تصنيف الانحدارات وتأثيرها على الأنشطة البشرية في قضاء جومان - محافظة أربيل

م.م. نهاد عزت كاظم
المديرية العامة لتربية واسط
nihaadezzat@gmail.com
الباحث حارث عباس علي
الجامعة العراقية – كلية الآداب
harth.a.ali@aliraqia.edu.iq

Slope Classification and Its Impact on Human Activities in the Jumana District – Erbil Governorate

Asst.Lect.Nihad Ezzat Kazem
General Directorate of Education, Wasit Governorate
Researcher: Harith Abbas Ali
Al-Iraqia University – College of Arts

المستخلص

تناولت البحث التحليل الجيومورفولوجي للانحدارات الأرضية في قضاء جومان والتي بلغت ١٠٦٥ كم٢ ، وتهدف الدراسة الى التعرف على الخصائص الطبيعية التي رسمت الملامح التضاريسية ومعرفة الخصائص الانحدارية السائدة في المنطقة ، واظهرت الدراسة ان اكبر مساحة مثلتها مناطق شديدة الظل أذ بلغت (٦٤٠.١٤كم٢) من مجموع مساحة منطقة الدراسة ، في حين شغلة فئة المناطق المتوسطة الظل اقل مساحة فبلغت (١٧٣.٠٤ كم٢) من مجموع مساحة منطقة الدراسة وهذا يدل على ان المنطقة منطقة ظل وتستلم كميات قليلة من الاشعاع الشمسي وهذا يؤدي الى زيادة نشاط عمليات التجوية والتعرية بسبب ازدياد معدلات الرطوبة ، تنتشر هذه الفئة بشكل واضح في الجزء الشمالي والجزء الجنوبي الغربي من منطقة الدراسة يكون اتجاهها شمال غرب – جنوب غرب ، ومن خلال تصنيف الانحدارات ومطابقتها مع تصنيف زنك تبين ان تصنيف يونك هو اكثر التصانيف الانحدارية ملائمة مع تضاريس منطقة الدراسة اذ شكلت اعلى المساحات ضمن الفئة الانحدارية (١٨ – ٣٠) ضمن الاراضي الشديدة الانحدار، واقل فئة ضمن الاراضي المستوية بزاوية انحدار(٠ – ٢) وهذا يدل على ان غالبية مناطق منطقة الدراسة هي ارتفاعات متوسطة الى شديدة.

الكلمات المفتاحية :(الاتجاه – الانحدار – ميلان -جومان– مخاطر جيومورفولجية).

Abstract

The study dealt with the geomorphological analysis of the ground slopes in the district of Juman, which amounted to 1065 km 2, and the study aims to identify the natural characteristics that drew the features of the terrain and to know the regressive characteristics prevailing in the region, and the study showed that the largest area represented by areas of extreme shade as it amounted to (640.14 km2) of the total area of the study area, while the category of medium shadow areas occupied the least area, amounting to (173.04 km2) of the total area of the study area, and this indicates that the region is a shadow area and receives Small amounts of solar radiation and this leads to an increase in the activity of weathering and erosion processes due to increased humidity rates, this category is clearly spread in the northern part and the southwestern part of the study area with a northwest - southwest orientation, and through the classification of slopes and matching them with the zinc classification, it was found that the classification of Yonk is the most appropriate slope classifications with the topography of the study area, as it formed the highest areas within the slope category (18-30) within the steep lands, and the lowest category Within the flat lands with a slope angle (0 – 2) and this indicates that the majority of the areas of the study area are.

Keywords:(Direction - slope - Tilt or Inclination–Guman-Geomorphological Hazards)

بسم الله الرحمن الرحيم

المقدمة:

تعد دراسة بيئة المنحدرات الارضية من الدراسات الجيومورفولوجية التطبيقية المهمة كونها تلامس حياة الانسان والبيئية المحيطة به بشكل مباشر، وكون المنحدرات تعد أكثر المظاهر الارضية انتشاراً في الطبيعة، وتتصف بعدم الاستقرار، وانها عرضة للتغير التدريجي أو التغير المفاجئ مما يعطيها الأولوية في الدراسات الجيومورفولوجية التطبيقية، وتهدف عملية تقييم الاراضي الى الحصول على المعلومات الضرورية لتحديد الاهمية النسبية للمشاريع المختلفة وكذلك المقارنة بين الاستعمالات المختلفة والمقترحة من اجل الاستعمال الامثل الذي يتناسب مع شكل الارض وبيئته الطبيعية مع الاخذ بنظر الاعتبار العوامل الاقتصادية والاجتماعية وذلك لأن درجة الانحدار وطبيعة الاتجاه تحدد مدى خطورة وملاءمة السطح للاستعمالات المختلفة باختلاف الانشطة البشرية.

أولاً: مشكلة البحث

١- ماهي المناطق الاكثر خطورة في منطقة الدراسة؟

٢-هل للمنحدرات الارضية دور في تحديد الانشطة البشرية في منطقة الدراسة؟

ثانياً: فرضية البحث

١-تعد المناطق الشمالية والشمالية الشرقية الاكثر خطورة في منطقة الدراسة.

٢- للمنحدرات الارضية دور في تحديد الانشطة البشرية في منطقة الدراسة.

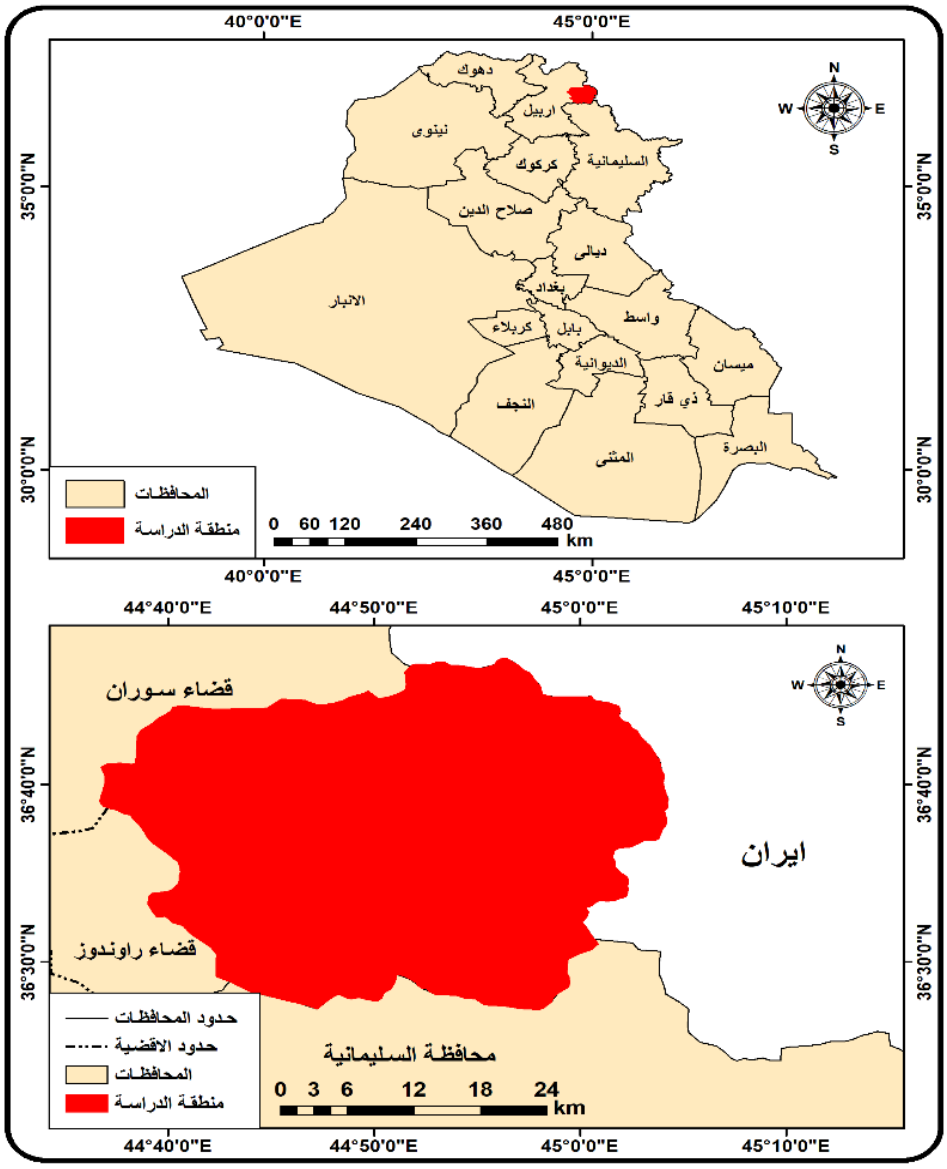
رابعاً: هدف البحث

تصنيف فئات الخطورة التي شُكّلت بفعل الانحدار وتقييمها من خلال درجة المخاطر التي تُشكّلها في المنطقة.

خامساً: الحدود المكانية لمنطقة البحث

تقع منطقة الدراسة في الجزء الشمالي الشرقي من العراق ضمن محافظة اربيل، بين خطي طول و (٤٥ ١٠ ْ و ١٨ ٤٠ ْ) شرقا، دائرتي عرض (١١ ٣٧ ْ و ١٩ ٣٦ ْ) شمالاً، اذ يحدها من جهة الشمال والشمال الشرقي ايران و تركيا، ومن جهة الشرق و الجنوب الشرقي محافظة السليمانية، و الجنوب قضاء راوندوز، بينما يحدها من جهة الغرب قضاء سوران، اذ تبلغ مساحة قضاء جومان (١٠٦٥) كم٢. كما في الخريطة (١)

خريطة (١) الموقع الجُغرافي والفلكي للمنطقة للقضاء جومان



المصـــدر خريطـــة العـــراق الطبوغرافيـــة بمقيـــاس ١:١٠٠٠٠٠ لســـنة ١٩٩٠ الصادرة عن الهيئة العامة للمساحة.

ومخرجات برنامج Arc Map ١٠.٨ .

أولاً: الانحدار

هو ميل سطح الأرض أو انحرافه عن المستوى الأفقي، ويزداد وضوحًا كلما زاد مقدار الميل. كما يمكن تعريفه بأنه التغير العمودي في تضاريس الأرض، مما يجعله من الأشكال الطبوغرافية الشائعة التي لا تقتصر على المناطق الجبلية أو الوعرة، بل تمتد أيضًا إلى الأراضي السهلية[١].

تلعب المنحدرات دورًا أساسيًا في العمليات الجيومورفولوجية، حيث تُعتبر مواقع نشطة لعمليات التجوية والتعرية والنقل والترسيب. فالتجوية تعمل على تفتيت المواد السطحية، بينما تتولى عمليات النقل فصل هذه المواد عن مصادرها ونقلها لمسافات متفاوتة، حيث تتجمع مرة أخرى بفضل عمليات الترسيب. وتساهم هذه العمليات مجتمعة في تكوين المنحدرات وتشكيل تضاريسها المختلفة.

تتشكل معظم المنحدرات نتيجةً للعمليات السطحية سواء بصورة مباشرة أو غير مباشرة، حيث تؤثر عوامل مثل المياه الجارية، الرياح، الجليد، والأمواج البحرية في تشكيلها، إضافة إلى الدور الذي تلعبه العمليات التكتونية في تكوينها وتغيير طبيعتها. وتتميز المنحدرات بعدم استقرارها النسبي، إذ يمكن أن تتغير تدريجيًا عبر الزمن أو تتعرض لحركات مفاجئة مثل الانهيارات الأرضية، والتي قد تؤدي إلى أضرار جسيمة، خاصة في المناطق العمرانية القريبة منها، مما يشكل خطرًا على البنى التحتية والطرق وحتى على الأرواح[٢].

في بداية دراسة المنحدرات، كان التركيز منصباً على الوصف المورفولوجي لأنماطها المختلفة، حيث تم تصنيفها وفقًا لأشكالها وقطاعاتها الطبوغرافية. ومع تطور الدراسات الجيومورفولوجية، أصبحت الأساليب الكمية والرياضية والقياسات الدقيقة تلعب دورًا محوريًا في تحليل استقرار المنحدرات وفهم طبيعة تكوينها بشكل أكثر دقة.

ثانياً: أتجاه الانحدار

يعد اتجاه الانحدار من المقاييس المهمة في الجيومورفولوجيا، حيث يُستخدم لتحديد واجهة المنحدر، وهو يحدد وفقًا للاتجاهات الرئيسة (الشمال، الشرق، الجنوب، الغرب) والاتجاهات الثانوية التي تنحصر بين هذه الاتجاهات الرئيسة. ويُعد تحليل اتجاه الانحدار أداة رئيسية في فهم توزيع العديد من الخصائص الجغرافية والبيئية، مثل الأنماط المناخية والتوزيع المكاني للموارد الطبيعية[٣].

يتأثر اتجاه الانحدار بالعديد من العوامل البيئية والفيزيائية، بما في ذلك تباين درجات الحرارة، حيث تؤدي الاتجاهات المختلفة إلى تلقي كميات متفاوتة من الإشعاع الشمسي. ففي المناطق ذات الانحدار الجنوبي (في نصف الكرة الشمالي)، يكون التعرض للشمس أكبر مما يؤدي إلى ارتفاع درجات الحرارة والتبخر بشكل أسرع، بينما في المناطق ذات الانحدار الشمالي، يكون التعرض للشمس أقل، مما يقلل من التبخر ويؤدي إلى تراكم أكبر للرطوبة. كما أن كميات الأمطار تتفاوت أيضًا بناءً على اتجاه المنحدر، حيث تزداد كمية الأمطار في المنحدرات التي تتعرض مباشرة للرياح الرطبة. بالإضافة إلى ذلك، يؤدي اتجاه الانحدار إلى تأثيرات هامة على حركة المواد المنجرفة من السفوح، حيث يُمكن أن تتسبب المنحدرات شديدة الانحدار في تسارع حركة المواد السطحية بسبب الجاذبية. وبالتالي، يساهم تحليل اتجاه الانحدار في التنبؤ بحركة المواد التي يمكن أن تتجمع في مناطق معينة، مما يساهم في تحديد المناطق الأكثر عرضة لانزلاقات التربة والانهيارات الأرضية[٤].

من خلال معرفة اتجاهات الانحدار، يمكن تقليل المخاطر المرتبطة بالكوارث الطبيعية مثل الانهيارات الثلجية والانزلاقات الأرضية. على سبيل المثال، في المناطق الجبلية

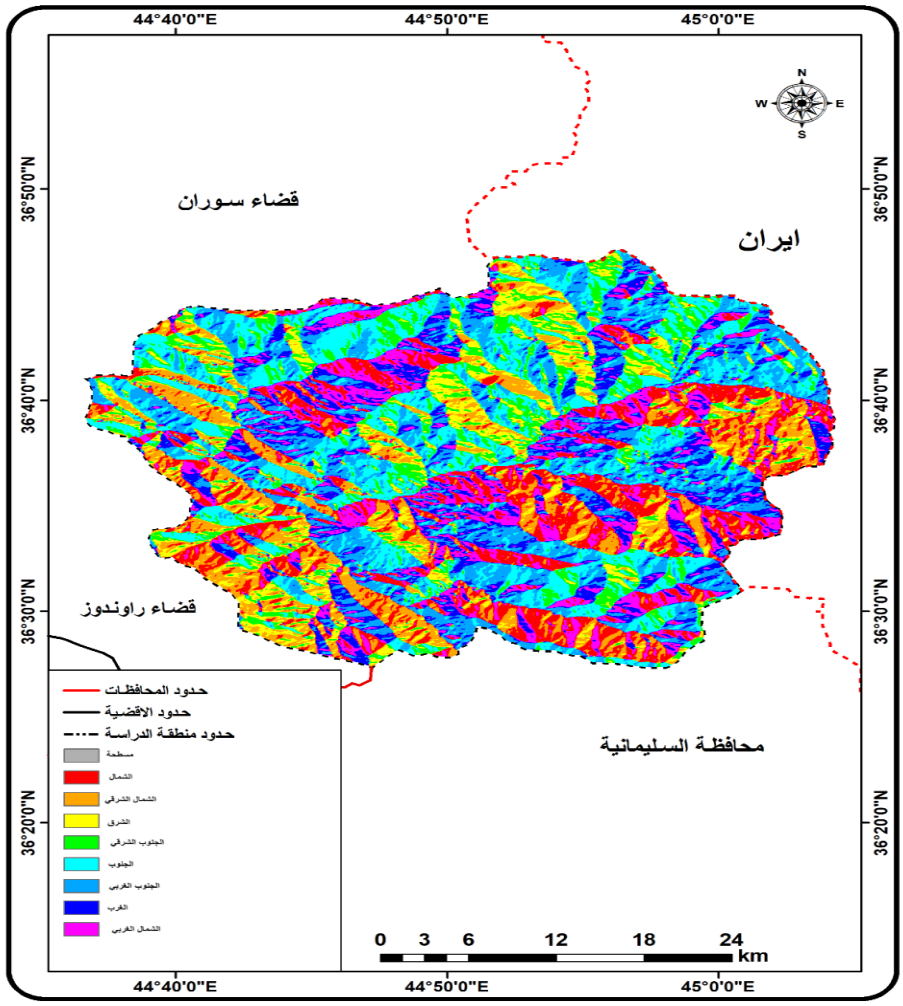
ذات الانحدارات العالية، يتزايد خطر الانهيارات الأرضية خلال فترات الأمطار الغزيرة أو الذوبان السريع للثلوج[٥].

في دراساتنا، تم استخراج الاتجاهات الكلية للانحدارات في منطقة الدراسة باستخدام تقنيات تحليل البيانات الجغرافية المتقدمة. حيث تم تطبيق برنامج ArcGIS 10.٨ بالتوازي مع نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) لاستخراج هذه الاتجاهات بدقة. يعتبر استخدام هذه النماذج الرقمية أداة حاسوبية متقدمة توفر تمثيلًا دقيقًا للتضاريس في المنطقة، مما يسمح بتحليل أفضل للمنحدرات وتحديد المناطق الأكثر عرضة للمخاطر الطبيعية، تمت عملية استخراج اتجاهات الانحدار عبر استخدام أدوات متخصصة في Arc Toolbox، مثل:Aspect (الذي يحدد الاتجاه العام لكل نقطة في المنحدر) Surface (الذي يساعد في تحديد التفاصيل الدقيقة للمسطحات الأرضية)

Spatial Analyst Tools (الذي يوفر أدوات تحليل مكاني دقيقة للبيانات الطبوغرافية)

من خلال هذه الأدوات، تم اشتقاق البيانات المتعلقة باتجاهات الانحدار، والتي تم تمثيلها في خريطة رقم (٢)، حيث تظهر الاتجاهات بألوان متباينة تشير إلى اتجاهات مختلفة. يعكس كل لون في الخريطة اتجاهًا معينًا، مما يساعد في التفسير البصري للبيانات وتحليل العلاقة بين الاتجاهات المختلفة للمنحدرات والظروف البيئية في المنطقة، كما هو موضح في خريطة (٢) وجدول (١).

خريطة (٢) اتجاهات الانحدار في منطقة الدراسة



المصـــــدر: بالاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) بدقة تميزية (٣٠×٣٠)، ومخرجات برنامج Arc map 10.8

جدول (١) اتجاهـــــــات الانحدار ومساحتها في منطقة الدراسة

ت	اتجاه الانحدار	المساحة / كم٢	النسبة %
1	أراضي مستوية	127.32	11.95
2	الشمال	104.33	9.79
3	الشمال شرقي	74.37	6.98
4	الشرق	98.63	9.27
5	الجنوب الشرقي	166.38	15.63
6	الجنوب	170.77	16.04
7	الجنوب الغربي	110.99	10.43
8	الغرب	96.34	9.04
9	الشمال الغربي	115.87	10.87
	المجموع	1065	100

المصدر: خريطة (٢).

يتبين من الخريطة (٢) والجدول (١) أن اتجاهات الانحدار في منطقة الدراسة تتوزع بشكل غير متساوي على الرغم من أن المنطقة تشمل العديد من الاتجاهات الجغرافية المتنوعة. يمثل اتجاه أراضي مستوية ١٢٧.٣٢ كم² من المساحة الإجمالية للمنطقة، أي حوالي ١١.٩٥٪ من إجمالي المساحة المدروسة. هذه المناطق المستوية تعد من أهم المناطق من الناحية الجغرافية والبيئية، حيث تُعد مثالية للزراعة والبناء نظرًا لسهولة استخدامها وانخفاض المخاطر المرتبطة بالانزلاقات الأرضية أو التعرية.

أما بالنسبة للاتجاهات الرئيسية الأخرى، فإن اتجاه الشمال يشكل ١٠٤.٣٣ كم² من المساحة الإجمالية، أي حوالي ٩.٧٩٪. المناطق الواقعة في هذا الاتجاه تتميز بتعرضها لكميات أقل من الإشعاع الشمسي مقارنة ببقية الاتجاهات، مما يؤدي إلى

بيئة أكثر برودة ورطوبة، حيث قد تتراكم الثلوج في هذه المنطقة، تعتبر هذه المنطقة بيئة خصبة للتجوية الكيميائية حيث تزداد هذا النوع من التجوية في المناطق الرطبة. فيما يخص اتجاه الشمال الشرقي، فقد تمثل هذه المناطق ٧٤.٣٧ كم² أي ٦.٩٨٪ من المساحة الإجمالية. هذا الاتجاه يشهد تعرضًا معتدلًا للإشعاع الشمسي، وهو ما يجعل درجة الحرارة في هذه المناطق متوازنة نسبيًا مقارنة ببقية الاتجاهات. كما أن هذه المناطق يمكن أن تكون أقل عرضة للانهيارات الأرضية أو التعرية مقارنة بالمناطق ذات الانحدار الشديد.

أما اتجاه الشرق فيمثل ٩٨.٦٣ كم² من إجمالي المساحة، وهو يعادل ٩.٢٧٪ من المنطقة المدروسة. يتعرض هذا الاتجاه للإشعاع الشمسي في الصباح الباكر، مما يؤدي إلى ارتفاع درجات الحرارة في ساعات النهار الأولى. يعد هذا الاتجاه مهمًا في دراسة تأثيرات الحرارة على البيئة المحلية، حيث قد تزداد معدلات التبخر في المناطق الشرقية في فصل الصيف، مما يؤثر على خصائص التربة وزيادة فعالية التجوية الفيزيائية.

اتجاه الجنوب الشرقي يشكل أكبر نسبة بين الاتجاهات المدروسة، حيث يشغل ١٦٦.٣٨ كم² أو ١٥.٦٣٪ من المساحة الإجمالية. هذا الاتجاه يتعرض لأعلى كمية من الإشعاع الشمسي، مما يؤدي إلى ارتفاع درجات حرارة في المناطق الواقعة فيه. هذه المناطق عادة ما تشهد زيادة في درجات الحرارة، ما يساهم في نمو النباتات التي تتطلب طاقة شمسية كبيرة. ومع ذلك، قد تواجه هذه المناطق أيضًا مخاطر أعلى أو الانزلاقات الأرضية بسبب التأثيرات الحرارية المفرطة.

اتجاه الجنوب هو الأكثر شيوعًا في منطقة الدراسة، حيث يمثل ١٧٠.٧٧ كم² أو ١٦.٠٤٪ من المساحة الكلية. وهذا الاتجاه يتميز بتعرضه المستمر لأشعة الشمس،

مما يسبب ارتفاع درجات الحرارة طوال اليوم. هذه المناطق مثالية للزراعة التي تحتاج إلى أشعة شمس مباشرة، لكن قد تكون عرضة أيضًا للمشاكل البيئية.

اتجاه الجنوب الغربي يمثل ١١٠.٩٩ كم² أو ١٠.٤٣٪ من المساحة الإجمالية، وهو يتعرض للأشعة الشمسية في فترة ما بعد الظهر. المناطق الواقعة في هذا الاتجاه يمكن أن تشهد درجات حرارة مرتفعة في ساعات المساء.

اتجاه الغرب يشكل ٩٦.٣٤ كم² أو ٩.٠٤٪ من إجمالي المساحة، ويتميز بتعرضه لأشعة الشمس في فترة ما بعد الظهر، وهو ما يؤدي إلى ارتفاع درجات الحرارة في المساء.

وأخيرًا، اتجاه الشمال الغربي يمثل ١١٥.٨٧ كم² أو ١٠.٨٧٪ من إجمالي المساحة. هذا الاتجاه يتلقى كمية معتدلة من الإشعاع الشمسي، مما يؤدي إلى توازن في درجة الحرارة بين الشمس والظل. يعتبر هذا الاتجاه مناسبًا لزراعة النباتات التي تحتاج إلى ظروف متوازنة بين الضوء والظل.

من خلال تحليل هذه الاتجاهات، نلاحظ أن أكبر مساحات من الانحدارات توجد في الاتجاهات الجنوب والجنوب الشرقي، حيث تشكل هذه الاتجاهات معًا ما يعادل ٣١.٦٧٪ من إجمالي المساحة المدروسة. وبالتالي، هذه المناطق تشهد أكبر قدر من الإشعاع الشمسي، مما يجعلها دافئة نسبيًا وتساهم في زيادة معدلات التبخر. في المقابل، فإن الاتجاهات الشمال والشمال الشرقي تمثل المناطق الأقل تعرضًا للإشعاع الشمسي، مما يجعلها أكثر رطوبة.

ثالثاً: الظل وأثره على العمليات الجيومورفولوجية

يُعد الظل أحد العوامل الأساسية التي تؤثر في تباين استقبال سطح الأرض للإشعاع الشمسي، إذ تتباين كمية الإشعاع التي تصل إلى سطح الأرض تبعًا للاختلافات الطبوغرافية، مثل تغيرات الارتفاع والانحدار والاتجاه الجغرافي للمنحدرات. وتُعد هذه التباينات ذات أهمية خاصة في المناطق الجبلية، حيث تتسبب التضاريس الحادة في تشكيل مناطق ظلية قد تؤثر بشكل مباشر على العمليات الجيومورفولوجية[٦].

تلعب الظلال دورًا رئيسًا في تنظيم العمليات الجيومورفولوجية، خاصة عمليات التجوية والتعرية. فالتجوية الكيميائية، على سبيل المثال، تعتمد على الرطوبة ودرجة الحرارة، وبالتالي تكون أكثر نشاطًا في المناطق الظلية التي تحتفظ بالرطوبة لفترات أطول. أما التجوية الفيزيائية، مثل التمدد والانكماش الحراري أو تجمد المياه في الشقوق الصخرية، فتكون أكثر شيوعًا في المناطق المعرضة للإشعاع الشمسي القوي، حيث تحدث تغيرات حرارية سريعة.

بالإضافة إلى ذلك، يؤثر توزيع الظل على استقرار المنحدرات، حيث يمكن أن يؤدي تباين درجات الحرارة بين المناطق المشمسة والمظللة إلى نشوء ضغوط داخلية في الصخور، مما يسهم في تكسرها بمرور الوقت. كما يلعب الظل دورًا في التحكم في توزيع الغطاء النباتي، إذ تفضل بعض الأنواع البيئات الظلية والرطبة، في حين تزدهر أنواع أخرى في المناطق المشمسة.

طريقة استخراج الظل باستخدام نظم المعلومات الجغرافية (GIS)، يتم استخراج وتحليل مناطق الظل بالاعتماد على بيانات نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) باستخدام برنامج ArcGIS، وذلك من خلال الخطوات التالية:

١. إدخال بيانات نموذج الارتفاع الرقمي (DEM): يتم تحميل الطبقة الرقمية للارتفاعات، والتي تحتوي على بيانات ارتفاع كل نقطة في المنطقة المدروسة.

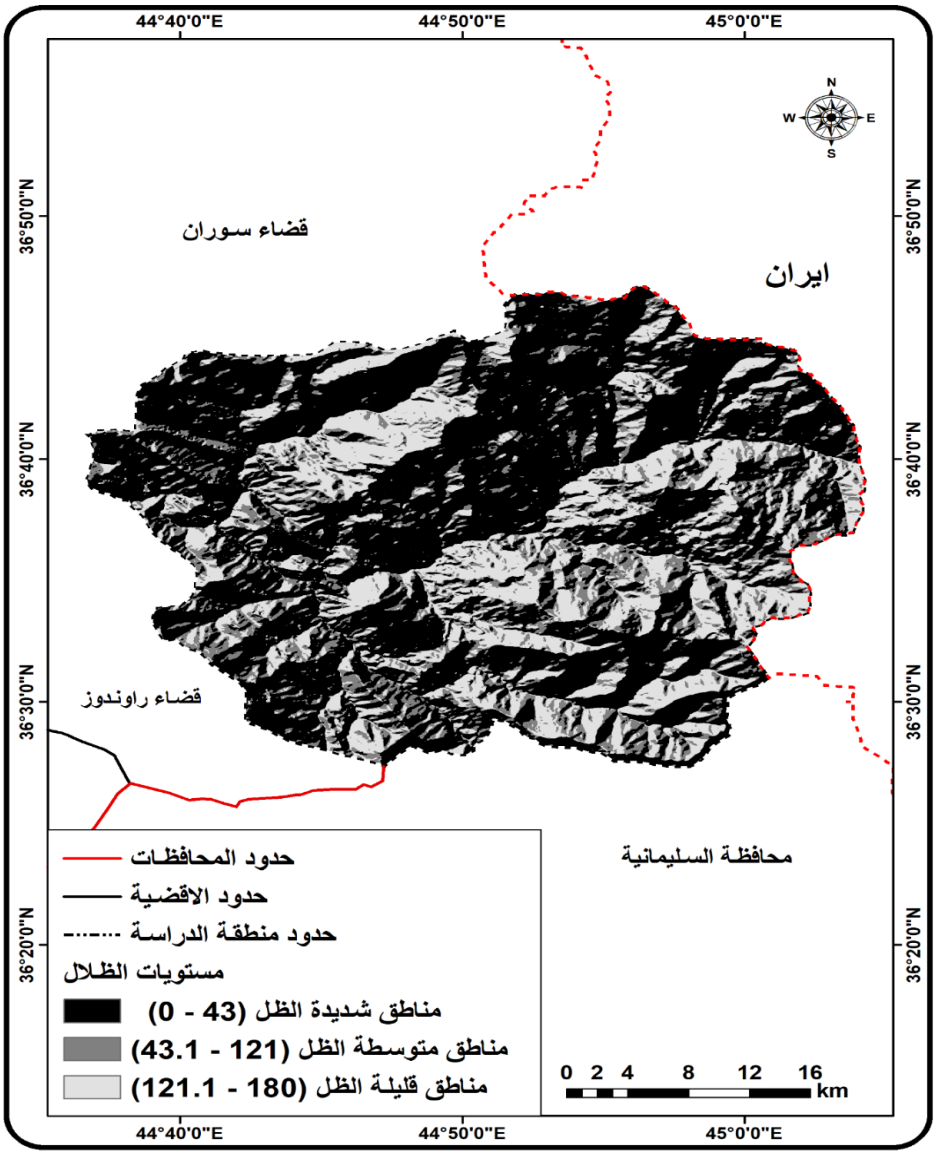
٢. حساب قيم الظل باستخدام أداة Hillshade: توفر هذه الأداة تمثيلًا مرئيًا للظل بناءً على موقع الشمس بالنسبة للتضاريس، حيث يتم تحديد زاوية ارتفاع الشمس (Solar Elevation Angle) واتجاهها الأفقي (Azimuth).

٣. تحليل ناتج الخريطة المظللة: ينتج عن الأداة خريطة مظللة توضح التباين بين المناطق المشمسة والمظللة، حيث تتراوح القيم بين ٠ (ظل كامل) و٢٥٥ (إضاءة كاملة).

٤. تصنيف الظل إلى فئات مختلفة: يتم تقسيم المنطقة إلى عدة مستويات من الظل وفقًا لشدته، ويمكن تخصيص نطاقات ألوان لتمثيل الظل الخفيف، والمعتدل، والكثيف.

٥. تحليل التأثيرات الجيومورفولوجية: يتم دمج طبقة الظل مع الطبقات الأخرى، مثل نوع التربة، والانحدار، والاتجاه الجغرافي، لتحديد تأثير الظل على العمليات السطحية[٧].

خريطة (٣) مناطق الظل في منطقة الدراسة



المصدر: بالاعتماد على انموذج الارتفاع الرقمي (Dem) باستخدام برنامج (Arc G.I.S V.10.0) .

يظهر من تحليل الخريطة (٣) والجدول (٢) أن توزيع الظل في منطقة الدراسة يعكس التأثير المباشر للجيومورفولوجيا على استقبال الإشعاع الشمسي، مما يؤدي إلى اختلاف واضح في العمليات الجيومورفية النشطة في كل منطقة وفقًا لدرجة الظل.

١. **المناطق شديدة الظل** التي تغطي أكثر من نصف مساحة الدراسة (٦٤٠.١٤ كم²، أي ٦٠.١٦٪ من إجمالي المساحة)، تتلقى كميات قليلة من الإشعاع الشمسي، حيث تتراوح درجة الظل فيها بين ٠ – ٤٣. يشير ذلك إلى أن المنطقة تخضع لمعدلات ظل مرتفعة، مما يؤدي إلى زيادة معدلات الرطوبة في التربة والصخور. ونتيجة لهذا، تزداد العمليات الجيومورفية الكيميائية مثل التجوية الكيميائية، حيث تعمل الرطوبة العالية على إذابة المعادن داخل الصخور، مما يسرّع عمليات التحلل والتفكك. هذا الأمر ينعكس بشكل خاص في المناطق ذات الصخور الكلسية أو الطينية التي تتفاعل بقوة مع الرطوبة العالية، مما يؤدي إلى تشكيل الكهوف والتجاويف الكارستية وزيادة عمليات الإذابة. كما أن وفرة الظل في هذه المناطق قد تعزز التعرية المائية بسبب احتفاظ التربة بالمياه لفترات طويلة، مما يزيد من احتمالية حدوث الانهيارات الأرضية والتآكل التدريجي للمنحدرات.

٢. **المناطق متوسطة الظل** والتي تمتد على مساحة ١٧٣.٠٤ كم² (١٦.٢١٪)، فهي تتلقى كميات من الإشعاع الشمسي أعلى قليلًا من المناطق شديدة الظل، حيث تتراوح درجة الظل فيها بين ٤٣.١ – ١٢٠. وهذا يعني أن هذه المناطق تبقى محتفظة بالرطوبة بدرجة ملحوظة، مما يجعلها بيئة نشطة أيضًا لعمليات التجوية الكيميائية، ولكن بوتيرة أقل من المناطق شديدة الظل. تتوزع هذه الفئة في أجزاء متفرقة من منطقة الدراسة، لكنها تتمركز بشكل واضح في وسط وأقصى جنوب المنطقة. الجيومورفولوجيا هنا تعكس طبيعة السفوح الجبلية المعتدلة والمنحدرات الأقل حدة، حيث تتداخل عوامل

الظل والرطوبة مع الإشعاع الشمسي بدرجة متوازنة، مما يؤدي إلى عمليات تعرية معتدلة وإلى تشكل التربة الخصبة نتيجة لبطء معدل التجوية.

٣. **المناطق قليلة الظل** والتي تبلغ مساحتها ٢٥١.٨٢ كم^2 (٢٣.٦٣٪)، تستلم كميات أكبر من الإشعاع الشمسي، حيث تتراوح درجة الظل بين ١٢٠.١ – ١٨٠. ونتيجة لذلك، فإن هذه المناطق تفقد الرطوبة بسرعة، مما يحد من نشاط التجوية الكيميائية ولكنه يعزز من التجوية الفيزيائية، مثل التكسر الحراري للصخور نتيجة التغيرات الحادة في درجات الحرارة بين النهار والليل، خاصة في المناطق شبه الجافة. كما أن هذه المناطق تتسم بمعدلات تعرية أقل نسبيًا مقارنة بالمناطق المظللة، إلا أن انكشافها لأشعة الشمس يجعلها أكثر عرضة للتفكك، خاصة إذا كانت التربة غير مثبتة جيدًا بالغطاء النباتي، وهو ما يسمح بوصول أشعة الشمس بشكل مباشر لفترات طويلة.

جدول (٢) الظل في منطقة الدراسة

ت	الفئات	المساحة / كم^2	النسبة %
1	مناطق شديدة الظل (٠–٤٣)	640.14	60.16
2	مناطق متوسطة الظل (٤٣.١–١٢٠)	173.04	16.21
3	مناطق قليلة الظل ١٢٠.١–١٨٠)	251.82	23.63
المجموع		1065	100

المصدر: بالاعتماد على خريطة (٣).

الارتباط الجيومورفولوجي العام:

١. المناطق شديدة الظل: جبال ووديان عميقة، تتميز بتجوية كيميائية نشطة وتعرية مائية متزايدة بسبب ارتفاع نسبة الرطوبة.
٢. المناطق متوسطة الظل: سفوح جبلية وهضاب انتقالية، تمتلك تجوية كيميائية أقل حدة من المناطق شديدة الظل، لكنها ما زالت نشطة بسبب احتفاظ التربة بالرطوبة.
٣. المناطق قليلة الظل: سهول مفتوحة ومناطق منبسطة، تتعرض لتجوية فيزيائية بسبب فقدان الرطوبة، مما يزيد من خطر التصحر والتعرية الريحية.

رابعاً: تصنيف الانحدارات

تتخذ الانحدارات أشكالاً متعددة تبعاً للعوامل التي ساهمت في تكوينها والعمليات التي تعرضت لها بعد تكوينها. لذا، يتم تصنيفها وفقاً لأساسين رئيسيين: درجة الانحدار وشكل الانحدار. وفيما يلي التصنيف:

أولاً – أنواع الانحدارات حسب درجة الانحدار:

١. الانحدار البسيط أو الخفيف :يشمل هذا النوع من الانحدار المناطق التي تتميز بميل بطيء، حيث تتباعد الخطوط الكنتورية عن بعضها نتيجة اتساع المسافة الأفقية بين كل خط كنتوري وآخر. تتراوح درجات انحدار هذا النوع بين (٠° – ٩.١٤°). تتميز هذه المنحدرات بأنها أكثر ملائمة للأنشطة المختلفة، مثل الزراعة والبناء، حيث يسهل استغلالها بشكل فعال. تتوزع هذه الانحدارات في المناطق القريبة من نهر الزاب الكبير وروافده، أي في المناطق الجنوبية والجنوبية الغربية ضمن منطقة الدراسة[8].

٢.الانحدار المعتدل أو المتوسط :في هذا النوع، تكون المسافة الأفقية بين الخطوط الكنتورية متساوية تقريباً ومنتظمة. ويتراوح انحدار هذه المناطق بين (٩.٢٤° – ١٥°). يواجه الإنسان عند استغلال هذه الأراضي، سواء في النشاط الزراعي أو البناء، بعض التحديات، مثل صعوبة استخدام بعض الآلات الزراعية في بعض الحالات. بالإضافة إلى ذلك، قد يواجه الإنسان بعض الصعوبات في استثمار هذه الأراضي بشكل كامل بسبب التدرج المعتدل للانحدار.

٣.الانحدار الشديد :يشمل هذا النوع المناطق التي تتميز بشدة انحدارها، حيث تتقارب الخطوط الكنتورية بشكل كبير نتيجة لقصر المسافة الأفقية بين كل خط كنتوري وآخر. وتتراوح درجات انحدار هذه المناطق بين (٢٥° – ٤٥°) فأكثر. تعاني هذه المناطق من مشاكل مثل الانزلاق الصخري وحركة المواد الصخرية نتيجة شدة الانحدار، حيث يمكن أن تحدث ظواهر مثل السقوط الحر للأحجار. وبالتالي، يشكل هذا النوع من الانحدارات عائقاً كبيراً أمام الأنشطة البشرية بكافة أنواعها، بما في ذلك الزراعة والبناء والمواصلات[9].

خامساً: أنواع الانحدارات حسب الشكل

تصنَّف الانحدارات وفقًا لشكلها إلى الفئات التالية:

١– الانحدارات المنتظمة

تتميز هذه الانحدارات بأسطح مستوية خالية من التقعر أو التحدب، بغض النظر عن ارتفاعها أو درجة انحدارها. تكون الخطوط الكنتورية موزعة بانتظام على امتدادها. ويُعد انتظام سطح المنحدر عاملًا خطيرًا، خاصة في السفوح ذات الانحدارات الشديدة،

حيث يسمح بحركة المواد المختلفة، سواء البطيئة أو السريعة، مما يجعلها منزلقًا للمواد المفككة[١٠].

٢- الانحدارات غير المنتظمة

يشمل هذا النوع من الانحدارات عدة أشكال تختلف تبعًا للظروف التي ساهمت في تكوينها، مثل الانحدارات ذات الشكل غير المنتظم التي تتكون من مقاطع محدبة، مقعرة، أو مستوية، وبعضها يأخذ شكلًا سلميًا. وتظهر الخطوط الكنتورية في هذا النوع بشكل غير منتظم، حيث تتقارب أحيانًا وتبتعد أحيانًا أخرى[١١]. كما يندرج ضمن هذا التصنيف الانحدارات شديدة التضرس والوعورة، والتي يعود تشكلها إلى طبيعة المكونات الصخرية.

٣- الانحدارات المقعرة

يتشكل هذا النوع من الانحدارات في مناطق الضعف الصخري أو عند قاعدة المرتفعات، نتيجة توقف عملية القص لمواد سطح الأرض. تُعد قاعدة المنحدرات مناطق مستقرة ومتوازنة، حيث ينتج هذا التوازن عن عمليات النقل أو الإرساب. وتعتمد درجة انحدار السفوح المقعرة على نوع الصخور وحجم الترسبات وطبيعتها، حيث تزداد ظاهرة التقعر عندما تكون الصخور سهلة الاستجابة للعمليات الجيومورفولوجية، والمواد المترسبة ناعمة الحبيبات.

٤- الانحدارات المحدبة

تبدأ هذه الانحدارات بانحدار بطيء في قمتها، ثم تزداد شدة انحدارها تدريجيًا كلما اتجهنا نحو أسفل المنحدر. وتظهر الخطوط الكنتورية متباعدة عند القمة ثم تتقارب بالتدريج نزولًا[١٢]. ويشبه الشكل العام لهذه الانحدارات القبة، حيث يكون الانحدار متماثلًا على جانبي المنحدر.

٥- الانحدارات الجرفية

ينتج عن اختلاف العوامل المؤثرة في تكوين وتطور المنحدرات. تتخذ هذه السفوح شكلًا غير منتظم، سواء بسبب العوامل الطبيعية مثل التعرية المائية، أو بفعل النشاط البشري. تمتاز هذه الانحدارات بعدم ثبات التربة والمفتتات الصخرية، إضافة إلى ضعف الغطاء النباتي، مما يجعلها عرضة للانجراف بفعل شدة الانحدار وتأثير الجاذبية الأرضية، مما يجعلها مناطق خطرة وغير مستقرة، حيث تكثر فيها التشققات الصخرية نتيجة عمليات القطع المستمرة.

٦- الانحدارات المضرسة

يتشكل هذا النوع نتيجة تأثير المياه الجارية، التي تعمل على تقطيع المنحدرات وتفتيتها، فتظهر على شكل سلسلة متعددة القمم أو بشكل منفرد، مع جوانب شديدة الانحدار نحو المجاري المائية[١٣]. وتُعد هذه الانحدارات غير مناسبة للاستثمار البشري بسبب طبيعة الصخور الصلبة والوعرة، وعدم الاستقرار الناجم عن عمليات الجريان المائي المستمرة.

خامساً: تحليل الانحدارات

أ- تصنيف يونك young

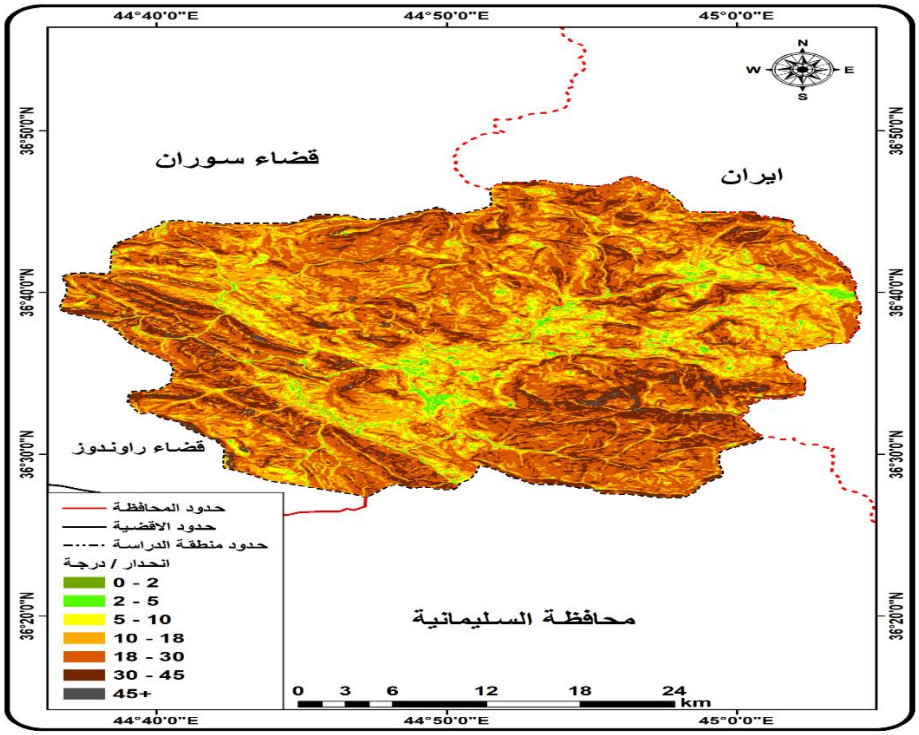
أعده العالم يونك youngعام ١٩٧٥، يحتوي التصنيف على سبع مستويات تصنيفية متقاربة في بدايتها وتزداد درجة التعميم بزيادة زاوية المنحدر الارضي، ومن الامور التي يمتاز بها هذا التصنيف انه متسلسل[١٤]. تم تقسيم منطقة الدراسة تبعاً لهذا التصنيف الى سبع مستويات، حسب درجة الانحدار لكل جزء منها، وتوضح الخريطة (٤) والجدول (٣) اهم اشكال

التضـــرس والزوايـــا الانحداريـــه لكـــل مســـتوى مـــن المســـتويات، وهـــي كـــالاتي خريطة (٤) جدول (٣):

١- الأراضي المستوية (٠-٢ درجة)

تشغل الأراضي المستوية مساحة صغيرة جدًا تبلغ ٤.٤ كم²، أي ما يعادل ٠.٤١٪ من إجمالي المساحة. هذه الأراضي تكاد تكون نادرة في منطقة الدراسة، لكنها الأكثر ملاءمة للأنشطة الزراعية والبنائية نظرًا لسهولة العمل فيها واستقرار التربة. ومع ذلك، فإن ضآلة مساحتها تحدّ من إمكانية الاستفادة منها على نطاق واسع.

خريطة (٤) تصنيف يونك (Young) لمنطقة الدراسة



المصدر: تغلب جرجيس داود، إشكال سطح الأرض، الجيموفولوجيا التطبيقية، كلية التربية، الجامعة المستنصرية، الدار الجامعية للطباعة، البصرة ، ٢٠٠٠م ، ص ١٢٣-١٢٤ .

جدول (٣) اشكال تضرس ودرجات الانحدار حسب تصنيف يونك (young)

درجة الانحدار	نوع انحدار الارض	المساحة	النسبة
0-2	أراضي مستوية	4.4	0.41
2-5	أراضي بسيطة الانحدار	28.7	2.71
5-10	أراضي خفيفة الانحدار	117.01	10.98
10-18	أراضي معتدلة الانحدار	301.25	28.3
18-30	أراضي شديدة الانحدار	446.31	41.9
30-45	أراضي شديدة الانحدار جداً	158.19	14.85
45+	أراضي جرفية	9.14	0.85
المجموع	----------	1065	100

المصدر: خريطة (٤).

٢- الأراضي بسيطة الانحدار (٢-٥ درجة)

تمثل هذه الفئة ٢٨.٧ كم²، بنسبة ٢.٧١٪ من إجمالي المساحة. ورغم أن درجة انحدارها منخفضة نسبيًا، إلا أنها تحتاج إلى بعض التدابير للحفاظ على التربة، خاصة في حالة الزراعة. تُعد هذه الأراضي أكثر قابلية للاستخدام مقارنة بالفئات الأعلى انحدارًا، لكنها لا تشكل نسبة كبيرة من المنطقة.

٣- الأراضي خفيفة الانحدار (٥-١٠ درجة)

تغطي الأراضي خفيفة الانحدار مساحة ١١٧.٠١ كم²، أي ١٠.٩٨٪ من إجمالي المنطقة. تتميز هذه الأراضي بإمكانية استثمارها زراعيًا، لكن ذلك يتطلب تطبيق بعض أساليب الحفظ للحد من تآكل التربة. كما يمكن استخدامها لأغراض أخرى مثل التوسع العمراني، ولكن مع مراعاة التدابير الهندسية المناسبة.

٤- الأراضي معتدلة الانحدار (١٠-١٨ درجة)

تشكل هذه الفئة ٣٠١.٢٥ كم²، أي ما نسبته ٢٨.٣٪ من إجمالي المساحة، مما يجعلها واحدة من الفئات الأكثر انتشارًا. وعلى الرغم من أن هذه الأراضي يمكن استخدامها في بعض الأنشطة الزراعية، إلا أنها تتطلب أساليب خاصة لمنع التعرية، مثل الزراعة المدرّجة أو إنشاء الحواجز للحفاظ على التربة.

٥- الأراضي شديدة الانحدار (١٨-٣٠ درجة)

تمثل الأراضي شديدة الانحدار أكبر نسبة من المساحة، حيث تصل إلى ٤٤٦.٣١ كم²، أي ما يعادل ٤١.٩٪ من إجمالي المنطقة. هذه الأراضي تشكل تحديات كبيرة فيما يتعلق بالاستخدام الزراعي أو العمراني، حيث يصعب استثمارها دون اللجوء إلى إجراءات خاصة للتثبيت ومنع الانجراف. تعدّ هذه المناطق الأكثر عرضة لخطر التعرية والانهيارات، مما يتطلب تدابير حماية دائمة.

٦- الأراضي شديدة الانحدار جدًا (٣٠-٤٥ درجة)

تمتد هذه الفئة على مساحة ١٥٨.١٩ كم²، بنسبة ١٤.٨٥٪. تعتبر هذه الأراضي وعرة جدًا، مما يحد من إمكانيات استخدامها لأي أغراض زراعية أو إنشائية، إلا في حالات محدودة مثل الغابات الطبيعية أو الأنشطة الرعوية. وغالبًا ما تكون هذه

المناطق غير مستقرة، مما يجعلها بحاجة إلى جهود كبيرة للحد من التدهور البيئي فيها.

٧- الأراضي الجرفية (أكثر من ٤٥ درجة)

تشكل هذه الفئة أقل نسبة بين جميع الأنواع، حيث تغطي ٩.١٤ كم² فقط، أي ٠.٨٥٪ من إجمالي المساحة. تتميز هذه المناطق بحدة انحدارها الشديدة، مما يجعلها عرضة للانهيارات والتعرية المستمرة، وبالتالي غير مناسبة لأي نوع من الاستثمارات الزراعية أو العمرانية. غالبًا ما تكون هذه الأراضي خطرة وغير مستقرة، مما يستدعي الحذر عند التعامل معها أو محاولة استغلالها.

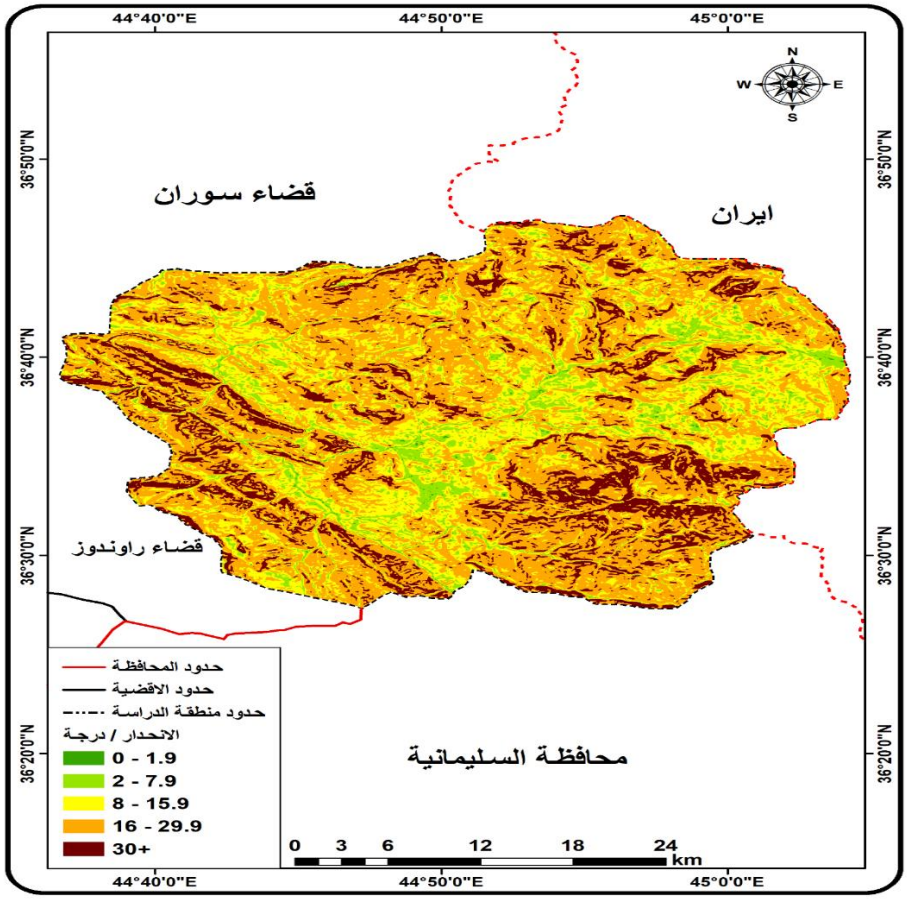
بناءً على هذه المعطيات، يتضح أن غالبية الأراضي في منطقة الدراسة تقع ضمن الفئات شديدة الانحدار، حيث تمثل الأراضي التي تزيد درجة انحدارها عن ١٨ درجة حوالي ٥٦.٧٥٪ من إجمالي المساحة. هذا الوضع يشير إلى تحديات كبيرة فيما يتعلق بالاستثمار الزراعي والعمراني، إذ تزداد مخاطر الانهيارات والتعرية في المناطق المرتفعة الانحدار، مما يتطلب تدخلات هندسية للحفاظ على استقرارها. على الجانب الآخر، فإن المساحات القليلة المتاحة للأراضي المستوية والبسيطة تجعل من الضروري استغلالها بطرق مستدامة، مع تطبيق أساليب حديثة للحد من المخاطر البيئية المرتبطة بالمناطق شديدة الانحدار.

ب-تصنيف Zink

أعده العالم Zink، (١٩٨٨-١٩٨٩) وهو تصنيف جيومورفولوجي هرمي متسلسل، يحتوي على خمسة مستويات تصنيفية للمنحدرات الارضية ، ويتدرج بمستويات أنحدارية متقاربة ثم يبدأ التعميم بزيادة زاوية الانحدار مع مستوى التصنيف ، ومن مميزات هذا التصنيف انه يعطي صورة اكثر

وضـوحاً عـن المنحـدرات الارضـية وفيمـا يلـي توضـيح لمسـتويات التصـنيف خريطة (٥) جدول (٤).

خريطة (٥) تصنيف زنك (Zink) لمنطقة الدراسة



المصدر:

Stan Marin Ed 1999, GIS Solution in Natural Resource Management, Tenewabe Natural Resources Foundation and National Academy of Sciences – National Research Council, Washington, 1999, p88.

جدول (٤) أصناف الانحدارات ومستويات تضرس الارض حسب تصنيف زنك (Zink)

الصنف	الشكل	الفئة	المساحة	النسبة المئوية
1	مسطح	٠ – ١.٩	3.76	0.35
2	تموج خفيف	٢ – ٧.٩	87.33	8.2
3	متموج	٨– ١٥.٩	274.43	25.74
4	مقطعة مجزأة	١٦– ٢٩.٩	529.58	49.71
5	مقطعة بدرجة عالية	30+	169.9	16
المجموع	------	------	1065	100

بالاعتماد على خريطة (٥).

يتضح من الجدول أن تصنيف الأراضي يعتمد على مدى تدرج الانحدار، حيث تنقسم المنطقة إلى خمس فئات رئيسية وفقًا لدرجة تموج السطح والانحدار. تحليل هذه الفئات يكشف عن مدى تأثير طبيعة الأرض على استخداماتها المختلفة، سواءً في الزراعة أو العمران أو أي أنشطة أخرى.

١. الأراضي المسطحة (٠ – ١.٩ درجة)

تمثل هذه الفئة أقل نسبة من إجمالي المساحة، حيث تغطي ٣.٧٦ كم² فقط، أي ما يعادل ٠.٣٥٪. هذه الأراضي تكاد تكون معدومة في منطقة الدراسة، لكنها تُعدّ الأكثر استقرارًا وسهولة للاستخدام، مما يجعلها مثالية للزراعة والبناء، إلا أن محدودية مساحتها تقلل من أهميتها في التخطيط التنموي.

٢. الأراضي ذات التموج الخفيف (٢ – ٧.٩ درجة)

تغطي هذه الفئة ٨٧.٣٣ كم²، أي بنسبة ٨.٢٪ من إجمالي المساحة. رغم أن هذه الأراضي تمتلك درجة انحدار طفيفة، إلا أنها لا تزال قابلة للاستثمار الزراعي والبشري، مع الحاجة إلى بعض التدابير للحفاظ على التربة، خاصة في المناطق التي تشهد تساقطًا مرتفعًا للأمطار.

٣. الأراضي المتموجة (٨ – ١٥.٩ درجة)

تمثل هذه الفئة جزءًا مهمًا من المنطقة، حيث تغطي ٢٧٤.٤٣ كم²، أي ٢٥.٧٤٪ من إجمالي المساحة. هذه الأراضي تتميز بتموجاتها المتوسطة، مما يجعلها صالحة لبعض الأنشطة الزراعية، لكنها تحتاج إلى ممارسات زراعية خاصة مثل إنشاء المصاطب لمنع تآكل التربة.

٤. الأراضي المقطعة المجزأة (١٦ – ٢٩.٩ درجة)

تشغل هذه الفئة الحصة الأكبر من المساحة، حيث تمتد على ٥٢٩.٥٨ كم²، أي ٤٩.٧١٪ من إجمالي المنطقة. هذه الأراضي تتميز بتضاريس وعرة وغير منتظمة، مما يجعل استغلالها أمرًا صعبًا للغاية، سواء للزراعة أو العمران. تعتبر هذه المناطق الأكثر عرضة لخطر التعرية والانجراف، مما يستدعي تدابير حماية بيئية وهندسية للحفاظ على استقرارها.

٥. الأراضي المقطعة بدرجة عالية (٣٠+ درجة)

تغطي هذه الفئة ١٦٩.٩ كم²، أي ١٦٪ من إجمالي المساحة، وهي من بين أكثر المناطق صعوبة في الاستغلال. نظرًا لحدة انحدارها، فإنها تتعرض بشكل متزايد لخطر التآكل والانهيارات الأرضية، مما يحدّ بشكل كبير من أي إمكانية لاستخدامها

في الأنشطة الزراعية أو التنموية، باستثناء بعض الاستثمارات المحدودة في المجالات الحراجية أو الحفاظ على الغطاء النباتي الطبيعي.

يظهر التحليل أن غالبية الأراضي تقع ضمن الفئتين المقطعة المجزأة والمقطعة بدرجة عالية، حيث تمثلان ٦٥.٧١٪ من إجمالي المساحة، مما يعكس طبيعة وعرة للمنطقة، تحدّ من إمكانيات استثمارها في الزراعة أو العمران. في المقابل، فإن الأراضي المسطحة والتي تمتلك تموجًا خفيفًا تشكل فقط ٨.٥٥٪، مما يعني أن المساحات المناسبة للاستثمار التقليدي محدودة جدًا.

الاستنتاجات:

١. المناطق الشديدة الظل هي الأكثر انتشارًا، مما يؤدي إلى زيادة نشاط التجوية الكيميائية بسبب ارتفاع معدلات الرطوبة.

٢. يتضح من توزيع المساحات أن غالبية المنطقة تخضع لانحدارات شديدة، حيث تمثل الأراضي المقطعة بدرجة عالية ٦٥.٧١٪ من إجمالي المساحة، مما يعكس طبيعة صعبة تعيق الأنشطة الزراعية والتنموية التقليدية.

٣. تشكل الأراضي المسطحة والمتموجة بنسبة طفيفة ٨.٥٥٪ فقط، مما يعني أن المناطق الملائمة للأنشطة الزراعية والتوسع العمراني محدودة للغاية، وتستدعي استغلالًا مدروسًا ومستدامًا.

٤. معظم المساحة تقع ضمن الفئات ذات الانحدار المتوسط إلى الحاد، مما يجعلها عرضة لعمليات التعرية والجرف، ويستدعي تطبيق استراتيجيات للحفاظ على التربة والاستقرار البيئي، مثل بناء المصاطب الزراعية والتشجير.

٥. بسبب الطبيعة الوعرة للأراضي، فإن أي مشروعات استثمارية أو زراعية تحتاج إلى دراسات دقيقة حول استصلاح الأراضي، مع التركيز على أساليب مقاومة التآكل والانجراف.

٦. رغم صعوبة الزراعة والبناء في المناطق المقطعة بشدة، يمكن استغلالها في مشاريع بيئية مثل زراعة الأشجار الحراجية، أو السياحة البيئية، أو إنشاء محميات طبيعية للحفاظ على التنوع البيئي.

الهوامش

١. حسن سيد ابو العينين، اصول الجيومورفولوجيا، الطبعة الثالثة، دار النهضة العربية، بيروت، لبنان، ١٩٧٦، ص٣٣٧.

٢. تغلب جرجيس داود، الجيومورفولوجيا التطبيقية علم اشكال سطح الارض التطبيقي، الجامعة المستنصرية، كلية التربية ،٢٠٠٠،ص١٢٠.

٣. حارث عباس علي الجبوري، تحليل المخاطر لأشكال سطح الأرض على بحيرة دربندخان السليمانية، رسالة ماجستير غير منشورة، ٢٠٢٤، ص ٣٥.

٤. حكمت عزيز حمد واخرون، المخاطر الجيومورفولوجية على طريق النقل في المنطقة الجبلية من محافظة اربيل طريق سيبك – ميركة سور انموذجاً (دراسة في الجيومورفولوجية التطبيقية) كلية الآداب ، المجلد ٢٠، العدد ٦، ٢٠١٦ ، ص٣٧.

٥. علي خليل خلف وسعدون ظاهر خلف ، تحليل الخصائص المورفومترية (الارتفاعات والانحدارات) لسطح محافظة الانبار ، مجلة جامعة الانبار ، العدد (٢) المجلد (٢)، ٢٠١٥،ص٨٥.

6. Huang, X., & Batelaan, O. Topographic Indices for Soil Moisture Mapping. Hydrology and Earth System Sciences Discussions, (2006), P321-356.

7. Evans, I. S. Geomorphometry: Concepts, Software, Applications. Developments in Soil Science, Elsevier (2012) P135.

8 خلف حسين الدليمي، الجيومورفولوجيا علم اشكال الارض التطبيقي، ص٢١١.

9. تغلب جرجيس داود ، الجيومورفولوجيا التطبيقية علم اشكال سطح الارض التطبيقي ، الجامعة المستنصرية ، كلية التربية ،٢٠٠٠،ص١٤٢.

١٠. عبد العظيم قدورة وشتهي، مبادئ الجيمورفولوجيا ، الطبعة الاولى ، جامعة الازهر ،فلسطين، ٢٠٠٦،ص٤٥.

١١. أحمد الدوي ومحمود صبري محسوب، الخريطة الكنتورية قراءة وتحليل ، دار الفكر العربي ، ٢٠٠٥،ص٢٨.

١٢. خلف حسين علي الدليمي، التضاريس الارضية،جيمورفولوجية عملية تطبيقية ،مصدر سابق ص١٦٩.

١٣. محمد صبري محسوب، علم اشكال سطح الارض التطبيقي، مصدر سابق، ص١٢٣.
(١٤) تغلب جرجيس داود، إشكال سطح الأرض، الجيوموفولوجيا التطبيقية، مصدر سابق، ص ١٢٣,١٢٤.

المصادر:

١. ابو العينين، حسن سيد، اصول الجيومورفولوجيا، الطبعة الثالثة، دار النهضة العربية، بيروت، لبنان ،١٩٧٦.
٢. أحمد الدوي ومحمود صبري محسوب، الخريطة الكنتورية قراءة وتحليل، دار الفكر العربي، ٢٠٠٥.
٣. الجبوري، حارث عباس علي، تحليل المخاطر لأشكال سطح الأرض على بحيرة دربندخان السليمانية، رسالة ماجستير غير منشورة، ٢٠٢٤.
٤. حكمت عزيز حمد واخرون، المخاطر الجيومورفولوجية على طريق النقل في المنطقة الجبلية من محافظة اربيل طريق سيبك – ميركة سور انموذجاً (دراسة في الجيومورفولوجية التطبيقية) كلية الآداب ، المجلد ٢٠، العدد ٦، ٢٠١٦.
٥. الخفاجي، سرحان نعيم، الجيومورفولوجيا اشكال سطح الارض، ص١٠٩.
٦. داود، تغلب جرجيس، الجيومورفولوجيا التطبيقية علم اشكال سطح الارض التطبيقي ، الجامعة المستنصرية ، كلية التربية ،٢٠٠٠.
٧. داود، تغلب جرجيس، الجيومورفولوجيا التطبيقية علم اشكال سطح الارض التطبيقي ، الجامعة المستنصرية ، كلية التربية ، الدار الجامعية للطباعة ، البصرة ، ٢٠٠٠م .
٨. الدليمي، خلف حسين، التضاريس الارضية (دراسة جيومورفولوجية تطبيقية)دار الصفا للنشر والتوزيع ، جامعة الانبار ،ط ١، ٢٠١٢.
٩. صيام، غزوان سلوم ونعمان، علم اشكال سطح الارض التطبيقي الجيومورفولوجيا التطبيقية ،جامعة دمشق،٢٠١٧-٢٠١٨.
١٠. الطائي ،علي طالب حمزة ،المخاطر الهيدروجيومورفولوجية شرقي العراق بين نهري ديالى والكرخة .
١١. علي خليل خلف وسعدون ظاهر خلف ، تحليل الخصائص المورفومترية (الارتفاعات والانحدارات) لسطح محافظة الانبار ، مجلة جامعة الانبار ، العدد (٢) المجلد (٢)، ٢٠١٥.

١٢. محسوب، محمد صبري، جيومورفولوجية الاشكال الارضية، كلية الاداب، جامعة القاهرة، ط١، ١٩٩٧.

١٣. وشتهي، عبد العظيم قدورة، مبادئ الجيمورفولوجيا ، الطبعة الاولى ، جامعة الازهر ،فلسطين، ٢٠٠٦.

14. Huang, X., & Batelaan, O. Topographic Indices for Soil Moisture Mapping. Hydrology and Earth System Sciences Discussions, (2006).
15. Evans, I. S. Geomorphometry: Concepts, Software, Applications. Developments in Soil Science, Elsevier (2012).
16. Taha, Sinai Abd, Taha, Israa Abd, Calculating spatial and temporal changes in agricultural lands using RS (Manadhira District as a model), Medad Al-Adab Magazine, (special for the Geography Department Conference 2023).
17. Abbas, Ahmed Majed. Using spatial interpolation to detect changes in temperature and rainfall ranges for the Al-Jazeera region in Iraq: Using spatial interpolation to detect changes in temperature and rainfall ranges for the Al-Jazeera region in Iraq. Medad of Arts, 2023, 1. Special to the Geography.

References:

1. Abu Al-Enein, Hassan Sayed. *Fundamentals of Geomorphology*, 3rd Edition, Dar Al-Nahda Al-Arabia, Beirut, Lebanon, 1976.
2. Ahmed Al-Duwai & Mahmoud Sabri Mahsoub. *The Contour Map: Reading and Analysis*, Dar Al-Fikr Al-Arabi, 2005.
3. Al-Jubouri, Harith Abbas Ali. *Risk Analysis of Landforms around Lake Darbandikhan, Sulaymaniyah*, Unpublished Master's Thesis, 2024.
4. Hikmat Aziz Hamad et al. *Geomorphological Hazards on the Transport Route in the Mountainous Region of Erbil Governorate: The Sibak–Mergasor Road as a Model (A Study in Applied Geomorphology)*, College of Arts, Vol. 20, No. 6, 2016.
5. Al-Khafaji, Sarhan Naeem. *Geomorphology: Landforms*, p. 109.
6. Dawood, Taghleeb Jirjees. *Applied Geomorphology: The Science of Applied Landforms*, Al-Mustansiriyah University, College of Education, 2000.

7. Dawood, Taghleeb Jirjees. *Applied Geomorphology: The Science of Applied Landforms*, Al-Mustansiriyah University, College of Education, University Press House, Basrah, 2000.
8. Al-Dulaimi, Khalaf Hussein. *Terrestrial Landforms (An Applied Geomorphological Study)*, Dar Al-Safa for Publishing and Distribution, University of Anbar, 1st Edition, 2012.
9. Siyam, Ghazwan Salloum & Nu'man. *Applied Geomorphology: The Science of Applied Landforms*, University of Damascus, 2017–2018.
10. Al-Taie, Ali Talib Hamza. *Hydro-geomorphological Hazards in Eastern Iraq Between the Diyala and Karkheh Rivers*.
11. Ali Khalil Khalaf & Saadoun Dhahir Khalaf. *Analysis of Morphometric Characteristics (Elevations and Slopes) of Anbar Province Terrain*, Anbar University Journal, Vol. 2, No. 2, 2015.
12. Mahsoub, Mohamed Sabri. *Geomorphology of Landforms*, Faculty of Arts, Cairo University, 1st Edition, 1997.
13. Washtahi, Abdul Azim Qadoura. *Principles of Geomorphology*, 1st Edition, Al-Azhar University, Palestine, 2006.
14. Huang, X., & Batelaan, O. Topographic Indices for Soil Moisture Mapping. Hydrology and Earth System Sciences Discussions, (2006).
15. Evans, I. S. Geomorphometry: Concepts, Software, Applications. Developments in Soil Science, Elsevier (2012).
16. Taha, Sinai Abd, Taha, Israa Abd, Calculating spatial and temporal changes in agricultural lands using RS (Manadhira District as a model), Medad Al-Adab Magazine, (special for the Geography Department Conference 2023).
17. Abbas, Ahmed Majed. Using spatial interpolation to detect changes in temperature and rainfall ranges for the Al-Jazeera region in Iraq: Using spatial interpolation to detect changes in temperature and rainfall ranges for the Al-Jazeera region in Iraq. Medad of Arts, 2023, 1. Special to the Geography.