة الدراسة ، و حسب بيانات القمر الصناعي Sentinel 2 المتعددة الاطياف التي تشمل (13) نطاقاً وبعتماد نطاق للجزء المرئي والاشعة تحت الحمراء ذات الموجات القصيرة والقريبة من الطيف، اي ان هناك بصمة طيفية لجميع الظواهر الموجودة التي بالامكان تحديدها والعمل ضمن ماتحتاجه الدراسة من ضواهر ،اذ تم ومن خلال برنامج ArcGIS 10.8.2 استخدام انواع النطاقات الخاصة لتميز الغطاء النباتي في منطقة الدراسة مصنفة ضمن جداول تحدد فيها المساحة والنسبة المئوية لكل استعمال من استمالات الارض والغطاء الارضي، و بالامكان التعرف الى انواع الغطاء النباتي عن طريق الانعكاسات الطيفية للمرئية الفضائية،ومن خلالها تم تمييز (8) أصناف من أستمالات الأرض والغطاء الأرضي في منطقة الدراسة شكل (14.1) وجدول (7.1).



شكل 14.1: خريطة اصناف استعمال الأرض والغطاء الأرضي في منطقة الدراسة

المصدر: بيانات القمر الصناعي Sentinel-2 ; access date / <https://esa-orlcover.org/en/data-access> ; access date / 29/1/2023

جدول 7.1: اصناف استعمال الأرض والغطاء الأرضي في منطقة الدراسة

اصناف الاستعمال	المساحة (كم ²)	نسبة المساحة (%)
أشجار وبساتين	136.61	0.846
أراضي شجيرات	265.64	1.645
أراضي عشبية	4730.76	29.295
أراضي محاصيل زراعية	2304.74	14.272
تجمعات سكنية	90.43	0.56
أراضي بور / اعشاب متفرقة	8491.63	52.584
بحيرة او خزان مائي	55.39	0.343
أراضي رطبة عشبية	73.47	0.455
المجموع	16.148.67	%100

المصدر : الاعتماد على شكل 14.1 وباستخدام بيانات القمر الصناعي Sentinel-2

1.8.1 اشجار وبساتين

يغطي هذا النوع من الغطاء الأرضي أجزاء ضئيلة جداً في أقصى شمال منطقة الدراسة داخل الأراضي الإيرانية بمساحة ضئيلة جداً تقدر بـ (136.6 كم²) و (بنسبة 0.8%) تمتد عبر ترسبات المنحدرات القادمة من المنحدرات الإيرانية المتكونة من الرمال والطفل وقطع صخرية ضمن الأراضي الجبلية والتنوءات الصخرية ، ذات ترب محدودة العمق لا يتجاوز سمكها (10 سم)، فهي بذلك معرضة دائماً لعمليات التجوية والتعرية ولاسيما في المواسم المطرية لذلك فهي غير صالحة للزراعة، بسبب انجراف التربة، لذا تكون فيها نسبة الأشجار والبساتين متفرقة نسبياً.

2.8.1 أراضي شجيرات

شغلت أراضي الشجيرات مساحات متفرقة من منطقة الدراسة ما بين أقصى الشمال الغربي والأراضي الشمالية داخل الأراضي الإيرانية ضمن تكوينات اللوكسين – المايوسين أو ما تسمى بالجيرية ذات الحجر الجيري والطبقات الحمراء ذات الترب الصخرية والأنحدار الشديد ضمن الأراضي الجبلية، فضلاً عن امتدادها عبر الأراضي العراقية إلى الجنوب من منطقة الدراسة بمساحة ضئيلة تقدر بـ

(265.64 كم²) بنسبة (1.6%) من المساحة الكلية لمنطقة الدراسة ذات ترسبات المستنقعات والشقوق ضمن الاراضي المنخفضة والترب الملحية.

1. 8. 3 الاراضي العشبية

شغلت الأراضي العشبية أجزاء واسعة من منطقة الدراسة وذلك بامتدادها عبر الأراضي الشمالية والشمالية الغربية باتجاه الاراضي الشرقية ضمن الأراضي الإيرانية، فضلا عن وجودها بمساحات متفرقة في وسط وجنوب منطقة الدراسة صورة (1. 2)، إذ بلغت مساحتها (4730.76 كم²) بنسبة (29.2%) من المساحة الكلية لمنطقة الدراسة وهي بذلك تأتي بالمرتبة الثانية بعد الأراضي البور من حيث المساحة إذ تباين وجودها ما بين تكوينات جيولوجية وأنواع ترب وانحدارات مختلفة نظرا لانتشارها ضمن مساحات واسعة.



صورة 1. 2: أراضي عشبية ، ناحية زرباطية تاريخ الزيارة 1- 3- 2024

E:46 4 43.609-N:33 2 16.58

1. 8. 4 أراضي محاصيل زراعية

تركزت اراضي المحاصيل الزراعية ولاسيما الموسمية التي امتدت خلالها بعض المشاريع الأروائية في أقصى الجزء الجنوبي من منطقة الدراسة، فضلا عن أنتشارها بصورة متفرقة بالأجزاء الغربية

والوسطى والشرقية بمساحة (2304.74 كم²) وبنسبة (14.2%) من المساحة الكلية لمنطقة الدراسة ضمن ترسبات السهل الفيضي ذات الترب الحديثة التكوين التي تحتوي على خصائص التربة النهرية ذات اللون البني أو الرمادي المشبع بالمياه تستخدم في زراعة المحاصيل الحولية والبساتين فضلا عن استخدامها للرعي، صورة (1 . 3) و(4.1).



صورة 1. 3: المحاصيل الزراعية الموسمية في ناحية جصان ، تاريخ الزيارة 1- 3- 2024



صورة 1. 4: مشروع أرواني في ناحية زرباطية ، تاريخ الزيارة 1- 3- 2024

E:46 4 43.609-N:33 2 16.58

5.8.1 تجمعات سكنية

شغلت التجمعات السكنية مساحة ضئيلة منطقة الدراسة شغلتها بعض التجمعات السكنية في أقصى الشمال ضمن الأراضي الإيرانية، فضلا عن التجمعات السكنية في وسط وأقصى جنوب منطقة الدراسة بامتداد مجرى نهر كلال بدره ضمن منطقة السهل الرسوبي، في قضاء بدره، والنشاطات الصناعية في غرب منطقة الدراسة في ناحية زرباطية وفي مدينة الكوت. شغلت هذه التجمعات مساحة (90.43 كم²) بنسبة (0.56%) من المساحة الكلية لمنطقة الدراسة صورة (5.1) و(6.1).



صورة 5.1: معمل بورك الليث في ناحية زرباطية، تاريخ الزيارة 1-3-2024

E:46 2 44.006-N:32 45 4.676



صورة 6.1: مجرى نهر كلال بدره في قضاء بدره، تاريخ الزيارة 1-3-2024

33°06'19"N 45°56'15"E

6.8.1 أراضي بور/ اعشاب متفرقة

شغلت أراضي البور والأعشاب المتفرقة اوسع الأستعمالات مساحة، شغلت اراضي واسعة ممتدة من الغرب باتجاه الوسط والشرق والجنوب الشرقي فضلا عن مساحات متفرقة شغلتها في الشمال، ضمن تكوينات الجريان السحي وترسبات المنخفضات ذات الترب الملحية والكلسية الحديثة والأنحدرات المعتدلة والمستوية بلغت المساحة الكلية لهذا الصنف من الاستعمالات (8491.6 كم²) وبنسبة (52.58%) من المساحة الكلية للمنطقة (صورة 7.1).



صورة (7.1) أراضي بور واعشاب متفرقة في ناحية جسان ، تاريخ الزيارة 2024-3-1

7.8.1 بحيرة أو خزان مائي

تركزت ضمن الاراضي الجنوبية الغربية ذات تكوينات ترسبات المستنقعات والاراضي المنخفضة والمستوية ضمن منطقة السهل الرسوبي ذات الترب الكلسية الحديثة التكوين والاراضي الشمالية الشرقية ضمن مساحة (55.39 كم²) وبنسبة (0.34 %) من المساحة الكلية للمنطقة ضمن الأراضي الايرانية ذات ترسبات المنحدرات والترب الصخرية في المناطق الشديدة الانحدار .

8.8.1 أراضي رطبة عشبية

شغلت هذه الأراضي مساحات ضئيلة قرب مجاري الأنهار جنوب منطقة الدراسة بمساحة (73.47 كم²) وبنسبة (0.45%) ضمن ترب الأهوار المتواجدة ضمن الأراضي المنخفضة من الأراضي السهلية للمنطقة ذات الرواسب الطينية والغرينية والرملية، صورة (8.1).

وبعد تصنيف استعمالات الارض في منطقة الدراسة بالاعتماد على بيانات القمر الصناعي (Sentinel-2) وبالباغعة (8) اصناف تبين ان (52%) منها وهي النسبة الاعلى من بين استعمالات الارض كانت اراضي بور واعشاب، دلالة على تراجع نشاط العمليات الجيومورفولوجية في منطقة الدراسة ولاسيما الاراضي داخل الحدود العراقية.



صورة 8.1: أراضي رطبة عشبية، ناحية زرباطية تاريخ الزيارة 1-3-2024

E:46 3 8.123-N:33 10 11.246

الفصل الثاني

أستخدام المرئيات الفضائية والصور
الجوية في تصيف الاشكال الأرضية

الفصل الثاني : استخدام المرئيات الفضائية والصور الجوية في تصنيف الاشكال الأرضية

1.2 تمهيد

استخدم علماء الأرض منذ عقود، طرقاً مختلفة لتقليل إجمالي التباين المكاني السطحي الذي تتواجد فيه الاشكال الأرضية إلى عدد محدود من الوحدات الارضية التي يمكن تمييزها بسهولة والتي قد تشير إلى الهيدرولوجيا السطحية أو خصائص التربة أو استقرار الموقع، اذ لاحظ العديد من المؤلفين (2000 ، Burrough ، 1992 ، Moore et al ، 1993 ، Pike 1988 ، Dikau ، 1989 ، wahashi) في المراحل الأولى من دمج GIS في دراسات تصنيف الاشكال الارضية باستخدام نماذج التضاريس الارضية DTMs المتولدة من خلال بعض عمليات معالجة الصور يبدو أنها تنجز شكل التضاريس وانماطها بكفاءة. ظهرت المعايير المتعددة لتصنيف الاشكال الارضية من خلال التجربة والخطأ في التعامل مع بيانات الـ DEMs و DTMs المختلفة التي تم إنتاجها عبر خوارزميات مختلفة بالتزامن مع التفسيرات الهندسية للتضاريس على عكس طرق التصنيف التقليدية، فإن التصنيف الآلي للشكل الأرضي القائم على البيانات العددية هو عملي وقابل للتكرار . تم تطوير عدد من الأساليب والإجراءات لتصنيف التضاريس حيث يتداخل القياس الجيومورفومتري بشكل متزايد مع مجال نظم المعلومات الجغرافية، على الرغم من اختلافها في المنهجية والمتغيرات التي تستخدمها، إلا أن القاسم المشترك بينهما هو أنها تستخدم DTMs المشتقة من DEM كمدخلات. بعد تطوير نظم المعلومات الجغرافية و تحليل التضاريس الرقمية، أصبحت معالجة مجموعات البيانات متعددة المتغيرات ذات الدقة العالية فعالة للغاية وتم تحسين دراسة التصنيف الآلي للتضاريس، وهو نتاج التطور في مجال تكنولوجيا الكمبيوتر والهندسة الجيومورفولوجية التقليدية (Gerçek et al.2011) .

ولهذا تتمثل الطرق التقليدية لدمج الوحدات التضاريسية وأستخدامها في تحديد الاشكال الأرضية من خلال المسح الميداني أو استخدام الصور الجوية المجسمة بأنها تستغرق وقتاً طويلاً نسبياً وتعتمد النتائج على القرارات الشخصية للمفسر والتي ترسم على شفافيات ورقية اذ لا يمكن تكرارها (Drăguț & Blaschke, 2006).

سيتم في هذا الفصل تصنيف الاشكال الأرضية من ثلاثة أنواع من بيانات الأستشعار عن بعد والمتمثلة في بيانات أقمار صناعية ذات دقة مكانية عالية، ومرئيات خاصة بالقمر لاندسات -9، ومجموعة من الصور الجوية لأظهار دور التباين في دقة التمييز المكاني في للاشكال الأرضية لمنطقة الدراسة .

2. تصنيف الاشكال الأرضية من مرئيات الأقمار الصناعية العالية الدقة

يؤدي التصنيف الدقيق للشكل الأرضي في منطقة معينة دوراً مهماً في التعبير عن الخصائص الطبوغرافية، والكشف عن آليات التكوين الجيومورفولوجي، والإشارة إلى عملية تطور الشكل الأرضي، تم استخدام مرئيات فضائية عالية الدقة وهي موزائيك لبيانات عدة أقمار صناعية يغطي معظم أجزاء الكرة الأرضية انتجتها مؤسسة اسري الأمريكية حيث تتراوح دقتها المكانية بين 30 سم الى 30 متر في المناطق الصحراوية وفي منطقة الدراسة عموماً هي بدقة تمييز مكاني حوالي 1 متر وهي موزائيك لعدة أقمار منها (Quick Bird والقمر الصناعي Ikonos و Sentinel-2).

تم تصنيف الاشكال الأرضية الى (42) شكلاً أرضياً وكما مبين في الجدول (1.2) والشكلين (1.2) (2.2).

تم التحليل والتفسير البصري للأشكال الأرضية في المنطقة باستخدام برامج ArcGIS pro v.3.02، اذ جعل كل المناطق التي لها الانعكاس نفسه في مجموعة محددة اي جعل كل بكسل له نفس العدد الرقمي DN في المجموعة الواحدة او مايسمى Themes. وبعد عملية تحديد الفئات المتشابهة اذ ان هذه العملية تتطلب تفاعلاً كاملاً بين المفسر والصورة كما انها تحتاج الى معرفة تامة بجغرافية المنطقة المدروسة ان مرحلة تحديد الفئات تحدد مدى نجاح التصنيف وبالتالي قيمة المعلومات الناتجة عن عملية التصنيف بأكملها.

تتم مقارنة كل بكسل المراد تصنيف صورته الفضائية مع الفئات التي تنتمي اليها عددياً اذ يتم تسميتها باسم الفئة التي تم تصنيفها، اي ان اعداد الاشكال الارضية يمثل عدد المظلمات التابعة لكل شكل ارضي في جدول الخصائص الموجود في البرنامج اذ تتوقف عملية التصنيف هذه على انتاج المخرجات النهائية الخرائط والجدول التي تشير الى كم المعلومات التي تم استخراجها عن منطقة الدراسة.

وكان للتكوينات الصخرية والتراكيب الجيولوجية والتضاريس دوراً مهماً في تباين الاشكال الأرضية لاسيما في الأجزاء الشرقية من منطقة الدراسة أي مناطق أعالي أحواض الاودية، اما في المناطق الغربية وفي مناطق مصبات الأودية كان للتربة وأستعمال الأرض والجريان السطحي دوراً مهماً في تكوين الاشكال الأرضية كون اذ انها خالية من المكاشف الصخرية ومغطاة بالترسبات الحديثة، وتم ترميز الاشكال الارضية الى رموز مختصرة واسقاطها على الخريطة ليتسنى على القارئ دلالتها.

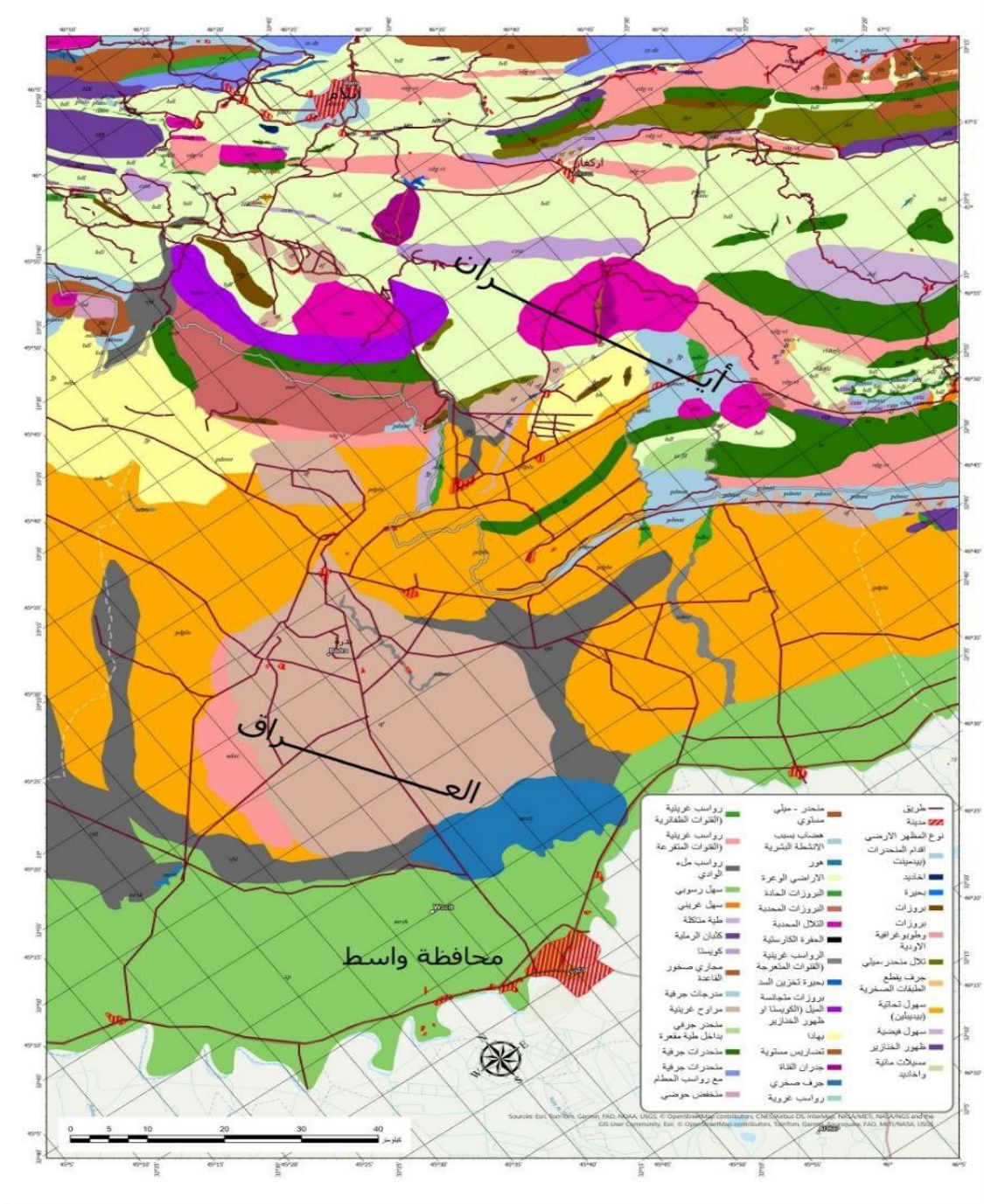


شكل 2.1: موزانيك مرنيات فضائية عالية الدقة تعود لاقمار صناعية مختلفة لمنطقة الدراسة 2022

جدول 2. 1: مساحات ونسب الاشكال الأرضية التي تم استخراجها من بيانات أقمار صناعية عالية الدقة (م1)

عدد الاشكال	نسبة المساحة %	المساحة (كم2)	الرمز	المظهر الأرضي	Landform	ت
10	2.423	396.6	anth	التلال المحدبة	Anticlinal hills	1
17	0.569	93.2	rdg	بروزات	Ridges	2
15	5.235	857.1	rdg-vt	بروزات وطوبوغرافية الاودية	Ridges & valleys topography	3
4	0.173	28.3	ra	البروزات الحادة	Acute ridges	4
4	1.887	308.9	antr	بروزات طية محدبة	Anticline ridges	5
7	1.178	192.9	dsr	بروزات منحدر-ميلي	Dip -slope ridges	6
1	1.211	198.3	homc-r	بروزات متجانسة	HomoClinic ridges	7
18	1.011	165.6	csta	كويستا	Cuesta	8
21	1.201	196.6	HB	ظهور الخنازير	HOG-BACK	9
1	0.930	152.3	def	طية متاكلة	Depression (Eroded fold)	10
3	0.069	11.3	clf	جرف صخري	Cliffs	11
3	0.036	5.9	escr-c	جرف يقطع الطبقات الصخرية	Escarpment and cliff	12
11	1.590	260.3	fds	منحدر - ميلي مستوي	Flatiron dip slope	13
34	4.141	677.9	ss	منحدرات جرفية	Scarp slopes	14
3	1.002	164.1	ss-ds	منحدرات جرفية مع رواسب الحطام	Scarp slopes with debris sediments	15
1	0.212	34.6	ss-fd	منحدر جرفي بداخل طية مقعرة	Scarp slopes within folded depression	16
33	16.712	2736.2	bdl	الاراضي الوعرة	Badlands	17
22	3.671	601.1	pdmnt	اقدام المنحدرات	Pediment	18
9	19.657	3218.4	pdpln	سهول تحتائية	Pedi plains	19
2	0.076	12.5	plr	تضاريس مستوية	Planated relief	20
29	9.220	1509.5	af	مراوح غرينية	Alluvial fan	21
2	3.617	592.3	bh	بهادا	Bahada	22
5	0.325	53.2	cw	جدران القناة	Channel walls	23
1	0.074	12.1	stpsc	مدرجات جرفية	Stepped scarp	24
2	0.015	2.4	gul	اخاديد	Gullies	25
3	0.073	11.9	rl-gls	مسيلات مانية واخاديد	Rills-gullies	26
2	0.021	3.4	cod	رواسب غروية	Colloidal deposits	27
9	0.274	44.8	adbc	رواسب غرينية (القنوات الظفانرية)	Alluvial deposit s(Braided channels)	28
1	0.872	142.8	adac	رواسب غرينية (القنوات المتفرعة)	Alluvial deposits (Anabranching channels)	29
7	0.462	75.6	admcc	رواسب غرينية (القنوات المتعرجة)	Alluvial deposits (Meandering channels)	30
12	5.655	925.8	vfd	رواسب ملئ الوادي	Valley fill deposits	31
2	0.046	7.5	ap	سهل غريني	Alluvial plain	32
1	14.189	2323.0	sp	سهل رسوبي	Sedimentry plain	33
12	0.318	52.1	fp	سهول فيضية	flood plain	34
9	0.028	4.7	platu	هضاب بسبب الانشطة البشرية	Plateau due to human activities	35
3	0.093	15.3	ses	كثبان الرملية	Sanddunes	36
1	0.001	0.2	snkhl	الحفرة الكارستية	Sinkhole	37
7	0.048	7.8	brc	مجاري صخور القاعدة	Bed rock channel	38
1	0.106	17.4	bd	منخفض حوضي	Basin depression	39

1	0.017	2.8	dsl	بحيرة تخزين السد	dam storage lake	40
6	0.003	0.4	lk	بحيرة	Lake	41
4	1.559	255.2	mrsh	هور	Marsh	42
		16.3725				



شكل 2.2: الاشكال الأرضية المستخرجة من بيانات الاقمار الصناعية العالية الدقة

ادناه أستعراض لأنواع الاشكال الأرضية التي تم التعرف عليها :-

أولاً : الاشكال الارضية ذات اصل البنائي التعروي :-

1. التلال المحدبة Anticlinal hill

أحد الأشكال ذات الأصل البنيوي التعروي، تتخذ الشكل الهرمي أو القبابي، تمتاز بارتفاعها عما يجاورها، يعود سبب تكوينها إلى تعرض الجبال إلى تعرية شديدة تتسبب في فقدان طبقة الصخور الصلبة، أو نتيجة تعرض المنطقة إلى حركات أرضية ترتفع فيها هذه الأشكال عن بقية الأراضي المحيطة بها (Pavlopoulos et al. 2009). بلغ عددها(عشرة) اشكال ارضية بمساحة (396.6 كم²) وبنسبة (2.4 %) من المساحة الكلية للمنطقة. شغل أربعة منها ضمن المنطقة الشمالية بينما شغلت المظاهر الثلاثة الأخرى وسط المنطقة، فضلا عن وجود مظهرين ضمن الأراضي الجنوبية الشرقية، و آخر شاغلاً الأراضي الشمالية الغربية من منطقة الدراسة تواجدت بعض المظاهر ضمن تكوين طورون سينون وتكوين الفتحة الذي يتكون من الحجر الطيني والكلسي والمارل والجبس، اما بقية المظاهر تقع ضمن ارتفاع ما بين (210-550م) وهي شديدة الانحدار اذ بلغت درجة انحدارها ما بين (16.1-30) درجة.

2. البروزات Ridges

مصطلح عام لأراضي مرتفعة وضيقة وطولية تظهر على سطح الأرض، وعادة ما تكون حادة القمة مع جوانب شديدة الانحدار، وتحدث إما بشكل مستقل أو كجزء من جبل أو تل أكبر كالمرتفعات الممتدة بين الوديان وهي مقاربة للجبال بصورة عامة إلا أنها أقل ارتفاعا، يبلغ ارتفاعها بشكل عام أقل من (8) كيلومترات (Haskins, 1998)، وتعد هذه الاشكال مرحلة من المراحل المتقدمة للشواهد الصخرية نتيجة العمليات المائية والريحية. بلغ عددها (سبعة عشر) شكلا أرضياً بمساحة (93 كم²) وبنسبة (0.56 %) من المساحة الكلية للمنطقة، شغل سبعة منها الأراضي الشرقية، بينما تواجد ستة ضمن الأراضي الشمالية مع وجود ثلاثة اشكال وسط المنطقة ويقع أحدها في الأراضي الغربية لمنطقة الدراسة.

3. البروزات وطوبوغرافية الاودية Ridges and vallyes topography

وهي أراضي متموجه تكون فيها أودية تجري غالباً بموازاة أسطح الطبقات الصخرية للبروزات (Huggett, 2007). بلغ عددها (خمسة عشر) شكلاً بمساحة (857.1 كم²) وبنسبة (5.23 %) ، شغل أحد عشر منها الأراضي الشمالية والشمالية الشرقية بينما تواجد ثلاثة اشكال في الأراضي الجنوبية الشرقية فضلاً عن وجود شكلاً شاغلا المنطقة الوسطى من منطقة الدراسة .

4. البروزات الحادة Acute ridges

طبقة صخرية الاكثر عرضة للتآكل ذات شكل متجانس مائلة بدرجة انحدار (30 إلى 70)، يتزايد تآكلها بمرور الوقت، مما يؤدي إلى تراجع طبقاتها السطحية (Pavlopoulos et al. 2009). شغلت البروزات الحادة والبالغ عددها (أربعة) اشكال مساحة (28.3) كم² وبنسبة (0.17 %) من مساحة المنطقة الكلية أمتدت عبر الأراضي الشرقية من منطقة الدراسة ،مرئية فضائية (2). 1 .(



مرئية فضائية 2. 1: بروزات حادة في منطقة الدراسة .

5. بروزات طية محدبة Anticline ridges

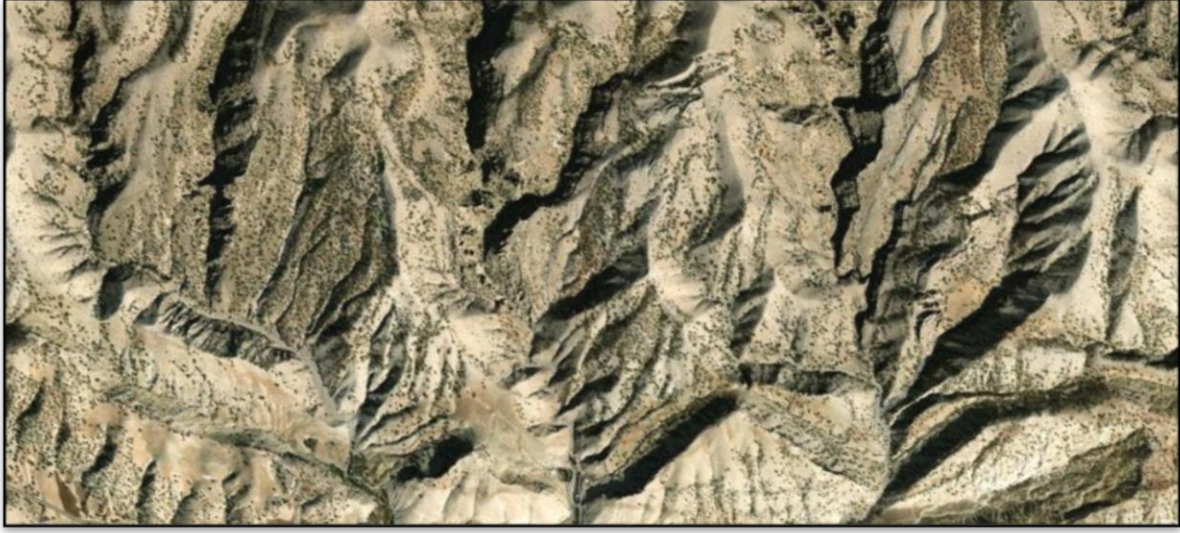
وهو شكل أحادي الميل يقع في المناطق التي تتكون من نوعين متباينين من الصخور. بلغ عددها (أربعة) أشكال أرضية بمساحة (308.9) كم² وبنسبة (1.88%) من المساحة الكلية لمنطقة الدراسة تواجد ثلاثة منها عبر الأراضي الغربية، بينما يوجد أحدها ضمن الأراضي الشرقية من منطقة الدراسة، مرئية فضائية (2.2).



مرئية فضائية 2.2: بروزات طية محدبة.

6. بروزات منحدر- ميلي Dip slope ridges

أحد الأشكال الأرضية الناتجة بفعل عدد من العوامل الطبيعية التي تعمل على تشكيلها سواء كانت حركات أرضية أم بفعل العوامل المناخية، أو الطبيعة الجيولوجية للمنطقة ويكون المنحدر باتجاه ميل الطبقات الصخرية، (Haskinset al. 1998). بلغ عددها (سبعة) أشكال شاغلة مساحة (192.9) كم² وبنسبة (1.17%) من المساحة الكلية للمنطقة، تباين توزيعها في ظهور أربعة منها ضمن الأراضي الشرقية بينما شغل ثلاثة أخرى الأراضي الوسطى من منطقة الدراسة مرئية فضائية (2.3).



مرئية فضائية 2. 3 : بروزات منحدر ميلي Dip slope ridges.

7. بروزات متجانسة Homoclinic ridge

طبقة ضخرية تميل بزاوية تتراوح بين (10 - 30) درجة (Pavlopoulos، 2009) أو سلسلة من طبقات الصخور التي لها نفس الأنحدار، على سبيل المثال جناح طية، أو كتلة صدع مائلة ، أو خط (Haskinset al. 1998). إذ ان ميل الطبقات له الاثر الكبير في ظهور هذه الاشكال بلغ عددها شكلا أرضيا(واحداً) بمساحة (198.3 كم²) وبنسبة (1.21 %) من المساحة الكلية للمنطقة شاغلا الأراضي الغربية منطقة الدراسة مرئية فضائية (2. 4) .



مرنية فضائية 2.4: بروزات متجانسة Homocline ridges.

8. كويستا Cuesta

عبارة عن بروزات صخرية تتسم بأنحدار غير متمائل على جانبي البروز الصخري، يتم التحكم في تكوين الكويستا عملية التآكل التفاضلي للطبقات المائلة (Haskins et al. 1998). وتعرف على انها مكاشف صخرية ذات درجة ميل قليلة الى متوسطة لا تتجاوز 45 درجة تعود نشأتها الى التباين في درجة صلابة التكوينات الصخرية ونظام بناؤها فهي أشد أنحدراً في التكوينات الصخرية الصلبة منها في الصخور الضعيفة المقاومة، كما يكون تواجدها في الطيات التي تكونت نتيجة تعاقب صخور فتاتية هشة مع الصخور الرملية الصلبة (سلامة، 2007)، بلغ عدد المظاهر (ثمانية عشر) شكلاً بمساحة (165.6) كم² ونسبة (1.01%) من المساحة الكلية للمنطقة توزعت عبر مناطق متفرقة من منطقة الدراسة شاغلة بعضها الأراضي الشمالية الشرقية وبعضها الأراضي الشمالية الغربية والبعض الآخر الأراضي الشرقية من منطقة الدراسة صورة (2.5).



صورة 2. 5: شكل أرضي يمثل الجبهة الأمامية للكويستا. Cuest ناحية زرباطية تاريخ الزيارة 1-3-2024

(E:45 49 30.033-N:33 18 53)

9. ظهور الخنازير Hogback

أحد الأشكال الجيومورفولوجية ذات المنشأ البنيوي، الناتج عن التباين مابين صلابة التكوينات الصخرية وطبيعة نظام بنائها، مرتفع ذا قمة أو ظهر حاد أو سلسلة من التلال الضيقة التي تتكون من الصخور المائلة أو الهيكلية تتكون عندما يكون ميل الطبقات أعلى من 50 درجة . يتكون الشكل الأرضي من سفحين متماثلين ولهما قمة تشبه ظهور الخنازير، متعاقبة مع صخور هشة ذات مقاومة ضعيفة (Pavlopoulos, Evelpidou, & Vassilopoulos, 2009). بلغت أعدادها (واحد وعشرون) شكلاً بمساحة (196.6) كم² وبنسبة (1.20 %) من المساحة الكلية للمنطقة ، شغل ثلاثة عشر شكلاً المساحة الأكبر ضمن الأراضي الشمالية الشرقية، بينما تواجد خمسة أخرى في الأراضي الشمالية وظهر إثنان ضمن الأراضي الجنوبية الشرقية فضلا عن وجود أحدها ضمن الأراضي الشرقية من منطقة الدراسة ، مرئية فضائية (2. 6).



مرئية فضائية 2.6: كويستا وظهور الخنازير، HomoClinic ridges .

10. طية متاكللة (Eroded fold) Depression

تتعرض الصخور بعد تكونها لتأثير عدة قوى تغير من وضعها الأصلي، فالطيات هي التشوهات التي تنتاب الطبقات الصخرية الرسوبية فتجعلها بشكل طيات نتيجة ضغط جانبي على حدود الطبقة الصخرية، فأما يكون الضغط إلى الأعلى فتتكون الطية المحدبة أو إلى الأسفل فتتكون الطية المقعرة. يتباين طول وعرض هذه الطيات من الأمتار إلى عدة كيلومترات (Haskins et al., 1998). بلغت مساحة الشكل الأرضي الوحيد ضمن منطقة الدراسة (152.3) كم² وبنسبة (0.93 %) في الجزء الشرقي من منطقة الدراسة مرئية فضائية (2.7).



مرئية فضائية 7.2 : طية متاكله، Depression Eroded fold .

11. جرف صخري Cliff

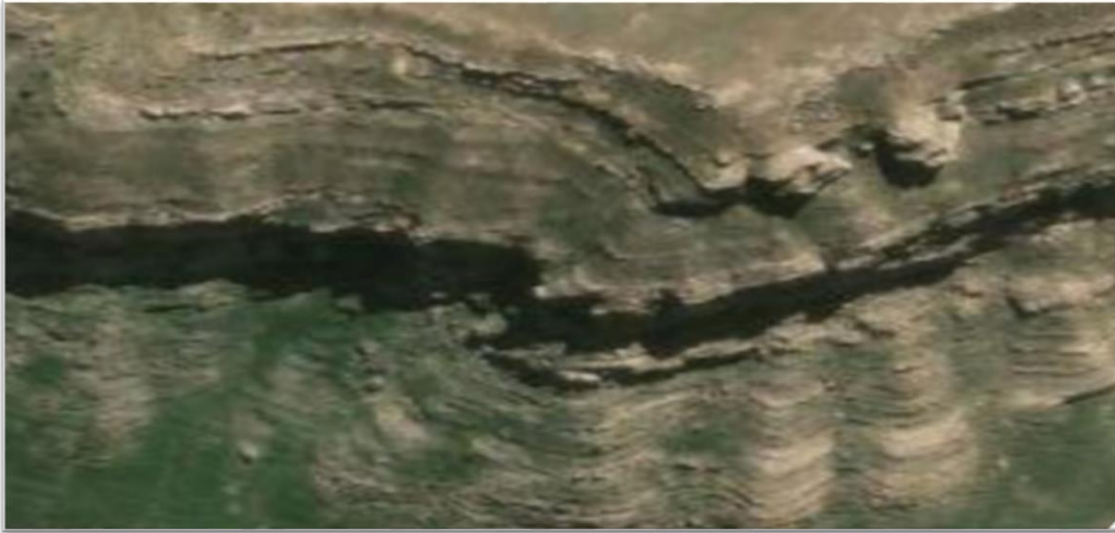
الجرف شكل أرضي مشترك، سطح صخري مرتفع شديد الانحدار او عمودي، عادة ما ينشأ الجرف عن طريق التآكل، (Haskins et al .1998). شغلت هذه الاشكال مساحة (11.3) كم² وبنسبة (0.69 %) وبعده ثلاثه اشكال، شاغلة أحداها الاراضي الشرقية والأخر أقصى المنطقة الشمالية فضلا عن وجود شكلاً ضمن الأراضي الشمالية الغربية من منطقة الدراسة، مرئية فضائية (8.2).



مرئية فضائية 2 . 8: جرف صخري Cliff.

12. جرف يقطع الطبقات الصخرية بصورة عمودية Escarpment and cliff

عبارة عن جرف صخري تتكشف فيه الطبقات الصخرية بصورة افقية (Huggett, 2007). بلغ عددها ثلاثة اشكال أرضية شغلت مساحة (5.9) كم² ونسبة (0.063 %) من المساحة الكلية لمنطقة الدراسة تواجد اثنان منها أقصى الأراضي الشرقية، بينما أمتد شكلاً آخر ضمن الأراضي الجنوبية الشرقية لمنطقة الدراسة مرئية فضائية (2. 9).



مرئية فضائية 2. 9: جرف يقطع الطبقات الصخرية بصورة عمودية Escarpment and cliff.

13. منحدر - ميلي مستوي Flatiron dip slope

وهي تمثل أشكال من المثلثات الناتجة عن جريان خطوط تصريف المياه بصورة متوازية، حيث تعمل التعرية المائية على تعرية الطبقات الصخرية مسببة أشكال أشبه بالمثلثات على سطح المنحدر (Huggett, 2007). بلغت مساحة هذه المنحدرات (260.3 كم²) والبالغ عددها (أحد عشر) منحدرًا بنسبة (1.59 %) من المساحة الكلية لمنطقة الدراسة شغل ستُّ منها الأراضي الشرقية بينما شغل اثنان منها أقصى الأراضي الشمالية وتواجد آخران ضمن الأراضي الشمالية الغربية فضلًا عن وجود شكلًا ضمن الأراضي الشمالية الشرقية مرئية فضائية (2 . 10).



مرئية فضائية 2 . 10: منحدر - ميلي مستوي Flatiron dip slope.

14. منحدرات جرفية Scarp slopes

أحد الأشكال الجيومورفولوجية ذات الوجه الشديد الانحدار نسبياً أو أكثر انحداراً للكويستا باتجاه معاكس لميل الطبقات يتشكل من خلال التصدع، والذي يكسر الأستمرارية للطبقات الصخرية عن طريق فصل الأسطح الواقعة على مستويات مختلفة (Haskins et al. 1998). بلغ عددها (أربعة

وثلاثون) شكلاً بمساحة (677.9 كم²) وبنسبة (4.14%) من المساحة الكلية للمنطقة أمتدت هذه الأشكال على نطاق واسع ضمن الأراضي الشمالية الشرقية باتجاه الشرق والجنوب الغربي من منطقة الدراسة ضمن تكوينات جيولوجية معقدة وأنحدارات شديدة ضمن الترب الصخرية مع بعض الشجيرات والأعشاب المتفرقة مرئية (11.2) و صورة (12.2).



مرئية فضائية 11.2: منحدرات جرفية Scarp slopes.



صورة 2. 12: منحدرات جرفية scarp slopes ، ناحية زرباطية، تاريخ الزيارة 1-3-2024

(E:45 59 24.23-N:33 25 28.81)

15. منحدرات جرفية مع رواسب الحطام Slopes with debris sediments

هي المنحدرات التي يتخللها الفتات صخري الناتج عن التعرية والتجوية . بلغ عدد ها (ثلاثة) اشكال بمساحة (164.1 كم²) وبنسبة (1.00%) من المساحة الكلية للمنطقة يقع اثنان منها في الأراضي الشمالية وشكلاً واحداً في الجزء الشمالي الشرقي من منطقة الدراسة .

16. منحدر جرفي بداخل طية مقعرة Scarp slopes within folded depression

هي منحدرات باتجاه المنخفض التركيبي وتتكشف الطبقات الصخرية على سطح وأجهة المنحدر. إذ يوجد شكلاً أرضياً (واحداً) وبمساحة (34.6 كم²) أي بنسبة (0.21 %) من المساحة الكلية للمنطقة يقع في الاراضي الوسطى من منطقة الدراسة.

17. مجاري صخور القاعدة Bedrock channel

تستجيب الاشكال الارضية الجبلية للتأثيرات التكتونية والمناخية العابرة من خلال عمليات الرفع من أسفل إلى أعلى او اودية في صخور الأساس. ونتيجة لذلك، فإن فهم الآليات التي تحدد وتيرة

ونمط شق نهر الأساس هو خطوة أولى حاسمة للتنبؤ بالآليات الأوسع لتطور المظاهر الطبيعية (Baynes et al. 2022). بلغ عددها (سبعة) اشكال بمساحة (7.8 كم²) وبنسبة (0.048 %) ضمن الاراضي الشرقية لمنطقة الدراسة .

ثانياً: الاشكال الارضية ذات الاصل البنائي التحتاتي :-

1. الاراضي الوعرة Badlands

تصنف هذه الاشكال ضمن الأراضي المرتفعة ذات التضرس الشديد التي قطعت بفعل وديان موسمية الجريان تنحدر داخل منخفضات كبيرة تتعرض للتعرية المائية التي تمتاز بغزارتها مكونة السيول ضمن الأراضي الشبة جافة والجافة، إذ تعمل السيول على نحت هذه الاراضي فتحولها إلى شبكة من الخوانق (عمران واخرون ، 2020). شغلت هذه الاشكال (ثلاثة وثلاثون) شكلاً أرضياً بمساحة (2736.2) كم² وبنسبة (16.71 %) من المساحة الكلية للمنطقة، شغلت جزاً كبيراً من الأراضي الشمالية و الشمالية الغربية وبعض الأراضي الشرقية، فضلاً عن وجودها في الجزء الجنوبي الشرقي ضمن تكوينات الفتحة وانجانة والمقدادية ، وبهذا فهي تأتي بالمرتبة الثانية بعد السهول التحتاتية من حيث المساحة . تباينت التكوينات الصخرية فيها ما بين تكوين أسمري من الحجر الجيري والطبقات الحمراء أو ما يسمى تكوينات اللوكسين – المايوسين ، وسادت تكوينات من عمر الأيوسين، فضلاً عن وجودها على ارتفاع ما بين (2,800 - 1,900م) الواقعة ضمن الأراضي الإيرانية بينما بلغ ارتفاعها ما بين (1,800 - 1,400 م) شغل الأراضي الشمالية والشمالية الشرقية باتجاه الشرق والجنوب الشرقي . وشغل الأراضي ذات الأرتفاع ما بين (950-1.300 م) أجزاء متفرقة ما بين الأراضي الشمالية والشرقية ، مرئية فضائية (2 . 13) .



مرئية فضائية 2. 13 : الأراضي الوعرة Badlands.

2. أقدام المنحدرات (Pediment)

تعد أقدام المنحدرات نهاية الدورة التحاتية في الأقاليم الجافة والشبه الجافة التي تطورت بعملية (Pedimentation) عملية نقل حطام التجوية من الجبال المتراجعة مما يسهم في توسعة سطح البدمنت تسهم التعرية الجانبية في ذلك (النقاش، 1990). بلغ عددها (اثنان وعشرون) شكلاً أرضياً بمساحة (601.1 كم²) ونسبة (3.67%) من المساحة الكلية للمنطقة تواجد جزء منها في الاجزاء الشرقية البالغة (أحدى عشر) شكلاً، بينما شغل ثلاثة الأراضي الوسطى فضلاً عن وجود أحدها شرق منطقة الدراسة، مع أربعة اشكال منها شمالاً وثلاثة في الشمال الغربي من منطقة الدراسة مرئية (2. 14).



مرنية فضائية2. 14: مقطع من اقدم المنحدرات (Pediment) .

3. سهول تحاتية Pediplains

مصطلح عام يشير إلى مساحة واسعة من الأراضي المنخفضة تتراوح من أراضي مستوية إلى أراضي منحدره خفيفة أو متموجة تتشكل هذه السهول بسبب عمليات النحت (المختار، واخرون 2011). أمتدت عبر أراضي ذات ترسبات جيولوجية متباينة مابين ترسبات المنخفضات الضحلة من الطين الطموي والوحل وترسبات الجريان السحي مع ترسبات السهل الفيضي من الرمل والطفل والطين فضلا عن ترسبات الجبال، ذات أنحدار معتدل (8-2.01) درجة. بلغ عددها (تسعة) اشكال وبمساحة (4. 3218 كم²) ونسبة (19.657 %) من المساحة الكلية لمنطقة الدراسة، شاغلة مساحات واسعة من الأراضي سكنية، اذ تقع أربعة منها وسط منطقة الدراسة وثلاثة في الجزء الشمالي وتوجد أحدها ضمن الجزء الغربي وآخر ضمن الجزء الشرقي من منطقة الدراسة صورة (2. 15).



صورة 2. 15: مظهر أرضي لسهول تحتانية Pediplains ، في ناحية زرباطية تاريخ الزيارة 1-3-2024

E:45 45 13.601-N:32 48 45.201 .

4. تضاريس مستوية Planated relief

شغلت هذه الاشكال البالغ عددها (اثنان) مساحة (12.5 كم²) وبنسبة (0.076 %) من المساحة الكلية للمنطقة ضمن تكوين طورون سينون وتكوين من عمر الأيوسين ضمن الأراضي العشبية شاغلة الأجزاء الشرقية لمنطقة الدراسة .

ثالثاً: الاشكال الارضية ذات اصل ترسيبي :-

1. المراوح الغرينية Alluvial fan

رواسب تشبه مخاريط الحطام الممتدة شعاعياً وتتكون نتيجة التغير الحاصل في الانحدار ما بين المجاري المائية الآتية من قمم الجبال والسهول المتاخمة لها القليلة الانحدار مما يؤدي إلى أن المياه ذات الطاقة العالية والمحملة بالرواسب تفقد طاقتها عند وصولها مناطق السهول نتيجة لتغيير مفاجئ للانحدار (Break of slope) مما يؤدي إلى ترسيب سريع للرواسب، عند أقدم الجبال وتتخذ في بادئ الأمر شكل مخروط (Cone) يشبه القمع (المحسن، 2023). يتم تطور المراوح الغرينية من خلال العمليات الأولية التي تحدث بشكل متقطع مع مرور الوقت، مما يؤدي إلى ظهور قطاعات

نشطة وغير نشطة. ومع ذلك، يتأثر التنظيم الداخلي والخارجي للرواسب جزئياً بالعمليات الثانوية التي يمكن أن تسبب تغيرات ميكانيكية أو كيميائية أو حيوية، مما يجعل فهم عمليات تطوير المروحة الغرينية أكثر تعقيداً (El Asmi et al., 2023). تتباين المراوح الغرينية في الحجم والأنحدار وشكل الرواسب، إلا أنها عادة ما تميز المناطق النشطة تكتونياً (Pavlopoulos 2009). (et al

تعد المراوح الغرينية من الأشكال الشائعة في منطقة الدراسة التي عملت احواض منطقة الدراسة على تكوينها بلغ عدد هذه الأشكال (تسعة وعشرون) شكلاً بمساحة (1509.5 كم² وبنسبة (9.22 % من المساحة الكلية لمنطقة الدراسة، شغل ثلاثة عشر شكلاً ضمن الأراضي الجنوبية الشرقية من منطقة الدراسة، تواجد خمسة اشكال في جنوب المنطقة الشمالية و خمسة اخرى ضمن المنطقة الوسطى يقابلها اربعة اشكال ضمن الاراضي الشرقية والشمالية الشرقية من المنطقة، وشغل شكلين مساحة كبيرة ضمن الأراضي الجنوبية الغربية من المنطقة. تواجدت هذه الاشكال الأرضية ضمن تكوينات جيولوجية متباينة بشكل كبير كون وجودها ضمن مناطق متفرقة من منطقة الدراسة، إلا أن اكبرها مساحة مروحة بدرة تقع ضمن الأراضي الجنوبية الغربية ذات ترسبات السهل الفيضي الرمل والطين والطيني، وترسبات الجريان السحي مع ترسبات الشقوق والمنخفضات ذات الترب الفيضية الكلسية الحديثة التكوين تتواجد عند الأنهار والرواسب الغرينية مرئية (2. 16).



مرنية: 2. 16: مروحة غرينية، مقطع من مرنية فضائية.

2. بهادا BAHADA

سطح غريني يتكون من سلسلة من مراوح الطمي الغرينية المجاورة ،التي تم تجمعها معًا مع مرور الزمن. تتطور هذه السهول عند التحام عدد من المراوح الغرينية لتشكل نطاقا من الرسوبيات ممتد عند قدمات السلاسل الجبلية الى عدة كيلومترات ،وتكون سطوحها مائلة من القمة الى قاعدة المروحة (Pavlopoulos et al. 2009) . شغلت البهادا البالغ عددها (اثنان) مساحة (592.3 كم²) وبنسبة (3.62%) من المساحة الكلية ، توسط احدها الاراضي الوسطى بينما تواجد مظهرها اخر ضمن الاراضي الغربية من منطقة الدراسة .

3. جدران القناة Channel walls

تمثل طبقات صخرية على جانبي قناة الوادي. بلغت أعدادها (خمسة) اشكال ارضية بتصنيف المرئيات العالية الدقة وبمساحة (53.2 كم²) وبنسبة (0.32%) من مساحة المنطقة الكلية ، توجد ثلاثة منها في الأجزاء الشمالية بينما اثنان منها تقع في الأجزاء الوسطى من منطقة الدراسة.

4. مدرجات جرفية Stapped scarp

تنشأ هذه المظاهر الأرضية عند القاء الطمي في بطون الأودية ومن ثم تعمل مظاهر النحت عند اقتراب الوادي من مرحلة النضج على أزالتها إذ تأخذ الوديان الشكل السلمي بسبب عمليات الرفع ضمن مدد زمنية متعاقبة أو عند اعتراض المجاري الحواجز الصخرية مع أختلاف سرعة النحت الرأسى، (الموسوي، 2022) بلغ عددها مظهراً (واحداً) في نهر الجباب ناحية شيخ سعد ، وبمساحة (12) كم² وبنسبة (0.07 %) من المساحة الكلية للمنطقة شاغلةً الأراضي الشرقية مرئية فضائية (17.2).



مرئية فضائية 17.2. : مدرجات جرفية ، Stapped scarp.

5. مسيلات مائية واخايد Rills & Gullies

المسيلات المائية أحد الاشكال الأرضية التي تطورت من التدفقات المائية العشوائية التي يتحكم في اتجاهها الأنحدار الأرضي وأحياناً تجري المياه ضمن اراضي ذات الضعف الصخري كالشقوق والفواصل تاخذه مساراً لها، لايتجاوز عمقها بضع سنتيمترات وتتميز بقصرها وكثرة عددها وجفافها

في موسم الجفاف وأختفاء معالمها أحياناً. (المحسن ، 2023). أمتدت عبر تكوينات الجريان السحيق وترسبات السهل الفيضي عبر الترب الحديثة التكوين شغلت المسيلات المائية والأخاديد مساحة (11.9 كم²) ونسبة (0.07 %) من المساحة الكلية لمنطقة الدراسة البالغ عددها (ثلاثة) اشكال أرضية تقع جميعها في الجزء الجنوبي الشرقي من المنطقة .

تم وصف الأخاديد Gullies بأنها قنوات تيار مائي كبيرة الحجم أو عميقة نسبياً. ربما تكون أخاديد المرتفعات هي الأكثر وضوحاً والمرتبطة بالتآكل (Grissinger, E. H. 2023). الأخاديد منطقة وسطى بين الأنهار، وهي عبارة عن قيعان مجاري أكبر حجماً من الجداول، عميقة وطويلة وضيقة، مستمرة أو متقطعة، إنها ليست بطول الوديان ولكنها عميقة جداً بلغ عددها اثنان بمساحة (2.4 كم²) ونسبة (0.01 %) تقع في الجزء الشرقي من منطقة الدراسة مرئية (18.2) وصورة (19.2)



مرئية 18.2 : مسيلات مائية واخاديد Rills & Gullies، مقطع من مرئية فضائية.



صورة 2. 19: شكل أرضي للأخاديد ، ناحية زرباطية تاريخ الزيارة 1-3-2024
(E:46 1 49.177-N:32 56 53.27)

6. رواسب الغروية Colloidal deposits

دقائق صغيرة صلبة تنشأ نتيجة تحطم الأجزاء الكبيرة من الصخور والحصى، أحد ترسبات الأنهار التي تبقى عالقة لغاية بلوغ المصب، صورة (2. 20) . بلغ عدد هذه الأشكال (اثنان) شغلت مساحة (3.4) كم² ونسبة (0.02%) .



صورة 2. 20: الرواسب الغروية Colloidal deposits في قضاء بدرية تاريخ الزيارة 1-3-2024

E:45 27 31.054-N:33 52 26.4

7. رواسب غرينية لقنوات ظفائرية (Braided channels) Alluvial deposits

تتميز الأنهار الظفائرية بقنوات صغيرة ضحلة نسبياً ينقسم فيها التدفق ويتحد مرة أخرى حول الجزر التي تعد أحد عوائق مجاري الأنهار والمكونة من رواسب دقيقة في قيعانها (2022 . Huggett et al). شغلت هذه الأشكال البالغ عددها (تسعة) مساحة حوالي (44.8 كم²) وبنسبة (0.27 %) من المساحة الكلية لمنطقة الدراسة تتواجد في مروحة (بدره ، الجباب).

8. رواسب غرينية لقنوات متفرعة (Anabranching channels) Alluvial deposits

وهي عبارة عن رواسب تشكلت في قنوات مائبة متفرعة بحيث تسهم في تغيير كفاءة التدفق، وبدون حدوث تعديل في ميل القناة، يمكن أن تؤدي الزيادة في عدد القنوات إلى انخفاض متناسب في كفاءة التدفق ومع ذلك، يمكن زيادة كفاءة التدفق بشكل كبير عن طريق تقليل عرض القناة، كما يحدث عندما تتشكل الجزر الغرينية النباتية أو التلال الموجودة بين القنوات (Huang, H. Q et al 2007).. شغلت الرواسب الغرينية والبالغ عددها شكلاً أرضياً واحداً بمساحة (142.8 كم²) وبنسبة (0.87 %) الاراضي الجنوبية الغربية من منطقة الدراسة.

9. الرواسب غرينية لقنوات متعرجة (Meandering channels) Alluvial deposits

تنتقل الرواسب الخشنة وغير المتماسكة عبر الأنهار المنحدرة التي تتميز بقلة أنحدارها نحو القاع التي تكثر بمجاريها الجزر وغالبا ماتتعرض للأزالة او اعادة تشكيلها مع وجود الفيضانات (محسوب ،1997)، بلغ عدد القنوات المتعرجة (سبعة) قنوات شغلت مساحة (75.6 كم²) وبنسبة (0.46 %) تقع ضمن الاراضي الجنوبية الشرقية لمنطقة الدراسة.

10. رواسب ملء الوادي Valley fill deposits

تشمل القطع الصخرية سواء كانت حصوية خشنة ورملية متوسطة الحجم مع الدقائق الطينية والغرينية التي تشكل جميعها الرواسب الفتاتية المعتمدة على طبيعة مجرى النهر بضيقه واتساعه بأعتماده المساحة الحوضية(الموسوي، 2022).بلغ عدد هذه الاشكال (اثنى عشر) شكلاً أرضياً بمساحة (925.8 كم²) وبنسبة (5.65 %) من المساحة الكلية للمنطقة (صورة 2.21).



صورة 2. 21: رواسب ملء الوادي Valley fill deposits، قضاء بدرة تاريخ الزيارة 1-3-2024

(E:45 39 58.736-N:33 3 41.507)

11. سهل غريني Alluvial plain

يتكون السهل الغريني من رواسب الأنهار التي تمتد على جانبي المجرى بعد تباطؤ سرعة الجريان عندها تكثر تعرجاته وبالتالي عند فيضان النهر يعمل على غمره للأراضي المجاورة بالرواسب المحمولة وبتراكمها بأستمرار تتشكل هذه المظاهر (الموسوي، 2022)، بلغ عدد هذه الاشكال (إثنان) بمساحة (5.7) كم² وبنسبة (0.046 %) ضمن الاراضي الشرقية لمنطقة الدراسة.

12. سهل رسوبي Sedimentary plain

أحد الاشكال الارضية الموجودة في منطقة الدراسة الناتج عن أنتقال الرواسب المائية لاحواض الاودية القادمة من الأراضي الايرانية ذات الأنحدار الشديد التي تعمل على زيادة سرعة عمليات التعرية باتجاه الاراضي المنخفضة الأنحدار اذ تبدأ عملية الترسيب ، تم تحديد سهلا واحداً يمتد على مساحة (2323.0) كم² وبنسبة (14.18 %) من المنطقة وبهذا يشغل السهل الرسوبي المرتبة الثالثة بعد السهول التحتية والأراضي الوعرة على التوالي من حيث المساحة يمتد عبر أراضي ذات

تكوين جيولوجية متباينة ما بين ترسبات المنخفضات الضحلة من الطين الطموي والوحل وترسبات الجريان السحيق مع ترسبات السهل الفيضي من الرمل والطفل والطين فضلا عن ترسبات الجلاي ، تكون الاراضي ذات أنحدار معتدل (8-2.01) درجة ،تستخدم في زراعة المحاصيل الزراعية الحولية والبساتين ويستخدم الكثير منها للرعي. أمتد السهل الرسوبي عبر الأراضي الجنوبية الشرقية باتجاه الأراضي الجنوبية والأراضي الغربية من منطقة الدراسة صورة (22. 2).



صورة 2. 22: السهل الرسوبي، قضاء بدره ، تاريخ الزيارة 1-3-2024

13. سهول فيضية Flood plain

أحد الاشكال الأرضية ذات أصل أرسابي تجميعي، والسهل الفيضي سطح أو شريط من الأراضي المستوية نسبياً الممتدة على جانبي المجرى المائي تكونت نتيجة ترسيب كميات كبيرة من الرواسب على جانبي النهر في موسم الفيضان، (Mohamed, 2020). بلغ عددها (اثني عشر) سهلا فيضيا بمساحة (52.1 كم²) بنسبة (0.31%) من المساحة الكلية للمنطقة، شغل أحد عشر سهلاً الأراضي الوسطى بينما تواجد أحدها شمال شرق منطقة الدراسة.

14. بحيرات lakes

شغلت بحيرة تخزين السد Dam storage lake مساحة (2.8 كم²) وبنسبة (0.01 %) ضمن الاراضي الشمالية، بينما شغلت بحيرات اخرى مساحة (0.4) كم² والبالغ عددها (ستة) بحيرات الاجزاء الشرقية من منطقة الدراسة.

15. هور Marsh

نوع من الأراضي الرطبة الضحلة التي يسيطر عليها نباتات عشبية توجد غالباً على حافة البحيرات والجداول وتعد هذه المظاهر من المنخفضات الترسيبية التي تترسب فيها حموله المياه السطحية الجارية ضمن وديان المنطقة فضلا عن الأنهار الموسمية الجارية ضمن المنطقة (Martha, Vamsee, Tripathi, & Kumar, 2018). بلغ عددها (أربعة) مظاهر بمساحة (255.2 كم²) وبنسبة (1.55 %) من المساحة الكلية لمنطقة الدراسة شغلت اثنان منها الأراضي الجنوبية واثنان الأراضي الجنوبية الغربية.

رابعاً: الاشكال الارضية ذات اصل ريحي :-

- الكثبان الرملية Sand dunse

احد اشكال الأرساب الريحي التي تنتشر على سطح الأرض إما بتلال الرمال المتراكمة أو السهول الترسيبية الرملية والتي تكون متحركة أو ثابتة بواسطة نباتات متناثرة (Zheng et al.2024). ظهرت أنواع الكثبان الرملية المستعرضة في منطقة الدراسة التي سميت بهذا الاسم نتيجة أعتراضها حركة الرياح السائدة في المنطقة التي تكون متعامدة معها. إذ تخلو المنطقة من النباتات مع وفرة الرمال، شغلت الكثبان الرملية، البالغ عددها (ثلاثة) تبلغ مساحتها (15.3 كم²) وبنسبة (0.09 %) من المساحة الكلية للمنطقة في الجزء الجنوبي من منطقة الدراسة، مرئية (23.2).



مرئية 2, 23: كثبان رملية مستعرضة.

خامساً : الاشكال الارضية الناتجة عن المياه الجوفية :-

1. الحفرة الكارستية Sinkhole

تتشكل الحفر الكارستية نتيجة للهبوط التدريجي أو الأنهيار المفاجئ للأرض فوق الفراغات الطبيعية أو البشرية المنشأ الموجودة تحت الأرض. يتم إنتاج هذه الفراغات بشكل طبيعي في المناظر الطبيعية الكارستية، والتي تتطور في المناطق التي تم إذابة الصخور القابلة للذوبان فيها بمرور الوقت بواسطة المياه الجوفية. يمكن أيضاً أن تحدث مثل تدفقات الحمم البركانية التي تسبب الفراغات الطبيعية (Wood, N J. et al 2023). بلغت مساحة المظهر الأرضي (0.2 كم²) بنسبة (0.001 %) من المساحة الكلية للمنطقة، يمتد ضمن الترب الصخرية عبر الأراضي الشديدة الانحدار ذات النبات الطبيعي المتفرق ضمن الجزء الشرقي من منطقة الدراسة ، مرئية (24.2).



مرئية فضائية 2. 24: حفرة كارستية في منطقة الدراسة.

2. منخفض حوضي Basin depression

ظاهرة تبدو على سطح الأرض منخفض عن التضاريس ، وقد تنشأ من عوامل مختلفة مثل (التكتونية، الجليدية، الكارستية، والظواهر الهيدروجيوكيميائية) (Pavlopoulos et al. 2009). تم تمييز منخفض حوضي واحد شغل مساحة (17.4 كم²) ونسبة (0.106 %) ضمن الاجزاء الغربية من منطقة الدراسة مرئية (2. 25).



مرئية فضائية 2. 25: منخفض حوضي Basin depression.

سادساً : الأشكال الارضية الناتجة عن تدخل الانسان :-

الهضاب بسبب الانشطة البشرية Plateau due to human activities

أحد الأشكال الجيومورفولوجية الناتجة بفعل تدخل وأستغلال الإنسان لبيئته الطبيعية من خلال نشاطاته وأستغلاله للموارد الطبيعية المتواجدة. شغل هذا النوع من الهضاب البالغ عددها (تسعة) هضاب مساحة (4.7 كم²) وبنسبة (0.028%) من المساحة الكلية لمنطقة الدراسة تشغل سبعة منها الأراضي الشمالية الغربية ، بينما تقع اثنان منها في الجزء الشرقي ضمن تكوينات من عمر الأيوسين الحجر الجيري مع تكوين أسمرى ذات التربة الصخرية الشديدة الأنحدار و الأراضي العشبية اذ ان احد هذه الهضاب الشمالية تقع عليها مدينة عيلام الايرانية وتحيطها اراضي رديئة ، مرئية (2 . 26).



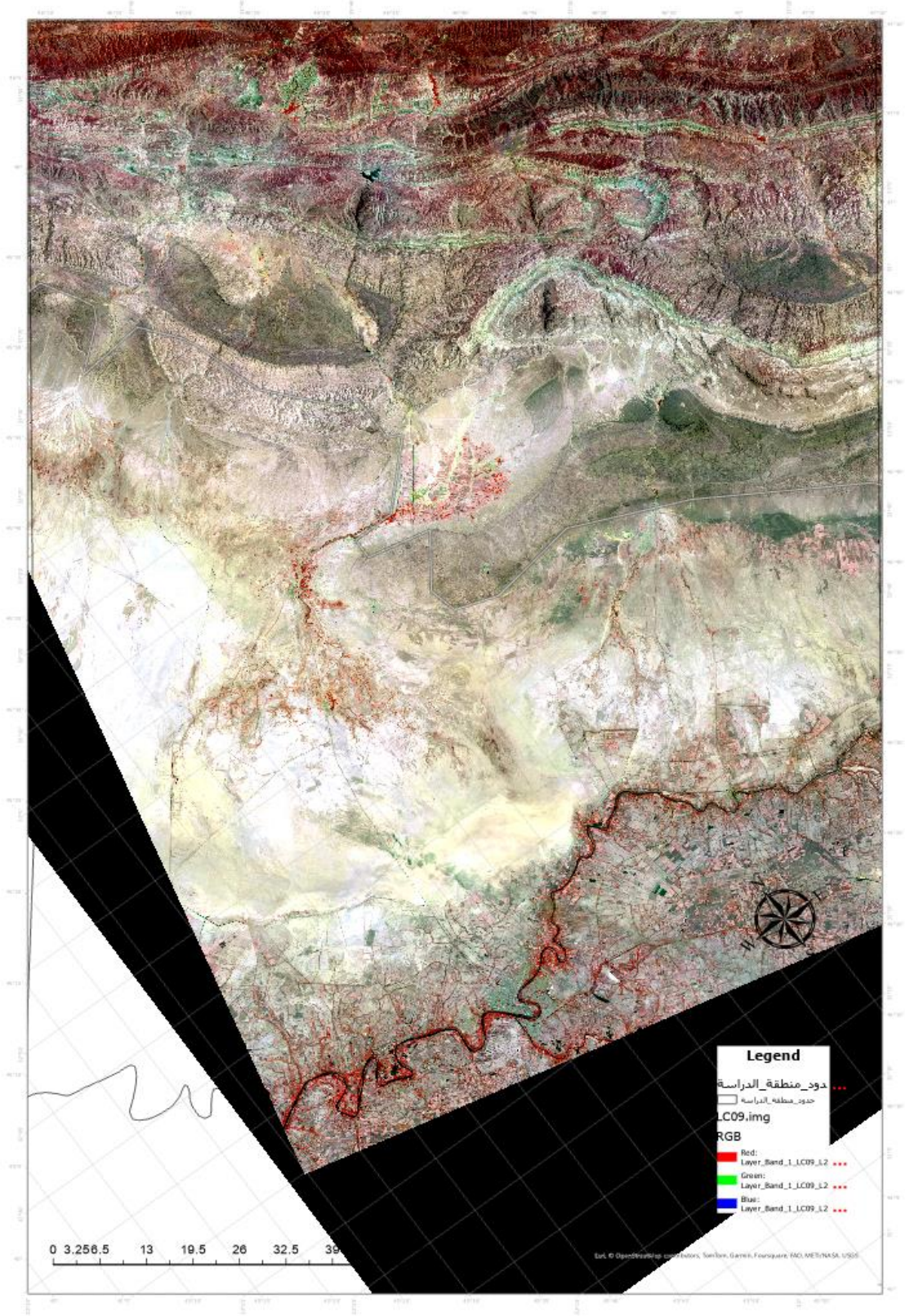
مرئية 2. 26 هضاب بسبب الأنشطة البشرية.

2. 3 تصنيف الاشكال الأرضية من بيانات القمر لاندسات- 9 بدقة 30 م .

قبل الخوض في الية تحديد ورسم الاشكال الأرضية من بيانات القمر لاندسات-9 لابد من إعطاء فكرة عن خصائص القمر الذي أطلق حديثاً. تم إطلاق Landsat 9 في 27 سبتمبر 2021 من قاعدة Vandenberg للمحطة الفضائية الأمريكية في كاليفورنيا. أصدرت هيئة المسح الجيولوجي (USGS) بيانات المستوى الأول، وصور مُعدلة هندسياً، ومعايرة إشعاعياً بأرقام رقمية يمكن تحجيمها إلى انعكاس أعلى الغلاف الجوي. وبيانات المستوى الثاني، وهي صور أنعكاسية سطحية مَقوِّمة هندسياً ومعايرة إشعاعياً، بدأ من 27 سبتمبر 2021 إلى أوائل يناير من عام 2022 ، كان القمر الصناعي وجهازه، جهاز الـ (OLI) ومستشعر الأشعة تحت الحمراء الحرارية، (TIRS) في مرحلة التشغيل، وتحديث المفتاح وبيانات المعايرة الإشعاعية والهندسية لكل من المركبة الفضائية والأدوات. تم إعادة معالجة البيانات التي تم الحصول عليها أثناء مرحلة التشغيل للمركبة الفضائية والأدوات باستخدام معلومات معايرة ما بعد الإطلاق المحددة حديثاً قبل إصدار البيانات للمستخدمين،

يستمر رصد معالم المعايرة لأجهزة الاستشعار والمركبة الفضائية لضمان أن تكون البيانات التي يتم إصدارها للمستخدمين بنفس الجودة العالية مثل منتجات بيانات لاندسات السابقة. هنالك ثلاثة جوانب أداء هندسية رئيسية للمركبة الفضائية L9 وادواتها خلال الإطار الزمني المبكر لمهمتها من 27 سبتمبر 2021 إلى 27 يونيو 2022 بما في ذلك الدقة الجيوديسية والدقة الهندسية وضمن دقة تسجيل النطاق لبيانات L9 التي تم إنشاؤه (Choate et al. 2022) .

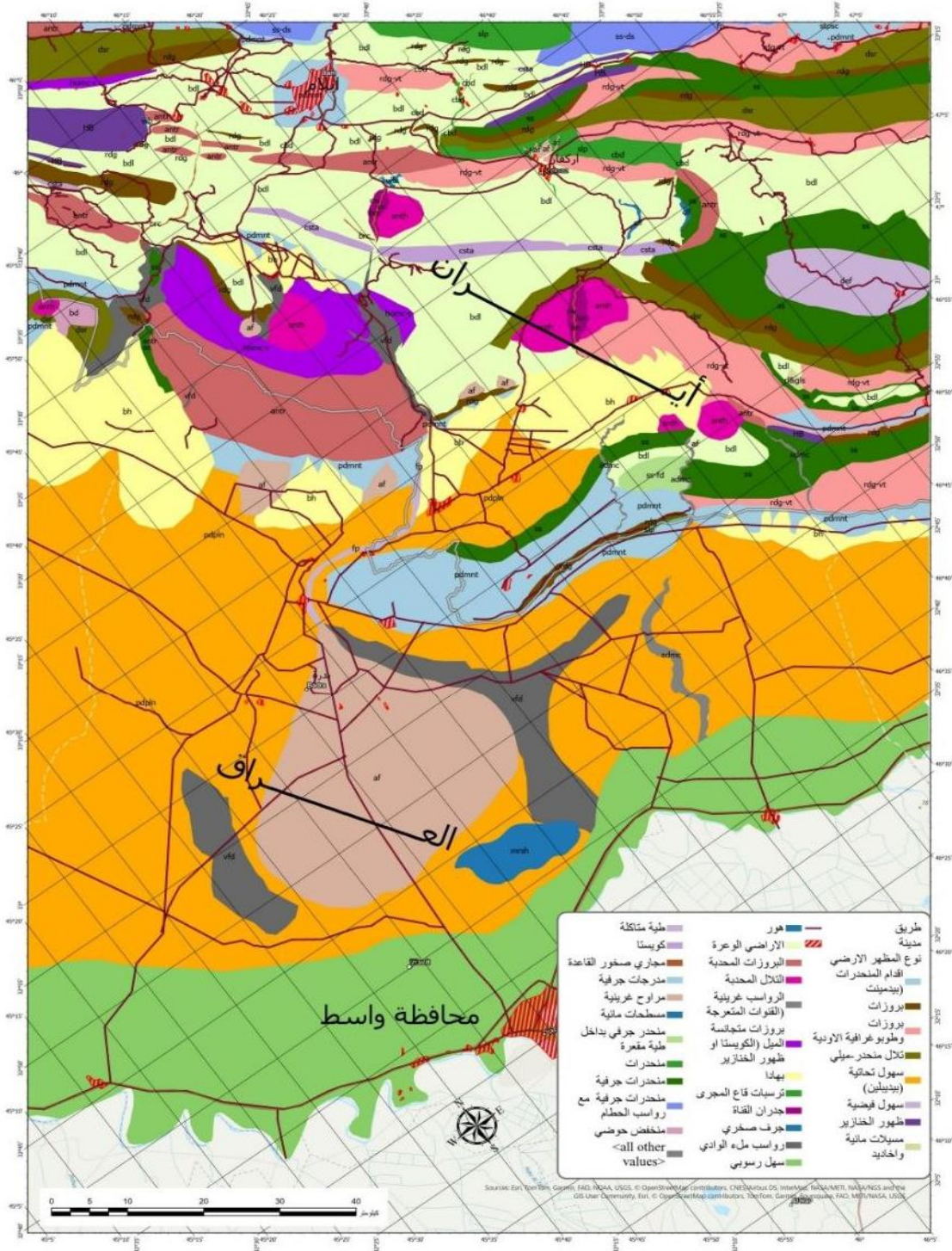
تم الحصول من التصنيف البصري للمرئية الفضائية للقمر الصناعي Landsat-9 على 31 مظهراً ارضياً وكما مبين في الجدول (2.2) والشكلين (3.2) و (4.2) .



شكل 3.2: موزائيك لمرئية فضائية للقمر الصناعي (لانداست 9) لسنة 2022

جدول 2.2: مساحات ونسب الاشكال الأرضية التي تم استخراجها من بيانات لاندسات 9 بدقة 30 م.

ت	Landform	المظهر الأرضي	الرمز	المساحة (كم ²)	نسبة المساحة %	عدد الاشكال
1	Anticlinal hill	التلال المحدبة	anth	187.2	1.16	7
2	Depression (eroded fold)	طية متآكلة	def	157.2	0.97	1
3	Ridges	بروزات	rdg	324.4	2.01	26
4	Ridges and vallyes topography	بروزات وطوبوغرافية الاودية	rdg-vt	771.2	4.77	10
5	Anticlinal ridges	البروزات المحدبة	antr	588.3	3.64	12
6	Homocline ridges	بروزات متجانسة الميل	homc-r	238.0	1.47	3
7	Dip slope ridges	تلال منحدر-ميلي	dsr	539.3	3.34	6
8	Cuesta	كويستا	csta	85.8	0.53	6
9	Hogback	ظهور الخنازير	HB	129.3	0.80	5
10	Clif	جرف صخري	clf	5.8	0.04	2
11	Slopes	منحدرات	slp	159.5	0.99	3
12	Scarp slopes	منحدرات جرفية	ss	788.8	4.88	14
13	Slopes with debris sediments	منحدرات جرفية مع رواسب الحطام	ss-ds	111.1	0.69	2
14	Scarp slopes within folded depression	منحدر جرفي بداخل طية مقعرة	ss-fd	34.7	0.21	1
15	Badlands	الاراضي الوعرة	bdl	2280.8	14.12	19
16	Pediment	اقدام المنحدرات	pdmnt	795.1	4.92	14
17	Pediplain	سهول تحتائية	pdpln	4188.6	25.93	3
18	Alluvial fan	مراوح غرينية	af	930.0	5.76	11
19	BAHADA	بهادا	bh	997.3	6.17	6
20	Channel walls	جدران القناة	cw	24.3	0.15	4
21	Stepped scarp	مدرجات جرفية	stpsc	14.9	0.09	1
22	Rills & Gullies	مسيلات مائية واخاديد	rl&gls	3.8	0.02	1
23	Valley fill deposits	رواسب ملء الوادي	vfd	504.4	3.12	6
24	Meandering channel	الرواسب غرينية (القنوات الملتوية)	admc	50.8	0.31	4
25	Channel bed deposits	ترسبات قاع المجرى	cbd	6.4	0.04	9
26	Bedrock channel	مجري صخور القاعدة	brc	9.5	0.06	4
27	Sedimentary plain	سهل رسوبي	sp	2087.9	12.93	1
28	Flood plain	سهول فيضية	fp	32.3	0.20	3
29	basin depression	منخفض حوضي	bd	20.0	0.12	1
30	Waterbodies	مسطحات مائية	wb	2.5	0.02	2
31	Marsh	هور	mrsh	83.8	0.52	1
				16153.1	100.00	



شكل 2.4: الاشكال الارضية المستخرجة من بيانات Landsat-9

المصدر: بالاعتماد على مرئيات فضائية للقمم لاندسات 9 TARGET_WRS_PATH = 167

ملقطة بتاريخ 2022-7-20 ، TARGET_WRS_ROW = 37

ادناه أستعراض لأنواع الاشكال الأرضية التي تم التعرف عليها :-

1. التلال المحدبة Anticlinal hill

شغلت التلال المحدبة البالغ عددها (سبعة)، مساحة(187.2 كم²) وبنسبة(1.16 %) من المساحة الكلية لمنطقة الدراسة تركز وجود ثلاثة من التلال ضمن الأراضي الشمالية والغربية من المنطقة فضلا عن وجود شكليين ضمن المنطقة الوسطى واخرين غرب المنطقة الشرقية لمنطقة الدراسة ، بينما شغلت(عشرة) اشكال ارضية مساحة (396.6 كم²) تلك التي تم تمييزها من بيانات الاقمار الاصطناعية العالية الدقة.

2. طية متاكللة Depression (eroded fold)

شغلت هذه الأراضي البالغ عددها شكلا ارضياً (واحداً)، مساحة (157.2 كم²) وبنسبة (0.97 %) من مساحة المنطقة الكلية، تواجدت هذه الطية ضمن تكوين انجانة حجر الرمل والطمى والطين ذات تربة ضخرية وتراوح ارتفاعها ما بين (940-560م) معتدلة الانحدار بلغت درجة انحدارها ما بين (8.01-16) درجة تعاني هذه المناطق من صعوبة استغلال الأراضي للنشاط الزراعي، فضلا عن وجودها ضمن التجمعات السكانية

3. بروزات Ridges

بلغ عددها في منطقة الدراسة (ست وعشرون) مظهراً ارضياً بمساحة (324.4 كم²) وبنسبة (2.01%) من المساحة الكلية لمنطقة الدراسة، شغل القسم الأكبر منها والبالغ ثلاثة عشر شكلاً ما بين الأراضي الشمالية الشرقية والأراضي الشرقية، وتواجد ثمانية منها في الأراضي الشمالية والشمالية الغربية وشغل أربعة منها الأراضي الجنوبية الشرقية فضلا عن وجود أحدها وسط منطقة الدراسة . بينما لم يظهر سوى سبعة عشر شكلاً بمساحة (93.2 كم²) للمرئيات العالية الدقة، وذلك لأن قسم من البروزات تم تمييزها كبروزات لها تصانيف ومسميات أخرى أكثر دقة لأمكانية تمييزها العالية بينما هنا لم تبدو واضحة بحيث بالإمكان تصنيفها الى بروزات فرعية.

4. بروزات وطوبوغرافية الاودية Ridges and vallyes topography

بلغ عدد هذه الاشكال (عشرة) اشكال ارضية بمساحة (771.2 كم²) وبنسبة (4. 77 %)، تقع ستة منها الاراضي الشمالية الشرقية بينما تقع أربعة منها ضمن الأراضي الجنوبية الشرقية من المنطقة. جاءت بيانات المرئيات العالية الدقة بتميز خمسة عشر شكلا بمساحة (857.1 كم²)

5. البروزات المحدبة Anticlinal ridges

شغلت هذه المظاهر والبالغ عددها (اثني عشر) مظهراً أرضياً مساحة (588.3 كم²) وبنسبة (3.64 %) من المساحة الكلية للمنطقة توزعت خمس مظاهر ضمن أراضي المنطقة الشمالية ، شغل مظهرين من هذه التلال مساحة كبيرة بامتداد من الأراضي الشمالية الغربية باتجاه وسط منطقة الدراسة ، بينما تفرق بقية المظاهر ما بين أقصى المنطقة الشمالية والشمال الغربي ،فضلا عن وجود مظهراً إلى الشرق وآخر إلى الجنوب الشرقي لمنطقة الدراسة و مظهراً شمال المنطقة الوسطى، يعد اكبرها مساحة ،وجد ضمن تكوين الفتحة (الفارس الاسفل)، ضمن التربة الصحراوية بأحدار معتدل ما بين (16-8.01). بينما من مرئيات الاقمار الصناعية العالية الدقة صنفت فقط (اربع) اشكال أرضية على أنها بروزات محدبة و بمساحة (308.9 كم²) وذلك لأن الدقة المكانية العالية أعطت إمكانية تصنيفها كبروزات من أنواع أخرى.

6. بروزات متجانسة الميل Homocline ridges

كان عدد الاشكال المتواجدة في منطقة الدراسة (ثلاث) بمساحة (238.0 كم²) وبنسبة (1.47 %) من المساحة الكلية للمنطقة شغل أحدها أقصى المنطقة الشمالية بينما امتد شكلين ضمن الأراضي الوسطى من المنطقة، وذلك لعدم امكانية التمييز بين الكويستا وظهور الخنازير. في حين تم بسهولة تمييز الكويستا عن ظهور الخنازير في اكثر المناطق، ضمن التصنيف العالي الدقة وعليه نجد ان البروزات متجانسة الميل أقتصر عددها على شكلاً أرضياً واحداً وبمساحة (198.3 كم²).

7. تلال منحدر-ميلي Dip slope ridges

شغلت مساحة (539.3 كم²) وبنسبة (3.34 %)، والبالغ عددها (ست) اشكال أرضية تواجد اثنان منها في المنطقة الشمالية الغربية بينما شغل مظهرين المنطقة الشرقية وشغل اخر الأجزاء الشرقية

من المنطقة الوسطى، فضلا عن وجود أحدها أقصى المنطقة الشمالية. بينما ميزت المرئيات العالية الدقة سبعة مظاهر بمساحة (192.9 كم²).

8. كويستا Cuesta

شغلت الكويستا البالغ عددها (ست) اشكال مساحة (85.8) كم² وبنسبة (0.53 %) من المساحة الكلية للمنطقة، تواجد اربعة منها عبر الاراضي الشمالية باتجاه الاراضي الوسطى للمنطقة، بينما شغل أحدها المنطقة الشمالية الغربية والآخر الاراضي الشمالية الشرقية لمنطقة الدراسة، وهي بذلك تقع ضمن تكوينات جيولوجية وترب وانحدارات متباينة نتيجة لتواجدها ضمن مناطق متفرقة من منطقة الدراسة. اظهرت الدقة التمييزية للمرئيات العالية الدقة ثمانية عشر شكلا من الكويستا و بمساحة (156.6 كم²).

9. ظهور الخنازير Hogback

شغلت ظهور الخنازير البالغ عددها (خمس) اشكال أرضية مساحة تقدر بـ (129.3 كم²) وبنسبة (0.80 %) شغل اثنان منها الأراضي الشمالية الغربية بينما شغل آخران الأراضي الشرقية وتواجد أحدها ضمن المنطقة الجنوبية الشرقية من منطقة الدراسة. بينما ظهر واحد وعشرون شكلا وبمساحة (196.6 كم²) ضمن المرئيات العالية الدقة .

10. جرف صخري Cliff

أمتد ضمن تكوينات الأسمري ذات الترب الصخرية الغير صالحة للزراعة والأراضي الشديدة الأنحدار التي شغلت تجمعات سكنية متفرقة مع أراضي عشبية، بلغت مساحة هذه الاشكال (5.8 كم²) و البالغ عددها (اثنان) وبنسبة (0.04 %) من المساحة الكلية للمنطقة ممتدة عبر الأراضي الشرقية من منطقة الدراسة . بينما كانت ثلاثة اشكال بمساحة (11.3 كم²) من المرئيات العالية الدقة.

11. المنحدرات Slopes

بلغ عدد هذه المظاهر (ثلاث) منحدرات أمتدت بمساحة (159.5 كم²) بنسبة (0.99 %) من مساحة المنطقة ، شغل اثنان منها الأراضي الشمالية الشرقية بينما يقع أحدها في المنطقة الوسطى من منطقة الدراسة .

12. منحدرات جرفية Scarp slopes

بلغ عددها (اربعة عشر) شكلا أرضياً بمساحة (788.8 كم²) وبنسبة (4.88%) من المساحة الكلية للمنطقة، وجد عشرة منها في الأراضي الشرقية والجنوبية الشرقية، بينما توسط اثنان منها منطقة الدراسة وشغل اثنان الأراضي الشمالية الغربية من المنطقة، بينما ميزت المرئيات العالية الدقة (34) شكلاً بمساحة (677.9 كم²)، لأن عدد منها تم تمييزها بشكل منحدرات من أنواع أخرى .

13. منحدرات جرفية مع رواسب الحطام Slopes with debris sediments

شغلت هذه المنحدرات البالغ عددها (اثنان) مساحة (111.1 كم²) وبنسبة (0.7 %) أمتد أحدها عبر الأراضي الشمالية والآخر ضمن الأجزاء الشمالية الشرقية من منطقة الدراسة بينما في بيانات المرئيات العالية بلغ عددها (ثلاثة) بمساحة (146.1 كم²) .

14. منحدر جرفي بداخل طية مقعرة Scarp slopes within folded depression

وجد شكلاً أرضياً (واحداً) بمساحة (34.7 كم²) وبنسبة (0.21 %) من المساحة الكلية للمنطقة ويقع ضمن الأجزاء الوسطى من منطقة الدراسة

15. مجاري صخور القاعدة Bedrock channel

شغلت هذه الأشكال البالغ عددها (أربعة) مساحة (9.5 كم²) وبنسبة (0.06 %) من المساحة الكلية للمنطقة، اثنان منها شغل الأراضي الشرقية وأحدها الأراضي الغربية بينما تواجد آخر ضمن الأراضي الوسطى لمنطقة الدراسة، ضمن تكوين من عمر الأيوسين الحجر الجيري وترب Regosols مع أنداز شديد ضمن الأراضي الجبلية، ضمت مدن وتجمعات سكانية فضلا عن وجود أراضي عشبية وشجيرات، بينما تم تمييز سبعة مظاهر من هذا النوع بأستخدام المرئيات العالية الدقة وبمساحة (7.8 كم²) .

16. الأراضي الوعرة Badlands

شغلت هذه الأراضي البالغ عددها (تسعة عشر) مظهراً أرضياً مساحة تقدر بـ (2280.8 كم²) وبنسبة (14.12 %) من المساحة الكلية لمنطقة الدراسة وبهذا فهي تأتي بالمرتبة الثانية بعد السهول التحاتية من حيث المساحة. إذ امتدت عبر مناطق متفرقة ضمن الأراضي الشرقية والشمالية الشرقية والشمالية والشمالية الغربية فضلاً عن وجودها ضمن الأراضي الوسطى من المنطقة، بينما تم تمييز ثلاثة وثلاثون شكلاً أرضياً من الأراضي الوعرة وبمساحة (2736.2 كم²) من بيانات الأقمار عالية الدقة.

17. اقدام المنحدرات Pediment

شغلت هذه السفوح البالغ عددها (أربعة عشر) سفحاً مساحات واسعة نسبياً، بلغت (795.1 كم²) وبنسبة (4.92 %) من مساحة منطقة الدراسة الكلية، شاغلة أراضي متفرقة من منطقة الدراسة تقع ستة منها شمال منطقة الدراسة وشغل المنطقة الوسطى خمسة منها واثنان شغلا الأراضي الجنوبية الشرقية ناهيك عن وجود مظهراً شرق منطقة الدراسة تقع ضمن تكوينات متباينة من التكوينات الجيولوجية وأنواع الترب فضلاً عن تباين الأنحدار في المنطقة مما جعلها متباينة الاستعمال ما بين الأراضي البور وأراضي الأعشاب وأراضي المحاصيل الزراعية. تم تمييز اثنان وعشرون مظهراً من البيدمنت و بمساحة (601.1 كم²) من المرئيات العالية الدقة.

18. سهول تحاتية Pediplain

شغلت هذه الأراضي والبالغ عددها (ثلاثة) اشكال مساحة (4188.6 كم²) وبنسبة (25.93 %) من مساحة المنطقة الكلية وبهذا فهي تحتل المرتبة الأولى من حيث المساحة، تواجدت احداها ضمن الأراضي الوسطى بينما تواجد اخرين ضمن الأراضي الجنوبية الغربية من المنطقة ضمن مساحات واسعة، بينما تم تمييز تسعة من السهول التحاتية من المرئيات العالية الدقة بمساحة (3218.4 كم²).

19. المراوح الغرينية Alluvial fan

شغلت المراوح الغرينية مساحة (930.0 كم²) وبنسبة (5.76%) من منطقة الدراسة والبالغ عددها (أحدى عشر) مروحة غرينية، تقع أربع منها ضمن المنطقة الشمالية الشرقية، وأربع ضمن

المنطقة الوسطى، بينما تواجدت الاشكال الأخرى ضمن أراضي متفرقة من المنطقة ، تقع أحداها ضمن مساحة واسعة من الأراضي الجنوبية الغربية ، وأخرى بمساحة ضئيلة شرق المنطقة ، فضلا عن وجود مروحة ضمن المنطقة الشمالية الغربية .بينما ميزت الاقمار الصناعية العالية الدقة تسعة وعشرون مروحة غرينية وبمساحة (9.220 كم²) ويعود ذلك الى الدقة المكانية العالية لهذه المرئيات والتي تمكن المستخدم من تمييز المراوح الغرينية وحدودها بصورة مفردة وليست مندمجة كما هو الحال إذا انخفضت دقة التمييز المكاني للمرئيات الفضائية مثل مرئيات لاندسات -9 حيث تبدو قسم من المروحات مندمجة بشكل بهادا لعدم امكانية تمييزها منفردة.

20. البهادا BAHADA

شغلت هذه السطوح الغرينية البالغ عددها (ستة) اشكال، بمساحة (3. 997) كم² وبنسبة (6.17 %) من المساحة الكلية ، شغلت احداها مساحات واسعة من الاراضي الغربية من المنطقة فضلا عن وجود ثلاثة اشكال ضمن الاراضي الوسطى واخر ضمن الجزء الجنوب الشرقي للمنطقة بينما تواجد احدها وسط المنطقة الشمالية من منطقة الدراسة بينما في المرئيات العالية الدقة تم تصنيف مظهرين على أنهما بهادا وبمساحة (592.3 كم²)، اذ تم تمييز المراوح الغرينية بصورة منفردة ؛ وذلك كون الدقة العالية أعطت إمكانية تمييز حدود المروحة الواحدة لذلك انخفض عدد البهادا فيها .
أمتدت هذه المظاهر ضمن تكوينات ترسبات الجريان السحي ذات الأنحدار الخفيف مابين (2.01 - 8) درجة، فضلا عن وجودها ضمن تكوين أنجانة إذ تتواجد ضمن نطاق الترب الملحية تستخدم امكانيات محدودة لزراعة المحاصيل التي تتحمل الملوحة او لا تستخدم للزراعة على الإطلاق، تستخدم للرعي المكثف للأغنام والماعز والإبل والماشية والرعي المنخفض الحجم.

21. جدران القناة Channel walls

شغلت هذه المظاهر البالغ عددها (أربعة) مظاهر أرضية مساحة (24.3 كم²) وبنسبة (0.2 %) من مساحة المنطقة الكلية اثنان منها شغلت الأراضي الوسطى بينما شغل اثنان منها الأراضي الشرقية. بينما ميزتها المرئيات ذات الدقة العالية خمسة اشكال بمساحة (53.2 كم²).

22. مدرجات جرفية Stapped scarp

بلغ عددها شكلاً أرضياً (واحداً) بمساحة (14.9 كم²) وبنسبة (0.9 %) من المساحة الكلية لمنطقة الدراسة شاغلة الأراضي الشرقية من المنطقة ضمن تكوين انجانة الفارس الأعلى من الحجر الرملي والطيني والتراب الصخرية ذات الأراضي الشديدة الانحدار مع بعض المحاصيل الزراعية وبعض التجمعات السكنية.

23. مسيلات مائية واخاديد Rills & Gullies

شغلت هذه الاشكال مساحة ضئيلة (3.8 كم²) وبنسبة (0.02 %) من المساحة الكلية لمنطقة الدراسة، تقع ضمن الاراضي الجنوبية الشرقية للمنطقة بينما تم تمييز ثلاثة اشكال من المرئيات العالية الدقة بمساحة (11.9 كم²).

24. رواسب ملئ الوادي Valley fill deposits

بلغ عددها (ستة) اشكال أرضية بمساحة 504.4 كم² وبنسبة (3.12 %) من المساحة الكلية لمنطقة الدراسة امتد اثنان منها عبر الأراضي الجنوبية والجنوبية الغربية، بينما شغل بقية المظاهر الأراضي الغربية. ميزت المرئيات العالية الدقة اثني عشر شكلا من رواسب ملئ الوادي بمساحة (925.8 كم²).

25. الرواسب الغرينية (قناة ملتوية) Meandering channel

تم تحديد أربع قنوات ملتوية بمساحة (50.8 كم²) وبنسبة (0.31 %) من المساحة الكلية لمنطقة الدراسة، شغلت ثلاث قنوات الأراضي الجنوبية الشرقية من منطقة الدراسة بينما تواجد أحدها في جنوب منطقة الدراسة ضمن تكوينات ترسبات الجريان السحي مع تكوين المقدادية الحجر الرملي والطيني ضمن الترب الحديثة الكلسية ضمن الأراضي المعتدلة الانحدار ذات أعشاب متفرقة. بينما صنفت 7 مظاهر على أنها قنوات ملتوية وبمساحة (75.6 كم²) ضمن بيانات الأقمار عالية الدقة.

26. ترسبات قاع المجرى Channel bed deposits

بلغ عدد هذه الاشكال (تسعة) شغلت مساحة (6.4 كم²) وبنسبة (0.04 %) من المساحة الكلية للمنطقة تقع جميعها ضمن الأراضي الشمالية والشمالية الشرقية من منطقة الدراسة، تكوين أسمرى من الحجر الجيري والطبقات الحمراء أو مايسمى تكوينات اللوكسين – المايوسين وتكوين طورون سينون مع تكوينات البختياري الأعلى صخور حصوية ذات ترب صخرية الشديدة الانحدار ضمن المناطق الجبلية والنتوات الصخرية، غير صالحة للزراعة، بسبب إنجراف التربة، أما غطائها النباتي فهو شجيرات مبعثرة وحشائش ، بينما لم تظهر هذه الاشكال بالمرئيات العالية الدقة كونها صنفتها ضمن اشكال اكثر دقة .

27. سهل رسوبي Sedimentary plain

شغلت أراضي السهل الرسوبي البالغ عددها سهلاً رسوبياً (واحداً) بمساحة (2087.9 كم²) وبنسبة (12.93%) من المساحة الكلية للمنطقة وبهذا يشغل السهل الرسوبي المرتبة الثالثة بعد السهول التحتائية والأراضي الوعرة على التوالي من حيث المساحة عبر أراضي ذات تكوين جيولوجي متباين مابين ترسبات المنخفضات الضحلة من الطين الطموي والوحل وترسبات الجريان السحي مع ترسبات السهل الفيضي من الرمل والطفل والطين فضلا عن ترسبات الجلجاي ، تتواجد عند الأنهار والرواسب الغرينية ذات الترب الفيضية الكلسية الحديثة التكوين عادةً ما تعاني من حموضة التربة الشديدة ومستويات عالية من الأيونات الضارة وأنواع الكبريتات، فضلا عن ترب الملحية، تكون ذات أنحدار معتدل (2.01-8) درجة، تستخدم في زراعة المحاصيل الزراعية الحولية والبساتين ويستخدم الكثير منها للرعي. أمتد السهل الرسوبي عبر الأراضي الجنوبية الشرقية باتجاه الأراضي الجنوبية والأراضي الجنوبية الغربية من منطقة الدراسة.

28. سهول فيضية Flood plain

شغلت هذه السهول والبالغ عددها (ثلاثة) سهول مساحة (32.3 كم²) وبنسبة (0.20 %) من المساحة الكلية للمنطقة، تواجد اثنان من السهول الفيضية ضمن الأراضي الوسطى بينما شغل سهلا فيضياً آخر الأراضي الشرقية ممتدة ضمن تكوينات انجانة الحجر الرملي والطيني عبر الترب الصخرية الشديدة الانحدار ذات الأراضي العشبية. في حين تم تمييز اثني عشر مظهراً من السهول الفيضية وبمساحة (52.1 كم²) من الأقمار عالية الدقة..

29. منخفض حوضي basin depression

شغل مساحة (20.0 كم²) وبنسبة (0.12 %) الأراضي الغربية من منطقة الدراسة.

30. مسطحات مائية Waterbodies

شغلت المسطحات المائية البالغ عددها (اثتان) مساحة (2.5) كم² وبنسبة (0.02 %) من المساحة الكلية لمنطقة الدراسة أمتدت عبر الأراضي الشمالية الشرقية.

31. هور Marsh

هور الشويجة احد الاشكال الارضية التي تم تصنيفها ويعد منخفض طبيعي مستطيل الشكل يقع شمال مدينة الكوت بمسافة - 10 كم و يمتد بموازاة نهر دجلة، يمتلى الهور من الأمطار والسيول القادمة من كلال بدرة شرقا و كلال ترسخ من الشمال (الوائي، 2005) شغلت مساحته (83.8 كم²) وبنسبة (0.52 %) من المساحة الكلية للمنطقة. امتد عبر ترسبات الأهوار من الرمل والطفل ذات التربة الناعمة النسجة التي كونتها الرواسب الطينية والغرينية والرملية، وغالبا ما يكون مصدرها الجريان السحيق أو النز أو الترشيح شاغلة أراضي منخفضة جنوب منطقة الدراسة بأحدار ذات زاوية (صفر - 2) درجة غالبا ما تعاني من مشاكل تصريف المياه تشغلها أراضي رطبة عشبية. بينما تم تميز أربعة أهوار بمساحة (255.2) كم² بتصنيف العالية الدقة .

4.2 استخدام الصور الجوية في تصنيف الاشكال الأرضية

يعد التصوير الجوي في بعض الأحيان الطريقة المثالية للكشف عن تفاصيل موضوع ما من الأعلى. من الأمثلة على الحالات التي يمكن أن يكون فيها التصوير الجوي مفيداً، توثيق الأضرار الناجمة عن الكوارث الطبيعية، ومراقبة المحاصيل، ومشاركة العقارات والممتلكات، ورسم خرائط للتطورات الجديدة (Mancini .2021).

يستخدم التصوير الجوي لتقييم ورسم خرائط الأرض للظواهر الطبيعية عنصر حاسم في إدارة النظام البيئي. تعد الصور الجوية مثالية لرسم خرائط للأنظمة البيئية الصغيرة وميزات الظواهر الطبيعية الدقيقة، مثل المناطق المتشاطئة أو الأشجار الفردية لأنها غالباً ما تمتلك مستوى عال من التفاصيل المكانية والإشعاعية والدرجة اللونية. توفر الصور الجوية أطول سجل متوفر ومتواصل للزمن

والمكان لتغيير المظاهر الطبيعية، والذي يرجع تاريخه إلى أوائل الثلاثينيات في بعض الحالات، ونتيجة لذلك، تعد الصور الجوية مصدراً للمعلومات التاريخية القيمة عن الغطاء النباتي وحالته المتغيرة عبر الزمن (Morgan et al. 2010).

2.4.1 عناصر التفسير البصري للصور الجوية

يعد تفسير الصور الجوية هو احدى العمليات الذاتية التي تستند إلى حد كبير على خبرة الفرد والتدريب. ومع ذلك، هناك تقنيات المعالجة الصورية وتفسير الصورة مثل تكبير الصورة، والتصفية، وقصر المنظور المائل التي تسمح للمفسر برؤية واستنباط المزيد من المعلومات من الصور الفوتوغرافية.

اذ ان تفسير الصور وتحليلها عرضة لعدة أنواع من الأخطاء. فهي يمكن أن لاتعي الهدف تماما؛ كأن ترى شيئاً غير موجود بالفعل. ويمكنها رؤية شيء على صورة، وتفسيره بعيداً عما هو عليه وهو غير موجود أصلاً (الجميلي، 2020).

إن التحليل السليم لصورة ما هو نتيجة لعدة عوامل متداخلة فيما بينها بما في ذلك التدريب والخبرة، والمقياس المناسب لتفسير معين، ومعرفة السياق، والتعرف على الضوضاء وتصفيته نسبة الإشارة إلى الضوضاء وفهم المنظور، اللون، التباين، وتركيب الصورة (Morgan et al. 2010)، لذلك لابد من التعرف على اهم العناصر الرئيسية لتفسير الصور الجوية التي يعتمد عليها مفسر الصور الجوية بصريا وهي كالاتي :-

1. الحجم Size

المقصود بالحجم في تفسير الصور الجوية، أبعاد الظاهرة للأشياء أو الميزات وتفسيره لإجراء استنتاجات بيئية حول الميزات التي يتم تحديدها. إذ تكمن أهميته لأرتباطها المباشر بالمقياس المكاني، وهو عنصر أساسي لفهم الأنماط والعمليات البيئية. في التطبيقات البيئية، غالباً ما يستخدم المقياس لوصف الحجم أو الوحدة المكانية للظاهرة المراد تفسيرها (Fox et al. 2000).

2. الشكل Shape

يعد الشكل من العناصر المهمة التي تعطي أنطباع مميز لمفسر الصور الجوية لتحديد وظائف الظاهرة سواء كانت طبيعية أم بشرية، التي عادة ماتكون لها هندسة محددة وحواف واضحة، إذ يمكن استخدام الشكل لتحديد السمات الجيومورفية المختلفة مثل التضاريس النهرية على سبيل المثال، المراوح أو بحيرات، أو التضاريس العضوية، كالمستنقعات، والأضطرابات كالأنهيارات الأرضية . أن شكل الظاهرة على نطاق واسع من المقاييس المكانية، إذ ينتج الشكل عن التباين بين حدود ظاهرة أو رقعة معينة حسب البيئة المحيطة. في المقاييس الدقيقة، يبحث مفسرو الصور الجوية عن الأشكال التي يمكن التعرف عليها لتصنيف الظاهرة، مثل شكل التاج لتحديد أنواع الأشجار، أو الهندسة لتحديد المظاهر البشرية كالخصائص الطولية والخطية للطرق، يمكن استخدام شكل الرقعة الجغرافية للتمييز بين استخدام الأراضي البشرية المدرجات المقطوعة أو الزراعة (et al. 2004 . (Ries

3. اللون Tone

ان التباين في الالوان (الخصائص الاشعاعية) هي ميزة اساسية في تفسير ظواهر الصور الجوية، على سبيل المثال غالباً ماتعكس اوراق الاشجار لانواع متباينة من الاشجار المزيد من الضوء على العكس من انواع اخرى كالأشجار الصنوبرية التي تكون اكثر عتمة لانعكاسها القليل من الضوء . (Morgan et al. 2010)

تظهر الاراضي المفتوحة او الاراضي الجرداء باللون الابيض او الرمادي الفاتح، بينما تكون ذات لون قاتم كلما ازدادت رطوبة التربة، فالكتل المائية بصورة عامة ذات الرطوبة 100%، تظهر باللون الاسود او بالالوان القاتمة. لذلك تساعدنا الالوان في تميز وتفسير المظاهر الموجودة في الصور الجوية، اذ ان الصور احادية اللون Panchromatic تكون ظاهرة باللون الرمادي يشير البكسل الابيض الى انعكاس جميع الضوء الساقط على الجسم، بينما البكسل الاسود يشير الى امتصاص السطح لجميع ماسقط عليه من ضوء، بينما تتناسب درجة اللون الرمادي للبكسل الغير ابيض واسود مع درجة انعكاس الاسطح (محمد، 2008).

4. النمط Pattern

هو الترتيب المكاني للمظاهر الارضية في المرئية او الصور الجوية، اذ يعد التكرار في بعض الاشكال طبيعية كانت ام بشرية يجعلها ذات نمطا مميزا يسهل على المفسر التعرف عليها بسهولة (المجاري المائية في احواض تصريفها، الاشجار في البساتين لها نظاما منتظما، بينما يكون للغابات نمطا أكثر عشوائية)، فالانماط المكانية توفر دليلا مهما لتوزيع الظواهر الجيومورفولوجية، فالظواهر الطبيعية تكون ذات انماط غير منتظمة على العكس من الظواهر البشرية انماطها منتظمة (Gergel et al. 2017).

5. الظل Shadow

تساعد الظلال في تحديد الظاهرة من خلال توفيرها لمعلومات حول ارتفاع وشكل واتجاه الظاهرة، فهي خاصة تسهم في الاشارة الى المعالم الجانبية للظاهرة أو تعمل على إعاقة التصنيف، عن طريق حجب الأجزاء من المعالم اي المناطق الواقعة في منطقة الظل. توفر الظلال لمحات أو صور ظليه لمعالم معينة وهي مفيدة بشكل خاص لتحديد المعالم الصغيرة، المناطق المضروسة أو معالم تفتقر إلى التباين اللوني ومع ذلك، الظلال المفرطة يمكن أن تحجب الخصائص للظاهرة وتعمل على تشويه المظهر واللون والشكل وعادة ما يتم جمع البيانات الجوية الحديثة خلال ساعتين من بعد الظهر، مما يحد مدى الظلال لذا لا بد من تحديد الوقت الملائم لالتقاط الصور. ومع ذلك، الظلال غالبا ما تكون مشكلة على الصور الجوية التاريخية.

6. الموقع Site

يساعد موقع الظاهرة الطبوغرافي في تشخيص وتحديد المعالم التي يصعب تمييزها عند التفسير، اذ يكون التعرف الى الظواهر المتلازمة مع بعضها البعض سهلا على شكل مجاميع متجاورة .

7. النسيج Texture

نسيج الصورة مفيد بشكل خاص لتصنيف اشكال سطح الارض والغطاء الارضي، ويرتبط بالتباين في المظاهر الفيزيائية الحيوية، وعدم تجانس المظاهر الطبيعية. يمكن أن تكون مفيداً أيضاً بتوزيع الانواع وأنماط التنوع البيولوجي. يصف مفسرو الصور الجوية النسيج من حيث النعومة والخشونة، ويمكن استخدام الاختلاف النسبي لهذه السمة للتمييز بين الظواهر، فالسطح الاملس يعمل

على عكس الضوء بينما السطوح الخشنة تشتت الضوء، اذ توصف السطوح بدرجات ثلاث من الخشونة (الناعمة، المتوسطة النعومة، الخشنة) (Tsai et al. 2006) .

2.4.2 الظواهر الجغرافية على الصور الجوية

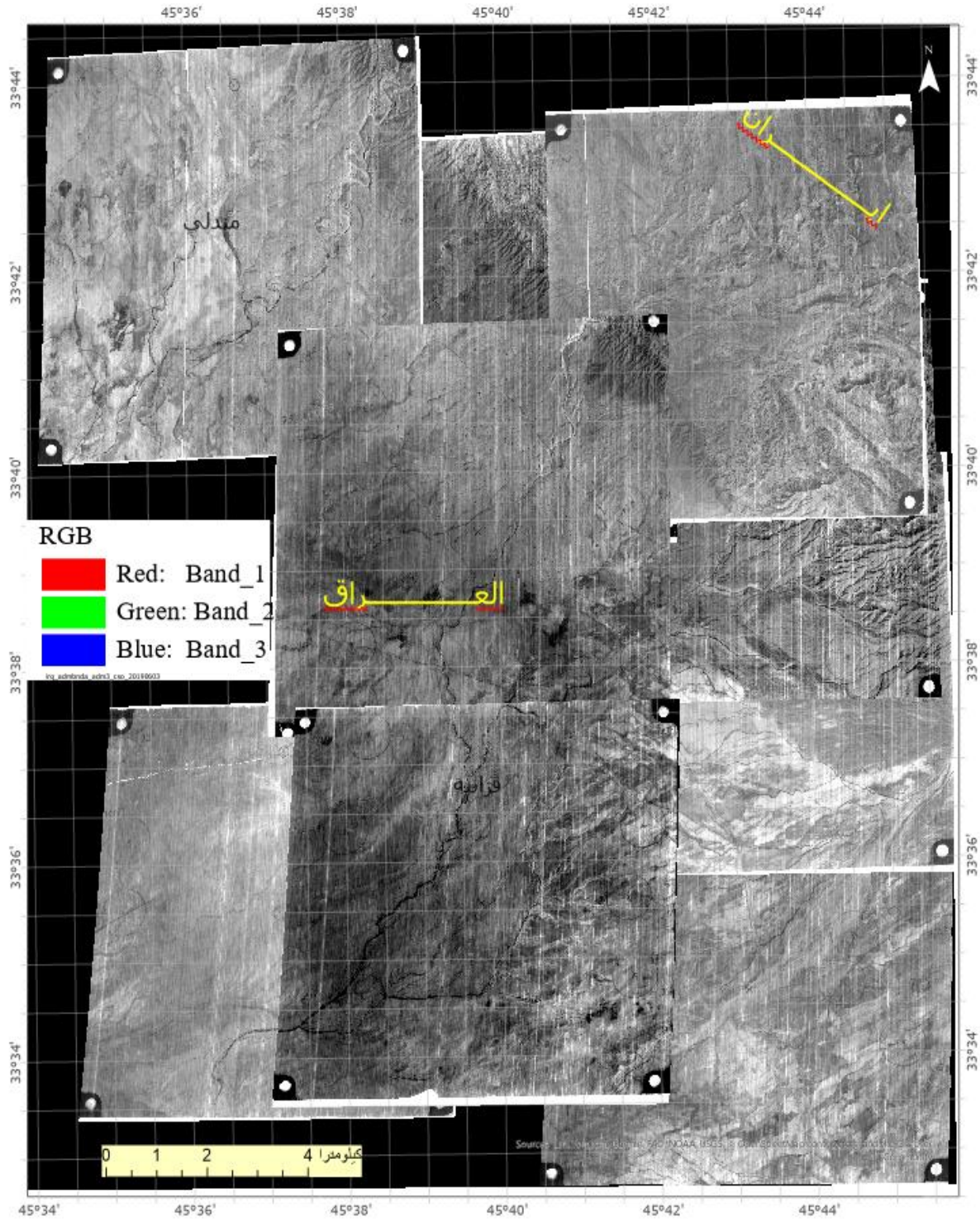
تعد الصور الجوية، بالنسبة للعديد من المخططين البيئيين ومديري استخدام الأراضي، شيئاً يجب اللجوء إليه كمورد مفيد، والصور الجوية التي يتم التقاطها بدقة باستخدام أنظمة مصممة بعناية، تعطي ويفترض أنها تعطي تصويراً واضحاً ودقيقاً ومفصلاً للتضاريس. باستخدام أدوات مثل التصوير التعامدي، ومرشحات الأشعة تحت الحمراء أو الأدوات الإضافية الحالية مثل LIDAR كشف الضوء والمدى، و AVIRIS مقياس طيف التصوير المرئي والأشعة تحت الحمراء المحمول جواً و SAR رادار الاصطناعي ذو الفتحة، يمكن رؤية البيانات التي تبدو غير مرئية، مما يوسع فهمنا للعالم السطحي الذي يتم تصويره (Davies, et al. 2018). تعد تقنية التصوير الجوي وسيلة قوية لإنتاج جميع أنواع خرائط التضاريس بشكل أسرع وأكثر دقة. يتم الحصول على بيانات أكثر وأرخص عن طريق طرق أخذ العينات الميدانية وتكون الصور الناتجة أساساً للكثيرين البحوث والدراسة والأعمال العملية والتنفيذية تتماشى مع المجال. Bagheri et al. 2022 .

2.4.3 اصناف الاشكال الأرضية المستخرجة من الصور الجوية

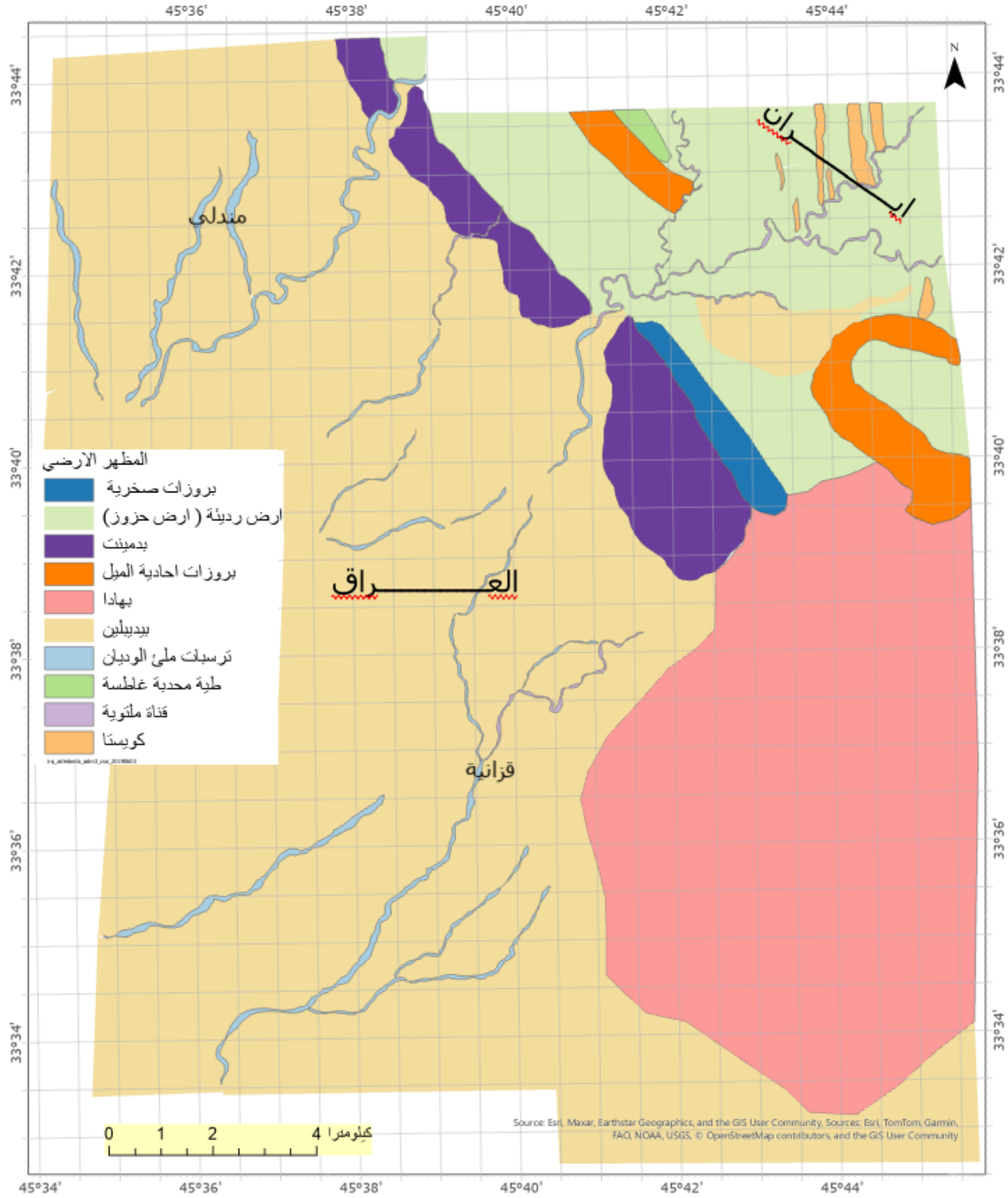
صنفت الصور الجوية التي تم الاعتماد عليها في تصنيف الاشكال الأرضية التي كان من المفترض لمنطقة الدراسة إلا أن تعذر الحصول عليها جعل من الممكن الاعتماد على ما هو موجود ومتوفر من الصور الجوية لشمال غرب منطقة الدراسة، غاية إجراء التصنيف المشار اليه، وبهذا تم التصنيف في المنطقة المدروسة الى (عشرة) اشكال أرضية الجدول (3.2) و الشكلين (2.5) و (2.6)، وهي كالاتي:

جدول 2.3: مساحة ونسب الاشكال الأرضية المستخرجة من الصور الجوية

المساحة	نسبة (%)	المساحة (كم2)	عدد المظاهر	المظهر الأرضي
	0.77	2.52	1	بروزات صخرية
	11.33	37.08	10	ارض رديئة (ارض حوز)
	4.31	14.11	3	بدمينت
	2.16	7.08	2	بروزات احادية الميل
	21.40	70.05	1	بهادا
	57.77	189.05	7	بيديلين
	1.39	4.56	16	ترسبات ملئ الوديان
	0.14	0.47	1	طية محدبة غاطسة
	0.33	1.09	7	قناة ملتوية
	0.38	1.25	7	كويسنا
	100	327.24		المجموع



شكل 2. 5: موزايك صور جوية مختارة لتصنيف الاشكال الارضية



شكل 2.6: اصناف الاشكال الأرضية المستخرجة من الصور الجوية.

1. البروزات الصخرية Ridges

بلغ عددها مظهراً ارضياً واحداً بمساحة (2.52 كم²) وبنسبة (0.77 %) من مساحة المنطقة المدروسة

2. أرض رديئة (أرض حزون) Badlands

بلغ عددها (عشرة مظاهر أرضية) ممتدة عبر الأراضي الشمالية الشرقية من المنطقة المدروسة بمساحة (37.08 كم²) وبنسبة (11.33%) من المساحة الكلية وبهذا تأتي بالمرتبة الثالثة من حيث المساحة.

3. السفوح الصخرية Pediment

بلغ عدد المظاهر (ثلاثة) مظاهر أرضية بمساحة تقدر بـ (14.11) كم² وبنسبة (4.31) من المساحة الكلية، بأمتداد طولي من الأراضي الشمالية الغربية باتجاه الأراضي الوسطى من المنطقة المدروسة.

4. بروزات احادية الميل HomoClinic ridges

بلغ عددها مظهرين بمساحة (7.08 كم²) وبنسبة (2.16%) أمتد أحدها عبر الأراضي الشمالية والآخر عبر الأراضي الشرقية من المنطقة ضمن الأراضي الإيرانية .

5. البهادا BAHADA

بلغت مساحة هذا المظهر الأرضي (70.05 كم²) وبنسبة (21.40%) وهي تأتي بالمرتبة الثانية بعد السهول التحتانية، أمتدت عبر الأراضي الجنوبية الشرقية من المنطقة المدروسة .

6. السهول التحتانية Pediplain

تمتد (سبعة) مظاهر أرضية عبر مساحات شاسعة تقدر بـ (189.05 كم²) وبنسبة (57.77 %) تمتد ضمن الاراضي الشمالية الغربية والغربية باتجاه المنطقة الوسطى ،فضلاً عن أمتدادها عبر الأراضي الجنوبية والجنوبية الغربية، مع وجود أحد المظاهر ضمن الأراضي الشرقية من المنطقة المدروسة.

7. رواسب ملئ الوادي Valley fill deposits

أمتدت هذه الرواسب عبر الأراضي الشمالية الغربية والأراضي الجنوبية الغربية، بلغ عددها (سنة عشر) مظهراً أرضياً بمساحة (4.56 كم²) ونسبة (1.39%) من مساحة المنطقة المدروسة.

8. طية محدبة غاطسة plunging anticline

وجدت هذه الطية في الأجزاء الشرقية ضمن الأراضي الإيرانية بمساحة (0.47 كم²) ونسبة (0.14% من مساحة المنطقة المدروسة).

9. قناة ملتوية Meandering channel

أمتدت هذه الأشكال والبالغ عددها (سبعة) عبر الأجزاء الشرقية الشرقية باتجاه الأراضي الإيرانية وبعضها أمتد ضمن الأجزاء الوسطى للمنطقة بمساحة (1.09 كم²) ونسبة (0.33%).

10. كويستا Cuesta

بلغ عددها (سبعة) أشكال امتدت عبر الأراضي الشمالية الشرقية ضمن الحدود الإيرانية بمساحة (1.25 كم²) ونسبة (0.38%) من مساحة المنطقة المدروسة.

2. 5 نتائج تصنيف الأشكال الأرضية من المرئيات الفضائية العالية الدقة والمرئية الفضائية لاندسات 9 والصور الجوية :-

صنفت المرئيات الفضائية العالية الدقة الأشكال الأرضية في منطقة الدراسة الى (42) شكلاً أرضياً بينها أشكالاً بنيوية النشأة وأخرى تعروية وارسابية ، بينما الدقة المتوسطة للمرئية الفضائية لاندسات 9 لم تصنف سوى (31) شكلاً أرضياً .

بلغت الأشكال الأرضية التي تم تمييزها حسب بيانات الأقمار الصناعية العالية الدقة التي لم تظهر ضمن بيانات المرئية الفضائية لاندسات 9- (ثلاثة عشر) شكلاً أرضياً وهي (البروزات الحادة، منحدر ميلي مستوي، رواسب غروية، رواسب غرينية (القنوات الظفائرية)، رواسب غرينية (القنوات المتفرعة)، سهل غريني، بحيرة تخزين السد، جرف يقطع الطبقات الصخرية، أخاديد، تضاريس مستوية، هضاب بسبب الأنشطة البشرية، كثبان الرملية والحفرة الكارستية) جدول (2. 4) .

اما الاشكال الارضية التي صنفها المرئية الفضائية لاندسات 9 (ترسبات قاع المجرى، المسطحات المائية، المنحدرات) لم تصنف من قبل المرئيات العالية الدقة اذ صنفها المرئيات العالية الدقة بدقة اكثر تحت مسميات اخرى .

كان للزيارة الميدانية بتاريخ 1-3-2024 لجزء كبير من منطقة الدراسة داخل الاراضي العراقية دور فعال في ماتم توثيقه في تصنيف الاشكال الارضية بالمرئيات الفضائية عن طريق بعض عن طريق الصور الفوتوغرافية لاراضي مرتفعة وتلال وهضاب وسهول ومجاري انهار ومجمعات سكنية وصناعية ضمن اجزاء واسعة من منطقة الدراسة اذ اثبتت الدراسة الميدانية صحة ودقة المرئيات الفضائية في تصنيفها لاشكال منطقة الدراسة.

امانتاج تحليل وتفسير الصور الجوية لمنطقة متاخمة لمنطقة الدراسة التي كانت احد المعوقات التي واجهت الدراسة، الا انها اوضحت كيفية تصنيف الاشكال الارضية عن طريق تحليل وتفسير عناصر الصور الجوية السابقة الذكر، وعن طريق التقنيات الحديثة التي تم عمل موزائيك للصور الجوية واستخراج الاشكال الارضية منا والبالغة 10 اشكال ارضية متباينة النشاء .

جدول 4.2: مساحات ونسب الاشكال الأرضية التي تم تمييزها بالمرئيات الفضائية العالية الدقة ولم يظهر في مرئية لاندسات 9 .

ت	Landform	المظهر الأرضي	الرمز	المساحة (كم ²)	نسبة المساحة %	عدد الاشكال
1	Acute ridges	البروزات الحادة	ra	28.3	0.173	4
2	Escarpment and cliff	جرف يقطع الطبقات الصخرية	escr-c	5.9	0.036	3
3	gullies	اخاديد	gul	2.4	0.015	2
4	Planated relief	تضاريس مستوية	plr	12.5	0.076	2
5	Flatiron dip slope	منحدر - ميلي مستوي	fds	260.3	1.590	11
6	Alluvial deposit s(Braided channels)	رواسب غرينية (القنوات اللفائفية)	adbc	44.8	0.274	9
7	Alluvial deposits (Anabranching channels)	رواسب غرينية (القنوات المتفرعة)	adac	142.8	0.872	1
8	Alluvial plain	سهل غريني	ap	7.5	0.046	2
9	dam storage lake	بحيرة تخزين السد	dsl	2.8	0.017	1
10	Plateau due to human activities	هضاب بسبب الانشطة البشرية	platu	4.7	0.028	9
11	sanddunes	كثبان الرملية	ses	15.3	0.093	3
12	Colloidal deposits	رواسب غروية	cod	3.4	0.021	2
13	sinkhole	الحفرة الكارستية	snkhl	0.2	0.001	1

المصدر : الاعتماد على الجدولين (2.1) و(2.2) .

الفصل الثالث
التحليل المورفومتري
والمورفوتكتوني لأحواض منطقة
الدراسة

الفصل الثالث : التحليل المورفومتري والمورفوتكتوني لأحواض منطقة الدراسة

3.1 تمهيد

يعد التحليل المورفومتري قياساً للخصائص الشكلية والخطية والمساحية والتضاريسية للأحواض النهرية، وتعد هذه الخصائص مهمة لفهم البنية التحتية والتكوينات الجيومورفولوجية والخصائص الهيدرولوجية لأي حوض، كما أنها تلعب دوراً مهماً في تحديد خصائص تآكل التربة وحالة الفيضانات والعمليات الجيومورفولوجية. بدأ قياس أحواض الصرف لأول مرة بواسطة هورتون (1932) وتم إنشاء العلاقة بين الخصائص المورفومترية لأحواض التصريف والجيولوجيا والجيومورفولوجيا والخصائص الهيدرولوجية الأساسية من خلال عمل جيولوجيين وgeomorphologists أمثال (Strahler 1952; Chorley et al., 1985).

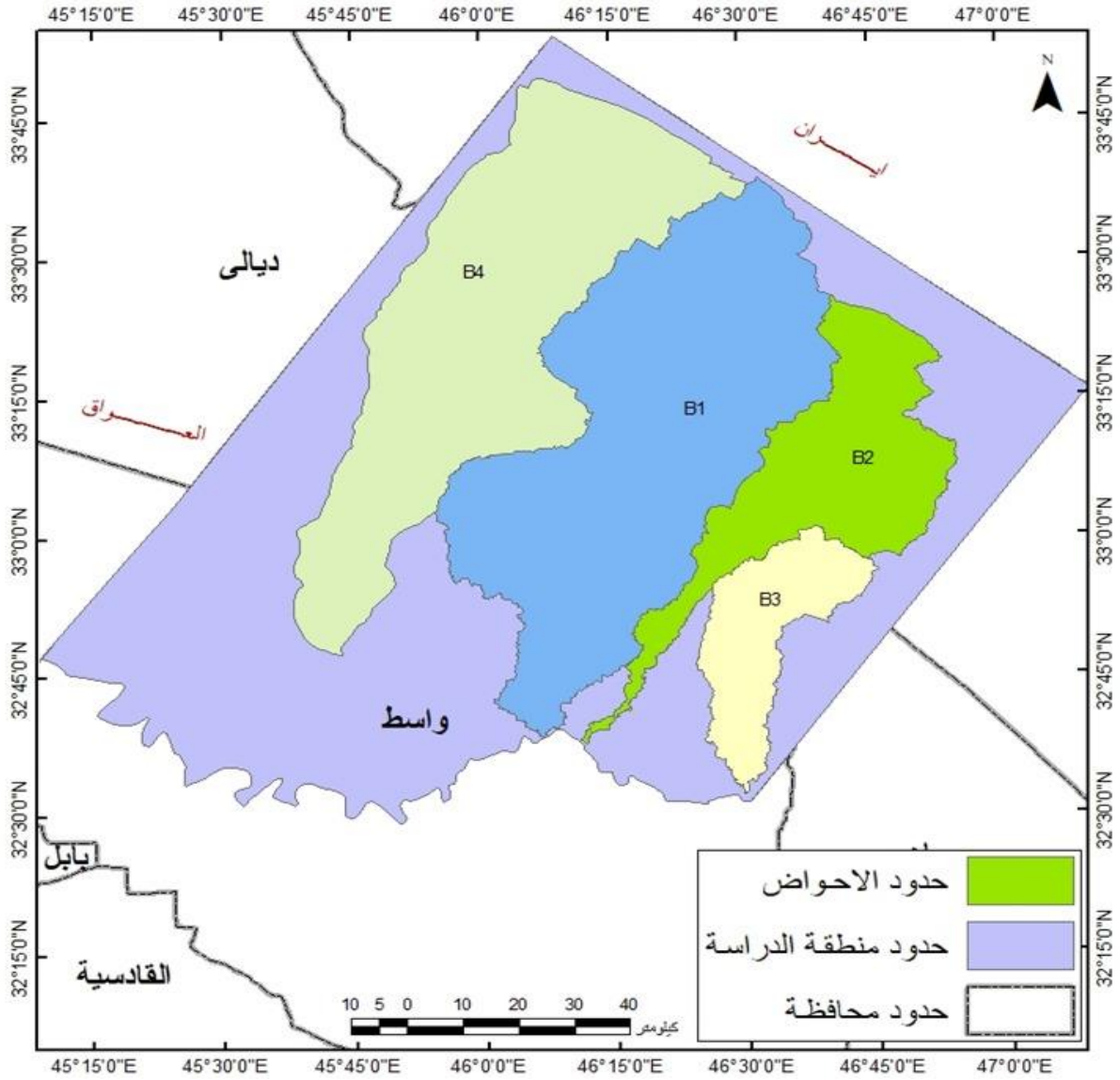
يمكن فهم التاريخ التطوري لأي حوض بشكل أفضل من خلال القياسات المورفومترية المختلفة، التي تعد مهمة لإدارة الأحواض النهرية بالرغم من تباين بيناتها الجغرافية، إذ يمكن فهم السلوك الهيدرولوجي والمورفولوجي لأي حوض بشكل أفضل من خلال خصائصه المورفومترية، فهو يوفر فكرة هائلة لتحديد المشاكل المورفولوجية والهيدرولوجية ويساعد في إجراءات الإدارة ذات الصلة. (Mahala. 2020) أما دراسة الأدلة الخارجية القصيرة والطويلة الأجل للأنشطة التكتونية تعد بمثابة علم مورفوتكتوني إذ يشرح التحليل المورفوتكتوني لحوض النهر العمليات الجيومورفولوجية والهيدرولوجية التي تجري على نطاق الحوض. يُعد المناخ والتضاريس والجيولوجيا من العوامل الرئيسية المتحكمة في أنماط الصرف وتتمثل السمات السطحية للنشاط التكتوني في الحركة النسبية مثل الأرتفاع والهبوط وانتقال القشرة (Shekhar et al. 2021).

3.2 التحليل المورفومتري لأحواض الأودية

يُعد التحليل المورفومتري ضرورياً لتقييم التطور الجيومورفولوجي لأحواض الصرف والسلوك الهيدرولوجي. وتعتمد دقة القياس بشكل أساسي على مصدر البيانات وتقنيات التحليل، لذلك فتح توفر مجموعات البيانات الطبوغرافية الجديدة المعتمدة على بيانات الأقمار الصناعية مكانية جديدة للدراسات الهيدرولوجية والجيومورفولوجية، بما في ذلك تحليل مورفولوجيا السطح. أثبت الأستشعار عن بعد

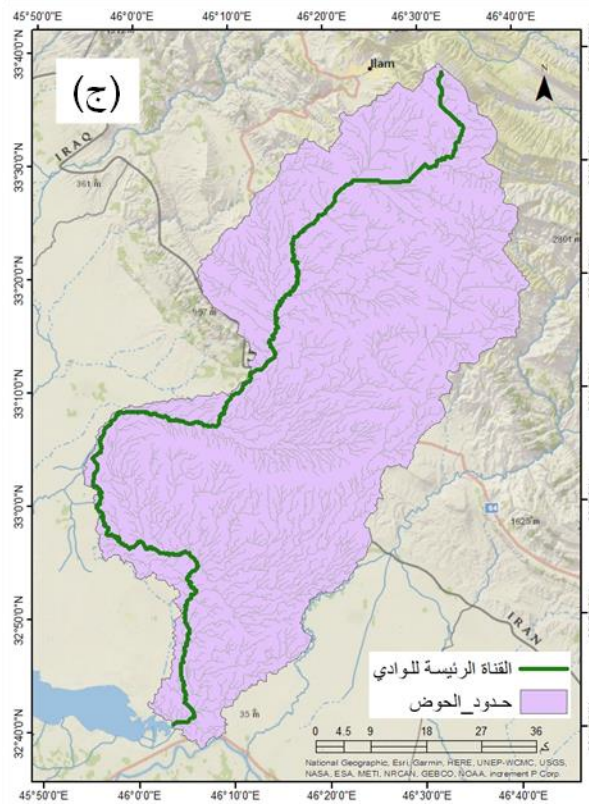
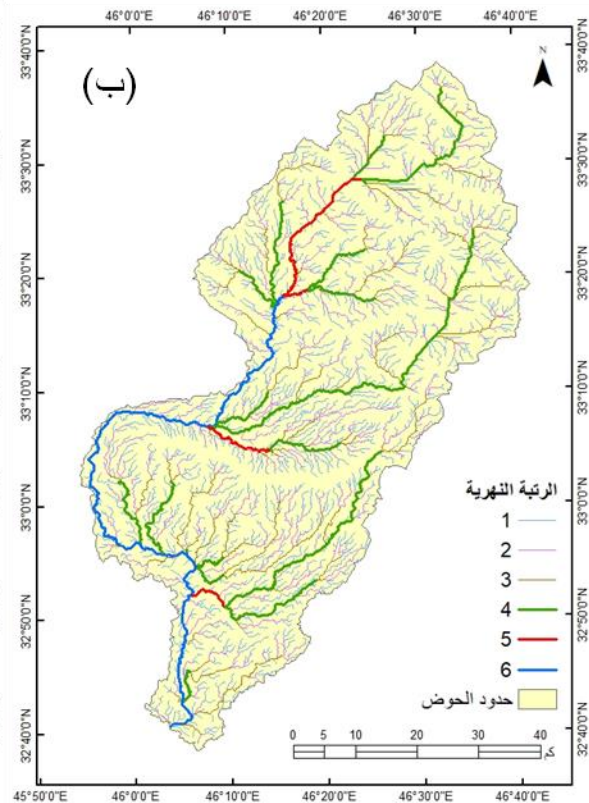
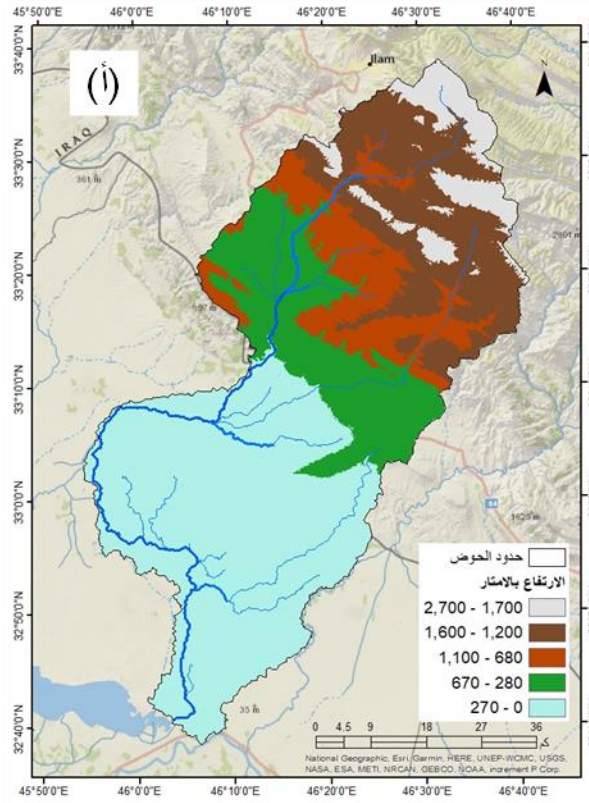
(RS)، ونظام المعلومات الجغرافية (GIS)، والنظام العالمي لتحديد المواقع (GPS) انها أدوات فعالة في تحديد أنماط الصرف وإدارة الموارد المائية وتخطيطها (Beg et al., 2023).

في الدراسة الحالية تم قياس الخصائص المورفومترية لشبكة الصرف، والخصائص الشكلية، النسيجية، والتضاريسية لأحواض منطقة الدراسة الشكل (3. 1) وكما مبينة خرائطها في الأشكال (3. 2 الى 3. 5) والتحليل المورفومتري باستخدام morphometric toolbox ، وكما مبين في ملحق 1.

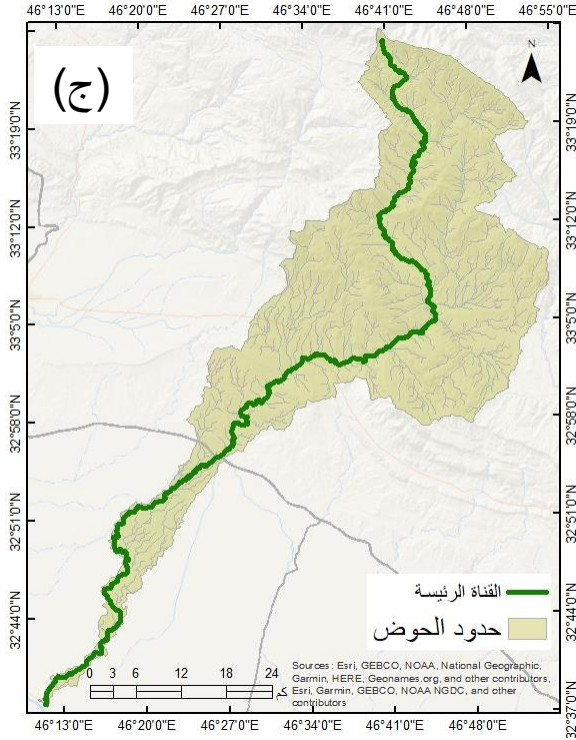
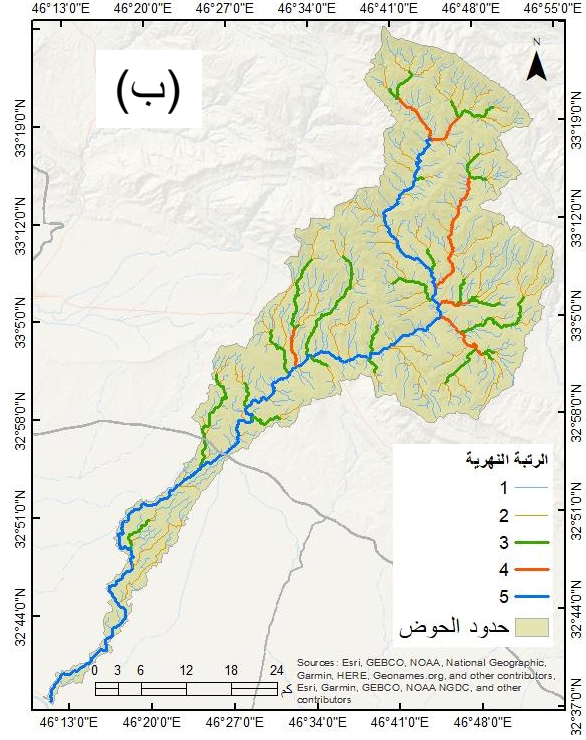
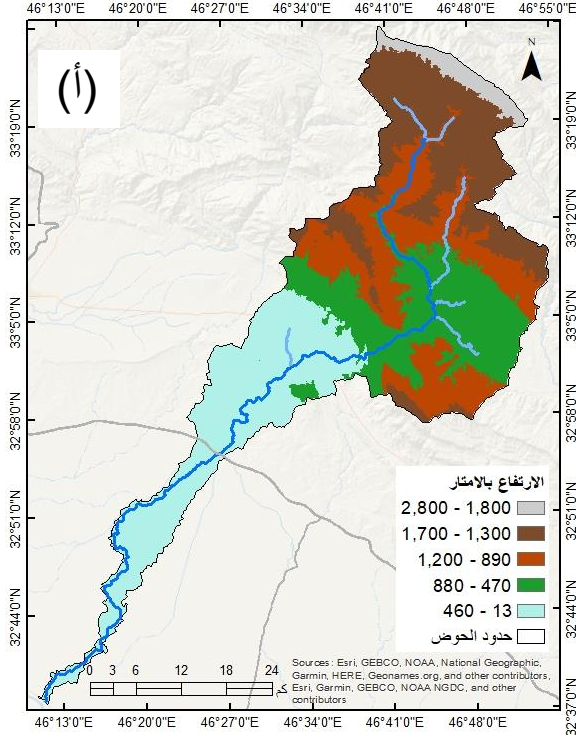


شكل 3. 1: حدود احواض منطقة الدراسة الرئيسية

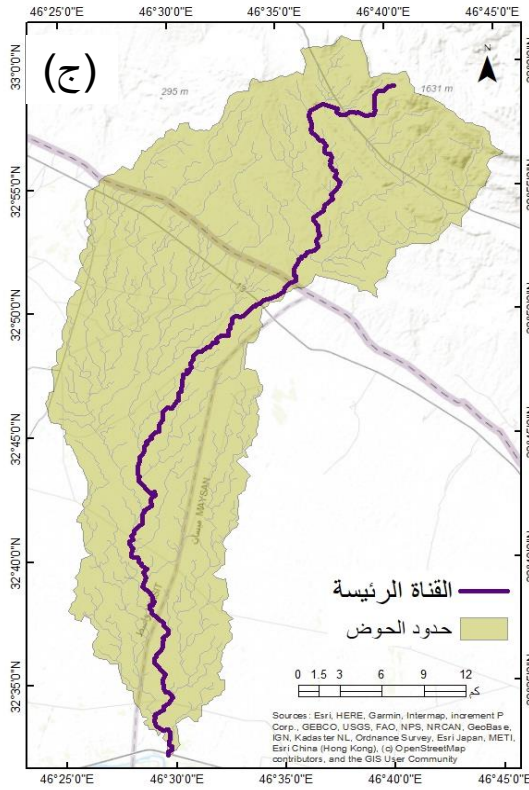
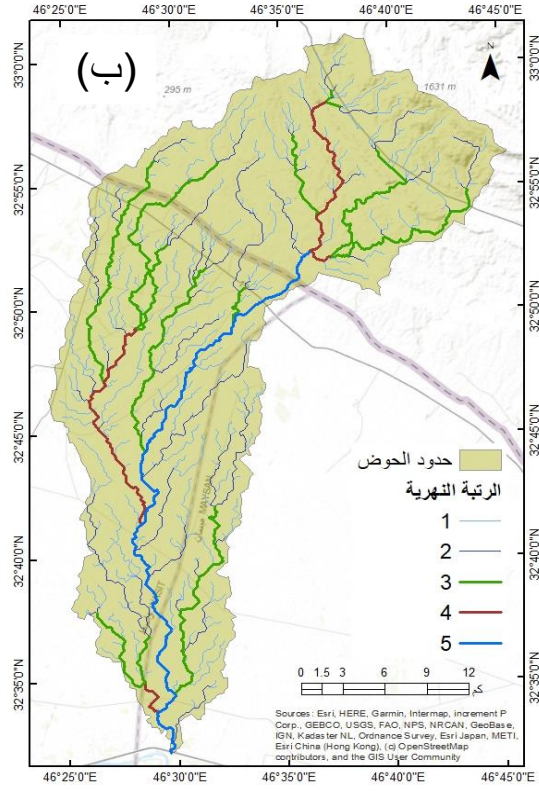
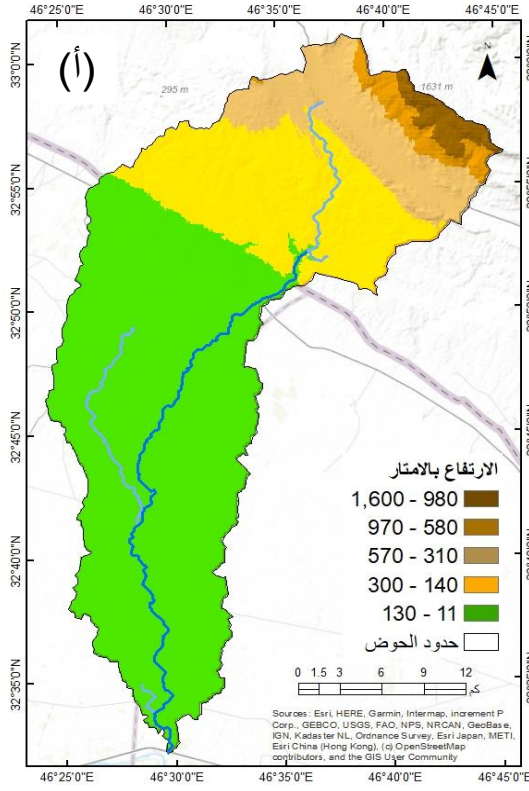
المصدر : بالاعتماد على بيانات SRTM-DEM وباستخدام برنامج ArcGIS- Hydrology toolbox



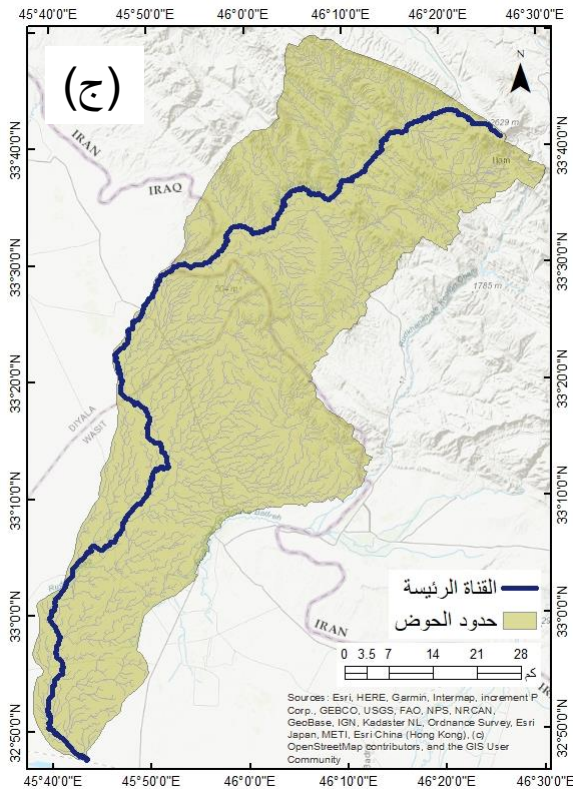
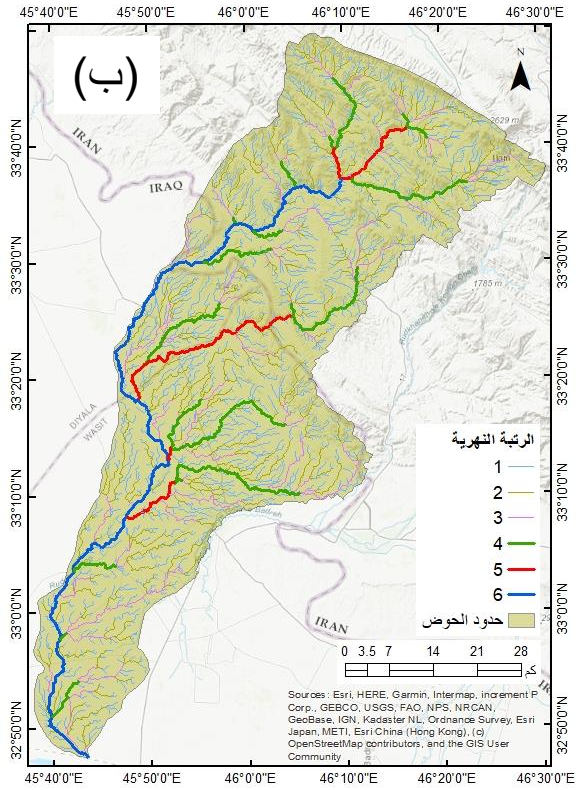
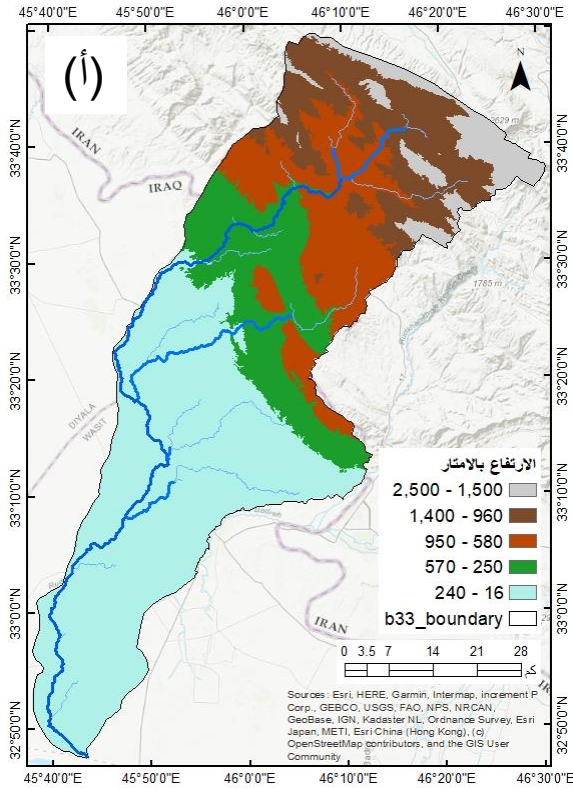
شكل 3.2: خرائط مورفومترية للحوض B1 : (أ).
 مستويات الارتفاع، (ب). الرتب النهرية بحسب
 تصنيف ستريلر، (ج). مجرى القناة الرئيسية.
 المصدر : بالاعتماد على بيانات SRTM-DEM
 وباستخدام برنامج ArcGIS –Hydrology
 toolbox



شكل 3.3: خرائط مورفومترية للحوض B2: (أ). مستويات الارتفاع، (ب). الرتب النهرية بحسب تصنيف ستريلر، (ج). مجرى القناة الرئيسية.
المصدر: بالاعتماد على بيانات SRTM-DEM وباستخدام برنامج ArcGIS –Hydrology toolbox



شكل 3. 4: خرائط مورفومترية للحوض B3:
 (أ). مستويات الارتفاع، (ب). الرتب النهرية
 بحسب تصنيف ستريلر، (ج). مجرى القناة
 الرئيسية.
 المصدر: بالاعتماد على بيانات SRTM-DEM
 وباستخدام برنامج ArcGIS –Hydrology
 toolbox



شكل 3. 5: خرائط مورفومترية للحوض B4 :
 (أ). مستويات الارتفاع ، (ب). الرتب النهرية
 بحسب تصنيف ستيرلر، (ج). مجرى القناة الرئيسية

المصدر : بالاعتماد على بيانات SRTM-DEM
 وباستخدام برنامج ArcGIS –Hydrology toolbox

3.2.1 خصائص شبكة التصريف Drainage Network Parameters

تتكيف الأنهار في مواجهة التغير في الحركات التكتونية والمناخية ضمن مدة زمنية طويلة لذا يمكن النظر إلى النظام النهري كمؤشر لهذه التغييرات، إذ تنتقل علامات التغير في مستوى القاعدة والتغيرات الصخرية أو المناخية أو التكتونية على طول شبكة الصرف، وعليه فإن شبكات الصرف ليست لها سمات طبوغرافية ثابتة، يمكن تعديلها وإعادة ترتيبها نتيجة للتغيرات في ظروف حدودها حتى يتم الوصول إلى حالة جديدة من التوازن الديناميكي في المشهد الطبيعي (daSilva et al.2023). تم دراسة خصائص شبكة الصرف النهري لأحواض منطقة الدراسة على النحو الآتي:-

- أعداد المراتب وأطوال الأودية النهرية Numbers and lengths of Stream Order

تم استخدام منصات نظم المعلومات الجغرافية لحساب وتقدير العدد الإجمالي للروافد في الحوض فضلا عن عدد الروافد بترتيبات مختلفة. يعد ترتيب المجاري أحد العوامل المورفومترية الحيوية للتحليل المورفومتري للصرف الذي تم إجراؤه بناءً على الترتيب الهرمي 1952. Strahler. يتم تعريف أي تيار ينشأ في المرحلة العليا من الحوض على أنه نهر من الرتبة الأولى، وعندما يلتقي تياران من الرتبة الأولى، يتشكل النهر من الرتبة الثانية. بعد ذلك عندما يتم إعطاء تيارين من الدرجة الثانية ينشأ تيار من الرتبة الثالث وما إلى ذلك (Mohaimen et al.2024). وبهذا بالأماكن تحديد رتب الأودية النهرية بأن أصغر روافد الأودية النهرية تأتي بالمرتبة الأولى، فإن المرتبة الأولى ليس لديها روافد، وأن هذا الترتيب يتأثر بحجم الحوض، أتساعه، شكله وخصائصه التضاريسية، ويتم تحديد القناة الرئيسية التي يتم من خلالها تصريف معظم المياه على أنها أعلى تيار في الحوض Jaya et al. (2024)، تم أستخراج أعداد الرتب النهرية للأحواض النهرية حسب المعادلة الرياضية الآتية (Horton. 1945):-

$$Nu = N1 + N2 + \dots + Nn \dots (1)$$

وبتفسير العلاقة الرياضية فإن Nu أعداد الرتب النهرية، N1 عدد الروافد في المرتبة الأولى، N2 عدد الروافد في المرتبة الثانية وهكذا لبقية الرتب النهرية. تشير الدراسات ان ازدياد الرتب في

الاحواض النهرية دلالة إلى البنية الجبلية الرطبة ذات الخصائص الصخرية فهي صخور خاضعة للتعرية، مقارنة بالهضاب والسهول (Joy et al., 2023). اما طول المجاري المائية من اهم السمات الهيدرولوجية للحوض الذي يكشف خصائص الجريان السطحي ويشير الى ابعاد الاحواض، وحجم الشبكة المائية للمجرى، فان اقصر المجاري النهرية تمثل مناطق ذات انحدرات شديدة، إما اكثرها طولاً دلالة على انحدرات منخفضة وجريانها عبر اراضي سهلية فضلاً عن التكوينات الجيولوجية ذات انواع متباينة الصخور. يكون التعرف الى اطوال المجاري بأن مجاري الرتبة الثانية تنظم كل من أطوال انهار الرتبة الأولى فضلاً عن أطوال انهار الرتبة معاً وهكذا، اما احتساب اطوال الجداول النهرية (Lu) لكل رتبة كان من خريطة التصريف بواسطة برنامج ArcGIS وبعدها حساب مجموع الاطوال لكل رتبة عن طريق العلاقة الرياضية الاتية (Horton1945; Strahler 1964) :-

$$L_u = L_1 + L_2 + \dots + L_n \quad (2.3)$$

يعرف الرمز L_u انه مجموع طول الجداول، L_1 طول جداول المرتبة الأولى، L_2 طول جداول الثانية الأخيرة، L_n يمثل طول المرتبة الأخيرة (Ali et al., 2024).

في دراستنا الحالية وبعد إجراء التحليلات المورفومترية لأحواض منطقة الدراسة البالغ عددها أربعة أحواض نهريّة كانت النتائج كما مبينة في الملحق (1)، وبيانات الجداول (3. 1)، (3. 2) و(3. 3) و(3. 4). يُعد الحوض (B4) أطول أحواض منطقة الدراسة بلغ طوله (121225.3) م، وطول قناته الرئيسية (184046.5) م، وجاء الحوض (B1) في المرتبة الثانية بطول (116726.02) م بلغ طول قناته الرئيسية (190901.3) م وهي القناة الأطول بين أحواض منطقة الدراسة، بينما جاءت الأحواض (B2، B3) بطول (99460.4) م و(54889.3) م على التوالي، وبلغ طول قنواتها على التوالي (153741.4) م و(72290.7) م، تباينت أعداد الرتب النهرية وأطوالها بين أحواض منطقة الدراسة ما بين (5-6) رتبة نهريّة، كان الحوضان (B1) و(B4) من الرتبة السادسة، الأشكال (3. 2 - 3. 5) بلغ مجموع أعدادها على التوالي (1775) و(1551) مجرى، بلغ مجموع أطوالها (3883675.62، 3414326.25) م على التوالي. يلاحظ أن مجاري الرتبة الأولى والثانية هي في العدد الأعلى بسبب مسارها الجبلي العلوي، ويتناقص مع رتب أعلى، دلالة على انها تجري ضمن مناطق قليلة الانحدار وبنفاذية عالية، أما الأحواض B2، B3 من الدرجة الخامسة، الأشكال (3. 3 - 4. 3)، بلغ مجموع أعدادها (652) و(324) مجرى على التوالي وكان مجموع أطوالها (1392368.27، 803099.28) م، ويشير الأنخفاض الكبير والمفاجئ في رتب

المجاري إلى تغيرات مورفولوجية كبيرة في الحوض. وبهذا فإن الحوض B1 كان أكثرها عدداً وأطولاً وأكبرها مساحة يليه الحوض B4 ، إذ تقع منابع الحوضين في الجهات الشرقية من المنطقة ذات التضرس والأنحدار الشديد والترب الصخرية داخل الأراضي الإيرانية منحدره باتجاه الجنوب الغربي عبر الأراضي السهلية والمنخفضة باتجاه الأراضي العراقية من منطقة الدراسة .

جدول 3.1: أعداد الأودية بحسب الرتب النهرية

مجموع أعداد الترتيب	المرتبة النهرية						رمز الحوض
	6	5	4	3	2	1	
1775	1	5	19	77	337	1336	B1
652		1	6	26	120	499	B2
324		1	4	13	64	242	B3
1551	1	5	19	70	276	1180	B4

المصدر : بالاعتماد على بيانات (SRTM-DEM) وبرنامج (ArcGIS- morphometric toolbox)

جدول 3.2: أطوال الأودية بحسب الرتب النهرية (بالأمتار)

مجموع أطوال/م	المرتبة النهرية						رمز الحوض
	6	5	4	3	2	1	
38836765	127551	54638.2	313270	424316	934532	2029368	B1
1393316		134709	52277.4	144089	321247	740046	B2
810325		52210.7	39745.6	141078	185210	384856	B3
3414859	149397	74436.9	201297	403853	801381	1783960	B4

المصدر : بالاعتماد على بيانات (SRTM-DEM) وبرنامج (ArcGIS- morphometric toolbox)

- نسبة ومتوسط التشعب (Rbm Bifurcation Ratio and mean bifurcation ratio (Rb)

تعرف نسبة التشعب حسب ماوصفها (Strahler, 1957) على أنها عدد الروافد في أحد الرتب إلى عدد الروافد في الرتبة التي تليها، فهي تختلف بتباين البيئات من خلال التكوينات الجيولوجية والصخرية والظروف المناخية ، فإن ارتفاع نسبة التشعب في الأحواض النهرية دلالة على سيطرة التكوينات الجيولوجية بدرجة كبيرة على العكس من القيم المنخفضة التي تدل على عدم تعرض المنطقة إلى تشوهات جيولوجية وصخور نفاذة ، فإن التذبذب الحاصل في قيم هذا المؤشر بين رتب الأحواض النهرية يعود إلى التطور الجيولوجي والصخري لهذه الأحواض . أشارت الدراسات أن قيم Rb تكون عالية في المناطق الجبلية أكثر من مناطق الهضاب والسهول إذ تتراوح القيم لنسبة التشعب لأحواض النهرية بين (2 و 5) (Mahala , 2020) . يمكن قياس نسبة التشعب عن طريق المعادلة الآتية (Schumm, 1956) :-

$$Rb = Nu/Nu + 1 \dots\dots\dots(3)$$

Rb نسبة التشعب ، Nu العدد الإجمالي للروافد في رتبة ما ، Nu+1 عدد الروافد في الرتبة التي تليها. أما متوسط قيم نسبة التشعب فهي أكثر ملائمة لتمثيل قيم نسب التشعب بين الأحواض النهرية تعد الأكثر ثباتا ودقة من النسبة العامة للتشعب والتي غالبا ماتتراوح بين (3-5) للأحواض المتماثلة جيولوجيا ومناخيا ولتحديد متوسط التشعب حسب المعادلة الآتية (Strahler, 1957) :-

$$Rb_m = \frac{N_1 + N_2 + \dots + N_{Nu-1}}{N_2 + N_3 + \dots + N_{Nu}} \dots\dots\dots(3.4)$$

وبتفسير المعادلة الرياضية، Rbm متوسط نسبة التشعب، N1 روافد المرتبة الأولى، N2 روافد المرتبة الثانية Nu أعداد الروافد في كل المراتب (Joy et al., 2023) . تباينت نسب التشعب بين رتب أحواض منطقة الدراسة ما بين (3.25-6) جدول (3.3) دلالة على ارتفاع نسبة التشعب في صورة مقارنة بين أحواض المنطقة مع تزايد ضئيل في قيم بعض الرتب، مما يُشير إلى تجانس البيئية الجغرافية لأحواض منطقة الدراسة (B1، B2، B4) في اراضي اعالي الوديان ضمن التكوينات المعقدة التركيب ذات فواصلٍ وصدوعٍ وكسور على العكس من الحوض (B3) عدم تأثره بالانكسارات .

من خلال التحليل المورفومتري للأحواض، جاء الحوض (B2) بأعلى نسبة تشعب والبالغة (6) بين رتبه النهريّة الرابعة الى الخامسة فهو يمتد عبر جيولوجية معقدة التركيب، بينما جاء الحوض (B3) بأقل نسبة تشعب بلغت (3.25) بين رتبه الثالثة والرابعة فهو اصغر الاحواض مساحة (2). 732 كم² فلهذا انخفضت نسبة التشعب، فضلاً عن وجود سهول مروحية مع رواسب الزمن الرباعي التي تتميز بارتفاع نفاذيتها مما يتسبب في قلة اعدادها . أما أعلى قيم لمتوسط نسبة التشعب جاء بها حوض (B2) والبالغة (4.78)، يليه الحوضان (B4، B1) البالغة (4.24 ، 4.14) على التوالي تُعد قيماً عالية، وجاء الحوض (B3) بأقل القيم وهي (3.99)، وبهذا فإن النسب المرتفعة دلالة بمرور أحواض منطقة الدراسة بتراكيب جيولوجية معقدة وصخور المنطقة مما له الأثر الكبير على تباين أعداد الرتب النهريّة ونسبة التشعب فيها .

جدول 3.3: نسبة التشعب بين رتب أحواض منطقة الدراسة.

رمز الحوض	نسبة التشعب					متوسط نسبة التشعب
	1:2	2:3	3:4	4:5	5:6	
1B	3.96	4.38	4.05	3.8	5	4.24
2B	4.16	4.62	4.33	6		4.78
3B	3.78	4.92	3.25	4		3.99
4B	4.28	3.94	3.68	3.8	5	4.14

مصدر : بالاعتماد على بيانات (SRTM-DEM) وبرنامج (ArcGIS- morphometric toolbox).

3.2.2 الخصائص المساحية و الشكلية لأحواض Geometrics Parameters

تعد دراسة الخصائص الشكلية لأحواض منطقة الدراسة أهمية كبيرة كونها ذات ارتباط وثيق بالخصائص الطبيعية للمنطقة، منها البنية الجيولوجية، طبيعة الصخور وتركيبها، الظروف المناخية، فضلاً عن نوعية الغطاء الأرضي. تم دراسة الخصائص الشكلية لأحواض منطقة الدراسة (جدول 3.4) على النحو الآتي:-

- مساحة ومحيط الحوض (A) and perimeter (P)

تعد مساحة الحوض دلالة على حجم المياه التي يمكن أن تنشأ من هطول الأمطار ذات العلاقة بحجم التصريف داخل الحوض (Shekhar et al.2023). بينت الدراسة أن هناك تباين مابين مساحة أحواض منطقة الدراسة منها ذات المساحة الكبيرة التي تزداد بزيادة الرتب النهريّة ومنها ما يمثل المساحة الصغيرة ذو سرعة أكبر لتدفق المياه إلى القناة مقارنة بالحوض الأكبر. جاء الحوض (B1) بأكبر مساحة حوضية بلغت (3820.15) كم² يليه الحوضان (B4) و (B2) (3316.9، 1459.7) على التوالي، واحواض ذات المساحة الأصغر كانت للحوض (B3) البالغة (723.4) كم²، إذ يعود التباين في مساحة الأحواض إلى البنية الجيولوجية وأنواع الصخور المتباينة في خصائصها. أما محيط الأحواض النهريّة فهو الحد الفاصل ما بين الأحواض، أي الحد الخارجي المحيط بمنطقة الحوض ومن خلال قياسه ممكن التعرف إلى شكل الحوض فيما إذا كان ممدوداً أو مستطيلاً أو بيضاوي أو أي شكل آخر يتخذ الحوض (Ahmad et al. 2023). جاء في التحليل المورفومتري لأحواض منطقة الدراسة أن الحوض (B1) أكبر الأحواض محيطاً، بلغ محيطه (388.79) كم، يليه الحوضان (B2) و (B4) على التوالي، بينما جاء الحوض (B3) بأصغر القيم، بلغ محيطه (171.75) كم .

جدول 3.4: الخصائص المساحية والشكلية لأحواض منطقة الدراسة

رمز الحوض				
B4	B3	B2	B1	
3316.9	723.4	1459.7	3820.1	مساحة الحوض (كم ²)
3358.49	730.28	1492.66	3880.93	مساحة سطح الحوض (كم ²)
352.36	171.75	327.04	388.79	محيط الحوض (كم)
121.23	55.08	98.52	116.73	طول الحوض (كم)
188.16	74.41	153.74	190.9	طول الوادي الرئيسي (كم)
0.52	0.42	0.47	0.49	نسبة المطابقة
0.23	0.24	0.15	0.28	معامل الشكل
4.43	4.11	6.78	3.57	نسبة معامل الشكل
9.41	4.26	4.46	9.83	المحيط النسبي
181.3	73.27	110.8	197.4	علاقة الطول مع المساحة
3.48	3.23	5.32	2.8	معامل التكور
27.36	13.34	14.68	32.72	متوسط عرض الحوض
4.4	1.89	1.99	4.57	نسيج التصريف
1.74	1.8	2.43	1.79	معامل التماسك
0.34	0.31	0.17	0.32	نسبة الاستدارة
0.54	0.56	0.43	0.59	نسبة الاستطالة

المصدر : بالاعتماد على بيانات (SRTM-DEM) وبرنامج (ArcGIS- morphometric toolbox)

- طول الحوض (Lb) Basin Length

حدد (Schumm, 1956) طول الحوض على أنه امتداد خط مابين نقطة المصب النهري وابعاد نقطة تماس لمحيط الحوض ، يعتمد على ميل طبقات السطح باتجاه واحد (Shekhar et al. 2021) بينت الدراسة ان هناك تباين مابين اطوال احواض منطقة الدراسة ،كان الحوض (B4) اطول الاحواض بلغ طوله (121.23) كم ، وبلغ طول الوادي الرئيس (190.90) كم ، يليه الحوض (B1) (116.73) كم ، بينما بلغت الاحواض الاخرى اقل القيم المتمثلة بالحوض (B2) البالغ طوله (99.47) كم ، شغل الحوض (B3) اقل الاحواض طولاً بلغ (54.89) كم.

- نسبة المطابقة (Rf) Fitness ratio

تعرف نسبة المطابقة حسب (Melton ,1957) بأنها نسبة طول القناة الرئيسة الى طول محيط الحوض ويمكن قياسها عن طريق العلاقة الرياضية الاتية (Lohar et al., 2020):-

$$Rf = Lc/P \dots\dots\dots 3.5$$

وبتفسير العلاقة، Rf نسبة التطابق، LC طول الوادي، P محيط الحوض، تباينت هذه النسبة في احواض منطقة الدراسة ، ما بين (0.42 - 0.52) ، وتعد نسبة المطابقة مقياس لطوبوغرافية الاحواض النهرية من حيث طبيعة امتدادها .

- معامل الشكل (Ff) Form Factor

عرف Horton 1932 معامل الشكل أو معامل الهيئة على انه نسبة مساحة الحوض على مربع طول الحوض، يقيس شدة التدفق للأحواض النهرية في مناطق محددة، يجب أن يكون عامل الشكل دائماً أقل من 0.78 إذ تشير القيمة الأعلى لعامل الشكل إلى أن الحوض دائري يتمتع بتدفق وذروة أكبر ولمدة قصيرة، بينما تشير القيم الأدنى إلى حوض مطول الشكل يشهد انخفاضاً في تدفق الذروة ولمدة أطول (Bangar et al .2022). ويتم أستخراج معامل الشكل حسب Horton 1932 من المعادلة الآتية:-

$$Ff = A/lp^2 \dots\dots\dots (3.6)$$

حيث: Ff معامل الشكل ، A المساحة من شبكة الصرف، Lp^2 مربع طول الحوض ، وجاءت نتائج التحليل المورفومتري لأحواض منطقة الدراسة أنها ذات قديم متشابه إلى حد ما في ثلاثة أحواض نهرية فهي (B1) (0.28) و (B3) ، (0.24) و (B4) (0.23) ، أما الحوض (B2) فكانت قيمة المؤشر فيه هي الأدنى بلغت (0.15) ، وبهذا فإن جميع النتائج تشير إلى أنخفاض القيم وهو دلالة على أبتعاد أحواض منطقة الدراسة عن قيمة معامل الشكل الدائري ، فهي تميل إلى الشكل الطولي ذات الأنخفاض في قوة التدفق وهي تبتعد بامتدادها الطولي إلى امكانية وصول مياه الجريان السطحي بسرعة إلى مصب الأحواض وهذا يؤدي إلى الزيادة في كمية التبخر والتسرب لمياه الأحواض .

- نسبة معامل الشكل (Sf) Shape Factor Ratio

تقاس نسبة معامل الشكل عن طريق مربع طول الحوض مقسوما إلى مساحته الكلية و بهذا تكون نسبته عكسية مع معامل الشكل، يتم أستخراجها عن طريق العلاقة الرياضية الآتية : (Strahler,) 1964

$$Sf = Lb^2/A = 1/Ff \dots\dots\dots (3.7)$$

Sf نسبة معامل الشكل، Lb^2 مربع طول الحوض، A مجموع مساحة الحوض 1 ثابت Ff معامل الشكل تباينت نتائج التحليل المورفومتري لأحواض منطقة الدراسة في قياس هذه النسبة، إذ بلغت أعلى النسب

للحوض (B2) (6.7 8) ، بينما النسبة المنخفضة للحوض (B2) (3.57) وبهذا أن انخفاض النسبة يدل على اقتراب الحوض من الشكل الدائري، وأرتفاعها دلالة على اقترابه من الشكل الطولي.

- المحيط النسبي (Rp) Relative perimeter

يعرف محيط الحوض على انه الحد الخارجي للحوض الذي يحيط بالمنطقة وهو مؤشر لحجم وشكل الأحواض النهرية ويمكن أستخراجه حسب معادلة (Schumm1956; Lohar et al., 2020)

$$R_p = A/P \quad (3.8)$$

R_p المحيط النسبي، A مجموع مساحة الحوض، P محيط الحوض. تباينت أحواض منطقة الدراسة في محيطها النسبي، إذ بلغ محيط الحوض (B1) (9.83) كم أعلى نسبة ، بينما جاء الحوض (B3) بأقل القيم بلغت (4.26) كم.

- علاقة الطول مع المساحة (Lar) Length Area Relation

يتم أستخراج علاقة الطول بالمساحة عن طريق المعادلة الآتية : (Hack 1957, Beg et al.2023),

$$Lar = 1.4 \times A^{0.6} \quad (9)$$

Lar علاقة الطول بالمساحة، 1.4 ثابت المعادلة، A مساحة الحوض، كانت أعلى القيم للحوض B1 (197.41)، وأدنى القيم للحوض (B3) (73.27).

- معامل التكور (Rc) Rotundity coefficient

يشير هذا المتغير الى إمكانية التعرف إلى شكل الحوض، يتم قياسه عن طريق المعادلة الآتية (Zavoianu 1985, Strahler 1964):

$$Rc = Lb^2 \times \frac{\pi}{4A} \quad (10)$$

Rc معامل التكور، Lb طول الحوض. بعد تطبيق المعادلة الرياضية إذا اقتربت قيمة المؤشر من الواحد الصحيح فإن الحوض يكون ذا شكلاً دائرياً أو شبه دائري أما إذا زادت قيمته الى (1.27) فإن شكل الحوض يقترب إلى المربع، فيما اذا وصلت القيم بين 10 إلى 15 دلالة على أن الحوض طولي

جداً، (Bangar et al , 2022) تباينت القيم في أحواض منطقة الدراسة، بلغت ادنى القيم للحوض (B1) (2.80) و أعلى القيم للحوض (B2) (5.32) وبهذا تكون جميع احواض منطقة الدراسة تبتعد عن الشكل الدائري .

متوسط عرض الحوض (Mean Basin Width)(Wb)

يمكن قياس قيمة هذا المؤشر عن طريق المعادلة الرياضية وفقاً لـ (Horton ,1932 ; Beg et al.2023

$$Wb = A/Lb \dots\dots\dots 3.11$$

A مساحة الحوض ، Lb طول الحوض. تباينت احواض منطقة الدراسة في قيمة متوسط عرض الاحواض، جاء الحوض (B1) (32.72) كم، بينما ادنى قيمة جاء بها الحوض (B3) (13.34).

- نسيج التصريف (Dt) (Drainage Texture)

يعد نسيج الصرف أحد المفاهيم المهمة في الجيومورفولوجيا يعتمد نسيج الصرف على الصخور الأساسية وقدرة التسرب وكمية الجريان، صنف (سميث، 1950) نسبة نسيج الصرف إلى خمس فئات مختلفة، خشن جداً اقل من (2)، خشن (2-4)، متوسط (4-6)، ناعم (6-8)، ناعم جداً اكبر من (8) (Bangar et al ,2022) يمكن لقناة النهر أن تمر عبر الصخور مقاومة أو صخور ضعيفة أو ناعمة إذ يعتمد نسيج الصرف للأحواض النهرية على عدة عوامل منها كمية الأمطار، كثافة الغطاء النباتي، أنواع التربة، قدرة الترشيح ومراحل التطور الجيومورفولوجي (Jaya et al., 2024) وفي دراستنا الحالية تباين فيها نسيج صرف أحواض منطقة الدراسة ، إذ جاء الحوض (B3) بقيمة (1.89) والحوض B2 (1.99) فالحوضان يقعان ضمن الصخور الخشنة النسيج، بينما جاء الحوض (B4) (4.40) والحوض (B1) (4.57) وبهذا يقعان ضمن الصخور المتوسطة النسجة .

- معامل التماسك (Cc) Compactness coefficient

وهي نسبة محيط الأحواض النهرية إلى محيط دائرة لها نفس المساحة المكافئة (هورتون 1945) تعتمد على المنحدر. أنخفاض قيم هذا المؤشر تشير إلى تآكل أقل وأستطالة لمستجمعات المياه أكثر، بينما القيم الأعلى تشير إلى ضعف كبير في الصخور وتآكلها المستمر (Shekhar et al.2023) ، ويمكن قياسه عن طريق المعادلة الآتية :-

$$Cc = 0.282 \times \frac{p}{\sqrt{A}} \dots\dots\dots 3.12$$

(Cc) معامل التماسك، p محيط الحوض، Aمساحة الحوض. جاءت احواض منطقة الدراسة بقيم متباينة ما بين (1.79 - 2.43) دلالة على تماسك الاحواض وقلة تعرجات محيطها .

- نسبة الاستدارة (Rc) Circularity ratio

تعرف نسبة الأستدارة على أنها النسبة ما بين المساحة الكلية للحوض إلى مساحة دائرة لها نفس محيط الحوض (Joy et al., 2023). تتراوح النسبة كحد أدنى (صفر) تشير إلى عدم أنتظام خطوط التقسيم للمياه وأبتعاد الأحواض عن الشكل الدائري، بمعنى وصول المياه بوقت متأخر إلى مصبات الأحواض وكحد أعلى (واحد) دلالة على وجود الأحواض المستديرة، التي يزداد معها خطر الفيضان، إذ ترتبط النسب بخصائص الحوض الجيولوجية والخصائص المناخية وطول الحوض فضلا عن كثافة الصرف (Jaya et al., 2024) ويتم أحتساب معدل الأستدارة حسب المعادلة الآتية (Miller, 1953):-

$$Rc = 4A\pi/P^2 \dots\dots\dots 3.13$$

Rcمعدل الاستدارة، p محيط الحوض ، A مساحة الحوض. تشير قيم النسب في احواض منطقة الدراسة الى ابتعاد الاحواض عن الشكل الدائري فكانت القيم ما بين (0.17 - 0.31) الجدول (4. 4) .

- نسبة الاستطالة (Re) Elongation Ratio

تعرف نسبة الاستطالة على أنها نسبة قطر الدائرة التي لها نفس مساحة منطقة الحوض إلى الحد الأقصى لطول الحوض (Schumm1956). إن نسبة الاستطالة تتراوح بين (0.1 - 0.6) متأثرة بجموعة واسعة العوامل الجيولوجية والمناخية (Lohar et al., 2020). مع أزدیاد هذه النسبة تكون الأحواض أكثر أستطالة وطولاً واطل انحداراً، يتم أستخراج هذا المؤشر حسب العلاقة الرياضية التالية (Schumm, 1956):-

$$Re = 1.129 \times \sqrt{A} / L_b \dots\dots\dots (3.14)$$

Re معدل الاستطالة، L_b طول الحوض ، A مساحة الحوض. تشيرقيم نسبة الاستطالة في احواض منطقة الدراسة الى ارتفاعها ما بين (0.43 - 0.59) دلالة على استطالة الاحواض في المنطقة.

3. 2. 3 الخصائص النسيجية للاحواض Drainage Texture Analysis

يعد تحليل الخصائص النسيجية لأحواض منطقة الدراسة أهمية كبيرة، ذلك لأرتباطها المباشر بالبنية الجيولوجية وتركيب الصخور والخصائص المناخية ونوع الغطاء الأرضي، تم دراسة الخصائص النسيجية وتحليلها المورفومتري وبالأعتماد على بيانات جدول (3.5) على النحو الآتي: -

- كثافة الصرف (Dd) Drainage Density

تعبير عن قرب وتباعد القنوات داخل الحوض النهري، كونه يوفر قياساً رقمياً لإمكانية الجريان السطحي وتحليل المظاهر الطبيعية، تقيس كثافة الصرف الطول الأجمالي للمجري الكلية لشبكة الصرف لكل وحدة من مساحة الحوض، تعتمد قدرة الأحواض للتصريف على مدى كثافة الصرف وبدورها تعتمد على جملة من العوامل، منها الجيولوجيا، أنواع الصخور، الطوبوغرافية ويعد المناخ من أهم العوامل التي تحدد قيمة هذا المؤشر وارتباطه بكمية الأمطار والجريان السطحي. تشير الدراسات إلى أن ارتفاع كثافة الصرف في البيئة الجبلية يعود إلى المواد السطحية الغير منفذة، والنباتات المتناثرة، في حين أن بيئة الهضاب تحمل انخفاض في كثافة الصرف بسبب النفاذية العالية وانخفاض في كمية التساقط. (Horton, 1945) ويمكن قياس هذا المؤشر حسب (Horton, 1932; Mahala, 2020; Strahler 1964): -

$$Dd = \sum_{i=1}^k \sum_{i=0}^N Lu / A \dots\dots\dots (3.15)$$

D d كثافة الصرف، A مساحة الحوض، Lu طول المجاري الكلي للشبكة. تباينت كثافة الصرف بين أحواض منطقة الدراسة ما بين (0.95 - 1.10) تشير القيم على انخفاض كثافة الصرف ما بين احواض المنطقة، دلالة على امتدادها عبر تربة ذات النسجة الخشنة جداً وذات الغطاء النباتي الكثيف، أما ارتفاع القيم دلالة على تناثر النبات عبر تربة ناعمة غير منفذة. أما معدل كثافة الصرف لأحواض منطقة الدراسة ما بين (0.9 - 1).

جدول 3.5: الخصائص النسيجية لأحواض منطقة الدراسة

رمز الحوض				المتغير المورفومتري
B4	3B	2B	1B	
1.03	1.1	0.95	1.02	كثافة الصرف
1.02	1.1	0.93	1	معدل كثافة الصرف
0.47	0.44	0.45	0.47	التكرار النهري
0.46	0.44	0.44	0.46	معدل التكرار النهري
0.97	0.91	1.05	0.98	معامل صيانة الحوض
0.98	0.91	1.07	1	معدل معامل صيانة الحوض
0.48	0.49	0.43	0.47	عدد الترشيح
0.47	0.49	0.41	0.46	تعديل عدد الترشيح
0.45	0.4	0.47	0.46	شدة التصريف
0.49	0.46	0.52	0.49	متوسط الجريان السطحي
0.49	0.46	0.54	0.5	متوسط طول الجريان السطحي المعدل

المصدر : بالاعتماد على بيانات (SRTM-DEM) وبرنامج (ArcGIS- morphometric toolbox)

- التكرار النهري Stream frequency (F)

هو نسبة المجاري المائية للرتب النهريّة لحوض ما إلى مساحة الحوض (Bingar et al., 2022; Horton, 1932) ويمكن أستخراجه عن طريق المعادلة الآتية :-

$$F = \frac{\sum_{i=1}^n Nu}{A} \quad (16)$$

فإن F يمثل التكرار النهري، Nu عدد الجداول لشبكة الصرف النهري، A مساحة الحوض، وهو دلالة للعلاقة بين كثافة الصرف مع عدد الروافد، تشير بيانات الجدول (3. 5) أن هناك تقارباً كبيراً ما بين قيم هذا المؤشر لأحواض منطقة الدراسة وهذا دليل على التجانس الكبير في صخور الأحواض إذ بلغت القيم (0.44 - 0.47) مجرى/كم² بينما جاء التكرار المعدل ما بين (0.44 - 0.46).

- معامل صيانة المجرى Constant of channel maintenance (Ccm)

على العكس من كثافة الصرف هو نسبة مساحة الحوض إلى طول النهر، معتمداً على مدى نفاذية الصخور والظروف المناخية وكثافة الغطاء النباتي فضلاً عن مدة التعرية وتاريخ مناخ الأحواض النهريّة، وبالامكان استخراج قيمته وفق المعادلة الآتية: (Schumm 1956, Jaya et al. 2024)

$$Ccm = \frac{1}{d} = \frac{A}{\sum_{i=1}^k \sum_{i=0}^N Lu} \quad (17)$$

Ccm (كم²/كم) معامل الصيانة للمجرى، A مساحة الحوض المائي كم²، Lu مجموع أطوال الروافد لجميع رتب الحوض. تقاربت القيم لحواض منطقة الدراسة ما بين (0.91- 1.05 كم²/كم) فقد بلغ الحوض (B3 0.91 كم²/كم) بمعنى ان مساحة قدرها (0.91 كم²) يحتاجها حوض النهر لصيانة المجرى بطول كيلو مترا واحدا، اما معامل الصيانة المعدل فقد تقاربت القيم فيه ما بين (0.91- 1.07 كم²/كم) .

- عدد الترشيح (Ifn) Infiltration Number

نتاج كثافة الصرف والتكرار النهري، ارتفاع قيمته دلالة على أقل تسرب مع جريان سطحي عال فهو مهم في معرفة أطوال الأحواض ومدى الترشيح (Bangar et al., 2022) ويمكن أستخراجه حسب معادلة (Beg et al.2023; Faniran,1968) .

$$(Ifn = F \times Dd) \dots\dots\dots 3.18.$$

عدد الترشيح Ifn، Dd كثافة الصرف، F التكرار النهري، تقاربت القيم لحواض منطقة الدراسة ما بين (0.43- 0.49) جدول (3.5) وهذا دليل على أن جميع أحواض منطقة الدراسة لها قابلية عالية للترشيح وانخفاض في كمية الجريان السطحي، دلالة على مرورها عبر طوبوغرافية ذات نفاذية عالية، وجاء عدد الترشيح المعدل للأحواض (0.41 – 0.49) .

- شدة التصريف (Di) Drainage Intensity

يتم استخراجها من خلال نسبة التكرار إلى كثافة الصرف عن طريق المعادلة الآتية (Faniran, 1968) :-

$$(Di = F/Dd) \dots\dots\dots 3.19.$$

Di شدة التصريف، F التكرار النهري، Dd كثافة الصرف (Lohar et al., 2020) بينت المعادلة انخفاض كثافة الصرف و شدة التصريف، التي تراوحت ما بين (0.40- 0.47) امتازت بانخفاضها في جميع احواض منطقة الدراسة، دلالة على طبيعة الجريان المنخفضة والزيادة في التسرب مما يسبب في تعرية التربة بصورة بطيئة .

- متوسط طول الجريان السطحي (Lg) Average Length of Overland Flow

وفقا لـ (Horton , 1945) هو أحد المتغيرات المستقلة التي لها تأثيرها المباشر على هيدرولوجية وفيزيائية تصريف الأحواض . وهو طول الماء فوق سطح الأرض قبل تركزه في قنوات الجريان السطحي وهو نصف كثافة الصرف وبهذا يكون عكسيا بمتوسط انحدار القناة النهرية اذا انخفضت قيمة المؤشر عن (0.2) كم دلالة على مسارات التدفق القصيرة، ذات المنحدرات لأرضية الشديدة ، مما يؤدي إلى أزداد الجريان السطحي وأنخفاض التسرب، أما إذا تراوحت بين (0.2-0.3) كم دلالة إلى الأنحدار المعتدل والتسرب المعتدل الذي يؤدي بدوره إلى أعتدال الجريان السطحي ، ومع أزداد القيمة أكثر من (0.3) كم فهو مؤشر إلى التدفق الطويل وأرتفاع التسرب مع أنخفاض الجريان السطحي، (Bangar et al ., 2022) يمكن أستخراجه عن طريق المعادلة الاتية (Horton , 1945) :-

$$Lg = 1/2 \times Dd \dots\dots\dots 3.20$$

Lg متوسط طول الجريان السطحي، Dd كثافة الصرف. بلغت قيم المؤشر بين أحواض منطقة الدراسة ما بين (0.46 - 0.52) كم ، دلالة إلى تدفقها الطويل وأرتفاع التسرب فيها وأنخفاض جريانها السطحي. دلالة على جريانها عبر اراضي منفذة عند مصبات الاودية ،أما قيمة متوسط الجريان السطحي المعدل بلغت ما بين (0.46- 0.50) .

3.2.4 الخصائص التضاريسية لأحواض Basin Relief

تم دراسة الخصائص التضاريسية لأحواض منطقة الدراسة بالإعتماد على بيانات الجدول (3. 6) بالشكل الآتي :-

- ارتفاع مصب الحوض (m) Height of Basin outlet

يشير إلى أخفض منسوب في الحوض، تشغله مصبات الأحواض، ويتم أستخراج أقصى وأدنى أرتفاع بالإعتماد على نموذج الأرتفاع الرقمي (DEM) (Beg et al., 2023) ، تباينت قيم هذا المؤشر في أحواض منطقة الدراسة بين أدنى القيم للحوض (B1) بلغت (9) م ، و أعلى القيم للحوض (B4) البالغة (16) م .

جدول 3 6: الخصائص التضاريسية لأحواض منطقة الدراسة

رمز الحوض				المتغير المورفومتري
B4	B3	B2	B1	
16	11	13	9	ارتفاع مخرج الحوض (م)
2463	1613	2783	2710	أقصى ارتفاع للحوض (م)
2447	1602	2770	2701	تضرس الحوض الكلي
0.02	0.03	0.03	0.02	نسبة التضرس
0.69	0.93	0.85	0.69	نسبة التضرس النسبية
0.02	0.03	0.03	0.02	نسبة التدرج
2.52	1.76	2.64	2.75	عدد الوعورة
42.22	59.28	71.70	43.36	عدد ملتون للوعورة المعدل

المصدر : بالاعتماد على بيانات (SRTM-DEM) وبرنامج (ArcGIS- morphometric toolbox)

- أقصى ارتفاع للحوض (Maximum Height of basin (m)

أعلى منسوب في الحوض، وهو يمثل منابع الأحواض لخط تقسيم المياه وكانت أعلى القيم للحوض B2 بلغت (2783) م، بينما أقل القيم كانت للحوض (B3) بلغت (1613) م.

- تضرس الحوض الكلي (Total Basin Relief (H)

يعد ارتفاع مصب الحوض (z) والحد الأقصى لارتفاع الحوض (Z) مؤشرين حيويين في القياسات الجيومورفولوجية لتطوير أحواض الأنهار وتحليلها المورفومتري، يشير تضرس الحوض (H) الى الفرق في الارتفاع بين أعلى وأدنى نقطة في قاع الوادي (Joy et al., 2023). يمكن استخراج قيم هذا المؤشر حسب المعادلة الآتية (Strahler1964):-

$$H = Z - z \dots\dots\dots (21)$$

تباينت نسبة التضرس الكلية لأحواض منطقة الدراسة ما بين (1602 - 2770).

- نسبة التضرس Relief Ratio

عرف (Schumm,1956) نسبة التضرس على انها المسافة الافقية الى طول البعد الاطول للحوض بالتوازي مع خط الصرف الرئيس تتراوح قيمته بين (0.1) ، تشير القيم الدنيا الى نشاط النحت والتراجع نحو المنابع،بمعنى التقدم في الدورة التحاتية للأحواض مع ازدياد تفرع شبكة الصرف وارتفاع نسبة التشعب، بينما ارتفاع القيم دلالة إلى التضرس الشديد لأسطح الأحواض ، بمعنى التأخر

في الدورة التحتائية (Bangar et al .2022). ويتم أستخراج نسبة التضرس وفقاً لـ (Melton,1957) حسب المعادلة الآتية :-

$$RhI = H/Lb \dots\dots\dots 3.22$$

RhI نسبة التضرس ، H تضرس الحوض الكلي ، Lb طول الحوض كم ، تقاربت قيم هذا المؤشر بين أحواض منطقة الدراسة ما بين (0.02 - 0.03) م/ كم ، دلالة لتقارب الأحواض في نهاية دورتها الحتية.

- نسبة التضرس النسبية Relative Relief Ratio

يمكن التعرف الى الخصائص التضاريسية للأحواض النهرية عن طريق نسبة التضرس النسبية وهي العلاقة ما بين نسبة التضرس (الفرق بين منسوب أعلى نقطة وأدناها في الحوض) و محيط الحوض بشكل نسبة مئوية ، فإن انخفاض القيم دلالة على ضعف مقاومة الصخور ونشاط التعرية في

الأحواض المؤدي الى تفرعات الشبكة . ويتم أستخراجها عن طريق المعادلة الآتية (Melton, 1957)

$$Rhp = H * 100/P \dots\dots\dots 3.23$$

Rhp التضاريس النسبية، H فرق الأرتفاع (كم)، P محيط الحوض (كم). سجلت النسب في أحواض منطقة الدراسة ما بين 0.69 - 0.93 م/ كم ، وتعد نسب منخفضة تعود إلى طبيعة الأحواض التي قطعت شوطاً من دورتها التحتائية .

- نسبة التدرج Gradient Ratio

مؤشر أنحدار القناة الذي يتيح تقييم حجم الجريان السطحي وبالأمكان قياسه عن طريق المعادلة التالية (Broscoe ,1959) :-

$$Rg = (Z - z)/Lb \dots\dots\dots 3.24$$

Rg نسبة التدرج، (Z-z) أعلى وأدنى قيمة ، Lb طول الحوض. اذ تقاربت القيم المنخفضة بين أحواض منطقة الدراسة ما بين (0.02 - 0.03) .

- قيمة عدد الوعورة Ruggedness Number

يسمى مؤشر المنحدر الذي يعطي تمثيلاً خاصاً لوعورة تضرس الحوض داخل مستجمع المياه (Lohar et al., 2020) وهو من المؤشرات المورفومترية التي تشير إلى العلاقة بين التضرس وكثافة شبكة التصريف للأحواض وأكد (Strahler, 1964) على أنه كلما ارتفعت الكثافة التصريفية وتضرس الحوض ازدادت معها قيم مؤشر الوعورة، ويمكن أستخراجها عن طريق معادلة (Strahler, 1964) الآتية:

$$R_n = D_d * (H) \dots\dots\dots 3(25).$$

R_n قيمة الوعورة، H فرق الارتفاع (كم) بين أعلى وأدنى نقطة في الحوض (كم)، D_d كثافة التصريف. تباينت القيم بين أحواض منطقة الدراسة، جاء الحوض B_3 بأدنى القيم (1.75) بينما سجل الحوض (B_1) أعلى القيم بلغ (2.75)، تشير القيم المرتفعة إلى وجود منحدرات طويلة وحادة بدرجة عالية ذات قابلية عالية للتآكل والتعرية على العكس من القيم المنخفضة، وجد الباحثون أن الانحدار الحاد في منطقة المنبع أدى دوراً مهماً في تحديد كمية الترسيب في منطقة المصب. وتماشياً مع هذا الارتفاع العالي والجريان السطحي هي مؤشرات على شدة التآكل العالية (Jaya et al. 2024).

- عدد ملتون للوعورة **Melton Ruggedness Number**

يقدم مؤشر أنحدار MR_n تصويراً متخصصاً لوعورة الأحواض المائية يعطي تمثيلاً خاصاً على صلابة التضاريس داخل الأحواض ويتم أستخراجه عن طريق المعادلة الآتية (Melton, 1957) :- (Bangar et al., 2022);

$$MR_n = H/A^{0.5} \dots\dots\dots 3(26).$$

تباينت قيم هذا المؤشر بين أحواض منطقة الدراسة، سجل الحوض (B_2) أعلى القيم بلغت (70). بينما جاء الحوض (B_4) بأدنى القيم بلغت (42.22).

3.3 التحليل الهيسومري والمقاطع الطولية لأحواض الأودية

قدمت العديد من الدراسات أساليب مختلفة لإجراء كيفية اختلاف مساحة سطح الأرض أو مساحة المقطع العرضي الأفقي فيما يتعلق بالارتفاع ومنها دراسة (Strahler, 1952) هدفها توفير اتصال بلا أبعاد بين المستوى الأفقي لمستجمع المياه مساحة المقطع العرضي وارتفاعه، مما يتيح مقارنة مستجمعات المياه بشكل مستقل عن قيود الحجم (Reyes Carmona et al. 2023).

يعتمد التحليل الهيسومتري على تحليل المنحنى الهيسومتري ويعد طريقة لدراسة الاشكال الارضية ورسم تراكمي لمساحة المنطقة على ارتفاعات مختلفة. (Shekar, 2023).

صنف (Strahler, 1952) ثلاث مراحل عمرية للأحواض، فإذا كانت قيمة التكامل أقل أو تساوي 35% فإن الحوض في مرحلة الشيخوخة، و بين (35% - 60%) فإنها في مرحلة التوازن والنضج إما إذا كانت القيمة أعلى أو تساوي (60%) فإن الحوض في مرحلة الشباب، وهو أفضل الطرق لبيان اختلاف الاحواض في تطورها الجيومورفولوجي. تم إجراء التحليل الهيسومتري لأحواض منطقة الدراسة بعنصره المنحنى والتكامل الهيسومتري لبيان المرحلة الزمنية التي وصلت لها الدورة الحثية في الحوض المائي ببياناً رياضياً (ملحق 2) كما يأتي :-

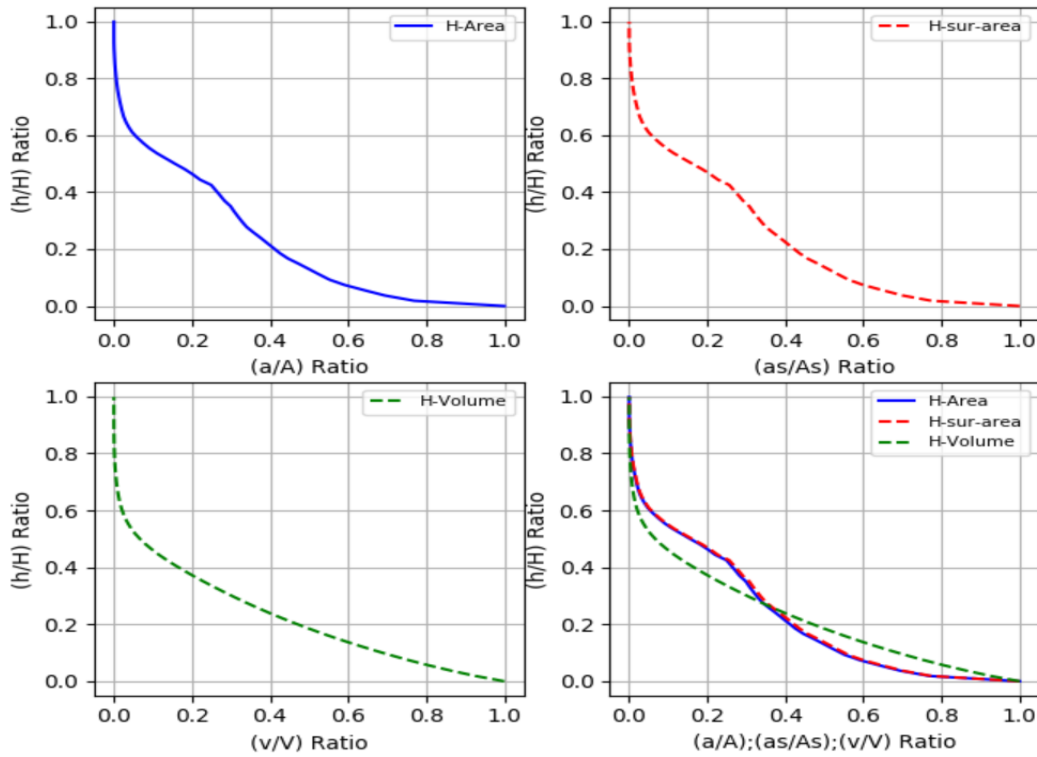
3.3.1 تحليل المنحنى والتكامل الهيسومتري لأحواض الاودية

بعد تحليل العلاقة بين مساحة الحوض النسبية وارتفاعه النسبي على محورين (س، ص)، وتمثيله بيانياً للحوض B1. بينت الدراسة إن شكل المنحنى الهيسومتري للحوض B1 شكلاً مقعراً في المناطق العليا للحوض وتغيير إلى شكل محدب في الوسط دلالة على تراكم الصخور والرواسب في هذا الجزء من الحوض ثم عاد لياخذ شكلاً مقعراً عند مناطق المصب للحوض، كما مبين في الشكل (3.6)، وهو دليل على تعري صخور الحوض بدرجة كبيرة بفعل عوامل التعرية كونه أحد الاحواض التي وصلت إلى مرحلة متطورة من الدورة الجيومورفولوجية. بلغ التكامل الهيسومتري للحوض (21.69) ملحق (2) فهو في مرحلة الشيخوخة لتعرضه إلى عوامل النحت والتآكل.

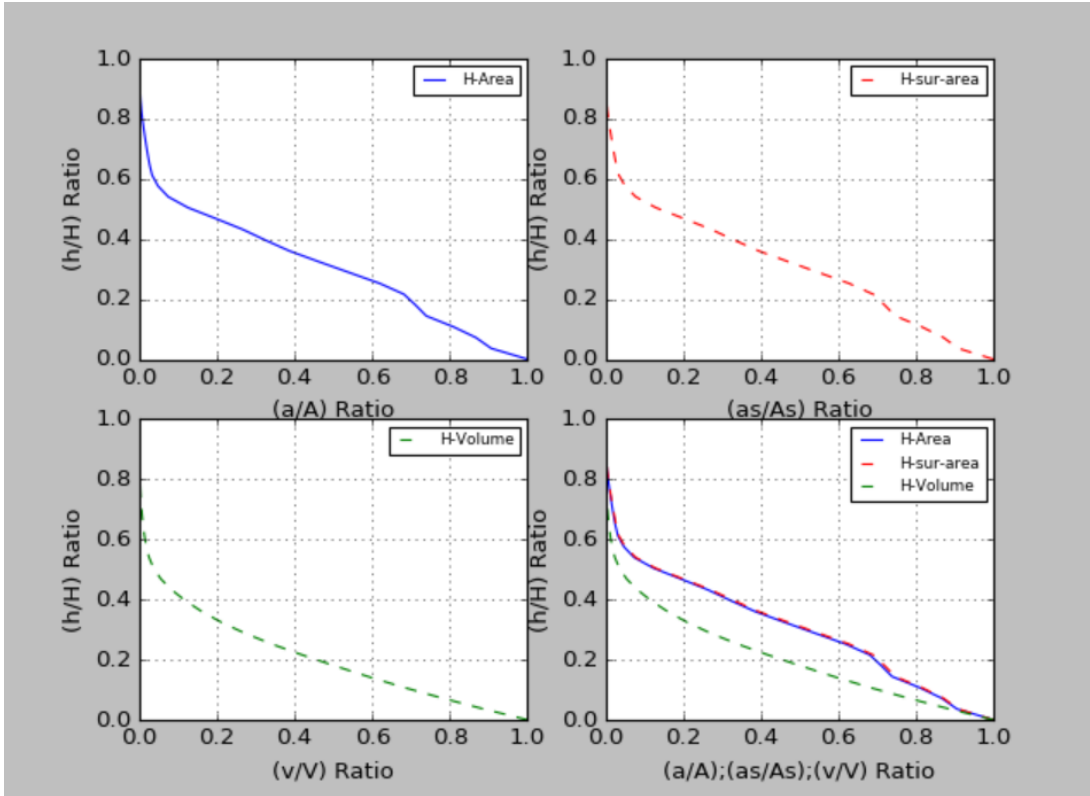
أما الحوض B2 أخذ شكل المنحنى الهيسومتري شكلاً مقعراً إلا أنه أعطى شكلاً محدباً عند مناطق المصب للحوض للدلالة على تراكم الرسوبيات الصخرية بعد المنطقة الوسطى للحوض وبتجاه مصب الحوض، بلغ تكامله الهيسومتري (30.02) شكل (3.7) فهو في مرحلة الشيخوخة ضمن دورته الجيومورفولوجية.

شكل المنحنى الهيسومتري للحوض B3 شكلاً مقعراً حيث تشابه المنحنى الهيسومتري مع المنحنى الحجمي للحوض للدلالة على ان معظم الرواسب قد أنتقلت خارج الحوض، كما مبين في الشكل (3.8) في حين بلغ التكامل الهيسومتري بـ(9.312)، فهو يمر بمرحلة الشيخوخة المتقدمة التي مرت بتاكل ونحت كبيرين وهو اكثر الاحواض تطورا في دورته الجيومورفولوجية.

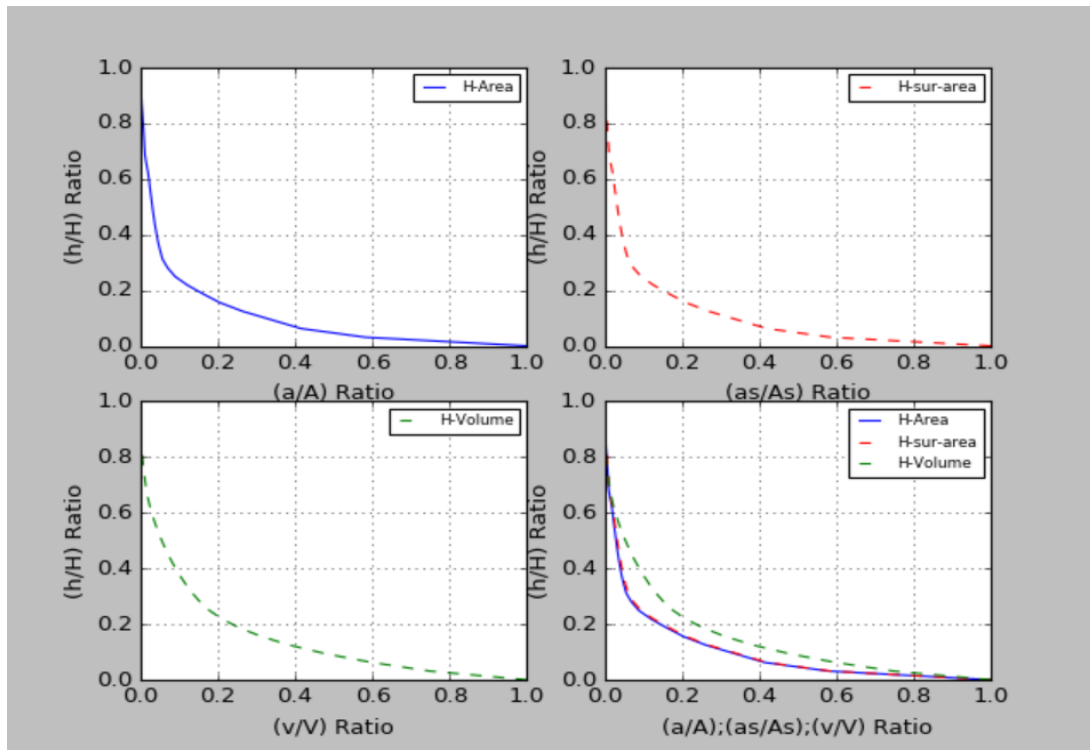
أما الحوض B4 فقد أظهر شكل المنحنى الهيسومتري للحوض أنه مقعراً مع تراكم شبه متساوي للرواسب من أعلى الحوض حتى وسطه الشكل (3.9) وبلغت قيمة التكامل الهيسومتري 18.59 وهو بذلك يمر بمرحلة الشيخوخة المتقدمة.



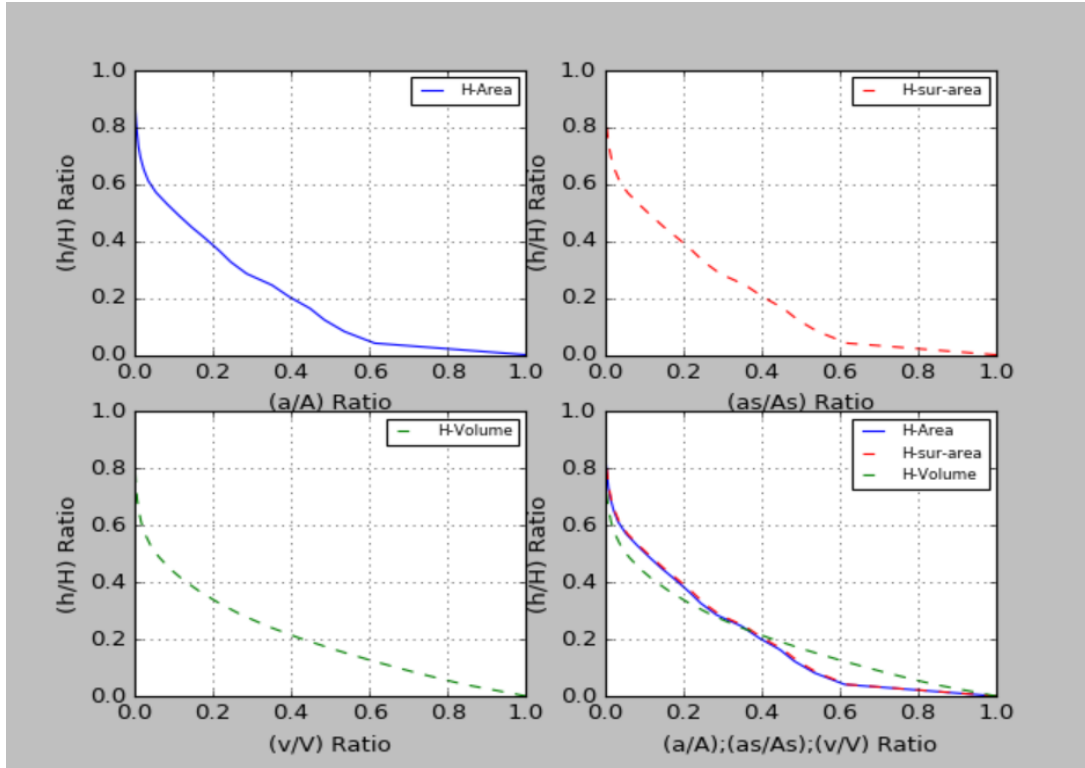
شكل 3.6: المنحنيات الهيسومترية والحجمية للحوض B1 .



شكل 3 7: المنحنيات الهيسومترية والحجمية للحوض B2 .



شكل 3. 8: المنحنيات الهيسومترية والحجمية للحوض B3 .



شكل 3. 9: المنحنيات الهيسومترية والحجمية للحوض B4 .

المصدر : بالاعتماد على SRTM-DEM وبرنامج ArcGIS –Morphometric tool- Hypsometric analysis

3.3. 2 المقاطع الطولية للقنوات الرئيسية للأودية:

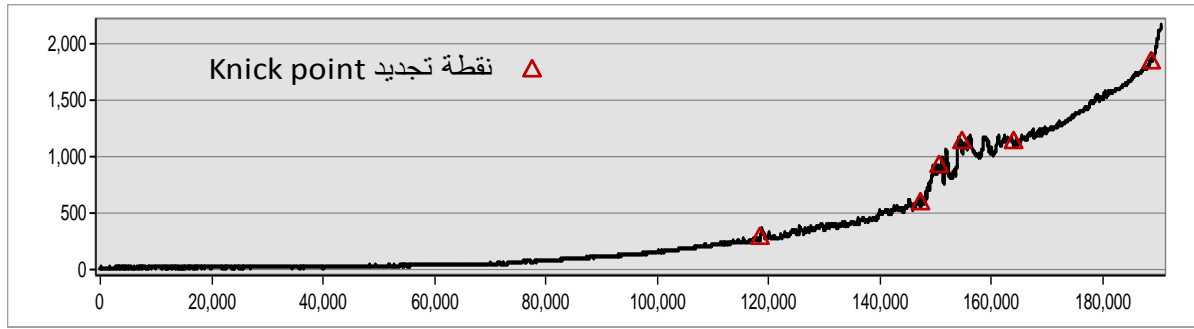
تساعد دراسة المقاطع الطولية لأحواض الانهار تحديد خصائص الأنحدار الطولي لشبكة الصرف الطولية التي تعد ذات أهمية كبيرة في الدراسات الجيومورفولوجية (الربيعي واخرون، 2020).

ويشير المقطع الطولي لمجرى القناة الرئيسية للحوض B1 الشكل (3. 10) أن التغير الحاصل في درجة الأنحدار المؤثرة على المقطع الطولي للقناة دلالة على طبيعة الصخور التي تجري عليها جميع الرتب النهرية مع وجود تراكيب خطية، فضلاً عن الصدوع والشقوق المؤثرة في طبيعة وشكل الأنحدار للوادي فضلاً عن نوع المناخ السائد والنشاط الجيومورفولوجي للمياه الجارية، إذ ان في بعض الاحيان يساعد على ظهور تقاطع التجديد في القطاع الطولي مجموعة من العوامل الهيدروليكية او تركيبية .

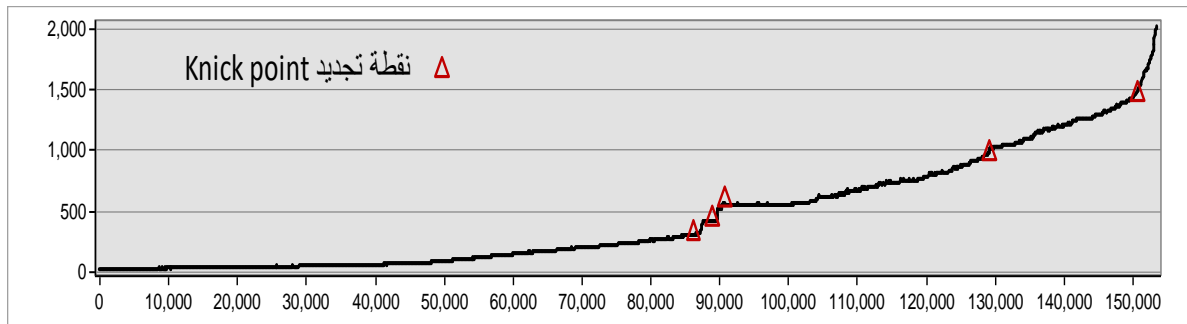
يبين الشكل (3. 11) أن المقطع الطولي للقناة الرئيسية لحوض (B2) ذات الأنحدار الشديد إذ بلغ أدنى ارتفاع للحوض (13.0) م بينما بلغ أقصى ارتفاع (2783.0)م بفارق (2770.0)م تم ذكره سابقا، دلالة على شدة أنحدار الحوض مع استجابة التكوينات الجيولوجية لمنطقة الحوض لسرعة الجريان المائي ونقل الرواسب النهرية والمفتتات الصخرية نحو المصب .

أما بالنسبة للحوض (B3) فقد بلغ أدنى ارتفاع للحوض (11.0) م وأعلى ارتفاع بلغ (1613.0)م بفارق 1602.0 م ، جدول (3. 6) يلاحظ من الشكل (3. 12) يمتاز الحوض بتأثره بعوامل الحت الرأسي ضمن مقاطعه العليا مع أنحدار خفيف ضمن مناطق المصب .

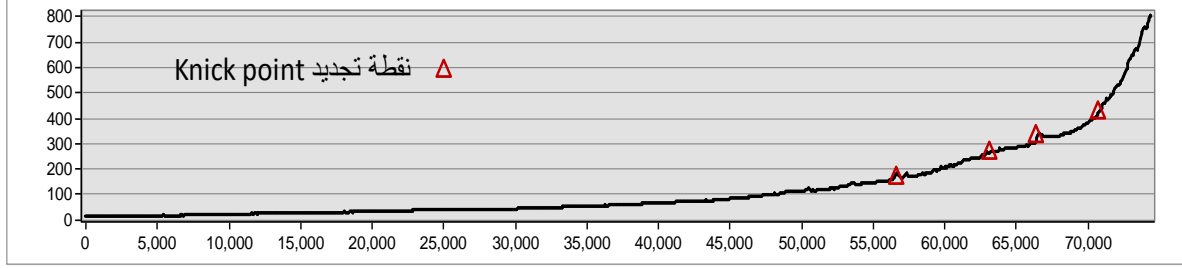
بلغ ادنى ارتفاع للحوض B4 (16.0) م بينما اعلى ارتفاع كان (2463.0)م بفارق (2447.0 م) الشكل (3. 13) .



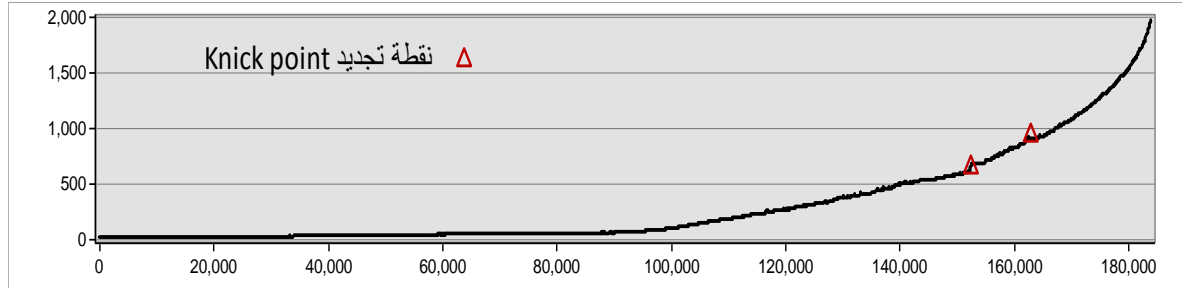
شكل 10.3: المقطع الطولي لمجرى القناة الرئيسية للحوض B1



شكل 11.3: المقطع الطولي لمجرى القناة الرئيسية للحوض B2



شكل 12.3: المقطع الطولي لمجرى القناة الرئيسة للحوض B3 .



شكل 13.3: المقطع الطولي لمجرى القناة الرئيسة للحوض B4 .

3.4 مؤشرات التحليل المورفوتكتوني لأحواض الاودية:

يعد التحليل المورفوتكتوني وسيلة قيمة تستخدم لفهم التفاعل بين العمليات التكتونية وتطور المظاهر الأرضية في أحواض الاودية. يعطي التحليل المورفوتكتوني أمكانية الحصول على نظرة ثاقبة للنشاط التكتوني وتأثيره على مورفولوجيا الحوض من خلال فحص التضاريس والتراكيب الجيولوجية والخصائص الطبوغرافية، مع تسليط الضوء على أهميته في كشف التاريخ الجيولوجي والعمليات التكتونية التي تشكل هذه المظاهر الطبيعية.

يتم تطبيق التحليل المورفوتكتوني لنظام الصرف على نطاق واسع في تقييم التطور المورفولوجي للأحواض استجابة للتشوه التكتوني كما تنعكس في المظاهر التركيبية والمورفومترية. يؤدي اشتراك العوامل الصخرية والتكتونية والمناخية بشكل أساسي إلى تطور وتقييم نظام الصرف بغض النظر عن الوضع الجيولوجي العام للمنطقة.

3.4.1 عدم التماثل الطبوغرافي المستعرض Transverse topographic asymmetry factor (Tf)

يعد مؤشرًا كميًا يستخدم لتقييم عدم تماثل الأحواض. Tf عبارة عن متغير ذو اتجاه يتراوح من 0 (حوض متماثل تمامًا) إلى 1 (حوض غير متماثل للغاية). بالنسبة لانظمة التصريف الكبيرة، يوفر هذا المؤشر معلومات مهمة حول عدم التماثل. لا يقدم عامل عدم تماثل الحوض دليلاً مباشراً على الانحراف؛ ومع ذلك، يسهل التعرف المباشر على لأحتمالية الميل. يعكس المؤشر أيضاً هجرة فروع الاودية باتجاه متعامد مع المحور الرئيسي للحوض بسبب القوى الداخلية أو العمليات الخارجية. يعد نمط الصرف الشجري مناسبة لهذا التحليل (Yadav & Singh, 2022). فضلاً عن تضمين اتجاهات النشاط التكتوني التفاضلي المحتمل في هذا المؤشر. كما أنها حساسة لرفع وهبوط الكتل المنفصلة مقابل الميل الواسع. وبالمثل، يعد عدم التماثل الطبوغرافي المستعرض (T) أداة أستطلاع لقياس الميل الجانبي في منطقة الدراسة. إذا كانت قيمة $Da=0$ فإن النسبة Da/Dd هي أيضاً 0، أي أن المجرى الرئيس للحوض يقع في منتصف حوض الصرف وسيكون حوضاً غير مائل (Bhatt Singh, 2020).

$$Tf = \left(\frac{Da}{D_{md}} \right) \quad (28)$$

حيث D_a = المسافة من خط الوسط لحوض الصرف إلى خط مجرى القناة الرئيسة للوادي،

D_{md} = المسافة من خط الوسط للحوض إلى حد الحوض.

3.4.2 مؤشر انحراف الجبهة الجبلية Mountain front sinuosity index (Smf)

يعد أنحراف الجبهة الجبلية (Smf) مؤشرًا فعالاً لتحديد الجبهات الجبلية النشطة تكتونياً والجبهة غير النشطة نسبياً (Khalifa, Bashir, Alsalman, & Öğretmen, 2021; Yadav & Singh, 2021). تكون الجبهة الجبلية النشطة تكتونياً تقريباً مستقيمة (أقل تعرجاً) ويُشار إليها بالقيمة المنخفضة لانحناء الجبهة الجبلية (Smf). تعكس هذه الجبهات الارتفاع السائد أو التكتونية العمودية النشطة بدلاً من عمليات التآكل. ترتبط القيم الأعلى لـ Smf بالجبهات غير النشطة تكتونياً حيث يسود التآكل، وتؤدي الجداول إلى تآكلها وتكوين جبهات جبلية أكثر تعرجاً؛ ومع ذلك، تعتمد قيم Smf على مقياس مصادر المعلومات المستخدمة. اقترحت بعض الدراسات أن قيم Smf الأقل من 1.4 ترتبط بالجبهات

النشطة تكتونياً، في حين أن القيم الأعلى من (< 3) تشير إلى وجود جبهة غير نشطة (Yadav & Singh, 2021).

$$S_{mf} = \left(\frac{L_{mf}}{L_s} \right) \quad (29)$$

اذ ان :

L_{mf} = طول واجهة الجبل على طول السطح ،

L_s = طول الخط المستقيم لواجهة الجبل.

3.4.3 مؤشر عدم تماثل حوض الصرف (Af) Drainage basin Asymmetry Factor

يستخدم مؤشر عدم تماثل حوض الصرف (Af) لتقدير مدى الميل التكتوني على نطاق حوض الصرف أو المساحة الكبيرة نسبياً، إذا كان مؤشر Af لجزئي الحوض متساوياً، فإنه يشير إلى عدم وجود ميل أو هناك ميل قليل. حيث تشير قيم Af الأعلى أو الأقل من 50 إلى أن الحوض غير متماثل (Pérez-Peña, Azor, Azañón, & Keller, 2010; Shekhar, Mawale, Giri, Jaipurkar, & Singh, 2021).

$$Af = A_r / A_t \times 100 \quad (30)$$

حيث A_r = مساحة الحوض على الجانب الأيمن من المجرى، A_t = مساحة حوض الصرف الكلية. من أجل تجنب الالتباس المحتمل بين أحواض المياه الموجودة، تم التعبير عن Af المعدلة بالقيمة المطلقة ناقص 50، مع وجود سهم يشير إلى اتجاه عدم التماثل وفق المعادلة الآتية:-

$$Afm = \left| 50 - \frac{A_r \times 100}{A_t} \right| \quad (31)$$

حيث تقسم قيم Af المطلقة إلى أربع فئات: Af أقل من 5 (أحواض متماثلة)، Af=5-10 (أحواض غير متماثلة بلطف)، Af=10-15 (أحواض غير متماثلة إلى حد ما)، و Af أكبر من 15 (أحواض غير متماثلة بشدة) (Pérez-Peña et al., 2010).

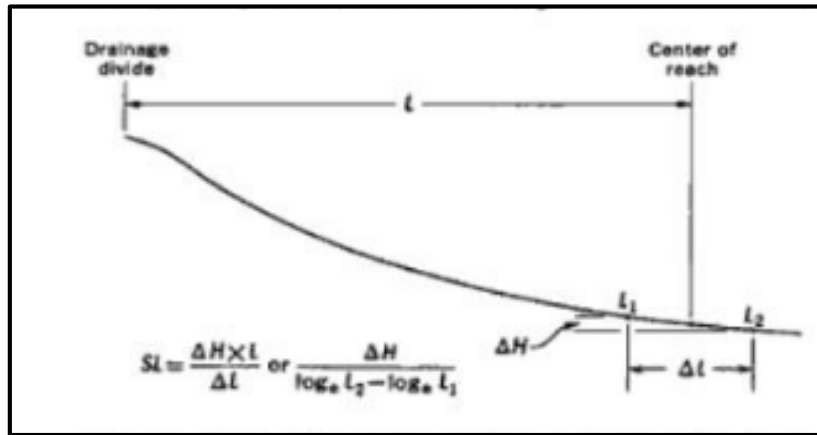
3.4.4 مؤشر تدرج - ميل القناة (SL) Stream length-gradient index

يستخدم هذا المؤشر لتقييم مقاومة الضهور لعمليات التآكل (التعرية المائية) وعلاقتها بعمليات الانشطة التكتونية (Hack, 1973). يتم استخدام مؤشر SL لتحديد التغيير في أنحدار التيار الناجم عن العوامل المناخية أو النشاط التكتوني في المنطقة. القيم العالية موجودة في تلك المناطق التي تعبر فيها الأنهار الصخور المقاومة وتنعكس مع عمليات الرفع التكتوني. في حين تشير القيم المنخفضة إلى صخور أكثر ليونة، أو صخور منخفضة المقاومة، أو عندما يمكن أن تتدفق الجداول من خلال صدوع الأنزلاق على مضرب الطبقات الصخرية (Bhat, Dar, & Bali, 2020).

يعد SL أحد أكثر المؤشرات الجيومورفولوجية ارتباطاً بالتغيرات في أنحدار القناة وهو مفيد في تحديد العلاقات بين النشاط التكتوني المحتمل ومقاومة الصخور والتضاريس (Yadav & Singh, 2022).

$$SL = (\Delta H / \Delta L) L \dots \dots \dots (3.2)$$

حيث L : هو إجمالي طول القناة من نقطة المنتصف إلى حدود أعلى نقطة على المجرى، $\Delta H / \Delta L$:
 ΔH هو ميل فرق الارتفاع في منطقة المصب المحددة الى طول المسافة المستقيمة في منطقة المصب المحددة القناة حيث يتم أخذ القراءة ، ويتم تفسير قيم المؤشر وفق الفئات المبينة في الجدول (3.7) (Hack, 1973).



شكل 3.14: مخطط حساب مؤشر تدرج - طول القناة (Hack, 1973).

جدول 3.7: اصناف مؤشر طول المجرى ودرجة انحدار (SL)

الدرجة	الصنف	القيمة
عالية النشاط	1	اكثر من 500
معتدلة النشاط	2	300-500
منخفضة النشاط	3	اقل من 300

Hack, J. T. J. J. o. R. o. t. u. G. S. (1973) Stream-profile analysis and stream-gradient index. 1, 421-429

3.4.5 مؤشر تعرج التضاريس (TRI) Terrain roughness index

يقيس TRI تباين الارتفاع داخل منطقة معينة. ويمكنه تسليط الضوء على المناطق ذات التضاريس الوعرة والإشارة إلى العمليات التكتونية النشطة، مثل الصدوع أو الطيات.

TRI هي نسبة مساحة سطح الأرض إلى سطح مستو ضمن نطاق معين. اذ تم تطوير المؤشر TRI باستخدام ثلاث وحدات مساحة: (1) مساحة سطحية مستوية؛ (2) مساحة سطحية متغيرة (مساحة سطح التضاريس)؛ و (3) منطقة الدراسة. تمثل زيادة التعرج التضاريسي. نسبة المساحة السطحية للتضاريس إلى مساحة السطح المستوية هي مؤشر تعرج التضاريس (TRI) لمنطقة الدراسة. من الناحية النظرية، يمكن أن تتراوح قيم TRI من 1.0 (مسطح تمامًا) إلى أكثر من 800 (89° السطوح المنحدرة) (Stambaugh, Guyette, & Management, 2008).

قيمة هذا المؤشر تعتمد على دقة قياس المساحة السطحية للتضاريس ودقة نموذج الارتفاع الرقمي DEM.

$$TRI = (A_s - A_i) / (A_p - A_i) \dots \dots \dots (3.33)$$

حيث ان A_s تمثل المساحة السطحية للتضاريس، A_p تمثل المساحة المستوية للحوض، A_i منطقة الدراسة او الاهتمام area of interest .

3.5 نتائج التحليل المورفوتكتوني لأحواض الأودية

للقوف على الوضع التكتوني لأحواض الأودية في منطقة الدراسة تم تطبيق المعادلات الخاصة بحساب المؤشرات المورفوتكتونية لكل حوض، وتم مناقشة نتائج التحليل وفق الآتي: -

3.5.1 التحليل المورفوتكتوني للحوض B1 :

(أ). مؤشر عدم التماثل الطبوغرافي المستعرض (T_f)

بعد إجراء قياسات التحليل المورفوتكتوني لأحواض منطقة الدراسة وبالأعتماد على بيانات الجدول (3.8) والشكل (3.15)، تباينت قيم المؤشرات المورفوتكتونية فيما بينها، إذ بلغ طول القناة الرئيسية للحوض (B1) (121.5) كم، تباينت فيه قيم المؤشر (T_f) ما بين المقاطع العرضية للحوض، إذ أظهرت قيم المقاطع (ج، د، هـ) مؤشراً تراوحت قيمته بين (0.95، 0.96، 0.92) على التوالي، يعد الحوض غير متماثل في هذه المناطق أي أنه متأثر بالنشاط التكتوني، بينما بلغت قيمة المؤشر للمقطعين (أ، ب) (0.53، 0.59) على التوالي فهي ذات نشاط تكتوني ضعيف والحوض يعد متوسط التماثل، كونها مجاري مائية ذات انحراف قليل عن اتجاهاتها الرئيسية في حين بلغت قيمة المؤشر للمقطع (و) (0.24) دلالة تأثره بنشاط تكتوني قليل لأنه يقترب إلى التماثل.

(ب). مؤشر انحراف الجبهة الجبلية (S_{mf})

أما تطبيق قيم المؤشر (S_{mf}) رياضياً على الحوض بلغ طول جبهته المتعرجة (152.2) كم، بينما بلغ طول خط الجبهة المستقيم (42.6) وجاءت قيمة المؤشر بـ (3.57) وحسب المعيار المعتمد دلالة على انخفاض النشاط التكتوني بوجود جبهة غير نشطة، كونها تقع في منطقة تمثل نهاية التراكم الصخرية.

(ج). مؤشر عدم تماثل حوض الصرف (A_f)

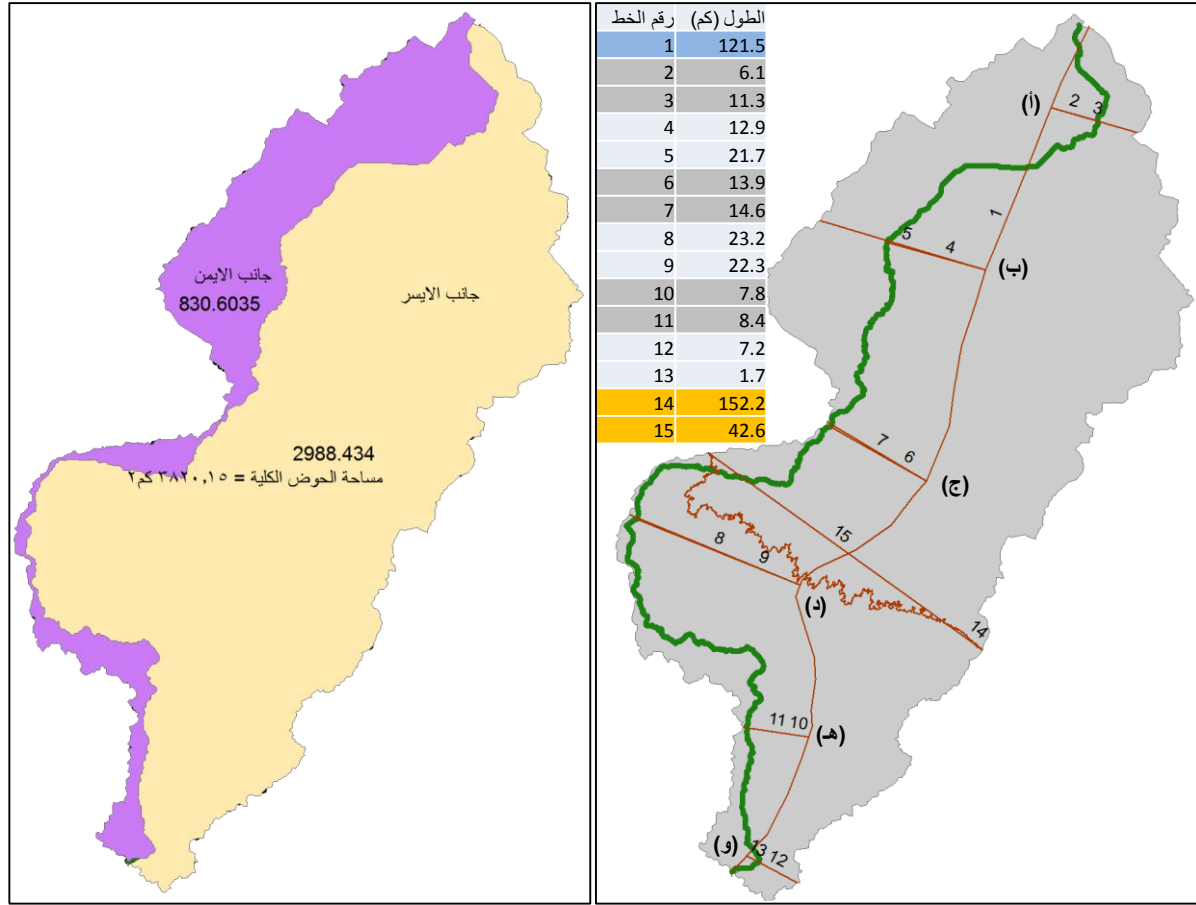
بأستخدام مؤشر عدم تماثل حوض الصرف (A_f) للحوض وبتطبيق المعادلة الرئيسية بلغت قيمته (21.74) فهي قيمة أقل من 50 لذلك فالحوض غير متماثل ومعرض لنشاط تكتوني، وللتحديد الأكثر

دقة تم اعتماد القيمة المعدلة المطلقة وكانت النتيجة (28.26) وهذا يدل على أن حوض التصريف غير متماثل بشدة ومعرض لنشاط تكتوني أدى الى عدم التماثل لجانبي الحوض.

جدول 3.8: حساب قيم مؤشرات عدم التماثل الطبوغرافي المستعرض Tf و أنحراف الجبهة الجبلية Smf للحوض B1 .

المقطع	رقم الخط	الطول (كم)	قيمة المؤشر	معادلة المؤشر	
القناة الرئيسية	1	121.5			
المقطع (أ)	2	6.1	0.53	$T_f = \left(\frac{D_a}{D_{md}} \right)$	
	3	11.3			
المقطع (ب)	4	12.9	0.59		
	5	21.7			
المقطع (ج)	6	13.9	0.95		
	7	14.6			
المقطع (د)	8	22.3	0.96		
	9	23.2			
المقطع (هـ)	10	7.8	0.92		
	11	8.4			
المقطع (و)	12	1.7	0.24		
	13	7.2			
الجبهة المتعرجة	14	152.2	3.57		$S_{mf} = \left(\frac{L_{mf}}{L_s} \right)$
خط الجبهة المستقيم	15	42.6			
مساحة الجانب الايمن Ar		830.6	21.74		$Af = A_r/A_t \times 100$
المساحة الكلية للحوض At		3820.15	28.26	$Afm = \left| 50 - \frac{A_r \times 100}{A_t} \right|$	

المصدر: بالاعتماد على بيانات (SRTM-DEM) وبرنامج ArcGIS 10.8.2



شكل 3.15: خرائط القياسات المورفوتكتونية للحوض B1

المصدر : بالاعتماد على بيانات (SRTM-DEM) وبرنامج ArcGIS 10.8.2

(د). مؤشر تدرج - ميل القناة (SL)

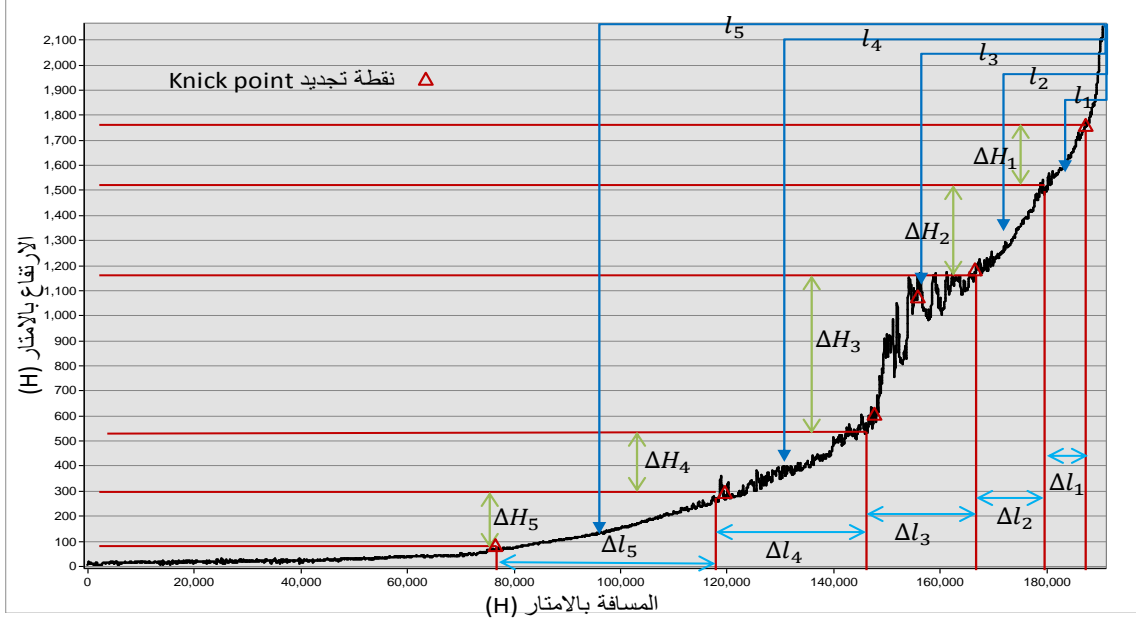
تم تحديد قيم مؤشر SL في منطقة الدراسة، من نماذج الأرتفاع الرقمية و نظام المعلومات الجغرافية (GIS) عند تحليل المقطع الطولي لقناة الحوض (B1) الرئيسية كما موضح في الجدول (3.9) الشكل (3.16) ومن أجل تمييز القيم في المؤشر المتعلق بالصخور المقاومة، كانت مستويات متباينة بين معتدلة إلى منخفضة (حسب نوع الصخور) قوة منخفضة (الطمي والرمل والمارل)، ورواسب المروحة الغربية. وجد ان المقاطع الثلاث (مقطع 2، 4، 5) متقاربة القيم ما بين (432.41-495) دلالة على أن مجرى القناة الرئيسية يمر بمناطق صخرية معتدلة النشاط التكتوني، مع وجود

صخور صلبة نسبياً وهناك نقاط تجديد Knick points ضمن الأراضي الشرقية من منطقة الدراسة. بينما بلغت القيم ضمن المقطع رقم 1 من القناة على أنها قيم منخفضة (192.85) ويخلو المقطع من وجود نقاط تجديد، وتعني ان مقطع القناة يمر في منطقة منخفضة النشاط التكتوني، أما المقطع رقم 3 فإنه أعطى مؤشراً عالياً بلغ حوالي 1037.14 وهذا يعني أن المنطقة هنا عالية تعرضت لنشاط تكتوني ورفع أدى الى وجود نقاط تجديد تسببت في تغير مفاجئ في أنحدار مجرى القناة. وبهذا يكون الحوض B1 يقع ضمن الصنف الأول والثاني والثالث من أصناف مؤشر SL فهو حوض نشط تكتونياً

جدول 3.9: نتائج حساب مؤشر فرق الارتفاع في اطوال القناة SL للحوض B1

B1	H Δ	Δ L	L	SL(meter/kilometer)
مقطع 1-	1780-1510 =270	000-718 0007180000=	190000- 185000=5000	000)x 50007=(270/ 58.92=1
مقطع 2-	1510- 1180=330	180000- 168000=12000	190000- 172000=18000	495
مقطع 3-	1180- 520=660	168000- 147000=21000	190000- 157000=33000	1037.14
مقطع 4-	520-300=220	147000- 118000=29000	190000- 133000=57000	432.41
مقطع - 5	300-90=210	118000- 77000=41000	190000- 95000=95000	486.58

المصدر : بالاعتماد على بيانات SRTM-DEM وباستخدام برنامج ArcGIS –Hydrology toolbox



شكل 3. 16 المقطع الطولي وقياسات مؤشر تدرج - طول القناة للحوض B1.

هـ). مؤشر تعرج التضاريس (TRI)

أن قيمة مؤشر تعرج التضاريس البالغة حوالي 1.022 هي مرتفعة نسبياً عن قيمة الـ 1 (تضاريس مسطحة) وهذا يعني أن هناك تضرسا في الحوض، كما مبين في الملحق 1.

3. 5. 2 التحليل المورفوتكتوني للحوض B2

أ). مؤشر عدم التماثل الطبوغرافي المستعرض (T_f)

جاءت نتائج مؤشرات التحليل المورفوتكتوني للحوض B2، بالأعتماد على نتائج الجدول (3. 10) والشكل (3 . 17) على أن طول قناته الرئيسية بلغ (115.2) كم.

أما قيم المؤشر (T_f) للحوض B2 ، قد تباينت بين المقاطع العرضية للحوض (ط ، ح ، أ ، ز) ما بين (0.64، 0.70، 0.84 ، 0.88) على التوالي، وبذلك يعد الحوض عند هذه المقاطع غير متماثل ومتأثر بالنشاط التكتوني الذي أدى إلى أنحراف المجرى الرئيسي للحوض عن خط الوسط للحوض، بينما بلغت قيم المقاطع (ج، ب، هـ، د، و) (0.26، 0.38، 0.44، 0.48) على التوالي بحيث يبدو الحوض غير متماثل نسبياً إلى أقترابه من التماثل وخاصةً عند المقطع (و) عند المنطقة الوسطى من الحوض.

(ب). مؤشر انحراف الجبهة الجبلية (S_{mf})

بلغت قيمة مؤشر (S_{mf}) فيه (3.18)، فهي قيمة عالية، حيث كان طول جبهته المتعرجة (12.7) كم، بينما بلغ طول خط الجبهة المستقيم (4) كم وعليه تعد الجبهة غير نشطة تكتونيا وتقع في رسوبيات تكثر فيها التعرية والتجوية وتزداد كثافة خطوط التصريف الناتجة عن الجريان السطحي.

(ج). مؤشر عدم تماثل حوض الصرف (A_f)

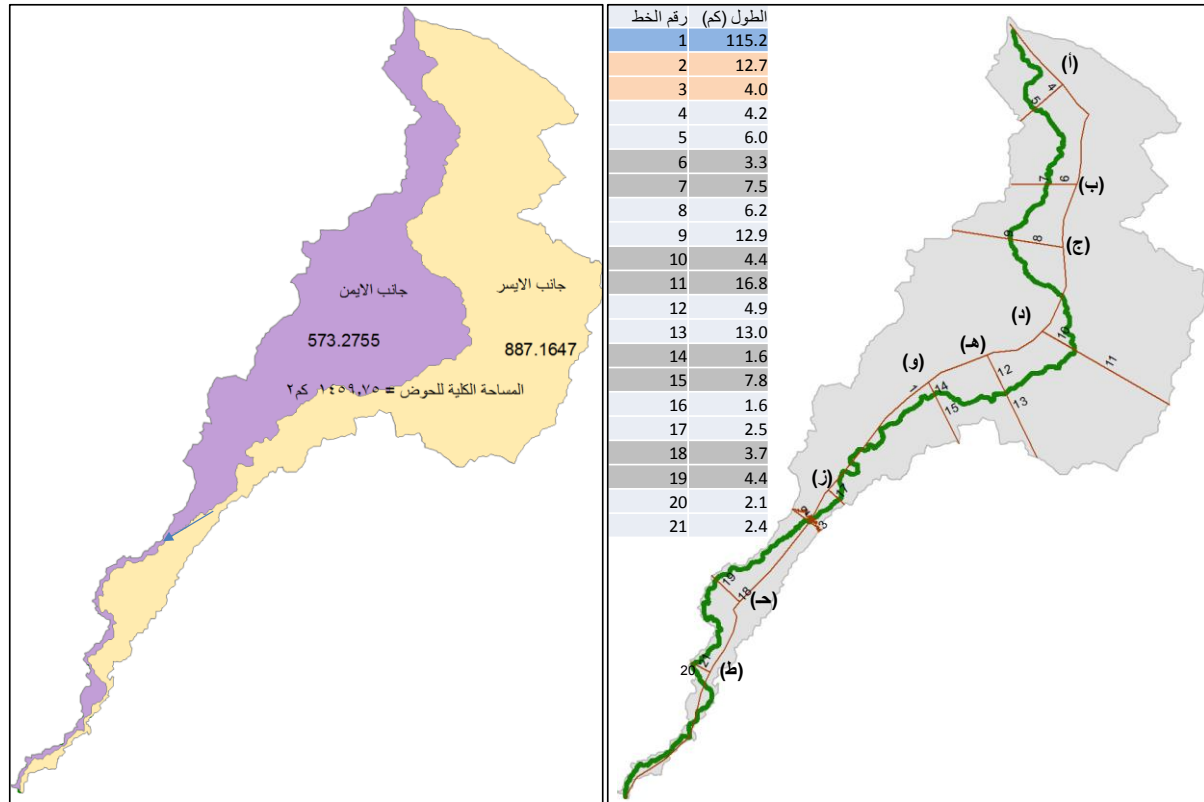
أما قيمة (A_f) بلغت 39.27 وهي أقل من 50، وهي قيمة مرتبطة بالمنطق الشبه نشطة وهذا يدل على أن الحوض غير متماثل، في حين بعد حسابها بمعادلة القيمة المطلقة بلغت (10.73) أعطت دليلاً على أن الحوض غير متماثل إلى حد ما، وبالرغم من الفارق بين القيمتين للمؤشر إلا أنه دلالة على نسب التقوس والتحدب في المجرى المائي قليل جداً.

جدول 3.10: حساب قيم مؤشرات عدم التماثل الطبوغرافي المستعرض T_f و أنحراف الجبهة الجبلية S_{mf} للحوض B2 .

معادلة المؤشر	قيمة المؤشر	الطول (كم)	رقم الخط	المقطع
		115.2	1	القناة الرئيسية
$S_{mf} = \left(\frac{L_{mf}}{L_s}\right)$	3.18	12.7	2	الجبهة المتعرجة
		4	3	خط الجبهة المستقيم
		4.2	4	المقطع (أ)
6	5			
$T_f = \left(\frac{D_a}{D_{md}}\right)$	0.7	3.3	6	المقطع (ب)
		7.5	7	
	0.48	6.2	8	المقطع (ج)
		12.9	9	
0.26	4.4	10	المقطع (د)	
	16.8	11		
0.38	0.38	4.9	12	المقطع (هـ)
		13	13	

المقطع (و)	14	1.6	0.21
	15	7.8	
المقطع (ز)	16	1.6	0.64
	17	2.5	
المقطع (ح)	18	3.7	0.84
	19	4.4	
المقطع (ط)	20	2.1	0.88
	21	2.4	
مساحة الجانب الأيمن Ar	573.27	39.27	$Af = A_r/A_t \times 100$
المساحة الكلية للحوض At	1459.75	10.73	$Afm = \left| 50 - \frac{A_r \times 100}{A_t} \right|$

المصدر: بالاعتماد على بيانات (SRTM-DEM) وبرنامج ArcGIS 10.8.2



شكل 3.17: خرائط القياسات المورفوتكتونية للحوض B2 .

المصدر : بالاعتماد على بيانات (SRTM-DEM) وبرنامج ArcGIS 10.8.2

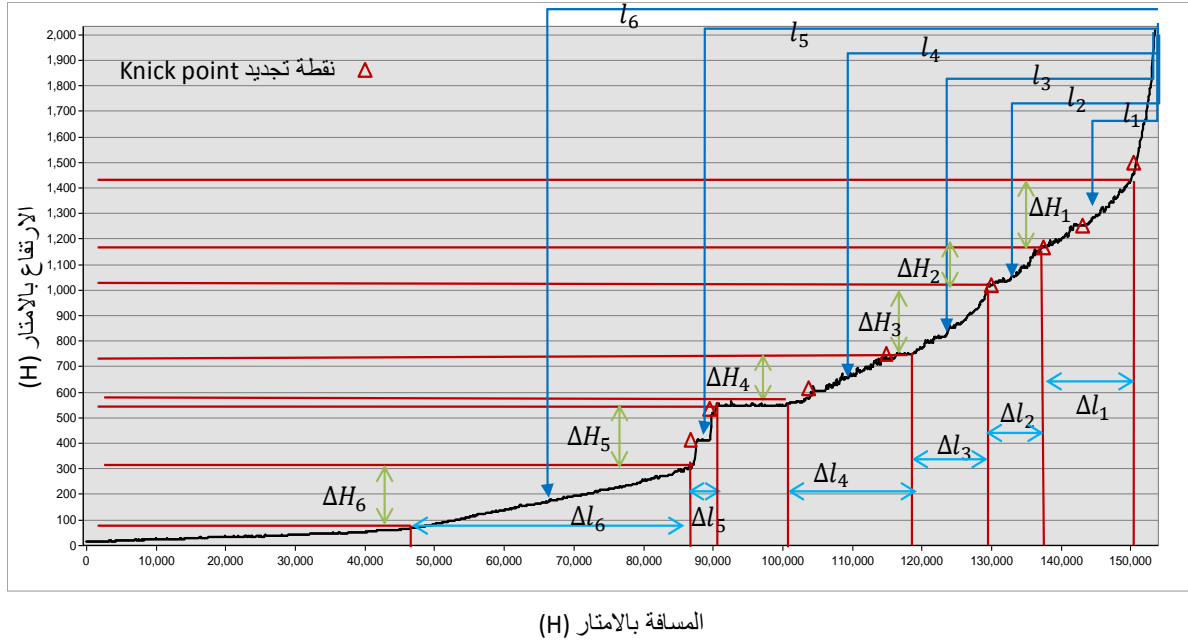
(د). مؤشر تدرج – ميل القناة (SL)

أظهرت نتائج القياس لمؤشر تدرج طول القناة على طول 6 مقاطع ، أن المقطعين 5، 2 أظهرت قيما عالية النشاط للمؤشر حوالي 4080 و 1022.2 على التوالي ، وهذا يعني أن مقطع النهر تعرض لنشاط تكتوني عالي مما أدى الى تشكل نقاط تجديد للمنحدر Knick points كما مبين في الجدول 3. 11، والشكل 3. 18، في حين جاء المقطعين 6 و 3 بقيم للمؤشر بلغت 472.5 و 354.6 على التوالي مما يدل ان هذه المنطقة من الحوض معتدلة النشاط التكتوني، اما المقطعين 1 و 4 فقد اظهر قيما منخفضة للمؤشر بلغت 171.43 و 132.4 على التوالي مما يعني ان منطقة الحوض عند هذين المقطعين هي منخفضة النشاط التكتوني.

جدول 3. 11: نتائج حساب مؤشر تدرج – ميل القناة SL للحوض B2.

2B	HΔ	ΔL	L	SL(meter/kilometer
مقطع -1	1420- 1180=240	152000- 138000=14000	155000- 145000=10000	3171.4
مقطع -2	1180-720=460	138000- 129000=9000	155000- 135000=20000	1022.2
مقطع -3	720-590=130	129000- 118000=11000	155000- 125000=30000	6354.
مقطع -4	590-540=50	118000- 101000=17000	155000- 110000=45000	4132.
مقطع -5	240540-300=	91000- 87000=4000	155000- 87000=68000	4080.0
مقطع -6	300-90=210	87000- 47000=40000	155000- 65000=90000	472.5

المصدر : بالاعتماد على بيانات SRTM-DEM وباستخدام برنامج ArcGIS –Hydrology toolbox



شكل 3. 18: المقطع الطولي وقياسات مؤشر تدرج - طول القناة للحوض B2 .

المصدر : بالاعتماد على بيانات (SRTM-DEM) وبرنامج ArcGIS 10.8.2

هـ). مؤشر تعرج التضاريس (TRI)

أن قيمة مؤشر تعرج التضاريس للحوض B2 والبالغة حوالي 1.04 هي مرتفعة نسبية عن قيمة الـ 1 (تضاريس مسطحة) وهذا يعني أن هناك تضرساً في الحوض B2 وهو أكثر تضرساً من الحوض B1 . كما مبين في الملحق 1.

4. 5. 3 التحليل المورفوتكتوني للحوض B3

أ). مؤشر عدم التماثل الطبوغرافي المستعرض (T_f)

بينما تباينت فيه قيم مؤشرات عدم التماثل الطبوغرافي المستعرض T_f ، وكما مبين في جدول (3 . 12) شكل (3 . 19).

بلغت قيمة المؤشر حوالي (0.93) عند المقطع (د) وهذا يعني أن المنطقة متأثرة تكتونيا بحيث أدت إلى أنحراف مجرى القناة الرئيسية بدرجة عالية عن وسط الحوض، بينما كانت قيم المؤشر للمقاطع (ج، ب) هي (0.72 ، 0.59) على التوالي ، وهذا يعني أن الحوض عند هذه المقاطع متوسط التماثل

ومتأثر نسبيا بدرجة ضعيفة بالحركات التكتونية (و،أ،ه،ز) (0.29،0.34،0.38،0.44) على التوالي وهي متأثرة بدرجة ضعيفة بالنشاط التكتوني ، أما قيمة المؤشر عن المقطع (ح) بلغت (0.08) وهي قريبة من الصفر وتعني أن الحوض متماثل في هذا الجزء وغير متأثر بالنشاط التكتوني.

(ب). مؤشر انحراف الجبهة الجبلية (S_{mf})

بلغ طول القناة الرئيسية للحوض (B3) (59) كم . طول جبهته المتعرجة (32.1) كم، بينما كان طول خط الجبهة المستقيم (15.4) كم، جاءت قيمة مؤشر (S_{mf}) فيه (2.08) وتُعد من القيم المنخفضة ، وعليه تعد الجبهة الجبلية واقعه في منطقة نشطة تكتونيا نسبيا.

(ج). مؤشر عدم تماثل حوض الصرف (A_f)

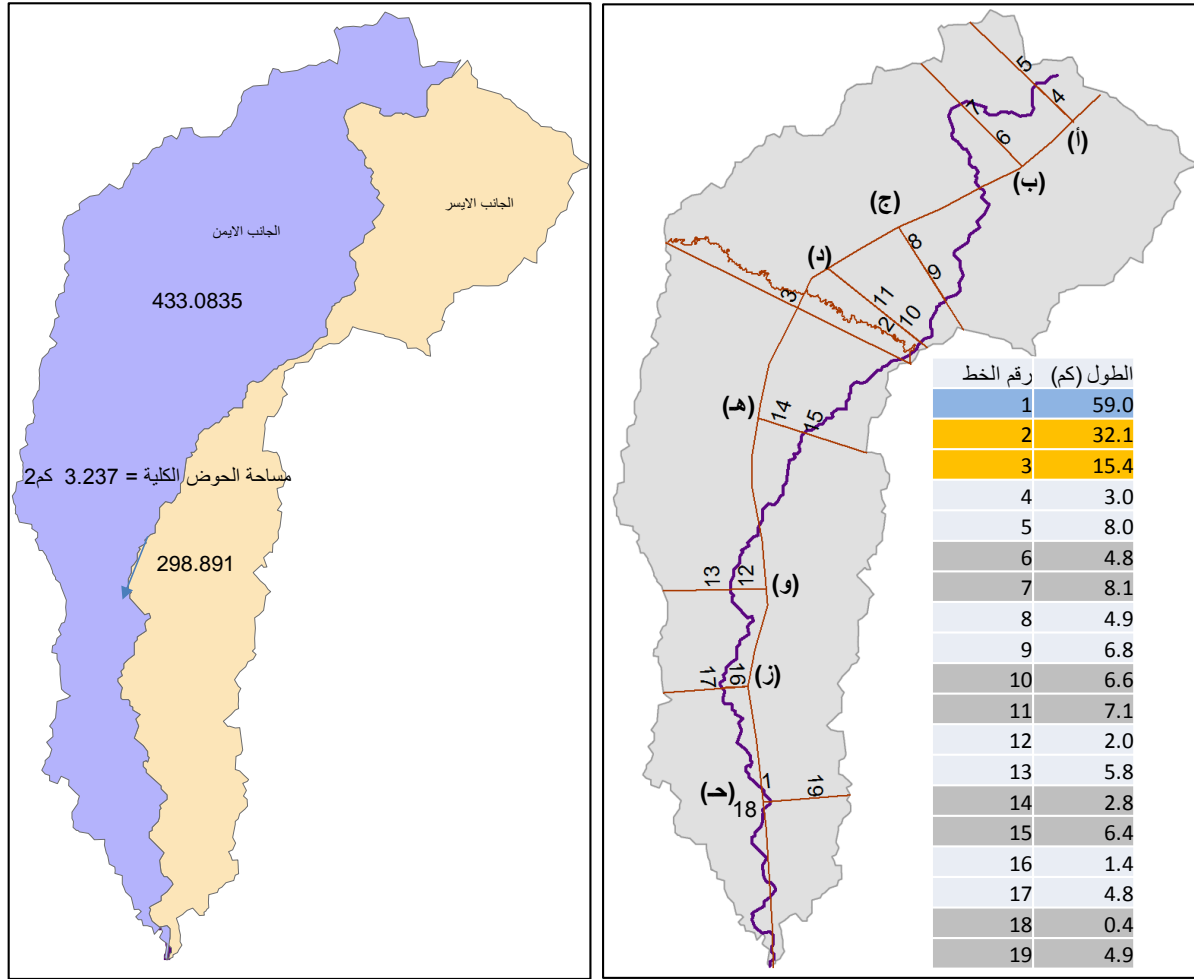
اما قيمة (A_f) للحوض B3 وفق للمعادلة الأولى بلغت حوالي (59.14) وهي أكبر من 50 بقليل لذا فإن الحوض غير متماثل نسبيا، وللتحديد الدقيق تم اعتماد معادلة القيمة المطلقة وكانت النتيجة (9.14) وهذا يدل على أن الحوض غير متماثل الى حد ما.

جدول 3. 12: حساب قيم مؤشرات عدم التماثل الطبوغرافي المستعرض T_f و انحراف الجبهة الجبلية S_{mf} للحوض B3 .

معدلة المؤشر	قيمة المؤشر	الطول (كم)	رقم الخط	المقطع
		59	1	القناة الرئيسية
$S_{mf} = \left(\frac{L_{mf}}{L_s} \right)$	2.08	32.1	2	الجبهة المتعرجة
		15.4	3	خط الجبهة المستقيم
		3	4	المقطع (أ)
8	5			
$T_f = \left(\frac{D_a}{D_{md}} \right)$	0.38	4.8	6	المقطع (ب)
		8.1	7	
		4.9	8	المقطع (ج)
6.8	9			

المقطع (د)	10	6.6	0.93	
	11	7.1		
المقطع (هـ)	12	2	0.34	
	13	5.8		
المقطع (و)	14	2.8	0.44	
	15	6.4		
المقطع (ز)	16	1.4	0.29	
	17	4.8		
المقطع (ح)	18	0.4	0.08	
	19	4.9		
مساحة الجانب الأيمن Ar	433.08	59.14	$Af = A_r/A_t \times 100$	
المساحة الكلية للحوض At	732.2	9.14	$Afm = \left| 50 - \frac{A_r \times 100}{A_t} \right|$	

المصدر : بالاعتماد على بيانات (SRTM-DEM) وبرنامج ArcGIS 10.8.2



شكل 3.19: خرائط القياسات المورفوتكتونية للحوض B3 .

المصدر : بالاعتماد على بيانات (SRTM-DEM) وبرنامج ArcGIS 10.8.2

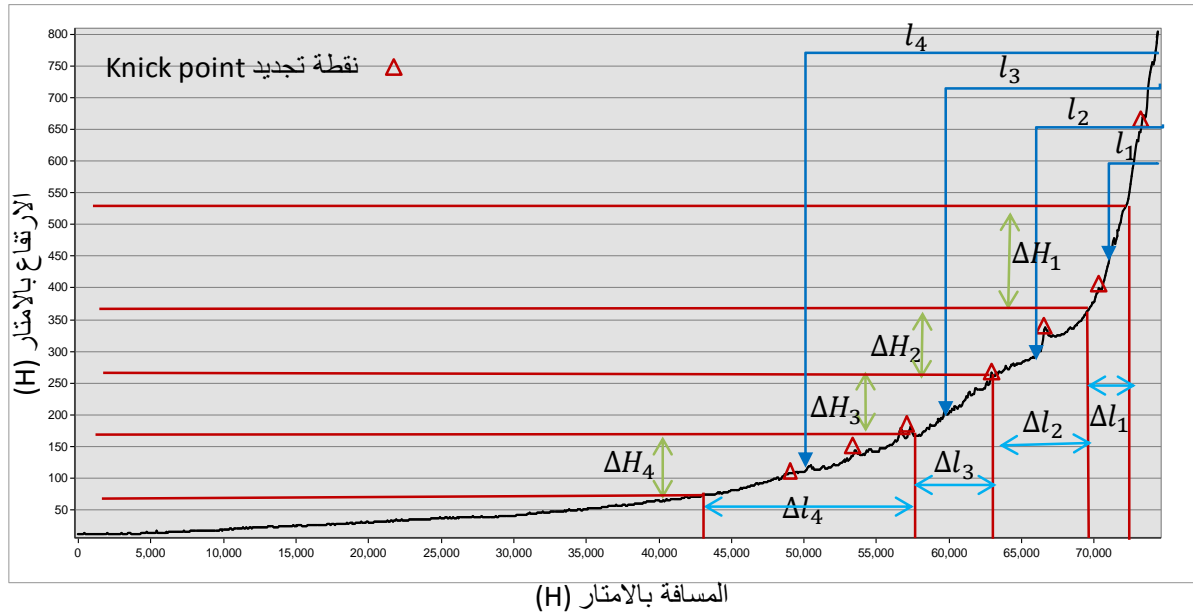
(د). مؤشر تدرج - ميل القناة (SI)

أظهرت نتائج حساب قيم مؤشر تدرج - طول القناة للحوض B3 ، ان المقطع 3 هو معتدل النشاط ، أما بقية المقاطع فهي ذات قيم مؤشر تراوحت بين 100-200 وتعني أنها منخفضة النشاط التكتوني والدليل على ذلك أن نقاط التجديد التي ظهرت فيها هي قليلة التباين في الارتفاع أيضا. كما مبين في الجدول 3.13 والشكل 3.20.

جدول 3. 13: نتائج حساب مؤشر تدرج - ميل القناة SL للحوض B3.

3B	HΔ	ΔL	L	SL(meter/kilometer
مقطع 1-	530-370=160	000-37 000469000=	000-57 0003000=27	120
مقطع 2-	370-270=100	69000- 63000=6000	000-57 000263000=1	200
مقطع 3-	270-170=100	63000- 58000=5000	000-57 000560000=1	300
مقطع 4-	170-70=100	58000- 43000=15000	000-57 0002550000=	166.66

المصدر : بالاعتماد على بيانات SRTM-DEM وباستخدام برنامج ArcGIS –Hydrology toolbox



شكل 3. 20: المقطع الطولي وقياسات مؤشر تدرج - طول القناة للحوض B3 .

المصدر: بالاعتماد على بيانات (SRTM-DEM) وبرنامج ArcGIS 10.8.2

هـ). مؤشر تعرج التضاريس (TRI)

أن قيمة مؤشر تعرج التضاريس للحوض (B3) والبالغة حوالي 1.01 وهي قيمة قريبة من قيمة الـ 1 (تضاريس مسطحة) وهذا يعني أن هناك تضرساً في الحوض B3 وهو أقل الأحواض تضرساً، كما مبين في الملحق 1.

4.5.4 التحليل المورفوتكتوني للحوض B4

أ). مؤشر عدم التماثل الطبوغرافي المستعرض (Tf)

جاءت نتائج تحليل مؤشر عدم التماثل الطبوغرافي المستعرض (Tf) للحوض B4، أن المقاطع (هـ، ز، د) أظهرت قيماً للمؤشر تراوحت بين (0.69، 0.87، 0.95) على التوالي، وهذا يعني أن الحوض غير متماثل ومتاثر بدرجات متفاوتة بالنشاط التكتوني من العالي إلى المتوسط، بينما المقاطع (ج، أ، و، ب) بلغت قيمها على التوالي إلى (0.15، 0.25، 0.25، 0.29) وهو دليل على اقتراب الحوض في هذه الأجزاء من التماثل وانخفاض تأثير النشاط التكتوني على مجرى الحوض عند هذه المقاطع، كما مبين في جدول (3. 14).

ب). مؤشر انحراف الجبهة الجبلية (S_{mf})

تم حساب مؤشر S_{mf} للحوض وكانت النتيجة (2.63) بلغت فيه الجبهة المتعرجة (98.9) كم، بينما بلغ خط الجبهة المستقيم للحوض (37.6) كم. وهذا يعطي فكرة بان الجبه الجبلية تميل قليلاً إلى النشاط التكتوني منه إلى وجود الترسبات الحديثة.

ج). مؤشر عدم تماثل حوض الصرف (Af)

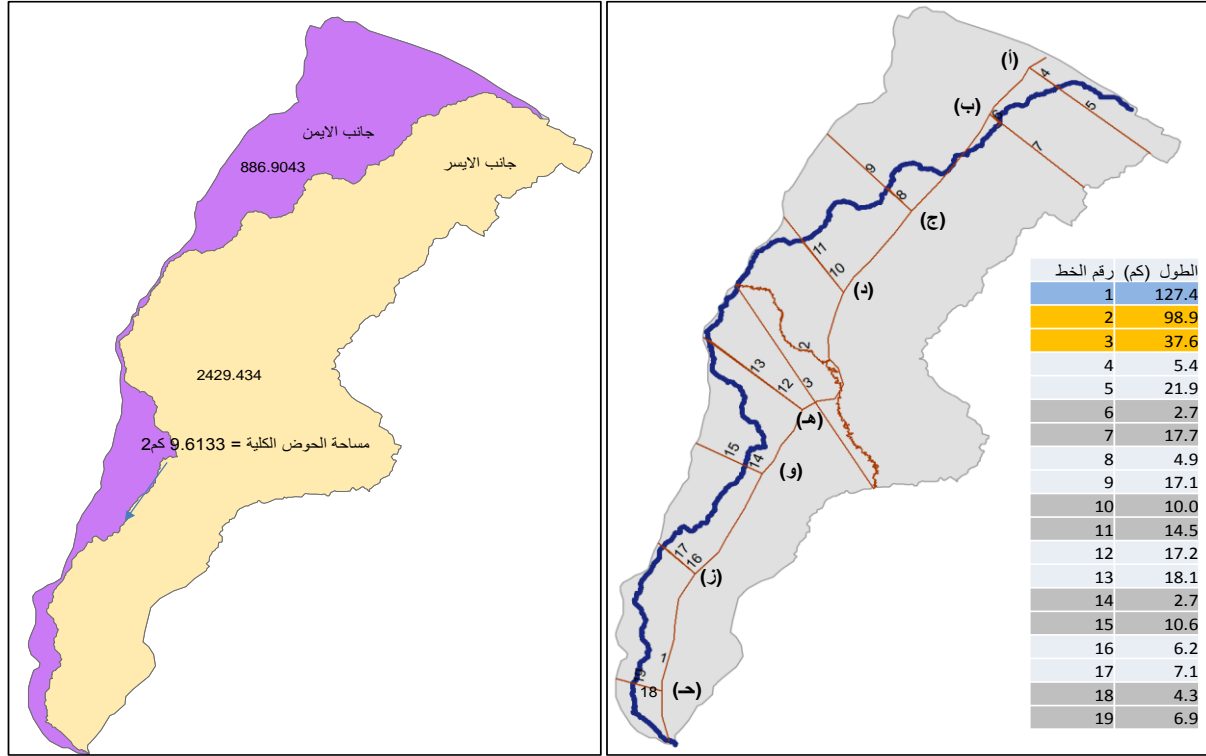
أما نتائج احتساب المؤشر (Af) للحوض B4 ، كانت حوالي (26.74) للمعادلة الأولى، بينما بلغت (23.26) للمعادلة الثانية فهو يُعد حوضاً غير متماثلاً بشدة منطقة نشطة وكما مبين في الشكل (3). (21)

جدول 3. 14: حساب قيم مؤشرات عدم التماثل الطبوغرافي المستعرض Tf و انحراف الجبهة الجبلية Smf للحوض B4 .

المقطع	رقم الخط	الطول (كم)	قيمة المؤشر	معادلة المؤشر	
القناة الرئيسية	1	127.4		$S_{mf} = \left(\frac{L_{mf}}{L_s}\right)$	
الجبهة المتعرجة	2	98.9	2.63		
خط الجبهة المستقيم	3	37.6			
المقطع (أ)	4	5.4	0.25	$T_f = \left(\frac{D_a}{D_{md}}\right)$	
	5	21.9			
المقطع (ب)	6	2.7	0.15		
	7	17.7			
المقطع (ج)	8	4.9	0.29		
	9	17.1			
المقطع (د)	10	10	0.69		
	11	14.5			
المقطع (هـ)	12	17.2	0.95		
	13	18.1			
المقطع (و)	14	2.7	0.25		
	15	10.6			
المقطع (ز)	16	6.2	0.87		
	17	7.1			
المقطع (ح)	18	4.3	0.62		
	19	6.9			
مساحة الجانب الأيمن Ar		886.9	26.74		$Af = A_r/A_t \times 100$

المساحة الكلية للحوض A_t	3316.9	23.26	$Afm = \left| 50 - \frac{A_r \times 100}{A_t} \right|$
----------------------------	--------	-------	--

المصدر : بالاعتماد على بيانات (SRTM-DEM) وبرنامج ArcGIS 10.8.2



شكل 3. 21: خرائط القياسات المورفوتكتونية للحوض B4 .

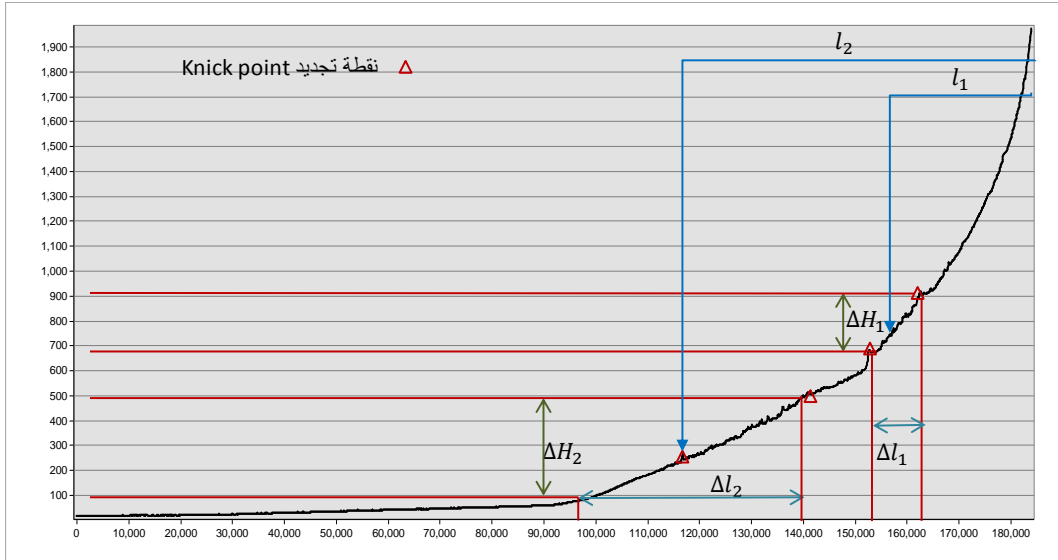
المصدر : بالاعتماد على بيانات (SRTM-DEM) وبرنامج ArcGIS 10.8.2

(د). مؤشر تدرج - ميل القناة (SI)

أظهرت قيم المؤشر للحوض B4 ، عند المقطعين 1، 2 قيمة تجاوزت الـ (500) بقيمة 621 و (638.1) على التوالي ، وهذا يعطي فكرة عن قناة الوادي في هذه المنطقة تعرضت لنشاط تكتوني عالي.

جدول 3. 15: نتائج حساب مؤشر تدرج - ميل القناة SL للحوض B4.

4B	HΔ	ΔL	L	SL(meter/kilometer
مقطع 1-	910-680=230	162000- 152000=10000	185000- 158000=27000	621
مقطع 2-	490-90= 400	140000- 98000=42000	185000- 118000=67000	1638.



شكل 3. 22: المقطع الطولي وقياسات مؤشر تدرج - ميل القناة للحوض B4 .

المصدر : بالاعتماد على بيانات (SRTM-DEM) وبرنامج ArcGIS 10.8.2

هـ). مؤشر تعرج التضاريس (TRI)

أن قيمة مؤشر تعرج التضاريس للحوض B4 وبالبالغة حوالي 1.02 وهي قيمة قريبة من قيمة الـ 1 (تضاريس مسطحة) وهذا يعني ان هناك تضرساً في الحوض (B4) وهو مقارب في تضرسه للحوض (B1)، كما مبين في الملحق 1.

3. 5. 6 مؤشر الانعطاف النهر (RSI) River sinuosity index

يعطي مؤشر أنحراف النهر (RSI) أنه كلما ارتفع مؤشر الانحراف، كلما اقترب النهر من التوازن وبالتالي أنخفض معدل النشاط التكتوني في المنطقة (Baharvand, 2022). كما أنه يشير إلى تعرج وأنحراف مجرى النهر أو القناة من المستقيم إلى الملتوي، فهو مؤشر يحدد تعرج قناة النهر من بداية تشكلها على التلال حتى نهاية الوادي (Kusratmoko, Wibowo, & Kurnia, 2019). ويتم حسابه وفق المعادلة أدناه:-

$$RSI = \frac{C}{V} \dots\dots\dots 34$$

حيث أن C تمثل طول النهر أو المجرى المتعرج الرئيس للحوض، V الطول المثالي المستقيم للنهر أو المجرى.

إذا كانت قيمة SRI أكبر من 1.3 (غير نشط) ، 1.15- 1.3 (شبه نشط) ، أقل من 1.15 (نشط) (Baharvand, 2022). أما عن حالة استقامة أو التواء النهر فيقسم إلى الفئات الآتية: SRI أقل من 1.1 (مستقيم) ، 1.1 – 1.5 (منحرف) ، أما إذا كان أكبر من 1.5 (ملتوي) (Gautam, 2019; Singh, & Research, 2023; Kusratmoko et al., 2019).

جدول 3. 16: قيم مؤشر انعطاف النهر لاحواض منطقة الدراسة

رمز الحوض	طول القناة الرئيسية (c)	الطول المثالي المستقيم (V)	RSI	
B1	190.9013	116.72602	1.64	RSI=C/V
B2	153.74	98.52	1.56	
B3	74.4	55.087	1.35	
B4	188.16	118.9	1.58	

اعتماداً على نتائج الحسابات لقيم مؤشر انعطاف النهر، فإن مجاري القنوات الرئيسية للاحواض الأربعة هي أكبر من 1.3 وعليه تعد غير نشطة تكتونيا كونها واصلة لمرحلة التوازن، أما من ناحية شكل القنوات فإن الحوض رقم B3 يعد مجرى منحرف، أما بقية مجاري الاحواض الثلاثة B1, B2, B4 , فإنها تصنف بمجري ملتوية.

3. 5. 7 مؤشر شكل حوض التصريف (BS) Index of Drainage Basin Shape

ان الأساس في وصف هذا المؤشر هو دراسة الشكل الهندسي للحوض من خلال نسبة استطالته. اذ ترتبط القيمة العالية لمؤشر BS بالأحواض الطولية الامتداد في المناطق النشطة تكتونيا، ويحسب وفق المعادلة ادناه:-

$$BS = Bl/Bw \text{ (3.35).....}$$

حيث ان B1 يمثل طول الحوض ، Bw يمثل اقصى عرض للحوض. فاذا كانت قيمة BS اقل من 3 (غير نشط) ، 3- 4 (شبه نشط) ، واكبر من 4 (نشط) .(Baharvand, 2022).

جدول 3. 17: حساب قيم مؤشر شكل حوض الصرف لأحواض منطقة الدراسة

رمز الحوض	اقصى عرض للحوض (Bw) كم	طول الحوض (Bl) كم	RSI	
B1	47.6	116.72602	2.45	RSI=Bl/Bw
B2	33.7	98.52	2.92	
B3	16.9	55.087	3.26	
B4	43.8	118.9	2.71	

أظهرت قيم مؤشر شكل حوض الصرف ان الحوض رقم B3 يقع ضمن فئة شبه نشطة تكتونيا ، اما بقية الاحواض الثلاثة الأخرى فانها تقع ضمن فئة غير نشطة تكتونيا.

4. 5. 8 مؤشر النشاط التكتوني (IAT)

هي المؤشرات الجيومورفولوجية الأكثر أهمية والأكثر استخداماً من بين مؤشرات أخرى. يمثل هذا المؤشر ملخص ومتوسط المؤشرات الجيومورفولوجية المعينة المستخدمة في الدراسة ويمكن الحصول عليها باستخدام المعادلة:

$$IAT = S/N \text{ (6.33).....}$$

حيث يمثل S مجموع المؤشرات السابقة، ويمثل N عدد المؤشرات المختارة. وقد تم تقسيم قيم المؤشر إلى أربع فئات لتحديد درجة التكتونية النشطة:-

(نشط جدا) $1 < IAT < 1.5$ ، (عالي النشاط) $1.5 < IAT < 2$ ، $2 < IAT < 2.5$ (معتدل او متوسط النشاط)، $IAT > 2.5$ (منخفض النشاط) (Baharvand, 2022).

من خلال ملاحظة نتائج حساب قيم وصنوف مؤشر النشاط التكتوني IAT ، ان جميع الاحواض تقع ضمن الصنف 3 أي ان هذه الاحواض هي في حالة متوسطة النشاط التكتوني، وكما مبين في الجدول 3.18 .

جدول 3.18 قيم المؤشرات المورفوتكتونية ومؤشر النشاط التكتوني IAT .

رمز الحوض	صنف (Tf)	صنف (Smf)	صنف (Af)	صنف (SI)	صنف (TRI)	صنف (RSI)	صنف (BS)	صنف (Hi)	قيمة (IAT)	صنف (IAT)
B1	2	3	4	1	2	1	1	3	2.125	3
B2	2	3	3	1	2	1	1	3	2	3
B3	2	2	2	2	2	1	2	4	2.125	3
B4	2	2	4	1	2	1	1	4	2.125	3

ملاحظة: Tf = عدم التماثل الطبوغرافي المستعرض، (Smf) = مؤشر انحراف الجبهة الجبلية، (Af) = مؤشر عدم تماثل حوض الصرف، (SI) = مؤشر تدرج - طول القناة، (TRI) = مؤشر تعرج التضاريس، (RSI) = مؤشر انحراف النهر، (BS) = مؤشر شكل حوض التصريف، (IAT) = مؤشر النشاط التكتوني ، (Hi) = التكامل الهيسومتري

الأستنتاجات والمقترحات

الاستنتاجات والمقترحات

الاستنتاجات:-

- بعد اجراء التحليل ومناقشة النتائج توصلت الدراسة إلى جملة من الاستنتاجات وهي كالآتي :-
1. تباينت الاشكال الأرضية في منطقة الدراسة بيناشكال تركيبية وبنائية وتعرؤية وأخرى ترسيبية النشأة موزعة ضمن منطقة الدراسة.
 2. أظهرت نتائج تحليل المرئيات الفضائية العالية الدقة لتصنيف الاشكال الأرضية تمييزاً لـ (42) شكلا ارضياً متبايناً من حيث النشأة والتكوين ، والعمليات الجيومورفولوجية المسببة . بينما كانت نتائج تحليل المرئية الفضائية Landsat-9 تميزها لـ (31) شكلاً ارضياً مع تصنيف (10) اشكال لمنطقة مدروسة متاخمة لمنطقة الدراسة جاء التباين في تصنيف الاشكال الأرضية بين المصادر إلى اختلاف دقة التمييز.
 3. كان للتكوينات الصخرية والتراكيب الجيولوجية وانواع الترب والتضاريس دوراً مهماً في تباين الاشكال الأرضية خاصة في الأجزاء الشرقية من منطقة الدراسة أي مناطق أعالي أحواض الأودية.
 4. شغلت السهول التحتية اكبر مساحة من بين الاشكال الارضية في منطقة الدراسة لاسيما الاجزاء الشمالية والشرقية كونها متأثرة بالعمليات التعرؤية السائدة في هذه الاجزاء فضلا عن الأراضي الوعرة التي شغلت مساحات واسعة بعد السهول التحتية بينما شغل السهل الرسوبي المرتبة الثالثة بعد السهول التحتية والاراضي الوعرة من حيث المساحة ، امتد مع عبر اراضي ذات تكاوين جيولوجية متباينة ما بين ترسبات المنخفضات الضحلة وترسبات الجريان السحي المتأثرة بالعمليات الجيومورفولوجية الارسابية .
 5. اثبتت الدراسة أن هناك عدد من الاشكال الأرضية التي لم يتم تمييزها ضمن بيانات المرئية الفضائية لاندسات 9 اذ يعود السبب الى الدقة التمييزية العالية التي تتميز فيها المرئيات الفضائية العالية الدقة ومن هذه الاشكال (البروزات الحادة، منحدر ميلي مستوي ، رواسب غروية ، رواسب غرينية (القنوات الطفائرية)، رواسب غرينيه (القنوات المتفرعة)، سهل غريني، بحيرة تخزين السد، جرف يقطع الطبقات الصخرية، أخايد، تضاريس مستوية، هضاب بسبب الأنشطة البشرية، الكثبان الرملية والحفرة الكارستية)، بينما ظهرت اشكال ارضية ضمن تصنيف المرئية الفضائية

- الاندسات 9 ولم تصنفها ضمن العالية الدقة كون تم تصنيفها ضمن مسميات أكثر دقة وهي (ترسبات ملئ المجرى ، المسطحات المائية ، المنحدرات).
6. ان للمرئيات الفضائية العالية الدقة العديد من المميزات التي توفر الكثير من الجهد والاموال، فضلا عن امكانية تحديث البيانات بشكل مستمر والتقليل من الحاجة للدراسات الميدانية كونها تظهر تفاصيل دقيقة لسطح الأرض والتضاريس الارضية .
7. بعد اجراء التحليل المورفومتري لاحواض منطقة الدراسة ثبت ان B4 اطول احواض منطقة الدراسة بلغ طوله (121.23) كم بينما جاء الحوض 1B في المرتبة الثانية (116.73) كم ،بينما جاءت الاحواض (B2 ، B3) بطول 98.52 . كم و 8 . 55 كم على التوالي.
8. تباينت اعداد الرتب النهريّة واطوالها بين احواض منطقة الدراسة ما بين (5- 6) رتب نهريّة، جاء الحوض (B1 و B4) بـ (ستة) رتب نهريّة اما الاحواض B2 ، B3 بلغت عدد رتبها خمسة رتب نهريّة.
9. ارتفاع نسبة التشعب بصورة متقاربة بين احواض المنطقة، جاء الحوض (B2) باعلى نسبة تشعب والبالغ (6) بين رتبه النهريّة الرابعة الى الخامسة بينما جاء الحوض (B3) بأقل نسبة بلغت (3.2) بين رتبه الثالثة والرابعة.
10. اثبتت الدراسة أن انخفاض القيم للمؤشرات (معامل الشكل ومعدل الأستدارة) لأحواض منطقة الدراسة وأرتفاعها لمؤشر الأستطالة دلالة على أبتعاد أحواض منطقة الدراسة عن قيمة معامل الشكل الدائري واستطالة احواض المنطقة.
11. من خلال تحليل نسبة التضرس تباينت قيم هذاالمؤشر بين احواض منطقة الدراسة ما بين (0.02- 0.03) وهي نسبة تشير الى تقدم الاحواض في منطقة الدراسة في دورتها التحتائية
12. بعد دراسة التكامل الهيسومتري وتحليل النتائج أتضح إن أحواض منطقة الدراسة تمر عبر مرحلتين من التطور للمراحل الجيومورفولوجية فقد كان الحوضان (B1 ، B2) ضمن مرحلة الشيوخوخة اما الحوضان (B3 ، B4) ضمن مرحلة الشيوخوخة المتقدمة.
13. تبين من خلال تحليل المقاطع الطولية للقنوات الرئيسة لأحواض الأودية وجود عدد من نقاط التجديد Knick points ، وهذا يعني أن مجاري الأودية تمر من خلال مكاشف صخرية مقاومة للتعرية أدت الى تغير مفاجئ في انحدار المجرى.

14. جاءت نتائج تحليل المؤشرات التكتونية بتباين النشاط التكتوني ضمن أحواض منطقة الدراسة إلا أن نتائج المؤشر النهائي للنشاط التكتوني IAT، أثبت أن جميع الأحواض تقع ضمن الصنف 3 أي أن هذه الأحواض هي في حالة متوسطة النشاط التكتوني.

15. أن التوزيع الأتجاهي للخطيات الموجودة ضمن منطقة الدراسة وجد أن التراكيب الأكثر سيادة باتجاه الشمال الغربي - الجنوبي الشرقي يليه اتجاه الشمال الشرقي - الجنوب الغربي للمنطقة وهذا يشير إلى اتجاه القوى والحركات التكتونية التي أثرت على المنطقة وسببت الطيات والبروزات الصخرية فيها.

المقترحات:-

1. استخدام التقنيات الحديثة والمتطورة في نظم المعلومات الجغرافية ArcGIS GIS pro v.3.02 ولاسيما ArcGIS 10.8.2 للوصول الى تصنيف دقيق لتلك المظاهر وإنتاج خرائط تفصيلية للاشكال الأرضية، لاسيما الدراسات الجيومورفولوجية لدورها الكبير في الحصول على البيانات المطلوبة مع التحديث المستمر وانشاء قاعدة بيانات خاصة ضمن البيئة الجغرافية سواء كانت طبيعية ام بشرية.
2. العمل على أستثمار الأراضي الصالحة للزراعة وحماية التربة وصيانتها ضمن مساحات واسعة غرب منطقة الدراسة ولاسيما قضاء بدرة وناحيتي جصان وشيخ سعد التي تمتاز بانبساطها وامتدادها الواسع.
3. استغلال وجود الأودية شرق منطقة الدراسة في جعلها مصائد وخزانات مياه والأستفادة منها في الموسم الجاف.
4. الاخذ بالأعتبار المعايير المورفوتكتونية ولاسيما شرق منطقة الدراسة كونها تمثل أعالي أحواض الأودية عند استغلالها لإقامة مشاريع لخزن مياه الامطار وانشاء السدود والترابيع عند مخارج احواض الاودية.

المصادر

المصادر:-

أولاً: المصادر العربية :-

أ- القرآن الكريم

ب- الكتب :-

1. الجميلي، محمود فاضل، 2020، الاستشعار عن بعد وتطبيقاته في علوم الارض، دار الكتب والوثائق، بغداد، ص35
2. داود، جمعة محمد، مقدمة في الصور الجوية والمرئيات الفضائية، مكة المكرمة، المملكة العربية السعودية، ط1، 2013، ص 83 .
3. سلامة حسن رمضان، اصول الجيومورفولوجيا، ط2 دار المسيرة للنشر، عمان- الأردن، 2007
4. المحسن، اسباها يونس، الجيومورفولوجيا اشكال سطح الارض، الموصل المجموعة الثقافية، العلا للطباعة و للنشر، ط3، 2023. ص118 و ص 123.
5. محمد، وسام الدين، (2008)، اساسيات نظم المعلومات الجغرافية، جامعة الاسكندرية – مصر، ص17 .
6. المختار، علاء داود، وحسين مجاهد مسعود، اساسيات الجغرافية الطبيعية، المملكة الاردنية الهاشمية – دار زهران للنشر والتوزيع، ط1، 2011، ص81
7. إبراهيم، رحاب. (2022). معدلات الرطوبة النسبية اليومية في مصر. مجلة كلية الآداب و العلوم الإنسانية- جامعة قناة السويس العدد 41 الجزء3. ص 103-128 .
8. النقاش، عدنان باقر، محمد يوسف حسن، واخرون، اساسيات علم الجيولوجيا مركز الكتاب الاردني عمان 1990 .

ثانياً- الرسائل والاطاريح

1. السوداني، نزهة عادل كاصد.الغطاء الأرضي في الجزء الشرقي من محافظة واسط بأستخدام التقانات الحديثة(دراسة في الجغرافية الطبيعية)، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية الاداب – جامعة البصرة 2019، ص 22.

2. السويطي، زهراء هادي عليوي غفلة (2020)، الاشكال الأرضية الناتجة عن التراكمات تحت سطحية واثرها في تغير مجاري الأنهار في محافظة واسط، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية التربية للعلوم الانسانية – جامعة واسط، ص18، وص123.

3. عواش، اصيل جاسم محمد (2018)، الشدة المطرية وأثرها على ذروة التصريف لأودية الجزء الشرقي لمحافظة واسط باستخدام نظم المعلومات الجغرافية GIS، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية التربية - جامعة واسط، ص17، وص24.

4. فرمان، وسن كريم، النمذجة المكانية للمحميات الطبيعية في محافظة واسط باستخدام التحسس النائي RS ونظم المعلومات الجغرافية GIS، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية التربية للعلوم الانسانية – جامعة واسط 2023 .

ثالثاً – الدوريات

1. الخفاجي، شذى سالم ابراهيم، الموسوي، حسين عذاب خليف. (2022). الأشكال الارضية لحوض وادي شوشيرين شمال شرقي محافظة واسط، مجلة كلية التربية- العدد48- الجزء 3، ص 362-345 .

2. الربيعي، ميادة طالب كاظم، حسين عذاب الموسوي، مورفومترية حوضي كلال بدرة ونهر الجباب وعلاقتها بالترسبات المعدنية شرقي محافظة واسط، جامعة واسط / كمية التربية للعلوم الانسانية، مجلة كلية التربية، العدد الثامن والثلاثون الجزء الأول / شباط / 2020

3. دنون، ريان غازي واخرون، 2018. (دراسة الخصائص الجيومورفولوجية لطيات عين زالة ورافان وبطمة بأستخدام معطيات التحسس النائي) مجلة الكتاب للعلوم الصرفة

4. سرتيل حامد عناد. (2011). الأشكال الجيومورفولوجية لأجزاء من شرق محافظة واسط الى منطقة علي الغربي شرق محافظة ميسان-العراق مجلة كلية التربية – واسط – العدد - العاشر - . 287-307

5. علي غليس ناهي ،حسين جوبان عريبي ،طارق جمعة المولى ،الظواهر المورفومناخية في المنطقة الشرقية محافظة ميسان بأستخدام التحسس النائي، مجلة الخليج العربي، المجلد 45، العدد 3-4 سنة 2017 ص3.

6. الموسوي، حسين عذاب خليف. (2016) الأشكال الأرضية في منطقة الزبيدات شرق محافظة ميسان-العراق، جامعة واسط – كلية الاداب - مجلة لارك للفلسفة و اللسانيات و العلوم الاجتماعية، المجلد 7، العدد 22 ص. 616-645.

7. الوائلي، علي عبد الزهرة كاظم، هور الشويجة بين الأحتياج المائي وموضوعة حصاد المياه، كلية التربية ابن رشد- مجلة واسط-العدد 1 -مجلد 1- 2005- ص2.

ثانيا: المصادر الأجنبية:

1. Ahmad, A., Lopulisa, C., Juita, N., & Suryani, I. (2021, July). Gilgai microtopography of soil from carbonate rocks. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Vol. 807, No. 4, p. 042029). IOP Publishing.
2. Ali, R., Sajjad, H., Masroor, M., Saha, T. K., & Rahaman, M. H. (2024). Morphometric parameters based prioritization of watersheds for soil erosion risk in Upper Jhelum Sub-catchment, India. *Environmental Monitoring and Assessment*, 196(1), 1-20.
3. Ahmad, m. A., & wanah, b. B. (2023). Determination of the drainage density of river riyadh basin in akko local government area of gombe state, nigeria. *Bima journal of science and technology* (2536-6041), 7(01), 230-243settings. *Applied Water Science*, 10(1), 1-16.
4. Atlas, V., & Norwood, V. Landsat 9 Satellite Continues Half-Century of Earth Observations. *BioScience*, 20, 1-7.
5. Bagheri Bodaghabadi, M., & Ebrahimi Meymand, F. (2022). Analysis and Comparison of the Conventional Methods of Georeferencing of Aerial Photos. *Geography and Environmental Planning*, 33(4), 97-112.
6. Baharvand, S.J.G.G. (2022). Analysis of Tectonic Activity using Morphotectonic Indices (Case study: Kesmat Basin, Lorestan Province, Iran). 18(1), 643-647 .

7. Bangar, T. D., Wagh, D. P., & Wahurwagh, S. B. (2022). Morphometric Analysis of Indrayani River Basin using Remote Sensing and GIS Techniques and Prioritization of Watershed.
8. Beg, A. A. F., Thamer, M. B., & Ali, M. A. (2023). Assessment of Basin Morphometric Measurements Accuracy Based on Different DEM Data, Chai Dakuk Basin a Case Study, Iraq. *The Iraqi Geological Journal*, 246-262.
9. Bhat, M.A., Dar, T., & Bali, B.S. (2020). Morphotectonic analysis of Aripal Basin in the North-Western Himalayas (India): An evaluation of tectonics derived from geomorphic indices. *Quaternary International*, 568, 103-115 .
10. Bhatt, S., Singh, R., Ansari, M., & Bhatt, S. (2020). Quantitative Morphometric and Morphotectonic Analysis of Pahuj Catchment Basin, Central India. *Journal of the Geological Society of India*, 96(5), 513-520 .
11. Choate, M. J., Rengarajan, R., & Hasan, M. N. (2022, September). Early in mission Landsat 9 geometric performance. In *Earth Observing Systems XXVII* (Vol. 12232, pp. 235-249). SPIE.
12. da Silva, R. V. M. A., Fernandes, N. F., & Mello, C. L. (2023). Drainage network rearrangement during the formation and segmentation of a Paleogene intraplate half-graben: Insights from fluvial captures records and longitudinal profiles. *Journal of South American Earth Sciences*, 127, 104407.
13. Davies, S. N., Lai, L. W., & Chua, M. H. (2018). Seen from above: The theoretical future of aerial photos in land use, environmental and planning study. *Land Use Policy*, 78, 19-28.
14. Delle Rose, M., & Martano, P. (2023). Wind–Wave Conditions and Change in Coastal Landforms at the Beach–Dune Barrier of Cesine Lagoon (South Italy). *Climate*, 11(6), 128.
15. Driessen, P., Deckers, J., Spaargaren, O., & Nachtergaele, F. (2000). *Lecture notes on the major soils of the world* (No. 94). Food and Agriculture Organization (FAO).
16. El Asmi, H., Gourari, L., Benabbou, M., El Yakouti, I., Hayati, A., Azennoud, K., & Brahim, Y.A.J.J.o.A.E.S. (2023). Primary and secondary sedimentary processes in debris-flow-dominated alluvial fan deposits within karstic setting: An example from the Middle Atlas-Sais foreland basin transition zone, Morocco. 206, 105028 .

17. Finotello, A., Ghinassi, M., Carniello, L., Belluco, E., Pivato, M., Tommasini, L., & D'Alpaos, A. (2020). Three-dimensional flow structures and morphodynamic evolution of microtidal meandering channels. *Water Resources Research*, 56(7), e2020WR027822
18. Fox, T. J., Knutson, M. G., & Hines, R. K. (2000). Mapping forest canopy gaps using air-photo interpretation and ground surveys. *Wildlife Society Bulletin*, 882-889
19. Gaudel, A., Languille, F., Delvit, J. M., Michel, J., Cournet, M., Poulain, V., & Youssefi, D. (2017). Sentinel-2 Global Reference Image Validation and Application to Multitemporal Performances and High Latitude Digital Surface Model. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 42, 447-454.
20. Gautam, P.K., Singh, A.K.J.A.i.E., & Research, E. (2023). Evaluation of active tectonic features of Nandakini River Basin, Lesser Himalaya, India by using morphometric indices :A GIS approach. 4(1), 1-24 .
21. Gentana, D., Sulaksana, N., Sukiyah, E., & Yuningsih, E. (2018). Index of active tectonic assessment: quantitative-based geomorphometric and morphotectonic analysis at way Belu drainage basin, Lampung Province, Indonesia. *International Journal of Advanced Science Engineering Information Technology*, 8(6), 2460-2471 .
22. Gerçek, D., Toprak, V., & Strobl, J. (2011). Object-based classification of landforms based on their local geometry and geomorphometric context. *International Journal of Geographical Information Science*, 25(6), 1011-1023 .
23. Gergel, S. E., & Turner, M. G. (Eds.). (2017). *Learning landscape ecology: a practical guide to concepts and techniques*. Springer.
24. Gilvear, D., & Bryant, R. (2016). Analysis of remotely sensed data for fluvial geomorphology and river science. *Tools in fluvial geomorphology*, 103-132 .
25. Goward, S. N., Masek, J. G., Loveland, T. R., Dwyer, J. L., Williams, D. L., Arvidson, T., ... & Irons, J. R. (2021). Semi-centennial of Landsat observations & pending Landsat 9 launch. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, 87(8), 533-539.
26. Grissinger, E. H. (2023). Rill and gullies erosion. *Soil Erosion, Conservation, and Rehabilitation*, 153-

27. Hack, J.T.J.J.o.R.o.t.u.G.S. (1973). Stream-profile analysis and stream-gradient index. 1(4), 421-429 ..
28. Harvey, A. (2012). *Introducing geomorphology: a guide to landforms and processes*. Dunedin Academic Press Ltd.
29. Horton, R. E.1945 Erosional development of streams and their drainage basins; hydrophysical approach to quantitative morphology. *Geological society of America bulletin*, 56, 275-370.
30. Huang, H. Q., & Nanson, G. C. (2007). Why some alluvial rivers develop an anabranching pattern. *Water Resources Research*, 43(7).
31. Huggett, R., & Shuttleworth, E. (2022). *Fundamentals of geomorphology*. Taylor & Francis
32. Jaya, R., Murti, S. H., Adjii, T. N., & Sulaiman, M. (2024). Relation of morphometric characteristics to land degradation in the Biyonga sub-watershed, Gorontalo Regency, Indonesia. *Journal of Degraded and Mining Lands Management*, 11(2), 5263-5277.
33. Joy, M. A. R., Upaul, S., Fatema, K., & Amin, F. R. (2023). Application of GIS and remote sensing in morphometric analysis of river basin at the south-western part of great Ganges delta, Bangladesh. *Hydrology Research*, 54(6), 739-755.
34. Khalifa, A., Bashir, B., Alsalman, A., & Öğretmen, N. (2021). Morpho-tectonic Assessment of the Abu-Dabbab Area, Eastern Desert, Egypt: Insights from Remote Sensing and Geospatial Analysis. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 10(11), 784 .
35. King, Thomas A Geomorphic Classification System1998 p5
36. Koza, M., Funk, R., Pöhlitz, J., Conrad, C., Shibistova, O., Meinel, T., ... & Schmidt, G. (2024). Wind erosion after steppe conversion in Kazakhstan. *Soil and Tillage Research*, 236, 105941.
37. Kusratmoko, E., Wibowo, A., & Kurnia, A.A. (2019). Changes in the Value of Sinuosity Index in Komerling River Channel, Province South Sumatera Years 1990-2016. Paper presented at the IOP Conference Series: Earth and Environmental Science..
38. Lohar, A. J., & Awatade, R. S. (2020). Quantitative Morphometric Analysis of Karha River Basin by using Geospatial Technique.

39. Mahala, A. (2020). The significance of morphometric analysis to understand the hydrological and morphological characteristics in two different morpho-climatic settings. *Applied Water Science*, 10(1), 1-16.
40. Mancini, K. A. (2021). Aerial Photography. In *Natural Science Imaging and Photography* (pp. 158-176). Focal Press.
41. Martha, T. R., Vamsee, A. M., Tripathi, V., & Kumar, K. V. (2018). Detection of coastal landforms in a deltaic area using a multi-scale object-based classification method. *Current Science*, 114(6), 1338-1345.
42. Mohaimen, A., Nath, B., & Hasan, M. R. (2024). Geospatial-based tectono-morphometric analyses of the drainage system in the Chengi and Myinee River basins in the Chittagong Hill Tracts, Bangladesh. *Geosystems and Geoenvironment*, 3(1), 100224.
43. Mohamed, M.A.J.L. (2020). Classification of landforms for digital soil mapping in urban areas using LiDAR data derived terrain attributes: a case study from Berlin, Germany. 9(9), 319 .
44. Morgan, J. L., Gergel, S. E., & Coops, N. C. (2010). Aerial photography: a rapidly evolving tool for ecological management. *BioScience*, 60(1), 47-59
45. Mosavi, E., & Arian, M.J.I.J.o.G. (2015). Neotectonics of Kashaf Rud River, NE Iran by Modified Index of Active Tectonics (MIAT). 6(07), 776 .
46. Pavlopoulos, K., Evelpidou, N., & Vassilopoulos, A. (2009). *Mapping geomorphological environments*: Springer Science & Business Media.
47. Pérez-Peña, J.V., Azor, A., Azañón, J.M., & Keller, E.A.J.G. (2010). Active tectonics in the Sierra Nevada (Betic Cordillera, SE Spain): Insights from geomorphic indexes and drainage pattern analysis. 119(1-2), 74-87 .
48. Pourali, M., Hoseynzadeh, R., & Akbari, M.J.S.I.R. (2020). Quantitative analysis of relative active tectonics using geomorphic indices in Band-Golestan basin, northeastern Iran. 28, 419-429 .
49. Reyes-Carmona, C., Galve, J. P., Pérez-Peña, J. V., Moreno-Sánchez, M., Alfonso-Jorde, D., Ballesteros, D., ... & Mateos, R. M. (2023). Improving landslide inventories by combining satellite interferometry and landscape analysis: the case of Sierra Nevada (Southern Spain). *Landslides*, 1-21.

50. Ries, L., Fletcher Jr, R. J., Battin, J., & Sisk, T. D. (2004). Ecological responses to habitat edges: mechanisms, models, and variability explained. *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.*, 35, 491-522.
51. Sader, S. A., & Vermillion, S. (2000). Remote sensing education: An updated survey. *Journal of Forestry*, 98(4), 31-37
52. Schumm, S. A. (1956). Evolution of drainage systems and slopes in badlands at Perth Amboy, New Jersey. *Geological society of America bulletin*, 67(5), 597-646.
53. Schumm, S. A. (1979). Geomorphic thresholds: the concept and its applications, *Transactions of the Institute of British Geographers*, 485-515.
54. Shekar, P. R., Mathew, A., Abdo, H. G., Almohamad, H., Abdullah Al Dughairi, A., & Al-Mutiry, M. (2023). Prioritizing sub-watersheds for soil erosion using geospatial techniques based on morphometric and hypsometric analysis: a case study of the Indian Wyra River basin. *Applied Water Science*, 13(7), 160.
55. Shekar, P. R., Mathew, A., PS, A., & Gopi, V. P. (2023). Sub-watershed prioritization using morphometric analysis, principal component analysis, hypsometric analysis, land use/land cover analysis, and machine learning approaches in the Peddavagu River Basin, India. *Journal of Water and Climate Change*.
56. Shekhar, S., Mawale, Y. K., Giri, P. M., Jaipurkar, R. S., & Singh, N. (2021). Remote Sensing and GIS Based Extensive Morphotectonic Analysis of Tapti River Basin, Peninsular India. *Journal of Scientific Research*, 65(3).
57. Siart, C., Bubenzer, O., & Eitel, B. (2009). Combining digital elevation data (SRTM/ASTER), high resolution satellite imagery (Quickbird) and GIS for geomorphological mapping: A multi-component case study on Mediterranean karst in Central Crete. *Geomorphology*, 112(1-2), 106-121.
58. Słowik, M., Dezső, J., Salem, A., Puhl-Rezsek, M., Gałka, M., & Kovács, J. (2024). The evolution of meandering rivers in sedimentary basins: Insights from the lower Drava (Hungary/Croatia). *Earth Surface Processes and Landforms*, 49(2), 642-663..
59. Speece, M. (1981). Draft Environmental Profile of the Sultanate of Oman. US Man and the Biosphere Secretariat, Department of State (Washington, DC), p3.

60. Stambaugh, M.C., Guyette, R.P.J.F.E., & Management. (2008). Predicting spatio-temporal variability in fire return intervals using a topographic roughness index. *254*(3), 463-473 .
61. Tsai, V. J. (2006). A comparative study on shadow compensation of color aerial images in invariant color models. *IEEE transactions on geoscience and remote sensing*, *44*(6), 1661-1671.
62. United States. Forest Service. Geomorphology Working Group, Haskins, D. M., Correll, C. S., Foster, R. A., Chatoian, J. M., Fincher, J. M., ... & King, T. (1998). A geomorphic classification system. USDA Forest Service.
63. Wood, N. J., Doctor, D. H., Alder, J., & Jones, J. (2023). Current and future sinkhole susceptibility in karst and pseudokarst areas of the conterminous United States. *Frontiers in Earth Science*, *11*.
64. Wulder, M. (1998). Optical remote-sensing techniques for the assessment of forest inventory and biophysical parameters. *Progress in physical Geography*, *22*(4), 449-476.
65. Wulder, M. A., Loveland, T. R., Roy, D. P., Crawford, C. J., Masek, J. G., Woodcock, C. E., ... & Zhu, Z. (2019). Current status of Landsat program, science, and applications. *Remote sensing of environment*, *225*, 127-147
66. Wulder, M. A., Roy, D. P., Radeloff, V. C., Loveland, T. R., Anderson, M. C., Johnson, D. M., ... & Cook, B. D. (2022). Fifty years of Landsat science and impacts. *Remote Sensing of Environment*, *280*, 113195.
67. Yadav, S.K., & Singh, S.K.J.P.G. (2022). Morpho-tectonic assessment of Central Northern escarpment of Peninsular India, based on tectonically sensitive geomorphic indices. *43*(6), 753-783 .
68. Zheng, Z., Yu, J., Zhang, X., & Du, S. (2024). Development of a 30 m resolution global sand dune/sheet classification map (GSDS30) using multi-source remote sensing data. *Remote Sensing of Environment*, *302*, 113973.

الملاحق

(ملحق 1)

ArcGIS-morphometric toolbox¹ باستخدام B1 التحليل المورفومتري للحوض

====Drainage Network Parameters====
Number of stream order 1 = 1336
Number of stream order 2 = 337
Number of stream order 3 = 77
Number of stream order 4 = 19
Number of stream order 5 = 5
Number of stream order 6 = 1
Total no. of stream order = 1775
Length of stream order 1 = 2029368.19404 m
Length of stream order 2 = 934531.776861 m
Length of stream order 3 = 424316.034738 m
Length of stream order 4 = 313269.998628 m
Length of stream order 5 = 54638.1928015 m
Length of stream order 6 = 127551.420372 m
Total length of streams = 3883675.61744 m
Rb for 1:2 = 3.96439169139
Rb for 2:3 = 4.37662337662
Rb for 3:4 = 4.05263157895
Rb for 4:5 = 3.8
Rb for 5:6 = 5.0
Average Bifurcation ratio = 4.23872932939
==== Geometry Parameters =====
Total Basin Area(Kms²) = 3820.14615709
Total Basin Surface Area(Kms²) = 3880.9345071
Total Basin perimeter(Kms) = 388.792645127
Basin Length (Kms) = 116.72602
Main Channel Length (Kms) = 190.9013
Fitness Ratio = 0.491010574384
Form factor = 0.280378445666
Shape Factor Ratio = 3.56660797382
Relative perimeter = 9.82566466977
Length Area Relation = 197.413124922
Rotundity coefficient = 2.8023347092
Mean Basin Width = 32.7274600564
Drainage Texture = 4.56541558141
Compactness Coefficient = 1.78710176953
Circularity ratio = 0.317672174222
Elongation ratio = 0.597485563661
====Drainage Texture Analysis====
Drainage density = 1.0166301125 (km/km2)
Modified Drainage density = 1.00070630162 (km/km2)
Stream frequency = 0.464641908191 (number/km2)
Modified Stream frequency = 0.457364069595 (number/km2)
Constant of channel maintenance = 0.983641924145(km2/km)
Modified Constant of channel maintenance = 0.999294196889(km2/km)
Infiltration Number = 0.472368955395
Modified Infiltration Number = 0.457687106578
Drainage Intensity = 0.457041260612
Average Length of Overland Flow (Kms) = 0.491820962073
Modified Average Length of Overland Flow (Kms) = 0.499647098445
====Basin Relief=====
Height of Basin outlet (m) = 9.0
Maximum Height of basin(m) = 2710.0
Total Basin Relief (H) m = 2701.0
Relief Ratio = 0.0231396564365
Relative Relief Ratio = 0.694714787909
Gradient Ratio = 0.0231396564365
Ruggedness Number = 2.74591793385
Melton Ruggedness Number = 0.0437003177328
Modified Melton Ruggedness Number = 0.0433567207499
Terrain roughness Index = 1.02158581122

ArcGIS-morphometric toolbox باستخدام B2 التحليل المورفومتري للحوض

====Drainage Network Parameters====
Number of stream order 1 = 499
Number of stream order 2 = 120
Number of stream order 3 = 26
Number of stream order 4 = 6
Number of stream order 5 = 1
Total no. of stream order = 652
Length of stream order 1 = 740046.287661 m
Length of stream order 2 = 321246.629447 m

<https://arcg.is/1bO8r51>¹

Length of stream order 3 = 144089.036014 m
 Length of stream order 4 = 52277.4317609 m
 Length of stream order 5 = 135657.099665 m
 Total length of streams = 1393316.48455 m
 Rb for 1:2 = 4.15833333333
 Rb for 2:3 = 4.61538461538
 Rb for 3:4 = 4.33333333333
 Rb for 4:5 = 6.0
 Average Bifurcation ratio = 4.77676282051
 ===== Geometry Parameters =====
 Total Basin Area(Kms²) = 1439.93391559
 Total Basin Surface Area(Kms²) = 1492.66481894
 Total Basin perimeter(Kms) = 327.042374236
 Basin Length (Kms) = 98.529
 Main Channel Length (Kms) = 153.7479
 Fitness Ratio = 0.470116144304
 Form factor = 0.148325018425
 Shape Factor Ratio = 6.74195095756
 Relative perimeter = 4.40289708313
 Length Area Relation = 109.934390337
 Rotundity coefficient = 5.29724694016
 Mean Basin Width = 14.6143157404
 Drainage Texture = 1.99362544845
 Compactness Coefficient = 2.44852182911
 Circularity ratio = 0.169227050361
 Elongation ratio = 0.434572569569
 ===Drainage Texture Analysis===
 Drainage density = 0.967625298264 (km/km²)
 Modified Drainage density = 0.933442301894 (km/km²)
 Stream frequency = 0.452798557589 (number/km²)
 Modified Stream frequency = 0.436802684519 (number/km²)
 Constant of channel maintenance = 1.03345789098(km²/km)
 Modified Constant of channel maintenance = 1.07130349457(km²/km)
 Infiltration Number = 0.43813933934
 Modified Infiltration Number = 0.407730103311
 Drainage Intensity = 0.467948242363
 Average Length of Overland Flow (Kms) = 0.516728945489
 Modified Average Length of Overland Flow (Kms) = 0.535651747286
 =====Basin Relief=====
 Height of Basin outlet (m) = 13.0
 Maximum Height of basin(m) = 2783.0
 Total Basin Relief (H) m = 2770.0
 Relief Ratio = 0.0281135503253
 Relative Relief Ratio = 0.846985044819
 Gradient Ratio = 0.0281135503253
 Ruggedness Number = 2.68032207619
 Melton Ruggedness Number = 72.9975843424
 Modified Melton Ruggedness Number = 71.6966098364
 Terrain roughness Index = 1.03662036347

التحليل المورفومتري للحوض B3 باستخدام ArcGIS-morphometric toolbox

===Drainage Network Parameters===
 Number of stream order 1 = 242
 Number of stream order 2 = 64
 Number of stream order 3 = 13
 Number of stream order 4 = 4
 Number of stream order 5 = 1
 Total no. of stream order = 324
 Length of stream order 1 = 391358.097716 m
 Length of stream order 2 = 185209.515621 m
 Length of stream order 3 = 141077.956779 m
 Length of stream order 4 = 39745.6176483 m
 Length of stream order 5 = 52933.8363111 m
 Total length of streams = 810325.024076 m
 Rb for 1:2 = 3.78125
 Rb for 2:3 = 4.92307692308
 Rb for 3:4 = 3.25
 Rb for 4:5 = 4.0
 Average Bifurcation ratio = 3.98858173077
 ===== Geometry Parameters =====
 Total Basin Area(Kms²) = 723.467238901
 Total Basin Surface Area(Kms²) = 730.278015905
 Total Basin perimeter(Kms) = 171.752879577
 Basin Length (Kms) = 55.087
 Main Channel Length (Kms) = 74.414734203
 Fitness Ratio = 0.433266297405
 Form factor = 0.238407891198
 Shape Factor Ratio = 4.19449203202
 Relative perimeter = 4.21225682319
 Length Area Relation = 72.7410151116
 Rotundity coefficient = 3.29567216107
 Mean Basin Width = 13.1331755024
 Drainage Texture = 1.88643125401
 Compactness Coefficient = 1.81411922621

Circularity ratio = 0.30828052722
 Elongation ratio = 0.550954097908
 ===Drainage Texture Analysis===
 Drainage density = 1.12005766192 (km/km2)
 Modified Drainage density = 1.10961169093 (km/km2)
 Stream frequency = 0.447843361217 (number/km2)
 Modified Stream frequency = 0.443666648788 (number/km2)
 Constant of channel maintenance = 0.892811177498(km2/km)
 Modified Constant of channel maintenance = 0.901216171546(km2/km)
 Infiltration Number = 0.501610388069
 Modified Infiltration Number = 0.492297700369
 Drainage Intensity = 0.399839558663
 Average Length of Overland Flow (Kms) = 0.446405588749
 Modified Average Length of Overland Flow (Kms) = 0.450608085773
 =====Basin Relief=====
 Height of Basin outlet (m) = 11.0
 Maximum Height of basin(m) = 1613.0
 Total Basin Relief (H) m = 1602.0
 Relief Ratio = 0.0290812714434
 Relative Relief Ratio = 0.932735453371
 Gradient Ratio = 0.0290812714434
 Ruggedness Number = 1.79433237439
 Melton Ruggedness Number = 59.5597789133
 Modified Melton Ruggedness Number = 59.2813927388
 Terrain roughness Index = 1.00941407798

التحليل المورفومتري للحوض B4 باستخدام ArcGIS-morphometric toolbox

===Drainage Network Parameters===
 Number of stream order 1 = 1180
 Number of stream order 2 = 276
 Number of stream order 3 = 70
 Number of stream order 4 = 19
 Number of stream order 5 = 5
 Number of stream order 6 = 1
 Total no. of stream order = 1551
 Length of stream order 1 = 1783960.4571 m
 Length of stream order 2 = 801380.76217 m
 Length of stream order 3 = 403853.39074 m
 Length of stream order 4 = 201297.341263 m
 Length of stream order 5 = 74436.914437 m
 Length of stream order 6 = 149930.577856 m
 Total length of streams = 3414859.44356 m
 Rb for 1:2 = 4.27536231884
 Rb for 2:3 = 3.94285714286
 Rb for 3:4 = 3.68421052632
 Rb for 4:5 = 3.8
 Rb for 5:6 = 5.0
 Average Bifurcation ratio = 4.1404859976
 ===== Geometry Parameters =====
 Total Basin Area(Kms^2) = 3297.7125559
 Total Basin Surface Area(Kms^2) = 3358.49394802
 Total Basin perimeter(Kms) = 352.356558019
 Basin Length (Kms) = 118.941
 Main Channel Length (Kms) = 188.160590289
 Fitness Ratio = 0.53400621049
 Form factor = 0.233103946761
 Shape Factor Ratio = 4.2899316545
 Relative perimeter = 9.3590213687
 Length Area Relation = 180.740597796
 Rotundity coefficient = 3.37066043246
 Mean Basin Width = 27.7256165318
 Drainage Texture = 4.40179121036
 Compactness Coefficient = 1.74319990577
 Circularity ratio = 0.33387458223
 Elongation ratio = 0.544790991847
 ===Drainage Texture Analysis===
 Drainage density = 1.03552368063 (km/km2)
 Modified Drainage density = 1.01678296773 (km/km2)
 Stream frequency = 0.470326013474 (number/km2)
 Modified Stream frequency = 0.461814141697 (number/km2)
 Constant of channel maintenance = 0.965694960629(km2/km)
 Modified Constant of channel maintenance = 0.983494051082(km2/km)
 Infiltration Number = 0.48703372457
 Modified Infiltration Number = 0.469564753533
 Drainage Intensity = 0.454191461064
 Average Length of Overland Flow (Kms) = 0.482847480315
 Modified Average Length of Overland Flow (Kms) = 0.491747025541
 =====Basin Relief=====
 Height of Basin outlet (m) = 16.0
 Maximum Height of basin(m) = 2463.0
 Total Basin Relief (H) m = 2447.0
 Relief Ratio = 0.0205732253807
 Relative Relief Ratio = 0.694466994955
 Gradient Ratio = 0.0205732253807
 Ruggedness Number = 2.53392644651

Melton Ruggedness Number = 42.6115733955
 Modified Melton Ruggedness Number = 42.2242247304
 Terrain roughness Index = 1.01843137966

ملحق (2)

التحليل الهيسومتري لحوض B1 باستخدام ArcGIS-morphometric toolbox

: New Modified Hypsometric Analysis
 Author: Dr. Ayad Ali Faris Beg
 Dept. of Geography, College of Education
 Mustansiriyah University
 Baghdad- Iraq
 Mobile: +964(0) 771-272-1173
 email: ayadfarris@hotmail.com

The following are three types of Hypsometric Integral: First is calculated based on the height and area ratios, second is based on height and surface area ratios and the third is based on height volume ratios

Minimum Height(m) =9.0
 Maximum Height(m) =2710.0
 Incremental Elevation Interval(m) =50
 Total Basin Height(H)(m) =2701.0
 Total Basin area(Km²) =3798.93148913
 Hypsometric Integral (Height_Area Ratios) =21.573661295.1
 Hypsometric Integral (Height_Surface Area Ratios) =22.070215735.2
 Hypsometric Integral (Height_Volume Ratios) =21.800901455.3

(h/H)ratio	(a/A)ratio	(as/As)ratio	(vol/VOL) ratio
I 1.0000000	I 1.0000000	I 1.0000000	0.0000000
I 0.7690100	I 0.7738400	I 0.9262100	0.0184700
I 0.6941800	I 0.7005500	I 0.8643300	0.0369500
I 0.6415900	I 0.6490100	I 0.8076200	0.0554200
I 0.5911400	I 0.5995700	I 0.7553700	0.0739000
I 0.5525400	I 0.5617300	I 0.7068300	0.0923700
I 0.5258700	I 0.5355400	I 0.6610500	0.1108500
I 0.5001100	I 0.5101500	I 0.6174100	0.1293200
I 0.4741700	I 0.4845000	I 0.5759200	0.1478000
I 0.4467000	I 0.4573100	I 0.5368300	0.1662700
I 0.4258700	I 0.4366200	I 0.4997800	0.1847500
I 0.4090400	I 0.4197400	I 0.4643100	0.2032200
I 0.3920300	I 0.4025700	I 0.4302400	0.2217000
I 0.3752300	I 0.3855500	I 0.3976200	0.2401700
I 0.3572400	I 0.3673800	I 0.3664700	0.2586500
I 0.3403700	I 0.3503400	I 0.3368600	0.2771200
I 0.3286100	I 0.3383100	I 0.3084400	0.2956000
I 0.3179400	I 0.3273000	I 0.2809500	0.3140700
I 0.3077400	I 0.3167400	I 0.2543600	0.3325400
I 0.2984600	I 0.3070900	I 0.2286000	0.3510200
I 0.2834000	I 0.2917100	I 0.2038800	0.3694900
I 0.2723700	I 0.2802400	I 0.1802500	0.3879700
I 0.2608200	I 0.2682500	I 0.1576000	0.4064400
I 0.2493200	I 0.2562900	I 0.1359000	0.4249200
I 0.2209200	I 0.2275900	I 0.1161900	0.4433900
I 0.2024100	I 0.2084400	I 0.0981900	0.4618700
I 0.1816500	I 0.1870900	I 0.0818400	0.4803400
I 0.1574300	I 0.1623800	I 0.0674300	0.4988200
I 0.1341800	I 0.1386500	I 0.0550300	0.5172900
I 0.1108200	I 0.1148600	I 0.0446400	0.5357700
I 0.0909400	I 0.0945900	I 0.0360900	0.5542400
I 0.0746800	I 0.0779500	I 0.0290700	0.5727200
I 0.0598200	I 0.0627500	I 0.0233700	0.5911900
I 0.0471900	I 0.0498100	I 0.0188400	0.6096600

I 0.0380700 I 0.0404100 I 0.0152300 0.6281400
 I 0.0307500 I 0.0328600 I 0.0123200 0.6466100
 I 0.0250100 I 0.0269100 I 0.0099800 0.6650900
 I 0.0212700 I 0.0229500 I 0.0080200 0.6835600
 I 0.0178900 I 0.0193600 I 0.0063500 0.7020400
 I 0.0148900 I 0.0161700 I 0.0049600 0.7205100
 I 0.0122500 I 0.0133500 I 0.0038100 0.7389900
 I 0.0098400 I 0.0107700 I 0.0028800 0.7574600
 I 0.0078700 I 0.0086400 I 0.0021300 0.7759400
 I 0.0062100 I 0.0068400 I 0.0015300 0.7944100
 I 0.0049000 I 0.0054000 I 0.0010600 0.8128900
 I 0.0036600 I 0.0040500 I 0.0007000 0.8313600
 I 0.0026600 I 0.0029300 I 0.0004300 0.8498400
 I 0.0019100 I 0.0020700 I 0.0002400 0.8683100
 I 0.0012000 I 0.0013000 I 0.0001100 0.8867900
 I 0.0005200 I 0.0005600 I 0.0000400 0.9052600
 I 0.0001500 I 0.0001700 I 0.0000100 0.9237300
 I 0.0000500 I 0.0000600 I 0.0000000 0.9422100
 I 0.0000200 I 0.0000300 I 0.0000000 0.9606800
 I 0.0000100 I 0.0000100 I 0.0000000 0.9791600
 I 0.0000000 I 0.0000000 I 0.0000000 0.9976300
 I 0.0000000 I 0.0000000 I 0.0000000 0.000000.1

ArcGIS-morphometric toolbox باستخدام B2 التحليل الهيسومتري لحوض

New Modified Hypsometric Analysis :
 Author: Dr. Ayad Ali Faris Beg
 Dept. of Geography, College of Education,
 Mustansiriyah University
 Baghdad- Iraq
 Mobile: +964(0) 771-272-1173
 email: ayadfarris@hotmail.com

The following are three types of Hypsometric Integral: First is calculated based on the height and area ratios, second is based on height and surface area ratios and the third is based on height volume ratios:

Minimum Height(m) =13.0
 Maximum Height(m) =2783.0
 Incremental Elevation Interval(m) =100
 Total Basin Height(H)(m) =2770.0
 Total Basin area(Km²) =1439.93391559
 1.Hypsometric Integral (Height_Area Ratios) =30.02246793
 2.Hypsometric Integral (Height_Surface Area Ratios) =30.4669387
 3.Hypsometric Integral (Height_Volume Ratios) =20.402690175

(h/H)ratio (a/A)ratio (as/As)ratio (vol/VOL) ratio

0.0000000 I 1.0000000 I 1.0000000 I 1.0000000
 0.0360300 I 0.9063100 I 0.9096000 I 0.8871900
 0.0720600 I 0.8667800 I 0.8713100 I 0.7808500
 0.1080900 I 0.8084100 I 0.8145900 I 0.6806700
 0.1441200 I 0.7389100 I 0.7471600 I 0.5887400
 0.1801400 I 0.7112800 I 0.7199600 I 0.5022900
 0.2161700 I 0.6814900 I 0.6902300 I 0.4189700
 0.2522000 I 0.6192200 I 0.6283700 I 0.3409200
 0.2882300 I 0.5408900 I 0.5504500 I 0.2715800
 0.3242600 I 0.4627800 I 0.4722900 I 0.2115100
 0.3602900 I 0.3865000 I 0.3956900 I 0.1609100
 0.3963200 I 0.3242000 I 0.3324600 I 0.1184300
 0.4323500 I 0.2651200 I 0.2722200 I 0.0832600
 0.4683800 I 0.1959800 I 0.2019700 I 0.0555200
 0.5044100 I 0.1251000 I 0.1302500 I 0.0364400
 0.5404300 I 0.0744100 I 0.0785900 I 0.0248400
 0.5764600 I 0.0478000 I 0.0509400 I 0.0176900
 0.6124900 I 0.0326800 I 0.0353000 I 0.0130000
 0.6485200 I 0.0259400 I 0.0281700 I 0.0095400
 0.6845500 I 0.0209500 I 0.0228100 I 0.0067400
 0.7205800 I 0.0164100 I 0.0178800 I 0.0045100
 0.7566100 I 0.0122800 I 0.0133600 I 0.0028000
 0.7926400 I 0.0082700 I 0.0089700 I 0.0015700
 0.8286700 I 0.0049800 I 0.0054000 I 0.0007900
 0.8647000 I 0.0026900 I 0.0029400 I 0.0003500
 0.9007200 I 0.0012100 I 0.0013500 I 0.0001200
 0.9367500 I 0.0004400 I 0.0004900 I 0.0000300
 0.9727800 I 0.0000500 I 0.0000500 I 0.0000000
 0.0000 I 0.0000000 I 0.0000000 I 0.00000000.1

ArcGIS-morphometric toolbox باستخدام B3 التحليل الهيسومتري لحوض

New Modified Hypsometric Analysis :
 Author: Dr. Ayad Ali Faris Beg

Dept. of Geography, College of Education,
Mustansiriyah University
Baghdad- Iraq
Mobile: +964(0) 771-272-1173
email: ayadfarris@hotmail.com

The following are three types of Hypsometric Integral: First is calculated based on the height and area ratios, second is based on height and surface area ratios and the third is based on height volume ratios:

Minimum Height(m) =11.0
Maximum Height(m) =1613.0
Incremental Elevation Interval(m) =50
Total Basin Height(H)(m) =1602.0
Total Basin area(Km²) =723.467238901
1.Hypsometric Integral (Height_Area Ratios) =9.31218005
2.Hypsometric Integral (Height_Surface Area Ratios) =9.626360865
3.Hypsometric Integral (Height_Volume Ratios) =14.13765827

(h/H)ratio (a/A)ratio (as/As)ratio (vol/VOL) ratio

0.0000000	I 1.0000000	I 1.0000000	I 1.0000000
0.0311500	I 0.5809700	I 0.5848200	I 0.7483800
0.0623000	I 0.4152000	I 0.4205600	I 0.5985600
0.0934500	I 0.3391300	I 0.3450200	I 0.4791600
0.1245900	I 0.2633300	I 0.2695200	I 0.3858300
0.1557400	I 0.2045500	I 0.2108600	I 0.3120400
0.1868900	I 0.1614700	I 0.1678800	I 0.2555700
0.2180400	I 0.1213200	I 0.1276500	I 0.2107600
0.2491900	I 0.0892300	I 0.0951300	I 0.1780800
0.2803400	I 0.0698400	I 0.0751600	I 0.1533700
0.3114900	I 0.0566100	I 0.0615100	I 0.1336800
0.3426400	I 0.0503400	I 0.0549900	I 0.1169000
0.3737800	I 0.0449200	I 0.0493400	I 0.1019600
0.4049300	I 0.0407900	I 0.0449500	I 0.0885100
0.4360800	I 0.0369000	I 0.0407800	I 0.0762700
0.4672300	I 0.0335300	I 0.0371200	I 0.0652200
0.4983800	I 0.0304300	I 0.0337400	I 0.0551600
0.5295300	I 0.0276400	I 0.0306700	I 0.0460300
0.5606800	I 0.0246200	I 0.0273500	I 0.0377900
0.5918200	I 0.0220900	I 0.0245300	I 0.0304800
0.6229700	I 0.0191100	I 0.0212700	I 0.0239600
0.6541200	I 0.0148900	I 0.0167500	I 0.0185700
0.6852700	I 0.0111400	I 0.0127400	I 0.0145700
0.7164200	I 0.0097100	I 0.0110600	I 0.0113100
0.7475700	I 0.0086200	I 0.0096900	I 0.0084300
0.7787200	I 0.0073400	I 0.0081500	I 0.0059100
0.8098700	I 0.0057700	I 0.0063600	I 0.0038700
0.8410100	I 0.0042500	I 0.0046600	I 0.0022700
0.8721600	I 0.0026900	I 0.0029300	I 0.0012000
0.9033100	I 0.0016700	I 0.0017900	I 0.0005400
0.9344600	I 0.0007600	I 0.0008100	I 0.0001700
0.9656100	I 0.0002400	I 0.0002500	I 0.0000200
0.9967600	I 0.0000000	I 0.0000000	I 0.0000000
0000	I 0.0000000	I 0.0000000	I 0.0000000000.1

ArcGIS-morphometric toolbox باستخدام B4 التحليل الهيسومتري لحوض

: New Modified Hypsometric Analysis
Author: Dr. Ayad Ali Faris Beg
Dept. of Geography, College of Education
Mustansiriyah University
Baghdad- Iraq
Mobile: +964(0) 771-272-1173
email: ayadfarris@hotmail.com

The following are three types of Hypsometric Integral: First is calculated based on the height and area ratios, second is based on height and surface area ratios and the third is based on height volume ratios

Minimum Height(m) =16.0
Maximum Height(m) =2463.0
Incremental Elevation Interval(m) =100
Total Basin Height(H)(m) =2447.0
Total Basin area(Km²) =3297.7125559
Hypsometric Integral (Height_Area Ratios) =18.5978056.1
Hypsometric Integral (Height_Surface Area Ratios) =19.062100225.2
Hypsometric Integral (Height_Volume Ratios) =20.026162365.3

(h/H)ratio (a/A)ratio (as/As)ratio (vol/VOL) ratio

I 1.0000000	I 1.0000000	I 1.0000000	0.0000000
I 0.6131800	I 0.6201200	I 0.8418400	0.0407800

I 0.5361900 I 0.5443600 I 0.7201800 0.0815700
I 0.4851800 I 0.4938500 I 0.6109700 0.1223500
I 0.4479400 I 0.4566000 I 0.5111700 0.1631400
I 0.3950900 I 0.4037800 I 0.4209700 0.2039200
I 0.3514400 I 0.3599800 I 0.3412400 0.2447100
I 0.2860300 I 0.2946900 I 0.2729700 0.2854900
I 0.2459200 I 0.2543900 I 0.2166200 0.3262800
I 0.2154400 I 0.2233100 I 0.1672400 0.3670600
I 0.1818600 I 0.1889900 I 0.1247500 0.4078500
I 0.1461100 I 0.1522700 I 0.0896700 0.4486300
I 0.1136600 I 0.1188100 I 0.0620100 0.4894200
I 0.0831100 I 0.0874100 I 0.0408800 0.5302000
I 0.0548100 I 0.0583800 I 0.0263300 0.5709900
I 0.0350900 I 0.0379700 I 0.0169100 0.6117700
I 0.0233300 I 0.0256000 I 0.0107600 0.6525600
I 0.0152800 I 0.0170000 I 0.0067000 0.6933400
I 0.0098300 I 0.0110600 I 0.0040600 0.7341300
I 0.0069300 I 0.0076500 I 0.0022800 0.7749100
I 0.0040700 I 0.0044200 I 0.0011300 0.8157000
I 0.0022400 I 0.0024000 I 0.0004600 0.8564800
I 0.0008800 I 0.0009300 I 0.0001400 0.8972600
I 0.0002700 I 0.0002800 I 0.0000300 0.9380500
I 0.0000200 I 0.0000200 I 0.0000000 0.9788300
I 0.0000000 I 0.0000000 I 0.0000000 1.0000000

Abstract

The study area is located east of Wasit Governorate, extending within the territory of the Islamic Republic of Iran between two latitudes ($32^{\circ} 29' 14''$ - $33^{\circ} 54' 22''$ north, and longitudes $45^{\circ} 08' 06''$) - $(47^{\circ} 10' 07''$ east, It extends over an area of (16,148.7) km². The problem of the study lies in the lack of detailed studies to classify landforms in the study area, as well as the inability to conduct a field study in all parts of the study area, since the area is (estimated at 7,380 km²). Some of them are located outside the Iraqi borders, which necessitated relying on remote sensing technology represented by satellite visuals. High-resolution satellite visualization, which is a mosaic of data from several satellites, was used, with a spatial resolution ranging from (30 cm to 30 m) depending on the importance of the area, in addition to the use of Landsat 9 satellite data with a spatial resolution of (30 m). The study aims to conduct a classification of landforms using satellite visuals, using ArcGIS pro v.3.02 and ArcGIS10.8.2 programs to reach an accurate classification of those forms and produce detailed maps of the study area. Aerial photographs of part of the southeast of Diyala Governorate were also used. The results of the analysis showed High-resolution satellite visuals with distinction (42) Different types of landforms in terms of origin and formation, and the geomorphological processes that caused them, which varied in type between compositional, structural, erosional, and depositional ones, distributed within the study area. While the results of landform classification according to the satellite visual data of Landsat 9 distinguished (31) landforms, the erosional plains occupied the largest area, followed by Badlands and alluvial plains in terms of area. It was among the most important shapes that were not distinguished in the Landsat 9 satellite visual data (steep outcrops, flat slope, alluvial deposits, alluvial deposits (branching channels), alluvial deposits (branching channels), alluvial plain, dam storage lake, cliff cutting the rock layers, canyons, flat terrain, plateaus due to human activities, sand dunes and pits karst), while stream-filling deposits, water bodies, and slopes appeared within the classification of subduction 9. It did not appear to classify high-resolution visuals because it was classified under more precise names, in addition to distinguishing (10) landforms within the available aerial image data. The results of the morphometric and hypometric analysis of the basins of the study area, which were conducted using the ArcGIS-Hydrology toolbox, in which

the morphometric measurements varied, as the river ranks, according to the Strahler classification, were between (5-6). They are of varying rank and lengths, with an increase in the bifurcation rate and a decrease in the values of the shape factor and the roundness rate, indicating the elongation of the region's basins. The results of the hypometric analysis showed that the basins of the study area are going through the aging and advanced stage of the geomorphological cycle. As for the results of the morphotectonic indicators, the special equations were applied to calculate them for each basin, as the values of the morphotectonic indicators varied in them, and the results of the transverse topographic asymmetry index were that all basins fall within the second category of the (Tf) index. As for applying the index values (Smf) to the basins falling within the second and third categories, the results of the drainage basin asymmetry index (Af) were: Within the second, third, and fourth categories. The results of the Channel Length Gradient Index (SL) for the basins fall into the first three categories of low, moderate, and high of this indicator. As for the values of the Terrain Rig Index (TRI), the values varied between the second category and moderate tectonic activity. The results of the calculations showed that the river deviation index (RSI) values showed that the courses of the main channels of the four basins are greater than 1.3. It is considered tectonically inactive, but in terms of the shape of the channels, the basins are located between deviated streams and tortuous streams. The values of the BS drainage basin shape index showed that it falls within the category of semi-active and tectonically inactive. The Tectonic Activity Index (IAT) proved that all basins fall within the third category, meaning that these basins are in a moderate state of tectonic activity

Ministry of Higher Education and Scientific Research
Mustansiriyah University
College of Education
Department of Geography



Evaluating the accuracy of landform Classification Using Aerial Photographs and satellite Images-East of Wasit Governorate

DISSERTATION SUBMITTED TO

THE COLLEGE OF EDUCATION COUNCIL, AL-MUSTANSIRIYAH
UNIVERSITY IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS
FOR THE DEGREE OF DOCTOR OF PHILOSOPHY

IN

GEOGRAPHY - Aerial photos

BY

Nadia Abd-Alhassan Muhaibes

Supervised by

Prof. Ayad Ali Faris

2024

1446