Libyan Open University Journal of Applied Sciences (LOUJAS)
Volume 1 - Issue 2 - 2025 - Pages 19-27

Deriving contour lines from digital elevation models using Geographic Information Systems (ArcGIS software)

Yakhlaf Zakrie Yakhlaf [1*], Abdalla Aboulkasim Omer [2]
[1] Department of Civil Engineering, Higher Institute of Engineering Technologies, Tripoli, Libya
[2] Department of Civil Engineering, Higher Institute of Science and Technology, Souq al-Jum'a, Libya

استنباط الخطوط الكنتورية من نماذج الارتفاعات الرقمية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية (برنامج ArcGIS)

يخلف زكري يخلف [1*]، عبد الله ابوالقاسم عمرو [2]
[1] قسم الهندسة المدنية، المعهد العالي للتقنيات الهندسية طرابلس، ليبيا
[2] قسم الهندسة المدنية، المعهد العالي للعلوم والتقنية سوق الجمعة، ليبيا

Received: 22-09-2025; Accepted: 16-11-2025; Published: 09-12-2025

Abstract:
Extracting contour lines from Digital Elevation Models (DEM) is considered one of the most important applications of topographic analysis in Geographic Information Systems (GIS), as these lines provide an accurate representation of the Earth's surface shape and characteristics. ArcGIS relies on advanced spatial analysis tools to convert digital elevation data into contour lines that represent different elevations in a graduated manner. Free Digital Elevation Model (DEM) elevation data obtained through satellite imagery is one of the most important sources of information about the nature of the terrain, as this data enables the derivation of contour lines (equal elevations), which are of great significance in many fields. Furthermore, most GIS software programs have the capability to deal with this data and generate contour maps. This research aims to utilize free SRTM Digital Elevation Model data and convert it into contour lines (equal vertical intervals/levels) with minimal cost, the fastest time, and a specified accuracy.

Keywords: Contour lines, Digital Elevation Model (DEM) data, Geographic Information Systems (GIS).

الملخص
يعدّ استخلاص الخطوط الكنتورية من نماذج الارتفاعات الرقمية (DEM) من أهم تطبيقات التحليل الطبوغرافي في نظم المعلومات الجغرافية، حيث توفر هذه الخطوط تمثيلاً دقيقًا لشكل سطح الأرض وخصائصه. يعتمد ArcGIS على أدوات تحليل مكانية متقدمة لتحويل بيانات الارتفاع الرقمية إلى خطوط كنتورية تمثل الارتفاعات المختلفة بشكل متدرج. بيانات الارتفاعات الرقمية المجانية (Digital Elevation Model) المتحصل عليها بواسطة صور الأقمار الصناعية من أهم مصادر المعلومات عن طبيعة التضاريس، إذ أن هذه البيانات تمكن من استنباط الخطوط الكنتورية) الارتفاعات المتساوية)، تلك الخطوط التي لها أهمية كبيرة في العديد من المجالات. كما أن معظم برامج نظم المعلومات الجغرافية لديها القابلية على التعامل مع هذه البيانات وتكوين الخرائط الكنتورية. يهدف هذا البحث إلى استخدام بيانات الارتفاعات الرقمية المجانية SRTMوتحويلها إلى خطوط كنتورية) المناسيب المتساوية) بأقل تكاليف وأسرع وقت وبدقة معينة.

الكلمات المفتاحية: الخطوط الكنتورية، بيانات الارتفاعات الرقمية، نظم المعلومات الجغرافية.

1- المقدمة

نموذج الارتفاعات الرقمية (DEM)هو ملف يحتوي على بيانات الارتفاعات) المناسيب (لمنطقة جغرافية محدودة، قد يكون في صورة متجهة (Vector) أو صورة نقطية (Raster) لتمثيل تضاريس أو طبوجرافية سطح الأرض في المنطقة. ويمكن الحصول على نموذج الارتفاعات الرقمية من قياسات المساحة الأرضية)جهاز الميزان، جهاز المحطة الكلية Total) (Station، أجهزة النظام العالمي لتحديد المواقع((GPS) ، ثم تُستخدم برامج الحاسوب لإنشاء نموذج الارتفاعات الرقمية، أو من الخرائط الكنتورية بعد ترقيمها على الحاسوب، أو من الصور الجوية(Aerial Photographs) ، أو من مرئيات

(LOUJAS) **Copyright**: © 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

الأقمار الصناعية للاستشعار عن بعد(Remote Sensing Images) ، وكذلك من نماذج الارتفاعات الرقمية العالمية المجانية SRTM، ASTER، .GTOPOفي هذا البحث، سوف نستخدم نماذج الارتفاعات الرقمية المجانية العالمية SRTMالمتحصل عليها من موقع هيئة المساحة الجيولوجية الأمريكية (USGS) في الصورة النقطية.(Raster)

2- الخطوط الكنتورية وخصائصها:

1.2خط الكنتور

يمكن تعريف الكنتور على **أنه** خط يمر بكافة النقاط التي على نفس المنسوب.

2.2الفترة الكنتورية

تُعرف الفترة الكنتورية بالمسافة الرأسية الفاصلة بين خطي كنتور متتاليين، وفي أي خريطة والخريطة الملحقة معها، تظل الفترة الكنتورية بين أي خطين متعاقبين كما هي بدون أي تغيير، بالرغم من أنها قد تتباين من خريطة لأخرى تنتميان لنفس النوع، ما عدا ذلك سيكون هناك تشويش في تفسير خطوط الكنتور على الخريطة .بصفة عامة، الفترة الكنتورية للخريطة ذات المقياس الصغير ينبغي أن تكون ذات قيم كبيرة. تُعتبر القيم التالية دليلاً ومرشداً لعملية اختيار فترة كنتورية مناسبة من أجل أغراض مختلفة:

- الفترة الكنتورية الخاصة بمواقع البناء يمكن أن تكون 0.3 متر أو 0.6 متر.
- بالنسبة للتصميمات الطبيعية (Landscape) وتخطيط المدن ومخططات مناطق التخزين، فإن قيم الفترة الكنتورية يمكن أن تتراوح من 0.5 متر إلى 1.5 متر.
- بالنسبة للرفع المساحي للموقع، فمن الممكن اختيار الفترة الكنتورية لتكون من 1.5 متر إلى 3 متر.
- للوصف الطبوغرافي العام، فإن القاعدة التالية يمكن أن تكون دليلاً ومرشداً في اختيار الفترة الكنتورية:

الفترة الكنتورية (متر) = 24.053 * عدد الكيلومترات الممثلة بواسطة 1 سم من المقياس

3.2خطوط الكنتور

الصفات المختلفة المميزة لخطوط الكنتور:

- خطوط الكنتور لا تنتهي أبدًا، ولا تتقابل أبدًا، ولا تتقاطع مع بعضها البعض أبدًا، باستثناء في الحالة غير العادية لجرف أو كهف رأسي أو متدلٍ.(overhanging)
- خطوط الكنتور تقترب بعضها من البعض عبر ميل شديد الانحدار(steeper slope) ، وهي متباعدة عن بعضها البعض عبر ميل أكثر انبساطاً.(flatter slope)
- خط الكنتور عبارة عن حلقة، بالرغم من أنه ليس من الضروري أن يحدث ذلك داخل حدود الخريطة نفسها.
- خطوط الكنتور المنخفضة تُطوِّق خطوط الكنتور المرتفعة في حالة الأرض الصاعدة، بينما تكون مُطوَّقة بخطوط الكنتور العالية في حالة الأرض المنخفضة.
- خط الكنتور يصبح مدبباً (pointed) في المواضع التي يعبر فيها خط حافة أو خط وادي. بالنسبة لخط الحافة، يمكن تعيينه عن طريق بقاء خطوط كنتور عالية داخل خطوط الكنتور المنخفضة. أما خط الوادي فيمكن تعيينه عن طريق بقاء خطوط الكنتور المنخفضة داخل خطوط الكنتور العالية.
- لا يمكن أبدًا أن يتفرع خط الكنتور إلى خطي كنتور بنفس الارتفاع أو المنسوب.

4.2أهمية وضرورة التوقيع البياني الكنتوري

خطوط الكنتور يتم رسمها على الخريطة لكشف تفاصيل الطبوغرافيا بخصوص تباين المناسيب والارتفاعات من نقطة إلى نقطة. مثل هذا التوقيع البياني يساعد في إمكانية إنشاء مقطع طولي عبر أي خط يمر بالخريطة.

ومن ثم، خط الكنتور يلعب دوراً غاية في الأهمية عند تخطيط وتنفيذ العديد من المشاريع الهندسية مثل شبكات الصرف الصحي، وصرف مياه الأمطار، وإنشاء شبكة توزيع المياه، وتشييد الطرق وخطوط السكك الحديدية، وتشييد القنوات والمجاري المائية والجسور (الكباري)، وخزانات تخزين المياه كالسدود وغيرها.

5.2العوامل المؤثرة في اختيار الفترة الكنتورية

إن اختيار الفترة الكنتورية يعتمد على الدقة (Accuracy) التي يحتاج إليها من أجل التخطيط القابل للتكرار (reproducible mapping)والذي بدوره يعتمد على كل من:

- الغرض من الخريطة.
- طبوغرافية الأرض.
- مقياس رسم الخريطة التي سيتم إنتاجها.

(LOUJAS) **Copyright**: © 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Libyan Open University Journal of Applied Sciences (LOUJAS)
Volume 1 - Issue 2 - 2025 - Pages 19-27

3- منهجية الدراسة

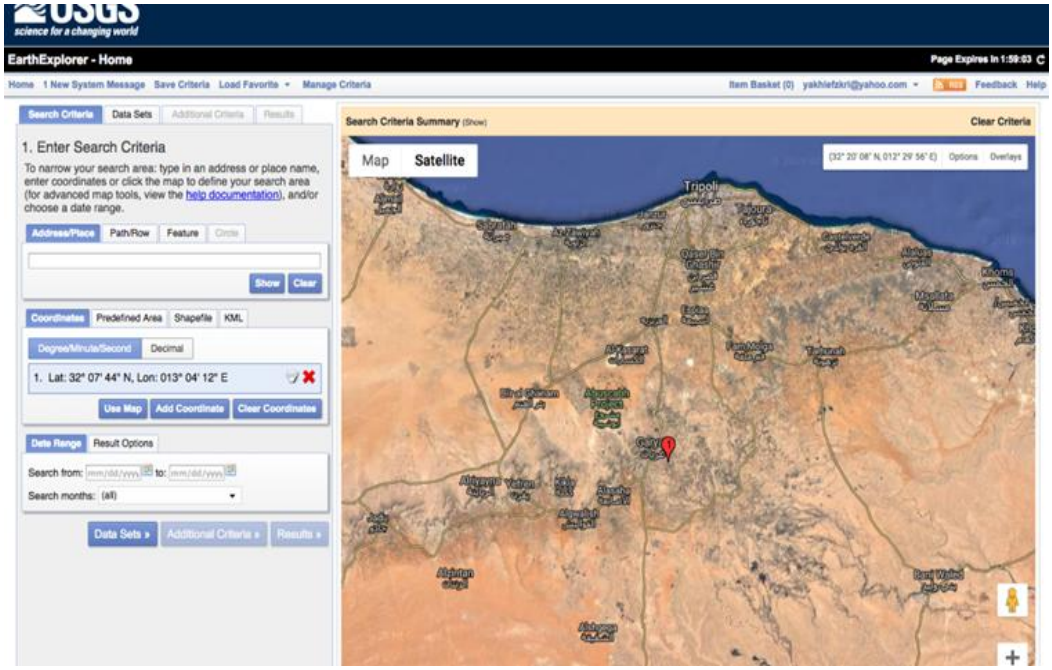
في هذه الدراسة، تم اتباع المنهجية التالية:

- تجميع بيانات (DEM)من موقع هيئة المساحة الجيولوجية الأمريكية (USGS) على هيئة صورة نموذج نقطي (Raster).
- باستخدام برنامج ArcGIS، تم تحويل النموذج من المرجع الجغرافي العالمي WGS84إلى المرجع المحلي الليبي LGD2006.
- إجراء التحليلات ثلاثية الأبعاد على الملف الخاص بمنطقة الدراسة باستخدام برنامج ArcGIS.
- استخلاص خطوط الكنتور) الخطوط المتساوية المنسوب (من النموذج باستخدام أدوات برنامج ArcGIS.وتم إنتاج الخريطة الكنتورية بتحويل البيانات من نموذج ارتفاعات رقمية (DEM) إلى خطوط كنتورية (Contour lines).

1.3منطقة وبيانات الدراسة

1.1.3منطقة الدراسة

منطقة الدراسة التي تم تحميلها من موقع هيئة المساحة الجيولوجية الامريكية جزء من مدينة غريان بدولة ليبيا تقدر بمساحة (100 كيلومتر *100 كيلومتر)، واحداثيات مركز هذه المنطقة هو Lat:32 07 44 N، Lon:13 04 12 شكل (1).



شكل (1) تحميل منطقة الدراسة من موقع USGS

2.1.3 بيانات الدراسة

تتوفر على مواقع الانترنت عدة نماذج لملفات الارتفاعات الرقمية المجانية DEM فمنها النموذج الامريكي SRTM بوضوح مكاني افقي = 3 ثانية اي 90 متر، والنموذج الامريكي الياباني ASTER بدرجة وضوح مكاني افقي 1 درجة اي 30 متر، ونموذج قديم GTOPO بدرجة وضوح مكاني 30 درجة اي 900 متر.

وقد قامت العديد من الدراسات السابقة في دولة مصر على دقة نموذج الارتفاعات الرقمية المجانية فكانت على نموذج SRTM = ±4 متر، وعلى نموذج ASTER= ±8 متر، وعلى نموذج GTOPO=±25 متر، وكذلك في مدينة مكة المكرمة كانت الدقة على نموذج SRTM= ±6 متر، وعلى نموذج ASTER= ±9 متر.

3.1.3 نموذج SRTM

يعد نموذج الارتفاعات الرقميةSRTM ، ASTER من أكثر النماذج استخداماً حول العالم وخاصة من حيث قدرة التمييز المكانية. يعد نموذج SRTM من تطوير هيئة المساحة العسكرية الامريكية ووكالة الفضاء الأمريكية ويوجد منه 3 مستويات من الوضوح المكاني (أو قدرة التمييز المكانية) SRTM30 حيث طول الخلية الواحدة يبلغ 30 ثانية من

(LOUJAS) **Copyright**: © 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

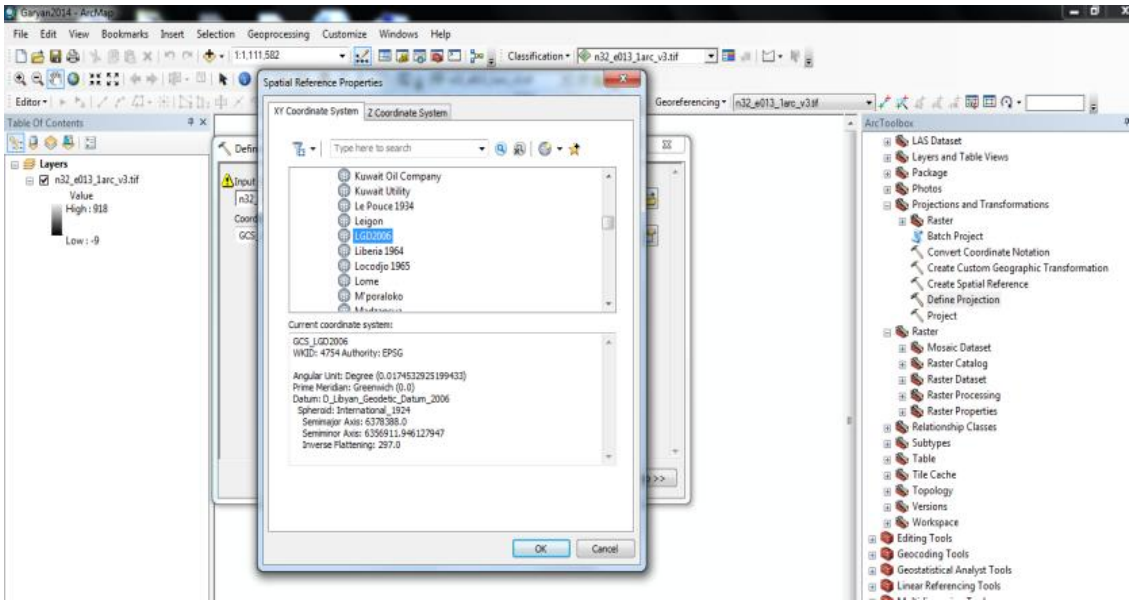
خطوط الطول ودوائر العرض حوالي (900 متر)، SRTM 3 حيث طول الخلية الواحدة يبلغ 3 ثانية أي حوالي (30 متر).
كلا النموذجين متاحين مجاناً على الانترنت، بينما النموذج الثالث SRTM1 متاح فقط لمنطقة شمال أمريكا (الولايات المتحدة وكندا فقط).

اما نموذج الارتفاع الرقمي العالمي Aster فهو من تطوير كلاً من وزارة الصناعة اليابانية ووكالة الفضاء الأمريكية، وله مستوى تمييز واحد من قدرة التمييز المكانية والذي يبلغ 3 ثواني اي 90 متر. تعد قدرة التمييز المكاني من العناصر الأساسية لنموذج ارتفاع رقمي حيث أنها تعبر عن قدرة النموذج في تمثيل تضاريس سطح الارض عندها، أي أن قيمة المنسوب تكون واحدة (كقيمة متوسطة) لهذه الخلية ولا يمكن معرفة أية تفاصيل طبوغرافية داخل هذه الخلية.
يمكن استخدام نماذج الارتفاعات الرقمية العالمية لإنتاج الخرائط الكنتورية لأي منطقة في العالم وذلك لسهولة ومجانية تحميل النموذج من الانترنت في لحظات.
لكن السؤال الأهم هنا هو: **ما دقة بيانات نماذج الارتفاعات الرقمية العالمية؟ وهل تصلح هذه النماذج لإنتاج الخرائط الكنتورية بأي مقياس؟**
الموقع الرسمي لوكالة الفضاء الامريكية (ناسا) يحدد دقة نموذج الارتفاعات الرقمية العالمي SRTM بقيمة تتراوح بين ± 6 – 10 متر على المستوي العالمي، ودقة نموذج الارتفاع الرقمية العالمي Aster بقيمة تتراوح بين ± 7- 14 متر على المستوي العالمي.
أي أن قيمة منسوب اي نقطة مستنبطة من نموذج الارتفاعات الرقمية SRTM تحتمل خطاء متوقع قيمته تتراوح بين 6 -10 أمتار، بينما قيمة منسوب أي نقطة مستنبطة من نموذج Aster تحتمل خطاء قيمته تتراوح بين 7 - 14 متر.

إن الدقة الراسية الخاصة بنموذج الارتفاعات الرقمية SRTM تناسب فقط الخرائط الكنتورية التي بها الفترة الكنتورية تساوي أو أكبر من 10 متر وهي الخرائط الجغرافية ذات مقياس الرسم الصغير بدءً من مقياس رسم1:100000 وبالتالي فإن هذه النماذج لا تناسب مواصفات انتاج الخرائط الكنتورية التفصيلية صغيرة او متوسطة مقياس الرسم.

2.3 نظام الاحداثيات

في هذه الدراسة ومن موقع هيئة المساحة الجيولوجية الامريكية استطعنا الحصول على ملف DEM يمثل تضاريس سطح الارض لمنطقة الدراسة على المرجع الجغرافي العالمي WGS84والذي سيتم تحويله إلى المرجع المحلي LGD2006 ليتم إجراء التحليلات المكانية عليه باستخدام برنامج ArcGIS شكل (2).



شكل (2) المرجع المحلي الليبي LGD2006

3.3 التحليلات الثلاثية الابعاد واستنباط خطوط الكنتور

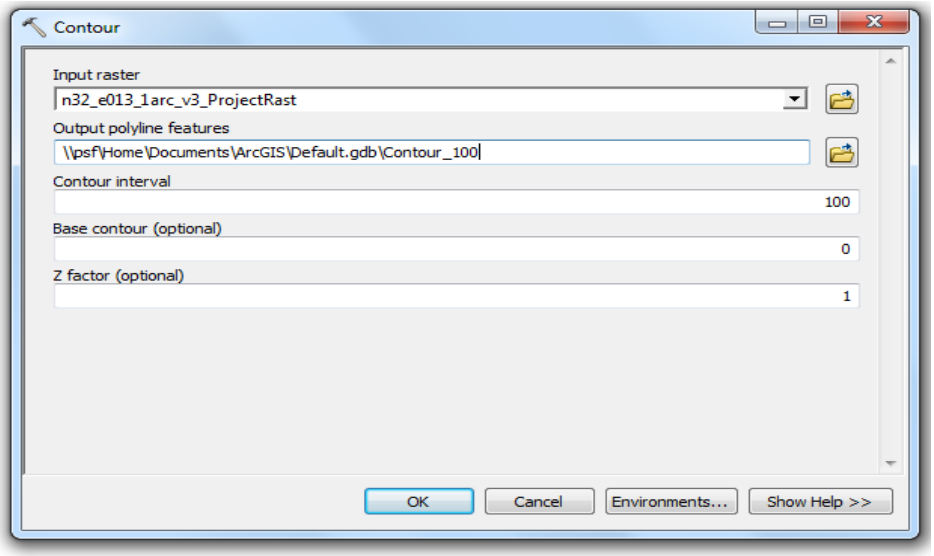
بعد تحميل ملف نموذج الارتفاعات الرقمية المجانية وتحويل نظام الاحداثيات الجغرافي العالمي إلى النظام المحلي الليبي، يتم اجراء التحليل والخاص باستنباط خطوط الكنتور من اداة تحليل السطوح Surfaceمن ادوات التحليل المكاني Spatial Analyst Tools وهي اداة الكنتور Contour شكل (3).

(LOUJAS) **Copyright**: © 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Libyan Open University Journal of Applied Sciences (LOUJAS)
Volume 1 - Issue 2 - 2025 - Pages 19-27

شكل (3) ادوات التحليل المكاني.

في السطر الاول Input Raster نحدد اسم الملف الشبكي الاصلي ملف DEM وفي السطر الثاني Output Polyline Features نحدد اسم طبقة الخطوط الجديدة التي ستحتوي خطوط الكنتور وفي السطر الثالث Contour Interval نحدد قيمة الفترة الكنتورية المطلوبة شكل (4).

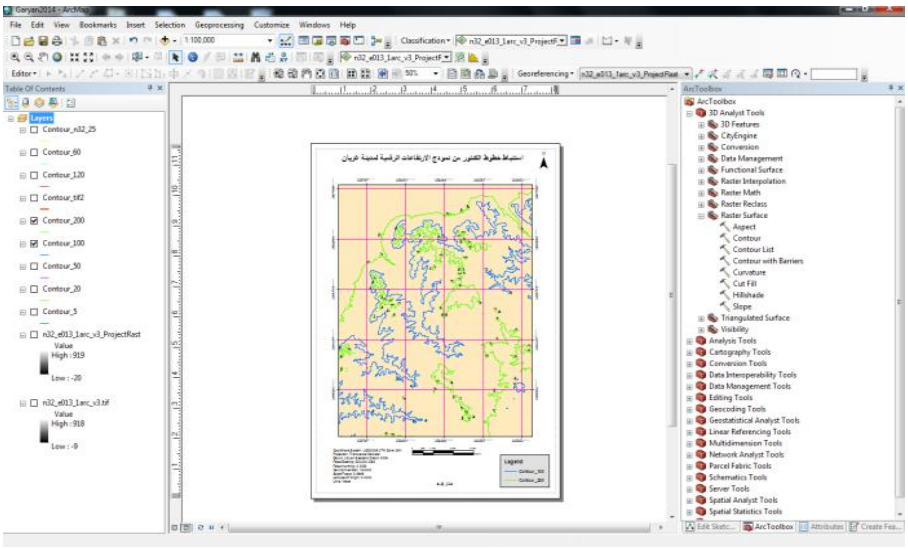


شكل (4) تحديد قيمة الفترة الكنتورية.

وبالضغط على زر Ok نحصل على طبقة كنتورية لمنطقة الدراسة شكل (5)، وفي حالة أردنا اظهار تفاصيل طبوغرافية للمنطقة نقلل من قيمة الفترة الكنتورية، ومن بعد ذلك اخراج الخريطة الكنتورية باستكمال ادراج واضافة الرموز الخاصة بالخرائط وتحديد مقياس الرسم والفترة كنتورية.

(LOUJAS) **Copyright**: © 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Libyan Open University Journal of Applied Sciences (LOUJAS)
Volume 1 - Issue 2 - 2025 - Pages 19-27

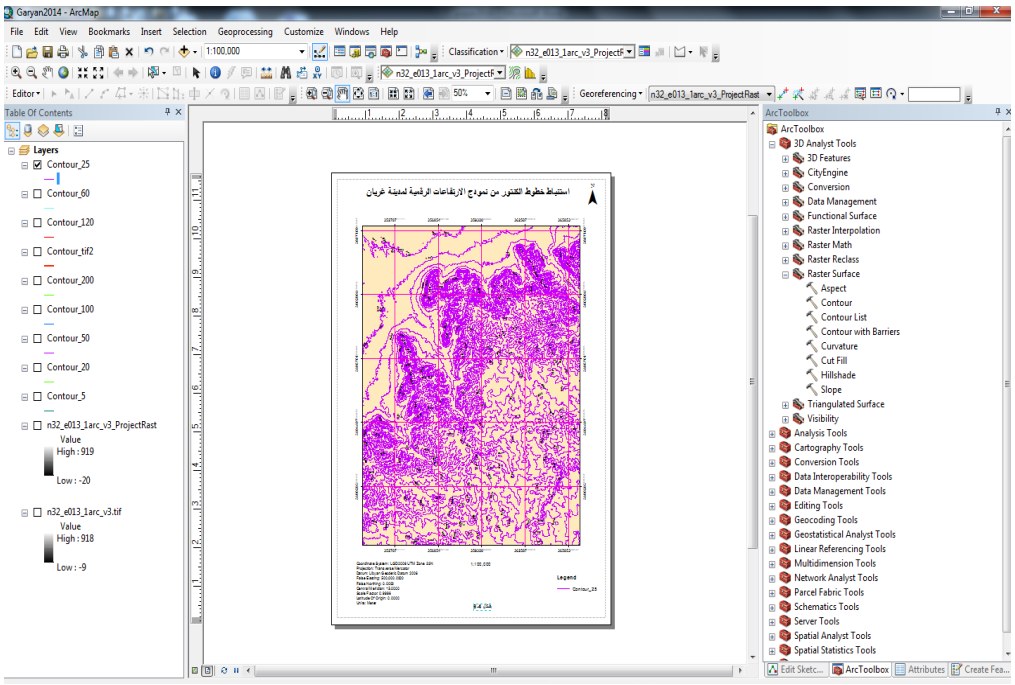


شكل (5) يوضح الطبقة الكنتورية لمنطقة الدراسة.

4.3 انتاج الخرائط

بعد الانتهاء من التحليلات الثلاثية الأبعاد باستخدام نظم المعلومات الجغرافية برنامج (ArcGIS10.2.2) تم اختيار مقاييس رسم صغيرة وفترات كنتورية مختلفة وفق المعايير وتم استنباط خطوط الكنتور، ورسم الخرائط الكنتورية كما يلي:

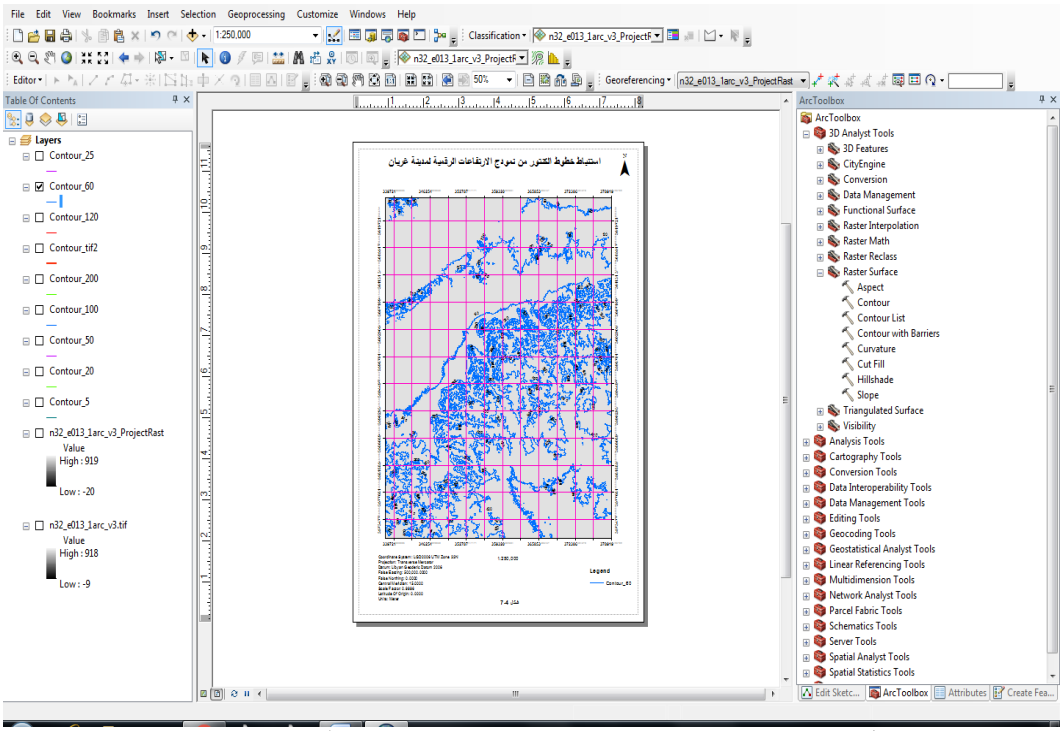
- انتاج خريطة مصورة بمقياس رسم 1:100000 بفترة كنتورية 25 متر شكل (6).
- وكذلك خريطة مصورة مقياس رسم 1:25000، بفترة الكنتورية 60 متر شكل (7).
- انتاج خريطة مصورة كنتورية بمقياس رسم 1:500000 بفترة كنتورية 120 متر شكل (8).
- خريطة كنتورية بمقياس رسم 100000:1 بفترة كنتورية 100 متر، 200 متر شكل (9).
- خريطة بمقياس رسم 100000:1 بفترة كنتورية 60 متر، 100 متر، 200 متر شكل (10).



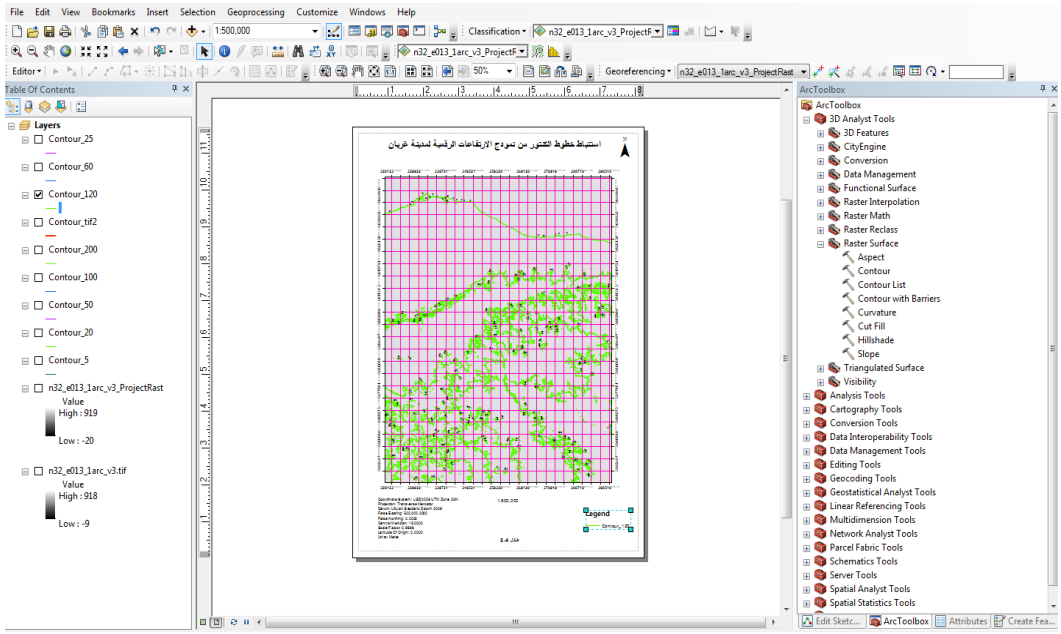
شكل (6) خريطة مصورة بمقياس رسم 1:100000 بفترة كنتورية 25 متر.

(LOUJAS) **Copyright**: © 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Libyan Open University Journal of Applied Sciences (LOUJAS)
Volume 1 - Issue 2 - 2025 - Pages 19-27



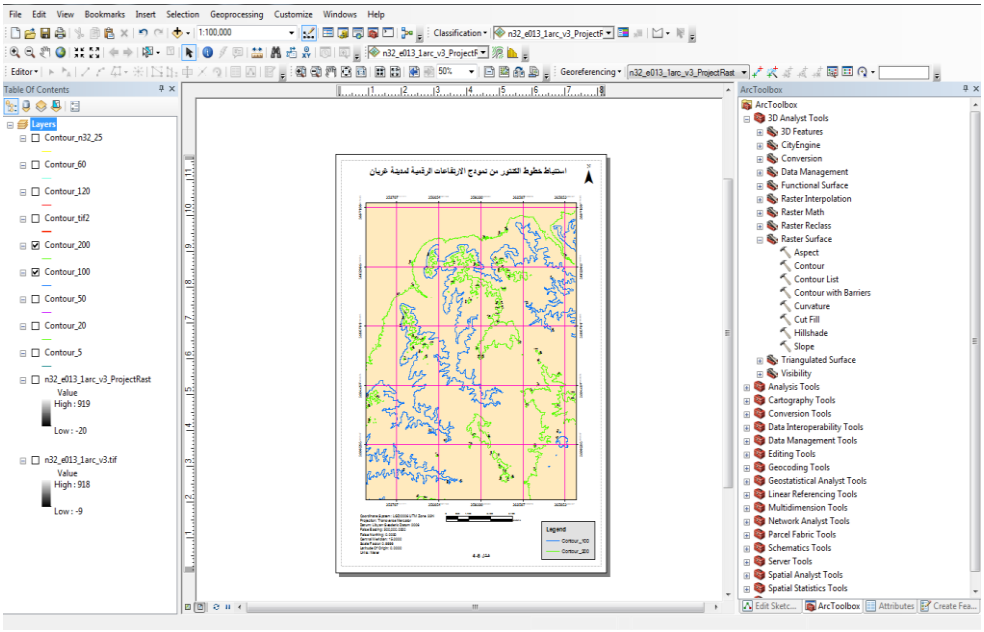
شكل (7) خريطة مصورة مقياس رسم 1:25000، بفترة الكنتورية 60 متر.



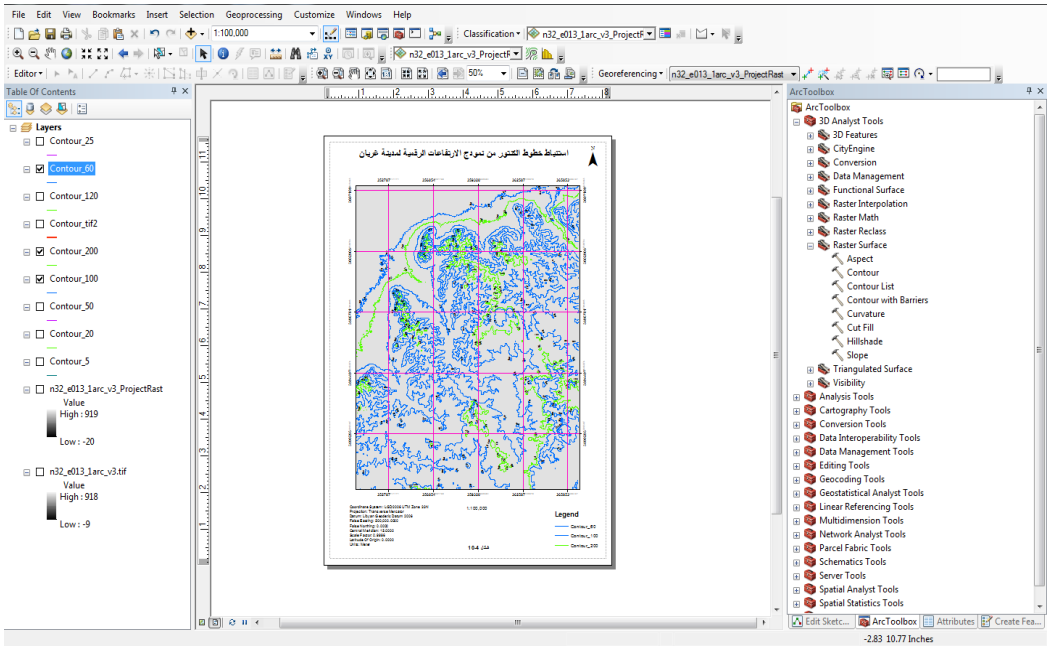
شكل (8) خريطة مصورة كنتورية بمقياس رسم 1:500000 بفترة كنتورية 120 متر.

(LOUJAS) **Copyright**: © 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Libyan Open University Journal of Applied Sciences (LOUJAS)
Volume 1 - Issue 2 - 2025 - Pages 19-27



شكل (9) خريطة كنتورية بمقياس رسم 100000:1 بفترة كنتورية 100 متر، 200 متر.



شكل (10) خريطة بمقياس رسم 100000:1 بفترة كنتورية 60 متر، 100 متر، 200 متر.

4- الاستنتاجات

من خلال هذه الدراسة، تم استنتاج **ما يأتي**:

- يمكن الاستفادة من بيانات الارتفاعات الرقمية (DEM) المتحصل عليها من صور الأقمار الصناعية المجانية (SRTM)في إنتاج الخرائط الكنتورية) خطوط الارتفاعات المتساوية (لأي منطقة تغطيها هذه الصور، في أقل وقت ممكن وأقل تكاليف وبدقة معينة (بمقاييس رسم صغيرة.)
- إنتاج الخرائط الكنتورية من بيانات الارتفاعات الرقمية SRTMيعتمد على الدقة المطلوبة. فلا يمكن إنتاج خرائط بمقاييس رسم كبيرة، ولكن يمكن إنتاج خرائط بمقاييس رسم صغيرة (أصغر من 1:100000)، وبفترة كنتورية أكبر من أو تساوي 10 أمتار.

(LOUJAS) **Copyright**: © 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

5- التوصيات

- نوصي بعمل دراسة على إمكانية استنباط قطاعات طولية من نموذج الارتفاعات الرقمية المجانية SRTM، وكذلك استنباط خرائط الميول(Slopes) ، وخرائط الظلال(Hill shade) ، وخرائط الاتجاه.(Aspect)

Compliance with ethical standards

Disclosure of conflict of interest

The authors declare that they have no conflict of interest.

المراجع

1. الرجال، م. ع (2008). ARC GIS 9.x System: نظم المعلومات الجغرافية .مكتبة دار المعرفة.
2. الشافعي، شريف فتحي .(2011) .المساحة الطبوغرافية .دار الكتب العلمية للنشر والتوزيع.
3. عزيز، مصطفى الغزالي .(2004) .نظم المعلومات الجغرافية: أساسيات وتطبيقات للجغرافيين (ط. 3). منشأة المعارف.
4. داود، جمعة محمد .(2012) .أسس التحليل المكاني في إطار نظم المعلومات الجغرافية.
5. Heywood, I., Cornelius, S., & Carver, S. (2006). An introduction to geographical information systems (3rd ed.). Pearson Prentice Hall.
6. موقع تحميل نموذج الارتفاعات الرقمية المجانية (SRTM). ب.ت .(.تم الاسترجاع من : http://earthexplorer.usgs.gov/

Disclaimer/Publisher's Note: The statements, opinions, and data contained in all publications are solely those of the individual author(s) and contributor(s) and not of **LOUJAS** and/or the editor(s). **LOUJAS** and/or the editor(s) disclaim responsibility for any injury to people or property resulting from any ideas, methods, instructions, or products referred to in the content.

(LOUJAS) **Copyright**: © 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).