أساليب التمثيل الخرائطي للأشكال الجيومورفولوجية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بُعد: دراسة حالة للوحة أم رحل وفق نظام ITC

Cartographic Representation Methods of Geomorphological Landforms Using Geographic Information Systems and Remote Sensing: A Case Study of the Umm Rahal Map Sheet According to the ITC System

أ.م.د. عبير عدنان خلفه الخزاعي: أستاذ مساعد دكتور في الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة القادسية، العراق.

أ.د. كفاح داخل عبيس البديري: أستاذ دكتور في الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة القادسية، العراق.

***Dr. Abeer Adnan Khalfa**: Assistant Professor of Geography, College of Arts, Al-Qadisiyah University, Iraq.*

Email: abeer.alkhozai@qu.edu.iq

***Prof. Dr. Kifah Dakhel Abees Al-Badiri:** Professor of Geography, College of Arts, Al-Qadisiyah University, Iraq.*

Email: kafih.dakel@qu.edu.iq

DOI https://doi.org/10.56989/benkj.v6i10.2153

تاريخ الاستلام: 2026-08-22 تاريخ القبول: 2026-09-12 تاريخ النشر 2026-10-01

الملخص:

يتناول هذا البحث أساليب التمثيل الخرائطي للأشكال الجيومورفولوجية، مع التركيز على منطقة أم رحل بوصفها دراسة حالة، بهدف تطوير إطار متكامل لفهم وتوظيف الأساليب الملائمة لتمثيل مختلف أنواع الظواهر الجيومورفولوجية باستخدام نظام ITC ونظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بُعد. واعتمدت الدراسة منهجية تجمع بين تحليل البيانات الطبوغرافية والفضائية، والدراسة الحقلية، والنمذجة الجيومورفولوجية، بما يتيح تحليل خصائص الأشكال التضاريسية والتركيبية والمرتبطة بعمليات التعرية والترسيب وتمثيلها خرائطيًا. وأظهرت نتائج الدراسة أن تنوع أساليب التمثيل الخرائطي ومرونتها في التكيف مع الخصائص المميزة لكل ظاهرة جيومورفولوجية يسهمان في إنتاج خرائط أكثر دقة وفاعلية، ويعززان القدرة على فهم الواقع الجيومورفولوجي للمنطقة وتفسيره. كما أظهر توظيف نظام ITC بالتكامل مع نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بُعد أهمية هذه التقنيات في تنظيم البيانات الجيومورفولوجية وتحليلها وإخراجها في صورة خرائط تفصيلية قابلة للتوظيف في التطبيقات الجغرافية والبيئية. وتخلص الدراسة إلى أهمية اعتماد منهج مرن في اختيار أساليب التمثيل الخرائطي وفق طبيعة الظاهرة الجيومورفولوجية وخصائصها، إلى جانب وضع خطة استراتيجية لتحديث الخرائط الطبوغرافية بصورة دورية بالاستفادة من أحدث تقنيات الاستشعار عن بُعد ونظم المعلومات الجغرافية، مع تحديد الأولويات وتوفير الموارد اللازمة وضمان جودة البيانات وموثوقيتها، بما يسهم في توفير قاعدة بيانات مكانية دقيقة وموثوقة تدعم تطبيقات التخطيط العمراني وإدارة الموارد الطبيعية وغيرها من المجالات ذات الصلة.

الكلمات المفتاحية: التمثيل الخرائطي، الأشكال الجيومورفولوجية، لوحة أم رحل، نظام ITC، نظم المعلومات الجغرافية، الاستشعار عن بُعد.

Abstracts:

This study examines cartographic representation methods for geomorphological landforms, focusing on the Umm Rahal area as a case study, with the aim of developing an integrated framework for understanding and applying appropriate methods to represent different types of geomorphological phenomena using the ITC system, Geographic Information Systems (GIS), and Remote Sensing. The study adopts an integrated methodology combining the analysis of topographic and spatial data, field investigation, and geomorphological modeling, enabling the analysis and cartographic representation of topographic, structural, and erosion- and deposition-related landforms. The results demonstrate that the diversity and flexibility of cartographic representation methods in adapting to the distinctive characteristics of each geomorphological phenomenon contribute to producing more accurate and effective maps and enhance the ability to understand and interpret the geomorphological characteristics of the study area. The application of the ITC system in integration with GIS and Remote Sensing also highlights the importance of these technologies in organizing and analyzing geomorphological data and presenting them in detailed maps that can be utilized in geographical and environmental applications. The study concludes that a flexible approach should be adopted in selecting cartographic representation methods according to the nature and characteristics of each geomorphological phenomenon. It also recommends developing a strategic plan for the periodic updating of topographic maps using the latest Remote Sensing and GIS technologies, while establishing priorities, allocating the necessary resources, and ensuring data quality and reliability. This would contribute to providing an accurate and reliable spatial database to support urban planning, natural resource management, and other related applications.

Keywords: Cartographic Representation, Geomorphological Landforms, Umm Rahal Map Sheet, ITC System, Geographic Information Systems, Remote Sensing.

المقدمة:

يُعدّ التمثيل الخرائطي للأشكال الجيومورفولوجية من الأدوات الأساسية في دراسة سطح الأرض وفهم خصائصه والعمليات الطبيعية التي أسهمت في تشكيله، كما يؤدي دورًا مهمًا في تطبيقات التخطيط البيئي وإدارة الموارد الطبيعية وتحليل التغيرات المكانية. وتزداد أهمية التمثيل الخرائطي مع تنوع الأشكال الجيومورفولوجية واختلاف خصائصها ومصادر نشأتها، الأمر الذي يتطلب اختيار أساليب ورموز خرائطية تتلاءم مع طبيعة كل ظاهرة، وتضمن وضوح المعلومات ودقة تمثيلها وسهولة قراءتها وتفسيرها.

وتواجه عملية تمثيل الأشكال الجيومورفولوجية عددًا من التحديات، من أبرزها تعدد الظواهر واختلاف خصائصها المورفولوجية، وصعوبة اختيار الرموز والعلامات المناسبة لكل ظاهرة، فضلًا عن إمكانية حدوث تداخل بين العناصر الخرائطية، بما يؤثر في وضوح الخريطة وكفاءة استخدامها. ومن هنا تبرز أهمية توظيف التقنيات الحديثة، ولا سيما نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بُعد، إلى جانب النماذج والأساليب المتخصصة في إعداد الخرائط الجيومورفولوجية، ومنها نظام ITC، بما يتيح تنظيم البيانات وتحليلها وتمثيلها بطريقة أكثر دقة ووضوحًا.

تهدف هذه الدراسة إلى تطوير أساليب التمثيل الخرائطي للأشكال الجيومورفولوجية في منطقة أم رحل، من خلال توظيف نظام ITC ونظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بُعد، والاستفادة من البيانات الطبوغرافية والفضائية والدراسة الحقلية في بناء نموذج خرائطي متكامل. وقد اختيرت منطقة أم رحل بوصفها دراسة حالة لما تتميز به من تنوع في أشكال سطح الأرض، بما يوفر مجالًا مناسبًا لتطبيق أساليب التمثيل الخرائطي ومقارنتها وتقييم مدى ملاءمتها لتمثيل الظواهر الجيومورفولوجية المختلفة. وتعتمد الدراسة على منهجية متكاملة تجمع بين تحليل البيانات الطبوغرافية والفضائية، والعمل الميداني، والنمذجة الجيومورفولوجية، بهدف الوصول إلى نموذج خرائطي يتسم بالدقة والوضوح وقابلية التطبيق.

مشكلة الدراسة:

تتمثل مشكلة الدراسة في الحاجة إلى تحديد الأساليب والرموز الخرائطية الأكثر ملاءمة لتمثيل الظواهر والأشكال الجيومورفولوجية على الخرائط، بما يضمن وضوح المعلومات المكانية ودقة تمثيلها وسهولة فهمها وتفسيرها. وقد يؤدي عدم ملاءمة الرموز والعلامات المستخدمة لطبيعة الظواهر الجيومورفولوجية إلى تداخل المعلومات الخرائطية، وانخفاض مستوى الوضوح البصري، وصعوبة قراءة الخريطة والاستفادة منها في التحليل الجغرافي والجيومورفولوجي. كما تبرز الحاجة إلى توظيف التقنيات الحديثة، مثل نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بُعد، في تطوير أساليب التمثيل

الخرائطي وربط البيانات المكانية بالمعلومات الجيومورفولوجية، بما يسهم في إنتاج خرائط أكثر دقة ووضوحًا.

فرضية الدراسة:

تنطلق الدراسة من فرضية مفادها أن توظيف نظام ITC بالتكامل مع نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بُعد يمكن أن يسهم في تحسين دقة ووضوح التمثيل الخرائطي للأشكال الجيومورفولوجية في منطقة الدراسة، من خلال اختيار الرموز والعلامات وأساليب التمثيل التي تتلاءم مع خصائص الظواهر الجيومورفولوجية المختلفة، بما يعزز من سهولة قراءة الخرائط وفهم المعلومات الجغرافية وتمثيلها بصريًا.

منهج الدراسة:

اعتمدت الدراسة على مجموعة من المناهج المتكاملة التي تتناسب مع طبيعة موضوعها وأهدافها؛ إذ استُخدم المنهج الاستقرائي في الانتقال من دراسة البيانات والمرئيات الفضائية والمصادر الطبوغرافية إلى بناء النموذج النهائي للخريطة الجيومورفولوجية. كما اعتمدت الدراسة على المنهج التقني من خلال توظيف برامج نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بُعد في معالجة البيانات وتحليلها وإنتاج الخرائط، إلى جانب المنهج التحليلي لتفسير الظواهر الجيومورفولوجية وتحليل الرموز وأساليب التمثيل الخرائطي ومطابقة الخرائط ومقارنة البيانات المتاحة.

كما شملت الدراسة العمل الميداني للتحقق من بعض البيانات والظواهر الجيومورفولوجية وتقييم مدى توافق التمثيل الخرائطي مع الواقع الميداني. واستهدفت الدراسة في مجملها بناء نموذج خرائطي يتميز بالدقة والوضوح وسهولة القراءة، مع توظيف تقنيات الجيوماتكس وتوحيد الرموز وأساليب التمثيل بما يساعد على تحسين فهم الخرائط الجيومورفولوجية وتيسير استخدامها في الدراسات الجغرافية والبيئية.

حدود منطقة الدراسة:

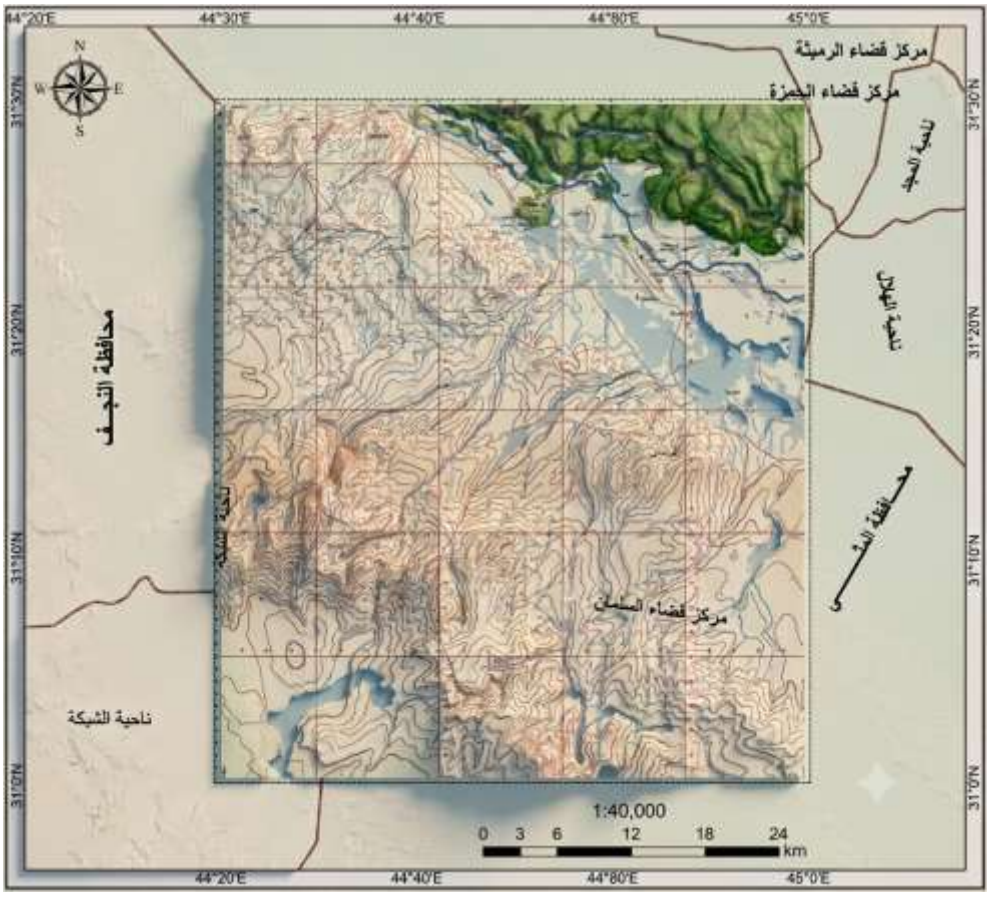
أولًا: الحدود المكانية: تقع منطقة الدراسة، وهي منطقة أم رحل، ضمن اللوحة الطبوغرافية (NH 32)، بين دائرتي عرض (30′ 31°) و(00′ 31°) شمالًا، وخطي طول (30′ 44°) و(00′ 45°) شرقًا، كما هو موضح في الخريطة (1).

ثانيًا: الحدود الزمانية ومصادر البيانات: تتمثل الحدود الزمنية للدراسة في إعداد الخريطة الجيومورفولوجية للوحة أم رحل لعام 2024، بالاعتماد على مجموعة من مصادر البيانات والمرئيات الفضائية، شملت مرئيات Landsat 8 بدقة مكانية بلغت 30م و15م، ونماذج ارتفاع رقمية تعود

إلى أعوام 2008 بدقة 12.5م، و2007 بدقة 0.9م، و2024 بدقة 0.0009م، إلى جانب مرئية Esri لعام 2021 بدقة 0.9م، ومرئية SasPlanet لعام 2020 بدقة 0.30م، فضلًا عن الخرائط الطبوغرافية العراقية لعامي 1980 و1990 بمقاييس مختلفة.

ثالثًا: الحدود الموضوعية: تتناول الدراسة إعداد نموذج محلي وعالمي وفق نظام ITC لخريطة جيومورفولوجية للوحة أم رحل بمقياس 1:25,000، تغطي مساحة تبلغ 2675.3 كم²، بوصفها خطوة أولية نحو إعداد خرائط جيومورفولوجية للعراق وفق نموذج موحد في أساليب التمثيل والرموز الخرائطية.

خريطة رقم (1): توضح حدود منطقة الدراسة



المصدر: لوحة أم رحل الطبوغرافية لعام 1990، الصادرة عن هيئة المساحة العسكرية العراقية، بمقياس 1:100,000، وخريطة العراق الإدارية لعام 2017، بمقياس 1:1,000,000.

المبحث الأول: أهمية التمثيل الخرائطي في الجغرافيا

يلعب التمثيل الخرائطي دورًا محوريًا في علم الجغرافيا، بوصفه وسيلة فعّالة لتمثيل الظواهر الجغرافية وتحليلها، كما يُعد أداةً حيويةً لفهم التفاعلات المكانية والزمانية للأشكال الجغرافية. ويتمثل دوره الرئيس في توفير وسيلة توضيحية للأشكال الجغرافية؛ فخريطة أشكال سطح الأرض تُعد وسيلة

لتوضيح المعلومات المتعلقة بطبيعة نشأة الأشكال الأرضية، والمواد التي تتكون منها، فضلًا عن العمليات التي أسهمت في تشكيلها. ولا يقتصر استخدامها على الجيومورفولوجيين فحسب، بل تخدم أيضًا المهندسين والجيولوجيين والمخططين، إذ تُعد مصدرًا مهمًا في الدراسات التطبيقية المتعلقة بإدارة البيئة وتنميتها، وتقويم الموارد الطبيعية ومسحها. ويعتمد نوع المعلومات والتفاصيل التي تقدمها الخريطة على مقياسها والهدف من إعدادها[1].

ويمكن توضيح أهمية الخرائط الجيومورفولوجية على النحو الآتي:

- تُعدّ الخرائط الجيومورفولوجية وثائق مهمة وأدوات ضرورية لصيانة الموارد الطبيعية ومعالجة المشكلات البيئية، لارتباطها بجيومورفولوجية سطح الأرض.
- تسهم في التمثيل الخرائطي للوحدات الجيومورفولوجية الكبرى والأشكال الأرضية الثانوية وتطورها في ظل التكوينات الجيولوجية والظروف المناخية، فضلًا عن دراسة التضاريس؛ إذ يمكن من خلالها تحديد المواقع المناسبة للسدود والطرق ومناطق الاستيطان، والحد من مخاطر الفيضانات.
- يمكن من خلال نمذجة الخريطة الجيومورفولوجية الحصول على معلومات كمية تتعلق بأطوال الوحدات الجيومورفولوجية ومساحاتها وانحداراتها وكثافتها وتضرسها ومناسيبها، فضلًا عن العناصر المكونة لها.
- تتيح نمذجة المعلومات النوعية المتعلقة بالشكل الخارجي، وأصل أشكال سطح الأرض وعمرها وتطورها. ونظرًا إلى الارتباط الوثيق بين أشكال سطح الأرض والعمليات الجيومورفولوجية، تركز الخريطة الجيومورفولوجية على الجوانب المورفوديناميكية وما تتضمنه من عمليات جيومورفولوجية قديمة وعمليات جارية في الوقت الحاضر.
- تتمتع الخرائط الجيومورفولوجية بأهمية كبيرة في التخطيط لاستعمالات الأراضي، والدراسات الهيدرولوجية، وأعمال الري، وتحديد الأراضي الصالحة للزراعة، والمناطق المعرضة للتعرية، ومواقع السدود والطرق ومناطق الاستيطان والمناطق المعرضة للفيضانات، وغيرها من الدراسات المرتبطة بأشكال سطح الأرض[2].
- تسهم الخرائط الجيومورفولوجية في تحديد الخصائص الجيومورفولوجية لمنطقة الدراسة، مثل الهضاب، والأودية الموسمية، والموائد الصخرية، والأراضي المتأثرة بالرعي الجائر، بالإضافة إلى مواقع معامل الأسمنت والأراضي الجبسية.

1- الزيادي، محمد. (2012–2013). السيموغرافيا: المتغيرات البصرية [محاضرة دراسية]. جامعة ابن زهر، أكادير، المغرب، ص4.

2- النجدي، فرح عبد القادر فالح رحيم. (2019). التمثيل الكارتوغرافي للهرم السكاني المركب في محافظة صلاح الدين: دراسة في علم الخرائط [أطروحة دكتوراه غير منشورة]. جامعة تكريت. ص74–80.

- تساعد في مراقبة العمليات الجيومورفولوجية؛ إذ تركز الدراسات الجيومورفولوجية في المنطقة على فهم العمليات القديمة والحالية المؤثرة في تشكيل سطح الأرض وتطوره، بما يسهم في دعم اتخاذ القرارات المتعلقة بالإدارة البيئية المستدامة.
- تساعد هذه الخرائط في إجراء تحليلات مكانية شاملة تسهم في فهم أفضل لتأثير الاستعمالات البشرية في المظاهر الأرضية، وتعزيز جهود حماية البيئة والموارد الطبيعية في منطقة أم رحل.

أولا: التعريف بنظام

لتلافي أوجه القصور في أنظمة المسح الجيومورفولوجي البولندية والمجرية والروسية والفرنسية، سواء من حيث محتوى الخريطة أو الأسلوب الكارتوغرافي المستخدم في إعداد الخرائط الجيومورفولوجية، قام كلٌّ من الأستاذ فيرستابن والدكتور فان زويدام من المعهد الدولي لمسح الأراضي وعلوم الفضاء في هولندا بوضع نظام عالمي مرن للمسح الجيومورفولوجي وإعداد الخرائط الجيومورفولوجية، يكون قابلًا للتطبيق في بيئات تحاتية مختلفة حول العالم. وقد عُرف هذا النظام باسم «نظام المسح الجيومورفولوجي للمعهد الدولي لمسح الأراضي وعلوم الفضاء» (The ITC System of Geomorphological Survey) [1].

وقد اعتُمد النظام الهولندي للمسح الجيومورفولوجي في تحليل الأشكال الجيومورفولوجية واستخدام الرموز المناسبة لتمثيلها، إذ يُعد نظامًا تحليليًا يتضمن دراسة الخصائص المورفومترية، والشكل الخارجي، وأصل أشكال سطح الأرض وتطورها، مع التأكيد على دراسة التكوينات الصخرية والرواسب السطحية المرتبطة بتلك الأشكال، فضلًا عن دراسة العمليات الجيومورفولوجية التي أسهمت في تشكيلها. ويعتمد هذا النظام على المسح الجيومورفولوجي وإعداد الخرائط الجيومورفولوجية وفق أسس موحدة تتيح تمثيل الظواهر الجيومورفولوجية وتحليلها بصورة متكاملة[2].

من خلال ما تقدم، يتضح أن النظام الهولندي للمسح الجيومورفولوجي يتميز بمجموعة من الخصائص، من أبرزها:

- المرونة: يتميز النظام بقدرته على التكيف مع البيئات الجغرافية المتنوعة واختلاف خصائصها الجيومورفولوجية.

1- فيرستابن، هيرمان، وفان زويدام، روي. (1988). نظام المسح الجيومورفولوجي لمسوح الفضاء وعلوم الأراضي (تعريب يحيى عيسى فرحان). دار مجدلاوي للنشر والتوزيع.

2- Verstappen, H. Th. (1970). Introduction to the ITC system of geomorphological survey. K.N.A.G. Geografisch Tijdschrift, 4(1), 85–91 + 4 maps.

- توحيد الرموز : يعتمد النظام على استخدام رموز موحدة لتسهيل قراءة الخرائط الجيومورفولوجية وتفسيرها، وتحقيق قدر من الاتساق في تمثيل الأشكال والظواهر الجيومورفولوجية.
- الدقة في التمثيل: يتيح النظام تمثيل الخصائص الجيومورفولوجية بصورة دقيقة، بالاعتماد على جمع البيانات وتحليلها وفق أسس منهجية.
- التكامل التقني: يمكن توظيف النظام بالتكامل مع تقنيات الاستشعار عن بُعد ونظم المعلومات الجغرافية (GIS)، بما يعزز كفاءة معالجة البيانات وتحليلها وتمثيلها خرائطيًا.

التطبيقات العملية: يُستخدم النظام في إعداد الخرائط الجيومورفولوجية التي يمكن الإفادة منها في الدراسات الجغرافية والبيئية، وفي التخطيط وإدارة الموارد الطبيعية والتنمية.

ثانيا: أساليب التمثيل الخرائطي:

تُعدّ الخريطة قاعدةً مرئيةً للمعلومات الجغرافية، ولِفهم هذه القاعدة وقراءتها، لا بد من تمثيل المظاهر الجغرافية عليها باستخدام رموز مناسبة تُظهر خصائصها والعلاقات فيما بينها، وفقًا لقواعد الإدراك البصري. ومن ثم، يتطلب إعداد الخريطة اختيار طرائق التمثيل الخرائطي المناسبة لطبيعة البيانات الجغرافية، إلى جانب اختيار الرموز الملائمة لكل طريقة من هذه الطرائق[1].

واعتمدت الدراسة على التصنيف الطرائقي (المنهجي)، الذي يقوم على أساس المنهج أو الآلية التي تتبعها طريقة التمثيل الخرائطي. وتنقسم طرائق التمثيل الخرائطي وفقًا لهذا التصنيف إلى تسع طرائق، وترتبط بها تسع وسائل[2][3]. وقد استخدم هذا التصنيف عدد من الباحثين، من بينهم بتريستا وزملاؤه عام 1974، وبافيتسيج عام 1976، ثم تبعهم عدد من المؤلفين العرب، ومنهم السويدي عام 1996[4]. واعتمدت الدراسة التصنيف الطرائقي لما يتيحه من تسهيل عملية اختيار الطريقة الأنسب لإعداد الخريطة، ثم اختيار وسيلة أو أكثر من الوسائل المرتبطة بها[5]. وفيما يأتي توضيح لهذه الطرائق.

1- الطرائق: منهج أو إجراء منظم لإنجاز شيء ما.

2- الوسائل: سبيل لتحقيق شيء ما أو منهج ما، ويُقصد بها في هذا السياق السبيل المستخدم لإنجاز إحدى طرائق التمثيل الخرائطي.

3- مانع، فضاء وناس. (2023). إعداد الخريطة الجيومورفية لناحية زرباطية وفق نظام ITC باستخدام نظم المعلومات الجغرافية (GIS) [رسالة ماجستير]. كلية التربية، جامعة واسط، ص56.

4) آل طعمة، حسام صاحب حسون. (2006). التمثيل الخرائطي لسكان العراق بحسب تعداد 1997م [أطروحة دكتوراه]. كلية الآداب، جامعة بغداد، ص16.

5) المصدر نفسه، ص15–16.

1) طريقة الأقاليم النوعية:

تمثل خرائط التوزيع النوعي المواقع الجغرافية النسبية للبيانات المختلفة استنادًا إلى مسمياتها، مثل خرائط أنواع الترب، وخرائط التكوينات الجيولوجية، وخرائط المناخ. ولتمييز هذه البيانات الجغرافية، تُستخدم رموز مختلفة في أشكالها، أو قد تُستخدم التدرجات اللونية من خلال توظيف عنصر التباين[1].

وتُعرف هذه الطريقة أيضًا بطريقة التظليل، إذ تُظلل جوانب التضاريس بحيث تكون الجوانب شديدة الانحدار أكثر تظليلًا من الجوانب قليلة الانحدار، في حين تُترك الأراضي المستوية، سواء أكانت مرتفعة أم منخفضة، دون تظليل. وتُستخدم هذه الطريقة في تمثيل الظواهر التكتونية، مثل الهضاب والسهول والأودية في منطقة أم رحل، فضلًا عن تمثيل توزيع الظواهر المائية وتصنيف أنواع الترب.

2) طريقة المناطق النوعية:

تُستخدم هذه الطريقة لتمثيل خصائص الظواهر النوعية ذات الانتشار المساحي، والتي لا تغطي جميع المساحات المرسومة على الخريطة[2]. وتتمثل السمة الرئيسة التي تميز هذه الطريقة عن الطريقة السابقة في أن الظواهر التي تمثلها لا تمتد لتشمل جميع أجزاء الخريطة، وإنما تقتصر على مناطق أو مساحات محددة منها.

3) طريقة الظواهر المتجهة:

تتناول طريقة الظواهر المتجهة الظواهر المتحركة ذات الخصائص النوعية، أي تحديد اتجاه حركة الظواهر وانتقالها، سواء أكانت حقيقية أم مفترضة، مرئية أم مدركة. وتُستخدم، إلى جانب وسيلة الاتجاه، وسيلتا الألوان والشرح المباشر لتوضيح الصفات النوعية للظاهرة أو عناصرها[3]. ومن أمثلة تطبيقاتها في الدراسات الجيومورفولوجية تحديد اتجاهات التعرية، وحركة الكثبان الرملية، واتجاه تدفق الأنهار.

---

[1]– المصرف، هاشم يحيى. (1982). مبادئ علم الخرائط (ط. 1). وزارة التعليم العالي، مؤسسة المعاهد الفنية، ص. 196.

[2]– الحميري، محمد عباس جابر. (2011). التمثيل الكارتوجرافي لاستعمالات الأرض الزراعية في قضاء المسيب باستعمال نظم المعلومات الجغرافية (GIS) [رسالة ماجستير]. مجلس كلية التربية صفي الدين الحلي، جامعة بابل، ص15.

[3]– الركابي، حامد سفيح عجرش. (2006). التوزيع الجغرافي للصناعات الكبيرة في محافظات البصرة وذي قار وميسان: دراسة كارتوجرافية–صناعية، الجزء الأول [أطروحة دكتوراه]. كلية الآداب، جامعة البصرة، ص13.

4) طريقة خطوط الحركة:

يلجأ الخرائطي في هذه الطريقة إلى استخدام خطوط الحركة والأسهم لتمثيل حركة انتقالية للظواهر، وبيان قوتها واتساعها ومدى تأثيراتها. ومن أمثلتها تمثيل حركة المجاري المائية الدائمة، إذ يعبر كل من طول الخط، ولونه، وشكل السهم، واتجاهه عن الجوانب الكمية والكيفية للظاهرة المدروسة.

5) طريقة العلامات والرموز:

تُعدّ طريقة العلامات والرموز أسلوبًا فعّالًا لتمثيل الظواهر الجيومورفولوجية، إذ تُستخدم لتحديد مواقع الظواهر، وتمثيل أشكالها، وإظهار التباين في قيمها البصرية. ويمكن من خلالها تمثيل أنواع معينة من الظواهر أو كمياتها، أو الجمع بين الخصائص النوعية والكمية في تمثيل واحد. وتُستخدم العلامات لتحديد مواقع بعض الظواهر، كالأنهار والسهول، وتمثيل أشكالها، مثل الكثبان الرملية. كما يمكن توظيف درجات الألوان للتعبير عن القيمة البصرية، مثل كثافة الرمال، في حين تُستخدم الرموز المساحية لتمثيل المناطق السهلية، مع توظيف التباين اللوني للدلالة على خصائص التربة أو الاستعمالات الزراعية.

وتعبّر الاختلافات في أحجام الرموز عن الخصائص الكمية للظواهر، مثل استخدام رمز أكبر لنهر الفرات، ورموز أصغر للأنهار الأخرى. وتُستخدم العلامات والرموز تبعًا لدلالتها الاسمية أو التراتبية أو القياسية[1]، مما يجعلها وسيلة مرنة لتمثيل الخصائص المتنوعة للظواهر الجيومورفولوجية.

6) طريقة النقاط:

تُستخدم طريقة النقاط لتمثيل المواضع الكمية، بحيث تدل كل نقطة، وفقًا لقيمتها، على عدد محدد من الظواهر الجيومورفولوجية المنتشرة بصورة غير متساوية في منطقة الدراسة، ولا سيما عندما لا يسمح مقياس الخريطة الصغير بتمثيل خصائص انتشار كل ظاهرة تضاريسية على حدة، كما هو الحال في نماذج الأشكال الكارستية الصغيرة والكثيرة التعداد.

وتُستخدم هذه الطريقة في تمثيل بعض المظاهر التضاريسية المحددة من حيث الارتفاع والمساحة، مثل التلال المنفردة، كما يمكن استخدامها لتمثيل قمم الجبال في المناطق الجبلية. وتُستخدم كذلك في تمثيل الارتفاعات عند تقاطعات الطرق أو في تحديد نقاط التثليث. وتتمثل آلية استخدامها في تثبيت نقطة على الخريطة، وإلى جانبها تُكتب قيمة تمثل ارتفاع النقطة بالأمتار، وفي حالة نقاط التثليث يمكن تدوين مواصفات النقطة إلى جانب قيمة الارتفاع.

[1]– المصدر السابق، ص13.

7) طريقة الخرائط البيانية:

يمكن استخدام طريقة الكارتوغرام، سواء أكان ذلك باستخدام الأعمدة أم الدوائر النسبية أم غيرها من الأشكال البيانية، لإبراز بعض الدراسات التضاريسية وتمثيلها خرائطيًا في المناطق الطبيعية المحددة بالدراسة. ومن تطبيقاتها تمثيل تدرج كثافة الحت المائي من خلال الأخاديد والوديان، واستخدام وردة الرياح لتمثيل اتجاهات الأشكال الريحية، أو تمثيل الأقسام الطبيعية لسطح الأرض، والأراضي المروية، وكميات المياه المخزونة، وغيرها من الظواهر. ولم تُستخدم هذه الطريقة في الدراسة الحالية.

8) طريقة التدرج المساحي:

يمكن اللجوء إلى طريقة الكارتوغرام لبيان عدد الأشكال التضاريسية أو كثافة الشبكة الحتية ضمن وحدة مساحية محددة، مع ملاحظة أن مساحة الوحدة تختلف باختلاف مقياس الخريطة. وتُفضّل مساحة مقدارها 1 كم² كوحدة مساحية عند إعداد الخرائط ذات مقياس 1:50,000. وفي هذه الطريقة تزداد شدة اللون وكثافة التظليل طرديًا مع زيادة كثافة الظاهرة، كما في تمثيل بعض الأشكال التضاريسية، مثل الهضاب والهضيبات والموائد الصخرية والبيوت.

9) طريقة خطوط التساوي:

تُستخدم خطوط التساوي ذات القيم المتساوية لإبراز درجات الارتفاع المختلفة عن سطح الأرض، أو شدة الحركات الأرضية الحديثة، أو أعماق التضاريس القديمة المغطاة بالرسوبيات الأحدث. وتزداد هذه الخطوط وضوحًا من خلال ملء الفراغات الواقعة بينها بالألوان أو الظلال، أو باستخدام الرموز الخطية المتدرجة.

كما يمكن تمييز مناطق انتشار المظاهر ذات الطبيعة المختلفة من خلال التوزيعات المساحية، فتظهر الحدود التي تميز التضاريس وفق طريقة الأساس الوصفي[1]، مثل حدود انتشار الأشكال الكارستية، والأخاديد الحتية، ومناطق التعرية الريحية، ومواضع الترسيب. وتشمل تطبيقات هذه الطريقة كذلك خطوط تساوي قيم الأمطار، المعروفة باسم الإيزوهيت، وخطوط تساوي درجات الحرارة، وخطوط تساوي الضغط الجوي، المعروفة باسم الإيزوبار، فضلًا عن خطوط الارتفاعات المتساوية، ومنها خطوط الكنتور وخطوط التسوية.

[1]– صفوح خير. (د.ت.). الجغرافية: موضوعها ومناهجها وأهدافها، مصدر سابق، ص. 254–256.

وتجدر الإشارة إلى أن خطوط القيم المتساوية تُعدّ مرتكزًا أساسيًا يمكن الاعتماد عليه في تمثيل العناصر الجغرافية المساحية الكمية، إلا أنه، لأغراض التسهيل، يمكن الاستعانة بعناصر حدودية أخرى، مثل الحدود الإدارية.

أما الوسائل المرتبطة بها فهي:

- **وسيلة خطوط التحديد:** تُستخدم هذه الوسيلة للتمييز بين الأقاليم والمناطق ذات الخصائص النوعية، وذلك بالاعتماد على الخطوط أو الألوان للفصل بين التقسيمات الإدارية أو الدولية أو الإقليمية. وترتبط هذه الوسيلة بطريقتي الأقاليم النوعية والمناطق النوعية[1].
- **وسيلة الشرح المباشر:** تُستخدم هذه الوسيلة لتوضيح أسماء الأماكن والمساحات، أو تحديد قيم خطوط التساوي. كما تُستخدم لعرض الخصائص النوعية للظواهر من خلال المقاطع الكتابية أو الكلمات، في حين تُعرض الخصائص الكمية في صورة أرقام. وتتميز هذه الوسيلة بسهولة تطبيقها وكفاءتها في إيصال المعلومات إلى قارئ الخريطة[2].
- **وسيلة القياس والاتجاه:** تُستخدم وسيلة القياس والاتجاه في حالتين رئيسيتين، هما: القياس والاتجاه[3].
  - أولًا: القياس: يُستخدم القياس في توضيح الصفات أو الخصائص الكمية للأشكال والظواهر على الخريطة، ويرتبط بمقياس معين لإظهار القيمة الفعلية أو النسبية للظواهر المدروسة. ويشمل ذلك الظواهر التضاريسية، مثل قياس درجة الانحدار وأعماق الوديان، والظواهر المائية، مثل قياس أطوال الأنهار وعروض المجاري المائية، والظواهر الرملية، مثل قياس مساحات التغطية الرملية، وظواهر التعرية، مثل قياس مساحات المناطق المتأثرة بها. وتمثل هذه الخصائص على الخريطة باستخدام مقاييس محددة ورموز كمية وتدرجات لونية.
  - ثانيًا: الاتجاه: يرتبط الاتجاه بالظواهر المتحركة أو المتجهة، سواء أكانت ذات خصائص نوعية أم كمية، وتُعد وسيلة القياس والاتجاه من الوسائل واسعة الاستخدام في التمثيل الخرائطي. ومن تطبيقاتها تمثيل اتجاه تدفق المياه في الأنهار، واستخدام

---

[1]– مانع، فضاء وناس. (2023). إعداد الخريطة الجيومورفية لناحية زرباطية وفق نظام ITC باستخدام نظم المعلومات الجغرافية (GIS) [رسالة ماجستير]. كلية التربية، جامعة واسط، ص. 42.

[2]– الرفاعي، عمر ناجي عمير. (2017). النمذجة الخرائطية للخصائص المناخية في محافظة الأنبار: حالة دراسية [أطروحة دكتوراه]. كلية التربية للعلوم الإنسانية، جامعة الأنبار، ص. 33.

[3]– خورشيد، عذراء طارق. (د.ت.). محافظة كربلاء: دراسة في الخرائط الإقليمية [رسالة ماجستير]. كلية التربية، جامعة كربلاء، ص. 28.

الأسهم لتوضيح اتجاه الرياح وحركة الكثبان الرملية المرتبطة بها، واتجاه حركة الصفائح التكتونية، فضلًا عن تمثيل توزيع بعض الظواهر الجيومورفولوجية، مثل الوديان والهضاب.

- **وسيلة العلامات الرمزية:** عمد مختصو الخرائط حديثًا إلى دمج خرائط التضاريس بخرائط أصول نشأة التضاريس، وأضافوا إلى خطوط الارتفاعات رموزًا خاصة أخرى لأشكال التضاريس، تُظهر سمات أصولها ونشأتها، مثل الكثبان الرملية غير المنتظمة، والأخاديد الحتية، والقمع الكارستي، والمصاطب الشاطئية أو النهرية.

- **وسيلة العلامات الهندسية البسيطة:** تكون هذه العلامات على هيئة أشكال هندسية، كالدوائر والمربعات والمثلثات والمستطيلات، أو مقاطع من هذه الأشكال، أو خطوط مستقيمة أو منحنية منتظمة. وتُعدّ من أكثر أنواع الرموز استعمالًا في الخرائط، لسهولة تعديل أشكالها، ومن ثم إمكانية التعبير بها عن ظواهر أخرى. وتُستخدم هذه العلامات لتحديد مواضع الظواهر المتباينة نوعيًا، وكمّيًا في بعض الأحيان، إذ تُكرر العلامات على المساحات التي تسود فيها الظاهرة بترتيب منتظم أو غير منتظم. وتمتاز هذه الوسيلة بقيمتها الإدراكية والبصرية العالية، ولا سيما عند استخدام الألوان. وتُنشأ الرموز الهندسية باستخدام طرائق إحصائية تحافظ على بقاء العلاقة قائمة وصحيحة بين عناصر الظاهرة الجغرافية. وقد تحمل الخريطة اسم الرمز المستخدم فيها، فيقال: خرائط الدوائر، وخرائط المربعات، وخرائط المثلثات، وغيرها. ويرجع ذلك إلى العلاقة الجغرافية التي تقدمها هذه الخرائط من خلال الربط بين مساحات الرموز وأحجامها وأشكالها وبين القيم الإحصائية للظواهر الجغرافية الممثلة على الخريطة[1].

- **وسيلة الألوان:** يُستعمل اللون لتقسيم نموذج التضاريس تبعًا لأصولها وأعمارها وشدة تطورها الحالية، وغيرها من السمات، بما يُظهر الروابط الكيفية بينها. ويمكن، من خلال تغيير شدة اللون وتدرج حدته، إبراز التغير في شدة الظاهرة أو السمة الواحدة من مكان إلى آخر. كما تُضاف إلى اللون، أحيانًا، الرموز والتشطيبات والخطوط والظلال لزيادة إيضاح التفاصيل ضمن الظواهر الجيومورفولوجية[2]. ومن أمثلة ذلك الخرائط الجيولوجية، وخرائط التربة، وخرائط تضاريس سطح الأرض.

- **وسيلة المساحات:** تُستخدم وسيلة المساحات لبيان أنواع الظواهر المختلفة وتمثيل البيانات الكمية بطريقتين. الأولى هي طريقة المساحات المحددة بخطوط التساوي، التي يُستخدم معها

[1] – مانع، فضاء وناس. (د.ت.). مصدر سابق، ص. 43.

[2] – الموصلي، عماد الدين. (1977). الكارتوغرافيا الجيومورفولوجية وبخاصة الفيزيوغرافية المورفومترية. المجلة الجغرافية، الجمعية الجغرافية السورية، ص. 11.

التظليل والتلوين المتدرج لتمثيل درجة كثافة القيم بين خطوط التساوي. ومن أمثلتها خرائط التضاريس الملوّنة أو المظللة بألوان وتظليلات متدرجة تحددها خطوط التساوي. أما الطريقة الثانية فهي طريقة التوزيع النسبي، التي تستخدم تظليلات مساحية متدرجة لتمثيل البيانات والكميات وفق وحدات إحصائية معينة، مثل الوحدات الإدارية أو السياسية. كما تُستخدم الرموز المساحية النوعية لتمثيل مساحة الظواهر النوعية من خلال تظليلات أو رموز مساحية مختلفة، مثل الرموز التصويرية للحشائش الدالة على مناطق المستنقعات، أو التظليلات المستخدمة لبيان أنواع التربة أو أنواع الصخور في الخرائط الجيولوجية، أو لبيان استخدامات الأرض في منطقة ما، وكذلك أنماط التظليل الرمزي التي تدل على مناطق الكثبان الرملية[1].

- **وسيلة الاستيفاء الرياضي:** يُعدّ الاستيفاء طريقة للتنبؤ بالقيم المجهولة انطلاقًا من القيم المعلومة، أو لإيجاد علاقة بين متغير عند نقطة مجهولة وقيم المعلومات المتاحة في مواقع أخرى ضمن مساحة معينة، وذلك من خلال نموذج رياضي محدد يمثل هذه العلاقة. ويتطلب إجراء الاستيفاء توافر مجموعة من القيم المعلومة، التي يمكن الحصول عليها من خلال أخذ العينات وإجراء القياسات وفحص المواقع، مثل المسوحات الميدانية. ويمكن استخدام القيم المعلومة في مواقع الاستكشاف للتنبؤ بقيمة موقع آخر مجاور أو قريب من المواقع ذات القيم المعلومة[2]. ومع ذلك، قد تكون التفاصيل الظاهرية لسطح الأرض الناتجة عن الاستكمال أو الاستيفاء مضللة ولا تخدم الهدف المطلوب إذا لم تُختر طريقة الاستيفاء المناسبة. ويعتمد اختيار الطريقة على طبيعة المتغير المدروس وحجم العينة، الأمر الذي يتطلب مقارنة الأداء التجريبي لطرائق الاستيفاء المختلفة، وتقييمها بصورة كمية باستخدام أسلوب التحقق المتبادل من خلال منحنى التصديق[3].

ثالثًا: الرموز والعلامات في التمثيل الخرائطي:

تتمثل الرموز والعلامات في التمثيل الخرائطي بالمتغيرات البصرية للرموز الجيومورفولوجية وفق نظام ITC، ومن أبرزها: متغير الشكل، ومتغير الحجم، ومتغير اللون، ومتغير القيمة الظلية، ومتغير الاتجاه. وتبرز أهمية هذه المتغيرات البصرية في الرموز الخرائطية من خلال تأثيرها في

[1] – أبو راضي، فتحي عبد العزيز. (1998). المساحة والخرائط: دراسة في الطرق الكارتوغرافية والتمثيل الكارتوغرافي (ط. 1). دار النهضة العربية للطباعة والنشر، ص. 233.

[2] – الجنابي، فراس كامل. (2022). تقنيات استيفاء البيانات المكانية واستخداماتها في إنتاج الخرائط، ص3.

[3] – العزاوي، عبد عباس. (2019). مقارنة تقنيات الاستيفاء المكاني لخرائط مناسيب المياه الجوفية في قضاء تلعفر باستخدام نظم المعلومات الجغرافية. مجلة جامعة كركوك للدراسات الإنسانية، 14(1)، ص229.

الخريطة المطبوعة، وفي دقة الإدراك البصري وسرعته لدى المتلقي، فضلًا عن دورها في تطوير عملية التصميم والإخراج النهائي للخريطة بصورة علمية وإبداعية.

ومن ثم، لا بد من التعرف إلى المتغيرات البصرية الثابتة التي تؤدي دورًا مهمًا في إنشاء الرموز الخرائطية، والتعرف إلى إمكاناتها ومجالات استخدامها في تمثيل المظاهر الجيومورفولوجية على الخريطة، فضلًا عن تحديد دور الإدراك البصري لهذه المتغيرات في تصميم المحتوى الرمزي للخريطة، ومعرفة الأساليب الملائمة لتوظيفها بصورة فاعلة ومؤثرة في تصميم الخريطة.

وعند استخدام أكثر من عشرة رموز في خريطة واحدة، ولا سيما في الخرائط الجيومورفولوجية التي تتضمن رموزًا متعددة الأشكال، تصبح قدرة العين على إدراك أكثر من رمز في الوقت نفسه محدودة. كما قد يواجه قارئ الخريطة صعوبة في العثور على رمز معين عند الانتقال من جزء إلى آخر من الخريطة، نتيجة صعوبة الاحتفاظ بعدد كبير من الرموز مجتمعة في الذاكرة البصرية. ومن هنا يمكن القول إن الشكل يمتلك خاصية تجميعية تتأثر بتنوع الأشكال واختلافها، مما ينعكس على سرعة الإدراك البصري للرموز الخرائطية ووضوحها.

تنتظم المتغيرات البصرية وفق أربعة مستويات، فإما أن تكون ذات رؤية تجميعية، أو انتقائية، أو تنظيمية، أو كمية[1]. ويندرج تحت كل مستوى مجموعة من عناصر المتغيرات البصرية الستة، وهي: متغير الشكل، ومتغير الاتجاه (التوجيه)، ومتغير اللون، ومتغير التركيب الحبيبي (الحدة أو النسيج)، ومتغير القيمة، ومتغير الحجم. ويوضح الجدول (1) مستويات المتغيرات البصرية وعناصرها.

جدول (1): يوضح مستويات المتغيرات البصرية

≡ تجميعية	# انتقائية	O تنظيمية	Q كمية
الاتجاه	الاتجاه	القيمة	الحجم
اللون	اللون	الحجم	الحجم
الشكل	الشكل	الحبيبات	الحبيبات
الحجم	الحجم		
القيمة	القيمة		

المصدر: إعداد الباحثة، بالاعتماد على: جمال، زينب نعمان. (2021). نمذجة ترميز الخريطة الجيومورفية في قضاء كفري: دراسة مقارنة [رسالة ماجستير غير منشورة]. كلية التربية للعلوم الإنسانية، جامعة تكريت، ص48.

[1] – التكريتي، زينب جمال نعمان. (2022). ترميز الخرائط الجيومورفولوجية في قضاء كفري: دراسة مقارنة [رسالة ماجستير]. كلية الآداب، جامعة تكريت، ص. 31–32.

تتوزع مصفوفة المتغيرات البصرية وفقًا للأنواع التوقيعية، كما هو موضح في الجدول (2).

جدول (2): مصفوفة المتغيرات البصرية بحسب الأنواع التوقيعية

الحجم	القيمة الظلية	الحبة	اللون	الاتجاه	الشكل
QO≠	O≠	O≠	≠	≠	≡
QO≠	O≠	O≠	≠	≠	≡
QO≠	O≠	O≠	≠	=	≡

المصدر: الباحثة، بالاعتماد على: جمال، 2021، ص49.

تجميعية	انتقائية	ترتيبية	كمية
≡	≠	O	Q

المبحث الثالث: خطوات بناء الخريطة الجيومورفية للوحة أم رحل

تتكون الخريطة الجيومورفية للوحة أم رحل من عدة طبقات، تشمل المرئيات الفضائية، والخريطة الجيولوجية، ونموذج الارتفاع الرقمي (DEM)، وشبكة التصريف المائي، وخطوط الارتفاعات المتساوية، وأصناف الانحدار ودرجاته، وأنواع التربة. وقد استُخدمت هذه الطبقات في استنتاج أشكال سطح الأرض في منطقة الدراسة، إذ تتميز كل طبقة بخصائص تساعد في تصنيف الوحدات الأرضية وتحديد رموزها. واعتمد الترميز، بصورة أساسية، على نظام ITC بوصفه نظامًا معياريًا عالميًا للرموز الجيومورفولوجية، لما يوفره من قواعد ورموز تساعد على توحيد التمثيل الخرائطي، فضلًا عن سهولة إدراك رموزه من قبل مستخدم الخريطة، وسهولة تطبيقها في منطقة الدراسة.

وقد أُعدت الخريطة الجيومورفية للوحة أم رحل وفق مجموعة من المراحل والخطوات، تمثلت فيما يأتي:

المرحلة الأولى: إعداد خريطة الأساس (Base Map)

أُعدت خريطة الأساس لمنطقة الدراسة بمقياس 1:25,000، ومطابقتها مع الخريطة الإدارية والبيانات الفضائية المشتقة من مرئية SasPlanet ذات الدقة المكانية البالغة 0.30 م، ومرئيات Landsat ذات الدقة المكانية البالغة 30 م، ونموذج الارتفاع الرقمي (DEM) ذي الدقة المكانية البالغة 12.5 م، إلى جانب البيانات الرادارية ذات الدقة المكانية البالغة 15 م. كما أُجريت دراسة ميدانية للتحقق من المعلومات والبيانات المستنبطة من المرئيات الفضائية لمنطقة الدراسة.

المرحلة الثانية: إعداد وتدقيق وضبط الخرائط الطبوغرافية

شملت هذه المرحلة إعداد وتدقيق وضبط الخرائط الطبوغرافية بمقاييس 1:25,000، و1:5,000، و1:100,000، وتضمنت ما يأتي:

- تصميم خريطة الارتفاعات المتساوية بفاصل رأسي مقداره 20 م، وفق الإعدادات والإجراءات الموضحة في الفصل الثالث.
- تصميم خريطة شبكة التصريف المائي، المكونة من ست مراتب نهرية، والمستنبطة من مرئية SasPlanet وفق الإعدادات المعتمدة في برنامجي ArcGIS و ArcGIS Pro.
- تصميم خريطة الغطاء النباتي.
- تصميم خريطة المستقرات البشرية.
- تصميم خريطة طرق النقل.
- ضبط نقاط التحكم الأرضي، ولا سيما نقاط التثليث، واستخدامها في أعمال المطابقة.

المرحلة الثالثة: إعداد خريطة أنماط التربة وشدة الانحدار

شملت هذه المرحلة إعداد خريطة أنماط التربة وفق تصنيف منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة (FAO) لعام 2009، وبمقياس 1:250,000. كما أُعدت خريطة شدة الانحدار بالاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي (DEM)، وتصنيفها ضمن خمسة مستويات وفق التصنيف الذي أعده Zink.

المرحلة الرابعة: إعداد وتحديث خريطة الوحدات الأرضية

تم في هذه المرحلة إعداد وتحديث خريطة الوحدات الأرضية المستنبطة من المرئيات الفضائية، وتصنيف أشكال سطح الأرض إلى أربعة أصناف وفقًا لأصل تكوّنها، وهي: الأشكال التركيبية (البنيوية)، والأشكال الريحية، والأشكال المائية، والأشكال الإرسابية.

المرحلة الخامسة: ضبط الرموز الجيومورفولوجية

شملت هذه المرحلة توفير وضبط الرموز النقطية والخطية والمساحية والحجمية المستخدمة في تمثيل المعالم الجيومورفولوجية وأشكالها ووحداتها، بما يتلاءم مع طبيعة كل ظاهرة وخصائصها المكانية.

المرحلة السادسة: إعداد وتصميم الرموز الجيومورفولوجية

تم في هذه المرحلة إعداد وتصميم الرموز الدالة على المعالم الجيومورفولوجية وفق أشكالها وألوانها، وذلك بالاستفادة من رموز وألوان الخريطة الجيولوجية، والرموز الهندسية الخاصة ببعض المعالم الطبوغرافية، ورموز الخرائط الهيدرومورفولوجية، إلى جانب أنماط الرموز الخاصة بالأشكال التركيبية والريحية والمائية والإرسابية.

المرحلة السابعة: إعداد مفتاح الخريطة وعناصرها الأساسية

شملت هذه المرحلة إعداد وتدقيق قائمة مصطلحات الخريطة ومفتاحها، ورسم عناصر الخريطة الجيومورفية، بما في ذلك الإحداثيات، والإسقاط، ومقياس الرسم، واتجاه الشمال، والرموز الدالة، والألوان الدالة، والكتابات والنصوص، وعنوان الخريطة، وغيرها من العناصر الأساسية اللازمة لإخراج الخريطة.

المرحلة الثامنة: الإعداد والإخراج النهائي

تم في هذه المرحلة إعداد وإخراج الخريطة الجيومورفية بصورتها النهائية وفق مقياس الرسم المعتمد لمنطقة الدراسة. كما روعي في عملية الإخراج النهائي تضمين تفاصيل الدراسة الميدانية التي لم يكن بالإمكان الحصول عليها من المرئيات الفضائية، حيث جُمعت المعلومات الميدانية، ودُمجت مع البيانات المستنبطة من المصادر الأخرى، ثم أُخرجت الخريطة الجيومورفية النهائية، كما يوضح الجدول (3).

جدول رقم (3): يوضح خطوات بناء الخريطة الجيومورفية للوحة أم رحل وفق نظام ITC

المرحلة	الخطوات
1	إعداد خريطة الأساس بمقياس 1:25000 ومطابقتها مع الخرائط الفضائية (SASPlant وLandsat، وبيانات DEM).
2	تجميع الخرائط الطبوغرافية بمقاييس مختلفة (1:25000، 1:5000، 1:100000) وتصميم خرائط متعددة (ارتفاعات، شبكة مائية)
3	إعداد خريطة أنماط التراب وفق تصنيف FAO لسنة 2009.
4	تحديث خريطة الوحدات الأرضية وتصنيف أشكال سطح الأرض إلى تركيبات مختلفة.
5	توفير الرموز النقطية والخطية والمساحية للحفاظ على دقة المعلومات الجيومورفية.
6	تصميم الرموز المخصصة للأشكال الجيومورفية، بالتوافق مع الأنماط الجيولوجية.
7	إعداد وتدقيق مفتاح الخريطة ورسم العناصر المهمة.
8	الإعداد والإخراج النهائي للخريطة الجيومورفية لمحة عن منطقة الدراسة.

المبحث الرابع: تطبيق نظام ITC في تمثيل الظواهر الجيومورفية في لوحة أم رحل

تمت عملية بناء خرائط أشكال سطح الأرض (الخرائط الجيومورفية) لمنطقة الدراسة باستخدام الإمكانات التي يتيحها برنامج ArcGIS Pro، بالاعتماد على البيانات المستخرجة بواسطة البرنامج من المرئيات الفضائية (Landsat TM 9) و(SasPlanet)، وبيانات الارتفاع الرقمية (DEM)، وخرائط العلاقات المكانية للعوامل الطبيعية والبشرية، بعد مقارنتها مع الخريطة الخاصة بالتصنيف البصري للغطاء الأرضي لمنطقة الدراسة. ومن أجل تحقيق أعلى درجات الإدراك البصري والاتصال الخرائطي لقارئ الخريطة، صُنفت الأشكال الأرضية الموجودة في المنطقة حسب منشئها التكويني، وأُعدت الخرائط التي تمثلها وفق هذا التصنيف. وفيما يأتي تحليل كل من هذه الخرائط:

أولًا: خريطة أشكال سطح الأرض ذات المنشأ التكتوني – التركيبي بحسب النظام الهولندي

استُعملت فيها طريقة العلامات والرموز، ووسيلة الألوان، وأسلوب العلامات والرموز الخاصة، ويمكن توضيحها على النحو الآتي:

أ- الأشكال الأرضية ذات النمط النقطي بحسب النظام الهولندي ITC

أُخذ نمط التوقيع النقطي، وتم التمييز بين الأشكال المتشابهة من خلال المتغيرات البصرية، وكما يأتي:

1. **العيون المائية:** مُثلت خرائطيًا برمز على شكل دائرة تمثل العين، ولُوّنت باللون الأزرق للإشارة إلى المياه، ورُكّب عليها رمز آخر على شكل خطين منحنيين متوازيين للإشارة إلى التدفق التلقائي للمياه من تلك العيون، كما هو متبع في النظام الهولندي، جدول رقم (4).

2. **التلال المنفردة:** مُثلت خرائطيًا بشكل دائري منبعج، تحيط به بروزات ذات لون بني للدلالة على الارتفاع الذي تتميز به عن المناطق السهلية المحيطة بها في شمال منطقة الدراسة، تماشيًا مع خط التغير في الانحدار الناتج عن عمليات جيولوجية، مثل الانفجارات البركانية أو حركات الصفائح التكتونية، مما يؤدي إلى ارتفاع الأرض في شكل دائري. فالشكل المنبعج يعكس ازدياد الارتفاعات تدريجيًا من المركز إلى الأطراف.

3. **الكويستا:** انتُخب اللون الرمادي إشارة إلى لون الصخور، إذ يعكس الانهيارات والتآكل الذي يحدث على الجروف، وأشارت الرموز المقترنة برمز الصخور إلى التساقط الصخري، دلالة على الأثر المتواصل للعمليات الجيولوجية.

4. الحواجز الصخرية: انتُخب لها رمز يُظهر التنوع في مقاومة الصخور للتعرية، مما يؤدي إلى تكوين منحدرات مختلفة، ولُوّن باللون البني المتدرج، إشارة إلى طبيعة الصخور بين الصلابة والهشاشة.

ب- الأشكال الأرضية ذات النمط الخطي بحسب النظام الهولندي ITC

تمثل الأشكال الآتية:

1. محاور الطيات: مُثلت بسهم متصل أفقي للدلالة على السكون، بسمك 25 نقطة ليتناسب مع مقياس رسم الخريطة، مع سهمين متجهين إلى الداخل عموديًا عند منتصف السهم، للدلالة على قوة الطية المقعرة. ويوجد محور واحد في شمال هضبة منطقة الدراسة.

2. الصدوع: أُعطي رمزًا على شكل خط متصل باللون الأسود وبسمك 25 نقطة، تخترقه أسهم بصورة مائلة باتجاه الجنوب الغربي – الشمال الشرقي. ويشير اللون الأسود إلى القوة والثبات، مما يعكس الطبيعة القاسية للعمليات التكتونية التي تؤدي إلى تكوّن الصدوع والانكسارات. وقد ظهرت هذه الصدوع في شمال منطقة الدراسة وفي شرق وحدة الهضبة.

3. خط التغير في الانحدار: مُثل باللون الأرجواني الداكن، الذي يشير إلى الأهمية والعمق في دراسة حالة الانحدار، وبسمك 25 نقطة، بخط متعرج يُعبّر عن التغير في الانحدار، تقطعه ثلاثة مستطيلات رأسها إلى الأسفل إشارة إلى اتجاه تغير الانحدار. وتمتد خطوط التغير في الانحدار بشكل موازٍ لخطوط الارتفاعات المتساوية في وحدة الهضبة باتجاه الشمال الشرقي – الجنوب الغربي.

ج- الأشكال الأرضية ذات النمط المساحي بحسب النظام الهولندي ITC

تمثلت بالأشكال الجيومورفية الآتية:

1. الهضبة: مُثلت باللون الأرجواني الداكن، إذ يُعد لونًا قويًا يُستخدم عادةً للإشارة إلى المناطق العميقة في التحليل الجغرافي، وفي هذا السياق يمثل الهضبة التي تُعد مسرحًا حيويًا للتضاريس الرئيسية.

2. الهضيبة: تنتشر هذه الأشكال في وسط وغرب وحدة الهضبة، ومُثلت باللون الأرجواني، الذي يوضح التباين بين صخور الهضيبة القاسية وتآكل الطبقات المحيطة بها، مما يجذب الانتباه إلى المناطق الأكثر استقرارًا في منطقة الدراسة.

3. الميزا (الموائد الصخرية): أُخذ لها اللون الأرجواني الفاتح، الذي يدل على أن الصخور القاسية التي تشكل القمة تعرضت لتآكل أقل، مما يجعلها أكثر بروزًا واستمرارية. أما سبب ترميزها مساحيًا،

فيتمثل في تحديد المناطق الهشة ورصد المناطق المعرضة للتآكل والتأثر بالعوامل البيئية السلبية، مما يدعم استراتيجيات الحماية البيئية. وظهرت الميزا في وسط وحدة الهضبة.

4. البيوت: مُثلت بلون أرجواني فاتح جدًا، يشير إلى تركيب المعادن في الصخور الذي أعطاها هذا اللون المميز. أما سبب ترميزها مساحيًا، فيُعزى إلى الانحدارات الشديدة التي تمنع تراكم المواد ضعيفة المقاومة حول القمة. وتوزعت في مناطق مختلفة من وحدة الهضبة.

ثانيًا: خريطة أشكال سطح الأرض ذات المنشأ المائي بحسب النظام الهولندي ITC

فيما يأتي توضيح لأهم ما جاء فيها:

أ- الأشكال الأرضية ذات النمط النقطي بحسب النظام الهولندي ITC

استُعمل هذا النمط من الترميز في تمثيل مواقع تمركز ظاهرتين فقط، هما:

1. التعرية المائية:

توجد عدة أنماط للتعرية المائية، ظهر ثلاثة منها في منطقة الدراسة، وهي:

أ- التعرية الغطائية (الصفائحية): أُعطي اللون الأزرق الفاتح للدلالة على منشئها المائي، وللتمييز بينها وبين التعرية المسيلية، لأنها تُعد أبسط أنواع التعرية المائية، وتنتهي بسهم إلى الأسفل للإشارة إلى إمكانية تحولها إلى التعرية السيلية أو الأخدودية.

ب- التعرية المسيلية: مُثلت برمز مشابه لرمز التعرية الصفائحية، إلا أن الخط المتقطع أصبح في التعرية المسيلية متصلًا؛ لأنها أكثر خطورة من سابقتها، وأُعطيت اللون الأزرق أيضًا إشارة إلى منشئها المائي، وتنتهي الخطوط بسهم، وهذا دليل على إمكانية تحولها إلى تعرية أخدودية.

ج- التعرية الأخدودية: أُخذ لها الترميز النقطي وفقًا لموضوع الخريطة وطريقة ووسيلة وأسلوب تمثيله، وانتُخب رمز بهيئة خط أزرق متدرج لتمثيل الأنماط الثلاثة للتعرية المائية في منطقة الدراسة، وجرى التمييز بينها على أساس متغير الشكل؛ إذ مُثلت التعرية الغطائية بخطين متعرجين متقطعين ينتهيان بسهم، وذلك لقلة أهميتها الناتجة عن قلة تأثيرها في منطقة الدراسة، وظهرت في وحدة الهضبة فقط.

أما رمز التعرية المسيلية فيشبه رمز التعرية الغطائية، لكنه يختلف في شكل الخط؛ إذ إنه متصل. في حين أن رمز التعرية الأخدودية مختلف تمامًا، إذ مُثلت بشكل ثلاثة مثلثات رؤوسها إلى الأسفل، في إشارة إلى الإزاحة أو الانخفاض الناتج عن التعرية. وعزز الرمز مفهوم التعرية الأخدودية في إنشاء أخاديد عميقة، مما يدل على تأثيرها الفعّال، وداخل كل مثلث خطوط متوازية تُظهر التآكل

المستمر. وانتشر هذان النوعان من التعرية في وحدتي السهل والهضبة، وتمت الإشارة إلى مدى تأثير التعرية في الأنماط الثلاثة من خلال خاصية التقطيع والتواصل التي تظهر في الخط، وعمق الخطوط في التعرية الأخدودية، والتي تبرهن على أهمية التدفق المائي وتأثيره في الأشكال الأرضية.

2. المراوح الفيضية:

رُمز إليها بهيئة مروحة مشابهة لشكلها في الواقع، ولُوّنت باللون الأسود للدلالة على الترسبات التي تتكون منها، مع رمز صغير باللون البني مكوّن من ثلاثة أسهم مائلة باتجاه الشرق، يُظهر الاتجاه الذي تتحرك فيه الرواسب والمياه داخل المراوح، مما يعكس ظاهرة الجريان السطحي.

ب- الأشكال الأرضية ذات النمط الخطي بحسب النظام الهولندي ITC

تمثلت في الآتي:

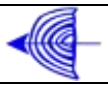
1. نهر الفرات وفروعه: مُثل خرائطيًا بخط متصل باللون الأزرق الفاتح لإبراز الجزر النهرية المنتشرة على طول مجرى النهر، وبسمك يتلاءم مع الرتبة التي يقع فيها المجرى الرئيسي للنهر وكل فرع من فروعه. ويجري نهر الفرات وفروعه في وسط وحدة السهل، ويقطعها من الغرب باتجاه الشرق.

2. المجاري المائية الموسمية: لتمييز المجاري المائية الموسمية عن الدائمة، مُثلت بخط متقطع أزرق فاتح، بسمك يتناسب مع رتبة كل مجرى. ويعكس الخط المتقطع انقطاع التدفق وموسمية الجريان، بينما يشير اللون الأزرق إلى العناصر المائية. وتعطي سماكة الخط فكرة عن الأهمية النسبية لكل مجرى مائي وفعاليته مصدرًا للمياه خلال الفترات الموسمية.

3. حدود الأودية: مُثلت بخط ونقطة تحته، وخط متصل فوقه علامة «×» فوق الخط. فاللون الأزرق الداكن يدل على حدود المياه التي تفصل بين الأحواض المائية، وتحدد مسارات الجريان وتبرز الحدود الجغرافية للأودية. أما النقطة تحت الخط فتعني وجود تأثير أو بداية للعمليات المائية في الحوض، وتشير إلى نقطة الجريان المائي، وتفسر التوجيه الصحيح لمياه الأودية وانسيابها عبر المساحات المحيطة. أما علامة «×» فوق الخط فتدل على الحدود التي تفصل بين الأحواض المجاورة، وتؤكد اختلاف المكون.

جدول رقم (4): يوضح الرموز الجيومورفية لمنطقة الدراسة وفق النظام الهولندي ITC

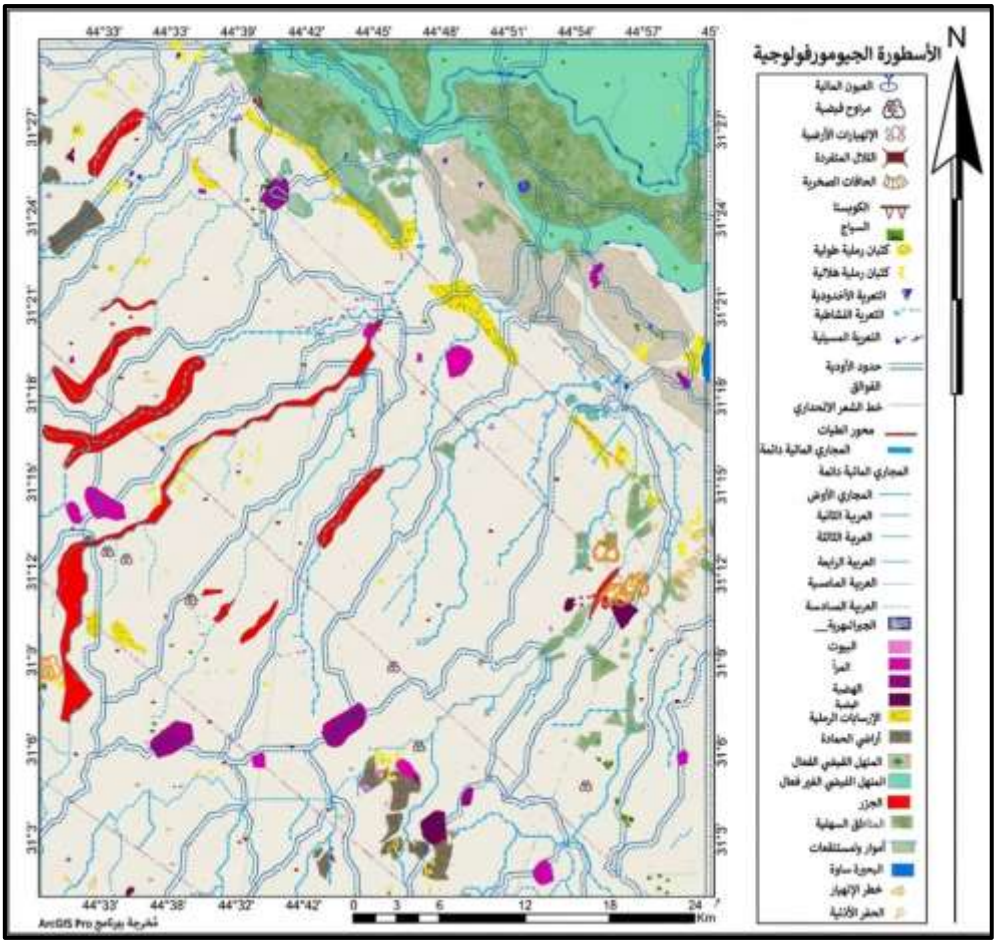
ت	اسم الشكل الأرضي	المعهد الهولندي ITC
1	العيون المائية	
2	تلال منفردة	

3	الكويستا	
4	الانهدامات الأرضية	
5	الحواجز الصخرية او الحوائط الصخرية	
6	محورْ الطيات	
7	الصدوع	
8	خط التغيير في الانحدار	
9	الهضبة	ارجواني داكن جدا
10	الهضيبة	أرجواني داكن
11	الميزا	أرجواني متوسط
12	البيوت	أرجواني فاتح
13	التعرية الغطائية (الصفائحية)	
14	التعرية المسيلية	
15	التعرية الأخدودية	
16	المروحة الفيضية	
17	مجرى مائي دائم الجريان	
18	مجرى مائي فصلي الجريان	
19	حدود الأودية	
20	أكتاف البحيرات	
21	الاهوار والمستنقعات	
22	السهل الرسوبي	
23	السهل الفيضي(الفعال)	
24	السهل الفيضي (الغير الفعال)	
25	الجزر النهرية	
26	الأودية الفصلية الجريان	

27	الأراضي الرديئة(الحزوز)	
28	الكثبان الهلالية	
29	الكثبان الطولية	
30	النباك	
31	الإرسابات الرملية	
32	اراضي الحمادة	
33	حفر الاذابة	
34	منخفضات الإذابة	

المصدر: الباحثة، بالاعتماد على: فيرستابن، هيرمان، وفان زويدام، روي. (1988). نظام المسح الجيومورفولوجي لمسوح الفضاء وعلوم الأراضي (تعريب: يحيى عيسى فرحان). دار مجدلاوي للنشر والتوزيع.

خريطة (2): الخريطة الجيومورفية للوحة أم رحل وفق النظام الهولندي ITC



المصدر: الباحثة، بالاعتماد على:

- **خريطة الأساس (Base Map) لبرنامج ArcGIS Pro v3.2.0، والتي تشمل الخريطة الطبوغرافية، والمرئية الفضائية الهجينة، وخريطة التضاريس من موقع شركة Esri.**
- **الخرائط الطبوغرافية لمنطقة الدراسة بمقياسي 1:5,000 و1:100,000، والخرائط الطبوغرافية لـ12 لوحة تغطي جزءًا من منطقة الدراسة بمقياس 1:25,000، للأعوام 1985 و1990.**

الخاتمة:

الاستنتاجات:

1) أظهرت الدراسة فعالية نظام ITC بوصفه إطارًا منهجيًا متكاملًا في تمثيل الخصائص الجيومورفية لمنطقة الدراسة، ليس فقط من خلال إنتاج خرائط عالية الدقة والتفصيل، وإنما أيضًا من خلال توفير لغة بصرية موحدة أسهمت في تسهيل عملية التحليل المكاني وتفسير العمليات الجيومورفية المؤثرة. ويعكس ذلك قدرة النظام على استيعاب التنوع الجيومورفولوجي للمنطقة وتقديم تمثيل دقيق يخدم أغراض الدراسة العلمية والتطبيقات العملية.

2) أظهرت الدراسة أن التكامل المنهجي بين البيانات الطبوغرافية والفضائية وبيانات نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) يمثل عنصرًا أساسيًا في إنتاج خرائط جيومورفية شاملة. ولا يقتصر هذا التكامل على تجميع البيانات، بل يتعداه إلى الربط بينها، بما يسمح باستخلاص معلومات أكثر عمقًا حول العلاقات بين التضاريس والعمليات الجيومورفية والتكوينات الجيولوجية. ويسهم هذا النهج في تعزيز دقة الخرائط وموثوقيتها، ويدعم فهم البيئة الجيومورفية لمنطقة الدراسة.
3) أكدت الدراسة الدور المحوري لنظم المعلومات الجغرافية (GIS) بوصفها منصة تحليلية متقدمة في مجال الجيومورفولوجيا. ولا تقتصر إمكانات نظم المعلومات الجغرافية على تسهيل إعداد الخرائط، بل تشمل أيضًا توفير أدوات لتحليل البيانات المكانية ونمذجة العمليات الجيومورفية واستكشاف العلاقات بين الظواهر الطبيعية. وتسهم هذه القدرات في تحويل البيانات الجيومورفية الأولية إلى معلومات مكانية يمكن الإفادة منها في مجالات التخطيط البيئي وإدارة الموارد.
4) أظهر تحليل أساليب التمثيل الخرائطي المستخدمة في الدراسة أهمية التنوع والمرونة في اختيار الأساليب المناسبة لتمثيل مختلف أنواع الظواهر الجيومورفية. وتتيح القدرة على تكييف أساليب التمثيل مع الخصائص المميزة لكل ظاهرة، سواء أكانت تضاريسية أم تركيبية أم ناتجة عن عمليات التعرية والترسيب، تقديم تمثيل خرائطي أكثر دقة ووضوحًا، يعكس الخصائص الجيومورفولوجية لمنطقة الدراسة.
5) أظهرت الدراسة أهمية الرموز والعلامات في تسهيل قراءة الخريطة وفهم المعلومات الجيومورفية. ولا تقتصر أهمية هذه الرموز على التمثيل المرئي للظواهر الجيومورفية، بل تسهم أيضًا في توفير لغة بصرية موحدة تسهّل عملية التواصل بين الخريطة وقارئها. كما يسهم التصميم الدقيق والواضح للرموز والعلامات في تحسين الإدراك البصري، وتقليل الغموض، وتعزيز فهم الخصائص الجيومورفولوجية لمنطقة الدراسة.

التوصيات:

1) اعتماد نظام ITC معيارًا موحدًا لتمثيل البيانات الجيومورفية على المستويين الوطني والإقليمي، بهدف تسهيل تبادل البيانات بين المؤسسات البحثية والحكومية، وتوحيد الجهود في مجال الدراسات الجيومورفولوجية. ويمكن تحقيق ذلك من خلال إعداد دليل إرشادي مفصل لتطبيق نظام ITC، وتنظيم ورش عمل تدريبية للعاملين في هذا المجال.
2) إطلاق برنامج تدريبي شامل للعاملين في مجالات الجغرافيا والجيومورفولوجيا، يركز على استخدام نظام ITC ونظم المعلومات الجغرافية (GIS) في تحليل البيانات الجيومورفية وتمثيلها. وينبغي أن يتضمن البرنامج جوانب نظرية وتطبيقية، مع التركيز على تطوير المهارات العملية اللازمة لإنتاج خرائط جيومورفية عالية الجودة.

3) وضع خطة استراتيجية لتحديث الخرائط الطبوغرافية بصورة دورية، باستخدام أحدث التقنيات في مجال الاستشعار عن بُعد ونظم المعلومات الجغرافية. وينبغي أن تتضمن الخطة تحديد الأولويات، وتخصيص الموارد اللازمة، وتطوير آليات لضمان جودة البيانات وموثوقيتها. ويمكن أن يسهم ذلك في توفير بيانات أساسية دقيقة وموثوقة تدعم مجموعة واسعة من التطبيقات، بما في ذلك التخطيط العمراني وإدارة الموارد الطبيعية.

4) تفعيل دور الخرائط الجيومورفية في عمليات التخطيط العمراني وإدارة الموارد الطبيعية وتقييم المخاطر البيئية. ويمكن تحقيق ذلك من خلال دمج الخرائط الجيومورفية في نظم المعلومات الجغرافية المستخدمة في هذه المجالات، وتطوير نماذج تحليلية تعتمد على البيانات الجيومورفية في تقييم المخاطر وتحديد المناطق المناسبة للتنمية.

5) زيادة حجم التمويل المخصص لإجراء الدراسات الميدانية والمخبرية في مجال الجيومورفولوجيا، بهدف دعم الدراسة العلمية وتطوير المعرفة في هذا المجال. وينبغي أن يركز التمويل على دعم المشروعات التي تتناول القضايا ذات الأولوية، مثل تأثير التغيرات المناخية في العمليات الجيومورفية، وتقييم المخاطر الطبيعية، وتطوير استراتيجيات مستدامة لإدارة الموارد الطبيعية.

قائمة المصادر والمراجع:

أولًا: المراجع العربية

- أبو راضي، فتحي عبد العزيز. (1998). المساحة والخرائط: دراسة في الطرق الكارتوغرافية والتمثيل الكارتوغرافي (ط. 1). القاهرة، مصر: دار النهضة العربية للطباعة والنشر.
- آل طعمة، حسام صاحب حسون. (2006). التمثيل الخرائطي لسكان العراق بحسب تعداد 1997م [أطروحة دكتوراه، كلية الآداب، جامعة بغداد].
- التكريتي، زينب جمال نعمان. (2022). ترميز الخرائط الجيومورفولوجية في قضاء كفري: دراسة مقارنة [رسالة ماجستير، كلية الآداب، جامعة تكريت].
- الجنابي، فراس كامل. (2022). تقنيات استيفاء البيانات المكانية واستخداماتها في إنتاج الخرائط.
- الحميري، محمد عباس جابر. (2011). التمثيل الكارتوجرافي لاستعمالات الأرض الزراعية في قضاء المسيب باستعمال نظم المعلومات الجغرافية (GIS) [رسالة ماجستير، مجلس كلية التربية صفي الدين الحلي، جامعة بابل].
- خورشيد، عذراء طارق. (د.ت.). محافظة كربلاء: دراسة في الخرائط الإقليمية [رسالة ماجستير، كلية التربية، جامعة كربلاء].
- الرفاعي، عمر ناجي عمير. (2017). النمذجة الخرائطية للخصائص المناخية في محافظة الأنبار: حالة دراسية [أطروحة دكتوراه، كلية التربية للعلوم الإنسانية، جامعة الأنبار].

- الركابي، حامد سفيح عجرش. (2006). التوزيع الجغرافي للصناعات الكبيرة في محافظات البصرة وذي قار وميسان: دراسة كارتوجرافية–صناعية، الجزء الأول [أطروحة دكتوراه، كلية الآداب، جامعة البصرة].
- صفوح، خير. (د.ت.). الجغرافية: موضوعها ومناهجها وأهدافها.
- العزاوي، عبد عباس. (2019). مقارنة تقنيات الاستيفاء المكاني لخرائط مناسيب المياه الجوفية في قضاء تلعفر باستخدام نظم المعلومات الجغرافية. مجلة جامعة كركوك للدراسات الإنسانية، 14(1).
- فيرستابن، هيرمان، وفان زويدام، روي. (1988). نظام المسح الجيومورفولوجي لمسوح الفضاء وعلوم الأراضي (تعريب: يحيى عيسى فرحان). عمّان، الأردن: دار مجدلاوي للنشر والتوزيع.
- مانع، فضاء وناس. (2023). إعداد الخريطة الجيومورفية لناحية زرباطية وفق نظام ITC باستخدام نظم المعلومات الجغرافية (GIS) [رسالة ماجستير، كلية التربية، جامعة واسط].
- المصرف، هاشم يحيى. (1982). مبادئ علم الخرائط (ط. 1). بغداد، العراق: وزارة التعليم العالي، مؤسسة المعاهد الفنية.
- الموصلي، عماد الدين. (1977). الكارتوغرافيا الجيومورفولوجية وبخاصة الفيزيوغرافية المورفومترية. المجلة الجغرافية، الجمعية الجغرافية السورية.
- النجدي، فرح عبد القادر فالح رحيم. (2019). التمثيل الكارتوغرافي للهرم السكاني المركب في محافظة صلاح الدين: دراسة في علم الخرائط [أطروحة دكتوراه غير منشورة، جامعة تكريت].

ثانيًا: المراجع الأجنبية

- Verstappen, H. Th. (1970). Introduction to the ITC system of geomorphological survey. K.N.A.G. Geografisch Tijdschrift, 4(1), 85–91.