Analysis of Land Suitability and Capability in Shahbazar District and Its Relationship with Geomorphological Hazards Using Spatial Modeling

Asst. Prof. Amer Mahmood Abdulkarim
University of Basrah / College of Arts
Email: amer.mahmood@uobasrah.edu.iq

Abstract:

This study analyzes land suitability and capability in Shahbazar District, aiming to understand the relationship between these factors and the geomorphological hazards affecting the area. The research involves evaluating the geomorphological, topographic, and environmental characteristics of Shahbazar, and analyzing how these factors influence various land uses.

The analysis employs a set of geospatial criteria to determine the degree of land suitability for different activities, including agriculture, construction, and urban development. The study also focuses on identifying and assessing geomorphological hazards and their direct impact on land capability.

The findings indicate that areas with high and very high geomorphological hazard levels significantly reduce the suitability of land in Shahbazar District. Lands exposed to these hazards are notably less suitable for agricultural and construction uses compared to areas with lower exposure. Conversely, regions with stable geomorphological characteristics—such as flat terrain and gentle slopes—demonstrated greater land capability. In contrast, lands with steep slopes or those exposed to severe erosion were found to have low potential for sustainable land use.

Keywords: Spatial modeling, geomorphological hazards, land suitability and capability, Shahbazar District.

تحليل الملائمة والقابلية الارضية في قضاء شهربازار وعلاقتها بالمخاطر الجيومورفولوجية باستخدام النمذجة المكانية

أ.م.عامر محمود عبدالكريم
جامعة البصرة / كلية الآداب
E-mail: Amer.mahmood@uobasrah.edu.iq

الملخص:

يتناول البحث تحليل الملائمة والقابلية الأرضية في قضاء شهربازار، ويهدف إلى فهم العلاقة بين هذه العوامل والمخاطر الجيومورفولوجية التي تؤثر في المنطقة. تتضمن الدراسة تقييم الخصائص الجيومورفولوجية والتضاريسية والبيئية لقضاء شهربازار، وتحليل مدى تأثيرها في استخدامات الأرض المختلفة. يعتمد التحليل على مجموعةٍ من المعايير الجغرافية لتحديد مدى ملاءمة الأراضي للأنشطة المختلفة، بما في ذلك الزراعة والبناء والتطوير. كما تركِّز الدراسة على المخاطر الجيومورفولوجية في المنطقة، وكيفية تأثيرها في القابلية الأرضية.

استنتجت الدراسة أن المخاطر الجيومورفولوجية العالية والعالية جدًا تؤثر على شكلٍ كبيرٍ في ملاءمة الأراضي في قضاء شهربازار. المناطق المُعرَّضة لتلك المخاطر تكون أقل ملاءمةً للاستخدامات الزراعية والبنائية موازنةً بالمناطق الأقل عُرضةً لهذه المخاطر، كما بيَّنت الدراسة المناطق ذات الخصائص الجيومورفولوجية المستقرة، مثل المناطق ذات التضاريس المسطحة أو المنحدرات المنخفضة، أظهرت قابليةً أرضيةً أفضل. بينما الأراضي ذات المنحدرات الحادة أو المناطق المُعرَّضة للتعرية الشديدة كانت أقل قابليةً لاستخدامات الأراضي المستدامة.

الكلمات المفتاحية: النمذجة المكانية ، المخاطر الجيومورفولوجية ، الملاءمة والقابلية الأرضية ، قضاء شهربازار.

المقدمة:

تحليل الملائمة والقابلية الأرضية في قضاء شهربازار يمثل أداةً مهمةً لمحاكاة كيفية استخدام الأرض بطريقةٍ مستدامةٍ وفعَّالةٍ. يرتبط هذا التحليل بتقييم مدى ملاءمة الأراضي المختلفة في المنطقة لأنواعٍ مُعيَّنةٍ من الاستخدامات، مثل الزراعة، البناء، أو الحفاظ على البيئة. يعتمد تحليل الملاءمة على مجموعةٍ من العوامل، منها التربة، المناخ، التضاريس، والبنية التحتية المتاحة.

في قضاء شهربازار، تؤدِّي العوامل الجيومورفولوجية دوراً حاسمًا في تحديد ملاءمة الأرض للاستخدامات المختلفة. الجيومورفولوجيا تدرس أشكال سطح الأرض والعوامل التي تشكلها، مثل التعرية، التصدعات الأرضية، والظواهر الجيولوجية الأخرى. و من ثَم ، يمكن أن تكون المخاطر الجيومورفولوجية، مثل الانهيارات الأرضية أو التعرية المفرطة، عائقًا كبيرًا أمام استخداماتٍ معيَّنةٍ للأرض.

تحليل القابلية الأرضية في شهربازار يمكن أن يكشف عن مناطق ذات ملاءمةٍ عاليةٍ للاستخدامات الزراعية أو السكنية، وأخرى تحتاج إلى تدابير خاصةٍ للحد من المخاطر الجيومورفولوجية. مثل هذه التحليلات تساعد في توجيه التنمية المستدامة وتخطيط استخدام الأراضي في المنطقة، مما يقلل من المخاطر البيئية ويُحسِّن من جودة الحياة للسكان المحليين.

تطبيق هذا النوع من التحليل يعتمد على أدواتٍ وتقنيات نظم المعلومات الجغرافية (GIS)، التي تتيح دمج البيانات الجغرافية والبيئية و تحليلها. من خلال هذه الأدوات، يمكن إنشاء خرائط تُوضِّح مناطق الملائمة العالية والمنخفضة، وكذلك تحديد المناطق التي تتطلب حمايةً خاصةٍ أو تدخلاتٍ لإدارة المخاطر الجيومورفولوجية.

مشكلة الدراسة:

تتلخص مشكلة الدراسة بالسؤال الآتي (هل تحديد وتحليل الملائمة والقابلية الأرضية للمنطقة بناءً على العوامل الجيومورفولوجية التي تؤثر في استخدامها المستدام وهل يمكن توظيف التقانات الحديثة في تحليل تلك المخاطر)

فرضية الدراسة:

إن الفرضية الرئيسة للدراسة هي إمكانية تحليل الملائمة والقابلية الأرضية في قضاء شهربازار، عند أخذه بحساب المخاطر الجيومورفولوجية، يمكن أن يوفر معلوماتٍ دقيقةً حول المناطق الأكثر ملاءمةً لمختلف الاستخدامات البشرية. بعبارةٍ أخرى، من خلال تقييم تأثير المخاطر الجيومورفولوجية مثل التعرية والانهيارات الأرضية، يمكن تحسين فعالية التخطيط واستخدام الأراضي في المنطقة وتقليل المخاطر البيئية والاقتصادية.

أهداف الدراسة:

١- تقييم ملاءمة الأراضي: أي تحليل مدى ملاءمة الأراضي في قضاء شهربازار للاستخدامات المختلفة مثل الزراعة والبناء، بناءً على خصائص الأرض مثل التربة، التضاريس، والمياه.
تحديد المناطق الملائمة وغير الملائمة: تحديد المناطق التي تتمتع بملاءمةٍ عاليةٍ والمناطق التي تحتاج إلى تحسيناتٍ لزيادة ملاءمتها.

٢- تحليل المخاطر الجيومورفولوجية: وذلك من خلال دراسة المخاطر الجيومورفولوجية السائدة في المنطقة، مثل التآكل والانهيارات الأرضية والفيضانات، وكيفية تأثيرها في الأراضي، زيادةً على تحديد المناطق التي تواجه أعلى المخاطر الجيومورفولوجية وكيفية تأثيرها في استخدام الأراضي.

٣- تحليل التأثيرات المتبادلة: من خلال دراسة كيفية تأثير المخاطر الجيومورفولوجية في ملاءمة الأراضي واستخداماتها المختلفة.

٤- تقييم العلاقة بين المخاطر والملاءمة وذلك لفهم العلاقة بين مستويات المخاطر الجيومورفولوجية وملاءمة الأرض لتحديد كيف يمكن تحسين ملاءمة الأرض في المناطق المُعرَّضة للمخاطر.

٥- اقتراح استراتيجياتٍ لإدارة المخاطر وتحسين الملاءمة، وذلك من خلال تقديم توصياتٍ لتحسين ملاءمة الأراضي في المناطق المُعرَّضة لمخاطر جيومورفولوجية بناءً على نتائج التحليل.

٦- استخدام نظم المعلومات الجغرافية (GIS) وتحليل البيانات المكانية وتحديد العلاقة بين المخاطر الجيومورفولوجية وملاءمة الأراضي، زيادةً على إنشاء خرائط توضح توزيع المخاطر وملاءمة الأراضي وتقديم تحليلاتٍ تدعم النتائج.

منهجية الدراسة:

في دراسة تحليل ملاءمة وقابلية الأرض في قضاء شهربازار وعلاقتها بالمخاطر الجيومورفولوجية، تم استخدام مجموعةٍ من المناهج الجغرافية الأساسية التي تُسهم على شكلٍ كبيرٍ في تحقيق أهداف البحث. من بين هذه المناهج، يأتي المنهج الوصفي أداةً مهمةً لتقديم وصفٍ تفصيليٍّ للخصائص الجغرافية والجيومورفولوجية، مثل التربة والتضاريس، وتحديد أنواع المخاطر الجيومورفولوجية التي تؤثر في ملاءمة الأرض، كما يُعد المنهج البيئي ذو أهميةٍ كبيرةٍ، إذ يُسهم في دراسة تأثير المخاطر الجيومورفولوجية على النظام البيئي وملاءمة الأرض، بما في ذلك التربة والنباتات والمياه، زيادةً على تقييم الأثر البيئي لهذه المخاطر وكيفية تأثيرها في استخدام الأراضي، أيضًا، يُستخدم المنهج التحليلي لتحليل التوزيع المكاني للخصائص الجغرافية والمخاطر الجيومورفولوجية. يشمل هذا التحليل دراسة البيانات الجغرافية لتحديد

مناطق الملاءمة والمخاطر، واستخدام نظم المعلومات الجغرافية لرسم الخرائط التي توضح توزيع المخاطر وملاءمة الأراضي، مما يساعد على تصوُّر العلاقات بين العوامل الجغرافية والمخاطر.

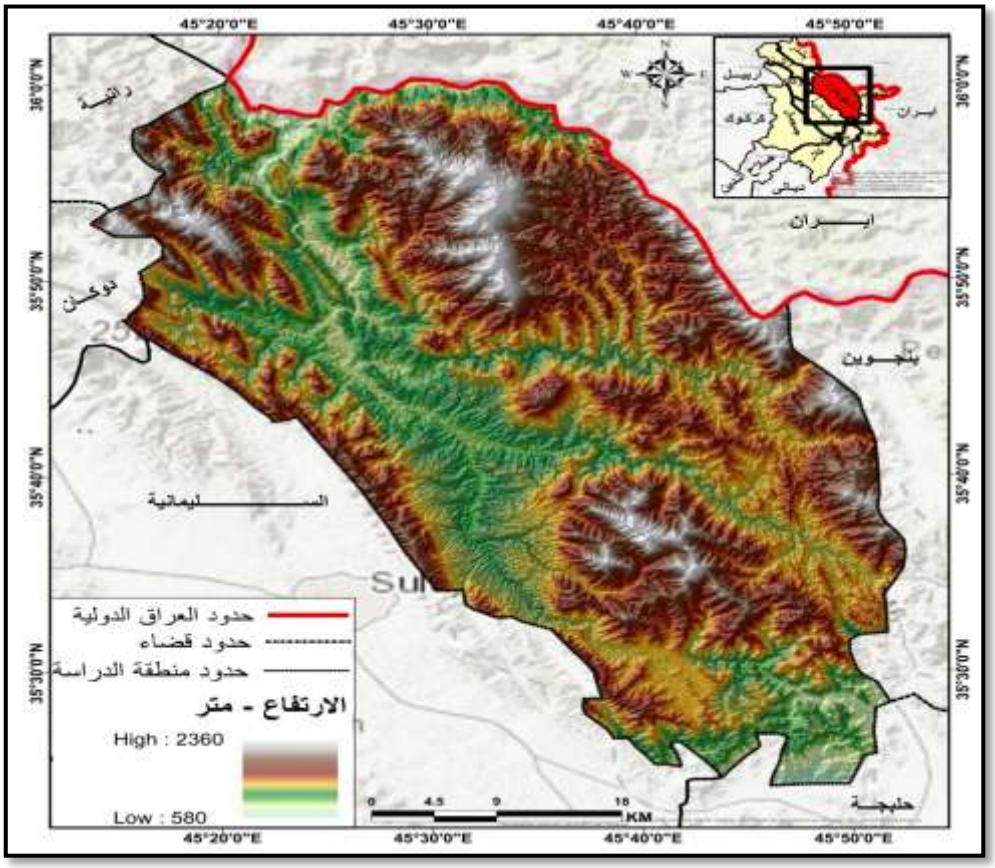
موقع منطقة الدراسة:

قضاء شهربازار هو أحد المناطق الإدارية في محافظة السليمانية ضمن إقليم كردستان العراق. يقع القضاء في الجزء الشرقي من المحافظة، ويحدُّه من الشمال قضاء رانيا، ومن الجنوب قضاء قلعة دزة، ومن الغرب قضاء حلبجة، ومن الشرق يحدُّه حدود إقليم كردستان مع إيران، يقع القضاء بين خطي طول (0 ٤٥° ٥٠′ – ٤٥° ٢٠′ ٠″) شرقًا، ودائرتي عرض (٣٥° ٣٠′ ٠″ – ٣٦° ٠′ ٠″) شمالًا، خريطة (١).

تبلغ مساحة قضاء شهربازار حوالي (٢,٤٤٠) كم^{٢} ، يمتاز بتنوُّعه الجغرافي، إذ يشمل تضاريس جبليةً ومرتفعاتٍ وهضابًا، مما يجعله منطقةً ذات أهميةٍ كبيرةٍ في الدراسات الجغرافية والجيومورفولوجية. كما تمرُّ عبره كثيرٌ من الأنهار والمجاري المائية، مما يؤثر في الخصائص البيئية والتربة في المنطقة، يُسهم موقع القضاء الفلكي والجغرافي في جعله منطقةً مثيرةً للعناية من الناحية الجغرافية والجيومورفولوجية، إذ توفر ظروفًا مناسبةً لدراسة العلاقة بين التربة، التضاريس، والمخاطر الجيومورفولوجية على شكلٍ شامل.

الحدود الزمانية : اعتمد الباحث على المرئية الفضائية Landsat 8/OLI/2023، ومصدرها موقع المساحة الجيولوجية الأمريكية (USGS)، لحساب المؤشرات الخاصة بالدراسة.

خريطة (١) الموقع الجغرافية لمنطقة الدراسة من محافظة السليمانية



المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على وزارة الموارد المائية، الهيأة العامة للمساحة، الخريطة الطبوغرافية، ١:١٠٠٠٠٠٠، ١٩٩٢، ومخرجات برنامج ArcGIS.

المحور الأول: الملاءمة والقابلية الأرضية في منطقة الدراسة

تقييم الملاءمة والقابلية الأرضية ، عمليةٌ تهدف إلى تحديد مدى مناسبة الأرض لاستخداماتٍ معيَّنةٍ بناءً على خصائصها وإمكاناتها الطبيعية. يتضمن التقييم موازنة هذه الخصائص مع متطلبات الاستخدامات المحددة، مثل الزراعة أو المراعي أو الغابات. تتنوع الاستخدامات بناءً على نوع الأرض، لذا فإن التقييم يأخذ بحسابه العوامل الطبيعية والبشرية جميعها التي تؤثر إمكانية تحقيق أقصى استفادةٍ من الأرض. في النهاية، يساعد هذا التقييم في تحديد مدى ملاءمة الأرض لتلبية الاحتياجات المحددة ويوفر مؤشراتٍ على العائد المحتمل من استخدامها[١].

١- الملاءمة الأرضية في منطقة الدراسة:

الملاءمة الأرضية تشير إلى مدى تناسب الأرض مع استخداماتٍ محددةٍ بناءً على خصائصها الطبيعية والبشرية. يتضمن ذلك تقييم العوامل مثل نوع التربة، مستوى الرطوبة، التضاريس، والمناخ لتحديد مدى ملاءمة الأرض لأغراضٍ مثل الزراعة أو الرعي أو البناء. عملية التقييم تأخذ بحسبانها هذه العوامل جميعها لتحديد مدى قدرة الأرض على دعم الأنشطة المختلفة بفعالية. على شكلٍ عام، يُعد تقييم الملائمة الأرضية أداةً حيويةً لضمان الاستخدام الأمثل للأراضي بما يتوافق مع خصائصها الطبيعية ويحقق الأهداف المرجوة منها[٢]، تم تصميم خريطة الملائمة الأرضية في منطقة الدراسة، إذ تم تصنيف الوحدات الأرضية في المنطقة وفقًا للفئات (order) ودرجاتها (class). الهدف من هذا التصنيف هو تحديد الوحدات الأرضية الأكثر ملاءمةَ للاستخدام، مع الأخذ بالحسبان الخصائص الطبيعية لكل وحدةٍ أساسًا للتقييم. تم توضيح أهم مؤهلات كل وحدةٍ في جدول (١)، وتم تقديم النتائج أيضًا من خلال خريطة (٢).

جدول (١) مستويات الملاءمة في منطقة الدراسة

رمز الملاءمة	فئة الملاءمة	المساحة كم^{٢}	النسبة المئوية
S1	ملاءمة عالية	٢٩٩.٢٠	١٤
S2	ملاءمة معتدلة	٥٧١.٩٦	٢٦
S3	ملاءمة ضعيفة	٧٦٨.٦٧	٣٦
N1	غير ملائم على شكل مؤقت	٤٢١.٢٠	١٩
N2	غير ملائم دائمًا	١٠٣.١٥	٥

المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على الخريطة (٢) ومخرجات برنامج (ARC.GIS).

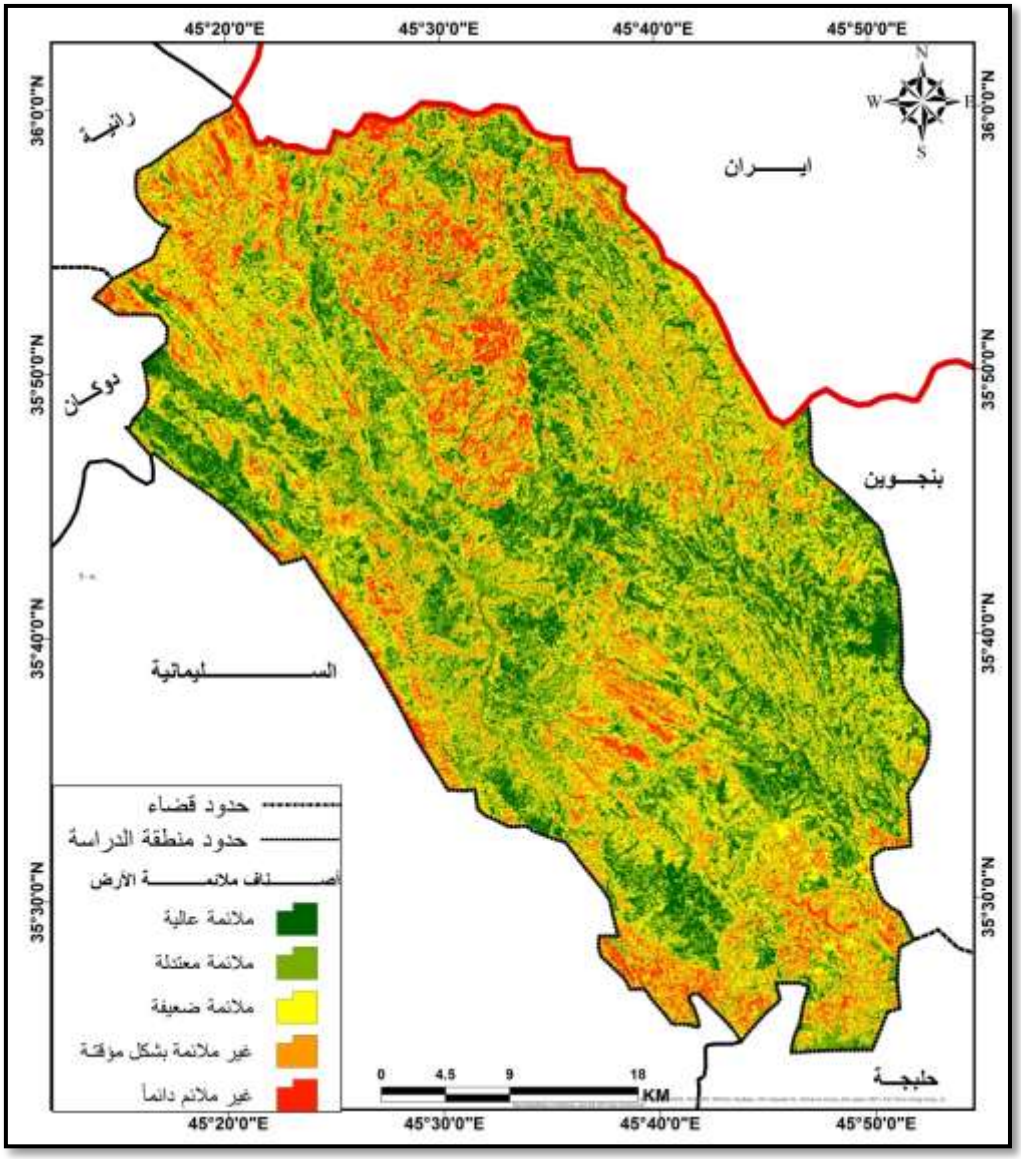
تشير مستويات الملاءمة الأرضية إلى درجة توافق الأرض مع الاستخدام الزراعي أو البناء أو أي نشاطٍ آخر. يتم تصنيف هذه الملاءمة إلى فئاتٍ عدة إذ تُعبِّر كل فئةٍ عن مدى توافق الأرض مع الاستخدام المطلوب.

- (ملاءمة عالية:S1): تشير هذه الفئة إلى الأراضي التي تتمتع بأعلى مستوًى من الملاءمة للاستخدام المُقترَح. مساحة هذه الأراضي تبلغ ٢٩٩.٢٠ كيلو مترٍ مربعٍ، وهو ما يمثل ١٤% من إجمالي المساحة. الأراضي في هذه الفئة تتميز بخصائص مثاليةٍ تجعلها مناسبةً تمامًا للاستخدام المستهدف، مما يعني أن قيودها الطبيعية أو البشرية قليلةٌ جدًا أو غير موجودة.
- (ملاءمة معتدلة:S2): تمثل هذه الفئة الأراضي التي تتمتع بملاءمة معتدلة، إذ تبلغ مساحتها ٥٧١.٩٦ كيلومترٍ مربعٍ، ما يعادل ٢٦% من إجمالي المساحة. بالرغم من أن هذه الأراضي ملاءمةٌ

للاستخدام، إلا أنها قد تتطلب بعض التعديلات أو التحسينات بسبب وجود بعض القيود الطفيفة، مثل التربة المتوسطة الخصوبة أو بعض القيود الطبوغرافية.

- (ملاءمة ضعيفة: S3): الأراضي المُصنَّفة ضمن هذه الفئة لديها ملاءمةٌ ضعيفةٌ للاستخدام، حيث تشغل مساحة قدرها ٧٦٨.٦٧ كيلومترٍ مربعٍ، ما يمثل ٣٦% من إجمالي المساحة. تعاني هذه الأراضي قيودًا كبيرةً قد تؤثر سلبًا في كفاية الاستخدام المطلوب، مثل مشاكل الصرف أو التربة ذات الخصوبة المنخفضة. بالرغم من أنها قد تكون قابلةً للاستخدام، إلا أن التحسينات المطلوبة قد تكون مُكلفَةً أو صعبة التنفيذ.
- (غير ملائم بشكل مؤقت:N1): تشمل هذه الفئة الأراضي التي تُعد غير ملائمةٍ للاستخدام في الوقت الحالي ولكن يمكن تحسينها في المستقبل. تغطي هذه الأراضي مساحة ٤٢١.٢٠ كيلومترٍ مربعٍ، ما يعادل ١٩% من إجمالي المساحة. قد تتطلب هذه الأراضي استثماراتٍ كبيرةً في تحسين التربة أو معالجة مشاكل الصرف، ولكن مع التحسينات المناسبة، يمكن أن تصبح ملائمةً للاستخدام المُستهدَف.
- (غير ملائم دائمًا:N2): تمثل هذه الفئة الأراضي التي تُعد غير ملائمةٍ على شكلٍ دائمٍ لأي نوعٍ من الاستخدامات المُقترَحة. هذه الأراضي تشغل مساحةً قدرها ١٠٣.١٥ كيلومترٍ مربعٍ، وهو ما يمثل ٥% من إجمالي المساحة. عادةً ما تكون هذه الأراضي غير قابلةٍ للتحسين على شكلٍ عمليٍّ بسبب مشاكل بيئيةٍ أو جغرافيةٍ حادةٍ مثل الانحدارات الشديدة أو التربة العقيمة.

خريطة (٢) الملاءمة الأرضية في منطقة الدراسة



المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على المرئية الفضائية وخريطة الوحدات الارضية، ومخرجات برنامج ARC.GIS.

٢- القابلية الأرضية في منطقة الدراسة:

تُعبِّر القابلية الأرضية عن قدرة الأرض على دعم الأنشطة البشرية مثل الزراعة والبناء والتعدين بدون التأثير السلبي على جودة التربة أو البيئة المحيطة. تعتمد هذه القابلية على عوامل رئيسةٍ عدة، منها التركيب الجيولوجي للتربة، المناخ، توافر المياه، النباتات، والتضاريس. التربة ذات القابلية الأرضية العالية تُعد ملائمةً للاستخدام الزراعي بسبب خصوبتها، قدرتها على الاحتفاظ بالمياه، واستقرارها. أما التربة ذات

القابلية الأرضية المنخفضة، فقد تكون أكثر عرضةً للتآكل والتصحُّر وانجراف التربة. لتقييم القابلية الأرضية، يتم إجراء تحليلٍ شاملٍ للعوامل الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية التي تؤثر في استدامة الأرض على المدى الطويل. يساعد هذا التقييم في تخطيط استخدامات الأراضي على شكلٍ مُستدامٍ، إذ يتم تحديد المناطق التي يمكن استثمارها بكثافةٍ بدون الإضرار بالبيئة، وتلك التي يجب حمايتها للحفاظ على التوازن البيئي[٣]، يمكن تصنيف القابلية الأرضية في منطقة الدراسة إلى الأصناف الآتية:

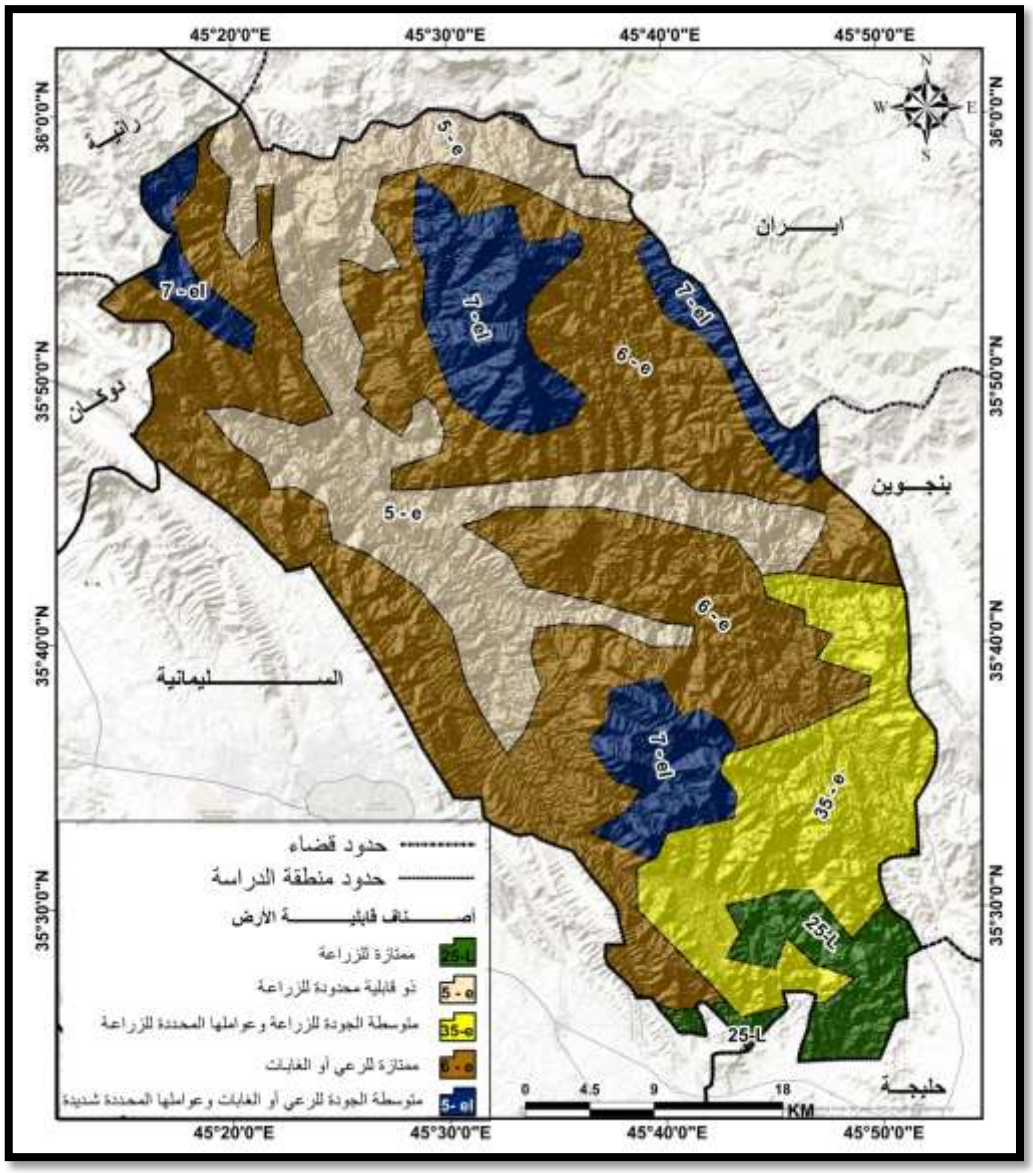
- الصنف الأول(٣٥ – e): يشير إلى الأراضي التي تتمتع بجودةٍ متوسطةٍ للزراعة. تبلغ مساحتها ٣٠٠.٤٨ كيلومتر مربع، وهو ما يمثل ١٣.٨٧% من إجمالي المساحة، جدول (٢)، خريطة (٣)، تُعد هذه الأراضي محدودة الاستخدام بسبب التعرية المائية التي تؤثر في إنتاجيتها. بالرغم من قابليتها للزراعة، إلا أن العوامل البيئية مثل التعرية المائية تجعل استخدامها محدودًا، خريطة (٤).
- الصنف الثاني(٧ – el): يشمل أراضٍ ذات جودةٍ متوسطةٍ للرعي أو الغابات. مساحتها ٢٨٩.٥٩ كيلومترٍ مربعٍ، وهو ما يعادل ١٣.٣٧% من إجمالي المساحة. تعاني هذه الأراضي قيودًا شديدةً بسبب الانحدار والتعرية المائية، مما يحد من استخدامها الفعّال في الزراعة ويجعلها أكثر ملاءمةً للرعي أو الغابات.
- الصنف الثالث (٦ – e): صنفٌ ممتازٌ للرعي أو الغابات. يغطي مساحةً كبيرةً تصل إلى ١٠٠٥.٢٧ كيلومترٍ مربعٍ، أي ٤٦.٤٠% من إجمالي المساحة. بالرغم من أن هذه الأراضي تُعد ممتازةً للرعي أو الغابات، فإنها تعاني قيودًا بسبب التعرية المائية، مما يحد من استخدامها في الزراعة.
- الصنف الرابع (٥ – e): يشير إلى الأراضي ذات القابلية المحدودة للزراعة. تمتد على ٤٧٥.٩٦ كيلومترٍ مربعٍ، وهو ما يمثل ٢١.٩٧% من إجمالي المساحة. هذه الأراضي تواجه قيودًا كبيرةً في استخدامها الزراعي بسبب التعرية المائية، مما يجعلها غير ملائمةٍ للزراعة في معظم الأحيان.
- الصنف الخامس (٢٥–L): يحتوي على أراضٍ ممتازةٍ للزراعة. تبلغ مساحتها ٩٥.١٨ كيلومترٍ مربعٍ، وهو ما يمثل ٤.٣٩% من إجمالي المساحة. بالرغم من أنها تُعد ممتازةً للزراعة، إلا أن هذه الأراضي محددة الاستعمال بسبب الانحدار، مما قد يتطلب إجراءاتٍ خاصةً لتحسين استخدامها الزراعي.

جدول (٢) مساحة أصناف الأرض القابلة للزراعية و نسبها و محدداتها الزراعية

ت	الصنف	قابلية الأرض للزراعة	المساحة كم^{٢}	%	عوامل المحددة لاستخدامات الأرض للزراعة
1	35 – e	متوسطة الجودة للزراعة وعواملها المحددة للزراعة	300.48	13.87	أراضٍ محدودة الاستخدام بسبب التعرية المائية
2	7 – el	متوسطة الجودة للرعي أو الغابات وعواملها المحددة الشديدة	289.59	13.37	أراضٍ محددة الاستحدام بسبب الانحدار والتعرية المائية
3	6 – e	ممتازة للرعي أو الغابات	1005.27	46.40	أراضٍ محدودة الاستخدام بسبب التعرية المائية
4	5 – e	ذات قابلية محدودة للزراعة	475.96	21.97	أراضٍ محدودة الاستخدام بسبب التعرية المائي
5	25–L	ممتازة للزراعة	95.18	4.39	أراضي محددة الاستخدام بسبب الانحدار
المجموع			2166.49	100	--

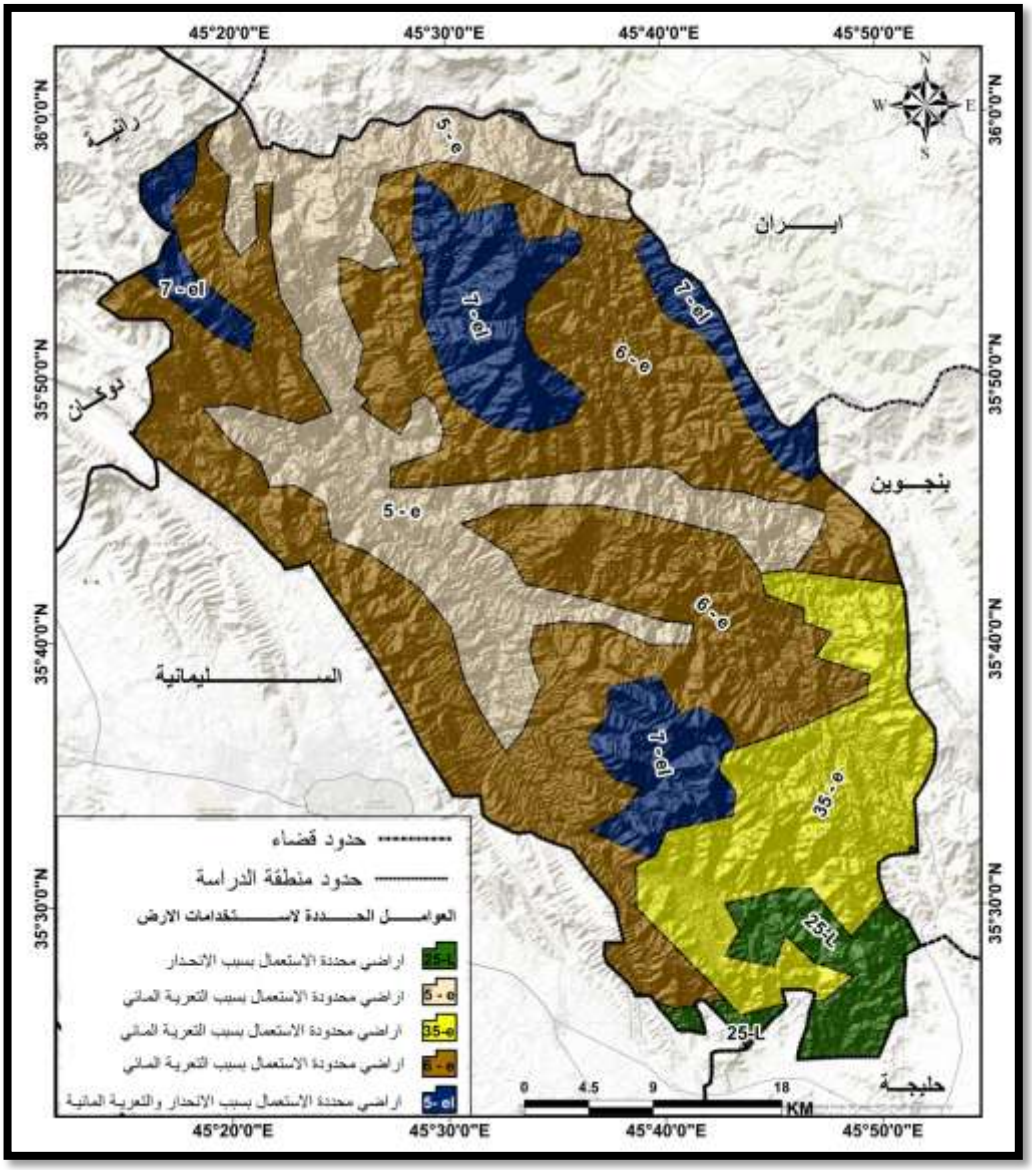
المصدر : من عمل الباحث بالاعتماد على خريطة (٣) و(٤).

خريطة (٣) القابلية الأرضية في منطقة الدراسة



المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على خريطة قابلية الأراضي للزراعة في العراق، الدكتور فليح حسن هادي الطائي، لعام ١٩٩٠، بمقياس رسم ١:١١٠٠٠٠٠٠، ومخرجات برنامج ARC.GIS.

خريطة (٤) محددات استخدامات الأرض في الزراعة



المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على خريطة قابلية الأراضي للزراعة في العراق، الدكتور فليح حسن هادي الطائي، لعام ١٩٩٠، بمقياس رسم ١:١١٠٠٠٠٠٠، ومخرجات برنامج ARC.GIS.

المحور الثاني: المخاطر الجيومورفولوجية في منطقة الدراسة

مخاطر الجيومورفولوجية هي تلك المخاطر التي تتعلق بالظواهر الطبيعية التي تؤثر في شكل سطح الأرض و تكوينها، وتشمل مجموعةً متنوعةً من الأحداث الطبيعية مثل الانهيارات الأرضية، الفيضانات، التآكل، وتجمُّع المياه. هذه المخاطر تنتج عن التفاعلات بين العمليات الجيومورفولوجية والبيئية والأنشطة البشرية، ويمكن أن تتسبب في أضرارٍ جسيمةٍ للبيئة والمجتمعات.

تتمثل آثار المخاطر الجيومورفولوجية بكثيرٍ من الجوانب البيئية والبشرية. على الصعيد البيئي، قد تؤدي هذه المخاطر إلى تآكل التربة، تدمير المواطن الطبيعية، وفقدان التنوع البيولوجي. على الصعيد البشري، يمكن أن تتسبب في دمار الممتلكات، فقدان الأرواح، واضطراباتٍ في البنية التحتية. الفيضانات، على سبيل المثال، يمكن أن تؤدي إلى تدمير المنازل والمحاصيل، بينما الانهيارات الأرضية قد تؤدي إلى خسائر كبيرةٍ في الأرواح وتدمير المناطق السكنية[٤]، يمكن تصنيف المخاطر الجيومورفولوجية في منطقة الدراسة على طرائق عدة بناءً على خصائص مختلفةٍ، كما في الجدول (٣) وهي كالآتي:

١- تصنيف المخاطر الجيومورفولوجية بناءً على الفترة الزمنية لحدوث الخطر:

تصنيف المخاطر الجيومورفولوجية بناءً على الفترة الزمنية لحدوث الخطر يعني تحديد متى يمكن أن تحدث المخاطر وكيفية تأثيرها في المدى القصير والطويل. يتم تقسيم المخاطر الجيومورفولوجية في هذا السياق على ثلاثة أنواع رئيسة: المخاطر الفورية، المخاطر قصيرة الأجل، والمخاطر طويلة الأجل.

- المخاطر الفورية تلك التي تحدث على شكلٍ مفاجئٍ و بدون تحذيرٍ سابقٍ، مما يؤدي إلى تأثيراتٍ سريعةٍ وشديدةٍ. من الأمثلة على هذه المخاطر الانهيارات الأرضية المفاجئة والفيضانات الجارفة التي تحدث بعد عواصف قويةٍ أو هطول أمطارٍ غزيرةٍ. هذه الأحداث تتطلب استجابةً سريعةً وتخطيطًا طارئًا لتقليل الأضرار المحتملة[٥].
- المخاطر قصيرة الأجل تلك التي تحدث في أثناء فترةٍ زمنيةٍ قصيرةٍ نسبيًا، وعادةً ما تكون لها تأثيراتٌ محسوسةٌ تتطلب تدابير وقائيةً وعلاجيةً. على سبيل المثال، قد تشمل هذه المخاطر التآكل السريع للتربة أو الفيضانات التي تحدث في أثناء فترةٍ معينةٍ من الموسم، مثل الأوقات التي تزداد فيها الأمطار. في هذه الحالة، يمكن استخدام بيانات الأرصاد الجوية والخرائط الطبوغرافية لتقدير حدوث المخاطر وتخطيط إجراءات التخفيف.
- المخاطر طويلة الأجل تلك التي تتطور على مدى مدةٍ زمنيةٍ ممتدةٍ، ولها تأثيراتٌ تراكميةٌ يمكن أن تؤثر في البيئة والبنية التحتية بمرور الوقت. تشمل هذه المخاطر تآكل التربة المستمر، تغيرات في الارتفاعات بسبب العمليات الجيولوجية البطيئة مثل الانهيارات الأرضية البطيئة أو تأثيرات الطقس

في المنحدرات. مثل هذه المخاطر تتطلب مراقبةً مستمرةً وتحليلًا طويل الأمد للتنبؤ بالاتجاهات المستقبلية و وَضْعَ استراتيجياتٍ لإدارة المخاطر وتخفيفها على شكلٍ مُستدام(٦).

جدول (٣) تصنيف المخاطر الجيومورفولوجية في منطقة الدراسة بناءً على الفترة الزمنية لحدوث الخطر

الفئة الزمنية	المخاطر في منطقة الدراسة	شرح
قصيرة الأمد	الانحدار، كثافة الشبكة المائية	الانحدار: يمكن أن يؤدي إلى الانهيارات الطينية أو الانزلاقات بعد أمطار غزيرة. كثافة الشبكة المائية: الفيضانات قد تحدث بسرعة بعد أمطار شديدة بسبب كثافة المجاري المائية.
متوسطة الأمد	نوع الصخور، الارتفاع، الغطاء الأرضي	نوع الصخور: الصخور القابلة للتآكل قد تؤدي إلى التآكل تدريجياً على مدى فترة زمنية متوسطة. الارتفاع: المناطق المرتفعة قد تكون عرضة للانهيارات الأرضية بمرور الوقت. الغطاء الأرضي: تغييرات في الغطاء الأرضي قد تؤدي إلى تآكل وتدهور الأراضي على مدى سنوات عدة.
طويلة الأمد	الترب، قسام السطح الارض	الترب: التغيرات في خصائص التربة (مثل تآكل التربة أو تراكم المواد) قد تحدث على مدى عقود. قسام السطح: تغييرات كبيرة في قسام السطح (مثل التحولات الكبيرة في التضاريس) تتطلب وقتًا طويلًا للظهور والتأثير.

المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على (ArcGIS)

٢- تصنيف المخاطر الجيومورفولوجية بناءً على حسب شدة الخسائر:

تصنيف المخاطر الجيومورفولوجية بناءً على شدة الخسائر يتضمن تقييم مدى الأضرار التي يمكن أن تسببها هذه المخاطر للبيئة والمجتمعات. يُقسم هذا التصنيف عادةً على ثلاث فئاتٍ رئيسةٍ: المخاطر المنخفضة الشدة، المخاطر المتوسطة الشدة، والمخاطر العالية الشدة، كما في الجدول (٤) وهي كالآتي.

- المخاطر المنخفضة الشدة: تلك التي تؤدي إلى أضرارٍ طفيفةٍ أو محدودةٍ يمكن التعامل معها بسهولةٍ نسبيًا بدون الحاجة إلى استجابةٍ طارئةٍ كبيرةٍ. تشمل هذه المخاطر التآكل البطيء للتربة أو التغيرات الطفيفة في مستوى المياه التي قد تؤثر في الزراعة أو البنية التحتية على شكلٍ محدودٍ. بالرغم من أنها قد لا تكون مدمرةً، إلا أن استمرارها يمكن أن يتسبب في مشاكل تدريجيةٍ تحتاج إلى إدارةٍ فعَّالةٍ لتقليل الأضرار على المدى الطويل(٧).
- المخاطر المتوسطة الشدة: تلك التي تُسبب أضرارًا ملحوظةً تؤثر على شكلٍ أكبر في البيئة والمجتمعات. من الأمثلة على هذه المخاطر الفيضانات التي تسبب أضرارًا للبنية التحتية، مثل الطرق

والمباني، أو الانهيارات الأرضية التي تؤدي إلى تدمير المناطق السكنية وتؤثر في الأنشطة الزراعية. تتطلب هذه المخاطر استجابةً مُنسَّقةً وإجراءاتٍ تصحيحيةً لتحجيم الأضرار والتخفيف من تأثيراتها.

- المخاطر العالية الشدة: تلك التي تُسبب أضرارًا جسيمةً وشاملةً تتطلب استجابةً طارئةً كبيرةً وتدخلاتٍ مُكثَّفةً. تشمل هذه المخاطر الفيضانات الجارفة، الانهيارات الأرضية الكبيرة، والتآكل الشديد الذي يؤدي إلى فقدانٍ واسعٍ للتربة وتدمير البيئات الطبيعية. تكون هذه المخاطر عادةً غير قابلةٍ للتنبؤ بها بدقةٍ، وتؤدي إلى تأثيراتٍ مُدمِّرةٍ على المجتمع والبيئة، مما يتطلب استراتيجيات تعافي طويلة الأمد وإعادة تأهيل للمناطق المتضررة[٨].

جدول (٤) تصنيف المخاطر الجيومورفولوجية في منطقة الدراسة بناءً على شدة الخسائر

المخاطر في منطقة الدراسة	النوع	شدة الخسائر	شرح
الانحدار	انحدار حاد	شدة عالية	الانحدارات الحادة تزيد من احتمالية الانهيارات الأرضية والتآكل السطحي، مما يؤدي إلى أضرار كبيرة في البنية التحتية.
نوع الصخور	صخور ضعيفة	شدة عالية	الصخور الضعيفة مثل الصخور الرسوبية قد تكون أكثر عرضة للانهيارات والتآكل، مما يؤدي إلى أضرار كبيرة.
كثافة الشبكة المائية	كثافة عالية	شدة متوسطة إلى عالية	كثافة الشبكة المائية العالية تزيد من احتمالية الفيضانات والتآكل، مما يؤدي إلى أضرار متفاوتة حسب درجة الكثافة.
الارتفاع	ارتفاع كبير	شدة عالية	المناطق ذات الارتفاعات الكبيرة يمكن أن تكون عرضة للانهيارات الأرضية والتآكل الشديد، مما يؤدي إلى أضرار كبيرة.
الغطاء الأرضي	غطاء كثيف	شدة منخفضة إلى متوسطة	الغطاء الأرضي الكثيف مثل الغابات يقي التربة من التآكل ويقلل من شدة الخسائر، بينما الغطاء الأرضي الخفيف يمكن أن يؤدي إلى أضرار أكبر.
الترب	ترب غير مستقرة	شدة عالية	الترب غير المستقرة مثل التربة الطينية يمكن أن تؤدي إلى مشاكل مثل الانهيارات الأرضية والتآكل الشديد، مما يسبب أضراراً كبيرة.
قسم السطح	سطح غير مستوي	شدة متوسطة إلى عالية	الأسطح غير المستوية قد تسبب مشاكل في التصريف وتزيد من احتمالية الفيضانات والتآكل، مما يؤدي إلى أضرار متفاوتة.

المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على (ArcGIS)

٣- تصنيف المخاطر الجيومورفولوجية بناءً سبب حدوثها:

تصنيف المخاطر الجيومورفولوجية بناءً على سبب حدوثها يعني فهم الأسباب الجيولوجية والجغرافية التي تؤدي إلى وقوع هذه المخاطر. يتم تصنيفها عادةً إلى فئاتٍ رئيسةٍ تشمل الانحدار، نوع الصخور،

كثافة الشبكة المائية، الارتفاع، الغطاء الأرضي، التربة، وقسم السطح، ويوضح جدول (٥) أسباب حدوث المخاطر الجيومورفولوجية في منطقة الدراسة.

جدول (٥) تصنيف المخاطر الجيومورفولوجية في منطقة الدراسة بناءً سبب حدوثها

المخاطر في منطقة الدراسة	النوع	سبب حدوث الخطر	شرح
الانحدار	انحدار حاد	زيادة احتمالية الانهيارات الأرضية	الانحدارات الحادة تساهم في تسارع حركة التربة والصخور، مما يؤدي إلى حدوث الانهيارات الأرضية.
نوع الصخور	صخور ضعيفة	ضعف استقرار الصخور	الصخور الضعيفة أو غير المستقرة تكون أكثر عرضة للانهيارات والتآكل بسبب قلة مقاومتها للعوامل الطبيعية.
كثافة الشبكة المائية	كثافة عالية	زيادة في الفيضانات والتآكل	الشبكة المائية الكثيفة تؤدي إلى تراكم كميات كبيرة من الماء، مما يعزز من حدوث الفيضانات والتآكل.
الارتفاع	ارتفاع كبير	زيادة احتمال الانهيارات والتآكل	المناطق المرتفعة قد تشهد زيادة في الانهيارات الأرضية والتآكل بسبب تأثير الجاذبية والتساقط.
الغطاء الأرضي	غطاء خفيف	زيادة في التآكل والانهيارات	الغطاء الأرضي الخفيف أو غير الموجود يجعل التربة عرضة للتآكل والانهيارات بسبب نقص الحماية الطبيعية.
الترب	ترب غير مستقرة	ضعف مقاومة التربة للانهيارات والتآكل	التربة غير المستقرة، مثل التربة الطينية أو الرخوة، تكون أقل مقاومة للانهيارات والتآكل.
قسم السطح	سطح غير مستوي	زيادة احتمالية الفيضانات والتآكل	الأسطح غير المستوية تؤدي إلى تجمع المياه وتسبب تآكل التربة وزيادة احتمالية حدوث الفيضانات.

المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على (ArcGIS)

٤- تصنيف المخاطر الجيومورفولوجية بناءً على الآثار البيئية:

تصنيف المخاطر الجيومورفولوجية بناءً على الآثار البيئية يعني تقييم كيفية تأثير هذه المخاطر في البيئة من حيث التغيرات التي تحدث في النظم البيئية والموارد الطبيعية. يتم تقسيم هذه المخاطر عادةً على فئاتٍ رئيسةٍ تشمل تآكل التربة، الفيضانات، انهيارات الأرض، والتغيرات في النظم المائية، ويوضح جدول (٦) الآثار البيئية لمخاطر الجيومورفولوجية في منطقة الدراسة.

جدول (٦) تصنيف المخاطر الجيومورفولوجية في منطقة الدراسة بناءً على الآثار البيئية

المخاطر في منطقة الدراسة	النوع	الأثر البيئي	شرح
الانحدار	انحدار حاد	تدهور التربة وفقدان الغطاء النباتي	الانحدارات الحادة تؤدي إلى تآكل التربة، مما يسبب فقدان الغطاء النباتي ويساهم في تدهور النظام البيئي.
نوع الصخور	صخور ضعيفة	تآكل سريع وتلوث التربة والمياه	الصخور الضعيفة تؤدي إلى تآكل سريع مما يؤدي إلى تراكم المواد الصخرية في المياه وتلوث التربة.
كثافة الشبكة المائية	كثافة عالية	فيضانات وتآكل للتربة	كثافة الشبكة المائية العالية تؤدي إلى فيضانات تؤثر على النظم البيئية وتؤدي إلى تآكل التربة وفقدان الموائل.
الارتفاع	ارتفاع كبير	تدهور المواطن وفقدان التنوع البيولوجي	المناطق المرتفعة قد تواجه تغييرات بيئية حادة تؤدي إلى تدهور المواطن وفقدان التنوع البيولوجي.
الغطاء الأرضي	غطاء خفيف	تآكل التربة وفقدان التنوع البيولوجي	الغطاء الأرضي الخفيف يساهم في تآكل التربة ويؤدي إلى فقدان التنوع البيولوجي بسبب عدم وجود حماية كافية.
الترب	ترب غير مستقرة	تآكل وتلوث المياه	التربة غير المستقرة تساهم في تآكل التربة وتلوث المياه، مما يؤثر سلباً على النظم البيئية والنباتات.
قسم السطح	سطح غير مستوي	تجمع المياه وتآكل التربة	الأسطح غير المستوية تؤدي إلى تجمع المياه مما يزيد من تآكل التربة ويؤثر على البيئة المحيطة.

المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على (ArcGIS)

٥- تصنيف المخاطر الجيومورفولوجية بحسب إمكانية التنبؤ:

تصنيف المخاطر الجيومورفولوجية بناءً على إمكانية التنبؤ يتضمن تقييم مدى القدرة على التنبؤ بحدوث هذه المخاطر باستخدام الأدوات والتقنيات المتاحة. يمكن تقسيم المخاطر بناءً على إمكانية التنبؤ على فئاتٍ رئيسةٍ تشمل المخاطر القابلة للتنبؤ بدقة، المخاطر القابلة للتنبؤ على شكلٍ محدودٍ، والمخاطر غير القابلة للتنبؤ، ويوضح جدول (٧) المخاطر الجيومورفولوجية في منطقة الدراسة بحسب إمكانية التنبؤ.

جدول (٧) تصنيف المخاطر الجيومورفولوجية في منطقة الدراسة بحسب إمكانية التنبؤ

المخاطر في منطقة الدراسة	النوع	إمكانية التنبؤ	شرح
الانحدار	انحدار حاد	قابل للتنبؤ بسهولة	الانحدارات الحادة يمكن التنبؤ بها باستخدام بيانات التضاريس، مما يساعد في تقييم المخاطر بشكل دقيق.
نوع الصخور	صخور ضعيفة	قابل للتنبؤ بسهولة	يمكن التنبؤ بمدى ضعف الصخور وفشلها باستخدام الخرائط الجيولوجية ودراسات الصخور السابقة.
كثافة الشبكة المائية	كثافة عالية	قابل للتنبؤ بسهولة	كثافة الشبكة المائية يمكن تحديدها بسهولة باستخدام بيانات الخرائط المائية وتحليل التدفق.
الارتفاع	ارتفاع كبير	قابل للتنبؤ بسهولة	الارتفاع يمكن تحديده بدقة باستخدام بيانات الارتفاع من الأقمار الصناعية وخرائط التضاريس.
الغطاء الأرضي	غطاء خفيف	قابل للتنبؤ بمتوسط	يمكن التنبؤ بالغطاء الأرضي باستخدام صور الأقمار الصناعية وخرائط التغطية الأرضية.
الترب	ترب غير مستقرة	قابل للتنبؤ بمتوسط	يمكن التنبؤ بخصائص التربة باستخدام الدراسات الجيولوجية والاختبارات الميدانية، لكن يصعب التنبؤ بدقة شديدة.
قسم السطح	سطح غير مستوي	قابل للتنبؤ بمتوسط	الأسطح غير المستوية يمكن تقديرها باستخدام بيانات التضاريس، ولكن التفاصيل الدقيقة قد تكون صعبة التنبؤ.

المصدر: من عمل الباحث:

٦- الوزن النسبي لأصناف المخاطر الجيومورفولوجية:

لتوزيع أوزان المخاطر الجيومورفولوجية ، بحسب نوع الخطر، نحتاج إلى تحديد الأوزان الخاصة بكل عاملٍ من العوامل الجيومورفولوجية في منطقة الدراسة وهي (الانحدار، نوع الصخور، كثافة الشبكة المائية، الارتفاع، الغطاء الأرضي، التربة، أقسام سطح الأرض) عبر معايير عدة مثل (الفترة الزمنية لحدوث الخطر، شدة الخسائر، سبب حدوث الخطر، الأثر البيئي، وإمكانية التنبؤ).

يوضح الجدول (٨) الأوزان الترجيحية للمخاطر الجيومورفولوجية في المنطقة، وقد خضعت هذه الطبقات لاختباراتٍ إحصائيةٍ وتحليليةٍ هرميةٍ باستخدام نظام (AHP Onlin) لتقييم أهميتها. استنادًا إلى هذه التحليلات، تم إعداد خريطةٍ مُفصَّلةٍ للمخاطر الجيومورفولوجية في قضاء شهربازار، إذ توفر هذه الخريطة أداةً بصريةً وبيانيةً تساعد مخططي الأراضي على فهم المخاطر الجيومورفولوجية و تقييمها، مما يُعزِّز قدرتهم على اتخاذ القرارات المناسبة لتقليل تأثير هذه المخاطر وتعزيز الاستدامة البيئية في المنطقة.

جدول (٨) الأوزان النسبية لأصناف المخاطر الجيومورفولوجية في منطقة الدراسة

نوع الخطر	أوزان المخاطر الجيومورفولوجية حسب نوع الخطر					الوزن النهائي للمخاطر الجيومورفولوجية
	الفترة الزمنية لحدوث الخطر	شدة الخسائر	سبب حدوث الخطر	الأثر البيئي	إمكانية التنبؤ	
الانحدار	١٥	١٠	١٥	١٠	٤٥	١٩
نوع الصخور	١٥	١٠	٢٠	١٠	١٠	١٣
كثافة الشبكة المائية	١٠	٢٠	١٠	٢٠	١٥	١٥
الارتفاع	١٥	١٠	١٥	١٠	١٠	١٢
الغطاء الأرضي	١٠	١٥	١٥	١٥	١٠	١٣
الترب	٢٠	١٠	١٥	١٥	١٠	١٤
قسم السطح	١٠	٢٠	١٠	٢٠	١٠	١٤

المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على برنامج (AHP Online).

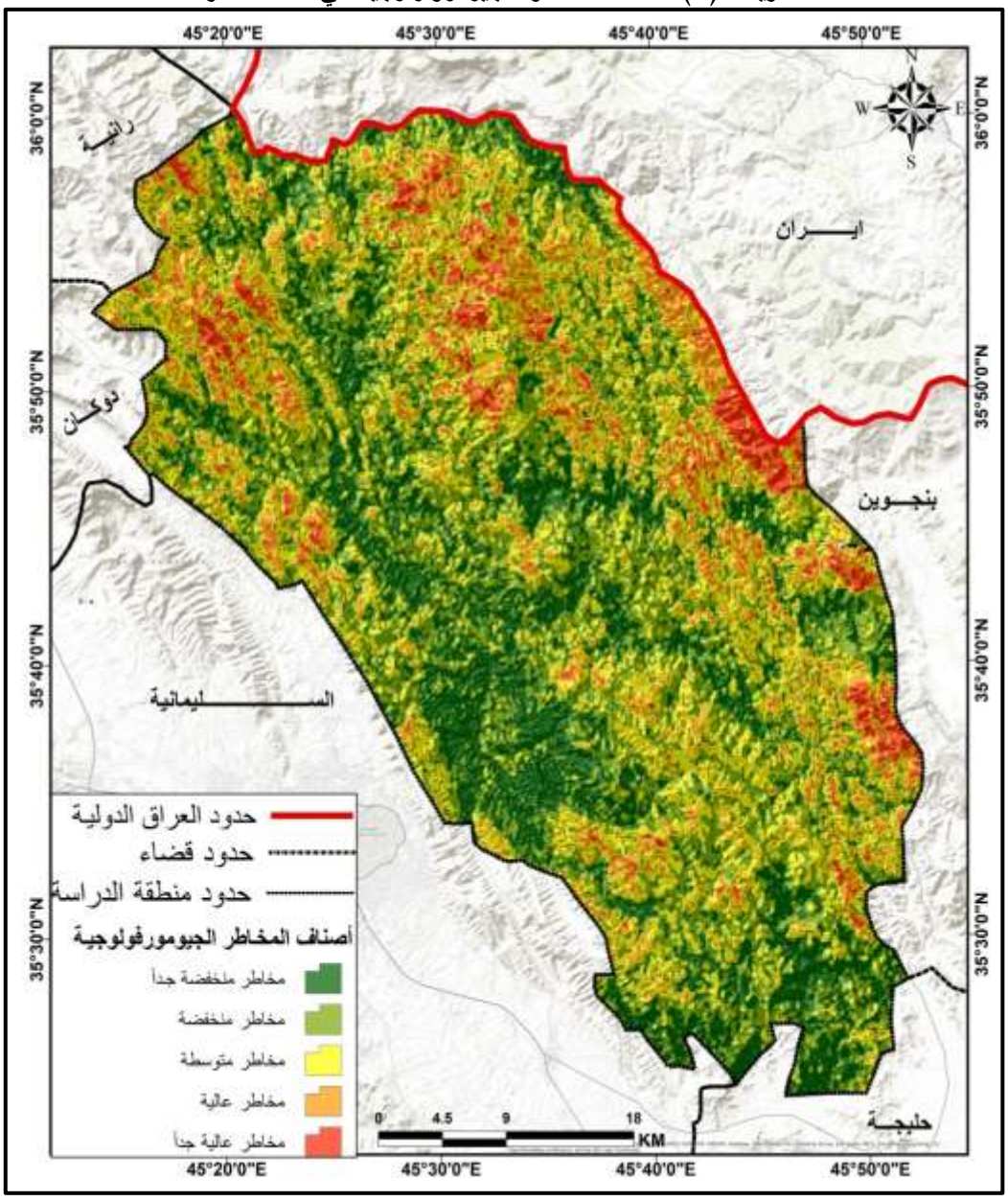
يتبيَّن من الجدول (٩) أن فئة المخاطر المنخفضة جدًا هي الأكثر سيادةً في منطقة الدراسة بنسبةٍ بلغت (٣٣%) هذه الفئة تشمل المناطق التي تعاني أقل قدرًا من التدهور البيئي. تُعد هذه المناطق أقل عرضةً للتأثيرات السلبية الناتجة عن الأنشطة البشرية أو الظروف البيئية، تليها فئة المخاطر المنخفضة (٢٦%) المناطق في هذه الفئة تشهد مستوًى منخفضًا من التدهور البيئي، ولكنها أكثر تأثرًا قليلًا موازنةً بالفئة السابقة، أما المخاطر المتوسطة فبلغت نسبتها نحو (٢٤%) تشير هذه الفئة إلى المناطق التي تواجه تدهورًا بيئيًا متوسطًا. قد تكون هذه المناطق مُعرَّضةً لمخاطر بيئيةٍ أكبر نتيجةً للأنشطة البشرية أو التغيرات المناخية، بينما بلغت نسبة الفئة المخاطر العالية نحو (١٣%) المناطق في هذه الفئة تعاني تدهورًا بيئيًّا عاليًا. تشمل هذه المناطق تلك التي تواجه تأثيراتٍ سلبيةً كبيرةً بسبب الأنشطة البشرية أو الظروف البيئية، وأخيرًا بلغت نسبة فئة المخاطر العالية جدًا نحو (٤%) تشمل هذه الفئة المناطق التي تواجه أعلى مستويات التدهور البيئي. هذه المناطق تتعرض لأضرارٍ جسيمةٍ تتطلب تدخلًا عاجلًا.

جدول (٩) مساحة أصناف مخاطر الجيومورفولوجية في منطقة الدراسة

ت	أصناف التدهور	المساحة كم^{٢}	%
١	المخاطر المنخفضة جدًا	٧١١.٣١	٣٣
٢	المخاطر المنخفضة	٥٦٠.٧٠	٢٦
٣	المخاطر المتوسطة	٥١٤.٢٢	٢٤
٤	المخاطر العالية	٢٨٣.٠٣	١٣
٥	المخاطر العالية جدًا	٩٢.٥٤	٤

المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على خريطة (٥).

خريطة (٥) أصناف مخاطر الجيومورفولوجية في منطقة الدراسة



المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على جدول (٩)، وبرنامج (ARC.GIS).

المحور الثالث: تقييم العلاقة بين المخاطر الجيومورفولوجية والملاءمة والقابلية الأرضية

المخاطر الجيومورفولوجية ترتبط على شكلٍ مباشرٍ مع الملاءمة والقابلية الأرضية، إذ تعكس هذه المخاطر قدرة التضاريس والخصائص الجيومورفولوجية على دعم أو تقييد استخدامات الأرض المختلفة. على سبيل المثال، المناطق التي تتعرض للانهيارات الأرضية أو الفيضانات قد تكون ذات ملاءمةٍ

منخفضةٍ للتنمية الحضرية أو الزراعية. القابلية الأرضية تحدد مدى استعداد الأرض لاستيعاب الأنشطة البشرية على شكلٍ مستدامٍ بدون التأثير سلبًا في البيئة أو تعريض الأنشطة لمخاطر عالية. و من ثَمَّ التقييم المتكامل للمخاطر الجيومورفولوجية يُعد ضروريًا لتحديد الملاءمة الأرضية واستخدام الأرض على شكلٍ آمنٍ ومستدام[٩]، ويوضح جدول (١٠) تكامل العلاقة بين المخاطر الجيومورفولوجية والملاءمة والقابلية الارضية

جدول (١٠) يوضح العلاقة بين المخاطر الجيومورفولوجية والملاءمة والقابلية الأرضية

نوع المخاطر	العلاقة مع الملاءمة	العلاقة مع القابلية
المخاطر المنخفضة جدًا	ملاءمة مرتفعة: الأراضي التي تشكل خطرًا منخفضًا جدًا تكون أكثر ملاءمةً للاستخدامات المختلفة دون الحاجة لتعديلات كبيرة.	قابلية عالية: التربة ذات المخاطر المنخفضة جداً تظل مناسبة لعمليات الزراعة والبناء بدون مشاكل كبيرة.
المخاطر المنخفضة	ملاءمة جيدة: المخاطر المنخفضة تجعل الأرض مناسبة لمعظم الاستخدامات، ولكن قد تحتاج إلى بعض التحسينات اليسيرة.	قابلية جيدة: التربة التي تواجه مخاطر منخفضة يمكن استخدامها بفعالية مع بعض التحسينات البسيطة عند الحاجة.
المخاطر المتوسطة	ملاءمة محدودة: قد تحتاج الأرض إلى تحسينات أو تعديلات لتكون ملائمة على شكل أفضل، وتعتبر أقل ملاءمة لبعض الاستخدامات.	قابلية متوسطة: التربة التي تواجه مخاطر متوسطة قد تحتاج إلى بعض التعديلات لتحسين قابليتها للاستخدام.
المخاطر العالية	ملاءمة ضعيفة: تتطلب الأرض التي تواجه مخاطر عالية تحسينات كبيرة وقد تكون غير ملائمة لبعض الاستخدامات بدون إجراء تغييرات كبيرة.	قابلية منخفضة: التربة التي تواجه مخاطر عالية قد تكون صعبة الاستخدام وتحتاج إلى تعديلات كبيرة لتحسين قابليتها.
المخاطر العالية جدًا	ملاءمة منخفضة جدًا: الأرض التي تواجه مخاطر عالية جدًا تُعد غير ملائمةٍ لمعظم الاستخدامات وقد تحتاج إلى تغييرات جذرية لتحسينها.	قابلية منخفضة جداً: التربة التي تواجه مخاطر عالية جداً قد تكون غير صالحة للاستخدام في معظم الظروف وتتطلب تدخلًا كبيرًا

من عمل الباحث بالاعتماد على (ArcGIS)

١- تقييم المخاطر الجيومورفولوجية والملاءمة الأرضية في منطقة الدراسة:

يتضح من الجدول (١١) الذي يوضح تصنيف المخاطر الجيومورفولوجية من حيث الملاءمة الأرضية في منطقة الدراسة وكالآتي:

- **المخاطر المنخفضة جدًا:** الأراضي التي تواجه مخاطر منخفضةً جدًا تتمتع بأعلى مستويات الملاءمة، إذ تُسجِّل ٩٤.٠٦% من هذه الأراضي ضمن الملاءمة العالية. السبب في ذلك هو إن المخاطر المنخفضة جدًا تعني استقرارًا عاليًا للتضاريس والأرض، مما يجعلها مثاليةً للاستخدامات المختلفة مثل الزراعة والبناء. و بالرغم من أن نسبة الأراضي غير الملائمة على شكلٍ مؤقتٍ تصل

إلى ٣١%، إلا أن هذه الأراضي ما تزال تُعد مناسبةً على شكلٍ كبيرٍ نظرًا لتأثير المخاطر المنخفضة جدًا في استقرارها. نسب الأراضي غير الملائمة دائمًا (٣٨%) توضح أنه بالرغم من الاستقرار، قد تواجه بعض الأراضي تحدياتٍ معيَّنةً قد تؤثر في استخدامها في المستقبل.

- **المخاطر المنخفضة:** في هذا التصنيف، ٩٢.٤٢% من الأراضي تُصنف ضمن الملاءمة العالية. هذا التراجع الطفيف من المخاطر المنخفضة جدًا إلى المخاطر المنخفضة يعكس زيادةً طفيفةً في المخاطر التي تؤثر في استقرار الأرض، ولكنها تظل ملائمةً نسبيًا للاستخدامات المختلفة. النسب المرتفعة من الملاءمة المنخفضة (٢٥%) تعكس زيادةً في المخاطر تؤدي إلى تدهورٍ طفيفٍ في استقرار الأرض. نسبة الأراضي غير الملائمة دائمًا (٢٨.٨٥%) توضح وجود تحدياتٍ بيئيةٍ قد تؤثر في استخدامها على شكلٍ دائم.
- **المخاطر المتوسطة:** في الأراضي التي تواجه مخاطر متوسطةً، تتقلص نسبة الملاءمة العالية إلى ٧٠.٨٧%. هذا الانخفاض يعكس زيادةً في المخاطر الجيومورفولوجية التي تؤدي إلى تدهور استقرار الأرض، مما يقلل من ملاءمتها للاستخدامات المختلفة. تتزايد نسبة الملاءمة المعتدلة (٢١%) وتظل نسبة الملاءمة المنخفضة ثابتةً (٢٥%)، مما يشير إلى أن الأراضي في هذه الفئة تتعرض لمخاطر متزايدةٍ تؤثر في استخدامها على شكلٍ كبيرٍ. نسبة الأراضي غير الملائمة على شكلٍ مؤقتٍ (٢٥%) تعكس تأثرها بالتغيرات البيئية، بينما نسبة الأراضي غير الملائمة دائماً (٢٣.١٥%) تشير إلى أن التحديات قد تكون أكثر استمرارية.
- **المخاطر العالية:** الأراضي ذات المخاطر العالية تُظهر تراجعًا كبيرًا في الملاءمة العالية إلى ٣٢.٥٤%. هذا الانخفاض يرجع إلى أن المخاطر العالية تؤدي إلى تدهورٍ ملحوظٍ في استقرار الأراضي، مما يجعلها أقل ملاءمةً للاستخدامات المختلفة. النسبة المرتفعة للملاءمة المنخفضة (١٥%) والتزايد في الأراضي غير الملائمة على شكلٍ مؤقتٍ (٥٩.٠٢%) تعكس أن هذه الأراضي تواجه تحدياتٍ كبيرةً تتطلب إجراءاتٍ خاصةً للتعامل معها. النسبة المنخفضة للأراضي غير الملائمة دائمًا (٩%) تشير إلى أن بعض الأراضي في هذه الفئة قد لا تكون غير صالحةٍ تمامًا ولكنها تتطلب إدارةً دقيقة.
- **المخاطر العالية جدًا:** الأراضي التي تعاني مخاطر عاليةً جدًا تسجل أقل نسبة ملائمةٍ عاليةٍ (٨.٥٣%). هذا التراجع الحاد يشير إلى أن المخاطر الجيومورفولوجية في هذه الأراضي تؤثر على شكلٍ كبيرٍ في استقرارها، مما يجعلها غير ملائمةٍ للاستخدامات المتعددة. النسب المنخفضة في الملاءمة المعتدلة (٤%) والملاءمة المنخفضة (٥%) توضح أن معظم الأراضي في هذه الفئة تعاني

- مشكلاتٍ بيئيةً كبيرةً. نسبة الأراضي غير الملائمة على شكلٍ مؤقتٍ (٥%) و غير الملائمة دائمًا (٢.٦٢%) تؤكد أن هذه الأراضي تواجه تحدياتٍ بيئيةً شديدةً تجعلها غير صالحةٍ للاستخدام على شكلٍ دائم.

جدول (١١) تقييم المخاطر الجيومورفولوجية وفقًا للملائمة والقابلية الأرضية

تقييم المخاطر الجيومورفولوجية وفقًا للملائمة									
صنف المخاطر	ملاءمة عالية		ملاءمة معتدلة		ملاءمة منخفضة		غير ملائم على شكل مؤقت		غير ملائم دائمًا	
المخاطر المنخفضة جدًا	٩٤.٠٦	%٣٢	٢٢٠.٩١	%٣٩	٢٢٨.١٠	%٣٠	١٢٧.٩٤	%٣١	٣٨.٧٧	%٣٨
المخاطر المنخفضة	٩٢.٤٢	%٣١	١٤٣.٠٨	%٢٥	١٨٩.٢١	%٢٥	١٠٥.٦٨	%٢٥	٢٨.٨٥	%٢٨
المخاطر المتوسطة	٧٠.٨٧	%٢٤	١١٩.٤٧	%٢١	١٩٣.٢٥	%٢٥	١٠٦.١٢	%٢٥	٢٣.١٥	%٢٣
المخاطر العالية	٣٢.٥٤	%١١	٦٥.٢٦	%١١	١١٦.٣٥	%١٥	٥٩.٠٢	%١٤	٩.٠٢	%٩
المخاطر العالية جداً	٨.٥٣	%٣	٢١.٣١	%٤	٣٩.١٧	%٥	٢٠.٦٠	%٥	٢.٦٢	%٣

تقييم المخاطر الجيومورفولوجية وفقًا للقابلية الأرضية									
صنف المخاطر	متوسطة الجودة للزراعة وعواملها المحددة للزراعة		متوسطة الجودة للرعي أو الغابات وعواملها المحددة الشديدة		ممتازة للرعي أو الغابات		ذات قابلية محدودة للزراعة		ممتازة للزراعة	
المخاطر المنخفضة جدًا	٨٤.٨٠	%٢٨	٣٩.٠٤	%١٤	٣٠١.١٢	%٣٠	٢٢٥.٦٩	%٤٨	٥٨.٦٢	%٦٣
المخاطر المنخفضة	٨٥.٥٥	%٢٩	٥٧.٦٨	%٢٠	٢٦٣.٢٣	%٢٦	١٣١.٢٥	%٢٨	٢١.٥٢	%٢٣
المخاطر المتوسطة	٧٨.٠٧	%٢٦	٨٤.٥٥	%٢٩	٢٦٠.٠٦	%٢٦	٧٩.٦٨	%١٧	١٠.٦٤	%١١
المخاطر العالية	٣٧.٩٩	%١٣	٧٠.٠٣	%٢٤	١٤٠.٥٣	%١٤	٣١.٣٧	%٧	٢.٣٠	%٢
المخاطر العالية جدًا	١٢.٩٠	%٤	٣٦.٧٤	%١٣	٣٥.٨٣	%٤	٦.٦٧	%١	٠.٠٦	%٠

المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على (ArcGIS)

٢- تقييم المخاطر الجيومورفولوجية والقابلية الارضية في منطقة الدراسة:

يتضح من الجدول (١١) الذي يوضح تصنيف المخاطر الجيومورفولوجية من حيث القابلية الأرضية في منطقة الدراسة وكالآتي:

- المخاطر المنخفضة جدًا: الأراضي التي تعاني مخاطر منخفضةً جدًا تتمتع بجودةٍ عاليةٍ جدًا للزراعة، إذ تبلغ نسبة ٦٣% من هذه الأراضي ممتازةً للزراعة. هذا يشير إلى أن المخاطر المنخفضة جدًا توفر بيئةً مستقرةً وآمنةً للزراعة، مما يعزز إنتاجية المحاصيل. أيضًا، تُصنف ٢٨% من هذه الأراضي ضمن المتوسطة الجودة للزراعة، مما يشير إلى أن بعض الأراضي قد تحتاج إلى تحسيناتٍ طفيفةٍ لزيادة إنتاجيتها الزراعية. بالنسبة للرعي أو الغابات، تسجل الأراضي ذات المخاطر المنخفضة جدًا نسبة ٣٠% ممتازة للرعي أو الغابات، بينما تصل النسبة إلى ١٤% للمتوسطة الجودة للرعي أو الغابات، مما يعكس توفر ظروفًا ملائمةً لممارسة الرعي أو إقامة الغابات.
- المخاطر المنخفضة: في الأراضي ذات المخاطر المنخفضة، نجد أن ٢٣% منها تُعد ممتازةً للزراعة، مما يعكس أن هذه الأراضي مناسبةٌ نسبيًا للزراعة ولكن ليس على الشكل الذي تتمتع به الأراضي ذات المخاطر المنخفضة جدًا. تُسجل الأراضي ضمن المتوسطة الجودة للزراعة نسبة ٢٩%، بينما تُصنف ٢٦% منها ضمن الممتازة للرعي أو الغابات. نسبة ٢٨% تُظهر أن الأراضي تتمتع بجودةٍ متوسطةٍ للرعي أو الغابات، مما يشير إلى أن هذه الأراضي يمكن استخدامها على شكلٍ فعَّالٍ ولكن تحتاج إلى بعض التحسينات.
- المخاطر المتوسطة: الأراضي التي تواجه مخاطر متوسطةً تُظهر جودةً أقل للزراعة، إذ تسجل ١١% فقط منها ممتازةٌ للزراعة. هذا يشير إلى أن زيادة المخاطر تؤدي إلى تدهورٍ ملحوظٍ في جودة الأراضي الزراعية. بالنسبة للرعي أو الغابات، تسجل الأراضي ٢٦% ضمن الممتازة للرعي أو الغابات، بينما تُصنف ٢٩% ضمن المتوسطة الجودة للرعي أو الغابات، مما يعكس أن الأراضي ذات المخاطر المتوسطة يمكن أن تكون ملائمةً لممارسة الرعي أو إقامة الغابات ولكنها تحتاج إلى إدارةٍ حذرة.
- المخاطر العالية: الأراضي ذات المخاطر العالية تُظهر انخفاضًا كبيرًا في الجودة للزراعة، إء لا تتجاوز نسبة الممتازة للزراعة ٢%. هذا يعكس أن المخاطر العالية تؤثر على شكلٍ كبيرٍ في قدرة الأرض على دعم الأنشطة الزراعية. بالنسبة للرعي أو الغابات، تصل نسبة الأراضي الممتازة إلى ١٤%، ولكنها تظل منخفضةً نسبيًا موازنةً بالمخاطر المنخفضة أو المنخفضة جدًا. نسبة ٢٤% تُعد متوسطة الجودة للرعي أو الغابات، مما يشير إلى أن هناك إمكانيةً لاستخدام هذه الأراضي في هذا السياق ولكن بتحدياتٍ كبيرة.

- المخاطر العالية جدًا: في الأراضي ذات المخاطر العالية جدًا، نجد أن جودة الأراضي للزراعة شبه معدومةٍ، إء لا تُسجِّل سوى ٠% من الأراضي ضمن الممتازة للزراعة. هذا يشير إلى أن المخاطر العالية جدًا تؤدي إلى تدهورٍ شديدٍ في جودة الأراضي الزراعية. بالنسبة للرعي أو الغابات، النسب الممتازة تنخفض إلى ٤% فقط، مما يوضِّح أن هذه الأراضي غير ملائمةٍ على شكلٍ كبيرٍ للرعي أو إقامة الغابات. نسبة ١٣% فقط تُعد متوسطة الجودة للرعي أو الغابات، بينما تظل النسب الأخرى منخفضةً جدًا، مما يعكس التحديات الكبيرة التي تواجه الأراضي ذات المخاطر العالية جدًا في استخداماتها جميعها.

الاستنتاجات:

١- تُظهِر الدراسة أن قضاء شهربازار يتميز بتنوعٍ كبيرٍ في الخصائص الجغرافية والتربة، مما يؤثر في ملاءمة الأراضي للأغراض المختلفة. حيث توجد مناطق ذات خصوبةٍ عاليةٍ وملاءمةٍ زراعيةٍ ممتازةٍ، بينما هناك مناطق أخرى تتميز بتحدياتٍ جيومورفولوجيةٍ قد تحد من استخداماتها.

٢- إن بعض المناطق في قضاء شهربازار تتمتع بملاءمةٍ عاليةٍ لاستخداماتٍ معيَّنةٍ مثل الزراعة والبناء، بينما تواجه مناطق أخرى قيودًا بسبب خصائصها الجيومورفولوجية مثل الانحدارات الشديدة أو التربة غير المستقرة.

٣- تعتمد قابلية الأرض في المنطقة على مجموعةٍ من العوامل مثل النوعية الجيومورفولوجية، والخصائص الجيولوجية، والتربة. تحدد هذه العوامل مدى ملاءمة الأرض للتطوير أو الاستخدامات المختلفة وتؤثر في استدامة هذه الأنشطة.

٤- إن المخاطر الجيومورفولوجية العالية والعالية جدًا تؤثر على شكلٍ كبيرٍ في ملاءمة الأراضي في قضاء شهربازار. المناطق المُعرَّضة لتلك المخاطر تكون أقل ملاءمةً للاستخدامات الزراعية والبنائية موازنةً بالمناطق الأقل عرضةً لهذه المخاطر.

٥- المناطق ذات الخصائص الجيومورفولوجية المستقرة، مثل المناطق ذات التضاريس المسطحة أو المنحدرات المنخفضة، أظهرت قابليةً أرضيةً أفضل. بينما الأراضي ذات المنحدرات الحادة أو المناطق المعرضة للتعرية الشديدة كانت أقل قابليةً لاستخدامات الأراضي المستدامة.

التوصيات:

١- إعداد خرائط تفصيليةٍ من خلال تطوير خرائط تُظهر توزيع المخاطر الجيومورفولوجية في قضاء شهربازار لتحديد المناطق الأكثر والأقل ملاءمةً لاستخداماتٍ متنوعةٍ مثل الزراعة أو الرعي أو الغابات.

٢- تعزيز استراتيجيات إدارة الأراضي من خلال تخصيص الأراضي ذات المخاطر العالية جدًا للاستخدامات ذات التأثير البيئي المنخفض، مثل الغابات أو المناطق المحمية، بينما تستثمر الأراضي ذات المخاطر المنخفضة في الأنشطة الزراعية المكثفة.

٣- إجراء دراسات تقييم دوريةٍ من خلال إجراء تقييماتٍ منتظمةٍ لمستويات المخاطر الجيومورفولوجية وتأثيراتها لضمان دقة البيانات والتخطيط الفعَّال.

٤- تقديم برامج تدريبيةٍ للمزارعين والمستثمرين المحليين حول أفضل الممارسات في إدارة الأراضي وفقًا للمخاطر الجيومورفولوجية لتحسين استخدام الأراضي وتقليل المخاطر.

٥- تعزيز التعاون بين الجهات الحكومية، والمؤسسات البحثية، والمجتمعات المحلية لتطوير استراتيجياتٍ فعَّالةٍ لإدارة الأراضي ومواجهة المخاطر الجيومورفولوجية، بما في ذلك تطوير سياساتٍ تتعلق بالاستدامة.

٦- تنفيذ تقييمات للأثر البيئي من خلال إجراء تقييماتٍ بيئيةٍ في المناطق ذات المخاطر المرتفعة قبل بدء المشاريع التنموية أو الزراعية لتحديد المخاطر المحتملة واتخاذ تدابير للتقليل منها.

الهوامش:

(١) ظافر إبراهيم طه العزاوي وآخرون، تحليل وتقييم ملاءمة وقابلية الأرض لزراعة محصولي القمح والشعير وإعداد خرائطها باستخدام نظم المعلومات الجغرافية في قضاء الدبس، سر من راى ، المجلد ٧ ، العدد ٣٥ ، ٢٠١١، ص١٥.

(٢) عثمان محمد غنيم ، تخطيط استخدام الأرض الريفي والحضري ، دار صفاء للنشر والتوزيع ، الأردن ٢٠٠١، ص١٣.

(٣) عبد الكريم رشيد عبد اللطيف، وجعفر حسين محمود، تقييم الملاءمة والقابلية لترب ناحية دجلة باستخدام نظم GIS، مجلة جامعة تكريت للعلوم الإنسانية، المجلد٢٠، العدد ٦، ٢٠١٣، ص٣٦٢.

(4) Smith, Keith, and David N. Petley. (2009). Environmental Hazards: Assessing Risk and Reducing Disaster. Routledge.

(5) Source 2: Renschler,C.S., Follingstad,D.,& Pike, A.S.(2008). "Temporal scales and resolution in geomorphic hazard risk assessments." Geomorphology, 101(1-2), 50-57.

(6) Source 1: Crozier, M. J. (2010). "Deciphering Earth's Natural Hazards: The role of time." Geomorphology, 122(3), 265-275.

(7) Source 3: Slaymaker, O. (2009). "Geomorphology, natural hazards, vulnerability and prevention." Geographica Helvetica, 64(3), 155-165.

(8)Alcántara – Ayala , I . (2002). " Geomorphology , natural hazards ,vulnerability and prevention of natural disasters in developing countries ." Geomorphology, 47 (2-4),107-124.

(9) Smith, K., & Petley, D. (2009). "Environmental Hazards: Assessing Risk and Reducing Disaster." Routledge, New York.