التعميم والتنعيم في خرائط الخطوط الكنتورية*

أ. م. د. نجيب عبد الرحمن محمود م. م. منهل عبد الله حمادي الجبوري الزيدي
جامعة تكريت / كلية التربية / قسم الجغرافية

بسم الله الرحمن الرحيم

ملخص البحث

يعد التعميم والتنعيم في خرائط الخطوط الكنتورية من اهم المجالات التطبيقية للخرائط الالية، التي يعتمد على التكامل بين نظم المعلومات الجغرافية وعلم الخرائط في استخلاص المادة الجغرافية التي من شانها ان تسهم في تفسير وتحليل وتعليل مظاهر سطح الارض المختلفة من خلال الخطوط الكنتورية التي تربط بالأساس بنقاط الارتفاعات المتساوية، والتي لها مستويين الجغرافي والهندسي.

وتسعى هذه الدراسة الى استخلاص المعلومات والوصول الى نماذج معممة ومنعمة للخطوط الكنتورية لمناطق مختارة من شمال العراق وبمقاييس مختلفة باستخدام برامج خاصة لنظم المعلومات الجغرافية (GIS) لاجل الحصول على اشكال الخطوط الكنتورية عالية الدقة وسهلة التفسير.

المقدمة

اكتسبت الدراسات الجغرافية التطبيقية أهمية كبيرة، وخصوصا منذ أن أسهمت تقنية نظم المعلومات الجغرافية في تذليل العقبات البحثية فيما يتعلق بمعالجة المعلومات المكانية

* بحث مستل من رسالة الماجستير بعنوان (التعميم والتنعيم في خرائط الخطوط الكنتورية)، رسالة غير منشورة، جامعة تكريت، كلية التربية، قسم الجغرافية، ٢٠٠٧

المتنوعة وتحليلها.ولم يقتصر دور الخرائطي على تصميم وتمثيل ورسم الخرائط فحسب، بل ليشمل طرق الاستفادة من هذه التقنيات في استخلاص المعلومات الجغرافية والتي في منهجيتها تمثل مجالا تطبيقيا جيدا يسمى بالخرائط الآلية. (**Computer Cartography**) وأصبحت مهمة الخرائطي تصميم وتمثيل الموضوعات الجغرافية بإحدى طرق التمثيل على الخرائط. ويعد التعميم والتنعيم في خرائط الخطوط الكنتورية من أهم المجالات التطبيقية للخرائط الآلية، والتي تعتمد على التكافل بين نظم المعلومات الجغرافية وعلم الخرائط في استخلاص المادة الجغرافية التي من شأنها أن تسهم في تفسير وتحليل وتعليل مظاهر سطح الارض المختلفة من خلال الخطوط الكنتورية التي تربط بالأساس بنقاط الارتفاعات المتساوية، والتي لها مستويين الجغرافي والهندسي.

وبما أن الظواهر الجغرافية تحمل عند تمثيلها على الخرائط خاصية الارتباط المكاني مع الظواهر الأخرى المشتركة معها بالمكان، فأن وضوح تمثيل مكوناتها يعد ضرورة جغرافية بعد أن يتم اختيار الأسلوب الأمثل لتمثيل هذه الظواهر على الخارطة.

ولهذا تعد الخطوط الكنتورية من الأنماط الخطية التي تنطبق عليها المعلومات الكمية التي يتطلب أن يكون ترميزها يحقق الرؤية الصحيحة " للعلاقة " بين عناصر المعالم التضاريسية وتوزيعها الفعلي على الطبيعة ومصدر معلوماتها الكمية الممثلة على الخرائط.

وهناك برامج خاصة قادرة على أن تستخدم التعميم و التنعيم للخطوط الكنتورية لإزالة التشوهات والانثناءات التي يمكن من خلالها تجنب الأخطاء الطبوغرافية للخطوط الكنتورية المعممة، والتي أصبحت ذات أهمية أكثر من الخرائط الورقية والرقمية على حدٍ سواء، وخاصة بعد استخدام برامج خاصة في أنظمة المعلومات الجغرافية (**GIS**)، لآجل الحصول على أشكال الخطوط الكنتورية عالية الدقة والتفسير.

وان توظيف هذه التقنية تعد من الأسس العلمية اللازمة لخزن البيانات وتنظيمها مع القدرة الفائقة في إدارتها ومعالجتها بعد بناء قاعدة البيانات الجغرافية والتي تعد من الأساليب المتقدمة في عمليات الرسم والعرض لهذه المعلومات وأخرى لتوظيف مفاهيم التحليل المكانية

(**Spatial Analysis**) ثم القيام بإجراءات المقارنة والتحليل والاستنباط من خلال الرؤية للظاهرة الجغرافية الممثلة على الخرائط من زوايا متعددة، ومن ثم النتائج في شكل النماذج (**Models**).

مشكلة الدراسة: تكمن مشكلة الدراسة في صياغة المقولة الآتية مشفوعة بجملة التساؤلات التي تتعلق بها:

(ان الخطوط الكنتورية هي أشكال هندسية ثلاثية الأبعاد تمثل مظاهر سطح الارض المختلفة والتي تتضمن مستويين الجغرافي والهندسي، وان تنعيم هذه الخطوط وتعميمها تعد من المعالجات الخرائطية المهمة عند تصميمها على الخرائط الطبوغرافية بالمقاييس المختلفة).

ومن هنا تبرز عدة أسئلة وكما يلي:

١- هل أخذت عملية التنعيم لخطوط الكنتور بعين الاعتبار عند إعداد خرائط العراق الطبوغرافية ؟ وكيف تتأثر هذه الخطوط باختلاف المقاييس والمناطق عند تعميمها ؟.

٢- كيف تتوافق مستويات الخطوط الكنتورية الجغرافية والهندسية مع دقة الرسم، اذا كانت الدقة تتحطم عند تصغير المقياس ؟.

٣- الى أين وصلت عمليات التنعيم في خرائط الخطوط الكنتورية الرقمية ؟ وكيف يتم بناء قاعدة البيانات عند تصميم النماذج الخاصة بتنعيم هذه الخرائط.

فرضية الدراسة: هناك ارتباط بين اختلاف مناسيب طبيعة سطح الارض وما يمثلها بخطوط الكنتور على الخرائط، وبين كفاءة برامج نظم المعلومات الجغرافية في تمثيل وإعداد نماذج لخرائط معممة ومنعمة استنادا الى قاعدة البيانات الجغرافية.

أهداف الدراسة: تهدف الدراسة الى تحقيق النقاط الآتية:

١- إلقاء الضوء على قصور الأساليب اليدوية القديمة في رسم خرائط الخطوط الكنتورية في اجراء عمليات التعميم والتنعيم.

٢- إبراز أهمية النتائج التطبيقية للدراسة من خلال استخدام برامج نظم المعلومات الجغرافية.

٣- الوصول الى بناء نماذج لخرائط الخطوط الكنتورية لمناطق مختارة من شمال العراق بعد تعميمها وتنعيمها.

أهمية الدراسة: تبرز أهمية الدراسة من خلال مايلي.

١- يعد التعميم والتنعيم من المعالجات المهمة في انظمة انتاج الخرائط، وهو احد المكونات الاساسية في انشائها، وخاصة الطبوغرافية منها، والتي تتميز بخصائصها في تمثيل اشكال سطح الارض بالخطوط الكنتورية، والتي تمثل معالمها.

٢- ندرة الدراسات العربية والمحلية التي تتناول موضوع التعميم والتنعيم في خرائط الخطوط الكنتورية باستخدام تقنية نظم المعلومات الجغرافية.

٣- تهيئة الأساس النظري والعملي وصولا الى إعداد خرائط لمناطق مختارة من العراق بالمقاييس المختلفة.

منهج الدراسة: اعتمدت الدراسة على المنهج الاستنباطي- من الكليات الى الجزئيات- الذي يسعى الى صياغة القواعد والوصول الى الاستنتاجات، وإيجاد أفضل الطرق لتمثيل خرائط الخطوط الكنتورية متبعا عمليات التعميم والتنعيم لخرائط مناطق مختلفة متخذين من الأسلوب التطبيقي المعاصر (**Application Method**) لتقنية نظم المعلومات الجغرافية أداة البحث والدراسة.

الدراسات السابقة: بعد البحث والتقصي تبين عدم وجود دراسات مماثلة داخل العراق، وربما خلو المكتبة العربية من مثل هذه الدراسة وأمكن بعد وقت طويل الحصول على بعض الدراسات الأجنبية وكما يلي:

١- درك بركارت (**Dirk Burghardt 2005**)

تناول الباحث استخدام الدوال لتصفية (حذف،انتقاء، تنعيم) خطوط الكنتور باستخدام خوارزميات خاصة، والتي تركز على تنعيم الخطوط المتعرجة بواسطة تعديل (**Ironing**) للثنيات الصغيرة والتي تعتمد أصلا على تعميم الخطوط المتعرجة للمقاييس

المختلفة مع الاحتفاظ بالشكل النموذجي مع المحافظة على الإزاحة والتي تأخذ شكلها ومكانها تحت تأثير معادلة سنيكس (**Snakes**) لتنعيم الخطوط الكنتورية[١].

٢- دراسة تركي كوكز (Turkay Gokoz 2005)

تطرقت هذه الدراسة الى تعميم الخطوط الكنتورية باستخدام زوايا الانحراف وحزم الخطأ، لأجل الحصول على خطوط كنتورية مبسطة ومنعمة واقعة على اقل عدد من النقاط باستخدام خوارزمية لي _ اوبنشو (**Li_ Openshaw**). والتي ركزت على نقطتين:

١- دراسة مجموعة فرعية من خطوط الكنتور مع فترة كنتورية يحصل عليها من الخطوط الكنتورية الموجودة.

٢- اعتبار خطوط الكنتور كمعالم خطية تتضمن نقاطا وقطعا مبسطة ومنعمة انفراديا. وان هذه الطريقتين تعتمدان على الفترة الكنتورية المختارة وعلى تطبيق خوارزميات تبسيط الخط وتنعيمها والتي تصنف الى ثلاث مجموعات رئيسة هي (اكتشاف الزاوية، تقريب المضلع، التكنيك الهجين)[١].

٣- دراسة بلند سيتنكيا وسردار اسلان (Bulent Cetinkaya and Serdar Aslan 2005)

بحثت هذه الدراسة تبسيط الخطوط الكنتورية بدقة مكانية محددة اعتمادا على الدقة الهندسية لخطوطها، ولها خطوتان:

الأولى: استخلاص نظام التصريف من الخطوط الكنتورية وبناء الارتباطات بين فروع الوادي ومجموعة الانحناءات لهذه الخطوط.

---

(١) Dirk. Burghardt , Controlled line Smoothing by Snakes , University of Zurich , Switzerland , 2005 , pp.237-248.

(١) Turkay Gokgoz , Generalization of Contours using Deviation Anyles and Error Bands , The Cartographic Journal , vol. 42.No.2 ,Turkey , 2005 , pp.145-155.

الثانية: تحليل وتركيب نظام التصريف وعلاقته بخطوط الكنتور، والعمل على إزالتها بعد تنفيذ الإزاحة الهندسية لتلك الانحناءات.

قدمت الدراسة خوارزمية قادرة على إزالة الانثناءات في خطوط الكنتور والتي يجب ان تؤثر على نتائج التبسيط، مع الأخذ بنظر الاعتبار الأخطاء الطبوغرافية الحاصلة خلال التبسيط. وتهدف الدراسة تطبيق خوارزمية تطبق إنتاج خرائط الخطوط الكنتورية المبسطة من الخرائط الطبوغرافية بفترة كنتورية ١٠م[٢].

٤- دراسة سبينيلو سلفتور وباسكال كوتون

Spinello Salvatore and Pascal Guitton 2004

تطرقت هذه الدراسة الى الخصائص المميزة للخارطة الطبوغرافية بوصفها تتضمن خطوط الكنتور التي تعكس مظاهر سطح الارض المختلفة (الموجبة والسالبة). والتركيز على إعادة بناء الخطوط الكنتورية من الخارطة الطبوغرافية التي تعرف بطبولوجية المنحنيات لأنها مجموعة من الخطوط المغلقة غير المتقطعة.

وأكدت الدراسة على استخدام خوارزميات خطوط الكنتور باستخدام سياق على مورفولوجية رياضية لاستخلاص مجموعة من النقاط القصوى ثم استخدام تجميع المسافات الاقليدية (Euclidean) لربط الخطوط المنفصلة والقضاء على الفجوات الموجودة بين هذه الخطوط.

لقد اهتمت هذه الدراسة بإعادة بناء المنحنى وتنعيمه بعد التعميم لمقاييس مختلفة مع المحافظة على نهايات السلاسل الناعمة الناتجة بتجميع المسافات والاتجاهات وباستخدام الألوان لتمييز المظاهر التضاريسية للمنطقة.

(2) Bulent Cetinkaya and Serdar Aslan , Contour Simplification with Defined Spatial Accuracy , General Command of Mapping , Ankara , Turkey , 2005 , pp.1-6.

وأكدت الدراسة أيضا على ان هناك بعض المشاكل التي يجب ان تؤخذ بنظر الاعتبار في الخرائط الكنتورية منها الحالات الضعيفة والأخطاء الطوبولوجية والتصنيف المناسب بين العديد من الفجوات والخطوط السميكة[١].

تنظيم محتوى الدراسة: لأجل وصول الدراسة الى غايتها الموسومة لها، فقد قسمت الى ثلاثة محاور بالإضافة الى المقدمة وكالاتي:

المحور الاول: مفهوم التعميم والتنعيم.

المحور الثاني: نماذج تطبيقية.

المحور الثالث: خطوات اللازمة لاجراء عمليات التعميم والتنعيم.

أولا: مفهوم التعميم والتنعيم

١- مفهوم التعميم:

يعرف التعميم (**Generalization**) بأنه تعديل المعطيات النوعية والكمية للإشكال المرسومة بحذف وتبسيط عدد من خصائصها التفصيلية بقصد بناء خارطة تستجيب لشروط معينه[١].

أي النظر إلى مجموعة من العناصر أو المتغيرات التي تكون في جملتها تركيبة معينة، أو نظرة كلية تتغاضى عن بعض التفصيلات التي لا تغير كثيراً من الخصائص الكلية اوالصفات العامة لهذه التركيبة[٢].

(١) Spinello Salvatore and Pascal Guitton , Contour line Recognition From Scanned Topographic Maps , Journal of WscE , vol. 12.No.1-3 , ISSN. Union , 2004 , pp. 1-4.
(1) CFc , clossoire de Cartographies , Comit franc Ais , de Cartographie , 1990, p.78.

(٢) طه محمد جاد، بعض مظاهر التعميم والتقريب في جمع البيانات الجيمورفولوجية، نشرة دورية يصدرها قسم الجغرافية، جامعة الكويت، ١٩٨٤، ص ٧.

ويعرف التعميم بأنَّهَ فن التمييز في منطقة ما بين عناصر أساسية وعناصر غير أساسية ليمثل ما هو أساسي وإهمال ما هو غير أساسي عند أنشاء خارطة لأهداف معينة[٣]. وبصورة عامة هو عملية متكاملة تأخذ المعلومات المكانية المهمة وذات العلاقة بالواقع [٤]. لذلك نجد أن التعميم يترك أثراً كبيراً في الخارطة بسبب تغيير أشكال وإحجام المعالم وتبسيطها، والتقليل من المعلومات الأصلية بالحذف والإلغاء والاختصار والدمج، لذلك فأن دقة الخارطة ومدى مطابقتها للواقع تعتمد إلى حد كبير على درجة التعميم.

وإذا كان التعميم جيداً أصبحت الخارطة سهلة الفهم والإدراك والاستعمال.أما إذا لم يكن ألخرائطي موفقاً في إعمال التعميم فأن الخارطة ستصبح صعبة القراءة والفهم والتفسير وغير دقيقة وقد تؤدي إلى حدوث أخطاء، فالخرائطي ذو الخبرة الطويلة يستطيع القيام بالتعميم بشكل جيد وسريع، بينما يحتاج من ليس لديه الخبرة الكافية إلى وقت طويل دون الوصول إلى نتيجة مرضية [١].

هناك العديد من العوامل التي تؤثر على عملية التعميم منها:

١. الغرض (الهدف) من الخارطة.
٢. مشاهدو أو قارؤ الخارطة لأنَّ التعميم يؤدي إلى ضياع في المعلومات.
٣. الحفاظ على محتويات الخارطة الأصلية وخاصة الحفاظ على الدقة الهندسية والجغرافية والخصائص الأولية.
٤. الحفاظ على المعالم البارزة والمهمة في الخارطة الأصلية أثناء عملية التعميم.

(٣) سامح جزماتي وسامي مقدسي، أنظمة المعلومات الجغرافية GIS، دار الشرق العربي، سوريا، ٢٠٠٤، ص١٩٦.
(4) Dan lee, Cartographic Generalization ,Intentional year book of Cartography , vol.6.1992.p.1.
(١) أنور عبدا لله سياله، الخرائط بين التعميم والتنعيم، مجلة المساحة، مصلحة المساحة بالجماهيرية الليبية، العدد ١، ١٩٩٧، ص ١٧.

٥. حجم تصغير المقياس، أي أنَّه كلما كان التصغير أكبر كل ما كان تأثير التعميم على البيانات الأصلية أكبر.

٦. العوامل التقنية والبشرية التي تؤثر على عملية التعميم.

٧. العمليات الخاصة بجمالية الخارطة.

٨. طبقة محتويات الخارطة، هل إنَّ المرء يتعامل مع المعلومات الكمية أم النوعية، ولأنَّ محتويات الخارطة النوعية تتطلب معرفة أوسع بالمعالم التي يتم رسمها مقارنة بما تتطلبها المعلومات الكمية[٢].وأن للتعميم هدفين:

الأول: جعل الخارطة متجانسة من حيث تمثيلها للتفاصيل والظواهر.

الثاني: جعل الخارطة مقرؤة وسهلة التفسير.

وعلى الرغم من أن هاتين الصفتين تقللان إلى حد ما من وفرة تمثيل المعلومات المتواجدة في المنطقة، إلا أنهما ضروريتان، وكقاعدة عامة يجب عدم المبالغة في التعميم من جهة، إذ من شأن هذا التعميم ان يجعل محتوى الخارطة ألمعلوماتي هزيلا وعدم الإقلال من عملية التعميم من جهة أخرى، إذ سيؤدي ذلك إلى صعوبة في قراءة الخارطة وتشويش لمعطياتها وأهدافها،وعلية فالتوافق بين هذين المطلبين المتعارضين إلى حد ما يتطلب خبرة واسعة. وإنَّ استحداث خرائط بمقاييس صغيرة من الخرائط ذات المقاييس الكبيرة هي عملية غير مجدية بشكل عام ؛ لأنها تفتقر إلى التفاصيل التي يفترض وجودها في الخرائط ذات المقاييس الكبيرة. فتكبير خارطة بمقياس ١/٥٠٠٠٠ مثلاً ممثلا عليها الخطوط الكنتورية كل (٥٠) متراً لتصبح بمقياس رسم ١/ ١٠٠٠٠ ستعطي خارطة ليس فيها تفاصيل ارتفاعيه كافية،

(٢) نجيب عبد الرحمن الزيدي و حسين مجاهد مسعود، علم الخرائط، دار اليازوري للنشر والتوزيع، عمان، ٢٠٠٥، ص ٨٤.

كان من المفروض وجودها في خارطة بهذا المقياس ١/١٠٠٠٠،كما أنَّ تصغير الخرائط ذات المقاييس الكبيرة ستعطينا تفاصيل لاداعي لوجودها والتي ستسبب تشويشاً لقارئ الخارطة[١].

لذلك فإنَّ هناك ثلاثة صور توضيحية في التعميم لكل من هذه الأعمال هي:

١. الخارطة الأصلية بكافة تفاصيلها.
٢. الخارطة المعممة والمنعمة قبل تصغير المقياس.
٣. الخارطة المعممة والمنعمة المفصلة بعد تصغير المقياس[٣].

٢-١ عمليات التعميم ووسائله:

طور (ماكامستر و شيا **McMaster and Shea**) طريقتهما بشكل واضح لرسم الخرائط الرقمية، فقد قسما عملية التعميم إلى ثلاثة وظائف مترجمة إلى أسئلة وهي لماذا **why** ؟ ومتى **When**؟ وكيف **How** يتم التعميم[١]. كما في الشكل رقم(١).

(٢) سامح حزماتي و سامي مقدسي، المصدر السابق، ص١٩٧- ١٩٨.

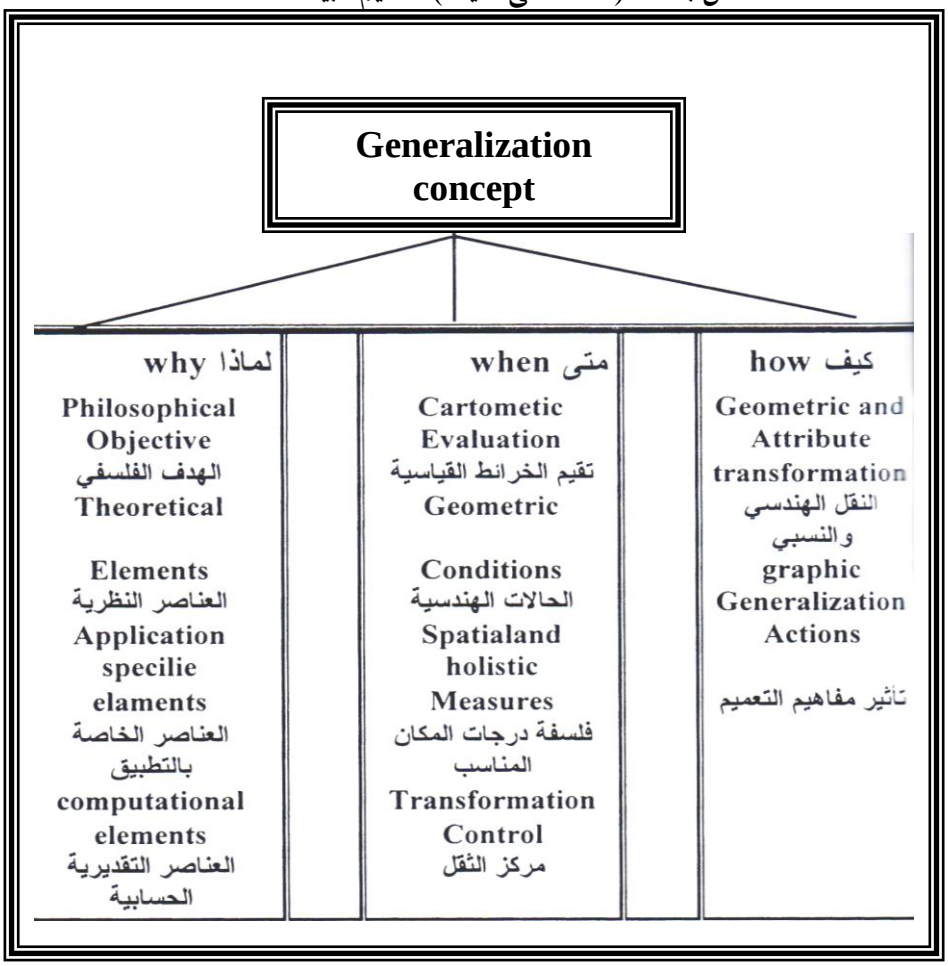
(٣) نجيب عبد الرحمن الزيدي و حسين مجاهد مسعود، المصدر نفسه، ص٨٨.

(١) M.J.Kraak & F.J Ormeling ,Cartography Visualization of Spatial Data, First publishing ,London ,1996 ,p.98.

الشكل رقم (١)

نموذج تقويم للتعميم ألمفاهيمي

تتعلق بأسئلة (لماذا، متى، كيف) لتعميم البيانات الكاملة



المصدر: عن **Kraak.P.98**

أمّا مناقشة السؤال لماذا التعميم: فهو إعداد نظام للتعميم الذي يهدف إلى حفظ وتمييز الخصائص للظواهر الجغرافية الموقعة على الخارطة عن طريقة عمليات التعميم لمختلف الظواهر والمقاييس، والذي يقود إلى التقليل من الخصائص غير الجوهرية للأنماط التوقيعية (النقطية والخطية والمساحية) والوصول إلى نظام تعميمي يمثل عدد الرموز الواجب توقيعها عند تغيير المقياس من الكبير إلى الصغير. أمّا السؤال (متى **when**): فهو مرتبط بتقييم الخرائط القياسية (كارتومتري) لبيانات الخارطة الأصلية نسبة إلى الخارطة المعممة عن طريق عامل التصغير المفرط للمقياس مما سيؤدي إلى مشكلة عدم الوضوح، والذي يرتبط بتداخل وتزاحم الرموز. ويصف (ماكامستر وشيا) هذه الحالة على أنها سيطرة التحويل وهي

تتكون من اختبار للحسابات المناسبة للتعميم التي تؤدي من الحالات الهندسية ودرجات المكان ومركز الثقل للبيانات الممثلة على الخارطة، أمّا السؤال (كيف **How**): فهو مرتبط بالأدوات التي يمكنها تحويل المحتوى الهندسي والرمزي للبيانات المكانية لغرض التعميم الفاعل لبيانات الخارطة الأصلية، وهنا تتم مناقشة الأدوات أو الحسابات التي تنفذ أعمال التعميم والرسم البياني ولمفاهيمي. ،إنَّ للرسم البياني تأثيراً في التعميم وله تأثيرات مباشرة في مفاهيم التعميم [1].

١-٢ عناصر التعميم:

تتطلب عملية التعميم جهداً بشرياً كبيراً لتحليل البيانات الجغرافية والقرار على ما يعمم ودرجة التعميم، وخاصة في النظام التعميمي الآلي المتكامل، وإنَّ هذه التحليلات تقدم كقواعد وقوانين بحيث يمكن تنفيذ برامج الحزم الخاصة. يستعمل معمم الخرائط طريقة تفاعلية أو معلومات مفصلة والتي تجرى من قبل خوارزميات خاصة، ومنها تبسيط الخطوط الكنتورية، وتترك صنع القرار للمستخدم، الذي يختار المعالم الجغرافية ذات الصلة بتضاريس الأرض، وإنَّ هذه البرامج أو الخوارزميات تؤمن للمستخدم إمكانية خزن خطوات وشروط ومعاملات التعميم،

(١) نجيب عبد الرحمن الزيدي وحسين مجاهد مسعود، علم الخرائط، المصدر السابق، ص ٩١ -٩٢.

والتي ستصبح خطوط دلاله للعمليات المستقبلية وقاعدة معرفية مهمة باتجاه تحقيق نظام تعميمي يعتمد على القوانين المستندة على الحاسب الآلي. والتي يمكن اشتقاق خرائط بمقياس أصغر من قاعدة بيانات رئيسة مفردة بمقياس كبير، بعد إعادة تحويل البيانات إلى بيانات رقمية وبناء قاعدة بيانات لكل مقياس والتي تقلل الكلفة والجهد[٢].

وتتضمن عناصر التعميم مايلي:

١- اختيار / حذف المعلم: **Feature selection /Elimination**:

٢- التبسيط: **Simplification**

٣- التحسين **Refinement**

٤- المبالغة: **Aggregation**

٥- الترميز / التصنيف **Classification / Symbolization**

٦- التجريد/ والتصفية: **Aesthetic / Refinement**

٢- مفهوم التنعيم: Concepet of Smoothing

يمكن توضيح مفهوم التنعيم (**Smoothing**) بأنة حذف التفاصيل الزائدة وجعل الخطوط الكنتورية صقيلا أو أكثر نعومة من شانها التأكيد على الانقطاعات أوعدم الاستمرارية أو إن التنعيم **Smoothing** هو تمرير مصفوفات النماذج الرقمية للخطوط الكنتور من خلال مصفيات رياضية **(Mathematical Filter)** فتقوم هذه المصفيات بصقلها وتنعيمها لتصبح هذه الخطوط سهلة وبسيطة ومريحة لأعين الناظرين ويطلق الخرائطيون على هذه العملية (بالتنعيم الحاسوبي) أو التنعيم باستعمال المصفيات [١].

(2) Dan lee. cartographic generalization , op. cit,p.4.

(١) أنور عبدا لله سيالة، المصدر السابق، ص ١٢.

٢-١ توليد وتداول خطوط الكنتور وتحسينها:

ان لمرحلة توليد وتداول خطوط الكنتور العددية أهمية أساسية والتي تهدف الى تحسين جودة ومرونة النماذج التي تم إنشاؤها. والتي تشمل عمليات التحرير(**Editing**) والتصفية (**Filtering**) والدمج (**Merging**) والتحويل من بنية الى أخرى.

نقصد بعمليتي التحرير عمليتي التحديث وتصحيح الأخطاء في هذه الخطوط، وللوصول الى ذلك يجب ان تتضمن عمليات التحرير:طرح سؤال (**Query**) والمسح (**Delete**) والاضافة (**Add**)، والنقل او التحريك (**Move**) وتغيير الارتفاع، وتغيير الصفة..الخ.

ان عملية التحرير في الخطوط الكنتورية ذات البنية الشبكية المنتظمة على عملية التغيير لارتفاعات النقاط الشبكية دون تغيير بنيتها.اما عملية التحرير في النماذج ذات البنية (**TIN**) فانها تتطلب خوارزمية لأجراء تعديل في طوبولوجية النقاط بعد إدخال نقاط جديدة في النموذج او حذف نقاط منة.اما عمليات التصفية يمكن الاستفادة منها في اختزال معطيات النماذج ومنها حذف النقاط الزائدة وغير الضرورية ضمن حد مسموح بغية الحصول على الدقة.

ان عملية التصفية تحقق هدفين: فهي اما تقوم بحذف تفاصيل زائدة وجعل خط الكنتور صقيلاً او أكثر نعومة، او من شأنها التأكيد على الانقطاعات او عدم الاستمرارية في نقاط خطوط الكنتور،وهي ما يسمى بعملية التحسين(**Enhancement**)وهي العملية العكسية للتنعيم اوالصقل.

اما بالنسبة لعملية وصل خطوط الكنتور المتجاورة فهي ضرورية لتأمين الاستمرارية في نمذجة التضاريس.أما عملية الدمج (**Merying**) فهي عملية معقدة، تتطلب من جهة إدخال

كل عناصر النموذج الأول ضمن النموذج الأخير والتي تتطلب تعديل في معطيات الخطوط المتعرجة وتنعيمها[٢].

(2) C.Plazanet , and etal ,Experiments With Learning Techniques for Spatial Model Enrichment and Line Generalization ,GeoInformatica, vol.2. 1998. p.333.

٢-٢ أهمية نظم المعلومات الجغرافية في تصميم نماذج خطوط الكنتور:

ان لبرامج نظم المعلومات الجغرافية (GIS) أهمية كبرى في تشكيل القاعدة التي يستند عليها تصميم خرائط الخطوط الكنتورية المتعلقة بطبوغرافية المنطقة واستقراء المعلومات عن تضاريسها، والتي تفيد في العديد من المجالات العلمية والتطبيقية كالتحليل الجيمورفولوجي والدراسات البيئية ودراسة نماذج التعرية والمحاكاة الهيدرولوجية وغيرها،والتي من شأنها ان تمدنا بما نحتاج من معلومات في مجال محدد.وللوصول الى ذلك هناك عدة برامج تستخدم في هذا المجال.ان عمليات النمذجة في نظم المعلومات الجغرافية بعد إظهار وعرض تخطيطي لهذه النماذج التي تمثل تضاريس المنطقة.

ان عمليات الاظهار والعرض لنماذج خطوط الكنتور في برامج نظم المعلومات الجغرافية لها هدفان:

الأول: نسميه بالإظهار التبادلي (Interactive Visualization) او الاظهار الديناميكي وهو يساعد الباحث على اكتشاف المنطقة المنمذجة، وتحسين الفرضيات وإعادة الاظهار والعرض.

الثاني: هو الإظهار الستاتيكي (Static Visualization) الذي يساعد على إيصال إنتاج النموذج الى المختص وبالشكل التقليدي،أي على شكل مستندات ورقية او خرائطية.

وتعتمد عملية الإظهار والعرض بشكل رئيسي على فعالية طرق العرض باشكالة المتعددة وإظهار البعد الثالث (3D) لخطوط الكنتورلانها تمثل معالم سطح الارض الثلاثية الأبعاد، إن الطرق التقليدية لتصوير او وصف التضاريس في منطقة ما،هي طرق خطوط الكنتور وطرق التظليل لإبراز البعد الثالث.ومع ان هذه الطرق تمثل تجريداً للواقع، إلا انها فعالة جدا لإبراز واقع التضاريس في المنطقة.

ان تمثيل التضاريس بواسطة خطوط الكنتور هو الطريقة المعروفة لإظهار البعد الثالث حيث يمكن بواسطتها استنتاج جملة معلومات عددية،لكن من مساوئ طريقة إبراز التضاريس بواسطة خطوط الكنتور في إظهار البعد الثالث انها لا تعطي للمشاهد تأثيرا مباشرا ثلاثي الأبعاد

للأشكال الطبوغرافية الموجودة في المنطقة.وهناك برامج كثيرة تقوم بهذه المهمة، ونحصل على أفضل النتائج بأتباع الطرق التي تسمح بتضمين انقطاعات السطوح الطبوغرافية في خوارزميات إنشاء خطوط الكنتور[١].

وهناك عدة طرق تسمح بتوليد خطوط الكنتور المستمرة،أي ليس فيها انكسارات حادة، وذلك باعتماد منحنيات غير خطية تمر من نقاط التوسط، كما توجد برامج تسمح بتحسين عملية الرسم لخطوط الكنتور بإسناد أهمية اكبر لخطوط الكنتور الرئيسة وإبرازها. وهناك برامج تسمح بحذف خطوط الكنتور في المناطق شديدة الميل والاحتفاظ فيها بخطوط كنتور رئيسة فقط كما ان هنالك طرقا تصنف الارتفاعات ضمن صفوف ذات تباعد ارتفاعي ثابت لتوليد إظهار وفق درجات متفاوتة من اللون متعلقة بارتفاعات المنطقة.

وكطريقة بديلة عن طريقة التوسط التقليدية المطبقة في إنشاء خطوط الكنتور المعتمدة على وصل خطوط الكنتور المتريسية (**Raster Contouring**) حي تعيُن فيها خطوط كنتور انطلاقا من كل خلية من خلايا الشبكة حيث تعطي ظلال محددة لكل خلية حسب ارتفاعها.

وأخيرا لدينا طريقتان لإظهار خطوط الكنتور في محاولة لإبراز البعد الثالث للتضاريس من خلالهما بشكل أفضل من الطرق السابقة، وتعرف الطريقة الأولى بطريقة خطوط الكنتور المائلة التي تمثل تقاطع السطوح الطبوغرافية للمنطقة مع مستويات مائلة عمودية على اتجاه منبع ضوئي.

أما الطريقة الثانية طريقة تظليل خطوط الكنتور التي تقوم على رسم خطوط الكنتور بتطبيق تغير في عرضها، وهذا التغير يتيح درجة السطوع (الإضاءة).لذلك أصبحت أنظمة النمذجة وبشكل خاص النمذجة العددية للتضاريس المتمثلة بخطوط الكنتور والمتكونة من

(1) Dueker.K.J, Geographic Information Systems and Computer Aided Mapping , Journal of the Amreican Planning Association.53 (No.3) 1987, p.125.

مجموعة من النقاط متساوية البعد توفر حلولا فعالة واقتصادية لعدد كبير من التطبيقات باستخدام أنظمة المعلومات الجغرافية والتي تعالج كثير من المعطيات المكانية[1].

ثانيا: نماذج تطبيقية:

لقد تم اختيار ثلاثة نماذج لخرائط الخطوط الكنتورية المستنبطة من الخرائط الطبوغرافية لمناطق مختارة من العراق لمقاييس متعددة بدءا من المقياس ١/٢٥٠٠٠ وانتهاءً إلى مقياس ١/١٠٠٠٠٠٠ وكما هو مبين في الجدول رقم (١)

جدول رقم (١)

يبين نماذج الخرائط الكنتورية المستنبطة من الخرائط الطبوغرافية

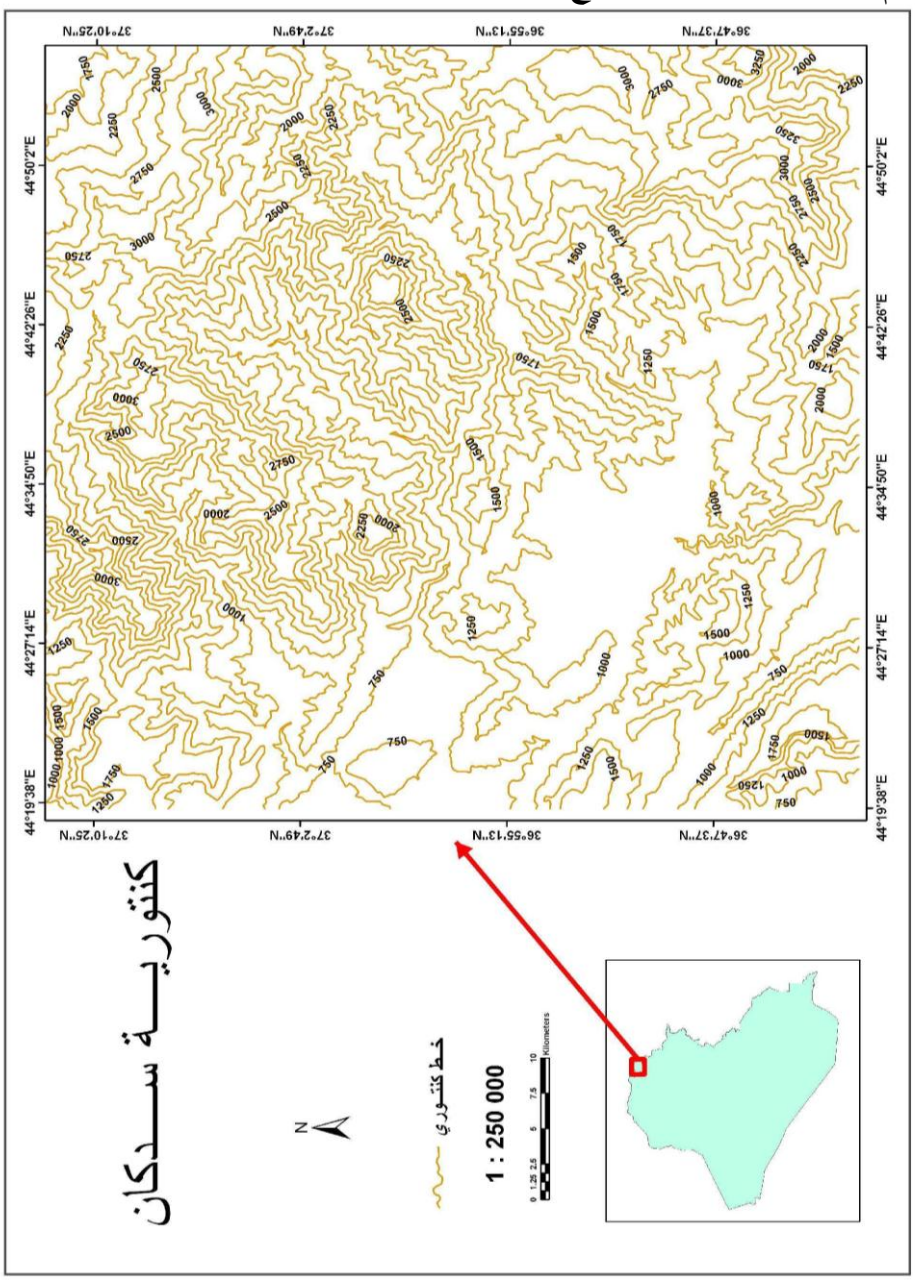
لمقاييس مختلفة لمناطق مختارة من العراق

ت	خرائط لمناطق مختارة	مقياس الخارطة
١	سد كان	١/٢٥٠٠٠٠، ١/٥٠٠٠٠٠، ١/١٠٠٠٠٠٠
٢	الجانب الأيمن لمدينة الموصل	١/٢٥٠٠٠، ١/٥٠٠٠٠، ١/١٠٠٠٠٠
٣	الجزء الأيمن من جبل سنجار	١/٢٥٠٠٠، ١/٥٠٠٠٠، ١/١٠٠٠٠٠

المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على الخرائط الطبوغرافية للمقاييس المذكورة اعلاة

(1) R.B.Mcmaster ,The Integration of Simplification and Smoothing aLgorthms in Line Generalization , Cartographic.Vol.26.1989.p.22.

وقد تم تحديد إحداثيات هذه النماذج حسب الأشكال الآتية:

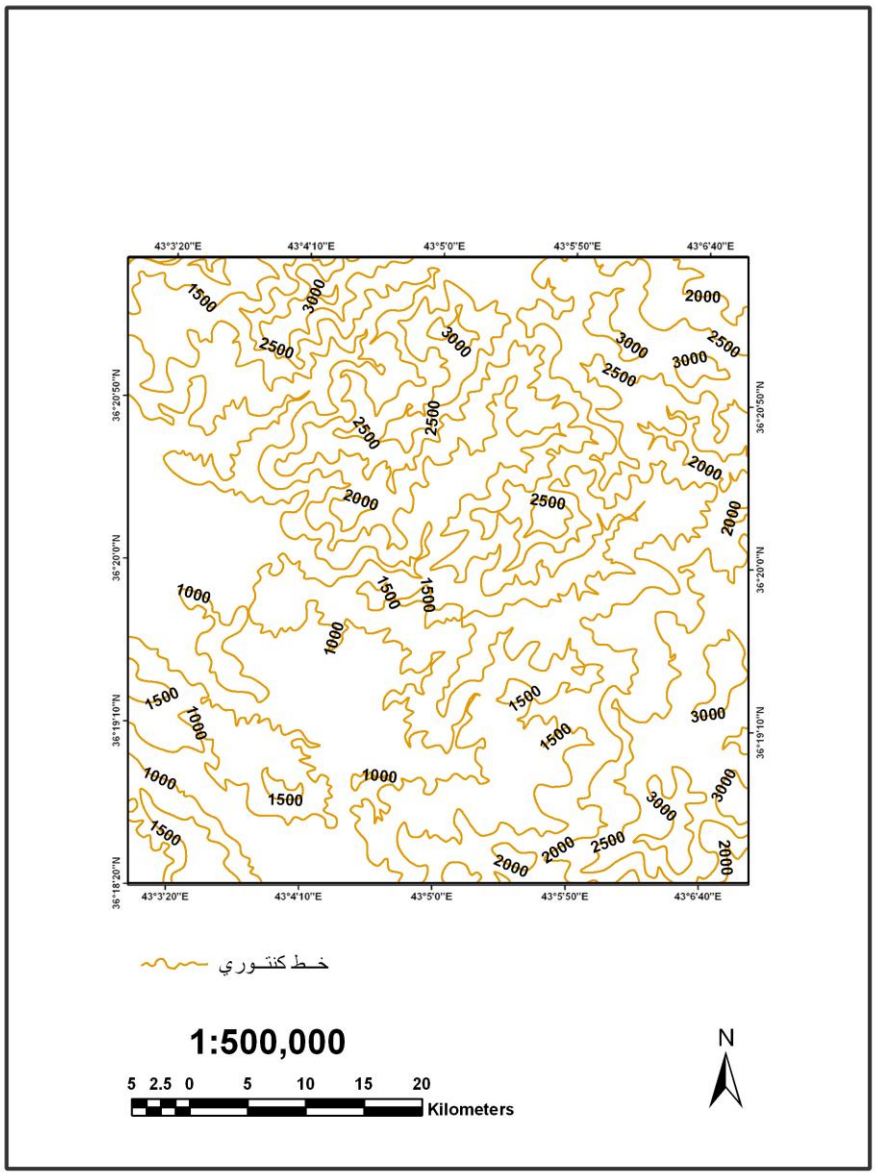


خارطة رقم (١) خطوط كنتورية لمنطقة سد كان بمقياس ١/٢٥٠٠٠٠

المصدر : من عمل الباحث بالاعتماد على الخارطة الطبوغرافية بمقياس ١/٢٥٠٠٠٠

خارطة رقم (٢)

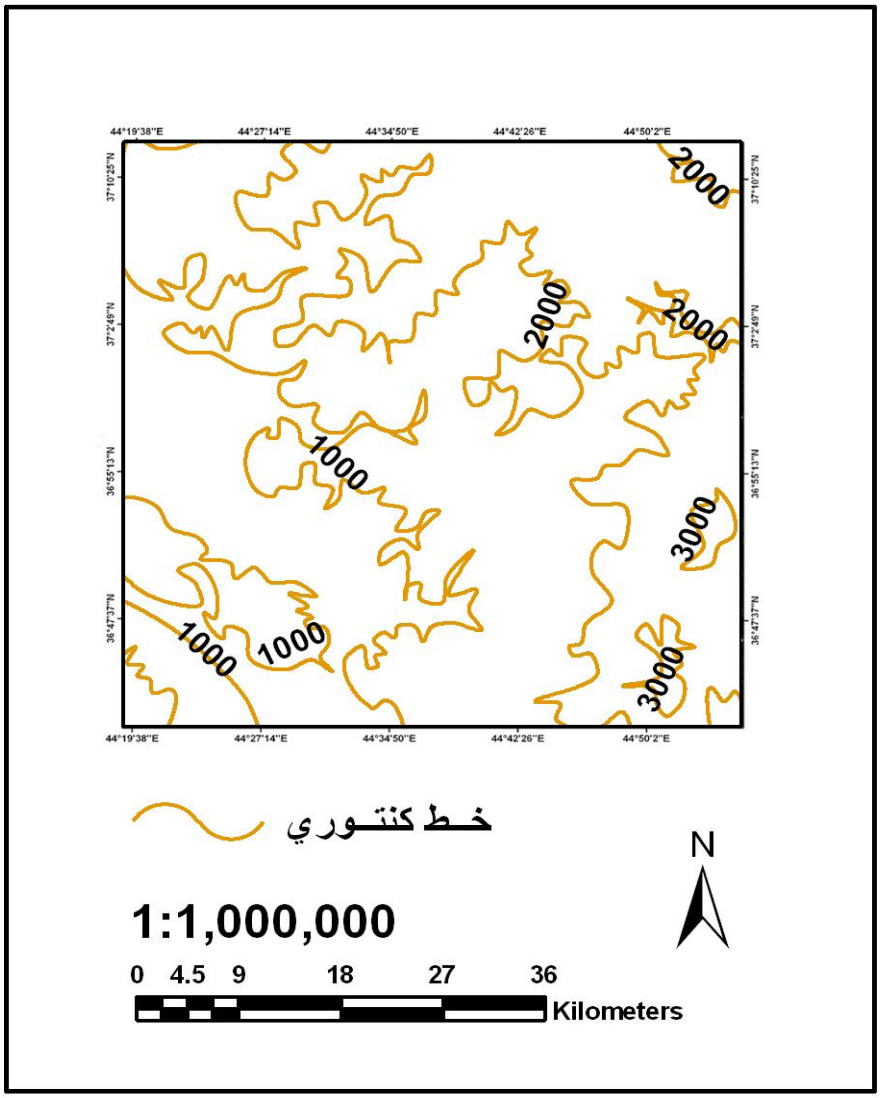
خطوط كنتورية لمنطقة سد كان بمقياس ١/٥٠٠٠٠٠



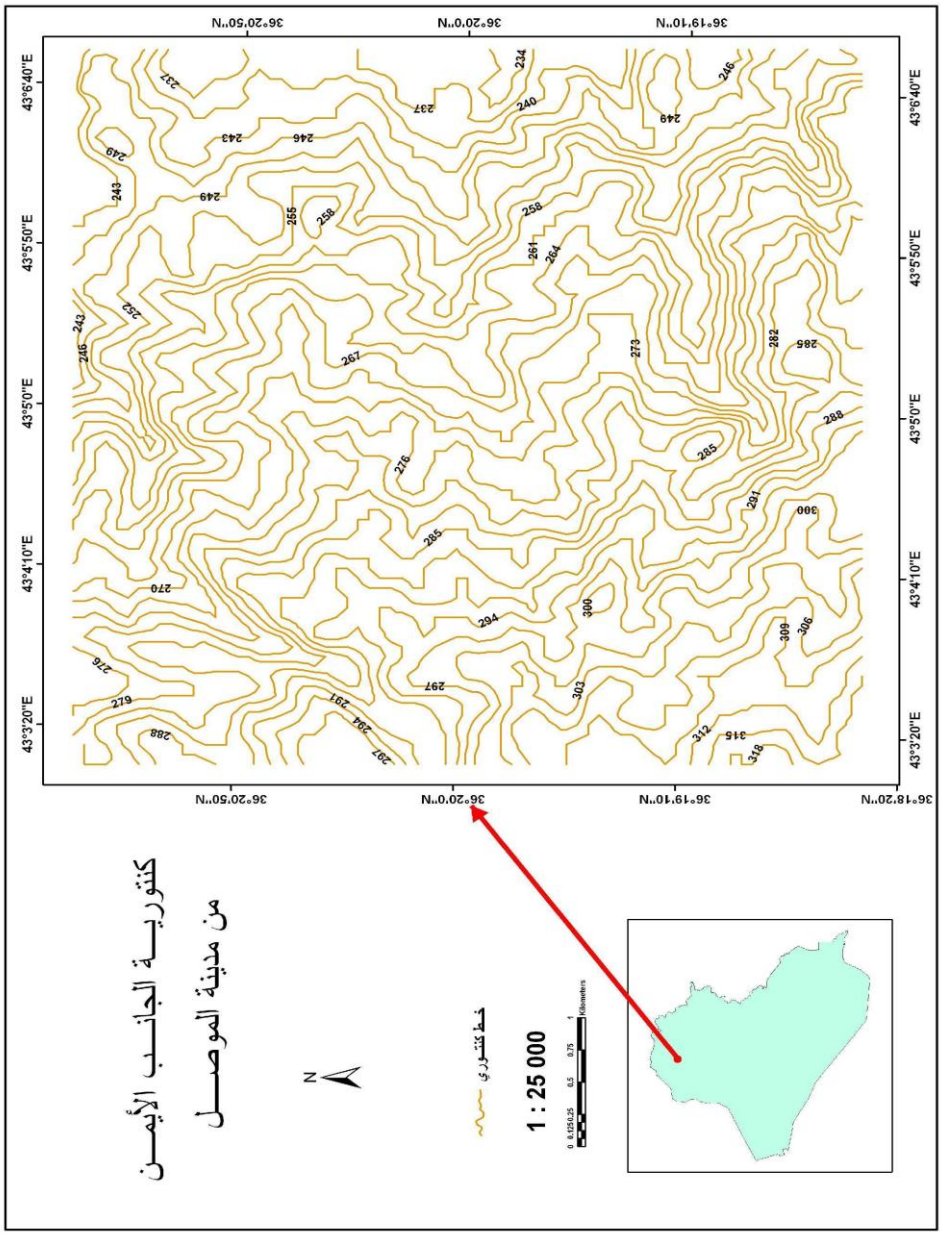
المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على الخارطة الطبوغرافية بمقياس ١/٥٠٠٠٠٠

خارطة رقم (٣)

خطوط كنتورية لمنطقة سد كان بمقياس ١/١٠٠٠٠٠٠



المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على الخارطة الطبوغرافية بمقياس ١/١٠٠٠٠٠٠

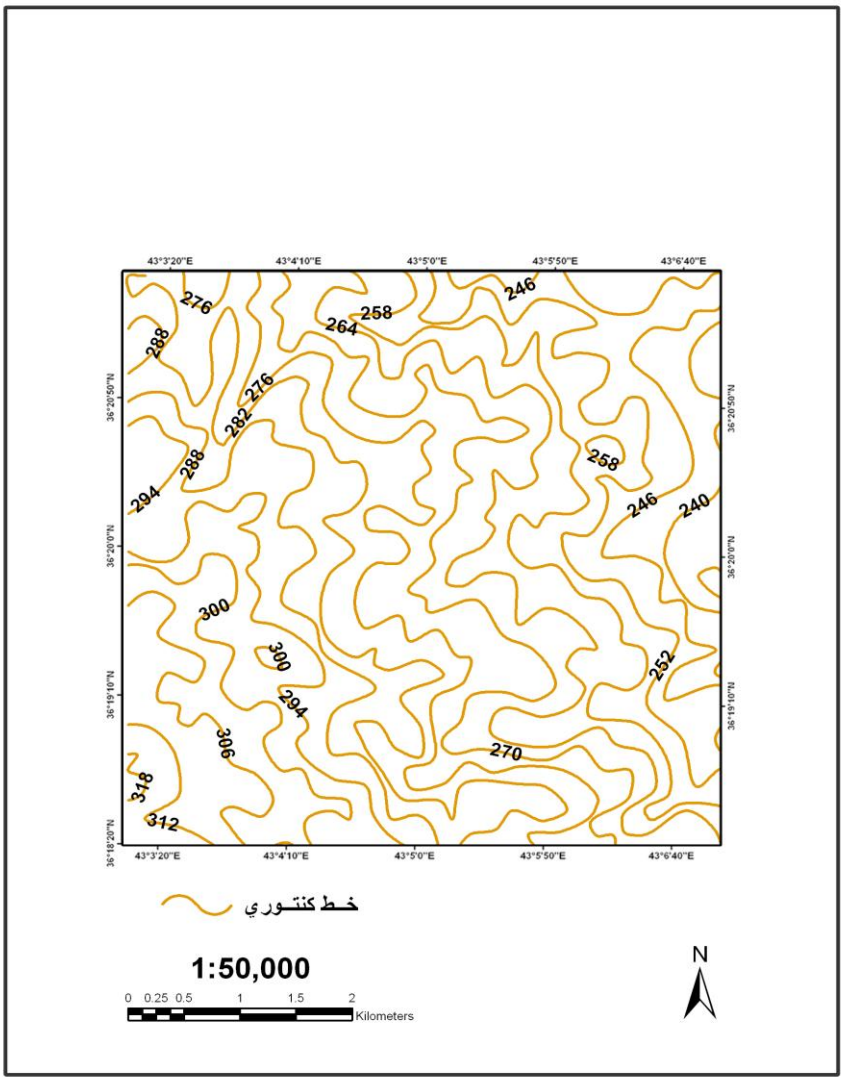


خارطة رقم (٤) خارطة كنتورية للجانب الايمن من مدينة الموصل بمقياس ١/٢٥٠٠٠

المصدر من عمل الباحث بالاعتماد على الخارطة الطبوغرافية بمقياس ١/٢٥٠٠٠

خارطة رقم (٥)

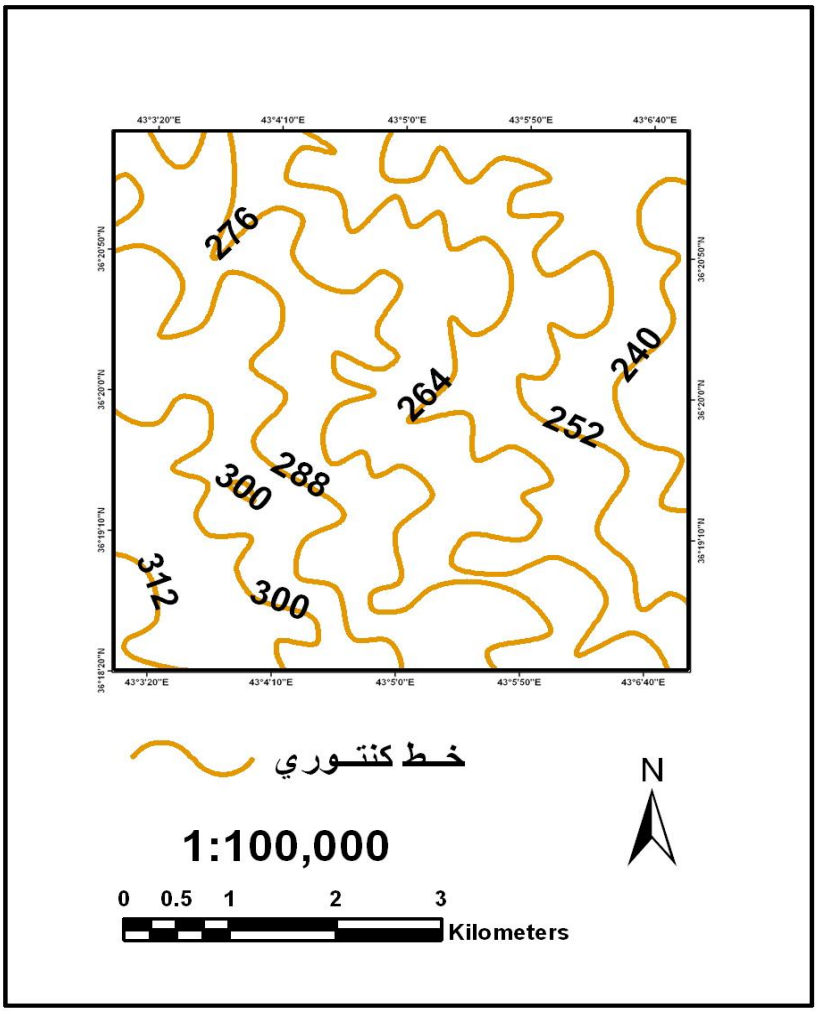
خارطة كنتورية للجانب الأيمن من مدينة الموصل بمقياس ١/٥٠٠٠٠



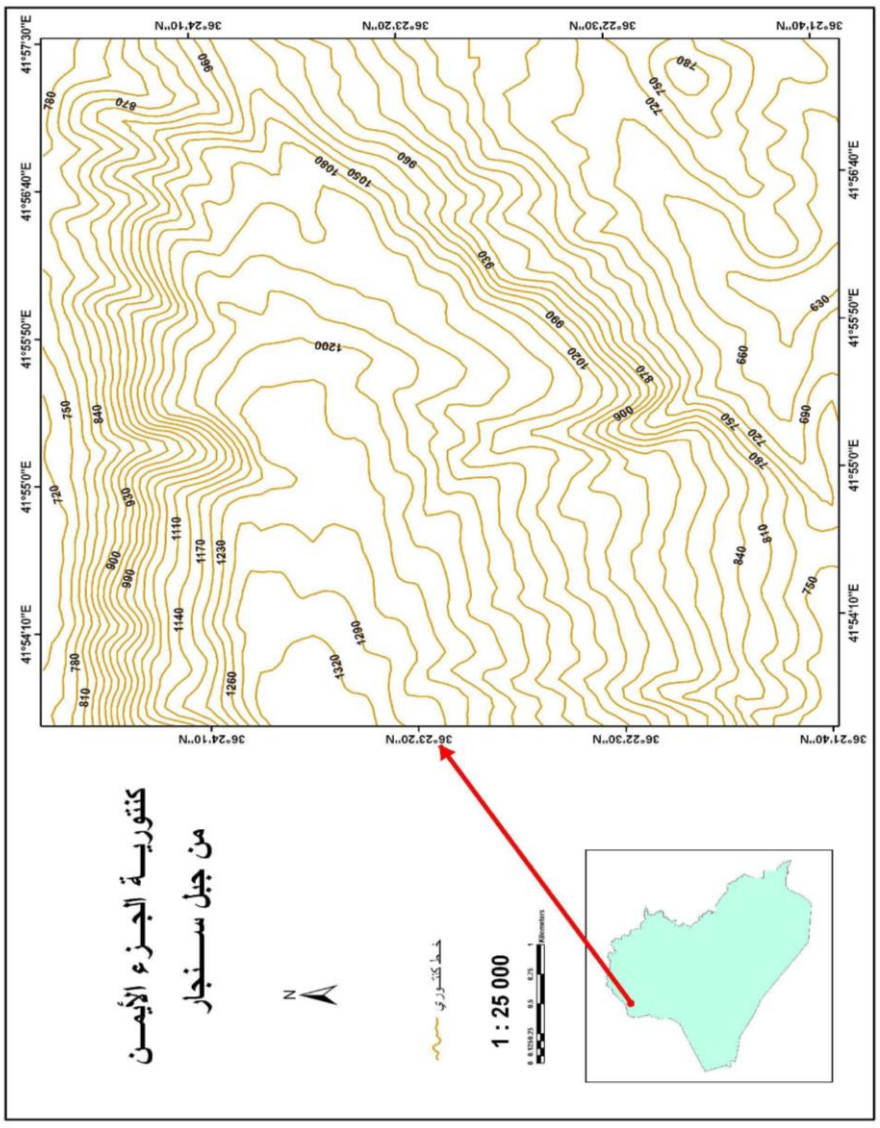
المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على الخارطة الطبوغرافية بمقياس ١/ ٥٠٠٠٠

خارطة رقم (٦)

خارطة كنتورية للجانب الأيمن من مدينة الموصل بمقياس ١/١٠٠٠٠٠



المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على الخارطة الطبوغرافية بمقياس ١/١٠٠٠٠٠

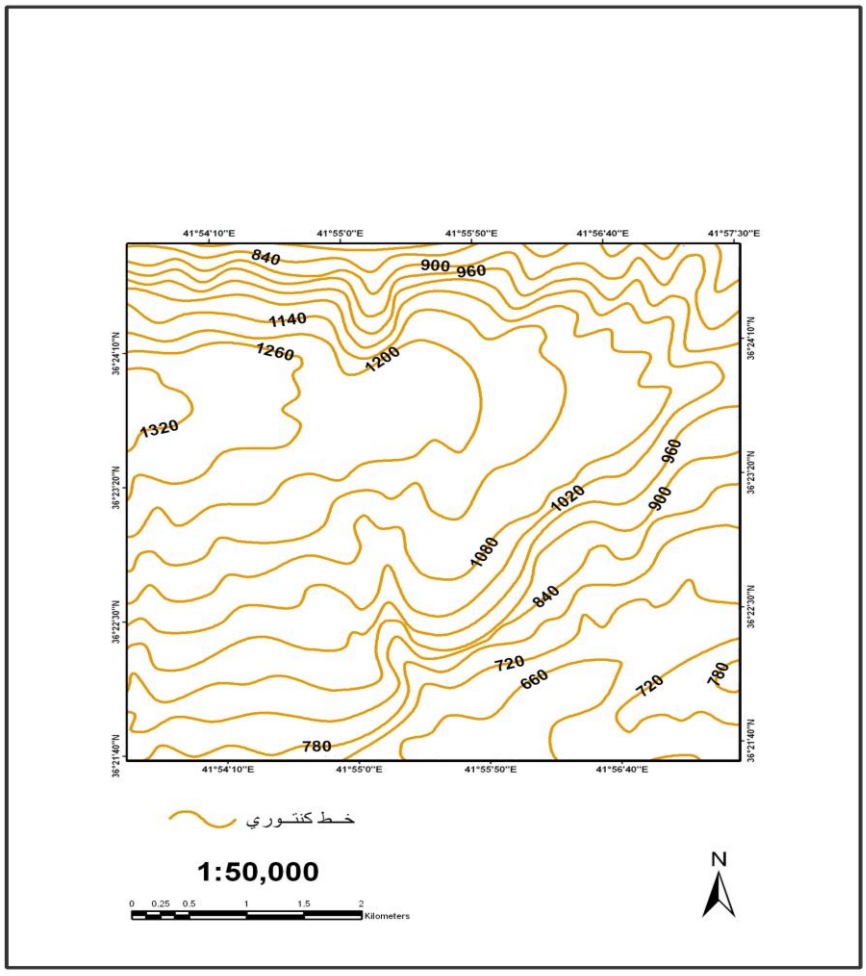


خارطة رقم (٧) خارطة كنتورية للجزء الايمن من جبل سنجار بمقياس ١/٢٥٠٠٠

المصدر من عمل الباحث بالاعتماد على الخارطة الطبوغرافية بمقياس ١/٢٥٠٠٠

خارطة رقم (٨)

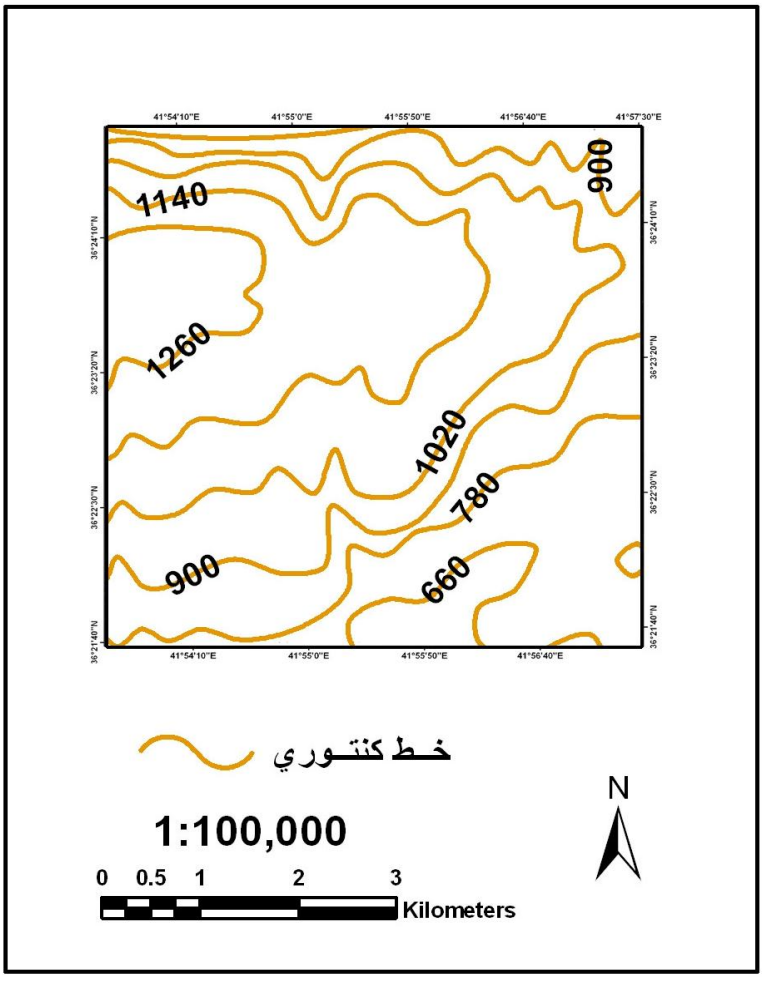
خطوط كنتورية تمثل الجزء الأيمن من جبل سنجار بمقياس ١/٥٠٠٠٠



المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على الخارطة الطبوغرافية بمقياس ١/ ٥٠٠٠٠

خارطة رقم (٩)

خطوط كنتورية تمثل الجزء الأيمن من جبل سنجار بكقياس ١/١٠٠٠٠٠



المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على الخارطة الطبوغرافية بمقياس ١/١٠٠٠٠٠

بعد أن تم حساب عدد الخطوط الكنتورية لخرائط النماذج المذكورة سابقاً بالطريقة الاحصائية (اليدوية) تبين لنا عدد الخطوط الكنتورية، كما مبين في الجدول رقم (٢)٠

جدول رقم (٢)

يبين عدد الخطوط الكنتورية لمناطق مختارة من العراق للمقاييس المذكورة

خرائط للمناطق المختارة	خارطة بمقياس ١/٢٥٠٠٠	خارطة بمقياس ١/٥٠٠٠٠	خارطة بمقياس ١/١٠٠٠٠٠	خارطة بمقياس ١/٢٥٠٠٠٠	خارطة بمقياس ١/٥٠٠٠٠٠	خارطة بمقياس ١/١٠٠٠٠٠٠
سد كان	–	–	–	١١	٥	٣
الجانب الأيمن لمدينة الموصل	٢٩	١٤	٧	–	–	–
الجزء الأيمن من جبل سنجار	٢٥	١٢	٦	–	–	–

المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على الخرائط للمقاييس المذكورة أعلاه.

وبعد حساب عدد الخطوط الكنتورية في المقياس ١/٢٥٠٠٠٠ كخارطة أساس لمنطقة سد كان، واعتبار المقياس ١/٢٥٠٠٠ كأساس للمنطقتين (الجانب الأيمن من مدينة الموصل، الجزء الأيمن من جبل سنجار) نجد كيف أنّ الخطوط الكنتورية تتناقص بتغيير المقياس من ١/ ٢٥٠٠٠٠ إلى ١/٥٠٠٠٠٠ إلى ١/١٠٠٠٠٠٠، ونلاحظ أيضا التناقص بتغيير المقياس من ١/٢٥٠٠٠ إلى ١/٥٠٠٠٠ والى ١/١٠٠٠٠٠.وكما هو مبين في الجدول أعلاه.

ويمكن تطبيق قانون التعميم الخاص بنمط التوقيع الخطي بالاعتماد على (الجدول رقم ٢) والذي يبين عدد الخطوط الكنتورية للمقاييس المذكورة أعلاه حسب القانون الذي يبين نسبة التعميم كالأتي:

$$NF = Na\sqrt{Ma/MF}\times\sqrt{Ma/MF}\times K$$

حيث أن:

NF: عدد الرموز أو المفردات في الخارطة الجديدة (المجمعة).

Na: عدد الرموز أو المفردات في الخارطة المصدرية.

Ma : مقام كسر المقياس للخارطة المصدرية للأنماط التوقيعية الخطية المهمة.

MF: مقام كسر المقياس للخارطة الجديدة (المجمعة) للأنماط التوقيعية الخطية المهمة[1].

K: نسبة التعميم.

وتعد الخطوط الكنتورية من الوسائل المهمة التي تمثل الظواهر الجغرافية المهمة، وبعد تطبيق القانون المذكور أعلاه نجد أنَّ نسبة التعميم كما هو مبين في (الجدول رقم ٣)

جدول رقم (٣)

يبين نسبة التعميم لخرائط الخطوط الكنتورية للمناطق المختارة من العراق للمقاييس المذكورة

(1) K.A.Salichtchev , History and Contem porary development of Cartographic Generalization International year book of Cartography.16.1976.p.24.

خرائط المناطق المختارة	نسبة التعميم					
	١/٢٥٠٠٠ و ١/٥٠٠٠٠	١/٢٥٠٠٠ و ١/١٠٠٠٠٠	١/٥٠٠٠٠ و ١/١٠٠٠٠٠	١/٢٥٠٠٠٠ و ١/٥٠٠٠٠٠	١/٢٥٠٠٠٠٠ و ١/١٠٠٠٠٠٠	١/٥٠٠٠٠٠ و ١/١٠٠٠٠٠٠
سد كان	--	--	--	٠.٩٠٩	١.٠٩٠	١.٢٠٠
الجانب الأيمن لمدينة الموصل	٠.٩٦٥	٠.٩٦٥	١.٠١٠	--	--	--
الجزء الأيمن من جبل سنجار	٠.٩٦٠	٢	١.٠٨٠	--	--	--

المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على الجدول رقم (٢)

نستنتج مما سبق أنَّ تعميم الخطوط الكنتورية يعدُّ عملية مهمة في إنتاج الخرائط الطبوغرافية بمقياس أكبر، أو إنتاج مجموعة معطيات مستنبطة من مجموعة معطيات رئيسة. ولقد طورت العديد من الخوارزميات والبرامج في هذا المجال ونفذ العديد من الدراسات في مجال تعميم الخطوط الكنتورية. وبما أنَّ الخطوط الكنتورية هي أشكال هندسية ثلاثية الأبعاد وبعدها الثالث مخفي في شكلها الهندسي، فإنَّ التغيرات المكانية العمودية للخطوط الكنتورية يمكن أنْ تسبب تعميم الخط وبعض التغيرات المكانية العمودية المؤثرة.

إنَّ دقه المعطيات المستخدمة في الوقت الحاضر تعد ذات أهمية، ويمكن أن تؤثر بشكل مباشر على نتائج التحليل، لذا يجب أن تعطى أهمية خاصة للدقة المكانية للخطوط الكنتورية المعممة بسبب بعدها الثالث. وأخيراً فإنَّ تعميم الخطوط الكنتورية لايتحقق إلا بعد تنفيذ عمليتين مترابطتين هما (التبسيط والتنعيم) ؛ لأنَّ الخطوط الكنتورية المبسطة والمنعمة تلتقي على المتطلبات نفسها، لذلك تنتخب نقاط صفات كافية بدءاً من النقطة الأهم

(أي التعميم الأقصى المقبول)، وانتهاءاً بترك النقاط غير الضرورية على الأجزاء المستقيمة من الخط الكنتوري مع إبقاء العلاقات الرابطة بين الخطوط الكنتورية وخطوط الهيكل التضاريسي.

لذا يمكن ملاحظة النقاط الآتية عند تعميم وتنعيم خرائط الخطوط الكنتورية:

١- لايمكن إجراء عملية التعميم على خط كنتوري واحد،لأنَّ التضاريس يتم التعبير عنها بواسطة خطوط كنتورية عديدة.

٢- يجب أن لا يؤدي التعميم على الإطلاق بشكل كامل إلى تنعيم الخطوط الكنتورية المنحنية وكذلك العكس (الخطوط الكنتورية القائمة بشكل غير صحيح)، أي بمعنى أخر يجب الميل إلى إحداث خطوط كنتورية منعمة بحيث تبدو كل معالم التضاريس مرسومة بشكل جيد مع الحفاظ على الخطوط الكنتورية الأصلية (التي بدورها تعكس الخصائص الرئيسية للمكان).

٣- يمكن حذف الشواذ الصغيرة في الخطوط الكنتورية و التي تمثل الوديان الصغيرة جداً والتي لاتتكرر في الخطوط الكنتورية التالية في الجانب الأعلى أو الاوطأ.

١- يمكن تمثيل الوديان الأكبر ونتوءات الجبال بعد التعميم بخط منحني صغير جداً من الخطوط الكنتورية. زيادة على أنَّ هذا المنحني الصغير لايمثل الشكل الفعلي للوادي ولكن علية فقط أن يوحي بوجود الوادي.

٢- من الطبيعي أن يتم تأشير الوديان الكبيرة ونتوءات الجبال أحياناً إذا كان نمط الخطوط الكنتورية كثيفاً جداً (مزدحماً جداً)، وقد يكون من الضروري توسيع المسافة قليلاً بين الخطوط الكنتورية، أي تطبيق بعض التغيرات الموضعية (الإزاحة) أو (التضخيم) لبعض المعالم كطريق السيارات وسكة الحديد على طول منحدر تل، أو جبل يجعل من الاستبدال للخطوط الكنتورية ضرورياً أحياناً.

٣- يجب تقصير الوديان لغرض تبسيط الصورة الشكلية وفي حالة وجود عدد كبير من الوديان في مسافة قصيرة نسبياً يجب تقصير، أي تقليل عدد من هذه الوديان بشكل ملحوظ،

وحذف قسماً منها في حالة الضرورة إذا ما كانت وديان من ذلك الحجم مرسومة في أجزاء من الخارطة.

٤- يمكن تمثيل مجموعة من قمم التلال المرتفعة في المنطقة بقيمة واحدة. ويجب توضيح القمم المنعزلة عن الخارطة حتى إذا احتاجت إلى نوع من المبالغة.

٥- لاتمثل خطوط جريان المياه في المناطق الجافة على طول قيعان الأودية وخاصة الصغيرة منها عن الخرائط[١].

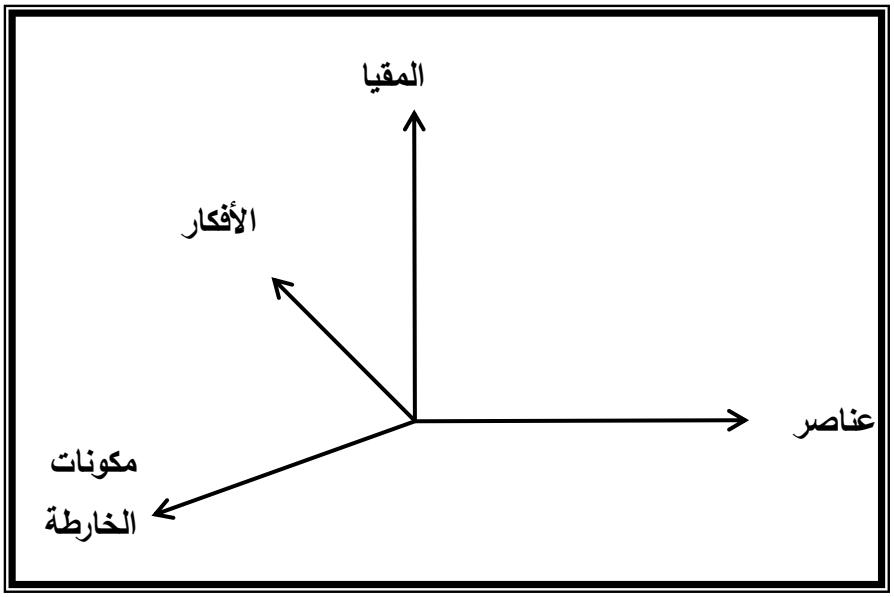
نستنتج من ذلك ان التعميم الجيد ينتج عنة تعبير مكاني مركب للبيانات الموقعة على الخارطة بحيث تكون مدركة وسهلة الفهم والتذكر للقارئ. وهذا يجعلنا نجيب على أسئلة بهذا الصدد منها: هل هناك طريقة أنموذجية شاملة تؤثر في عملية التعميم ؟. او هل الحقل الواسع من القواعد والعلاقات يساعد في التنفيذ العملي للبرامج الخاصة بالتعميم ؟. الجواب عن هذه الأسئلة نجد ان هناك علاقة وظيفية بين الفكر، ومكونات الخارطة والعمليات المذكورة أعلاه ومقياس الرسم كما مبين في الشكل (٢)، لان المعلومات الموجودة في الخارطة تتألف من عنصرين هما الموقع والمعنى، فالتعميم يؤثر على الاثنين بالرغم من ان الاثنين منفصلان عن بعضهما [١].

(1) Li , z. and svi , H ,An Integrated Technique for Automated generalization of contour Maps , The Cartographic Journal , 37,2000 , PP. 37--- 39.

(١) نجيب عبدا لرحمن الزيدي، الترميز والتعميم للظواهر الطبيعية في خرائط العراق الطبوغرافية،أطروحة دكتوراه غير منشورة، الجامعة المستنصرية، كلية التربية، قسم الجغرافية، بغداد،١٩٩٥، ص٥١.

الشكل (٢)

يبين العلاقة الوظيفية بين الفكر ومكونات الخارطة وعناصر التعميم وعلاقتها بالمقياس



المصدر: Jean, Claude Muller ,The Oretical Consideration for automated map Generalization ,ITC Journal ,314.Holand1996, p.201.

ثالثا: الخطوات اللازمة لإجراء عمليات التعميم والتنعيم:

١- خطوات عمل برنامج (ARC GIS V.9)

عملية الانتقاء الآلي Selection لخطوط الكنتور المطلوب حذفها:

يتم الانتقاء على اساس ماموجود في قاعدة البيانات الجدولية التي تتضمن قيم ارتفاع كل خط كنتوري وفق الخطوات الآتية:

١- النقر على قائمة **selection** وانتقاء الايعاز **Select by attribute**

٢- تظهر نافذة **Select by attribute** ، من القائمة المنسدلة **layer** يتم اختيار الطبقة التي تعبر عن خطوط الكنتور.

٣- من القائمة **method** يتم اختيار طريقة الانتقاء وهي **Create a new Selection**.

٤- في حيز العرض الخاص بالحقول الموجودة في قاعدة البيانات المجدولة يتم اختيار الحقل الذي سيكون على أساسه الانتقاء ، وهو الحقل **Elevation** الذي يحمل قيم ارتفاع كل خط كنتوري بالمتر.

٥- يتم كتابة المعادلة الخاصة بانتقاء الخطوط التي يجب حذفها في حيز العرض بعنوان **Select from**.

٦- النقر على ايعاز **Apply** ثم **ok** لتتم عملية الانتقاء الآلي.

٧- أخيرا ، النقر على ايعاز **Delete** ليتم حذف الخطوط الكنتورية التي تم انتقائها بوساطة عملية الانتقاء الآلي.

عملية التنعيم الآلي لخطوط الكنتور المتبقية **Auto Smoothing** التي تم الحصول عليها بعد عملية الانتقاء والحذف الآلي:-

تجري عملية التنعيم الآلي على الخطوط التي تم استخلاصها بوساطة عملية الانتقاء والحذف الآلي عن طريق الخطوات الآتية:-

١- استخدام شريط الأدوات **Advanced Editing**.

٢- انتقاء كافة خطوط الكنتور التي ستخضع إلى عملية التنعيم الآلي.

٣- النقر على ايعاز **Smooth**.

٤- تظهر نافذة الحوار الخاصة بالتنعيم بعنوان **Smooth**.

٥- إدراج قيمة التنعيم تحت الحيز الذي يحمل عنوان **maximum allowable offset**.

٦- يعمل البرنامج على القيام بعملية التنعيم حسب القيمة المدخلة.

النقر على ايعز **ok** لانهاء عملية التنعيم الآلي.

٢- خطوات التنفيذ:

المرحلة الأولى: (إدخال البيانات المكانية) Entering Spatial Data

بعد تحويل وتنظيم خارطة الأساس للمناطق المختارة لخرائط الخطوط الكنتورية بمقاييس مختلفة كما في الخرائط من (٢-١ الى ٢-٩) في الفصل الثاني، وباستخدام برنامج **ArcGIS 9** وبناء قاعدة بيانات الخطوط الكنتورية للمناطق المذكورة أعلاه بالصيغة المتجهة (الخطية) **Vector format** مربوطة بجداول تحتوي على الرقم التعريفي(**ID**) (**Identification**) لكل خط كنتوري مع حقل آخر بعنوان **Elevation** والذي يحتوي على قيمة ارتفاع كل خط كنتوري بالمتر. وتحتوي قاعدة بيانات كل منطقة على ثلاثة طبقات (**Layers**) كل طبقة تمثل خطوط الكنتور بمقياس مختلف يتناسب مع خطوط الكنتور بعد حذف جزء منها وتنعيم المتبقي بنسبة مضاعفة مع مضاعفة تصغير المقياس. ويمكن فتح قاعدة البيانات في برنامج **Arc view** لأنها مخزونة بملف من نوع **Shpfile**..

المرحلة الثانية: (عمليات الانتقاء والحذف الآلي)

ان عملية تنعيم خطوط الكنتور وفق المقاييس المختلفة لايمكن إجرائها مالم تسبق بعملية حذف جزء من الخطوط الكنتورية الثانوية لكي تتناسب والمقياس الجديد للخارطة (المقياس المصغر) ، فكثافة المعطيات الممثلة على الخارطة تتناسب تناسبا طرديا مع مقياس الرسم وعكسيا مع عمليات التعميم والتنعيم.

فعند تصغير الخارطة نحو ضعف مقياسها من مقياس ١/٢٥٠٠٠٠ المقياس١/١٠٠٠٠٠٠ يتطلب ذلك حذف الخطوط الكنتورية ذات القيم البينية بين مجموع الخطوط ، لذا يمكن استعراض عملية انتقاء خطوط الكنتور البينية وحذفها بالنسبة للمناطق المختارة وحسب مقاييسها المختلفة على النحو الاتي:-

١. منطقة سدكان

تم انتقاء خطوط الكنتور البينية بوساطة الإيعاز **Select by Atributte** للانتقال من مقياس الرسم **1: 250 000** الى مقياس **1: 500 000** وفق المعادلة الاتية:-

(ELEV ATION" = 750 OR "ELEVATION" = 1250 OR "ELEVATION" = 1750 OR "ELEVATION" = 2250 OR "ELEVATION" = 2750 OR "ELEVATION" = 3250)

, الانتقال من مقياس **1: 500 000** الى مقياس **1: 1000 000**

وفق المعادلة الآتية:-

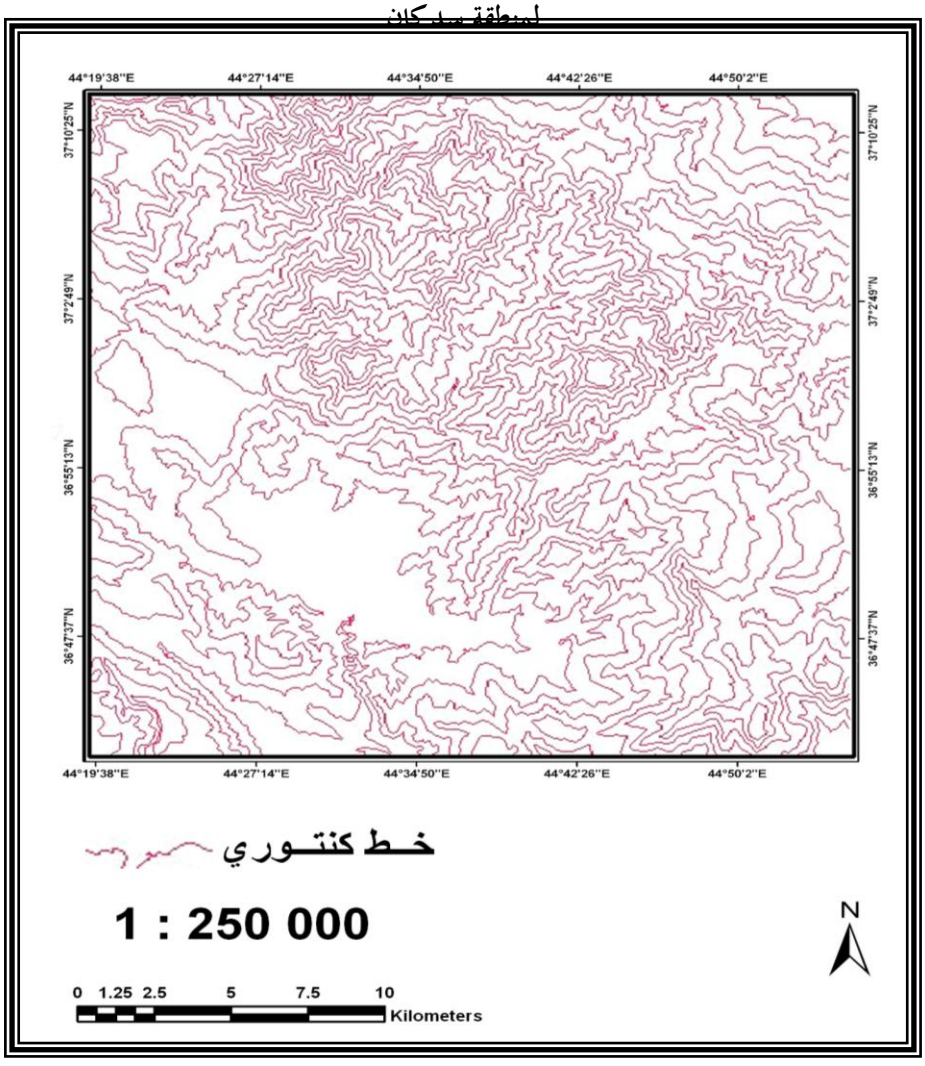
(ELEVATION" = 1500 OR "ELEVATION" = 2500)

وان قيم خطوط الكنتور مخزونة في قاعدة البيانات (**Data base**) في داخل نظام البرنامج كما في الجداول (١-١٠) للتفاصيل انظر في ملحق الرسالة. بعد عملية الانتقاء الآلي يمكن النقر على الإيعاز **Delete** ليتم حذف الخطوط المنتقاة وفق المعادلة السابقة، كما في الخرائط (١٠-١٢) والخارطة المجمعة رقم (١٣).

خارطة رقم (١٠)

نموذج لخطوط الكنتور بمقياس ١/ ٢٥٠٠٠٠

لمنطقة سد كلان

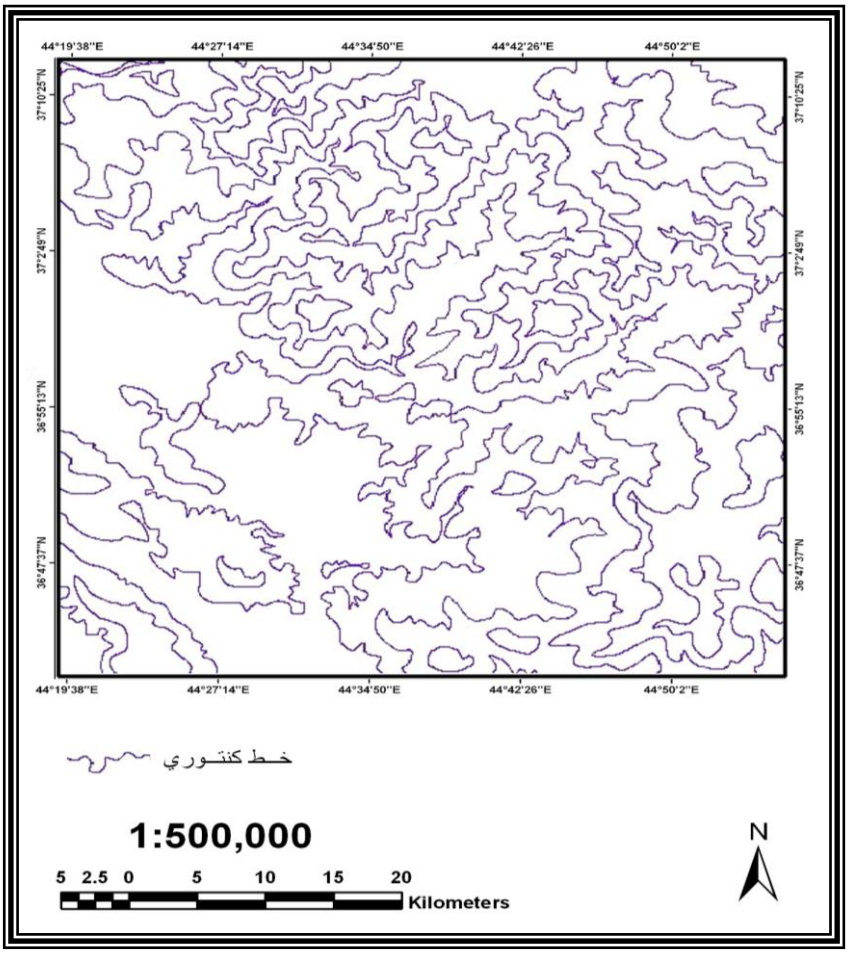


المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على الخارطة الطبوغرافية بمقياس ١/٢٥٠٠٠٠

خارطة رقم (١١)

نموذج لخطوط الكنتور المعممة بمقياس ١/ ٥٠٠٠٠٠

لمنطقة سد كان

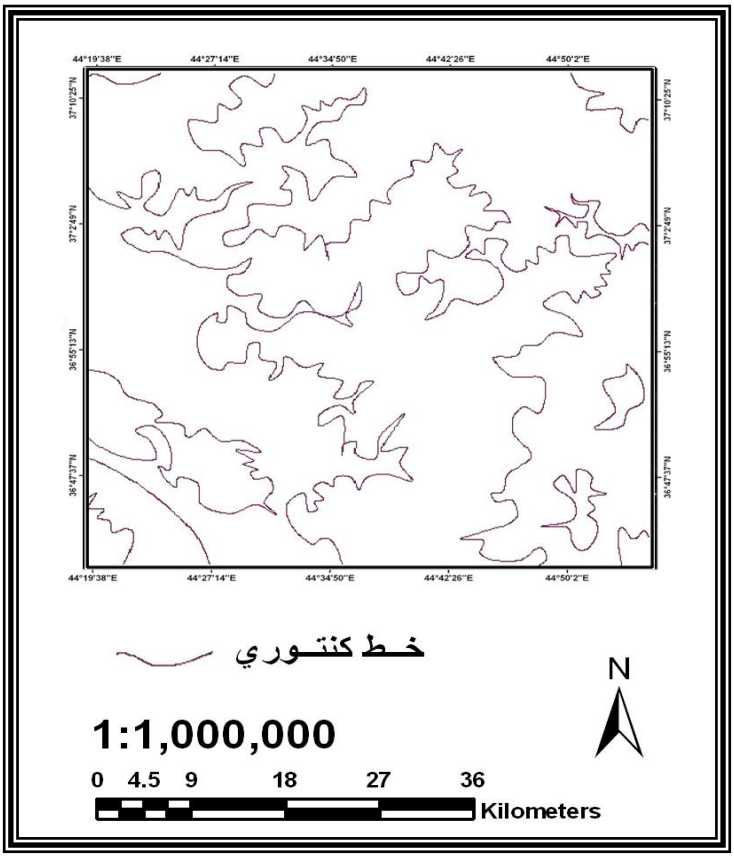


المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على الخارطة الطبوغرافية بمقياس ١/٥٠٠٠٠٠

خارطة رقم (١٢)

نموذج لخطوط الكنتور المعممة بمقياس ١/ ١٠٠٠٠٠٠

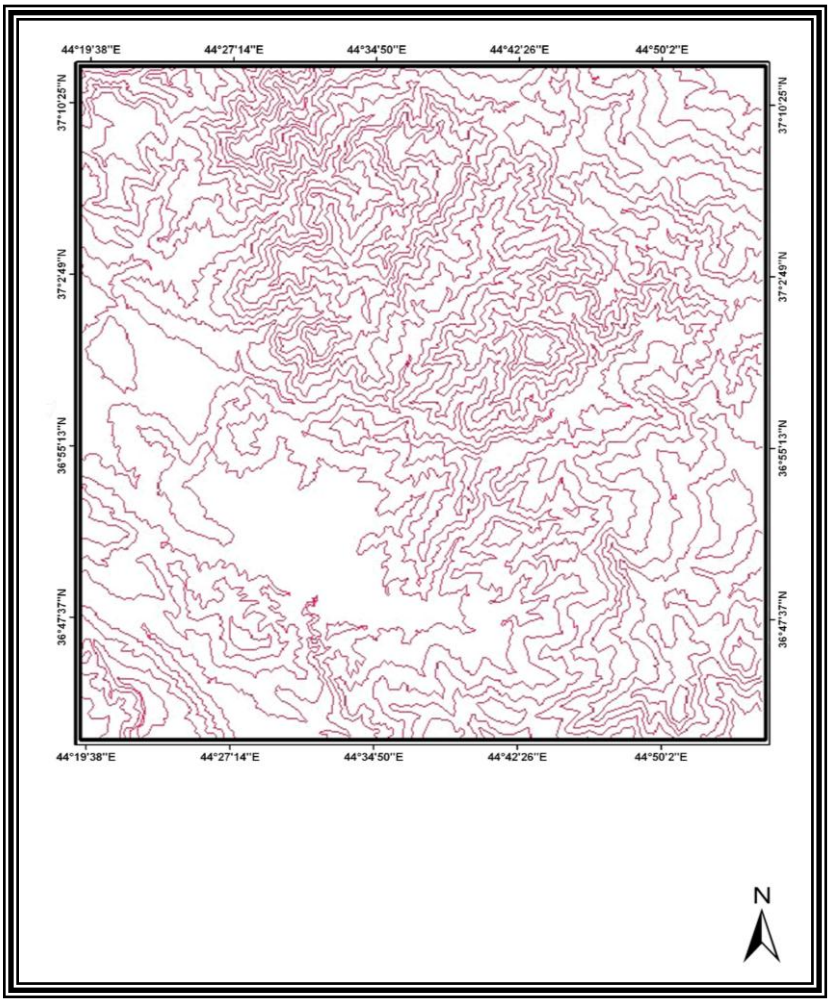
لمنطقة سد كان



المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على الخارطة الطبوغرافية بمقياس ١/١٠٠٠٠٠٠

خارطة رقم (١٣)

نموذج لخطوط الكنتور المعممة للمقاييس١/٢٥٠٠٠٠ و١/٥٠٠٠٠٠ و١/١٠٠٠٠٠٠ لمنطقة سد كان



المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على الخارطة الطبوغرافية.

بعدما يتقلص عدد خطوط الكنتور في كل مرحلة من مراحل تصغير المقياس نحو الضعف نتيجة الانتقاء والحذف الآلي تأتي عملية التنعيم الآلي **Auto Smoothing**

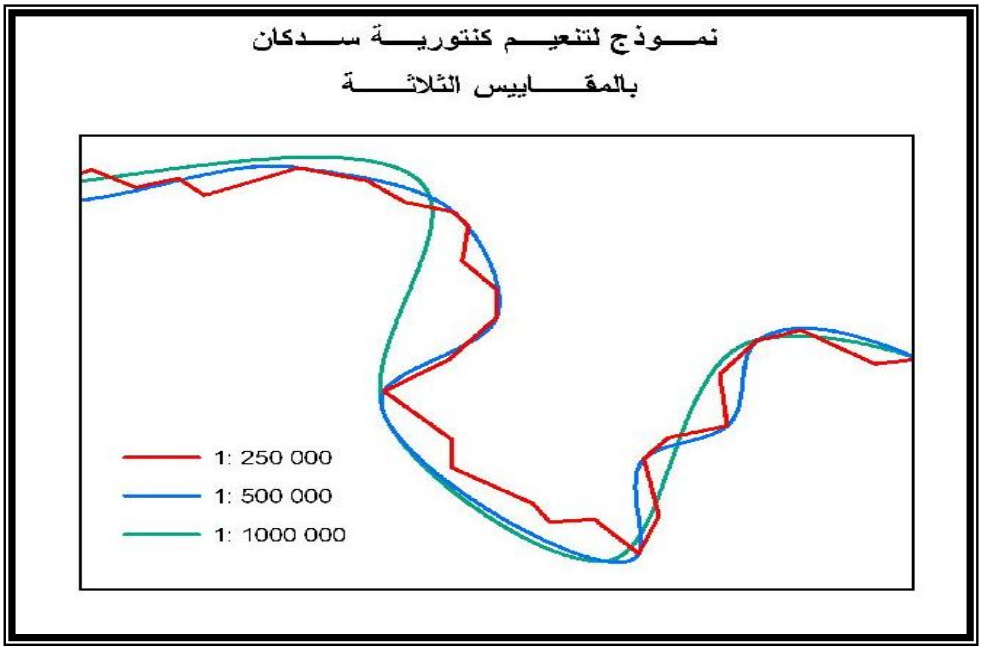
المرحلة الثالثة: (التنعيم الآلي)

ان عملية التنعيم الآلي تعتمد على وجهة نظر الكارتوكرافي المستخدم للبرنامج وما يراه مناسبا لمقياس رسم الخارطة المخرجة من نظم المعلومات الجغرافية ، فانتخاب نسبة التنعيم عند عملية التصغير الأول لمقياس الخارطة يعتمد على المستخدم ، اما في حالة تصغير مقياس الخارطة المصغرة أصلا فيمكن مضاعفة قيمة التنعيم الأولى _ ان كانت عملية التصغير ثابتة ومتجهة نحو الضعف _ وهكذا يتم بناء نموذج التنعيم **Smoothing model** للمقاييس الأصغر

فتم تنعيم الخطوط الكنتورية لمنطقة سدكان عند الانتقال من المقياس **1: 250 000** الى المقياس **1: 500 000** بنسبة **200 % maximum allowable offset** بوصفه مناسبا مع المقياس الجديد. وعند الانتقال من مقياس **1: 500 000** الى مقياس **1: 1000 000** فتم التنعيم بنسبة **400 % maximum allowable offset** ويكون تناسبه حتميا مع المقياس الأخير كما في الخارطة(١٤).

خارطة رقم (١٤).

يبين نموذج لتنعيم كنتورية سد كان



المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على برنامج (Arc / Gis)

وبعد الانتهاء من التقنية المستخدمة في برنامج Arc GIS 9 لعملية الانتقاء والحذف فالتنعيم الآلي حسب المقاييس يمكن عرض معادلات الانتقاء والحذف ونسب التنعيم للمناطق الأخرى حسب مقاييسها المختارة.

٢. الجانب الأيمن من مدينة الموصل.

الانتقال من مقياس 1: 25 000 الى مقياس 1: 50 000 ،

معادلة الانتقاء والحذف على أساس هو:

(Elevation" = 237 OR "Elevation" = 243 OR "Elevation" = 249 OR "Elevation" = 255 OR "Elevation" = 261 OR "Elevation" = 267 OR "Elevation" = 273 OR "Elevation" = 279 OR "Elevation" = 285 OR "Elevation" = 291 OR "Elevation" = 297 OR "Elevation" = 303 OR "Elevation" = 309 OR "Elevation" = 315)

ونسبة التنعيم هي 50 % maximum allowable offset.

الانتقال من مقياس 1: 50 000 الى مقياس 1: 100 000 ،

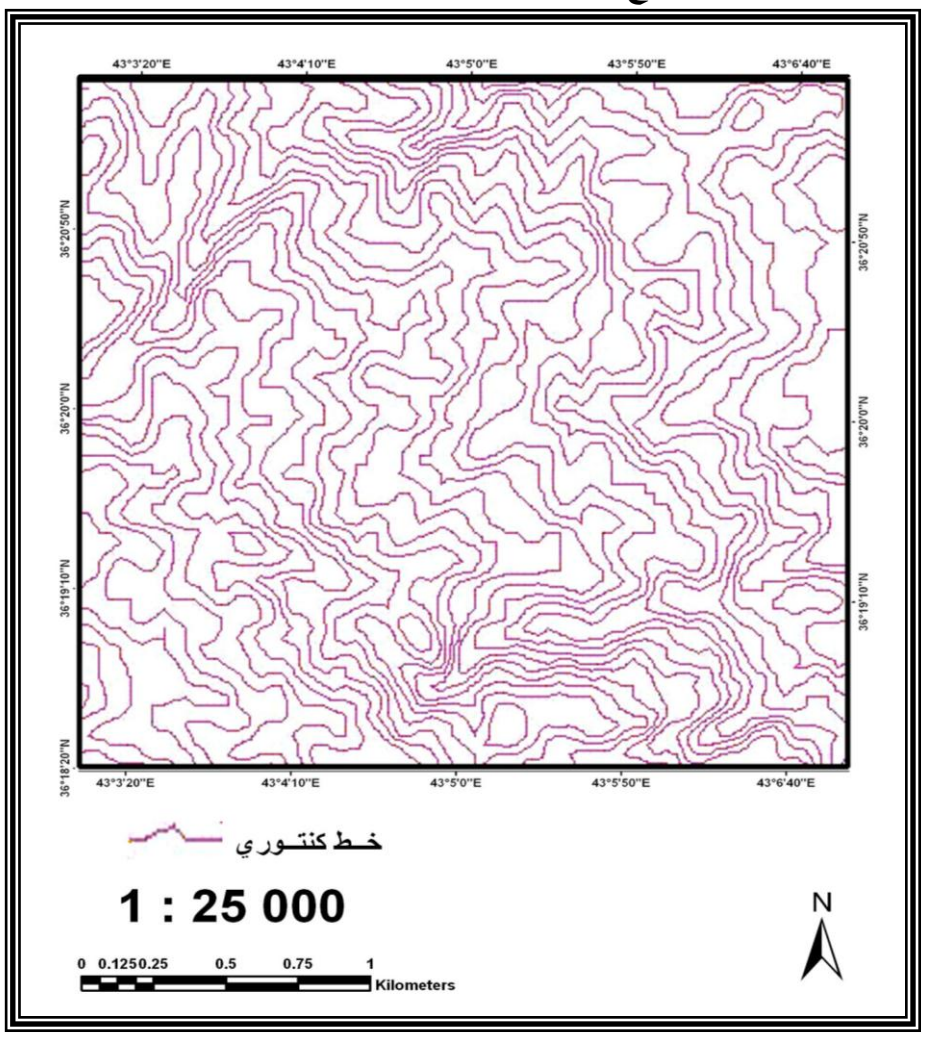
معادلة الانتقاء والحذف على أساس هو:

(Elevation" = 240 OR "Elevation" = 252 OR "Elevation" = 264 OR "Elevation" = 276 OR "Elevation" = 288 OR "Elevation" = 300 OR "Elevation" = 312)

كما في الخرائط (١٥–١٧) والخارطة المجمعة رقم (١٨)

خارطة رقم (١٥)

نموذج لخطوط الكنتور بمقياس ١/ ٢٥٠٠٠

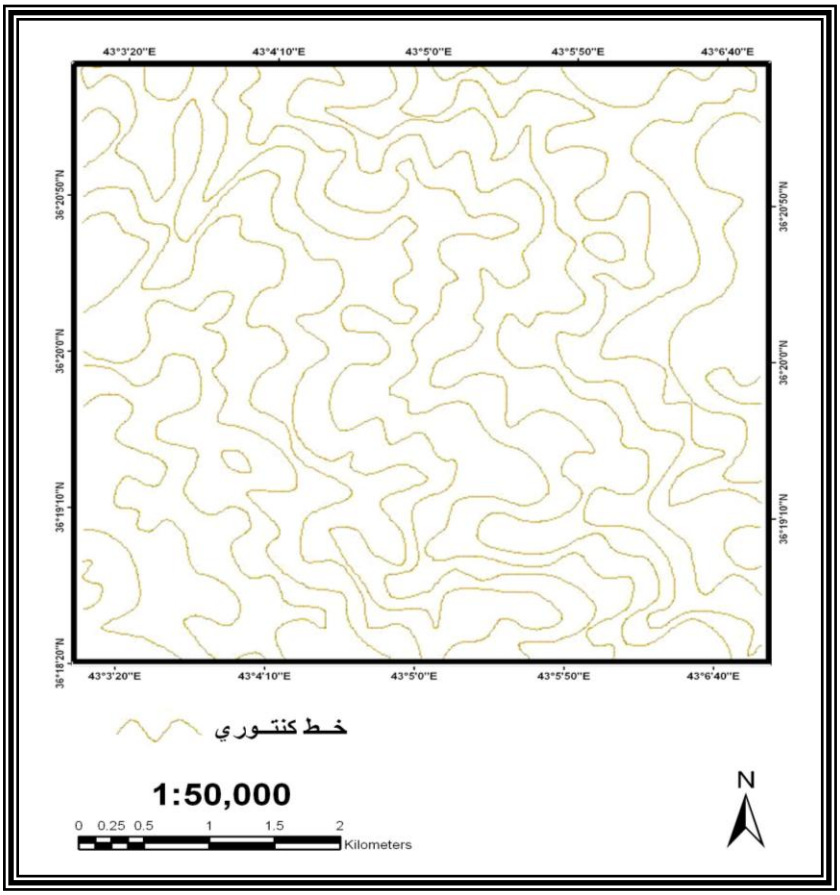


المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على الخارطة الطبوغرافية بمقياس ١/٢٥٠٠٠

خارطة رقم (١٦)

نموذج لخطوط الكنتور المعممة بمقياس ١/ ٥٠٠٠٠

لمنطقة الجانب الأيمن من مدينة الموصل

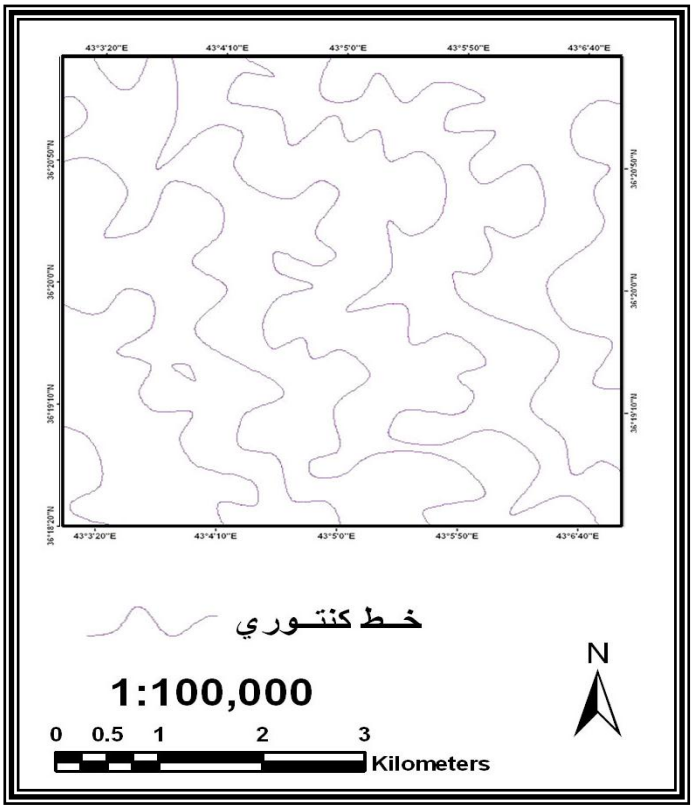


المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على الخارطة الطبوغرافية بمقياس ١/٥٠٠٠٠

خارطة رقم (١٧)

نموذج لخطوط الكنتور المعممة بمقياس ١/ ١٠٠٠٠٠

لمنطقة الجانب الأيمن من مدينة الموصل

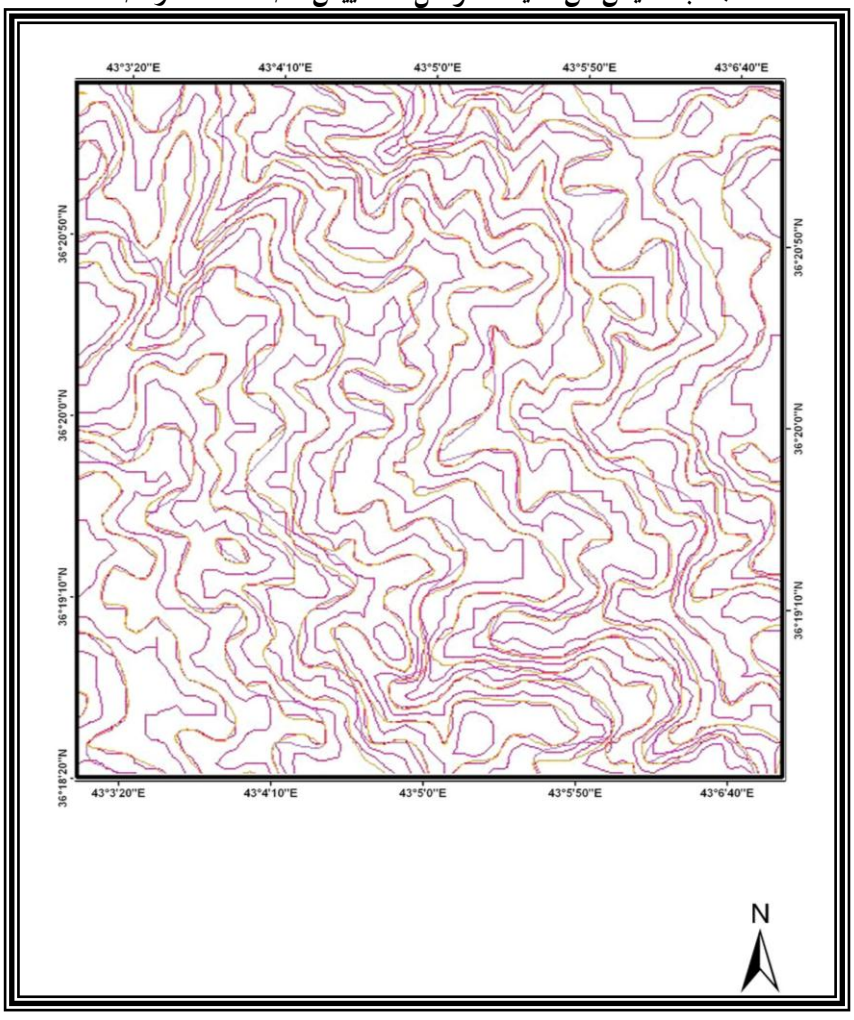


المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على الخارطة الطبوغرافية بمقياس ١/١٠٠٠٠٠

خارطة رقم (١٨)

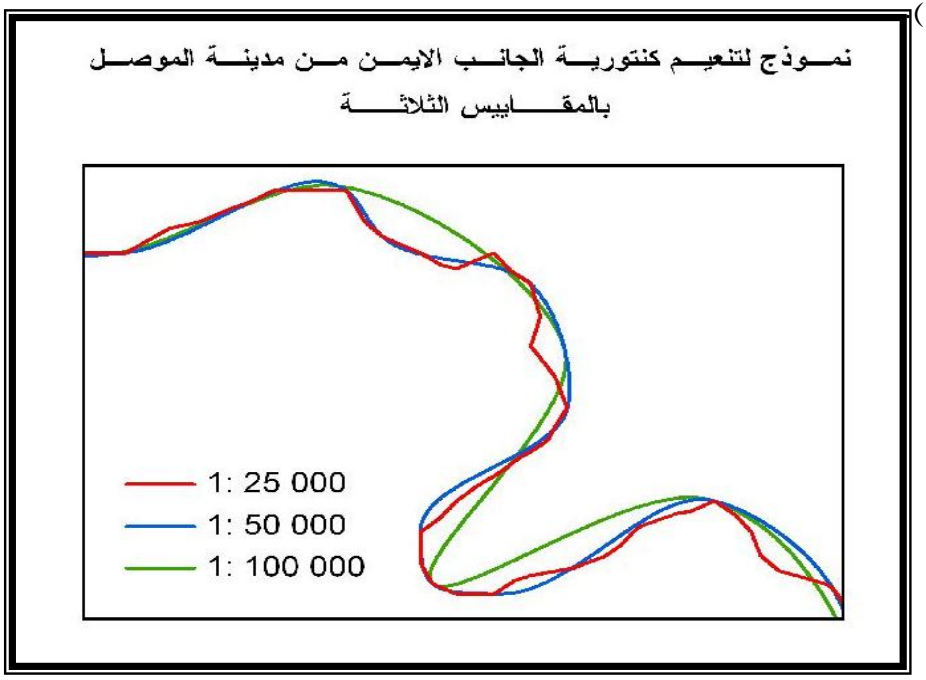
نموذج لخطوط الكنتور المعممة

لمنطقة الجانب الأيمن من مدينة الموصل للمقاييس ١/٢٥٠٠٠ و١/٥٠٠٠٠



المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على الخارطة الطبوغرافية

ونسبة التنعيم هي **100% maximum allowable offset** كما في الخارطة (١٩)



المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على برنامج (**Arc / Gis**)

٣. الجزء الأيمن من جبل سنجار.

الانتقال من مقياس **1: 25 000** الى مقياس **1: 50 000** ،

معادلة الانتقاء والحذف على أساس هو:

(Elevation" = 237 OR "Elevation" = 243 OR "Elevation" = 249 OR "Elevation" = 255 OR "Elevation" = 261 OR "Elevation" = 267 OR "Elevation" = 273 OR "Elevation" = 279 OR "Elevation" = 285 OR "Elevation" = 291 OR "Elevation" = 297 OR "Elevation" = 303 OR "Elevation" = 309 OR "Elevation" = 315)

ونسبة التنعيم هي 40 % maximum allowable offset.

الانتقال من مقياس 1: 50 000 الى مقياس 1: 100 000 ،

معادلة الانتقاء والحذف على أساس هو:

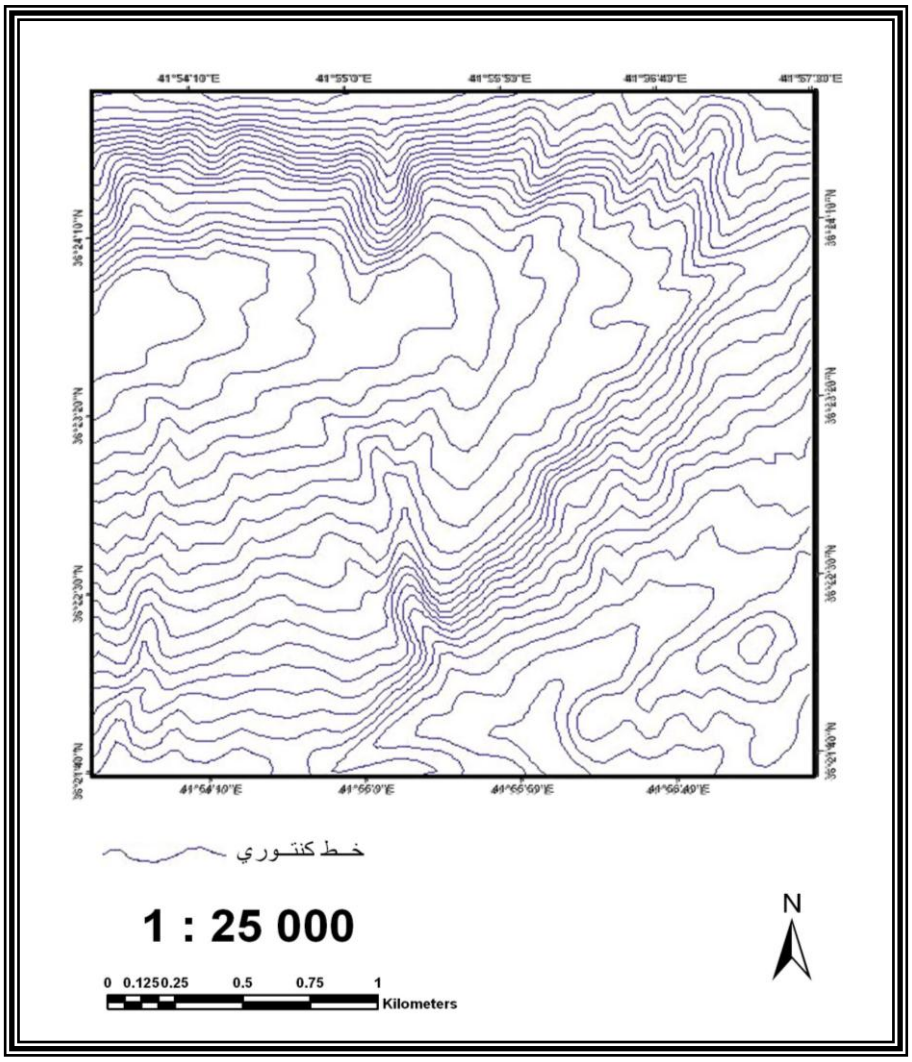
(Elevation" = 240 OR "Elevation" = 252 OR "Elevation" = 264 OR "Elevation" = 276 OR "Elevation" = 288 OR "Elevation" = 300 OR "Elevation" = 312)

وكما في الخارطة (٢٠-٢٢) والخارطة المجمعة رقم (٢٣).

خارطة رقم (٢٠)

نموذج لخطوط الكنتور بمقياس ١/ ٢٥٠٠٠

لمنطقة الجزء الأيمن من جبل سنجار

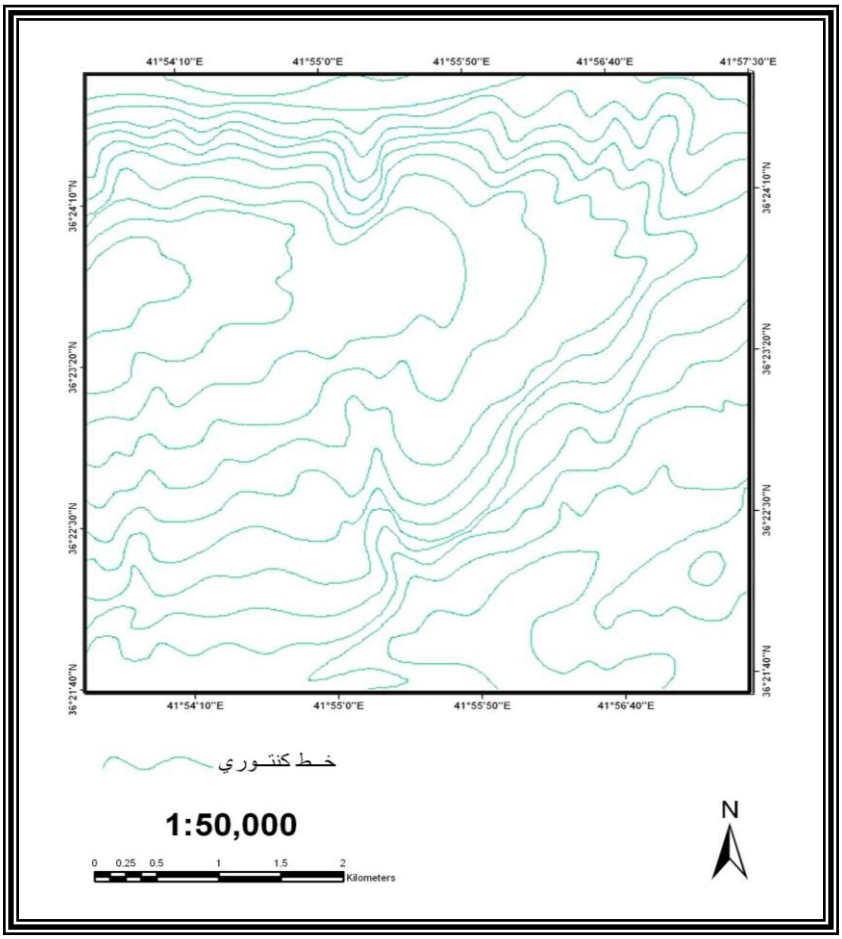


المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على الخارطة الطبوغرافية بمقياس ١/٢٥٠٠٠

خارطة رقم (٢١)

نموذج لخطوط الكنتور المعممة بمقياس ١/ ٥٠٠٠٠

لمنطقة الجزء الأيمن من جبل سنجار

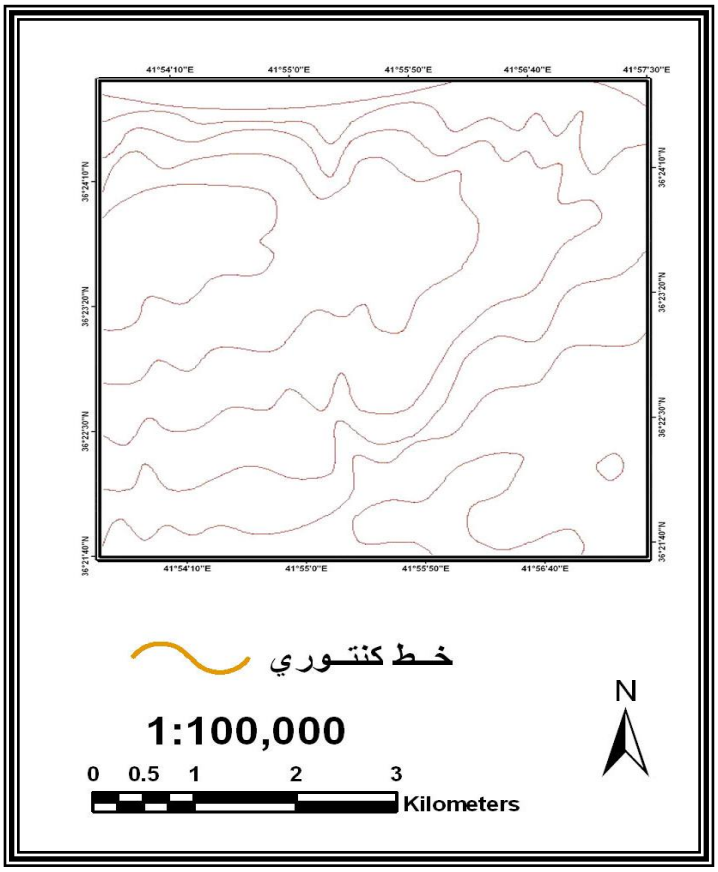


المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على الخارطة الطبوغرافية بمقياس ١/٥٠٠٠٠

خارطة رقم (٢٢)

نموذج لخطوط الكنتور المعممة بمقياس ١/ ١٠٠٠٠٠

لمنطقة الجزء الأيمن من جبل سنجار

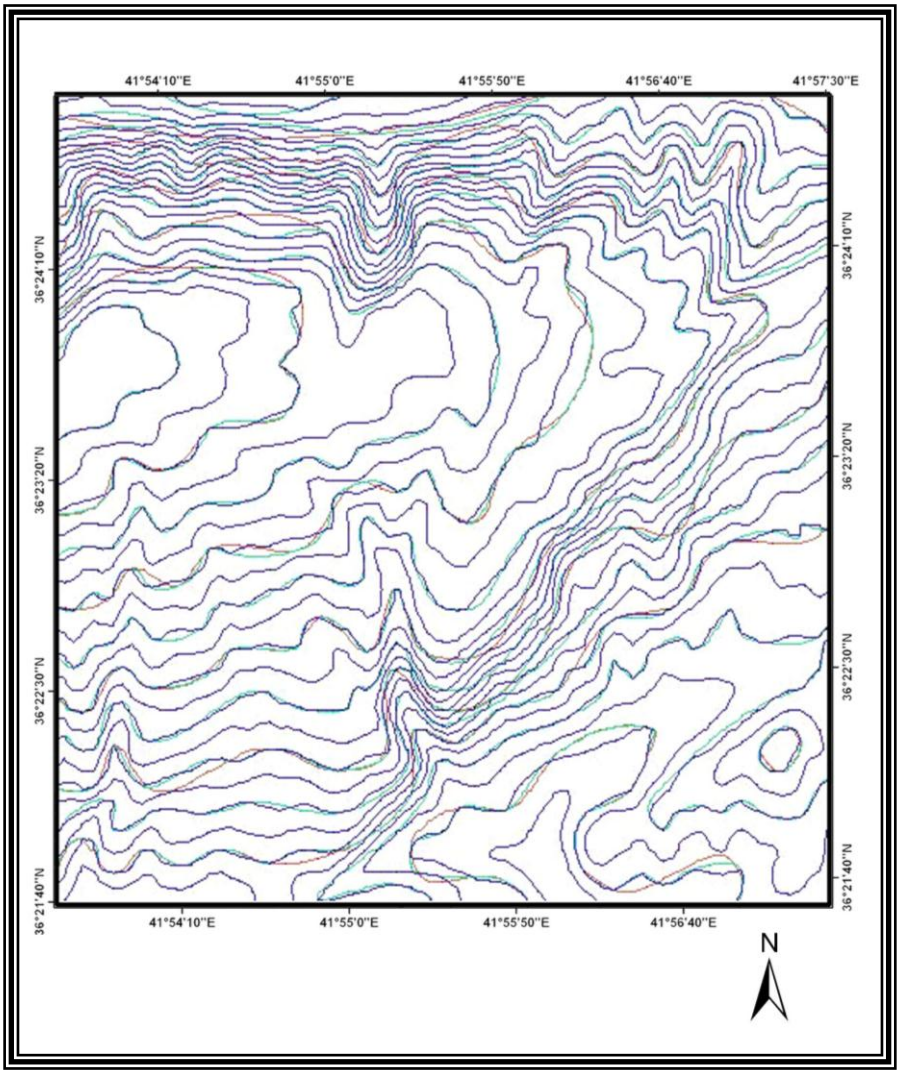


المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على الخارطة الطبوغرافية بمقياس ١/١٠٠٠٠٠

خارطة رقم (٢٣)

نموذج لخطوط الكنتور المعممة لمنطقة الجزء الأيمن

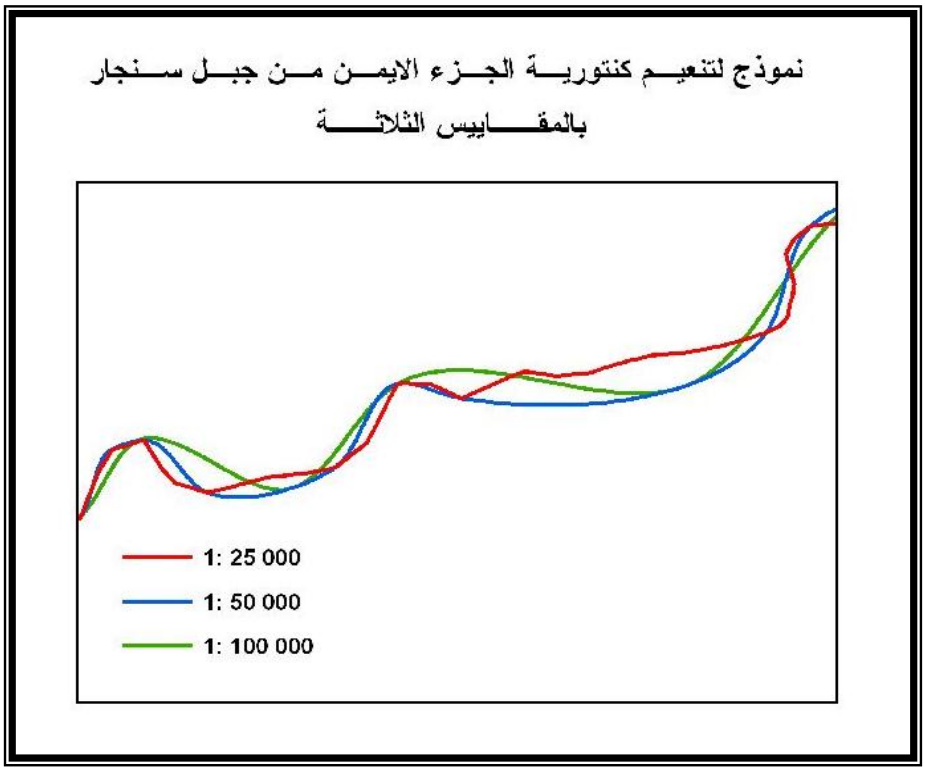
من جبل سنجار للمقاييس١/٢٥٠٠٠ و١/٥٠٠٠٠ و١/١٠٠٠٠٠



المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على الخارطة الطبوغرافية

ونسبة التنعيم هي **maximum allowable offset % 80**.كما في الخارطة (٢٤).

خارطة (٢٤)



المصدر من عمل الباحث بالاعتماد على برنامج (**Arc / Gis**)

إن القيم المذكورة في المعادلات أعلاه هي قيم ارتفاع الخطوط البينية لكل مقياس سابق ويتم حذفها عند عرض الخارطة في المقياس اللاحق مع نسبة التنعيم المذكورة بعد كل معادلة انتقاء وحذف، بمعنى آخر ان التنعيم يكون على أساس خطوط الكنتور المطلوب عرضها في المقياس الجديد لان التعميم على نحو عام لايقتصر على حذف الخطوط الكنتورية البينية في حالة تصغير الخارطة نحو ضعف مقياسها مالم يتم تنعيم الخطوط المتبقية، بغية جعل

الخارطة أكثر إدراكا من قبل القارئ وبالتالي تحقيق أهم الأهداف التي أعدت من اجلها الخارطة كوسيلة اتصال فعالة بين منشئها وقارئها، نستنتج ان تنعيم الخطوط الكنتورية للمناطق المختارة حسب المقاييس بناءً على عمليات الانتقاء والحذف الآلي ووفق كثافة المعطيات الممثلة على الخارطة، بواسطة الإيعاز (**Select by Atributtey**) للانتقال من مقياس الى آخر للقيم المخزونة في قاعدة البيانات وان هذه العملية تعتمد على وجهة نظر ألخرائطي وادراكة.

الاستنتاجات

توصلت الدراسة في ضوء مشكلة الدراسة وفرضياتها وأهدافها الى مجموعة من الاستنتاجات:

١- إعداد نماذج لخطوط الكنتور المعممة والمنعمه للمقاييس المذكورة والتي يتوفر فيها دقة الرسم والتمثيل باستخدام برامج نظم المعلومات الجغرافية وخاصة برنامج (**Arc GIS.v.9**) لما له من كفاءة وإمكانات في معالجة الظواهر المكانية والقيام بإجراءات المقارنة والتحليل المكاني بين مظاهر سطح الارض المختلفة وما يمثلها بخطوط الكنتور ذات المستويين الجغرافي والهندسي.

٢- برزت لدينا حقيقة مهمة وهي ان خرائط العراق الطبوغرافية لمنطقة الدراسة لم تخضع لقواعد التعميم بعناصره (اختيار/الحذف، التبسيط، التحسين،المبالغة،التجريد/التصفية) وبكلمة أدق ان الخطوط الكنتورية لهذه الخرائط لم تخضع لعمليات التعميم سواءً أكانت إحصائية أم التعميم الحاسوبي، ولقد أثبتت الدراسة صحة ذلك.

٣- أثبتت الدراسة صحة التساؤلات والنقاط التي طرحت في ضوء(مشكلة الدراسة وفرضياتها وأهدافها) ضمن المتطلبات التفصيلية في البيانات الطبوغرافية وخاصة في ارتفاع النقاط الكنتورية وفواصلها باستخدام برامج تقنيات نظم المعلومات الجغرافية حسب مقاييس الرسم المختلفة لأجل وضوح الرؤية الشاملة للخرائط الكنتورية.

٤- برزت حقيقة مهمة وهي يجب توخي ألدقه عند تنعيم الخرائط الكنتورية بسبب وجود العديد من الأخطاء وأسبابها وهي (أخطاء ذات طبيعة هندسية، وأخطاء كنتور ذات الأصل (المنشأ) والتوزيع المحلي) التي تؤثر في قياس الارتفاعات الحقيقية ومناسيب النقط غير الواقعة على خرائط خطوط الكنتور والفترة الكنتورية غير الدقيقة مما يتطلب استخدام برنامج (Arc GIS.v.9) الذي يعطي الدقة المكانية للخطوط الكنتورية المعممة والمنعمة.

٥- لوحظ من خلال الدراسة ان الخرائط الكنتورية تتباين في أهدافها بسبب اختلاف التضاريس في الواقع، وان حذف وتبسيط بعض الظاهرات الدقيقة كالمنحنيات والنتوءات منها تعد ضرورة تفرضها عمليتي التعميم والتنعيم اثناء تغير المقياس من الكبير الى الصغير. أي بمعنى آخر يجب رسم هذه الخطوط بحيث تؤمن مبدأ الاتصال ألخرائطي(Cartography Communication) بين المعالم التضاريسية وما يمثلها على الخرائط بالخطوط الكنتورية عند إنشائها نتيجة التغاضي عن بعض التفصيلات الدقيقة أثناء المسح الأرضي والجوي وأثناء تغير المقياس، والحفاظ على الأجزاء البارزة على الارض قدر الإمكان.

التوصيات

في ضوء النتائج التي توصلت إليها معطيات الدراسة نضع التوصيات اللازمة والتي نعتقد أن من شأنها أن تسهم في إيضاح موضوع الدراسة وكما يلي:

١- يمكن استخدام النتائج التي قدمتها الدراسة كقاعدة ينطلق منها المهتمون في نظم المعلومات الجغرافية باعداد الأساليب التي تحقق الأسس الخرائطية لبناء نماذج للخرائط المعممة والمنعمة للخطوط الكنتورية لمناطق أخرى مع المحافظة على القواعد الأساسية في تمثيل الظواهر الجغرافية ذات المصدر الكمي والدقة المكانية على الخرائط الطبوغرافية.

٢- ضرورة تدريب الخرائطيين على برامج نظم المعلومات الجغرافية كي يتمكنوا من توظيف إمكاناتهم العلمية والفنية في الخرائط، بعد إدخال مبادئ رسم الخرائط بالحاسب الآلي ضمن مفردات تعلم علم الخرائط في اقسام الجغرافيا.

٣- ضرورة تطبيق الأساليب الخرائطية اللازمة لبناء العلاقة الرقمية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية عند الرغبة في تمثيل الظواهر الجغرافية ذات المصدر الكمي وخطوط الهيكل التضاريسي بعد تمثيلها بخطوط كنتورية معممة ومنعمة حسب المقاييس المختلفة.

٤- العمل على بناء النماذج المعممة والمنعمة لخرائط الخطوط الكنتورية مما يزيد من امكانية دعم متخذي القرار بالمعلومة الصحيحة، وخاصة المخططين للمشاريع الجغرافية والهندسية لإبراز معالم سطح الارض المختلفة بصورة دقيقة التي تحدد مدى حتمية اتخاذ القرار.

٥- يوصي الباحث باجراء دراسات تكميلية لهذا الموضوع بحيث تشمل جميع المقاييس واللوحات لخرائط العراق الطبوغرافية في حالة توفر الإمكانية لذلك مستقبلا.

٦- توصي الدراسة باجراء دراسات تكميلية ايضا بمواضيع أكثر تفصيلا في تعميم خطوط الشبكة المائية والإزاحة والمبالغة والدراسات المتعلقة بالنموذج ألارتفاعي العددي ذي البنية **TIN** و(**RG**) والتظليل الآلي لخطوط الكنتور.

قائمة المصادر:

أولا: العربية

١- جاد، طه محمد: بعض مظاهر التعميم والتقريب قي جمع البيانات الجيمورفولوجية، نشرة دورية يصدرها قسم الجغرافية، جامعة الكويت، ١٩٨٤.

٢- جزماتي، سامح وسامي مقدسي: أنظمة المعلومات الجغرافية **GIS**، دار الشرق العربي، سوريا، ٢٠٠٤.

٣- الزيدي، نجيب عبد الرحمن وحسين مجاهد مسعود: علم الخرائط، دار اليازوري للنشر والتوزيع، عمان، ٢٠٠٥

٤- الزيدي، نجيب عبد الرحمن: الترميز والتعميم للظواهر الطبيعية في خرائط العراق الطبوغرافية، أطروحة دكتوراه غير منشورة، الجامعة المستنصرية، كلية التربية، قسم الجغرافية،بغداد، ١٩٩٥

٥- سياله، أنور عبدالله: الخرائط بين التعميم والتنعيم، مجلة المساحة، مصلحة المساحة بالجماهيرية الليبية، العدد١، ١٩٩٧

ثانيا: الأجنبية

1- Dirk , Burghardt , Controlled of Mapping , Ankara , Turkey, 2005

2- C,Fc ,Clossive de Cartographies , Comit franc Ais , de Cartographies, 1990

3- Cetinkaya , Bulent , and Serdar Aslan , Contour Simplificotion With Defined Spatial Accuracy , General Command of Mapping , An;ara , Turkey , 2005

4- Gokoz , Turkay , Generalization of Contours Using Deviation Angles and Error Bands , The Cartographic Journal , Vol. 42.No.2, Turkey , 2005

5- Imahof , Eduard , Cartographic Relief Presentation WDEG New York , 1982

6- J , Dueker.k,Geographic Information Systems and Computer Aided Mapping , Journal of the Amreican Planning Association(No.3)1987

7- K, Tempfli , Spectral analysis of terrain relief for the accuracy Estimation of digital terrain models , ITC Journal , Holland , 1980

8- Morrisom , Jeol.L , Apheortical Framework for Cartographic Generalization With Emphatic on the Year book of Cartography , 1973

9- Muller , jean.claude , the oretical consideration for automated map generalization , ITC Journal , 314 , Holand.1996

10- McMaster , R.B ,The Integration of Simplification and Smoothing algorithms in line Generalization , Cartographic , Vol.26.1989

11- P, E.Fritsch J ,Larauge , Spectral Representation of Liner features for Generalization , Proceeding of Cosit 95. Austria , 1995

12- Salichtcher , K. A ,History and Contem Poravy Development of Cartographic Generalization , Interuational year book of Cartography , 16. 1976

13- Shearer ,J.W and etal ,Cartographic Generalization , ITC Journal , Holland , 1975

Abstract

The generalization and smoothing is concerned as the most important in application fields of contor line for auto-maps that depend on completing between the GIS and the Cartography in briefing the geographical materials which help in explanation and analyaztion of the earth surface phenomena throughout the contor lines that connect the level of the equal points in which have tow levels , geographical and geometrical.

The study is also briefs the information to reach to generalized and smoothed models for contor lines of some areas from the north of Iraq by using deferent measurements and using special programs of the GIS to obtain the best and fixed contor lines.