المسح التكاملي لدراسة الأشكال الجيومورفولوجية لحوض وادي ترجيل وبأستخدام تقنيتي (GIS , RS)

م.د بسمة علي عبد الحسين
الجامعة العراقية – كلية الآداب
basmaaliabduihussein@aliraqia.edu.iq

An integratvie survey to study the geomorphological forms of the Valley Tarjil Basin using (GIS, RS) techniques.

Dr. Basmah Ali Abdul-hussein
Al-Iraqia University – College of Arts

المستخلص

خلُصت هذه الدراسة إلى مسح وتحليل الأشكال الجيومورفولوجية لحوض وادي ترجيل بأستخدام تقنيات نظم المعلومات الجغرافية (GIS) والاستشعار عن بعد (RS) ، فضلاً عن مسح ميداني شامل للحوض ، فتناولت دراسة العوامل الطبيعية مثل البنية الجيولوجية والمناخ والغطاء النباتي، بالإضافة إلى تحليل الخصائص المورفومترية إذ تم تقسيم الحوض إلى أربعة أحواض ثانوية ومن خلال تطبيق المعادلات الاحصائية كنسبة الاستطالة والاستدارة ومعامل شكل الحوض ، تبين أن معظم الأحواض تقترب من الشكل المستطيل كما تمت دراسة تحليل العمليات الجيومورفولوجية التي أثرت في الحوض كالتجوية والتعرية والاشكال الجيومورفولوجية التي نتجت عنها .

هذا و تم تقييم تأثير الأنشطة البشرية مثل التعدين وبناء السدود والطرق على مورفولوجية الحوض . إذ أظهرت النتائج أن الأشكال الجيومورفولوجية في المنطقة نتجت عن تفاعل العوامل الطبيعية مع التدخل البشري ، مما أدى إلى تغيرات كبيرة في تضاريس الحوض وأشكاله . أوصت الدراسة بضرورة مراقبة الأنشطة البشرية لتقليل تأثيرها السلبي على البيئة ، مع التأكيد على أهمية استخدام تقنيات GIS و RS في الدراسات الجيومورفولوجية لجانب المسح الميداني .

الكلمات المفتاحية :- (وادي ترجيل – نظم معلومات جغرافية GIS – مسح تكاملي جيومورفولوجي)

Abstract

This study concluded with the surveying and analysis of the geomorphological forms of the Wadi Tarjil Basin using Geographic Information Systems (GIS) and Remote Sensing (RS) techniques, in addition to a comprehensive field survey of the basin. The study examined natural factors such as geological structure, climate, and vegetation cover, as well as analyzing morphometric characteristics. The basin was divided into four sub-basins, and through the application of statistical equations such as the elongation ratio, circularity ratio, and form factor, it was found that most of the sub-basins are close to a rectangular shape. Additionally, the study analyzed the geomorphological processes that affected the basin, such as weathering, erosion, and the resulting geomorphological forms.

Furthermore, the impact of human activities such as mining, dam construction, and road development on the basin's morphology was evaluated. The results showed that the geomorphological forms in the region resulted from the interaction of natural factors with human intervention, leading to significant changes in the basin's topography and forms. The study recommended the need to monitor human activities to reduce their negative impact on the environment, while emphasizing the importance of using GIS and RS techniques alongside field surveys in geomorphological studies.

Keywords: -(Wadi Tarjil , Geographic Information Systems (GIS) , Integrated Geomorphological Survey)

بسم الله الرحمن الرحيم

المقدمة :-

إن أهم الدراسات والاكتشافات الجغرافية عبر التاريخ كان مصدرها الملاحظة الحقلية ، وأن الحقل دليل على الحقيقة التي يجب أن تُثبت . إذ أن الميدان ليس مصدراً لجمع البيانات فحسب بل ضمان صحة وقائعية معلومات المتخصص والمهتم بذلك ، وهو المنبع المعلوماتي الذي لا يمكن الاستغناء عنه في دراسة الأشكال الأرضية ناهيك عن البيانات التي يمكن الحصول عليها عن طريق الأستشعار عن بعد خاصة للمناطق التي يصعب الوصول إليها وذلك من خلال أعداد خرائط موضوعية وإنجاز نماذج الأرتفاعات الرقمية وغيرها . وترتبط دراسة الاشكال الجيومورفولوجية والاستشعار عن بعد أرتباطاً وثيقاً من خلال متغيرات النظم البيئية : الطبيعة الصخرية ، عناصر المناخ ، الزمن ، والتي نتج عنها أشكالاً مختلفة بمجمل تفاعلاتها الممكنة من هيدروجيومورفولوجيا وتغيرات الغطاء الارضي وعلاقة بيئة التكوينات السطحية بالأشكال الحالية . وتشكل هنا المعلومات الخرائطية والمرئيات الفضائية كأداة حديثة لتعديل الدقة المكانية لأجراء مسح تكاملي شامل لمنطقة الدراسة على شكل واسع ومفصل لتربط بين كل من الدراسة الميدانية والاستشعار عن بعد في تحديد وتوزيع المظاهر الجيوموفولوجية لحوض وادي ترجيل ككل .

المشكلة البحثية :-

تتمثل مشكلة البحث في تحليل وتفسير الأشكال الجيومورفولوجية لحوض وادي ترجيل باستخدام تقنيات نظم المعلومات الجغرافية (GIS) والاستشعار عن بعد(RS) والدراسة الميدانية ، مع تقييم تأثير العوامل الطبيعية والانشطة البشرية على هذه الأشكال. وتنبع المشكلة من الحاجة إلى فهم ديناميكيات العمليات الجيومورفولوجية والأشكال الناتجة عنها ومدى تأثرها و تأثيراتها على البيئة المحلية

، لاسيما في ظل التغيرات المناخية والتدخلات البشرية مثل التعدين وبناء السدود والطرق .

الفرضية البحثية : -

تفترض الدراسة أن الأشكال الجيومورفولوجية لحوض وادي ترجيل هي نتاج تفاعل العوامل الطبيعية (الجيولوجيا، التضاريس، المناخ، الغطاء النباتي) مع الأنشطة البشرية ، وأن التحليل المتكامل باستخدام تقنيات(GIS و RS) والدراسة الميدانية يمكن أن يساهم في تمثيل خريطة جيومورفولوجية متكاملة لتوزيع هذه الأشكال والعمليات التي تؤثر عليها فضلاً عن مدى تأثير التدخلات البشرية .

هدف البحث :-

يهدف البحث إلى تحقيق مسح تكاملي للأشكال الجيومورفولوجية لحوض وادي ترجيل من خلال:-

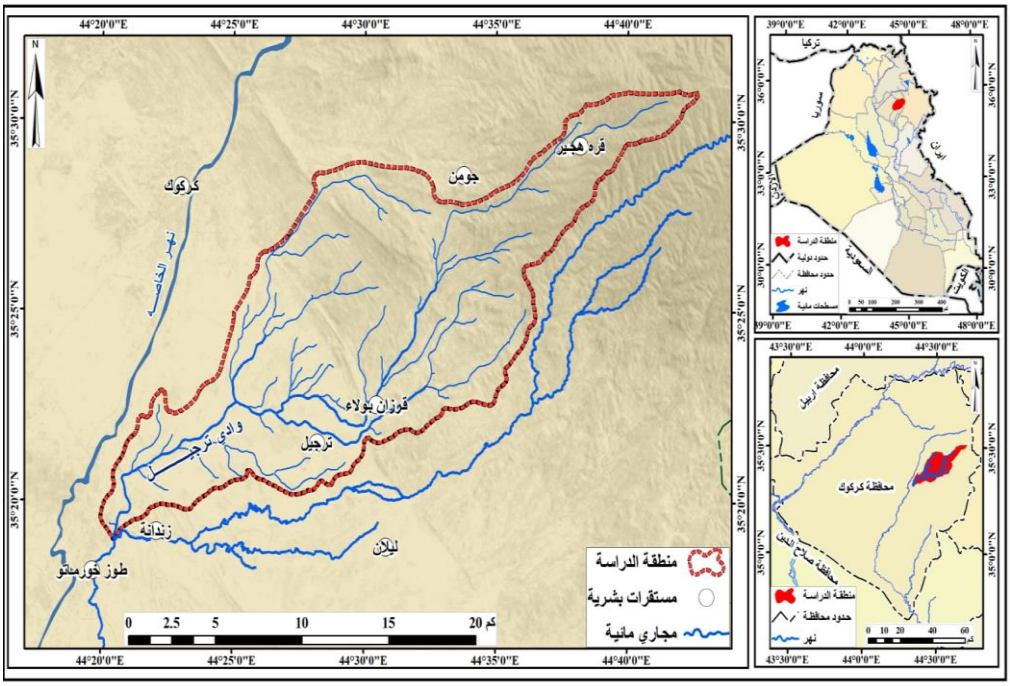
1. تحليل العوامل الطبيعية المؤثرة في تشكيل الحوض .
2. تقييم الخصائص المورفومترية والجيومرفولوجية للحوض .
3. دراسة تأثير الأنشطة البشرية على مورفولوجية المنطقة ككل .
4. إبراز أهمية استخدام تقنيات (GIS وRS) في الدراسات الجيومورفولوجية لتعزيز دقة التحليل الجغرافي الميداني .

حدود منطقة الدراسة :-

تقع منطقة الدراسة فلكياً بين دائرتي عرض (N " 54 ' 18 °35 _ °35 N " 49 ' 30) وقوسي طول (E " 56 ' 19 ° 44 _ E " 43 ' 42 ° 44) ، وهو بذلك يقع ضمن محافظة كركوك وتبلغ مساحة الحوض (267.5808 كم^2) . تقع منابع حوض وادي ترجيل الى الشمال الشرق من مدينة كركوك وتتجه أغلب المجاري المائية للحوض باتجاه الجنوب الغربي حتى تصب في نهر خاصة عند

منطقة طوز خورماتو ، إذ يبدو شـكله غير متناسـق إلى حد ما ويرجع ذلك لظروفه الجيولوجيـة والعوامل الجيومورفولوجيـة التي كونـت هيئتـه الحـالية ، يلاحظ الخريطـة (1) .

الخريطة (1) موقع منطقة الدراسة

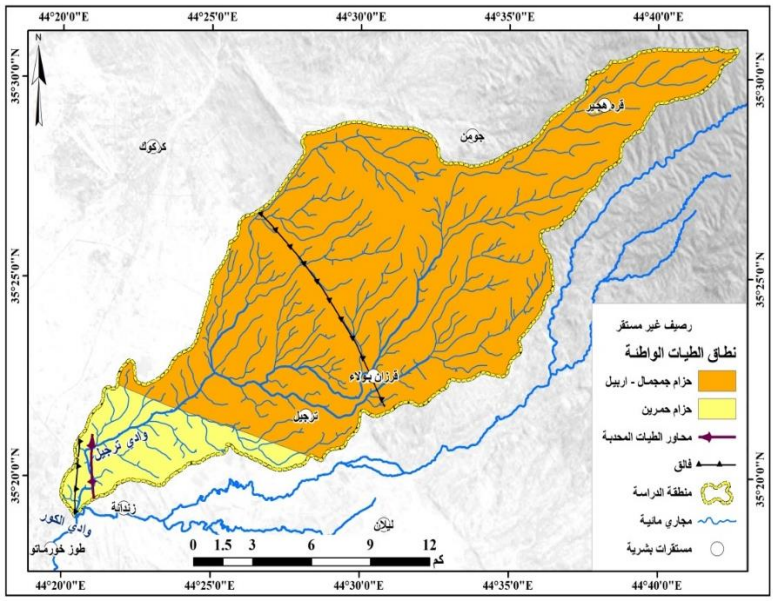


المصدر :- من عمل الباحثة بالأعتماد على : خريطة العراق الادارية مقياس 1:1000000 ، قسم انتاج الخرائط، المديرية العامة للمساحة ، وزارة الموارد المائية ، بغداد ، العراق ،2015 .

الخصائص الطبيعية لمنطقة الدراسة

من أهم العوامل المؤثرة في طبيعة وجيومورفولوجية الاودية هي كل من البنية التركيبية والبنية الجيولوجية ، إذ يتوقف توزيع الأشكال الأرضية على أساس نوع البنية التركيبية وعلى طبيعة ونوع التراكيب الصخرية . فمنطقة البحث بنيوياً تعود إلى الرصيف الغير مستقر ضمن نطاق الطيات الواطئة فتحتل بذلك جزءاً كبيراً من **حزام جمجمال _ أربيل** بحدود 85% من مساحته والمتبقي يعود **لحزام حمرين** والذي يتمثل بالجزء الجنوبي الغربي من الحوض عند المصب الرئيس ، هذا وأن محور الطية المحدبة الموجود ضمن المنطقة ذا اتجاه شمالي . يوجد في منطقة الدراسة فالقين غَيرا من مورفولوجية الحوض فلأول يتوسط المنطقة وهو ذا تأثير واضح في أنقلاب أجزاء واسعة من الطبقات الصخرية نتيجة الشد والرفع ، أما الثاني فهو صغير نسبياً يتموضع عند منطقة المصب ، تلاحظ الخريطة (2) .

الخريطة (2) البنية التركيبية لحوض وادي ترجيل



المصدر:- من عمل الباحثة بالاعتماد على : خريطة العراق البنيوية مقياس 1000000:1 ، المنشاة العامة للمسح الجيولوجي والتعدين ، وزارة الصناعة والمعادن ، بغداد ، العراق ، الطبعة الثانية ،1996.

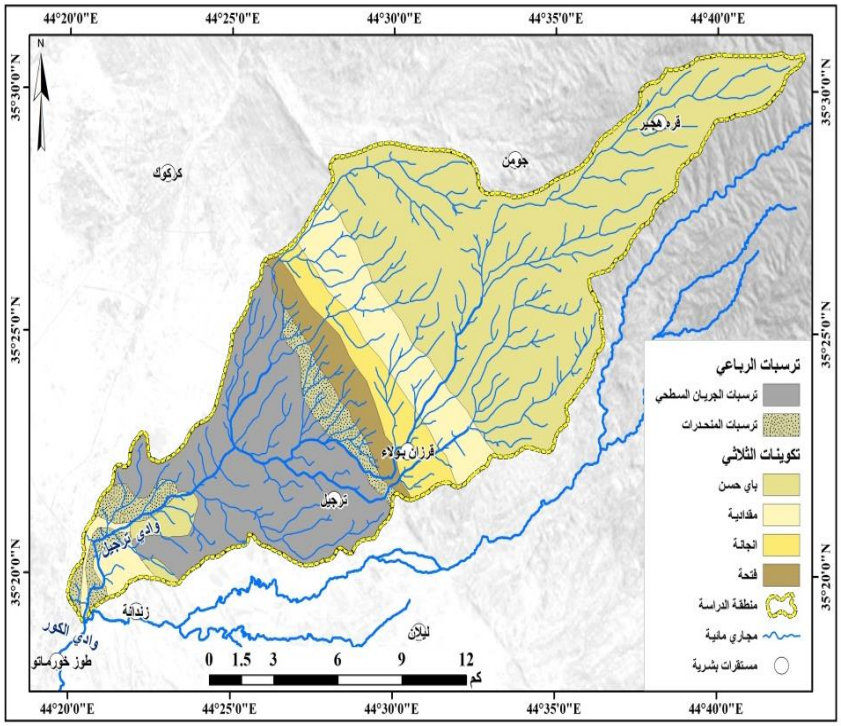
أما بالنسبة للبنية الجيولوجية وطبيعة التكوين الصخري فالتكوينات تعود إلى الزمن الثالث وترسبات الزمن الرباعي وهي كالآتي :-

1-تكوين الفتحة : (الميوسين الأوسط):- يمتد التكوين على شكل شريط طولي في وسط منطقة الدراسة بأمتداد شمال غرب جنوب شرق وهو عبارة عن ترسبات تبخيرية وطبقات من المارل والحجر الجيري والجبس ينقسم التكوين إلى قسمين تكوين الفتحة العلوي وتكوين الفتحة الادنى العلوي منه يتكون من المارل الأخضر والحجر الجيري والجبس والادنى يتكون من الحجر الطيني الاحمر سمك التكوين فيبلغ (37 م) أما مساحته الكلية فهو يغطي (11.7007 كم ^{2}) من منطقة الدراسة.

2-تكوين إنجانة (أواخر العصر الميوسيني) :- يظهر تكوين إنجانة في وسط منطقة الدراسة على شكل شريط شبه عمودي وبأمتداد شمال غرب جنوب شرق ، يتكون من الحجر الرملي الرمادي والبني المتداخل مع الحجر الطيني والاحجار الغرينية ذات اللون البني المحمر ، يرتكز التكوين بشكل متوافق على تكوين الفتحة ويكون التلامس متدرجاً مع أخر طبقة سميكة من الجبس (مع تكوين الفتحة) سمكه يتراوح بين (150- 398 م) ، وتبلغ مساحته في منطقة الدراسة (15.1126 كم^2)[1] ، تلاحظ الخريطة (3) .

3-تكوين المقدادية (المايوسين المتأخر – البليوسين) :- يتموضع التكوين في وسط منطقة الدراسة بأتجاه شمال غرب جنوب شرق يتكون من الحجر الرملي البني الناعم مع الحجر الرملي الرمادي ذو الحبيبات الخشنة الهشة والمتقاطع مع الحجر الطيني الغريني البني والرمادي ، بعض أحجار الحجر الرملي مرصوصة بالحصى وتتزايد الحصى بكثرة في أعلى التكوين يبلغ سمك التكوين(42 م) أما مساحته في منطقة الدراسة فقد بلغت (27.9555 كم2) ، تلاحظ الصورة (1 : أ و ب) .

الخريطة (3) البنية الجيولوجية لحوض وادي ترجيل



المصدر :-من عمل الباحثة بالاعتماد على : لوحة كركوك الجيولوجية مقياس 250000:1 ، هياة المسح الجيولوجي العراقية ، وزارة الصناعة والمعادن ، بغداد العراق ، الطبعة الثانية ،2014.

الصورة (1: أ - ب) توضح التباين الطبقي في تكوين المقدادية

المصدر:- المصدر الدراسة الميدانية بتاريخ 25 / 5/ 2024
الموقع:- N3914407 449592E .

4- تكوين باي حسن (البليوسين –البليوستوسين) :-يتوزع التكوين في أكثر من نصف مساحة منطقة الدراسة وهو الأكثر أنتشاراً مقارنة ببقية التكاوين إذ تبلغ مساحته (133.6861 كم2) يتكون من تكتلات سميكة وخشنة من الاحجار الطينية إضافة إلى مواد كلسية بحبيبات الكوارتز والجبس محلياً سمك التكوين متغير في نطاقات واسعة بسبب البيئة الترسيبية للحوض ودرجة سماكة تأثير فعل عمليات التجوية والتعرية فيها[2] .

5-ترسبات المنحدرات (البليوستوسين – الهولوسين) :- يتشكل هذا النوع من الترسبات عند جوانب المناطق المرتفعة حيث تشكل تكتلات منفصلة من تكوين باي حسن والفتحة مما تدل على كبر حجمها في مناطق التغطية ، وتتنوع رواسب المنحدر فتتكون من مواد طينية غرينية إلى شظايا الصخور أو الحصى ، تلاحظ

الصـــورة (2) . ســـمكها يتراوح بين (1–3م) أما مســـاحتها ضـــمن المنطقة فتبلغ (15.2078 كم^2) .

6–ترســـبات الجريان الســـطحي :– تتوزع ترســـبات الجرايان عند مناطق ألتقاء المجاري المائية للأحواض الثانوية ، فتتكون من عدسات رقيقة من مفتتات الصـخور والحصـى وطبقات من الغرين تختلف سـماكة الطبقة من مكان إلى آخر فيتراوح بين (3– 5 م) ، تبلغ مســـاحـة تلـك الترســـبـات ضـــمن حوض وادي ترجيـل (63.9181كم2).

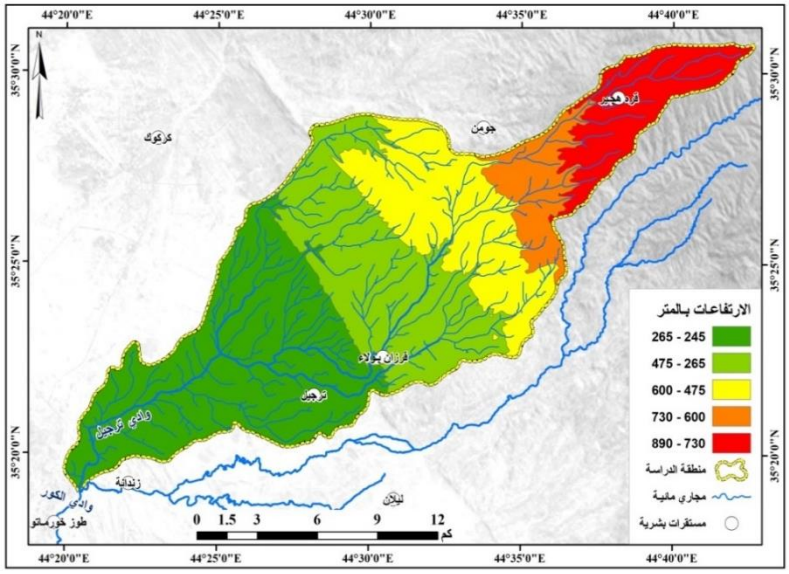
صورة (2) توضح ترسبات المنحدرات في حوض وادي ترجيل

المصدر :– الدراسة الميدانية بتاريخ 2024/5/25
الموقع :– E 461316 . N 3921403

هذا وإن الخصـائص التضـاريسـية لمنطقة الدراسـة تمتاز بتباين تضـرسـها إذ يتراوح أرتفاعها بين (890م) فوق مسـتوى سـطح البحر في الاقسـام الشـمالية الشـرقية من الحوض و أدنى أرتفاع (245 م) عند مصـــب المجرى الرئيس ، تلاحظ الخريطة (4) . قُســـمت المنطقة إلى عدة أنطقة بلغت مســـاحة النطاق (245–265م) (99.4837 كم^2) ، أما نطاق الارتفاع (265– 475 م) فمســـاحته (68.8634 كم^2) ، ونطاق (475– 600 م) بلغت مسـاحته (50.4256 كم^2) ونطاق (600

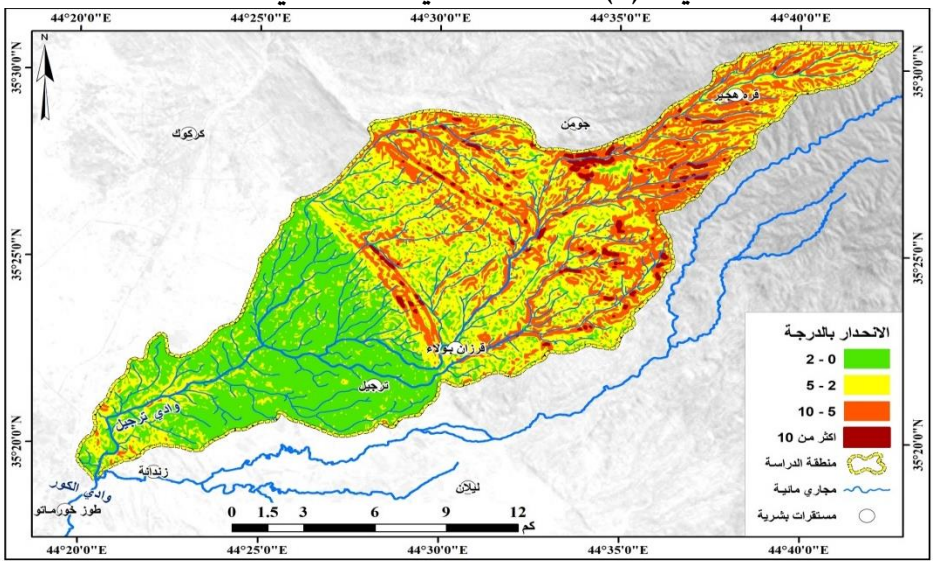
– 730 م) (19.6192 كم^2) والنطاق الاعلى في المنطقة هو (730 – 890م) بلغت مساحته (29.1889 كم^2) . هذا وأن الأنحدار في منطقة الدراسة تراوح بين درجتي (0 – وأكثر من 10) إذ تقسمت المنطقة إلى اربعة أنطقة أنحدارية الاول (0 ^{0}– 2 ^{0}) وغطت مساحة واسعة من منطقة الدراسة لاسيما عند وسط ومصب مجاري الوادي فبلغت مساحته (108.0661 كم^2) ، أما النطاق الثاني فهو (2 ^{0}– 5 ^{0}) يتوزع في اجزاء مختلفة من المنطقة وتبلغ مساحته (106.4476 كم^2) أما النطاق الثالث (5 ^{0}– 10 ^{0}) ويتموضع عند منابع الوادي في الاجزاء الشمالية شرقية من الحوض هذا يتطابق مع توجه المجاري المائية حسب درجة الانحدار نحو المصب وتبلغ مساحته (3439 .51 كم^2) ، أما النطاق الرابع والاخير فتمثل بـ (أكثر من 10 ^{0}) ويتواجد في مناطق الارتفاعات وحد مرور الفالق ومدى تأثيره في أنقلاب الطبقات الصخرية الذي غير من حدة ميل الصخور عن مستواها الافقي وهو بذلك يمثل مساحة (7232. 1 كم^2) ، تلاحظ الخريطة (5) .

الخريطة (4) أنطقة الأرتفاعات في حوض وادي ترجيل



المصدر :-من عمل الباحثة بالأعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي DEM بقدرة تميزية 30*30 متر واستخدام برنامج Arc Gis 10.4

الخريطة (5) الانطقة الأنحدارية لحوض وادي ترجيل



المصدر :-من عمل الباحثة بالأعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي DEM بقدرة تميزية 30*30 متر واستخدام برنامج Arc Gis 10.4

كما ويعد للمناخ دوراً مهماً في تشـكيل المظاهر الارضـية ، لما لها دور رئيس في إظهار الصورة الحالية لأشكال سطح الأرض. ولكل مظهر من المظاهر الأرضية له دلالة على تدخل العناصر المناخية في إظهاره بالصورة النهائية . لذا لا يمكن دراسـة أي عملية من العمليات الجيومورفولوجية دون الأخذ بنظر الاعتبار لأهمية عامل المناخ . ونظرا لتباين المديات في درجات الحرارة لمنطقة الدراسـة بين الليل والنهار الذي ينتج عنه تكرار عملية تمدد الصـخور وانكماشـها بمرور الزمن وحسـب معامل التمدد الحراري لكل معدن . اذ تعمل على تفتيت اجزائها الخارجية وتحركها . فأرتفاع درجات الحرارة يؤدي إلى تسخين المعادن الموجودة في الصخر مما تساعد على حدوث عملية التمدد فيها . أما عند انخفاض درجة الحرارة فان المعادن تبرد وتنكمش [3] .ومن هنا يمكن أن نلاحظ درجات الحرارة العظمى ضمن منطقة الدراسة ترتفع إلى أعلى حد لها في شهر تموز فتبلغ (44.1 ^{0}) أما الصغرى لنفس الشهر (29.5 ^{0}) لتنخفض إلى أدنى حد لها في شـهر كانون الثاني إلى (14.7 ^{0}) لدرجة الحرارة العظمى لها ، أما الصـغرى لنفس الشـهر (5.2 ^{0}) . ويبدأ موعد تسـاقط المطر من شهر أيلول حتى يصل إلى أعلى ذروته في شهر كانون الثاني ليصل إلى (47.4 ملم) ، يلاحظ الجدول (1) .

الجدول (1) الخصائص المناخية للمعدلات الشهرية والسنوية لمحطة كركوك للمدة (2003-2023)

الاشهر	درجات الحرارة (Cº /م)			سرعة الرياح (م/ ثا)	الرطوبة النسبية (%)	التبخر (ملم)	مجموع الامطار(ملم)
	الاعتيادية	العظمى	الصغرى				
كانون الثاني	9.8	14.7	5.2	1.7	70	70.4	47.4
شباط	12.1	17.1	6.9	1.9	66	87.9	48
آذار	16.3	21.5	11.2	2	55	134.1	41
نيسان	21.9	27.8	15	1.9	48	195.1	32.8
مايس	28.9	34.7	21.2	2.1	35	282.9	14.9
حزيران	34.7	41	26.8	2.1	25	367.6	-
تموز	37.4	44.1	29.5	1.9	24	425.7	-
آب	37.1	43.9	29.4	1.7	24	414.6	-
أيلول	32	38.8	25.2	1.6	29	330.4	-
ت 1	25.7	31.7	20.1	1.6	41	238.9	13.3
ت2	17.1	23.3	11.9	1.5	59	115.2	34.1
كانون الاول	11.8	17.3	7.1	1.5	67	76.5	37.5

المصدر : من عمل الباحثة بالأعتماد على جمهورية العراق ، وزارة النقل والمواصلات ،المديرية العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي .

وللأمطار الأثر الكبير في تشكيل مظاهر سطح الأرض من خلال تنشيط عمليتي التجوية والتعرية فضلاً عن الدور الذي يتمثل في تغذية المياه الجوفية وأرتفاع نسبة الرطوبة . وتتفاوت شدة التبخر تبعاً لتباين مقدار الإشعاع الشمسي ودرجة الحرارة فضلاً عن سرعة الرياح ويكون ارتباطها بهذه العناصر ارتباطاً طردياً في حين يكون عكسياً مع الرطوبة النسبية ونلاحظ في منطقة الدراسة والجدول الذي تم الاشارة إليه سابقاً إن معدلات التبخر ترتفع إلى أعلى قيمة لها في شهر تموز لتصل إلى (425.7 ملم) يقابلها أنعدام في كمية الامطار لنفس الشهر بينما تنخفض إلى أدنى حد لها في شهر كانون الثاني لتصل (70.4 ملم) وهي كمية تفوق كمية التساقط خلال نفس الشهر ، أما الرطوبة النسبية فهي الأخرى ترتفع في فصل الشتاء لتصل إلى (70 %) في شهر كانون الثاني وتنخفض مع أرتفاع قيم التبخر في شهري

تموز وآب لتصل إلى أدنى قيمة لها (24 %) لكلا الشهرين ، ويتمثل تأثير الرطوبة النسبية في زيادة نشاط

التجوية الكيمائية في حين يؤدي انخفاضـــها إلى زيادة نشـــاط التجوية الميكانيكية [4]. بينما تزداد سرعة الرياح في فصل الصيف لاسيما أشهر (مايس ، حزيران ، تموز) إذ بلغت معدلاتها (2.1 ، 2.1 ، 1.9 م / ثا) على التوالي نتيجة لارتفاع درجات الحرارة وتنخفض مع بداية فصل الشتاء لتصل في شهر كانون الاول إلى (1.5 م/ ثا) ، ويظهر أثر الرياح هنا كعامل بنائي أو هدمي اعتماداً على سرعتها ومقدار ما تحمله من مواد مفتته فتبدأ عملية النحت في المناطق المرتفعة وعملية الترسيب عند الأماكن المنخفضة .

هذا ويعد النبات الطبيعي واحد من أهم العوامل الديناميكية في تمييز حدود الأشـــكال الأرضـــية وتكوين التربة نظراً لأهميته في حفظ التربة من التعرية المائية والريحية كما يعمل على زيادة كمية المياه المتســـربة إلى داخل الأراضي نتيجة لأعاقته لسرعة الجريان المائي ومن جهة أخرى إن التضاريس لها أثراً واضـــحاً من خلال تواجد النباتات الطبيعية بكثافة أكثر في المناطق المنخفضـــة والمنبســـطة إذا ما قورنت بالمناطق المرتفعة وجوانب الوادي والتي تكون أسطحها جرداء ، وبالنسبة لمنطقة الدراسة فأن النباتات تقتصر على الاعشاب القصيرة والموسمية وشجيرات متفرقة هنا وهناك وتكاد تخلو منها في أجزاء أخرى بســـبب طبيعة تكوينات المنطقة الصـــخرية والتي تكون جزء منها مكونات حصوية مضافاً لها العوامل الطبيعية الأخرى مما جعل المنطقة تتأثر بعمل العمليات الجيومورفولوجية . وتنتشـــر في منطقة الدراســـة أنواع مختلفة من النبات الطبيعي منها الاشجار الصنوبرية واشجار الجوز الأسود واعشاب شوكية مثل الكلغان والقرطم البري ، تلاحظ الصورة (3) (أ، ب) .

صورة (3، أ) الشجيرات والأعشاب ضمن حوض وادي

صورة (3، ب) نبات الكلغان في منطقة الدراس

المصدر : الدراسة الميدانية بتاريخ 26 /2024/5
الموقع :-E 464669 . N 3926005

التحليل المورفومتري لحوض وادي ترجيل

إن تحديد الخصائص المورفومترية يمثل مقدار استجابة مواد سطح الحوض وسرير مجراه وضفافه للنشاط الحتي وإن اختلاف المساحة الحوضية للنهر ومعامل شكل الحوض ، والخصائص التضاريسية وكثافة شبكة التصريف المائي تعكس أثراً واضحاً في تحديد الطاقة النهرية للتصريف المائي ، وقدرته على نقل حمولته النهرية [5]. وتتم عملية التغذية الرسوبية للأحواض عن طريق التصريف المائي للروافد الفرعية التي تصب في مجراه الرئيس ، فبعد أن تقوم المسيلات والاخاديد والانهيارات الأرضية وعمليات التجوية والتعرية بتهيئة مواد صخرية قابلة للحت والنقل ، تعمل تلك الروافد على نقلها لمسافات مختلفة تتناسب مع طاقتها النهرية وخصائصها المورفومترية ، فكلما ازدادت كمية التصريف وسرعة الطاقة النهرية ازدادت قوى الحت مما يؤدي إلى حدوث تغيرات مورفومترية ومورفولوجية للأشكال الارضية الواقعة ضمن منطقة الدراسة ، تلاحظ الصورة (4) .

الصورة (4) المواد الأرضية المنقولة ضمن بعض المجاري المائية في حوض وادي ترجيل

المصدر : الزيارة الميدانية بتاريخ 25 /5/ 2024

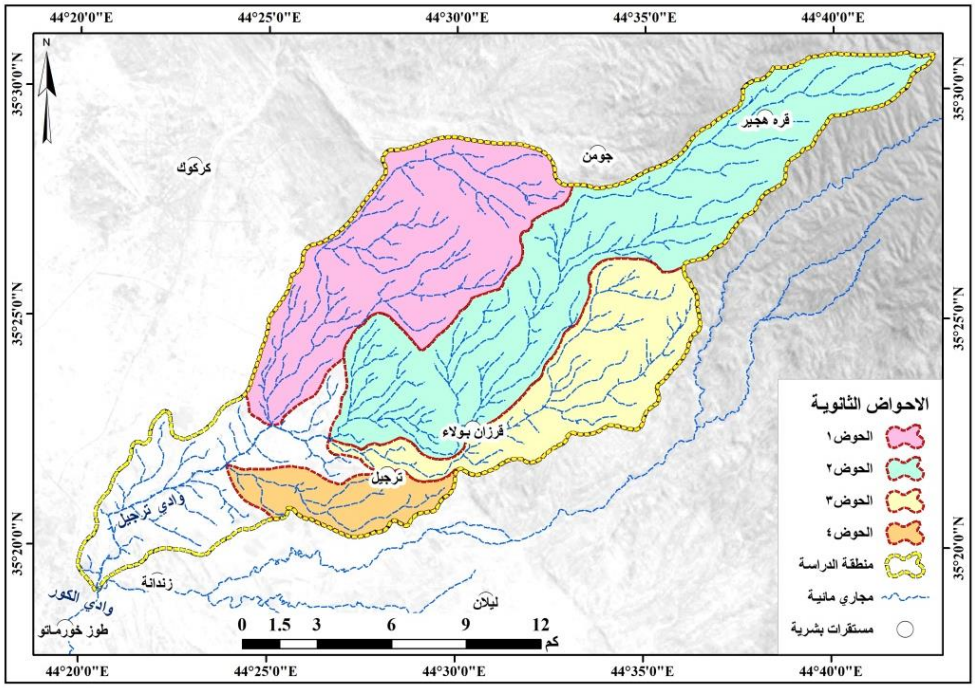
الموقع :E 471240 .N 3928582

من خلال التحليل المورفومتري لأحواض تصريف منطقة الدراسة تم تحديد الخصائص الهندسية على شكل معطيات رقمية وهي كما يأتي:-

أولاً :-الخصائص المساحية لحوض وادي ترجيل :-

قسمت منطقة الدراسة إلى أربعة أحواض ثانوية بلغت مجموع مساحاتها الكلية (84.8 %) من المساحة الكلية لحوض ترجيل الرئيس أما المتبقي من المساحة فهي لجداول موسمية متفرقة تصب في مجرى الحوض الرئيس ، تم تحديد خط تقسيم المياه من خلال الخريطة الكنتورية والطبوغرافية والبيانات الفضائية ، فضلاً عن أستخدام برامج نظم المعلومات الجغرافية للحصول على الابعاد المساحية لكل حوض . تبين من خلال القياسات أن الحوض الثانوي (2) أكبر الأحواض من حيث المساحة إذ بلغ (99.1579 كم^2) أما أقل مساحة فتمثلت بالحوض الثانوي (4) إذ بلغ (15,9466كم^2) ، تلاحظ الخريطة (6) ، أن الاختلافات في المساحات الحوضية ناتج من طبيعة الاختلاف في البنية الجيولوجية للمنطقة ، إذ تعرضت خلال العصور الجيولوجية السابقة إلى حركات تكوينية أسهمت في تشكيل ورسم ملامح مورفومترية مختلفة الاتساع وما رافق هذه الحركات من انتشار للصدوع والفوالق عملت على تحديد مسارات الشبكة النهرية .

الخريطة (6) الاحواض الثانوية لحوض وادي ترجيل



المصدر : من عمل الباحثة بالاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي DEM واستخدام برنامج ArcGis 10.4.

أما بالنسبة لأطوال الأحواض فلها أثراً مهماً في عمليات الجريان السطحي إذ يتحكم بمدة تفريغ الحوض لمياهه وحمولته الرسوبية ، وتتناسب معدلات التسرب والتبخر مع طول الحوض تناسباً طردياً، وذلك لتباطؤ سرعة المياه الجارية بالأتجاه نحو مصب الحوض بسبب قلة انحدار السطح واتساع القنوات للمجاري المائية ، مع الأخذ بنظر الاعتبار زيادة كتلتها بالاتجاه ذاته[6]. تم قياس أطوال المجاري المائية لحوض ترجيل الرئيس فسجل طولاً حقيقياً بلغ(48.7255 كم) بكل تعرجاته أما طولاً مثالياً من أعلى نقطة للمنابع إلى المصب (40.0112 كم) يليه من حيث الطول الحوض الثانوي (2) إذ بلغ (34.7305 كم) أما الأقل طولاً فهو للحوض الثانوي (4) إذ بلغ (11.0140 كم) ، يلاحظ الجدول (2) . أما بالنسبة لمتوسط

العرض فعند تطبيق المعادلة (1) تبين إن حوض وادي ترجيل بلغ (5.4916 كم) يليه من حيث العرض الحوض الثانوي (1) إذ بلغ (3.3038 كم) أما أقل متوسط عرض فكان للحوض الثانوي (4) فبلغ(1.4478 كم) وهناك علاقة طردية ما بين عرض الحوض ومقدار كمية المياه أي كلما زاد عرض الحوض زاد من ايراده المائي ومن جريانه السطحي .

الجدول (2) الخصائص المساحية لحوض وادي ترجيل

الحوض	المساحة / كم2	المحيط / كم	أقل أرتفاع / م	أعلى أرتفاع /م	الطول الحقيقي / كم	الطول المثالي / كم	متوسط العرض /كم
الحوض الرئيس	267.5808	98.4991	245	890	48.7255	40.0112	5.4916
الحوض الثانوي (1)	68.0967	40.9828	290	590	20.6115	15.4868	3.3038
الحوض الثانوي (2)	99.1579	68.4275	305	890	34.7305	28.8364	2.8551
الحوض الثانوي (3)	43.5874	41.4366	305	700	19.8395	15.8831	2.1971
الحوض الثانوي (4)	15.9466	22.5617	280	345	11.0140	9.2139	1.4478

المصدر : من عمل الباحثة .

هذا وإن قياس محيط الحوض يستخدم لتوضيح مدى أنتشار الحوض وأتساعه يعني كلما زاد طول محيط الحوض أزداد أنتشاره وتوسعه ومن ثم أزداد تطوره الجيومورفي ومن (جدول 2) تبين أن محيط الحوض بلغ في الحوض الرئيس (98.4991 كم) يليه الحوض الثانوي (2) إذ بلغ (68.4275كم) بعدها الحوض الثانوي (3) وأقل محيطاً كان للحوض الثانوي (4) إذ بلغ (22.5617 كم) .

ثانياً : الخصائص الشكلية لحوض وادي ترجيل :-

تعد دراسة الخصائص الشكلية لحوض منطقة ما من أهم الدراسات المورفومترية وذلك لما لها من علاقة في الدراسات الجيومورفية وتشكيل المظاهر الأرضية في الأحواض المائية. فالدراسة المورفومترية التطبيقية لسمات شكل الحوض لها أهميتها من خلال قياس معدلات الحت المائي ومعرفة كميات المياه المؤثرة في تجهيز الماء إلى المجرى الرئيس وتحكمه بذروة التصريف المائي مما ينتج عنه تأثير متفاوت في الأشكال الأرضية الناتجة ومساحة أحواضها[7] .

فعند أحتساب نسبة الاستطالة لحوض وادي ترجيل الرئيس وأحواضه الثانوية وبتطبيق المعادلة (2) [8] تبين أن الحوض الرئيس يمثل شكلاً مستطيلاً بلغت فيه النسبة (0.45) بينما الحوض الثانوي (2) أكثر أستطالة من بقية الاحواض بلغ (0.38) أما الحوض الثانوي (1) أقل أستطالة عن البقية وهو مائل إلى الشكل البيضوي إذ بلغ (0.54) نستنتج من ذلك أن أحواض منطقة الدراسة تقترب أغلبها من الشكل المستطيل التي تتميز بجريان مائي منتظم من الناحية الزمانية وبكميات قليلة نسبيا وهذا له دلالة يكون الجريان منتظماً في الوديان في فترة زمنية منتظمة لتجمع المياه في الوادي الرئيس . هذا وعند تطبيق معادلة نسبة الاستدارة على حوض وادي ترجيل وفق المعادلة (3) ، يظهر لنا إن أغلب الأحواض في منطقة الدراسة بعيدة عن الشكل الدائري وقريبة من الشكل المستطيل إذ بلغت في حوض ترجيل الرئيس (0.35) وفي الحوض الثانوي (2) (0.27) والحوض الثانوي (3) (0.32) وهنا يمكن القول أن القيم لكلا المعيارين جاءت متقاربة جداً ومتطابقة من حيث شكل الحوض عدا الحوض الثانوي(1) بلغ (0.51) فهو يميل للشكل البيضوي ، يلاحظ الجدول (3) .

أن هذه النتائج تعطي لنا مؤشران يتمثل الأول بعدم انتظام خطوط تقسيم المياه لتعرضها إلى تعرجات عديدة . أما المؤشر الثاني فيتمثل بانخفاض دلالة خطر الفيضان بسب إطالة المجاري وتباعدها فيما بينها .

الجدول (3) الخصائص الشكلية لحوض وادي مازوران وأحواضه الثانوية

الاحواض	معدل الاستطالة	معدل الاستدارة	معامل شكل الحوض كم2/كم	معامل الانبعاج	معدل الطول إلى العرض
حوض ترجيل الرئيس	0.45	0.35	0.11	2.22	8.8727
الحوض الثانوي (1)	0.54	0.51	0.16	1.56	6.2387
الحوض الثانوي (2)	0.38	0.27	0.08	3.04	12.1644
الحوض الثانوي (3)	0.45	0.32	0.11	2.26	9.0299
الحوض الثانوي (4)	0.49	0.39	0.13	1.90	7.6074

المصدر :- من عمل الباحثة .

هذا وتشير نتائج معامل شكل الحوض إلى اقتراب شكل الحوض من الشكل المثلث إذ كانت النتائج منخفضة ، ومن خلال تطبيق المعادلة (4)[9] ، تبين إن قيمة الحوض الرئيس منخفضة إذ بلغت (0.11) وإن أقل قيمة منه أتخذها الحوض الثانوي (2) لأنه أقرب للشكل المستطيل من المثلث إذ بلغ (0.08) ، أما بقية الاحواض الثانوية فهي أيضاً اتخذت قيم منخفضة وإن دل على شيء فأنه دليل أكيد على تشابه الصخور في منطقة الحوض فضلاً عن تشابه الظروف المناخية فيها . أما بالنسبة لمعامل الانبعاج فقد تم تطبيق معادلة (5) على حوض وادي ترجيل وتبين أنه عندما تكون القيم عالية فأنها تدل على قلة التفلطح ومن ثم قلة أعداد وأطوال المجاري المائية وخاصة عند الرتب الدنيا وهذا أنطبق على الحوض الثانوي (2) إذ سجلت أعلى قيمة له (3.04) أما القيم المنخفضة فتشير إلى تفلطح الحوض وزيادة أعداد وأطوال المجاري المائية في الرتب الدنيا وهذا يعني زيادة عمليات التعرية الرأسية والتراجعية وهذا ينطبق على الحوض الثانوي (1) إذ بلغت (1.56) ، يلاحظ الجدول السابق .

هذا وعند تطبيق معادلة (6) [10] لقياس معدل الطول إلى العرض لتوضيح مدى أقتراب أو ابتعاد شكل الحوض عن الشكل المستطيل ، إذ كلما ارتفعت قيمته كلما اقترب من الشكل المستطيل وبالعكس ، تبين إن الحوض الثانوي (2) بلغ (12.1644) وهو أعلى قيمة بالنسبة لباقي الاحواض وهذا يثبت حقيقة أن شكل هذا الحوض هو مستطيل أما باقي الاحواض فتراوحت أيضاً بقيم متقاربة ماعدا الحوض الثانوي رقم (1) فأتخذ أقل قيمة له مقارنة بالأحواض الاخرى إذ بلغ (6.2387) وهذا الابتعاد قد يعود سببه إلى تعرج خطوط تقسيم المياه فيه فهو أكثر الأحواض تعرجا بخطوط تقسيم مياهه .

ثالثاً : الخصائص التضاريسية لحوض وادي ترجيل :-

يعكس تضرس الأحواض درجة تأثير عوامل التجوية والتعرية المختلفة في صخور التكوينات الجيولوجية والتراكيب الجيولوجية للحوض منذ بداية نشأة الحوض حتى حالته الراهنة . وهناك علاقة طردية بين مدى التضرس وشدة فعل عوامل التعرية ، فهي تزداد بزيادتها وتقل بقلتها وذلك على طول مناطق الضعف الجيولوجية وخلال مدة طويلة من الزمن مما تؤدي إلى خلق أشكالاً جيومورفولوجية متعددة ، من هنا تم تطبيق معادلة التضاريس القصوى(7) لحوض ترجيل فبلغت أعلى نسبة للحوض الرئيس (645) أما أقل قيمة فكانت للحوض الثانوي (4) إذ بلغت (65) ، إن هذا التباين يعود للفارق التضاريسي بين أقصى أرتفاع عند المنابع وأدنى أرتفاع تصل إليه مياه الحوض عند المصبات ويبدو أنه فارق تضاريسي ليس قليل إلا أنه بالنظر إلى الامتداد الطولي لهذا الحوض يلاحظ إن الفارق يتبدد خلال المسافة الطولية . أما بخصوص نسبة التضرس فتعد درجة التضرس مقياساً مهماً لمعرفة الطبيعة الطبوغرافية لمنطقة ما، فضلاً عن أنها تعد مؤشراً جيداً لتخمين الرواسب المنقولة ، إذ تزداد نسبتها مع زيادة التضرس، وأن تأثيرها يمتد إلى مسافات بعيدة وتسهم في

تكوين أشكال جيومورفولوجية مختلفة ، وينعكس ذلك في زيادة فعالية التعرية النهرية وما يرتبط بها من نقل كميات كبيرة من الرواسب وبتطبيق المعادلة (8) لنسبة التضرس تبين أن الحوض الثانوي (3) بلغ أعلى قيمة (19.91م/كم) تلاه الحوض الثانوي (2) إذ بلغ (16.84 م/كم) أما أقل قيمة فكانت (5.90 م/كم) للحوض الثانوي (4) ، يلاحظ الجدول (4). إن هذه النسبة تدل على أن الحوض ذا أنحدار نسبي معتدل بسبب خصائص التركيب النوعي لصخور المنطقة و يشير أنخفاض معدل التضرس إلى قلة نشاط عمليات التعرية المائية والحت – في حالة صلابة ومقاومة الصخور – ولكن معظم التكوينات الصخرية وكما تم الاشارة لها سابقاً هي ذات تركيب صخري ضعيف المقاومة أما الجريان المائي وما يرافقه من حت هيدروليكي وكيميائي وميكانيكي وبالرغم من قلة نسبة التضرس فأن المياه الجارية لها قدرة كبيرة على تفكيك الصخور وتحويلها إلى رواسب فكونت غطاءاً واضحاً من التربة والحصى وعلى مساحات واسعة .

جدول (4) الخصائص التضاريسية لحوض وادي ترجيل الرئيس وأحواضه الثانوية

الاحواض	التضاريس القصوى	نسبة التضرس م/كم	قيمة الوعورة كم/كم2	التكامل الهبسومتري كم2/م	الكثافة التصريفية
حوض ترجيل الرئيس	645	13.24	1.99	0.41	3.09
الحوض الثانوي (1)	300	14.55	1.02	0.23	3.40
الحوض الثانوي (2)	585	16.84	1.74	0.17	2.97
الحوض الثانوي (3)	395	19.91	1.26	0.11	3.19
الحوض الثانوي (4)	65	5.90	0.20	0.25	3.13

المصدر :- من عمل الباحثة .

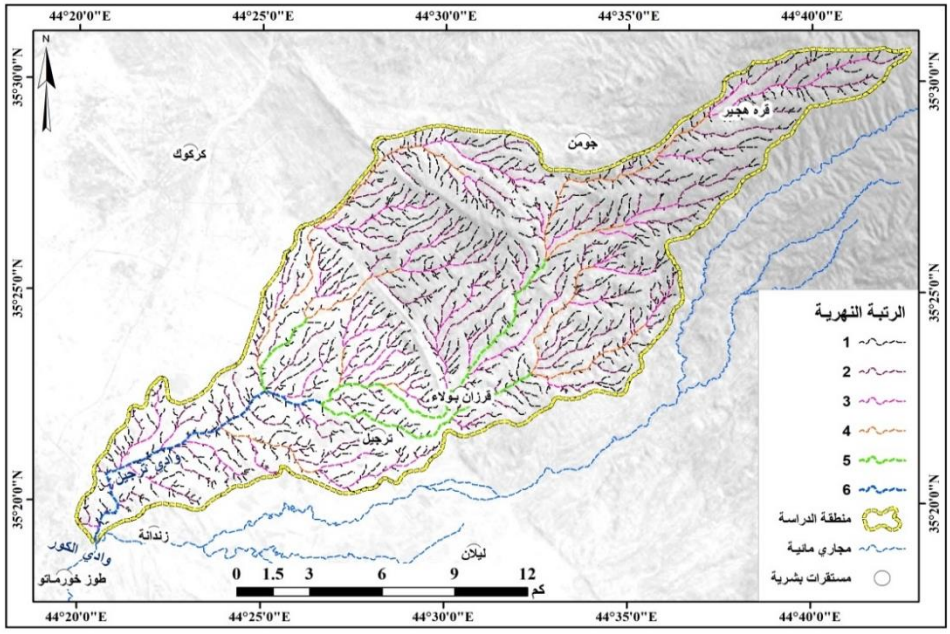
وبالإشارة إلى توضيح العلاقة ما بين تضاريس الحوض وأطول المجاري ومساحة الحوض المائي فيمكن معرفة تقطع النسيج الطبوغرافي للحوض من خلال فعل الاودية النهرية بتطبيق معادلة قيمة الوعورة (9) تبين أن قيمة الوعورة للأحواض الثانوية تراوحت من (0.20 كم/كم^2–1.74 كم/كم^2) وهي قيم أدنى من قيمة الحوض الرئيس إذ بلغت (1.99 كم/كم^2) ، ويتضح إن الحوض الثانوي (2) هي القيمة الاقرب لقياسات الحوض الرئيس ويرجح ذلك لكبر مساحته وكثافة المجاري المائية مما تقدم يتبين أن قيمة الوعورة متوسطة نتيجة لتأثر تلك الوديان بالطبيعة الصخرية التي تتضمن صخوراً طينية وجبسية تعود لتكويني باي حسن والمقدادية ، بينما تنخفض قيمة الوعورة في الحوض الثانوي (4) إلى (0.20 كم/كم^2) لصغر مساحته وقلة مجاريه المائية بالنسبة للحوض الكلي . ولكي نكون أكثر دقة لتحديد العلاقة بين مساحة الحوض وفارقه التضاريسي لتوضيح درجة التضرس للحوض والفترة الزمنية التي قطعها الحوض النهري في الدورة الجيومورفولوجية المتمثلة بعمليات التعرية المائية والنحت المائي وكمية المواد الصخرية التي لاتزال قيد العملية الحتية ، وتم تطبيق معادلة التكامل الهبسومتري (10) [11] فأظهرت النتيجة إن قيمة المعامل للحوض الرئيس بلغت (0.41 كم^2/م) أما الاحواض الثانوية كانت أقل قيمة منها (0.23) (0.17) (0.11) (0.25) كم^2/م ، للأحواض الثانوية (1)(2)(3)(4) على التوالي ، وهي بذلك قيم منخفضة تشير إلى حداثة عمر الاحواض المائية وبداية دورته الجيومورفولوجية الحتية والتعرية المائية وصغر المساحة الحوضية لتلك الاحواض .

رابعا:- خصائص الشبكة النهرية :-

تتمثل شبكة المياه النهرية بمجموعة من الروافد تلتقي مع بعضها البعض بأشكال متباينة تعتمد على الكثير من العوامل المرتبطة بالخصائص التضاريسية والجيولوجية ، وتستخدم رتب المجاري النهرية بديلاً للتعبير عن أودية الشبكة النهرية إذ إن عملية ترتيب المجاري المائية تعتبر الحجر الاساس التي يمكن عن طريقها

ربط الخصـــائص المختلفة للأحواض التصـــريف النهري بعضـــها ببعض العمليات الهيدرولوجية والعمليات الجيومورفولوجية المتمثلة بالعمليات الحتية المائية . ومن ملاحظة خريطة(7) يُظهر الأحواض الثانوية ورتبها للشـــبكة النهرية لحوض وادي ترجيل ككل ويتضـــح أن حوض ترجيل الكلي يتكون من (6) مراتب بينما الاحواض الثانوية الاخرى تتكون من (5) مراتب في كل من الحوض (1) و (2) و (3) ، أما الحوض الثانوي (4) فيتكون من (4) مراتب ، حيث بلغ عدد المجاري النهرية في الحوض الرئيس (1486) وفي الحوض الثانوي (1) (367) ، والحوض الثانوي (2) (529) أما الحوض (3) فبلغ عددها (255) والحوض الثانوي (4) فبلغ عددها (82) إن هذه الاحواض قد تقترب من بعضـــها البعض في رتبها ولكنها تختلف في أعداد مجاريها من حوض إلى أخر وهذا الاختلاف ناتج عن تباين المساحات بين الاحواض وأختلاف درجة أنحدار السطح والتباين في التركيب النوعي التي تتكون منها هذه الاحواض .

خريطة (7) المراتب النهرية لحوض وادي مازوران وأحواضه الثانوية



لمصدر :- من عمل الباحثة بالاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي DEM وبدقة مكانية 30×30 وبأستخدام برنامج ArcGis 10.4

ولمعرفة درجة تفرع الشبكة النهرية ومقدار التباين بين فروع المراتب المختلفة لأحواض الأنهار ومدى الاختصار أو الاندماج الذي تخضع له المجاري المائية مع تطورها أو زيادة رتبتها النهرية فقد تم تطبيق معادلة نسبة التشعب (11) [12] إذ تتراوح قيمة معدل التشعب النهري ما بين (2) في الأحواض المائية المستوية إلى نحو (3 – 5.6) في المناطق المرتفعة والأحواض المائية الشديدة التقطع ، ونظراً لأن القيمة (2) هي أقل قيمة محتملة لمعامل التشعب النهري نادراً ما تحدث في الطبيعة ، فإن هذه القيمة غالباً ما تتراوح بين (3– 5) في الأحواض المائية التي تتميز بعدم وجود اختلافات جيولوجية جوهرية فيما بينها ، وتصل القيم المرتفعة لهذا المعامل في الأحواض التي يشجع تركيبها الجيولوجي على اتخاذها الشكل المستطيل الضيق. وتتباين نسب التشعب لأحواض المنطقة من مكان لآخر، إذ تراوحت معدلات التشعب ما بين (3–5) لحوض ترجيل الرئيس ، وبين (3–5) للحوض الثانوي (1) ، يلاحظ الجدول (5) ، أما الحوض الثانوي (2) فتراوحت قيمه بين (4–5.5) ، الحوض الثانوي (3) (2–5.6) أما الحوض الثانوي (4) فقد كانت (3–5.5) وهذا يشير إلى عدم وجود اختلافات جيولوجية جوهرية فيما بينها، وهي تعكس الطبيعة الصخرية والمسامية الصخور الشديدة التقطع ، وهذا يدل على أن الأودية النهرية لا تزال في مراحل النهرية المبكرة ، لا تتعدى أجزاء الأحواض من النضج فضلاً عن تفوق قدرة التعرية فيها مع زيادة عامل التضاريس . وبالنظر إلى الكثافة التصريفية لحوض وادي ترجيل فأنها تعبر عن أثر كل من نظام الصخور ونوعها والتضاريس والغطاء النباتي ، فضلاً عن أنها تظهر تأثير الإنسان على شبكة التصريف المائي ، تكمن أهميتها في انها تؤثر في نمط الجريان السطحي وحجم التصريف المائي ، وتعد مؤشراً لمدى تعرض سطح الحوض لعمليات التعرية المائية لذا فأنها أنقسمت إلى

كثافة تصريفية طولية وعددية فبالنسبة للطولية فهي توضح مدى تقطع النسيج الحوضي من خلال مجاري أوديته بفعل عملية النحت وهي تعبر عن النسبة ما بين أطوال المجاري المائية في الاحواض النهرية وما بين المساحة الحوضية ،

جدول (٥) نسبة التشعب والكثافة التصريفية ومعدلات أطوال المجاري المائية في حوض وادي ترجيل الرئيس وأحواضه الثانوية

الرتبة	حوض ترجيل الرئيس	حوض (١)	حوض (٢)	حوض (٣)	حوض (٤)
عدد الوديان	١١٨٨	٢٩٦	٤٧٨	١٩٩	٢٦
مجموع أطوال المجاري(كم)	٤١٠,٢٤	١١٠,٨٢	١٣٨,٦٦	٧٢,٩٧٦	٢٤,٢٥٧
نسبة التشعب	٥,٠٣٤	٥,١٩٣	٥,٥٧٨	٤,٤٢٢	٥,٥
عدد الوديان	٢٣٦	٥٧	٧٧	٤٥	١٢
مجموع أطوال المجاري(كم)	٢٠٤,٦٢	٥٦,٣٨	٧٥,١٦	٣٢,٧٧٩	٩,٤٠١
نسبة التشعب	٤,٩١٧	٥,٧	٤,٠٥٣	٥,٦٢٥	٤
عدد الوديان	٤٨	١٠	١٩	٨	٣
مجموع أطوال المجاري(كم)	١٠٤,٠٦	٢٢,٥٨	٤٥,٦٢	٩,٤٢٣	١٠,٤٢٣
نسبة التشعب	٤,٨	٣,٣٣	٤,٧٥	٤	٣
عدد الوديان	١٠	٣	٤	٢	١
مجموع أطوال المجاري(كم)	٦١,٥١	٢٣,٨٢	١٩,١٨	١٢,٧٩٥	٥,٧٠٣
نسبة التشعب	٣,٣٣	٣	٤	٢	-
عدد الوديان	٣	١	١	١	-
مجموع أطوال المجاري(كم)	٣٢,٠٧	٤,٣٢	١٦,٢٣	١١,٥٠١	-
نسبة التشعب	٣	-	-	-	-
عدد الوديان	١	-	-	-	-
مجموع أطوال المجاري(كم)	١٥,٦ ١	-	-	-	-
نسبة التشعب	-	-		-	-

المصدر : من عمل الباحثة .

وعند تطبيق معادلة الكثافة التصريفية الطولية (12) أتضح أنها تبلغ في حوض وادي ترجيل الكلي (3.09 كم/كم^2) وهذه نسبة منخفضة تقريبا ، أما بالنسبة للأحواض الثانوية فقد كانت نسبة الكثافة الطولية متقاربة نسبياً بين الأحواض حيث بلغت في الحوض الثانوي (1) (3.40 كم/كم^2) والحوض الثانوي (2) (2.97 كم/كم^2) والحوض الثانوي (3) (كم/كم3.19^2) ، أما الحوض الثانوي (4) فقد بلغت (3.13 كم/كم^2) ، يلاحظ الجدول (6) . هذا وترتبط كثافة أعداد المجاري المائية من حيث تطورها وتغير قيمتها بما يطرأ على أعداد المجاري المائية أو مساحة التصريف من تغيرات عبر مراحل تطور شبكة المجاري المائية .

هذا وقد تنخفض كثافة أعداد المجاري أو ترتفع من موسم إلى آخر، إذ تؤدي عملية تشكيل المسيلات عقب سقوط الأمطار التي تشهدها المناطق المكشوفة الجرداء إلى أرتفاع كثافة أعداد المجاري المائية والفواصل في زيادة أعداد الأودية لذا تم تطبيق معادلة الكثافة العددية على حوض وادي ترجيل وفق المعادلة (13) وتبين إن القيم تقاربت من بعضها البعض إذ بلغت في حوض وادي ترجيل الرئيس (5.55) في كم2 أما بالنسبة للأحواض الثانوية فقد وصلت الكثافة التصريفية العددية بنسب متقاربة حيث وصلت بين (5.85- 5.13) في كم2 ، وهنا يمكن القول أن معيار الكثافة التصريفية العددية تعطي صورة واضحة عن عدد المجاري المائية في وحدة المساحة كم2 وهي كثافة مرتفعة ومجاري مائية مزدحمة في وحدة مساحية تعادل كم2 وهذا يعود إلى ضعف مقاومة البنية الصخرية التي مكنت المياه من تشكيل المجاري بهذا العدد وهي دلالة على شدة التقطيع المائي في المنطقة .

ولتحديد شـــدة تقطع الحوض وتطور الشـــبكات النهرية المائية ولتحديد المرحلة الجيومورفولوجية التي وصلتها الشبكات التصريفية في الاحواض من خلال دورة التعرية والحت المائي ، فقد تم تطبيق معدل النســـيج الطبوغرافي من خلال المعادلة (14) ، فتضـــح أن حوض ترجيل الكلي بلغ معدل نســـيجه الطبوغرافي (15.09) أي أنه متوسط ، إذ يتراوح في الاحواض الثانوية بين (8.95-3.63) والسبب في ذلك يعود إلى الطبيعة الصخرية ودرجة المسامية والنفاذية للصخور . ولمعرفة متوسط الوحدة المساحية اللازمة لتغذية الوحدة الطولية (كم) في مجرى شـــبكة التصـــريف، وبتطبيق معادلة معدل بقاء المجرى(15) يتبين لنا أن معدل

البقاء في حوض وادي ترجيل الرئيس بلغ (0.32) أما الاحواض الثانوية فقد كانت معدلاتها متقاربة من الحوض الكلي ، يلاحظ الجدول (6) اذ يظهر من خلاله أن معدلات البقاء كانت متوسطة وقليلة وهذا يعطي دليل على أبتعاد المجاري بعضها عن البعض الأخر، وأرتباط معدل البقاء بالمرحلة الحتية وتقلص المساحات الفاصلة بين الأحواض . ويعود سبب انخفاض معدل البقاء ايضاً الى عامل التضرس وقلة النبات الطبيعي في المنطقة .

الجدول (6) خصائص الشبكة النهرية لحوض وادي ترجيل واحواضه الثانوية

الاحواض	كثافة التصريف الطولية كم/كم2	كثافة التصريف العددية	معدل النسيج الطبوغرافي	معدل بقاء المجرى
حوض ترجيل الرئيس	3.09	5.55	15.09	0.32
حوض(1)	3.40	5.39	8.95	0.31
حوض (2)	2.97	5.33	7.73	0.34
حوض (3)	3.19	5.85	6.15	0.31
حوض (4)	3.13	5.14	3.63	0.32

المصدر :- من عمل الباحثة .

التحليل المورفولوجي لحوض وادي ترجيل

تمثل الأشكال الأرضية في جميع المناطق انعكاساً للظروف والعوامل الطبيعية السائدة فيها كالبنية الجيولوجية ونوعية الصخور والتتابع الطبقي والمناخ السائد للمنطقة ككل . وقد تم التعرف على الخصائص الطبيعية للمنطقة ومدى تأثيرها على الأشكال الأرضية فيها ، وتركز الدراسات الجيومورفولوجية المعاصرة على كيفية حدوث العمليات الجيومورفولوجية لعملها ، اذ لا يمكن التعرف على المظهر التضاريسي من دون معرفة ميكانيكية العملية التي أثرت فيه والتي أدت إلى ظهوره بالشكل الذي هو عليه ، ولتوضيح أهم الأشكال الأرضية في منطقة الدراسة حسب أصل العملية التي أدت إلى تكوينها وجعلتها بالصورة التي هي عليها في الوقت الحاضر ، تم تفسير المظاهر الجيومورفولوجية في حوض وادي ترجيل من

خلال جانبين الاول المسح الميداني من خلال تسقيط شبكة من المربعات تغطي منطقة الدراسة والوصول إليها ميدانيا وتحديد الاشكال التي يضمها كل مربع فتراوحت مساحة المربعات من (2.415 كم2) وهو الاصغر الى (9 كم2) للمربع المتكامل الاضلاع ، يلاحظ الملحق (2) * ، والثاني الاعتماد على المرئيات الفضائية للقمر الصناعي (WORLD VIEW 3) وذلك لدقته العالية وقدرته على التمييز المكاني (0.31*0.31) للمناطق التي صعب الوصول إليها وتبين أن الأشكال تعود إلى العمليات المورفوتكتونية والعمليات المورفومناخية وأخيرا أشكال تغيرت بفعل تأثير العامل البشري ، وهي كما يأتي :-

1- العمليات المورفوتكتونية والأشكال الناتجة عنها :-

تعد من العمليات الجيومورفولوجية الداخلية التي تتكون في باطن الارض وتظهر آثار تلك العمليات على سطح الارض إذ أنها تربط بين العمليات البنائية والتركيبية التي حدثت عبر الازمنة وما يرافقها من ظواهر تكونت بفعل عمليات الضغط والشد وطبيعة الصخور في منطقة الدراسة وتختلف في سرعة حدوثها وآثارها الجيومورفولوجية كون المنطقة تقع ضمن قطاع الطيات الواطئة ذات الميل وأتجاه غربي ، جنوبي غرب فضلاً عن تأثير الفوالق والتراكيب الخطية إذ يتبين تأثيرها من خلال تشكيل الفواصل وفي تغيير مسارات الشبكة المائية ومن أهم تلك الاشكال الارضية ما يأتي :-

أ/ الهضاب :- تعرّف الهضاب على أنّها شكل من الأشكال الرئيسة لتضاريس الأرض، وهي عبارة عن أرض مرتفعة ومُسطّحة يُحيط بها جانب منحدر أو أكثر و يكون أعلى بكثير من المناطق المحيطة به ، وتمتاز بطبقاتها الأفقية والتي أنكشفت في أجزاء من هذه الهضاب بفعل نشاط عملية التعرية والحت المائي الاخدودي في التكوينات الهشة ، هذا وتتشكّل الهضاب نتيجةً للقوى الطبيعية المتمثلة بالعمليات التكتونية ، تتوزع في شمال وشمال شرق الحوض، تلاحظ الصورة (5 أب).

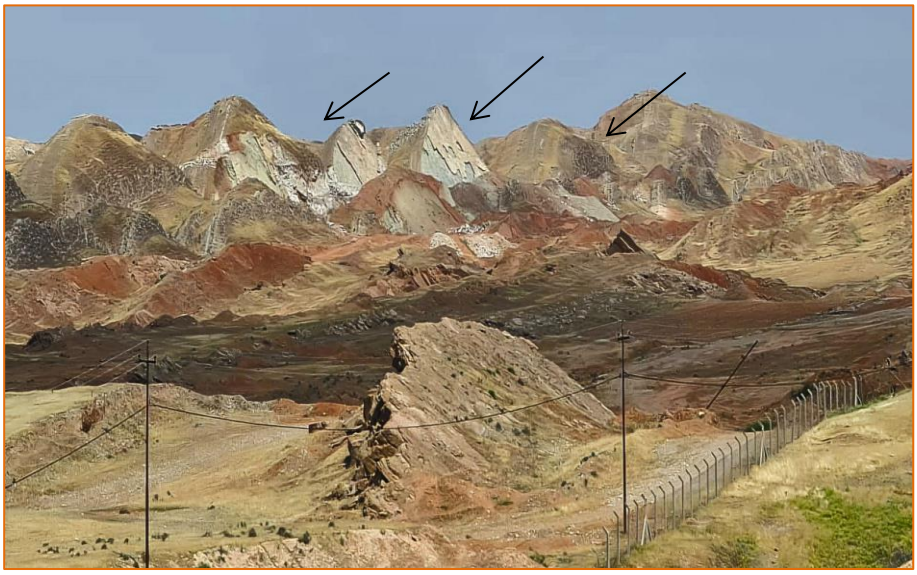
ب/ الكويستا :- وهي مصطلح عام يطلق على طبقة صخرية تنحدر بدرجة ميل معينة قد تصل إلى (45) ترجع نشأتها إلى الأختلاف في صلابة التكوينات الصخرية ونظام بنائها إذ تتكون في المناطق الصخرية المائلة وغير المتجانسة المؤلفة من صخور متعاقبة مع صخور هشة لها جرف صخري شديد الأنحدار مدبب القمة يدعى السفح الأمامي كما تحتوي على سفح طويل أقل أنحداراً من الاول يدعى السفح الخلفي [13] الذي يتصف بالاستقامة وبشكل خطوط متوازية على اطراف الحافات للطيات المحدبة وتتواجد في الطيات التي تتكون من تعاقب صخور طينية صلبة وصخور رملية كلسية تأثرت بفعل حركة الرفع التكتونية ، وتتوزع بمحاذات المنطقة المتأثرة بالفالق الاندفاعي، تلاحظ الصورة (6) .

الصورة (5، أ/ ب) صور لبعض الهضاب في وادي ترجيل

المصدر : الدراسة الميدانية بتاريخ 5/25 /2024

الموقع :- E 467548 .N 3927880 وE 457561 .N 3925598

الصورة (6) الكويستا في حوض وادي ترجيل

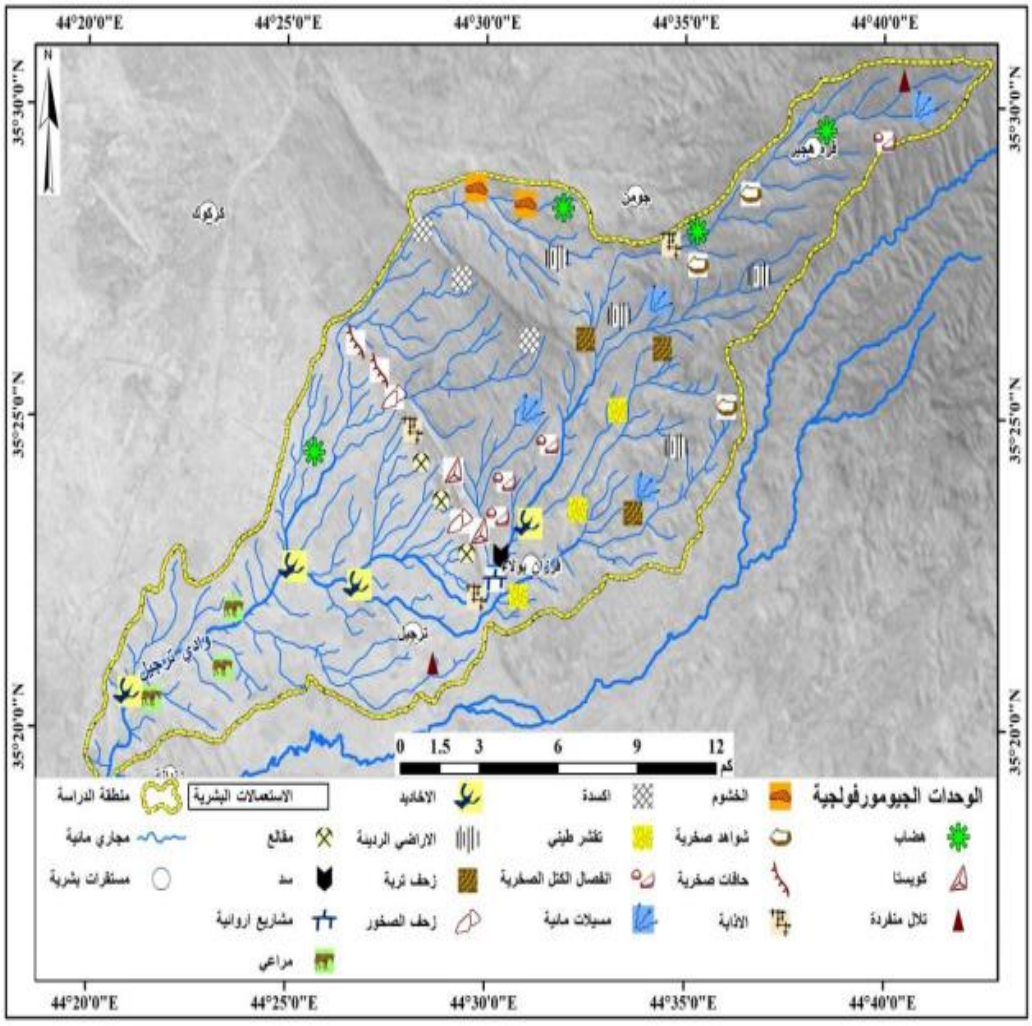


المصدر : الدراسة الميدانية بتاريخ 5/27 /2024

الموقع :- E 454368 .N 3916006

جـ/ التلال المنفردة :- وهي تلال قبابية أو مدببة وتتباين شدة أنحدارها من تل لآخر إلا إن أغلبها ذات سفوح شديدة الإنحدار ، تنتشر بين السهول الموزعة ضمن منطقة الحوض ، إن المشكل الأساسي لها هي الحركات البنائية الأصلية وأخذت شكلها الحالي نتيجة إزالة الجزء الأكبر من السطح الصخري بفعل النحت المائي والريحي ، وتتوزع في شمال شرق منطقة الدراسة وجنوبها نلاحظ الخريطة (8) ، وتلاحظ الصورة (7،أ/ ب) .

الخريطة (٨) توزيع الأشكال الجيومورفولوجي والاستخدام البشري ضمن حوض وادي ترجيل



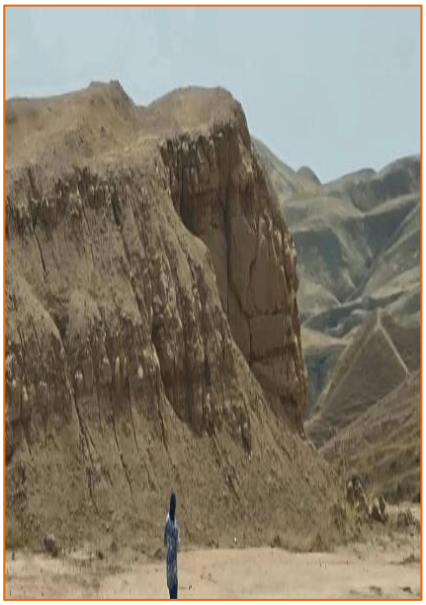
المصدر :-الدراسة الميدانية و المرئيات الفضائية للقمر الصناعي(WORLD VIEW 3) وأستخدام برنامج ARC GIS

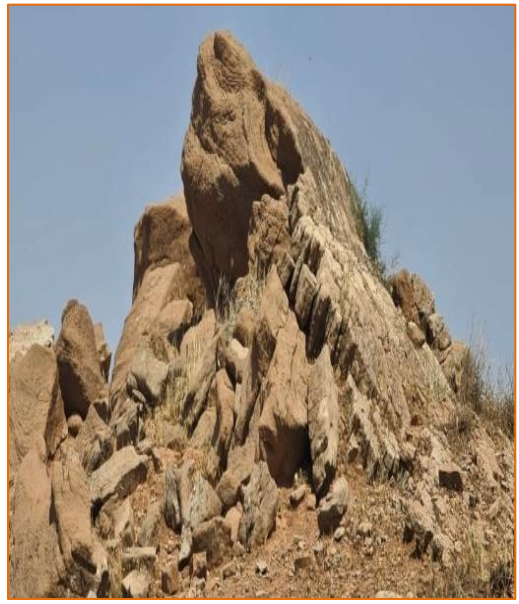
صورة (7، أ/ ب) التلال المنفردة في حوض وادي ترجيل

المصدر : الدراسة الميدانية بتاريخ 2024/5/25
الموقع :- E 452581 .N 3912098 وE 470515 .N 3929372

د- الخشوم :- تعرف بأنها قمم أو حافات من متبقيات الكويستا وما يجاورها ويرتبط شـكل الخشـوم بمدى تأثرها بعمليات التعرية المائية والهوائية العرضـية التي تحفر وتعمق الحافات الصـخرية ، وتسمى الأجزاء المرتفعة المتبقية منها (Noses) في حيت تسمى الأجزاء السفلية منها (Grabes) وإن شكل الخشوم وتوزيعها يعتمد على الحركات التكتونية ونوعية التكوينات الصـخرية ومدى أسـتجابة الصـخور لها [14]. فالظاهرة التي تقع ضمن الوادي ذات سطوح حتية وتعروية قديمة تمتاز بتباين أرتفاعها وتجزء أقسـام منها إلى كتل صـخرية قريبة نتيجة تأثرها بالظروف المحيطة بها . تتوزع الظاهرة شمال منطقة الدراسة ، تلاحظ الصورة (8 أ/ ب) .

الصورة (8أ/ب) ظاهرة الخشوم ضمن حوض ترجيل





المصدر : الدراسة الميدانية بتاريخ 5/27 /204

الموقع :-E 454247 .N 3926172 وE 456121 .N 3925706

هـ- الشـــواهد الصـــخرية :- هو تل منعزل عمودي الجوانب وتمثل مرحلة متقدمة من الهُضيبات ، نتيجة لتآكل الصخور السفلية الهشة ، ما يُعرض الصخور الصلبة التي تعلوها للانهيار. وتتميز هذه الشواهد بتراكم مخاريط الهشيم عند أقدامها مما قد يحميها ولو مؤقتاً من أثر عوامل التعرية التي تقوم بنحتها وتراجعها خلال فترة من الزمن ، وتتوزع غرب منطقة الدراسة ، تلاحظ الصورة (9 أ/ ب) .

الصورة (8 أ/ب) ظاهرة الشواهد الصخرية ضمن حوض ترجيل

المصدر : الدراسة الميدانية بتاريخ 2024 /5/26

الموقع :- E 464669 .N 3926005 و E462666 .N3923896

و- الحافات الصخرية :- هي سطوح ذات أنحدارات شديدة تزيد عن (40%) ترتبط نشأتها وتطورها بنظام الطبقات الصخرية الأفقية وتركيبها الصخري المتعاقب بين طبقات صخرية صلبة في الأعلى وطبقات صخرية فتاتية هشة في الأسفل وكذلك بعوامل التعرية المتمثلة بالحت الرأسي والجانبي للمياه الجارية والحت الريحي وعمليات تكسير الصخور وتساقطها على المنحدرات [15]. وتعد الحافات الصخرية من المظاهر الواضحة في منطقة الدراسة وتمتد على جوانب بطون الأودية لاسيما في المناطق التي تعاني من حت جانبي في مناطق الألتواءات في المجرى الرئيس للوادي ، إذ تقوم المياه الجارية في موسم الامطار بحت جدران الوادي عن طريق

التعرية الجانبية مما يؤدي إلى تراجع الحافات الصـــخرية وزيادة حدة أنحدارها ،توجد في شمال غرب منطقة الدراسة ، تلاحظ الصورة (9) .

صورة (9) الحافات الصخرية ضمن حوض وادي ترجيل

المصدر : الدراسة الميدانية بتاريخ 2024/5/25
الموقع :-E 449667 .N 3921611

2- العمليات المورفومناخية والأشكال الناتجة عنها :-

تتحدد العمليات الجيومورفولوجية من خلال الاختلاف في التباين المناخي في منطقة ما عن طريق العلاقات المتبادلة بين العملية المورفومناخية وعناصـــر المناخ ويشـــمل دور المناخ في تحديد خصـــائص هذه العمليات من حيث النوع ، المعـدل والتكرار والتركيز، ولا يمكن تفســـير تطور الأرض بمعزل عن الظروف المناخية القديمة والســـائدة . فتمثل العمليات المورفومناخية التغيرات الكيميائية والميكانيكية جميعها التي تظهر آثارها في تهيئة مواد ســـطح الارض لعمليات جيومورفولوجية لاحقة والتي يكون لها دور مهم في تحوير ســـطح الارض بصـــورة عامة ، ويمكن تفصيل تلك العمليات كما يأتي :-

أولاً : التجوية :- أ/ التجوية الكيميائية :-

تعمل التجوية الكيميائية على تفكك وأذابة الصخور ومعادنها أو تحولها من معادن صلبة إلى معادن أخرى أقل صلابة وتماسكاً ، والتي تتحول تدريجياً إلى رواسب مفتتة أو رواسب كيميائية تنتقل بسهولة عن طريق الماء وتعد أكثر أنتشاراً وأكثر فعالية في تحطيم الصخور ، أي بمعنى إنها تحلل الصخور وتحول بعض من مكوناتها المعدنية الى معادن اخرى تختلف من حيث الشكل والتركيب عن حالتها الاصلية[16] . إن مكونات الغلاف الجوي (الأوكسجين وثاني اوكسيد الكاربون وبخار الماء) لها تاثيراً كيمياوياً من الناحية الجيومورفولوجية على الصخور اذ لكل منها تأثيره ، إذ تمثل الوسط الطبيعي المهم الذي تتم فيه التفاعلات الكيميائية (الاكسدة ، الكربنة ، التحلل والتميؤ) مع وجود درجات الحرارة وبسبب هذا التفاعل تتكون اشكالاً جيومورفولوجية .

وهناك عدة عمليات تتم بواسطتها التجوية الكيمياوية :-

1- **عملية الذوبان** :- وتمثل المرحلة الاولى من التجوية الكيميائية والتي تتم من خلال جريان الماء او خلال احاطة الماء بذرات الصخور على شكل غشاء رقيق فتؤثر على المعادن القابلة للتغير والتحول كما إنها تؤثر في نتائج التجوية في مرحلة لاحقة عن طريق ثقوب التجوية والمفتتات الصخرية وغيرها، و تؤدي إلى زيادة الفراغات بين جزيئات الصخر أو توسيعها ، وتترك المواد غير القابلة للذوبان في شكل مخلفات تجوية ، ولأن التكاوين الصخرية للمنطقة مختلفة الصلابة فنلاحظ تأثير فعل الذوبان على مكونات الوادي لاسيما ضمن التكاوين التي تندمج فيها المكونات الطينية والحصوية ، وتتوزع شمال وجنوب الحوض ، تلاحظ الصورة (10 أ ، ب، ج) .

الصورة (10 أ/ب /ج) توضح تأثير الاذابة وخلق الفجوات ضمن حوض وادي ترجيل

المصدر :- الدراسة الميدانية بتاريخ 26،2024/5/25

الموقع :-E 461655 .N 3924484 وE 454233 .N 3914040

1- **عملية التميؤ: -** وفيها يصبح فيها الماء من ضمن مكونات المعدن الجديد عن طريق اتحاد الماء بأحد المعادن التي يتألف منها الصخر، وينشأ من هذا الاتحاد معدن أضعف تماسكاً من المعدن الأصلي، يؤدي الى تقليل صلابة الصخور وزيادة حجم المادة الاصلية للصخور في الغالب، ونتيجة لهذه الزيادة تتمدد الاغشية الخارجية للأسطح الصخرية مع بقاء حجم الكتلة الداخلية ثابتاً، ويحدث انفصال هذه الاغشية على شكل قشور ، وإن عملية التحول تكون سريعة اذا كانت الطبقات الصخرية ذات ميل عالي ، فضلاً

عن كثافة الفواصل والشقوق لتسهيل عملية دوران المياه خلالها وتنتج عن هذه العملية زيادة كبيرة في حجم الصخور وتحدث ضمن المعادلة الاتية:-

$$Caso_4 + H_2O = Caso_4 + H_2O$$

3- **عملية الأكسدة:** - تحدث هذهِ العملية في وجود الحرارة المرتفعة والرطوبة ووجود المعادن القابلة للأكسدة ومن هذه المعادن معدن البايريت وهو كبريتيد الحديد ، إذ تحدث عند أتحاد الاوكسجين الجوي مع المعادن في الصخور عندها تتغير خصائص الصخور الاصلية فتتحول الى صخور أقل صلابة وقليلة المقاومة للعمليات الجيومورفولوجية ، ومنطقة البحث توجد الكثير من الصخور التي تأكسدت نتيجة توفر عنصر الحديد في تركيبها الكيميائي ، تلاحظ الصورة (11).

صورة (11) توضح عملية الاكسدة في صخور حوض وادي ترجيل

المصدر :- الدراسة الميدانية بتاريخ 26/ 5/ 2024

الموقع :- E 453695 .N 3923494

4-عملية الكربنة :- هي عملية تحويل بعض المعادن الصخرية مثل الصودا والجير وغيرها من الاكاسيد القاعدية الى كربونات بواسطة حامض الكربونيك في الماء، اذ تكون هذه الصخور ذا قابلية عالية للإذابة بواسطة المياه وان ما تذيبه تحوله الى المياه السطحية او تتغلل للمياه الجوفية تؤدي الى اثار واضحة في

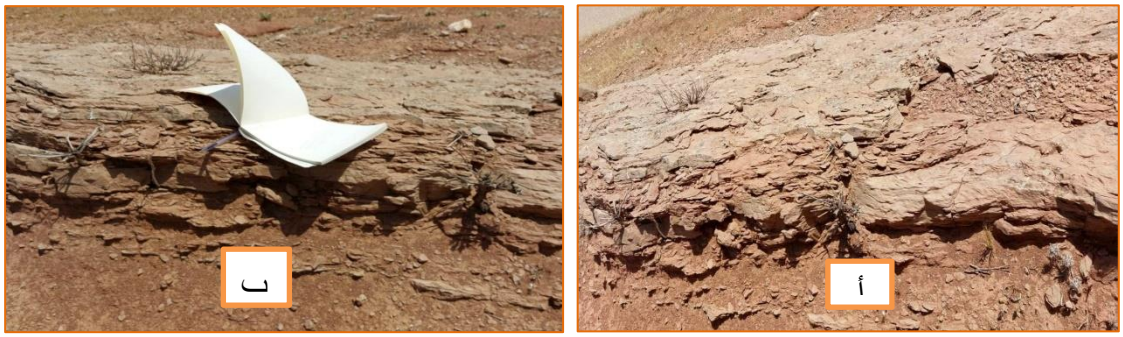
السطح أو في باطن الصخور[17] ، إذ ان حامض الكربونيك يعد ذو تأثير على الصخور الكلسية لتكوين بيكاربونات الكالسيوم التي تكون ذات قابلية على الذوبان وينتج عن ذلك تحول الصخور الجيرية الصلبة المتماسكة الى صخور تكثر فيها الشقوق مما يؤدي الى انهيارها .

ب/ التجوية الفيزيائية (الميكانيكية):-

وهي تعمل على تفكك الصخر الى أحجام أصغر وتضاريس قليلة بالتدرج ، دون حدوث أي تغيير في خصائص وصفات المعادن الاصلية المكونة للصخر ويتم بعدة طرق منها (الاشعاع الشمسي) وبالطرق الميكانيكية (التمدد والانكماش)[18] ، كما تلعب التجوية الفيزيائية دور مهم في زيادة المساحة السطحية للفتات الصخري الناتج عن تكسر الصخرة الاصلية مما يزيد من فرصة تأثرها بعمليات التعرية .أما العمليات المرتبطة بالتجوية الفيزيائية (الميكانيكية) تتمثل فيما يلي:-

1-التجوية بفعل الحرارة الإشعاعية :- إن التغير في درجات الحرارة ينجم عنه التمدد والتقلص في الصخور مما يعمل على تفتت الصخور المتكونة من معادن مختلفة نتيجة للتمدد والانكماش ، ويحدث نسبة للتغير الكبير في درجات الحرارة إذ إن ارتفاع درجات الحرارة تؤدي الى تمدد الصخور في ساعات النهار ويحدث العكس في الليل (تقلص الصخور) ، وبما أن درجات الحرارة متفاوتة أيضا بين فصلي الصيف والشتاء إذ تصل إلى (44.1) في شهر تموز و (5.2) في شهر كانون الثاني ، الجدول (1) ، فهذا يؤدي الى تكسر الصخور لاسيما في الاجزاء العليا دون الاجزاء السفلى على شكل اشرطة متوازية أو تقشير صفائحي أفقي هذا التباين يحدث تفكك في الصخور الموجودة في منطقة الدراسة ويتمثل في أجزاء مختلفة في وسط حوض الوادي ، تلاحظ الصورة (12أ/ب/ج).

الصورة (12أ/ب/ج) تكسر وتقشر الصخور ضمن حوض وادي ترجيل



المصدر :-الدراسة الميدانية بتاريخ 2024/5/27
الموقع:-E 459600 .N 3919597

2-التجوية بفعل الصقيع :- يعد الصقيع من أهم عوامل التجوية الفيزياوية وأكثر هذه العوامل تاثيراً اذ تعتمد على توفير المياه وأنخفاض درجة الحرارة وكثافة الشقوق والفواصل ، ففي الليل خلال الفصل البارد نتيجة لسقوط الامطار وأنخفاض الحرارة الى ما دون درجة الصفر وتوفر الرطوبة ، تتجمد المياه في داخل الشقوق والفواصل ومناطق اسطح التطبق، مما يؤدي الى اضعاف تماسك الصخر، نتيجة الى الزيادة في حجم المياه خلال التجمد الذي يصل الى (9%) من حجمه الأصلي نلاحظ نتائج تلك العمليات تنتشر في مناطق كثيرة من منطقة الدراسة لاسيما في وسط حوض ترجيل عند المناطق المحيطة بسد شيرين ، تلاحظ الصور (13أ/ب) .

الصورة (13أ/ب) أنفصال الكتل الصخرية بتأثير فعل الصقيع على صخور الحوض

المصدر :- الدراسة الميدانية بتاريخ 26 /2024/5

الموقع :- E 469766 .N 3927559 وE 455311 .N 3917471

3-التجوية بفعل الاملاح :- وهي عملية ناتجة عن تبلور الاملاح المذابة في الفراغات المسامية والكسور بحيث تؤدي الى تبخر المياه الذائبة وتركز الاملاح التي يمكنها الوصول الى كسور الصخور والمسام في المحاليل الملحية مما يولد نمو بلورات الملح (ضغط التبلور) نتيجة للضغوط الداخلية ، التي يمكن ان تؤدي الى التفكك الحبيبي للصخور ذات المادة اللاحمة نتيجة للأتساع فتجبرها على الانفصال ، كما ان هذه العملية تعتمد على مدى توفر مياه مالحة (مياه جوفية، مياه الري التي تتسرب الى اعماق التربة المسامية او المكونات التي يتضمنها الصخر نفسه) ، وبذلك تكون الاملاح قد ادت الى زيادة المفاصل الصخرية وتفكيكها. تكثر الآثار الناتجة عن تلك العملية في الاجزاء القريبة من سد شيرين والمشاريع الاروائية المقامة ضمن الحوض ، تلاحظ الصور (14أ/ب) .

صورة (14أ/ب) توضح تأثير الاملاح على صخور منطقة الدراسة

المصدر: الدراسة الميدانية بتاريخ 5/25 /2024

الموقع :-E 456950 N. 3918579

4-التجوية بفعل الترطيب والتجفيف :- عندما تجف الطبقات الطينية تتشقق بطريقة يظهر معها سطح الطبقة على شكل خلية أو مدملكات ، فعندما تمتلئ هذه الشقوق برواسب جديدة غير الطين نتيجة لترسب طبقات فوقها فأنها تحافظ على هذا الشكل فتحدث ما يسمى بالتشققات الطينية ويكون الترطيب والتجفيف خلال موسم الامطار ذا تأثير على العديد من الصخور

لاسيما منها الطينية إذ ما تكرر ترطيبها وجفافها وإن زيادة نسبة الاملاح في الطين تؤدي إلى تحدب سطح الكتل الطينية القائمة بين هذه التشققات وتكديس جزيئات الطين بالقرب من تلك الكتل ، تنتشر تلك الاشكال في الاجزاء الشمالية الشرقية من حوض وادي ترجيل ، تلاحظ الصورة (15).

صورة (15) توضح فعل التجوية الميكانيكية بفعل الترطيب والتجفيف للطبقة الطينية من تكوين باي حسن

المصدر :- الدراسة الميدانية بتاريخ

الموقع :-E 455062 E. 3916436

ج/ التجوية الحيوية :-

التجوية الحيوية في المنطقة تنقسم الى قسمين (فيزيائي وكيميائي) ، الفيزيائية تتم بواسطة الحيوانات التي تحفر التربة وتخلطها وتترك فراغ فيها كما تتم بواسطة النباتات اذ ان الكثير من النباتات تعمل على تفتيت وتكسير الصخور التي تنمو فيها بواسطة الجذور ، وبصورة عامة التجوية الفيزياوية بأنواعها تعمل على أتساع المساحة الصخرية وتهيئتها لعمليات التجوية الحيوية والكيمياوية ، تلاحظ الصورة (16أ/ب) .

الصورة (16 أ/ب) توضح تأثير التجوية بفعل الحيوانات البرية في حوض وادي ترجيل

المصدر: الدراسة الميدانية بتاريخ 2024/5/27

ثانياً:- التعرية :-

تعمل التعرية على ازاحة مواد سطح الارض القابلة للنقل بعملية ميكانيكية من مكان الى اخر ، تعد المياه السطحية و الرياح من أهم عمليات التعرية الجيومورفولوجية في الحوض ، لأنها تؤدي الى تفتيت الصخور ونقل المواد المفتتة من أماكنها الاصلية الى أماكن بعيده قبل ان تقوم بترسيبها في أحواض الترسيب ، وان عملية التعرية تختلف من مكان لأخر وفق ضوابط محددة منها طبيعة التكوينات الصخرية ونوع القوى المسببة للتعرية المياه والرياح وطبيعة الانحدار هذا وإن الغالب الأعم في التأثير على صخور المنطقة هي التعرية المائية والتي يمكن تحديدها كالآتي :-

أ/ تعرية المسيلات المائية :- تتكون التعرية السيلية من أخاديد عشوائية عندما تبدأ الامطار الغزيرة في السقوط ، اذ ان الجريان يتحول الى جريان مركز على شكل شبكة دقيقة من المسيلات المائية التي تكون متصلة مع بعضها ، وبعد

ذلك يتحول شكل الجريان في القنوات الى أشرطة ذات جريان مضطرب قدرتها كبيرة على احداث تعرية تنتقل فيها الرواســـب الى اســـفل المنحدرات . ان هذا النوع من التعرية يوجد بالقرب من المنحدرات العالية متمثلة بالمرتبة الاولى والثانية والتي تمتاز هذه المناطق بنوعية تربة طينية غرينية الى طينية ناعمة التي تســـتطيع المجاري المائية من شقها، وتنتشر هذه الظاهرة بالقرب من منابع الاحواض النهرية ، تلاحظ الصورة (17 أ/ب/ج).

صورة (17أ/ب/ج) توضح تعرية المسيلات المائية في حوض وادي ترجيل

المصدر:-الدراسة الميدانية بتاريخ 25-26/ 5/ 2024
الموقع :- نقاط متعددة داخل الحوض

ب- التعرية الاخدودية :- تتحول المسـيلات المائية إلى أخاديد عندما تبدأ بتعميق وتوسـيع مجاريها خلال الحت الرأسـي والجانبي إذ تقوم هذه التعرية بحفر وتقطيع الارض فيظهر أحياناً على شـكل حرف (V) وأحياناً أخرى على شـكل حرف (U) وتكون أعمق في المسـيلات ذات نشـاط تعروي مخرب عند أزالة الغطاء النباتي ، يتأثر حوض وادي ترجيل بالتعرية الاخدودية وتمتاز بتباينها فنجد أخاديد ضـحلة متأثرة بالتركيب الصخري وشدة التساقط المطري وقلة النبات الطبيعي وبعضها متأثرة بهشاشة الصخور وقلة صلابتها مما خلق مجاري مائية متعددة ، فعندما تكون عملية النحت الجانبي أكبر من عمليات النحت الرأسـي وتجري فوق صـخور ذات مقاومة ضـعيفة تأخذ الحرف (U) ، تلاحظ الصـورة (18/أ) ، (*هذه المنطقة متأثرة بالفالق الكبير الذي يقطع حوض الوادي نصـفين مما جعل طبقاته الصـخرية بوضـع قائم سـاعد على تآكل الجانب الهش من الطبقات الصـخرية وترك الطبقات الاكثر صلابة).هذا بينما إذا كانت الصخور متوسطة إلى شديدة فأنها تأخذ حرف (V) أي يكون التعمق رأسياً أي أكبر من النحت الجانبي ، تلاحظ الصورة (18/ب) .

الصورة(18أ/ب) توضح التعرية الأخدودية بأختلاف التطبق ضمن حوض وادي ترجيل

المصدر:- الدراسة

الميدانية بتاريخ 25-2024/5/27

الموقع :-E 461160 N. 3922827

ج- الأراضي الرديئة :- وتتمثل بالمناطق ذات التضاريس الوعرة والتي تتسم بتآكل شديد وتقطعات حادة وأخاديد وشقوق عميقة تجعل التنقل فيها صعباً وهي ناتجة عن تعرية عالية بسبب الامطار الغزيرة والرياح مما يكون الغطاء النباتي فيها

ج- الأراضي الرديئة :- وتتمثل بالمناطق ذات التضاريس الوعرة والتي تتسم بتآكل شديد وتقطعات حادة وأخاديد وشقوق عميقة تجعل التنقل فيها صعباً وهي ناتجة عن تعرية عالية بسبب الامطار الغزيرة والرياح مما يكون الغطاء النباتي فيها معدوماً أو نادراً ففي منطقة الدراسة لا يتواجد فيها غير الاعشاب الموسمية القصيرة ، وغالبا ما تكون صخورها ضعيفة غير مقاومة للتعرية ، تنتشر تلك الاراضي في منطقة الدراسة في مناطق متعددة لاسيما شمال وشرق المنطقة ، تلاحظ الصورة (19أ/ب) .

صورة (19) الاراضي الرديئة في حوض وادي ترجيل

المصدر :- الدراسة الميدانية بتاريخ 25-5/27 /2025

الموقع :-E 465013 .N 3923569 وE 461838 .N 3918489

2- **العمليات المورفوديناميكية والأشكال الناتجة عنها :-**

و تتمثل هذه العمليات بحركة المواد من تربة وكتل صخرية نتيجة تشبعها بالمياه ، فضلاً عن طبيعة الانحدار فهي تتحرك من أعلى المنحدرات الى أسفله تبعاً لتأثير الجاذبية الأرضية التي تؤدي الى نقلها أسفل المنطقة الأقل انحداراً . إن الجاذبية الارضية هي القوة الديناميكية للتفاعل بين حركة مواد سطح الارض والعمليات

الجيومورفولوجية والاشـــكال الناتجة عنها ، وان حركة المواد الســـطحية مهمة في تشـكيل السـمات السـطحية للأرض ، وتشـمل حركة الكتل الصـخرية المتسـاقطة والشظايا والتربة الناتجة عن تأثير التجوية (الفيزيائية والكيميائية) إن هذه العملية تعد من العمليات الشـائعة في منطقة الدراسـة كظاهرة جيومورفولوجية وهي على **نوعين** :-

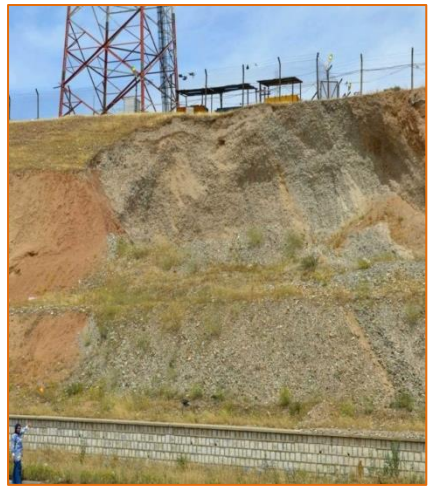
أ- عملية زحف التربة:-

تمثل أحد أنواع الحركات البطيئة لمواد سطح الارض التي تحدث في الطبقات العليا للصـــخور أو طبقات التربة تحت تأثير اجهادات القص والجاذبية والمياه ، وتظهر آثاره المتمثلة في الميل ، ومنحنيات اعمدة السياج، والاشجار على المنحدرات المائلة ، وتظهر في اجزاء كبيرة من منطقة الدراسـة بسـبب ضـعف انحدار الطبقات في الاودية واستواء السطح ، مما يؤدي الى أستقرار الترسبات عند قدمات المنحدر هذا وان زحف التربة لا يقتصر على مناطق المنحدرات والمائلة انما تشمل الاراضي ذات الانحدار البسيط معتمدة على أصل التكوين ونوع التربة .

ب-زحف الصخور:-

هي عملية زحف الصـخور بمفردها دون اختلاطها بالرواسـب والمواد الاخرى، اذ تعد حركة بطيئة جداً يصـعب ملاحظتها، لكن يمكن التعرف على نتائجها وتحدث في المناطق قليلة الانحدار، وهذه العملية مسـؤولة عن نقل معظم الحطام الصـخري الذي يتكون على سـطح الارض نتيجة لعمليات (التجوية وتعرية) الى الاماكن الاقل انخفاضـــاً ، نلاحظ انتشـــار هذه الحالة في اماكن متعددة من حوض وادي ترجيل والسبب يعود الى وجود الفواصـل والشـقوق في الصـخور وكذلك وجود الصـقيع ، اذ ان المياه تدخل الى مسام الصـخر شتاءاً وخلال تعرضـها للتجمد وذوبانها في الربيع يؤدي الى تكســـرها وتكون أكثر أســـتجابة للمنحدر فتنتقل الى الاســـفل ، تلاحظ الصورتان (20أ/ب) .

الصورة (20أ/ب) توضح زحف التربة والزحف الصخري ضمن حوض ترجيل



المصدر :- الدراسة الميدانية بتاريخ 5/25 /2024

الموقع :- E 460204 .N 3916534 وE 453616 .N 3916296

تحليل تأثير الاستغلال البشري في تغيير مورفولوجية حوض وادي ترجيل

من خلال مسح المنطقة ميدانياً تبين أن التدخل البشري قد غير في مورفولوجية الحوض بشكل كبير ، إذ عمل على تغيير ملامحه العامة من خلال عدة مرتكزات وهي كالآتي :-

1-أستخراج الموارد الطبيعية (التعدين) :- أن المنطقة تستغل بقطع بعض من صخور الجبس لأغراض البناء كما يتم استخدام حوض الوادي كمقالع للحصى والرمال وهذا يؤدي إلى تعمق القاع وتآكل الضفاف مما غير في مسار مجرى الوادي ، وإن عدم توازن الرواسب يضعف قدرة الوادي على مقاومة التعرية ، مما يزيد من سرعة تدفق المياه هذا وإن نقل المواد بواسطة الآلات الثقيلة يؤدي إلى تدمير الطرق الترابية وتغيير مسارات المياه السطحية ، وإن تغيير مسارات الجريان السطحي نتيجة الحفر العشوائي أدى إلى حدوث تجويفات وحافات حادة ومنحدرة

جداً غير طبيعية ، وتنتشر المقالع في وسط حوض الوادي ، تلاحظ الصور (21 أ/ ب/ ج/د) .

الصورة (21أ/ب/ج/د) توضح استخدام خامات الحوض لأعمال أستخراجية ومدى تأثيرها

المصدر:- الدراسة الميدانية بتاريخ 27/ 5/ 2024

الموقع :-E 452912 N. 3916928

2-بناء السدود والحواجز المائية :- يقع ضمن منطقة الدراسة سد شيرين والذي تم إقامته في عام 2009 لأغراض الاستفادة الزراعية والسياحة منه إلا إن أقامته له تأثيرات منها تغيير تدفق المياه كون السدود تتحكم في كمية وسرعة التدفق مما يؤدي إلى تقليل الجريان الطبيعي للمياه في مجرى الوادي فضلاً عن تباطؤ المياه خلف السد يؤدي إلى أنخفاض قدرتها على نقل الرواسب بينما قد تزداد سرعة التدفق بعد السد بسبب ضيق المجرى مما يزيد من عمل التعرية ، هذا التغير في التدفق قد

يؤدي إلى جفاف بعض الأجزاء من المجرى المائي وتدمير النظام البيئي المرتبط بها . أما بالنسبة للرواسب مثل الرمل والطمي والحصى فأنها تتجمع خلف السد بدلاً من أنتقالها بشكل طبيعي مع التيار وهذا التراكم يؤدي إلى أرتفاع قاع البحيرة خلف السد مع مرور الوقت ما يقلل من سعة التخزين ، بالمقابل نقص الرواسب في المناطق الواقعة أسفل السد يؤدي إلى تآكل قاع وضفاف الوادي . وهذا أحدث تغيير في مورفولوجية المجاري المائية بسبب تعمق أو أنحراف المجاري عن مساراتها الطبيعية نتيجة لمد القنوات الاروائية التي تستلم وتوزع المياه إلى الاراضي الزراعية مما يخلق تغيرات كبيرة في تضاريس المنطقة الطبيعية ، تلاحظ الصور (22أ / ب) .

صورة (22أ/ب/ ج) صور لسد شيرين مع المشاريع الاروائية ضمن حوض وادي ترجيل

المصدر :-الدراسة الميدانية بتاريخ 27/ 5/2024

الموقع :-E 455170 N. 3915270

3-البناءوالطرق والشبكات الاروائية :- إن إنشاء المباني والطرق يغير من مسارات الجريان الســـطحي للمياه وإن مد الطرق قد يقطع تدفق المياه ويغير من أتجاهها ويعمل تغيير كلي لمورفولوجية الحوض . هذا وإن التغير في مســـارات المياه قد يتسبب في تعرية أجزاء من المجرى أو تراكم المياه في مناطق لم تكن معرض للغمر مســـبقاً ، كما إن ردم أو تضـــييق أجزاء من المجاري المائية يدمر التكوينات الجيولوجية لاســـيما منها التي تكثر فيها الحصـــى والرمل وهي جزء من تكوينات منطقة الدراسة ، فضلاً عن إن بناء الانشاءات والطرق وبعض القناطر بدون مراعاة أتجاهات التصريف الطبيعي يؤدي إلى تآكل الطرق مستقبلاً . هذا وتتوزع في منطقة الدراسة ثلاث قرى أساسية هي قرية (ترجيل) وهي تتمركز في وسط الوادي وأكبرها وقرية أخرى شـمال شـرق الحوض تتمثل بقرية(قره هنجير) وقرية تتوسـط الحوض قرية (خالو بازياني) فضـلاً عن شـبكة متعددة من الطرق التي تربط منطقة الحوض بمراكز المدن منها طريق ليلان –كركوك وطريق جيمن– سليمانية فضلاً عن الطرق الترابية غير المعبدة التي تربط قره هنجير بقرية خالو بازياني ، أما بالنسبة للمنشآت فيتوزع في المنطقة الكثير من المعامل الأستخراجية والإنشائية كشركة كركوك للروافد الخرسانية ومعامل تصنيع البلوك ، تلاحظ الصور (23أ/ب/ج/د) .

صورة (23 أ / ب/ ج / د) تأثير التعرية على الطرق والقناطر فضلاً عن معامل البلوك وقرية قرى هجير

المصدر :- الدراسة الميدانية بتاريخ 25-27/ 5/2024

الموقع :-نقاط متفرقة ضمن حوض الوادي

4-الرعي الجائر وحرق النبات الطبيعي :- يؤدي الرعي الجائر إلى تدهور الغطاء النباتي عندما تتجاوز أعداد الحيوانات السعة البيئية للمنطقة ذلك إن النباتات تلعب دوراً أساسياً في تثبيت التربة من جذورها ومع أختفاء هذا الغطاء تصبح التربة أكثر عرضة للأنجراف والتعرية ، إذ إن حركة الحيوانات الثقيلة والمتكررة تضغط التربة مما يؤدي إلى تصلبها وفقدانها للتهوية ، وبطبيعة الحال إن الترب المتصلبة تقل قدرتها على أمتصاص المياه ما يزيد من الجريان السطحي ويسرع أيضاً من عملية التعرية . مضافاً لها الحرق المتعمد للأعشاب الطبيعية الموسمية من قبل بعض السكان المتفرقين في الوادي الذي يقلل من فائدتها الطبيعية لحماية التربة . ويلاحظ تأثير الرعي في حوض وادي ترجيل واضح جداً من خلال خلق مسارات ومدرجات مضغوطة وملساء على منحدرات الوادي في مناطق متعددة من الحوض . تلاحظ الصورة (24أ/ ب/ج) .

صورة (24) توضح أثر الرعي على منحدرات الحوض والحرق للأعشاب الموسمية

المصدر:- الدراسة الميدانية بتاريخ 2024/5/26

الموقع :-E 441903 N. 3911062

الاستنتاجات:

1. إن للخصائص الطبيعية الأثر الواضح في تشكيل المظاهر الجيومورفولوجية في حوض وادي ترجيل.
2. كشفت الدراسة أن معظم الأحواض الثانوية في وادي ترجيل تتخذ الشكل المستطيل ، مما يعكس انتظام جريان المياه على مدى زمني معين.
3. أظهرت الدراسة أن العمليات الجيومورفولوجية المؤثرة في الحوض تشمل التجوية والتعرية، مما أدى إلى نشوء تكوينات صخرية متباينة.
4. تبين أن التدخل البشري ، وخاصة التعدين وبناء السدود ، قد ساهم بشكل ملحوظ في تغيير معالم الحوض، مما يستدعي مراقبة هذه الأنشطة لتقليل آثارها البيئية .
5. أكدت نتائج البحث أن تقنيات GIS و RS تُعد أدوات أساسية في دراسة الأشكال الجيومورفولوجية، إذ توفر بيانات دقيقة تسهم في التخطيط البيئي والإداري للحوض .

التوصيات:

1. إجراء دراسات مستقبلية حول تأثير التغيرات المناخية على العمليات الجيومورفولوجية في الحوض.
2. ضرورة مراقبة الأنشطة البشرية ، لاسيما التعدين وبناء السدود و المشاريع الاروائية ، للحد من التأثيرات السلبية على بيئة الحوض .
3. تعزيز استخدام تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية في الدراسات الجيومورفولوجية مع المسح الميداني ، لضمان نتائج أكثر دقة وفاعلية.

4. تبني ســياســات للحفاظ على الموارد الطبيعية في وادي ترجيل ، من خلال استخدام أساليب استدامة بيئية تقلل من تأثير التعرية والتجوية.
5. تعزيز المسوحات الميدانية الدورية لدراسة تطور الأشكال الأرضية واستجابة الحوض للمتغيرات البيئية والبشرية .

الهوامش

(1) فاروجان خاجيك ، سيساكيان ، المسح الجيولوجي العراقي ، قسم الجيولوجيا ، سلسلة الخرائط الجيولوجية للعراق ، مقياس 1:250000 ، لوحة كركوك ، رقم 2- 38 – N1 (جي ، أم 9) ، بغداد ، 2014 ، ص22.

(2) فاروجان خاجيك ، سيساكيان ، ، سلسلة الخرائط الجيولوجية للعراق ، مقياس 1:250000 ، لوحة كركوك ، رقم 2– 38 – N1 (جي ، أم 9) ، المصدر نفسة ص 24.

(3)ماجد السيد ولي ، المناخ وعوامل تشكيل سطح الأرض / دراسة في المناخ التطبيقي ، مجلة الجمعية الجغرافية، العدد(45) ، 2000، ص43.

(4)اسحق صالح مهدي العكام ،التطور الجيومورفولوجي لمروحة الشها بي الفيضية ،أطروحة دكتوراه (غير منشورة) ، كلية الآداب .جامعة بغداد ،2008.ص20.

(5)خالد أكبر عبد الله ، الخصـــائص المورفومترية لحوض وادي جاكهو وأثرها على اســـتعمالات الارض ، مجلة جامعة الانبار لعلوم الأنسانية ، العدد (3) ، 2009، ص51 .

(6)غزوان سلوم ، حوض وادي قنديل (دراسة مورفومترية) ، مجلة جامعة دمشق ، المجلد 28 ، العدد 2012 ، ص 401 .

(7)نبراس عباس ياس الجنابي ، جيومورفولوجية وهايدرومورفومترية حوض نهر ديالى في العراق بأستخدام تقنية GIS، جامعة بغداد ، كلية التربية أبن رشد للعلوم الانسانية ، أطروحة دكتوراه ، 2009 ، ص 184 .

(8)محمود محمد عاشور ، طرق التحليل المورفومتري لشبكات التصريف المائي ، كلية الانسانيات للعلوم الاجتماعية ، جامعة قطر ، مجلة حولية ، الدوحة ، العدد 9 ، 1986، ص468 .

(9) Horten .R.E,Erosioral Development of streams and their Drainage Basins. Bulletin of the Geological Society of America .,Vol.56.1945.p.300

(10) رحيم حميد عبد ثامر العبدان ، الاشكال الارضية لحوض وادي عامج ، جامعة بغداد ، كلية الآداب ، أطروحة دكتوراه ، 2004 ، ص 146 .

(11) أردريس علي سلمان الودعاني ، مخاطر السيول في منطقة جازان جنوب غرب المملكة العربية السعودية (منظور جيومورفولوجي) ، مجلة جامعة جازان ، فرع العلوم الانسانية ، المجلد 3 ، العدد 1 ، 2014، ص 39 .

(12) قصي عبد العزيز أبو راضي ، الاصول العامة في الجيومورفولوجيا (علم دراسة اشكال سطح الارض) ، دار النهضة العربية ، بيروت ، 2004 ، ص135 .
(13)حسن سيد أبو العينين ، كوكب الأرض / ظواهر تضاريسية كبرى ، مؤسسة الثقافة الجامعية ، ط 3 ،1976 ، ص، 186.
*لصعوبة وضع جميع الاشكال والصور التي تم مسحها ميدانياً في داخل البحث وتضمينها ضمن الخريطة الجيومورفولوجية فقد تم استخدام جزء منها لغرض التوضيح وباقي المسح ضمه الملحق (2).

(14)جاسب كاظم عبد الحسين الجوهر ، الأشكال الأرضية لأحواض الوديان الجافة في منطقة البصية بأستخدام نظم المعلومات الجغرافية (أطروحة دكتوراه) ، كلية الآداب ، جامعة البصرة ، 2011، ص225 .

(15)بسمة علي عبد الحسين الجنابي ، التقييم الجيومورفولوجي لمنحدرات سلسلة كَاره ، (أطروحة دكتوراه) جامعة بغداد ، كلية التربية أبن رشد للعلوم الإنسانية ، 2016 ، ص 159 .

(16)الدراجي, سعد عجيل مبارك ، اساسيات اشكال علم الارض (الجيومورفولوجي)، الطبعة الثانية، منشور الفيحاء للتحضير الطباعي، بغداد، 2014 .

(17) فاتنة ياسين الشعال ، امين طربوش، مبادئ الجيولوجيا (الجيولوجيا الحركية)، جامعة دمشق، كلية الآداب، 2015، ص 356.
(18)رقية احمد محمد ، هالة محمد سعيد، أسس علم الجيومورفولوجيا التطبيقية رؤية معاصرة في المنهج ونمذجة اللاندسكيب، دار رواد المجد، الطبعة الاولى، 2021 .

المصادر :-

1. المسح الجيولوجي العراقي ، قسم الجيولوجيا ، سلسلة الخرائط الجيولوجية للعراق ، مقياس 1:250000 ، لوحة كركوك ، رقم 2- 38) N1 – جي ، أم 9) فاروجان خاجيك ، سيساكيان ، بغداد ، 2014 .
2. المسح الجيولوجي العراقي ، قسم الجيولوجيا ، سلسلة الخرائط الجيولوجية للعراق ، مقياس 1:250000 ، لوحة كركوك ، رقم 2- 38) N1 – جي ، أم 9) فاروجان خاجيك ، سيساكيان ، المصدر نفسة .
3. ولي، ماجد السيد ، المناخ وعوامل تشكيل سطح الأرض / دراسة في المناخ التطبيقي ، مجلة الجمعية الجغرافية، العدد(45) ، 2000.
4. العكام ، اسحق صالح مهدي ،التطور الجيومورفولوجي لمروحة الشها بي الفيضية ،أطروحة دكتوراه)غير منشورة) ، كلية الآداب .جامعة بغداد ،2008.
5. عبد الله ، خالد أكبر ، الخصائص المورفومترية لحوض وادي جاكهو وأثرها على استعمالات الارض ، مجلة جامعة الانبار لعلوم الأنسانية ، العدد (3) ، 2009 .
6. غزوان سلوم ، حوض وادي قنديل (دراسة مورفومترية) ، مجلة جامعة دمشق ، المجلد 28 ، العدد 2012 .
7. الجنابي ، نبراس عباس ياس ، جيومورفولوجية وهايدرومورفومترية حوض نهر ديالى في العراق بأستخدام تقنيةGIS ، جامعة بغداد ، كلية التربية أبن رشد للعلوم الانسانية ، أطروحة دكتوراه ، 2009 .
8. عاشور ، محمود محمد ، طرق التحليل المورفومتري لشبكات التصريف المائي ، كلية الانسانيات للعلوم الاجتماعية ، جامعة قطر ، مجلة حولية ، الدوحة ، العدد 9 ، 1986 .
9. Horten .R.E,Erosioral Development of streams and their Drainage Basins. Bulletin of the Geological Society of America ,Vol.56.1945.p.300.
10. العبدان ، رحيم حميد عبد ثامر ، الاشكال الارضية لحوض وادي عامج ، جامعة بغداد ، كلية الآداب ، أطروحة دكتوراه ، 2004 ، .

11. الودعاني ، أردريس علي سلمان ، مخاطر السيول في منطقة جازان جنوب غرب المملكة العربية السعودية (منظور جيومورفولوجي) ، مجلة جامعة جازان ، فرع العلوم الانسانية ، المجلد 3 ، العدد 1 ، 2014 .
12. أبو راضي ، قصي عبد العزيز ، الاصول العامة في الجيومورفولوجيا (علم دراسة اشكال سطح الارض) ، دار النهضة العربية ، بيروت ، 2004.
13. أبو العينين ، حسن سيد ، كوكب الأرض / ظواهر تضاريسية كبرى ، مؤسسة الثقافة الجامعية ، ط 3 ،1976.
14. الجوهر، جاسب كاظم عبد الحسين ، الأشكال الأرضية لأحواض الوديان الجافة في منطقة البصية بأستخدام نظم المعلومات الجغرافية (أطروحة دكتوراه) ، كلية الآداب ، جامعة البصرة ، 2011.
15. الجنابي ، بسمة علي عبد الحسين ، التقييم الجيومورفولوجي لمنحدرات سلسلة كَاره ، (أطروحة دكتوراه) جامعة بغداد ، كلية التربية أبن رشد للعلوم الإنسانية ، 2016 .
16. الدراجي, سعد عجيل مبارك ، اساسيات اشكال علم الارض (الجيومورفولوجي)، الطبعة الثانية، منشور الفيحاء للتحضير الطباعي، بغداد، 2014.
17. الشعال ، فاتنة ياسين ، امين طربوش، مبادئ الجيولوجيا (الجيولوجيا الحركية)، جامعة دمشق، كلية الآداب، 2015.
18. رقية احمد محمد ، هالة محمد سعيد، أسس علم الجيومورفولوجيا التطبيقية رؤية معاصرة في المنهج ونمذجة اللاندسكيب، دار رواد المجد، الطبعة الاولى، 2021.

Sources:

1. Iraqi Geological Survey, Geology Department, Series of Geological Maps of Iraq, Scale 1:250,000, Kirkuk Sheet, No. 2-38–N1 (G, M 9), Varoujan Khajik, Sissakian, Baghdad, 2014.
2. Iraqi Geological Survey, Geology Department, Series of Geological Maps of Iraq, Scale 1:250,000, Kirkuk Sheet, No. 2-38–N1 (G, M 9), Varoujan Khajik, Sissakian, Same Source.
3. Wali, Majid Al-Sayyid, Climate and Factors of Landform Formation: A Study in Applied Climatology, Journal of the Geographical Society, Issue (45), 2000.
4. Al-Akkam, Ishaq Salih Mahdi, The Geomorphological Evolution of the Al-Shahabi Alluvial Fan, Unpublished PhD Thesis, College of Arts, University of Baghdad, 2008.
5. Abdullah, Khaled Akbar, Morphometric Characteristics of the Jakhou Valley Basin and Their Impact on Land Uses, Journal of the University of Anbar for Humanities, Issue (3), 2009.
6. Ghazwan Saloum, Qandil Valley Basin (A Morphometric Study), Damascus University Journal, Vol. 28, Issue 1, 2012.
7. Al-Janabi, Nibras Abbas Yas, Geomorphology and Hydromorphometry of the Diyala River Basin in Iraq Using GIS Technology, PhD Thesis, University of Baghdad, College of Education Ibn Rushd for Humanities, 2009.
8. Ashour, Mahmoud Mohammed, Methods of Morphometric Analysis of Drainage Networks, College of Humanities and Social Sciences, Qatar University, Annual Journal, Doha, Issue 9, 1986.
9. Horton, R.E., Erosional Development of Streams and Their Drainage Basins, Bulletin of the Geological Society of America, Vol. 56, 1945, p. 300.
10. Al-Abdan, Rahim Hameed Abd Thamer, Landforms of the Aamij Valley Basin, PhD Thesis, University of Baghdad, College of Arts, 2004.
11. Al-Wadani, Idris Ali Salman, Flood Risks in the Jazan Region, Southwest Saudi Arabia (A Geomorphological Perspective), Jazan University Journal, Humanities Branch, Vol. 3, Issue 1, 2014.
12. Abu Radi, Qusay Abdulaziz, Fundamentals of Geomorphology (The Study of Earth's Landforms), Dar Al-Nahda Al-Arabiya, Beirut, 2004.
13. Abu Al-Enein, Hassan Sayed, Planet Earth: Major Geomorphological Phenomena, University Culture Foundation, 3rd Edition, 1976.
14. Al-Jawhar, Jasib Kadhim Abdul Hussein, Landforms of Dry Valleys in the Basseya Region Using Geographic Information Systems (GIS), PhD Thesis, College of Arts, University of Basra, 2011.
15. Al-Janabi, Basma Ali Abdul Hussein, Geomorphological Assessment of the Karah Range Slopes, PhD Thesis, University of Baghdad, College of Education Ibn Rushd for Humanities, 2016.

16. Al-Duraji, Saad Ajeel Mubarak, Fundamentals of Geomorphology (Earth Science), 2nd Edition, Al-Fayhaa Publishing House, Baghdad, 2014.

17. Al-Shaal, Fatina Yassin, Amin Tarboush, Principles of Geology (Dynamic Geology), Damascus University, College of Arts, 2015.
18. Ruqayya Ahmed Mohammed, Hala Mohammed Saeed, Foundations of Applied Geomorphology: A Contemporary Approach to Methodology and Landscape Modeling, Rawad Al-Majd Publishing, 1st Edition, 2021.

ملحق (1) المعادلات المستخدمة ضمن بحث حوض وادي ترجيل لأستخراج قياسات الخصائص المورفومترية

ت	اسم المعادلة	المعادلة	المعطيات
1	متوسط العرض	متوسط العرض = مساحة الحوض كم2/ طول الحوض كم .	مساحة الحوض (كم2) ، طول الحوض (كم)
2	نسبة الاستطالة	$\frac{\sqrt{(1.8) \times \text{كم 2الحوض}}}{\text{طول}}$	مساحة الحوض (كم2) ، طول الحوض (كم)
3	نسبة الاستدارة	نسبة الاستدارة = 3.14×4 مساحة الحوض كم2 / مربع محيط الحوض كم2 .	مساحة الحوض (كم2) ، محيط الحوض
4	معامل شكل الحوض	معامل الشكل = مساحة الحوض كم2 / مربع طول الحوض كم .	مساحة الحوض (كم2) ، طول الحوض (كم)
5	معامل الانبعاج	معامل الانبعاج = مربع طول الحوض / 4 أمثال مساحة الحوض كم2	طول الحوض (كم) ، مساحة الحوض (كم2)
6	معامل نسبة الطول الى العرض	معامل نسبة الطول إلى العرض = طول الحوض كم / عرض الحوض كم	طول الحوض (كم) ، عرض لحوض (كم)

7	التضاريس القصوى	التضاريس القصوى = الارتفاع الاقصى للحوض المائي (م) – الارتفاع الادنى للحوض المائي (م)	الارتفاع (م)
8	نسبة التضرس	نسبة التضرس = الفرق بين أعلى وأدنى نقطة في الحوض (م) / طول الحوض (كم)	فرق الارتفاع (م) ، طول الحوض (كم)
9	قيمة الوعورة	قيمة الوعورة = التضاريس الحوضية (م) × الكثافة التصريفية للحوض (كم) (كم2) / 1000	التضاريس الحوضية (م) ، الكثافة التصريفية (كم) (كم2)
10	التكامل الهبسومتري	التكامل الهبسومتري = المساحة الحوضية (كم2) ÷ الفارق التضاريسي للحوض (الفرق بين أقصى ارتفاع وادنى ارتفاع للحوض (م) (التضاريس القصوى للحوض)	المساحة (كم2) ، الفارق التضاريسي (م)
11	نسبة التشعب	نسبة التشعب = عدد المجاري في رتبة ما / عدد المجاري في المرتبة التي تليها	عدد المجاري المائية في الرتب
12	الكثافة التصريفية الطولية	الكثافة التصريفية الطولية = مجموع اطوال المجاري النهرية / كم ÷ مساحة الحوض / كم2	مساحة الحوض (كم2) ، مجموع اطوال المجاري
13	الكثافة التصريفية العددية	الكثافة التصريفية العددية = مجموع اعداد المجاري المائية ÷ مساحة الحوض / كم2	مساحة الحوض (كم2) ،مجموع اعداد المجاري
14	معدل النسيج الطبوغرافي	معدل النسيج الطبوغرافي = مجموع عدد مجاري الحوض ÷ محيط الحوض / كم	محيط الحوض (كم) ، مجموع عجج المجاري
15	معدل بقاء المجرى	معدل بقاء المجرى = المساحة الحوضية كم 2 / مجموع أطوال المجاري النهرية	المساحة الحوضية (كم2) ، مجموع اطوال المجاري

الملحق (2) مسح الاشكال الجيومورفولوجية ضمن وحدة مساحة مربع التشبيك لحوض واحدي ترجيل

رقم النطاق	المساحة كم2	الأشكال الجيومورفولوجية والاستخدامات البشرية ضمن مساحة التقطيع
1	7.93128	مجاري مائية/ انفصال كتل صخرية/تلال منفردة / ترسبات حصوية من تكوينات باي حسن
2	9.399882	قرية قرة هنجير / انفصال كتل صخرية/ مجاري مائية/ هضاب
3	3.210198	أنفصال كتل صخرية / تقطيع مجاري مائية /متكشفات ومدملكات لتكوين باي حسن
4	2.835587	شواهد صخرية / جداول مائية /ترسبات حصوية
5	8.801236	جداول مائية / تشققات طينية / أراضي رديئة
6	6.060462	أراضي رديئة / شواهد صخرية / مجاري مائية / مدملكات حصوية
7	5.552873	هضاب / شواهد صخرية / أشكال اذابية
8	9	زحف تربة / مسيلات مائية / مفتتات صخرية / شقوق أرضية
9	8.994346	أراضي رديئة / مسيلات مائية / مجاري مائية
10	5.114366	زحف تربة / جداول مائية / مدملكات حجر تعود لتكوين باي حسن
11	6.046503	هضاب / راضي رديئة / مجاري مائية
12	9	زحف تربة / اراضي رديئة / مجاري مائية
13	9	تقشر طيني / تشققات طينية / جداول مائية
14	8.956707	جداول مائية/ تقشر طيني
15	9.670575	مجاري مائية/ خشوم / اراضي رديئة / تأثير الماعز على الارض مدرجات خطية
16	9	أكسدة / مجاري مائية / قناطر
17	9	قرية خالو بازياني /أنفصال كتل صخرية / مسيلات مائية / تشققات
18	9	أنفصال كتل صخرية / كويستا / قرية قرزان بولاء /أخاديد / مجاري مائية / سد شيرين
19	2.847521	أذابة / تقشر طيني / مجاري مائية / تكشفات صخرية من تكوين المقدادية
20	8.780482	أكسدة / مجاري مائية / راضي رديئة / أنقلاب طبقي

21	9	أكسدة / مجاري مائية / اراضي رديئة / أثر رعي جائر
22	9	أذابة ملحية / كويستا / منطقة مرور فالق وانقلاب طبقي / مقالع
23	9	زحف صخور/ مقالع / مجاري مائية / ترسبات حصوية / قنوات اراوئية
24	8.614583	تلال منفردة / قرية ترجيل / مشاريع اروائية / مجاري مائية / اذابة
25	8.34783	حافات صخرية / تعرية أخدودية / مجاري مائية
26	9	زحف صخور / مجاري مائية / اراضي رديئة
27	9	أخاديد تعرية / مشاريع وقنوات أروائية / مقالع حصى
28	10.165914	مشاريع اروائية / مقالع حصوية / حافات حادة بسبب القلع
29	4.558911	هضاب / مجاري مائية
30	7.906285	أخاديد / ترسبات حصوية / مجاري مائية
31	9.369158	مراعي / مشاريع أروائية / قناطر
32	2.415824	مجاري مائية / مراعي / ترسبات حصوية
33	9	مراعي / أراضي غير منتظمة مقطعة بفعل المجاري المائية
34	3.569184	مجاري مائية
35	4.842542	مشاريع أروائية / مجاري مائية / اخاديد /ترسبات حصوية وطينية
36	5.588519	أخاديد / مجاري مائية

المصدر : من عمل الباحثة من خلال المسح الميداني