JJEES

JJEES (2025) 16 (4): 400-406
ISSN 1995-6681

Jordan Journal of Earth and Environmental Sciences

Problems of cartographic representation of contour lines in the district of a country and techniques to resolve them

مشكلات التمثيل الخرائطي لخطوط الكنتور في قضاء بلد وطرائق معالجتها

Saad Thamer Ibrahim*

سعد ثامر ابراهيم

Tikrit University / College of Arts / Department of Applied Geography, Tikrit, Iraq

جامعة تكريت / كلية الآداب / قسم الجغرافية التطبيقية

Received on August 13, 2024, Accepted on March 3, 2025

Abstract

The research aims to investigate the most significant cartographic problems related to contour lines, which many map designers encounter. A sample of contour maps with scientific and technical issues in their representation was taken from research published in the Iraqi Academy Journal. These issues were identified, and the best scientific solutions were proposed based on cartographic principles for designing this type of map. The study concluded that the main problems faced by researchers in contour map design are variation in the resolution of the digital elevation model, excessive curvature of contour lines, shading of contour lines, inappropriate colors used for contour lines, and the scale of the contour map. The study recommended solutions for these problems, such as improving contour line accuracy by considering pixel size and using automatic generalization, and selecting an appropriate vertical interval that matches the characteristics of the area, such as 2 meters for flat terrain.

© 2025 Jordan Journal of Earth and Environmental Sciences. All rights reserved

الملخص :

يهدف البحث الى تسليط الضوء إلى اهم المشكلات الخرائطية لخطوط الكنتور"Contour lines" والتي يقع بها أغلب مصممو الخرائط، حيث تم أخذ عينة للخرائط الكنتورية التي ينتابها مشكلات علمية وفنية في عملية التمثيل، من البحوث المنشورة في المجلة الأكاديمية العراقية، وتم تحديد هذه المشكلات مع إيجاد أفضل الحلول العلمية، من خلال الإستناد على القواعد الكارتوكرافية في تصميم هذا النوع من الخرائط، وتوصلت الدراسة إلى أهم المشكلات التي يعاني منها الباحثين في تصميم الخرائط الكنتورية وهي: مشكلة التباين في الدقة التمييزية لنموذج الارتفاع الرقمي، ومشكلة شدة تعرجات خطوط الكنتور، ومشكلة تظليل خطوط الكنتور، ومشكلة الألوان المستخدمة في خطوط الكنتور، ومشكلة مقياس رسم خريطة خطوط الكنتور، وتوصلت الدراسة إلى معالجة هذه المشكلات من خلال تحسين دقة خطوط الكنتور عبر مراعاة حجم البكسل واستخدام التعميم الآلي، واختيار فاصل رأسي مناسب يتماشى مع طبيعة المنطقة مثل (2) متر للأراضي السهلية.

© المجلة الأردنية لعلوم الأرض والبيئة. ٢٠٢٥ جميع الحقوق محفوظة

Keywords: *Discriminative accuracy; Contour map; Terrain shapes; Cartography*

الكلمات المفتاحية : الدقة التمييزية، الخريطة الكنتورية، الأشكال التضاريسية، الكارتوكرافية.

1. المقدمة:

تعد الخريطة الوسيلة الفعالة لترجمة البيانات المكانية بتمثيلها على سطح مستو، و أن تصميمها يحظى بإهتمام كبير في الدراسات الجغرافية، لأنها تعد وسيلة من وسائل المعرفة ولغة اتصال قناة لنقل المعلومات المكانية والوصفية إلى قارئها ومستخدمها، ولم يقتصر دور الخرائطي على تصميم وإعداد وتمثيل الخرائط فحسب، بل يشمل طرائق الاستفادة من التقنيات الجغرافية الحديثة المتمثلة بنظم المعلومات الجغرافية GIS، وبيانات الاستشعار عن بعد RS في استخلاص هذه المعلومات (Awawdehetal,2023)، وخاصة منهجيتها التي تمثل مجالا تطبيقيا جديدا يسمى بالخرائط الرقمية أو الآلية.

ينتمي خط الكنتور إلى مجموعة الرموز الكارتوغرافية التي تعرف بإسم "خطوط التساوي"، وخط التساوي هو الخط الذي تتساوى على طوله نفس القيمة لظاهرة معينة على الخريطة، وقد أمكن، باستخدام طريقة الكنتور، التغلب على معظم أوجه النقص في طرق تمثيل السطح القديمة، فمن حيث إمكانية الدقة، لا نجد هناك طريقة لتمثيل السطح يمكن أن تناظر خط الكنتور، وطريقة الكنتور لا تمكن الإنسان من أن يتصور شكل سطح الأرض بأبعاده الثلاثة فحسب، وإنما تمكنه أيضا من استنتاج العديد من البيانات والمعلومات المفيدة من شكل خطوط الكنتور وأنماطها، مثل الارتفاع ودرجة الانحدار والحافات الفقرية والأخاديد والسهول المستوية وغيرها من مظاهر سطح الأرض، وكان الكارتوغرافيون قد توصلوا إلى أسلوب خط الكنتور في أواسط القرن الثامن عشر، وظهر استخدامه أولاً في تمثيل خطوط الأعماق في الأنهار والبحار، ثم في تمثيل سطح الأرض اليابس بعد ذلك في حوالي سنه 1749، ولما كان سطح الأرض وثيق الصلة بحياة الإنسان، وكانت طريقة الكنتور هي أبرز وأعظم طرق التمثيل هذا السطح (سطيحة,1977)، ففوائد خطوط الارتفاعات المتساوية كالتالي (جاد,1987):

1. التخطيط لمشروعات تسوية الأراضي واستصلاحها ومشاريع الري والصرف والخزانات والسدود.
2. تخطيط المدن والمرافق العامة كالمدارس والمستشفيات وأماكن الترويح وأحياء السكن وخدمات الصرف الصحي.
3. مد الطرق المختلفة وبناء المطارات والقناطر والجسور.
4. إقامة مشاريع التنمية مثل محطات توليد الكهرباء والمنشآت الصناعية واستثمار الثروات المعدنية.

* Corresponding author e-mail: saad.t.ibrahim@tu.edu.iq

1.1 مشكلة الدراسة:

تمثلت مشكلة الدراسة بأن عملية إعداد الخرائط الكنتورية ذات النمط الخطي تواجه العديد من المشكلات، مما يؤثر على سرعة إدراكها وفهمها، والتي تسبب الارباك في تفسير العلاقة بين منشئ وقارئ الخريطة وبالتالي تؤثر على دقة التمثيل والفهم والإدراك، مما يتطلب ايجاد الحلول المناسبة لها، ومن خلال هذه المشكلة يمكن طرح التساؤلات الآتية:

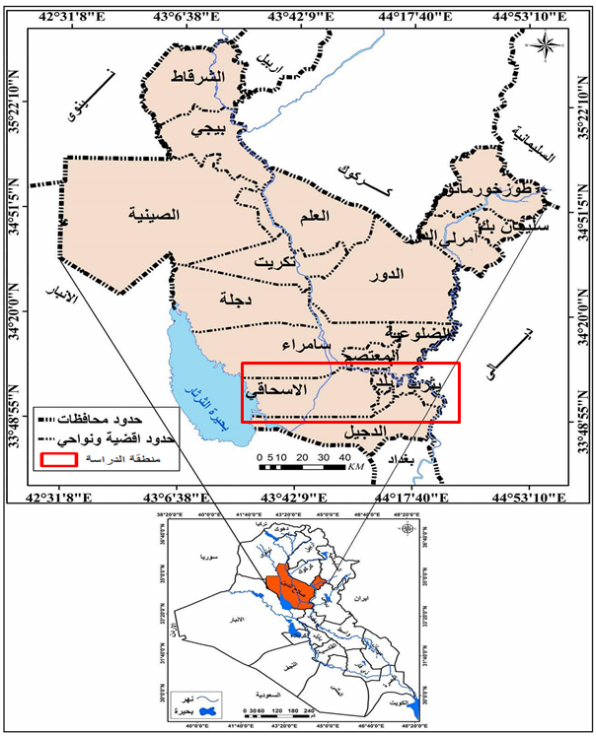
1. كيف يمكن تحديد المشكلات التي تواجه إعداد الخرائط الكنتورية الخطية الكمية؟
2. كيف يمكن إيجاد الحلول المناسبة لهذه المشكلات من خلال بناء نماذج تتوفر فيها استجابة بصرية وإدراكية للقارئ والمستخدم بعد تشخيص النماذج المختارة؟

1.2 فرضية الدراسة:

أما فرضية الدراسة فقد تمثلت في الآتي: من الممكن تحديد المشكلات التي تواجه اعداد الخرائط الكنتورية الكمية، ويتم ذلك بالرجوع الى القواعد الأساسية المستخدمة في عملية تصميم هذا النوع من الخرائط، ويمكن إيجاد الحلول المناسبة لهذه المشكلات من خلال بناء نماذج تتوفر فيها استجابة بصرية وإدراكية عالية للقارئ والمستخدم بعد اختبارها، ويمكن تحديد أهداف الدراسة من خلال تحديد أبرز المشكلات الخاصة بالخرائط الكنتورية عند تمثيل البيانات الجغرافية غير الدقيقة وإيجاد الحلول المناسبة لهذه المشكلات من خلال اعداد نماذج ادراكية خاصة بالخريطة الكنتورية ذات البعد الواحد و الثنائي، والوصول إلى إعداد خريطة كنتورية دقيقة ذات النمط الخطي، والتي تستجيب للقارئ والمستخدم معا. وتبرز أهمية هذه الدراسة في أنها تقدم طرقاً مبتكرة لتحسين تصميم الخرائط الكنتورية بإستخدام التقنيات الجغرافية الحديثة مثل نظم المعلومات الجغرافية (GIS) وبيانات الاستشعار عن بعد (RS)، مما يعزز من قدرة الخرائط على نقل المعلومات بشكل أكثر دقة ووضوح، كما تسهم في تطوير نماذج خرائطية قابلة للنمذجة والتطبيق، مما يسهم في بناء قاعدة بيانات جغرافية دقيقة تتماشى مع متطلبات الفهم والإدراك لدى القارئ.

1.3 موقع منطقة الدراسة:

تتمثل منطقة الدراسة بقضاء بلد التابع الى محافظة صلاح الدين / العراق، والواقع بالجزء الشمالي الشرقي من السهل الرسوبي (شمال بغداد 90 كم)، وتقع منطقة الدراسة بين دائرتي عرض (37 ″ 43 ′ 37 ° - 27 ″ 96 ′ 37 °) شمالاً، وبين خطي طول (33 ″ 57 ′ 45 ° - 49 ″ 80 ′ 39 °) شرقاً وتشكل مساحة قدرها (1480.36 كم²) (الجهاز المركزي للإحصاء وتكنلوجيا المعلومات,2024)، أما حدوده الإدارية فيحدها من الشمال قضاء الدور ومن الشرق محافظة ديالى ومن الجنوب قضاء الدجيل ومن الغرب قضاء سامراء، والشكل (1) يوضح منطقة الدراسة.



الشكل 1. موقع منطقة الدراسة

المصدر: بالاعتماد على جمهورية العراق, الهيأة العامة للمساحة خريطة العراق وصلاح الدين الإدارية لعام 2023, مقياس رسم 1/100,000 باستخدام برنامج (Arc Map 10.3).

2. مشكلات تمثيل الخرائط الكنتورية:

تحتوي طريقة التوزيع بخطوط التساوي بعض المشكلات التي تواجه الكارتوكرافي عندما يقوم برسم خريطته، ولكن من الممكن التغلب على هذه المشكلات (حسن,2011)، ويرجع الفضل في ذلك إلى الجهود والتجارب التي قام بها علماء الكارتوكرافية بكثير من الدراسات من اجل الوصول إلى الحلول المناسبة لهذه المشاكل، ويمكن التطرق إلى المشاكل العلمية في خرائط خطوط التساوي وهي كالآتي:

2.1 مشكلة مقياس رسم خريطة خطوط الكنتور:

كما هو معروف، فإن مقياس الرسم هو النسبة الثابتة بين الأبعاد الخطية على الخرائط وما يقابلها من أبعاد أصلية في الطبيعة (البدوي، الشريعي، 2011). فكلما كان مقياس الرسم صغيرًا، فإن الفترة الكنتورية الصغيرة تزحم الخريطة، فلا يمكن تتبع الخطوط بسهولة. وعموماً، فإن الفترة الكنتورية تتناسب تناسباً عكسياً مع مقياس الرسم؛ فتصغر مع مقياس الرسم الكبير وتكبر مع مقياس الرسم الصغير (مصطفى، 2000). والجدول (1) يبين ذلك.

فالخرائط ذات المقياس الكبير أي الخرائط الطبوغرافية والكدسترالية[1] ويكون الفاصل الكنتوري بها صغيراً، ويمكن الرجوع إلى الخرائط الطبوغرافية المصرية مقياس(1:100,000 و 1:25,000)، وسيتضح أن قيمة الفاصل الكنتوري المستخدم في خرائط الدلتا المصرية مثل لوحات (القاهرة، طنطا، طريق السويس، والزقازيق، والمنصورة متر واحد فقط)، أما في حالة الخرائط الصغيرة المقياس وتسمى أحيانا الخرائط المليونية أو العالمية فهي ذات فاصل كنتوري كبير.

الجدول 1. يوضح مواصفات الفترة الكنتورية وارتباطها بمقياس رسم الخريطة

مقياس الرسم	طبيعة التضاريس	الفترة الكنتورية / متر
مقاييس كبيرة يكون 1:10,000 أو أكبر.	منبسطة	1.0 – 5.0
	متوسطة التضرس	3.0 – 1.0
	شديدة التضرس	5.0 – 0.2
مقاييس متوسطة يتراوح بين 1:10,000 إلى 1:50,000	منبسطة	1 – 3
	متوسطة التضرس	5.1 – 3
	شديدة التضرس	3 – 6
مقاييس صغيرة أقل من 1:50,000، مثل 1:100,000أو أكثر.	منبسطة	3 – 10
	متوسطة التضرس	10 – 20
	شديدة التضرس	20 – 100

المصدر: جمعة محمد داود, تطبيقات إحصائية ومكانية متقدمة,القاهرة,مصر, 2018،ص94.

يتبين من الجدول (1) أن مقياس الرسم الكبير يعكس تفاصيل دقيقة، وبالتالي تُستخدم فترات كنتورية صغيرة، أما المقياس المتوسط يتناسب مع التضاريس المعتدلة حيث لا حاجة لتفاصيل دقيقة جدًا، ويستخدم المقياس الصغير في مناطق ذات تغطية واسعة أو عندما تكون دقة التفاصيل أقل أهمية، لذلك تكون الفترات الكنتورية أكبر، والقاعدة تقول: كلما زاد المقياس (أي اقترب من الواقع)، زادت دقة الخريطة وبالتالي قلت الفترة الكنتورية.

2.2 مشكلة شدة تعرجات خطوط الكنتور:

يقصد بتعرج سطح الأرض هو العلاقة بين الأشكال التضاريسية ومدى امتدادها وأبعادها بالنسبة للمساحة الكلية للمنطقة، ويمكن معرفة درجة التضرس من خلال حساب مدى تقارب أو تباعد السلاسل الجبلية والخوانق النهرية عن بعضها البعض من خطوط الكنتور بالخريطة الطبوغرافية (الزيدي، الحمداني، 2020).

يمكن تقسيم سطح الأرض من حيث درجة الوعورة و التضرس إلى نوعين هما: منطقة شديدة تتقارب فيها خطوط الكنتور وتكون دلالاتها إما السلاسل الجبلية أو الخوانق النهرية، ومنطقة بسيطة تتباعد فيها خطوط الكنتور وتكون دلالاته أسطح البيد مونت أو سهول تحاتية أو منخفضات، وبناءً على ما سبق تستخدم طريقة تعرجات خطوط الكنتور لتتبع الروافد غير المحددة بالخط الأزرق، وتعتمد على تتبع خطوط الروافد النهرية من خلال انحنائات خطوط الكنتور حتى تصبح خفيفة التقوس، يستخدم جهاز استيريوسكوب لتتبع الروافد الغير واضحة بالأسلوبين السابقين (سطيحة، 1977).

1. الخرائط الكدسترائية : هي خرائط توضح توزيع الأراضي واستخداماتها بشكل دقيق، وتستخدم هذه الخرائط لتحديد الحدود العقارية والملكية، وتساعد في تنظيم الأراضي وإدارة الموارد، وتتضمن معلومات مثل المساحات، الأبعاد، المواقع، وأرقام القطع، وتعتبر من الأدوات الأساسية في إدارة الأراضي والأنظمة القانونية، وتعتمد على مسح ميداني دقيق وتُحدَّث بشكل مستمر لضمان دقة المعلومات.

ويمكن معالجة هذه المشكلة بطريقة كارتوغرافية التي يستخدمها برنامج ARC GIs عن طريق انتخاب نسبة التنعيم عن تصغير المقياس، وفي حالة تصغير مقياس خريطة المصغرة أصلاً نضاعف قيمة التنعيم السابقة، على سبيل المثال عند الانتقال من مقياس 250.000 إلى 500.000 تكون نسبة التنعيم 200% (Maximumallowable offset) وعند الانتقال الى 1:1.000.000 تكون نسبة التنعيم 400% (جاد، 1987).

2.3 مشكلة التباين في الدقة التمييزية لنموذج الارتفاع الرقمي:

هناك عدة أشكال معروفة لهذه البيانات، منها ما هو شعاعي (Format Vector) ومنها ما هو مصفوفي Raster Format، ولكل منها حسناته وسلبياته، أي معظم الأحيان يكون الشكل المصفوفة للنماذج الارتفاعية هو الشكل الأولي الناتج من معالجة التحريات والصور الرقمية المجمعة بواسطة تقنيات الاستشعار عن بعد، سواء بالتصوير الجوي أو بالأقمار الصناعية، وتأتي الأشكال الشعاعية نتيجة للمعالجة اللاحقة لهذه الملفات بواسطة برامج مخصصة لهذه الأغراض مثل برامج نظم المعلومات الجغرافية (GIS) على اختلاف أسمائها التجارية، أو بمعالجتها ببرامج تحليل الصور وتفسيرها للتوابع الصنعية (العزاوي، علي، 2011)، في الملفات المصفوفة يتم تمثيل سطح الأرض بشبكة من الخلايا المربعة، وكل خلية تغطي مساحة من الأرض تختلف من نموذج لآخر ومن تقنية لأخرى، وهو ما يعرف بدقة التمييز لهذا النموذج (Resolution)، تعرف الخلية بقيمة الارتفاع لها الذي يكون ممثلا لقيم الارتفاعات لجميع نقاط سطح الأرض الواقعة ضمنها، إضافة إلى ترتيبها في السطر والعمود اللذين تقع فيهما هذه الخلية (عبدالرحمن، 2013)، وبالتالي فإن أفضل تمثيل على الإطلاق لسطح الأرض يمكن أن نحصل عليه عندما تتناهى أبعاد الخلية المربعة إلى الصفر وتنتهي في النقطة ذاتها مما يؤدي إلى الحصول على ملف رقمي بعدد منتهي من النقاط الارتفاعية، وهذا بالطبع مستحيل، إذ لا تقنيات الاستشعار عن بعد تسمح بذلك ولا إمكانيات الحواسب المتوفرة لدى الأشخاص أو لدى المؤسسات البحثية تسمح بمعالجة ملفات ذات حجوم كبيرة إلى هذه الدرجة، إذ لا بد من القبول ببعض التقريب المبرر لدى التصدي لنمذجة سطح الأرض، بما يتوافق مع إمكانيات الاستشعار عن بعد المعروفة حتى تاريخه من جهة، وبما يتوافق مع إمكانيات الحاسب الذي نستخدمه في عملية النمذجة، وأيضا بما يسمح لنا بالحصول على نموذج صحيح ودقيق وممثل فعليا وبشكل مرض للمسألة المطروحة بحسب المقياس الذي تغطيه.

3. مشكلات وحلول النموذج المختار والدقيق لخرائط خطوط الكنتور في قضاء بلد (حمادة،2010):

استخدمت هنا خريطة خطوط الكنتور لتوضيح الارتفاعات المتساوية لقضاء بلد، هذه الخريطة تحتوي على عدة مشكلات في عملية رسم الخريطة وفي إخراجها، وهنا يجب توضيح هذه المشكلات التي تحتويها الخريطة ومعالجتها، وهذا المشكلات هي:

3.1 مشكلة عدم دقة خطوط الكنتور:

يقوم أغلب المصممين باستخراج خطوط الكنتور دون مراعاه حجم البكسل لنموذج ثلاثي الابعاد، إذ يجب أن يتناسب خطوط الكنتور مع الحجم الحقيقي للبكسل، على سبيل المثال حجم النموذج (30) متر يجب مراعاة ذلك عن استخراج الخطوط الكنتور وذلك من خلال الإيعاز (environment) وبالتالي يكون الشذوذ بالخطوط قليل، أما الطريقة الثانية فهي اللجوء الى عملية التعميم الآلي من خلال تحويل النموذج الى raster ثم اجراء عمليات التعميم عليه (Generalization) وبالتالي يمكن القضاء على عملية الشذوذ في خطوط الكنتور.

3.2 مشكلة عدم وضوح الفاصل الرأسي:

الفاصل الرأسي أو الفترة الكنتورية هي الفرق العمودي في الارتفاع بين خطين متتاليين في الخريطة، وكلما كانت الفترة الكنتورية أصغر كانت الخريطة أكثر دقة في تمثيل التباينات الطفيفة في التضاريس والعكس صحيح، وتعتمد دقة وأهمية الخريطة الكنتورية على قيمة الفترة الكنتورية، وكلما كانت قيمة الفترة قليلة، كانت دقة الخريطة اعلى وتوجد بعض الاعتبارات التي تحدد الفترة الكنتورية وهي (مصطفى، بدون سنة نشر):

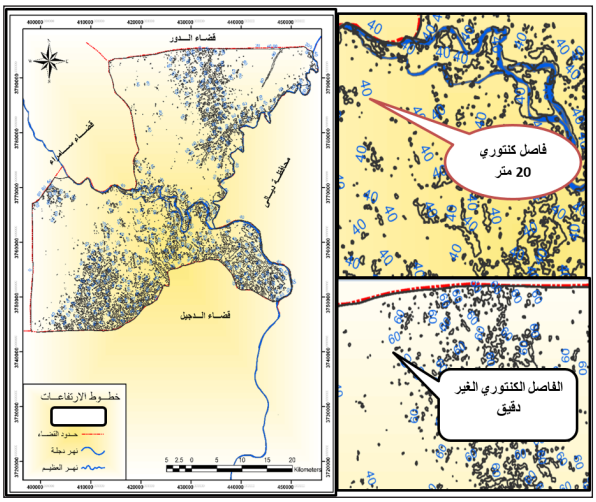
أ. الغرض الذي سوف تستعمل فيه الخريطة الكنتورية، فعندما يراد من الخريطة اظهار تفاصيل كثيرة فعندها يجب استعمال فترة كنتورية صغيرة.

ب. كلما ازداد عدم انتظام سطح الارض، فيجب أن تقل الفترة الكنتورية.

ت. كلما تطلب ان تكون الخريطة واضحة، فعند إذن، يجب استعمال فترة كنتورية صغيرة.

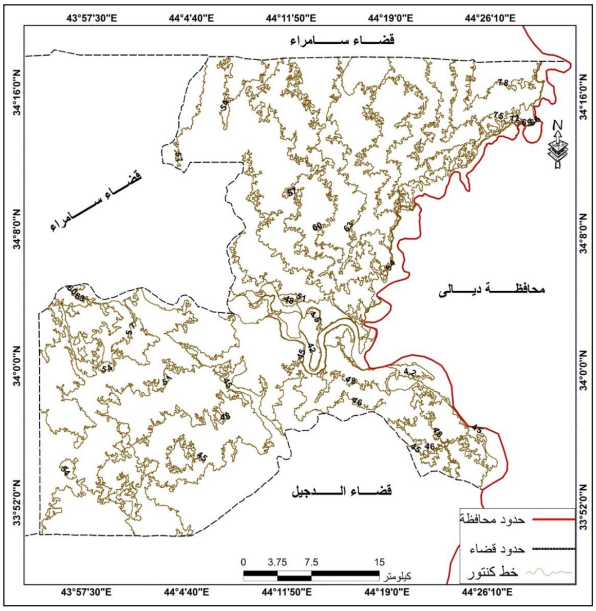
في النموذج المختار، تم استخدام فاصل رأسي قدره 20 متر علماً أنه أراضي سهلية، مما أدى إلى ظهور دوائر صغيرة وخطوط متقطعة، علماً أن خطوط الكنتور هي خطوط وهمية مستمرة في الامتداد غير منقطعة، يشكل أي خط من خطوط الكنتور حلقة مقفلة، ولا يتلاشى، ولا يتقاطع مع أي خط كنتور آخر إلا في بعض الحالات النادرة، مثل الجرف الرأسي أو النتوءات الأفقية في المناطق الجبلية، وهذا لا ينطبق على منطقة الدراسة باعتبارها مناطق مستوية تقريباً.

ولمعالجة هذا النموذج، لابد من اختيار فاصل رأسي يتناسب مع طبيعة المنطقة كما أشرنا سابقا هي أراضي سهلية منبسطة لابد من اختيار فاصل رأسي قليل كأن يكون (2 متر)، ومن ثم معالجة الخطوط أي يمكن حذف الشواذ الصغير في الخطوط الكنتور والتي تمثل الوديان الصغيرة جداً والتي لا تتكرر في الخطوط الكنتور في الجانب الأعلى والاوطأ، ويوضح الشكل (2) خطوط الكنتور في النموذج المختار، والشكل (3) يوضح النموذج الصحيح للنموذج المختار، إذ إن النموذج المختار استخدم فاصل كنتوري 20متر، والنموذج الصحيح الدقيق الذي تم انشائه استخدم فاصل كنتوري 2 متر.



الشكل 2. يوضح خطوط الكنتور في النموذج المختار لقضاء بلد

المصدر: ياسين عبد النبي حمادة, مشكلة الملوحة وأثرها في التباين المكاني للإنتاج الزراعي في قضاء بلد، رسالة ماجستير (غير منشورة)، كلية التربية، جامعة تكريت، 2010،ص 35.



الشكل 3. النموذج الدقيق للنموذج المختار لرسم خطوط الكنتور في قضاء بلد

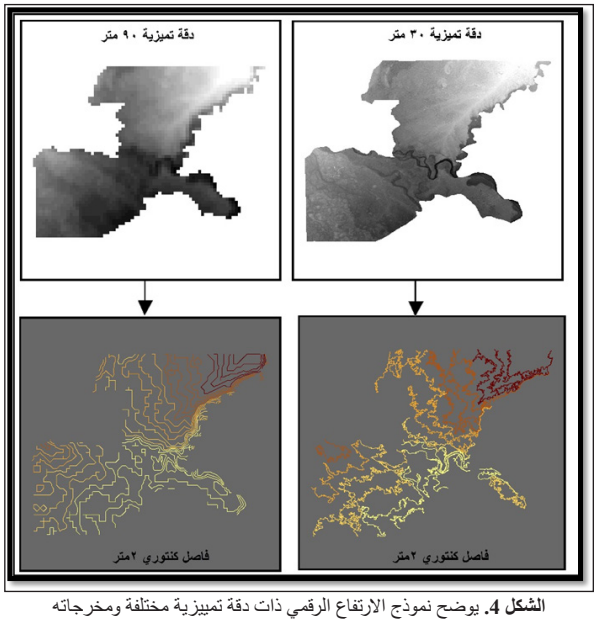
المصدر : بالاعتماد على DEM ومخرجات برنامج ARCGIS.V.10.3

3.3 مشكلة عدم تلوين خطوط الكنتور بالاعتماد على القياسات العالمية:

أستخدم اللون الأسود للدلالة على خطوط الكنتور، وهذا أدى إلى تشوه الخريطة وعدم قدرتها على توصيل المعلومة الى قارئها، إضافة إلى تداخلها مع حدود منطقة الدراسة باللون الأسود وعدم تطبيق القياسات العالمية في عملية التلوين، إذ أن هناك طريقتان لتلوين خرائط خطوط الكنتور: الطريقة الأولى تكون باستخدام لون واحد متدرج الكثافة، وتسمى طريقة الظلال، حيث يستخدم اللون البني بدرجاته المختلفة، بدءً من البني الخفيف (الفاتح) للمناطق الأقل ارتفاعا، حيث البني الداكن للمناطق الأعلى ارتفاعاً، ولكن اللون البني يطمس المعالم والكتابة، الطريقة الثانية هي استخدام عدة ألوان، بهدف تجنب طمس المعالم، وهذا ينبغي اختيار الألوان التي تعطي إحساسا بالتدرج، مثل اللون الأصفر الفاتح للمناطق الأقل ارتفاعاً، ثم الأصفر الداكن والأخضر الداكن للسهول الساحلية، إذ أن الشكل السابق (2) يوضح التلوين في النموذج المختار بالاعتماد على المقاييس العلمية في تلوين خرائط خطوط الكنتور.

3.4 مشكلة اعتماد نموذج الارتفاع الرقمي بدقة منخفضة:

تعد البيانات الرادارية من أهم مصادر الحصول على البيانات للارتفاعات الرقمية التي توضح طبيعة التضاريس التي تعلو فوق منسوب سطح البحر، إذ أن هذه البيانات تمكننا من رسم خرائط الارتفاعات المتساوية (الخرائط الكنتورية) بالدقة العالية والكفاءة العالية، إذ اعتمد في رسم الخريطة الكنتورية على نموذج ارتفاع رقمي منخفض الدقة، والذي أكد ذلك هو خطوط الكنتور التي كانت على شكل دوائر وحلقات مغلقة لا معنى لها ولا تمثل خطوط الكنتور بشيء، إضافة إلى عدم القدرة على إخراج الخريطة بفاصل رأسي واضح، وكان من الأجدر الاعتماد على نموذج ارتفاع رقمي عالي الدقة، وأفضل نموذج يتم الاعتماد عليه هو 30 متر وأقل من ذلك ، أو الاعتماد على الخريطة الطبوغرافية ورسم خطوط الكنتور من خلالها، والشكل (4) يوضح مدى دقة الاعتماد على نماذج الارتفاع الرقمي لقضاء بلد ذات دقة تميزية مختلفة مثل (30متر، 90متر)



الشكل 4. يوضح نموذج الارتفاع الرقمي ذات دقة تميزية مختلفة ومخرجاته
المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على DEM ذات دقة تميزية (30 متر - 90 متر) ومخرجات برنامج ARCGIS10.3

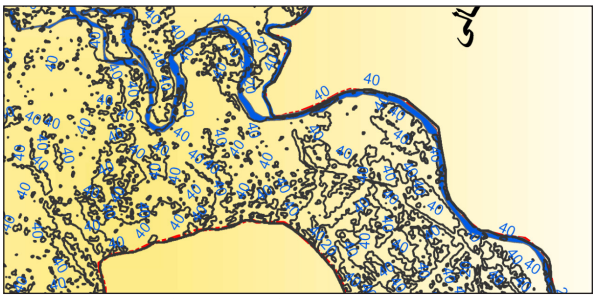
يتضح من الشكل (4) أن نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) هو تمثيل رقمي للسطح الأرضي، يعتمد على شبكة من القيم الارتفاعية، وكلما زادت دقة التمييز المكاني (Spatial Resolution)، زادت كمية التفاصيل التي يمكن تمثيلها، مما ينعكس على دقة التحليل الطبوغرافي، وعند استخدام DEMمنخفض الدقة (90 متر)، يتم فقدان الكثير من التفاصيل الطبوغرافية، مما يجعل خطوط الكنتور غير دقيقة ومتباعدة، وتظهر بشكل متعرج وزاوي، وفي حالة استخدام DEMعالي الدقة (30 متر)، يتم تمثيل التضاريس بشكل أكثر دقة، مما يسمح بإنشاء خطوط كنتور أكثر تفصيلا، توضح الفروقات في الارتفاعات والانحدارات الصغيرة، ومن خلال ذلك نستنتج تؤثر دقة التمييز المكاني بشكل مباشر على دقة تمثيل التضاريس وخطوط الكنتور، مما يحدد مدى موثوقية التحليلات الطبوغرافية والخرائط المصممة.

3.5 مشكلة وجود شذوذ كبير في خرائط الكنتور:

إذ إن المعروف بخطوط الكنتور هو عبارة عن حلقة مقفلة، ولا يتلاشى، ولا يتقاطع مع أي خط كنتور آخر إلا في بعض الحالات النادرة مثل الجرف الرأسي أو النتوءات الأفقية في المناطق الجبلية (الزيدي، الحمداني، 2020)، وفي النموذج المختار نجد نقاط مغلقة ودوائر مقطعة وخطوط منفصلة مرتبطة مع حدود منطقة الدراسة مما يؤثر على عدم اجراء تحسينات للنموذج وهذا ما ينعكس على الإخراج وعدم استطاعة المتلقي في أي تخصص بتمييز ماهو محتوى هذه الخريطة فقط الاعتماد على عنوان الخريطة.

3.6 مشكلة عدم وضوح منطقة الدراسة :

وهذه المشكلة تتعلق بالجانب الفني في إخراج الخريطة إذ أدى اندماج خطوط الكنتور مع خطوط منطقة الدراسة إلى تشوه الخريطةإ وعدم ايصال المعلومة بصورة صحيحة الى المتلقي، وهذا ناتج عن عدم الخبرة في إخراج الخرائط في نظم المعلومات الجغرافية، إضافة إلى ضعف الجانب العملي وطرق تطبيقها على أساسيات الخريطة، ويوضح الشكل (5) المشكلات الفنية المتعلقة بإخراج الخرائط في نظم المعلومات الجغرافية، إذ نلاحظ أن منطقة الدراسة لها خطان من الحدود: أحدهما بالون الأحمر، والآخر باللون الأسود فوقه، وهذا ما أدى إلى تشوه الخريطة وصعوبة فهم الرسالة التي تحتويها.

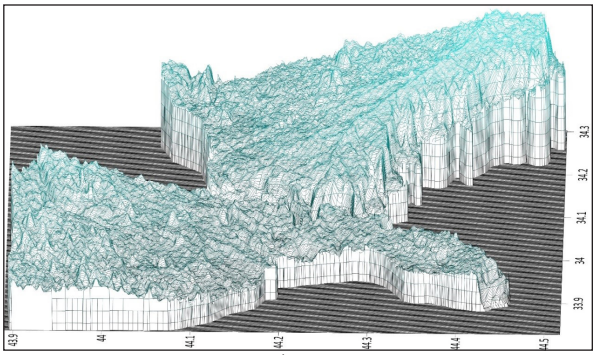


الشكل 5. يوضح المشكلات الفنية في اخراج الخريطة
المصدر: ياسين عبد النبي حمادة، مشكلة الملوحة وأثرها في التباين المكاني للإنتاج الزراعي في قضاء بلد، رسالة ماجستير (غير منشورة)، كلية التربة، جامعة تكريت، 2010، ص 35.

يُظهر الشكل (5) أبرز الإشكالات الفنية في إخراج الخرائط باستخدام نظم المعلومات الجغرافية، حيث يلاحظ بشكل واضح تداخل خطوط الكنتور مع حدود منطقة الدراسة، ما أدى إلى تشوه بصري في الخريطة وصعوبة في إيصال المعلومة الجغرافية بشكل دقيق وواضح إلى القارئ أو المستخدم، ونلاحظ أن منطقة الدراسة محاطة بخطين متداخلين؛ أحدهما مرسوم باللون الأحمر والآخر باللون الأسود، وهو ما يشير إلى خلل في تحديد وإبراز الحدود الفعلية لمنطقة الدراسة، وهذا التكرار في عرض حدود المنطقة يُفقد الخريطة وضوحها ويُربك المتلقي، خاصة في حالة عدم تمييز الألوان، ما قد يؤدي إلى تفسير خاطئ للبيانات المكانية المعروضة، وتُعد هذه المشكلات ناتجة بشكل أساسي عن ضعف في الجانب الفني لإخراج الخرائط، والذي يرتبط غالبا بقلة الخبرة في استخدام أدوات نظم المعلومات الجغرافية، وخاصة في مرحلة التصميمcartographic design، حيث لم تُراعى مبادئ التباين، والبساطة، وتسلسل الطبقات layer hierarchy بالشكل الصحيح.

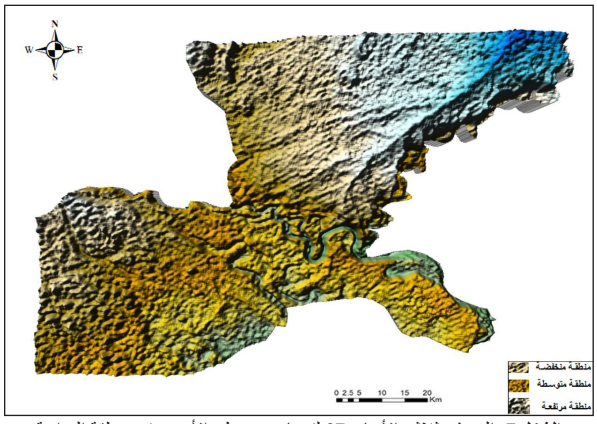
3.7 النموذج ثلاثي الأبعاد 3D في منطقة الدراسة:

إن النموذج ثلاثي الأبعاد في الشكل (6) يعكس التضاريس السطحية في قضاء بلد، حيث يظهر تفاوتا واضحًا في الارتفاعات عبر خطوط شبكية متصلة، ويعكس هذا التمثيل تفاصيل دقيقة للسطح، مع وجود انقطاعات حادة تشبه الصدع، مما يشير إلى تحولات فجائية في الارتفاع، يمكن أن تكون ناتجة عن فوالق جيولوجية أو تغييرات طبيعية مفاجئة.



الشكل 6. النموذج ثلاثي الأبعاد 3D في قضاء بلد
المصدر : بالاعتماد على DEM ومخرجات برنامج ARCGIS.V.10.3

يتبين من الشكل (6) أن استخدام الخطوط الشبكية الدقيقة يوضح التدرجات والانحدارات، حيث تمثل المناطق ذات الكثافة العالية للخطوط التضاريس الوعرة أو ذات الانحدار الشديد، بينما تشير المناطق الأقل كثافة إلى مساحات أكثر استواءً، ومن الناحية البصرية، يعتمد هذا النموذج على متغيرات مثل الشكل والخط واللون، حيث تساهم الخطوط الشبكية في إبراز التغيرات في التضاريس من خلال تكوينات مختلفة تعكس التدرج في الارتفاع، كما أن استخدام اللون الأزرق الفاتح للخطوط الشبكية يمنح إحساسا بالعمق والمسافة، أما التأثير على خطوط الكنتور فإن هذا النموذج يسهم في دقة رسمها من خلال تحديد المناطق ذات الانحدارات الحادة والانقطاعات المفاجئة، حيث تقترب الخطوط الكنتورية من بعضها في المناطق الوعرة وتبتعد في المناطق المستوية، مما يسمح بفهم أكثر تفصيلاً لطبيعة السطح، ويساعد هذا التمثيل الثلاثي الأبعاد في تحسين دقة الخرائط الجغرافية خاصة في الدراسات الجيومورفولوجية والتخطيط الهندسي، حيث يتيح رؤية شاملة للارتفاعات والتغيرات الطبوغرافية، مما يسهل عملية تحليل الظواهر الطبيعية واتخاذ القرارات في مجالات مثل التخطيط العمراني وإدارة الموارد الطبيعية.



الشكل 7. النموذج ثلاثي الأبعاد 3D لتضاريس سطح الأرض في منطقة الدراسة
المصدر : بالاعتماد على DEM ومخرجات برنامج ARCGIS.V.10.3

يتبين من الشكل (7) الذي يمثل سطح الأرض بشكل ثلاثي الأبعاد الخاص بمنطقة الدراسة، إذ تظهر التضاريس الطبيعية بتفاصيل دقيقة، ويعتمد التصميم على استخدام التظليل والتدرج اللوني لإبراز التغيرات في الارتفاعات، مما يسهل فهم شكل السطح الطبوغرافي، ويظهر النموذج تضاريس وعرة مع وجود وديان ومنخفضات نهرية تميّزها الانحناءات الحادة، إضافةً إلى مناطق مرتفعة ذات سطح خشن توحي بوجود تكوينات صخرية صلبة أو هضاب متآكلة بفعل العمليات الجيولوجية، ويمثل اللون الأصفر الارتفاعات المتوسطة، بينما يشير اللون الغامق في الجزء الشمالي الشرقي إلى المناطق الأكثر ارتفاعًا أو ذات الانحدار الشديد، مما يساعد على تمييز الأجزاء المختلفة من التضاريس بسهولة.

ويتميز الشكل (7) بكونه مفيد في دراسات علوم الأرض والجيولوجيا، لأنه يساعد في تحليل العمليات الجيومورفولوجية، مثل التعرية والتجوية وتأثير المياه الجارية على تشكيل التضاريس، كما يمكن استخدامه لتحديد الفوالق والانقطاعات الجيولوجية، مما يسهم في فهم البنية التحتية للصخور ودراسة المخاطر الجيولوجية مثل الانهيارات الأرضية أو الفيضانات، ويساهم هذا النوع من النماذج أيضًا في التخطيط العمراني، حيث يساعد في تحديد أفضل المواقع للبنية التحتية وتقييم المخاطر الجغرافية المحتملة، بالإضافة إلى كونه أداة أساسية في رسم الخرائط الطبوغرافية الدقيقة.

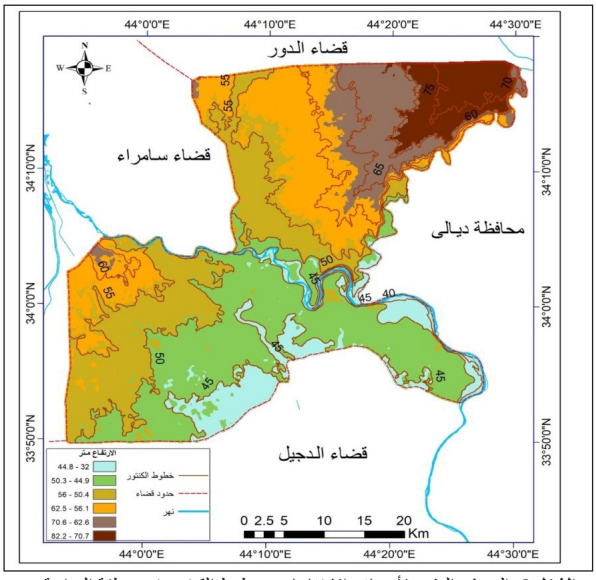
الجدول 2. يبين اصناف الارتفاعات في منطقة الدراسة مع استخدام متغير اللون

فئات الارتفاع	اللون الخرائطي	المساحة كم2	%
44.8 - 32		172	10.3
50.3 - 44.9		474	28.3
56 - 50.4		412	24.6
62.5 - 56.1		325	19.4
70.6 - 62.6		182	10.9
82.2 - 70.7		112	6.7
المجموع		1677	100.0

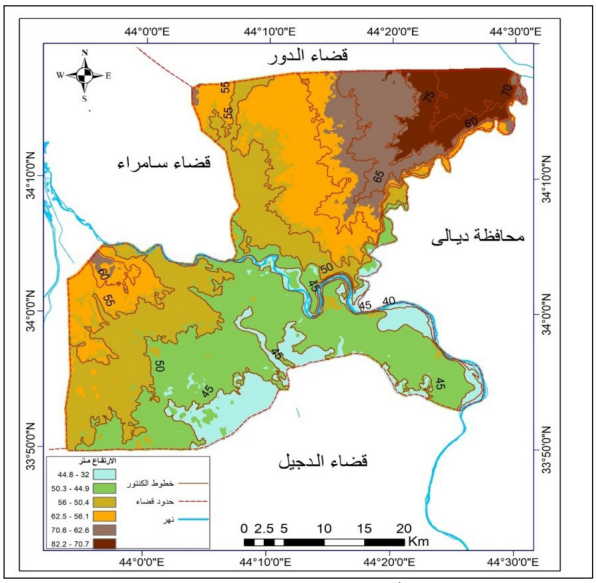
المصدر: بالاعتماد على DEM ومخرجات برنامج ARCGIS.V.10.3

عند تحليل فئات الارتفاع في منطقة الدراسة، يتبين من الجدول (2) أن النطاق الأكثر انتشاراً هو فئة 44.9 - 50.3 متر، والتي تمثل نسبة 28.3% من إجمالي مساحة القضاء، تليها فئة 50.4 - 56 متر بنسبة 24.6%، ثم فئة 56.1 - 62.5 متر بنسبة 19.4%، إذ أن هذا التوزيع يعكس طابعاً طبوغرافياً متجانساً نسبياً، تتراكم فيه معظم المساحات في نطاقات ارتفاع متوسطة، بالمقابل فإن الفئات الأقل شيوعاً كفئة 70.7 - 82.2 متر (6.7%) و32 - 44.8 متر (10.3%) تشير إلى وجود مناطق محدودة الانخفاض أو الارتفاع، غالبًا ما تكون ذات أهمية خاصة في التحليل الجغرافي (مثل المرتفعات المعزولة أو الأراضي الزراعية المنخفضة)

إن هذا التوزيع المكثف ضمن نطاقات ضيقة من الارتفاع يتطلب عناية خاصة في تمثيل خطوط الكنتور، إذ أن استخدام فاصل رأسي غير مناسب يؤدي إلى تكرار خطوط الكنتور بشكل مزدحم أو متباعد بدرجة تقلل من دقة القراءة البصرية للخريطة، كما أن كثافة الفئات الوسطى تفرض أهمية اعتماد تدرج لوني واضح ومتدرج، يدعم التمييز البصري بين مستويات الارتفاع المختلفة، وهو ما تم أخذه بعين الاعتبار من خلال استخدام متغير اللون في التمثيل الكارتوغرافي، ومن هنا تبرز إحدى المشكلات الأساسية في الخرائط الكنتورية، وهي سوء اختيار الفاصل الرأسي وتدرج اللون، ما يستدعي تطوير معايير دقيقة تتماشى مع الخصائص الفعلية للتضاريس عند تصميم هذا النوع من الخرائط.



الشكل 8. النموذج الدقيق لأصناف الارتفاعات وخطوط الكنتور في منطقة الدراسة مع استخدام متغير اللون
المصدر : بالاعتماد على DEM ومخرجات برنامج ARCGIS.V.10.3



الشكل 9. النموذج الدقيق لأصناف الارتفاعات وخطوط الكنتور في منطقة الدراسة مع استخدام متغير اللون
المصدر: بالاعتماد على DEM ومخرجات برنامج ARCGIS.V.10.3

يعكس الشكل (8) و(9) تطوراً ملحوظاً في دقة إخراج الخرائط الكنتورية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية، ويُعدان نموذجان مثاليان لتجسيد الارتفاعات وخطوط الكنتور بطريقة علمية مدروسة تعكس الواقع الجغرافي بأعلى درجات الاحترافية، ويتّضح في هذين النموذجين دمج دقيق واحترافي لخطوط الكنتور مع التدرج اللوني الذي يمثّل أصناف الارتفاعات، مما يجعل الخريطة سهلة الفهم، غنية بالمعلومات، وتقدم رؤية مكانية واضحة للمتغيرات الطوبوغرافية ضمن منطقة الدراسة، فقد تم استخدام برامج GIS التي تمثل البيانات المكانية بكفاءة، من خلال تقسيم منطقة الدراسة إلى ست فئات ارتفاع مختلفة، كل منها ملونة بلون مميز ومتدرج بدقة.

ومن خلال ذلك نستنتج إن الشكل (8) و(9) يمثلان نقلة نوعية في أسلوب إخراج الخرائط الكنتورية، حيث تم توظيف أدوات نظم المعلومات الجغرافية الحديثة بشكل فعّال لإنتاج خريطة دقيقة، ذات دلالة مكانية واضحة، ومنسجمة من حيث الشكل والمحتوى، ويعد الشكل (8)و(9) مرجعاً بصرياً متقدماً يمكن الاعتماد عليه في التحليلات المكانية المختلفة.

3.8 مميزات النماذج المصممة:

- وضوح خطوط الكنتور دون أن تتداخل أو تندمج مع حدود منطقة الدراسة، كما كانت المشكلة في الاشكال السابقة.
- دمج التدرج اللوني وخطوط الكنتور، مما يتيح للقارئ تحليل المعطيات الطوبوغرافية بشكل بصري مباشر.
- تصميم خريطة منظم ومتوازن من حيث استخدام الرموز والألوان، حيث تم استخدام الألوان بطريقة علمية تعكس تدريج الارتفاعات بدقة وبدون تشويش بصري.
- وجود مقياس رسم وشبكة إحداثية دقيقة ومفتاح خريطة شامل يوضّح الفئات بدقة، وهو ما يضيف مصداقية ودقة أكاديمية للنموذج.

4. الاستنتاجات :

تحدد الدراسة مجموعة من مشكلات التمثيل الخرائطي لخطوط الكنتور في قضاء بلد، من خلال اختيار بعض الرسائل والأطروحات والبحوث المنشورة في بعض الجامعات العراقية ومحاولة إيجاد الحلول المناسبة، بعد تشخيص هذه المشكلات بصورة دقيقة.

أثبتت الدراسة أن أغلب مصممو الخرائط يفتقدون إلى أبسط قواعد بناء الصورة البصرية الصحيحة، والتي تسمح باستنباط ما تحويه من معلومات بصيغة شمولية، ولا يمكن اعتبارها كخريطة مستقلة لمعرفة العلاقات المكانية ولتخزين المعلومات الجغرافية وعرضها بما يتفق مع طبيعتها الجغرافية، أي أن تلك الخرائط لا تعد وسيلة اتصال بين منشئ الخريطة و قارئها.

أظهرت الدراسة أن مصمم الخريطة الموضوعية بشكل عام والخريطة الكنتورية بشكل خاص يجب أن تراعى الشروط الخاصة بملائمة الخريطة لطبيعة الإدراك وللمستويات الدراسية وكثافة المتغيرات البصرية، لأن كثافة المعطيات ينشأ عنها التداخل والتشويش، وهذا يؤدي إلى تشتت الذهن وبالتالي تفقد عملية الإتصال دورها، لأن الخريطة هي نشاط إدراكي أكبر.

بينت الدراسة أن النموذج المختار للخريطة الكنتورية والتي وقع الإختيار عليه ينتابه بعض الغموض وقلة الدقة من الناحية العلمية والفنية والإثارة البصرية والتعميمات والتصنيفات غير الدقيقة ربما تطبق لكي ترسل كصورة واضحة للظاهرة والتي ستنتج اشكالا عديدة من المعلومات التي لا تتطابق مع الواقع الحقيقي لتلك المعلومات بسبب ترجمة المصممين المعلومات الأصلية لشكل غير صحيح أو تعرضوا فيها إلى مشاكل في العمليات الخرائطية أثناء تمثيل المعلومات.

التوصيات :

1. من الواجب أن تكون خطوط الكنتور عند التمثيل بالنمط الخطي واضحة وبعيدة عن التحاشي والتداخل أو التقاطع، لكي يتم قراءتها وادراكها من قبل القارئ بصورة سلسة وسهلة.
2. على مصمم الخريطة أن يهتم في عملية استخدام الالوان المتدرجة في القيمة من الفاتح الى القاتم وان يختار لون واحد عند التمثيل بهذا النوع من الخرائط.
3. الاهتمام في اختيار مقياس رسم مناسب لحجم الخريطة الكنتورية عند تصميمها، لتلافي مشكلة تداخل الخطوط فيما بينها.
4. من الضروري اضافة اساسيات الخريطة مثل العنوان والمقياس والموقع وسهم الشمال والإطار والإحداثيات وغيرها، لكي يتمكن مصمم الخريطة من ايصال المعلومة للقارئ بسهولة ووضوح.
5. يجب إنشاء مقياس بصري لفعالية إدراك الخرائط الجغرافية من خلال تبني المتخصصين في هذا المجال مع المتخصصين في مجالات تربوية اخرى تضمن تحقيق الشروط الواجب توفرها في الخريطة الجغرافية لإدراك القارئ السريع مهما كانت درجة ثقافته وعمره.

التمويل:

لم يتلقَّ هذا البحث أي منحة محددة من أي جهة تمويلية في القطاع العام أو التجاري أو غير الربحي.

تضارب المصالح:

يُقرّ المؤلف بأنه لا توجد لديه أي مصالح مالية متضاربة أو علاقات شخصية معروفة من شأنها أن تؤثر على العمل المذكور في هذه الورقة.

المصادر :

جاد، طه محمد. (1987). تحليل الخريطة الكنتورية «باهتمام جيمورفولوجي». ط2، مكتبة الانجلو المصرية.

حسين، سيد حسن. (2011). أساليب التمثيل الكارتوغرافي «المستخدمة في خرائط التوزيعات الطبيعية والبشرية». ط1، مكتبة الانجلو المصرية.

حمادة، ياسين عبد النبي. (2010). مشكلة الملوحة وأثرها في التباين المكاني للإنتاج الزراعي في قضاء بلد. رسالة ماجستير (غير منشورة)، كلية التربة، جامعة تكريت.

الزيدي، نجيب عبدالرحمن، والحمداني، سعد ثامر إبراهيم. (2020). الخرائط التحليلية. دار الإبداع، صلاح الدين/تكريت/العراق.

سطحية، محمد محمد. (1977). الجغرافيا العملية وقراءة الخرائط. ط1، دار النهضة، القاهرة.

الشريعي، أحمد البدوي محمد. (2011). الخرائط العملية «نماذج وتطبيقات». ط1، دار الفكر العربي، القاهرة.

عبد الرحمن، عباس. (2013). تقييم دقة تمييز النموذج الارتفاع الرقمي في دراسات تحديد الأحواض الساكبة للأنهار المتشاطئة، مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية – سلسلة العلوم الهندسية، المجلد 35(9).

العزاوي، علي عبد عباس، وصباح حسين علي. (2006). استخدام نظم المعلومات الجغرافية في إنشاء وتمثيل بيانات نموذج الارتفاع الرقمي لنماذج مختارة في شمال العراق. مجلة التربية والعلم، المجلد 12.

مصطفى، أحمد أحمد. (2000). الجغرافيا العملية والخرائط. ط1، دار المعرفة الجامعية.

مصطفى، أحمد أحمد. (n.d). الخرائط الكنتورية تفسيرها وقطاعاتها. دار المعرفة الجامعية.

وزارة التخطيط والتعاون الإنمائي، الجهاز المركزي للإحصاء وتكنلوجيا المعلومات، المجموعة السنوية الاحصائية لسنة 2017، بغداد، 2024 .

References

Abdel Rahman, A. (2013). Evaluating the Accuracy of Digital Elevation Model Recognition in Studies of Determining the Drainage Basins of Riparian Rivers. Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies, Engineering Sciences Series, 35(9), Syria.

Al-Azzawi, A. A., & Ali, S. H. (2006). Using Geographic Information Systems to Create and Represent Digital Elevation Model Data for Selected Models in Northern Iraq. Journal of Education and Science, 12, Tikrit University.

Al-Shari'i, A. A. M. (2011). Practical Maps: Models and Applications. 1st Ed., Dar Al-Fikr Al-Arabi, Cairo.

Al-Zaidi, N. A. R., & Al-Hamdani, S. T. I. (2020). Analytical Maps. Dar Al-Ebdaa, Saladin/Tikrit, Iraq.

Awawdeh, M., Alkhateeb, E., & Al-Radaideh, N. (2023). The Use of Remote Sensing and GIS for Mapping Silica Sand Deposits in Jordan. Jordan Journal of Earth and Environmental Sciences.

Gad, T. M. (1987). Analysis of the Contour Map: With Geomorphological Interest. 2nd Ed., Anglo-Egyptian Library, Cairo.

Hamada, Y. A. N. (2010). The Problem of Salinity and Its Impact on the Spatial Variation of Agricultural Production in Balad

District. M.Sc. Thesis (Unpublished), College of Soil, Tikrit University, Iraq.

Hassan, H. S. (2011). Cartographic Representation Methods: Used in Maps of Natural and Human Distributions. 1st Ed., Anglo-Egyptian Library, Cairo.

Ministry of Planning and Development Cooperation, Central Bureau of Statistics and Information Technology. (2024). Annual Statistical Collection for the Year 2017, Baghdad, Iraq.

Mustafa, A. A. (2000). Practical Geography and Maps. 1st Ed., Dar Al-Ma'rifa Al-Jami'a, Cairo.

Mustafa, A. A. (n.d.). Contour Maps, Their Interpretation and Sections. University Knowledge House, Cairo.

Satiha, M. M. (1977). Practical Geography and Map Reading. 1st Ed., Dar Al-Nahda, Cairo.