



**تقييم استخدام نماذج المناسيب الرقمية المجانية  
لاشتقاق خطوط الكنتور**

*Evaluation Open source Digital Elevation  
Model to Generating the Contour Lines*

إعداد

**كريمان إسماعيل حسن**

المدرس المساعد بقسم الجغرافيا ونظم المعلومات الجغرافية  
بكلية الآداب جامعة بني سويف





المستخلص :-

استخدام بيانات ملفات المناسيب الرقمية المجانية والإعتماد عليها فى إنتاج خطوط الكنتور للمناطق المتوسطة التضرس وإنتاج خرائط بمقياس رسم 1:50.000. حيث إعتمدت الدراسة على التقييم الإحصائى والبصرى لخطوط الكنتور المنتجة من هذه البيانات، ووضحت الدراسة سهولة وجودة إستخدام النماذج المجانية للمناسيب فى إنتاج خطوط الكنتور بدقة ويسر وإمكانية الإعتماد عليها فى التحليلات الجيومورفولوجيا والجغرافية وذلك من خلال تقييم فاعليتها الاحصائية ودقتها للمناسيب وبالتالي دقة خطوط الكنتور فى تمثيل أشكال سطح الارض، وتناولت الدراسة لأهمية التعرف على نوع إصدار النموذج الرقوى لتحديد مدى الدقة والجودة للمناسيب.

الكلمات المفتاحية :- نماذج المناسيب الرقمية المجانية، إشتقاق خطوط الكنتور

#### Abstract:

By using Open Source Digital Elevation Models (OS\_DEM) data and dependence on it in the production of contour lines for medium-terrain areas and producing maps at a scale of 50.000: 1. Where the study relied on the statistical and visual evaluation of the contour lines produced from these data, and the study demonstrated the ease and quality of using open source models of contours in the production of contour lines accurately and conveniently and the possibility of relying on them in geomorphology and geographic analyzes by evaluating their statistical effectiveness and accuracy of contours and thus the accuracy of the contour lines in representing a shape. The surface of the earth, and the study dealt with the importance of identifying the type of digital model issuance to determine the accuracy and quality of the models

**Keywords:** Open Source Digital Elevation Model, ASTER, SRTM, Contour lines, Statistical methods

تقييم إستخدام نماذج المناسيب الرقمية المجانية لإشتقاق خطوط الكنتور

*Evaluation Open source Digital Elevation Model to Generating the Contour Lines*

## المقدمة:

تأتى إهمية نماذج المناسيب الرقمية (-Digital Elevation Models DEMs) فى تحليل العديد من المشاكل النظرية والتطبيقية وذلك معروفة منذ زمن طويل نسبياً . وفى ظل ثورة الحاسب وتطبيقاته منذ الثمانيات من القرن الماضى ( القرن العشرين) ، أصبح إنشاء وعرض وتحليل هذه النماذج الرقمية أسهل وأسرع وأكثر كفاءة يوماً بعد يوم. لهذا أصبحت هذه النماذج عنصراً أساسياً فى قواعد البيانات الجغرافية Geo-database . (الغامدى، 2005، ص30)

يشمل نموذج المناسيب الرقمية على بيانات قيم مناسيب السطح الطبوغرافى للأرض؛ التى نحتاجها فى العديد من التطبيقات الجغرافية خاصة فى عملية إنتاج الخرائط الكنتورية، ومنها خرائط درجة الإندار، وإتجاه الإندار. علاوة على ذلك أيضاً يعتبر DEM هو الأساس لعملية إنتاج خرائط التضاريس الرقمية Digital Relief maps داخل منظومة نظم المعلومات الجغرافية. حيث يمثل طبيعة سطح الأرض فى شكل رقمى لكى يتلاءم هذا التمثيل مع التخزين على الكمبيوتر، كما يشير مصطلح DEM لتمثيل الإرتفاعات من خلال مصفوفة شبكية منتظمة . ونأكد على أن جودة نموذج المناسيب الرقمية يعتمد على مصدر البيانات التى تم إستخدامها وكذلك طرق الاشتقاق التى تم الإعتماد عليها (EI-Ashmawy, 2016, p. 89)

يهدف هذا البحث إلى:

- 1- تقييم إمكانية نموذج الإرتفاعات الرقمية المجانية ASTERGDEM v2 & SRTM-1 v4. وما تحتوية من بيانات رقمية عن قيم مناسيب سطح الارض لإستخراج خطوط الكنتور منها.



2- إلى إستخدام بيانات نماذج المناسيب الرقمية المجانية وإنتاج خطوط الكنتور منها بأقل تكلفة كما إنها تتوفر بها الدقة المطلوبة للبحوث الجغرافية والجيوموروفولوجية.

3- إشتقاق خطوط الكنتور من خلال بيانات ملفات نماذج المناسيب الرقمية المجانية المتوفرة على الإنترنت ومعرفة مدى دقتها طبقا لمعايير الخريطة الكنتورية مقياس رسم 1:50.000، ومدى جودتها ودقتها فى العمل على الخروج بخريطة كنتورية تمثل طبيعة وأشكال سطح الأرض.

4- مقارنة كارتوجرافية لمخرجات كلا من النموذجين ASTER GDEM v2 و SRTM v2 30m & SRTM-1 v4 فى إنتاج الخرائط الكنتورية بنفس الفاصل الرأسى ونفس المقياس. وإلى أى مدى تكون الخريطة الكنتورية المخرجة ممثلة ومطابقة للأشكال وأنواع التضرس وكذلك نوع الإندار فى المنطقة.

تم تحديد أحد برمجيات نظم المعلومات الجغرافية لإستخلاص النتائج من خلاله وهو برنامج Global Mapper v20 وهو من البرامج الغير مجانية ويوجد بنسخة التجريبية على موقع الشركة [www.globalmapper.com](http://www.globalmapper.com) او [www.blumarblegeo.com](http://www.blumarblegeo.com) هو إحدى البرامج المستخدمة داخل نظم المعلومات الجغرافية ؛ فهو يجمع بين عمليات التحكم بالمرئيات الفضائية ومعالجتها وبين عملية رسم الخرائط المستنبطة من قيم تلك الخلايا ، فيساعدنا فى الخروج بالخرائط الكنتورية من بيانات خلايا ملفات نماذج المناسيب الرقمية DEM، ويعد الأسهل ما بين برامج نظم المعلومات الجغرافية التى تتعامل مع ملفات DEM (الشبانى، 2007، ص169)

تستخدم هذه الدراسة الطرق الكمية والاساليب الإحصائية مثل متوسط الخطأ Mean Error (ME)، والانحراف المعياري للخطأ Stander Deviation (SD)، والجذر التربيعي لمتوسط الخطأ (Root Mean Square Error (RMSE))، تركز الدراسة على التقييم الكمي للاختلافات بين نتائج نماذج المناسيب الرقمية ، وتقييم أيضاً من خلال التقييم البصري بطريقة الاستعراض (Visualization) كطريقة فعالة، وهي طريقة متعارف عليها في التحليل. وتبحث الدراسة أيضاً في تبعيات هذه الاختلافات كمياً وبصرياً على نتائج التحليل على هذه النماذج المختلفة، أما معيار التقييم فهو مدى قرب أو تماثل خطوط الكنتور المستخرجة من النماذج المشتقة من خطوط الكنتور الأصلية.

أولاً: نماذج المناسيب الرقمية:

(1-1) تعريف نموذج المناسيب الرقمية : نموذج المناسيب الرقمي Digital Elevation Models "DEM" هو ذلك الملف الرقمي الذي يحتوي على بيانات الإرتفاع (المنسوب) لمنطقة جغرافية محددة. حيث يمثل تضاريس سطح الارض في شكل شبكى ( شبكة من المربعات) لتخزين معلومات عن إرتفاعات سطح الأرض.(داوود، 2014، ص 265) حيث يعتبر تمثيل كمي Quantitative Represented لجزء من سطح الأرض في شكل رقمي. (Forkuor & Maathuis, 2012, pp. 219,220) ، لذلك تعد DEMS طريقة ملائمة لتخزين قيم الإرتفاعات بصيغة رقمية وبالتالي إستخدامها في الكثير من البرامج التطبيقية داخل GIS (Baral, Suman Sourav; et al, 2016, p. 2).

يعد نموذج المناسيب الرقمي الالى DEM نموذجاً رياضياً (الغامدى ، 2007). يعتبر DEM ملف بيانات ذو تمثيل رقمي بالإعتماد على صيغه Raster؛ فكل بكسل فيه تحوى على قيمة رقمية تمثل متوسط منسوب سطح الأرض في مساحة تلك البكسل، ويستخدم هذا النموذج إما شبكة الاحداثيات



الجغرافية اى شبكة خطوط طول ودوائر عرض وخاصة فى حالة توافر بيانات تتغير وتنفصل بسبب انحناء الارض أو تستخدم شبكة مسقط ماركيتور العالمى UTM فى حالة وجود مجموعة بيانات مشتركة فاذا كان مقياس نموذج الإرتفاعات الرقمى صغير فأنه يستخدم الاحداثيات الجغرافية أما إن كان كبير فأنه بالامكان ان يستخدم اى منها.

والجدير بالذكر أنه يجب ان نفرق بين المصطلحات المترادفة مع مصطلح نموذج المناسيب الرقمى "DEM" Digital Elevation Models كانموذج الأرضى الرقمى "DTM" Digital Terrain Model، ونموذج السطح الرقمى "DSM" Digital Surface Model، ونموذج الارتفاع الرقمى "DHM" Height Model.

#### [1-1-1] نماذج المناسيب الرقمية DEMs :

يعرف نموذج DEM انه تمثيل إحصائى بسيط لسطح الأرض بإستخدام عدد كبير من النقاط المختارة والمعلومة الإحداثيات والارتفاع X,Y,Z ولكن مع دخول هذه النماذج فى معظم الدراسات المرتبطة بعلوم الأرض أصبحت (Z) لاتمثل الإرتفاع فقط، وإنما قد تكون نسبة تلوث أو درجه حرارة أو عدد سكان وغيرها(خطاب، 2014، ص 420). فمصطلح DEM هو بشكل عام مرادف لنموذج التضاريس الرقمية DTM التى تحتوى على بيانات تضاريسية وآخري غير تضاريسية. تقاس جودة هذه النماذج بمدى تفاصيل الإرتفاع، ومدى الدقة المورفولوجية التى تقدمها.

#### [2-1-1] نموذج التضاريس الرقمى DTM :

نظراً لدخول النماذج الرقمية فى فروع علمية عديدة، حدث اختلاف بين الباحثين فى استخدام مصطلح DTM؛ فهناك دراسات تستخدمه على أنه نموذج تضاريسى رقمى يشمل بيانات تضاريسية فقط كالإرتفاعات والإنحدارات، بينما

إستخدمت دراسات أخرى نموذج DTM على أنه نموذج أرضى رقمى يطلق على كل النماذج الرقمية التى ترتبط بسطح الأرض، وتحتوى على بيانات تضاريسية (كالإرتفاعات والإنحدارات) أو بيانات أرضية سواء ظاهرات هيدروجرافية (كالبحيرات والأنهار) أو يحتوى على بيانات غير تضاريسية مثل شبكات النقل (كالطرق) او المناطق العمرانية، والحدوديه وغيرها. كما يحتوى على الموارد الأرضية والبيئية (كالتربة والجيولوجيا والمناخ). أو بيانات إجتماعية واقتصادية (كتوزيع السكان).

ونتيجة لهذا التشويش فى الفهم يطلق مصطلح نموذج المناسيب الرقمية DEM على النماذج الرقمية التى تحتوى على بيانات مناسيب سطح الارض فقط؛ ويعد هذه المصطلح مصطلحاً دقيقاً من وجهة نظر الجغرافيا؛ لأنه يحمل فى معناه محتوى النموذج. فقد لاقى مصطلح نموذج المناسيب الرقمية DEM قبولاً كبيراً لدى هيئة المساحة الجيولوجية الأمريكية USGS والتي ساعدت بفضل ما تنشره من بيانات ارتفاع رقمية على توسيع إستخدامة وبالرغم من محاولة USGS تعميم استخدام مصطلح DEM إلا ان هناك العديد من المصطلحات والمرادفات المستخدمة فى العالم تعادل مصطلح DEM & DTM ومنها Digital Height Model, Digital Ground Model & Digital terrain Elevation models. وربما يعزى ذلك إلى الإنتشار الواسع لهذه النماذج فى مختلف دول العالم. (خطاب، 2014، ص 421).

وبناء علىة إقترحت دراسة (خطاب، 2014، ص 421) إستخدام مصطلح النموذج الأرضى الرقمية DTM إذا كان النموذج يحتوى على بيانات تضاريسية وأخرى غير تضاريسية، ويمكن أن يأخذ تسمية تبعاً للبيانات التى يمثلها، فى حين يستخدم مصطلح نموذج المناسيب الرقمية DEM على النماذج الرقمية التى تحتوى فقط على الارتفاعات (مناسيب سطح الارض).





وبهذا يعد نموذج المناسيب الرقمية DEM أحد أنواع النماذج الأرضية الرقمية DTM كما ذكر (Rolf A. DeBy, Richard A. Knippers, 2001, p. 468) فى تعريفه لنموذج المناسيب الرقمية DEM على إنه نموذج مميز يندرج تحت النموذج الأرضى الرقمية DTM، حيث يقوم DEM بتخزين مناسيب التضاريس. بينما يشير نموذج DTM إلى وصف رقمى لتضاريس سطح الأرض، ويحتوى على معلومات وبيانات متعلقة بظواهرات ومعالم Features لسطح الأرض [3-1-1] نموذج السطح الرقمية DSM :

يشمل طبوغرافية سطح الارض وجميع المعالم الموجودة على سطح الارض سواء كان هذا المعلم طبيعى أو بشرى مثل الاشجار والمبانى.

[4-1-1] نموذج الارتفاع الرقمية DHM:

أقل شيوعاً؛ ولكنها مهم داخل GIS، ويستخدم لمعرفة، وحساب البعد الثالث 3d لذلك يستخدم DHM لحساب الإرتفاع فوق سطح الأرض وأى ظاهرة (Features) فوق سطح الأرض . ويتم حساب DHM من خلال حساب الفرق بين نموذجين DTM و DSM .

(2-1) إنتاج خطوط الكنتور من بيانات نماذج المناسيب الرقمية DEM المجانية:

أضحت نماذج المناسيب الرقمية واحدة من أهم مصادر الدراسات الجغرافية والجيومورفولوجية خاصة؛ ولا تقل أهميتها عن الخرائط الطبوغرافية والصور الجوية فى إنتاج خرائط الكنتور. فهي تتميز بعدد من المميزات منها:-

1-2-1: وفرة بياناتها، تعدد مصادرها، سهولة التعامل معها آلياً باستخدام برامج نظم المعلومات الجغرافية.

1-2-2: إمكانية تحديث بياناتها بسهولة وسرعة كبيرة، علاوة على أن بياناتها لا يمكن أن تتلف بمرور الزمن، مثلما يحدث للمصادر الورقية الأخرى والصور الجوية.

1-2-3: تتميز بقدرتها على حساب العديد من المتغيرات التضاريسية والجيومورفولوجية والهيدرولوجية بسرعة كبيرة، وبدقة ترتبط بخصائص النموذج المستخدم، فمثلاً يمكن استخدامها في اشتقاق خطوط الكنتور، ورسم القطاعات التضاريسية، وحساب درجات وإتجاهات الإنحدار وغيرها، وكل ذلك في وقت قصير جداً مقارنةً بالطرق التقليدية

1-2-4: سهولة إدخالها في قواعد بيانات نظم المعلومات الجغرافية كإحدى الطبقات المهمة عن خصائص سطح الأرض. وبالتالي سهولة القيام بتحليلات التتابع بينها وبين العديد من الطبقات الأخرى.

1-2-5 : ومن أهم ما يميز نماذج المناسيب الرقمية إنها تساعد مستخدميها في العديد من الدراسات في الوصول إلى تصنيف أولى للأشكال الأرضية في أي منطقة. (خطاب، 2014، ص 422)

ونتيجة للأهمية الكبيرة والتي أصبح لا غنى عنها لإستخدام DEM في الدراسات الجغرافية وحسب ما ذكره (خطاب، 2014، ص 425) أن عدد المستخدمين لتلك النماذج في الدراسات الجغرافية والجيومورفولوجية زاد من بحثين عام 1994 ليصبح 22 بحثاً في عام 2006، حتى أصبح لا غنى عنه اليوم في جميع الدراسات الجغرافية وعامل أساسي، ورئيسي في مرحلة جمع البيانات. لذلك كان من الأهمية في هذا البحث أيضاً أن نعتد على مثل تلك النماذج المجانية في اشتقاق خريطة كنتورية تمثل تضرس وطبوغرافية سطح الأرض.

(3-1) جودة نماذج المناسيب الرقمية Quality of Digital Elevation Models



تقاس جودة DEM بمدى دقة الارتفاع Accurate elevation فى كل خلية (الدقة المطلقة Absolute Accuracy)، ومدى دقة التمثيل المورفولوجى Morphology (الدقة النسبية Relative Accuracy).

العوامل التى تؤثر على جودة نموذج المناسيب الرقمية :-

1- تعقد التضاريس Terrain roughness

2- كثافة العينات (بيانات نقاط المناسيب)

3- دقة الشبكة (Grid) أو حجم الخلية

4- طريقة الاشتقاق Interpolation Method

(1-4) أنواع نماذج المناسيب الرقمية DEM:

[1-4-1] نموذج Grid:

شبكة DEM هى مصفوفة من الخلايا المربعة أو المستطيلة المتساوية المساحة. وتحمل كل خلية قيمة متوسطة ارتفاع سطح الأرض بداخلها. وترتبط قدرة grid على إظهار تفاصيل سطح الأرض على مساحة خلية أو ما يعرف بالدقة التوضيحية Resolution Accuracy. وكلما صغرت مساحة الخلية Pixel Size ارتفعت الدقة التوضيحية للنموذج وزادت قدرته على عرض تفاصيل سطح الأرض، والعكس صحيح .

تتميز نماذج المناسيب الرقمية الشبكية بالعديد من المميزات منها:

1) سهولة التعامل معها

2) كفاءتها الحسابية

3) وعدم شغلها لمساحات تخزينية كبيرة على ذاكرة الكمبيوتر.

ويمكن بسهولة وسرعة اشتقاق العديد من المتغيرات التضاريسية مثل درجات واتجاهات الانحدار، علاوة على إمكانية قراءتها وتحليلها فى أى حزمة من برامج نظم المعلومات الجغرافية.

إلا أنه يعاب عليها أن مساحة الخلية أو الدقة التوضيحية للنموذج تؤثر في المساحة التي يشغلها الملف على ذاكرة الكمبيوتر. كما تؤثر في جودة النتائج المستخلصة منه، كما يعيبها صعوبة معالجة بنيتة الشبكية للتغير الفجائي في الارتفاع، هذ يؤدي إلى ترك بعض تفاصيل سطح الأرض في المناطق شبة المستوية السطح. علاوة على ثبات مساحة الخلية في كل النموذج، ومن ثم لا يمكن تصغيرها في المناطق شديدة التضرس وتكبيرها في المناطق المستوية السطح، إضافة إلى أنه عادة ما يوجد بها عدد كبير من الحفر والقمم الزائفة (خلايا تحمل قيم إرتفاعات أقل أو أعلى من الخلايا المجاورة لها). لكن التطور في كفاءة الكمبيوتر، ومصادر الحصول على البيانات ساعد في التغلب على معظم هذه العيوب خاصة مع ظهور نماذج عالية الدقة التوضيحية، كما تم التغلب على ظهور الحفر والقمم الزائفة في هذه النماذج، عن طريق تطوير العديد من اللوغاريتمات الحديثة التي تعالج هذه المشكلات. كل هذا جعل من هذه النماذج أكثر إنتشاراً وإستخداماً (خطاب، 2014، ص ص 425-428).

#### [1-4-2] نموذج شبكة المثلثات الغير منتظمة الشكل TIN :

عبارة عن خليط من المثلثات غير المنتظمة الشكل وغير المتداخلة، والتي تمثل رؤوسها نقاط الإرتفاعات المستخدمة لإنتاجها. ويأخذ هذا النموذج شكل المثلثات المتجاورة غير المنتظمة الشكل وغير المتقطعة، حيث يتم توصيل كل ثلاث نقاط ارتفاع متجاورة ببعضها مع بعض ليتكون شكل المثلث، وتعرف عملية التوصيل هذه بعملية الإشتقاق. حيث يختلف إنتاج TIN بإختلاف طريقة الإشتقاق المنتج بها وبالتالي يختلف تمثيل سطح الأرض. تتميز نماذج TIN (شبكة المثلثات الغير منتظمة الشكل) بالعديد من المميزات منها :

1. أن كل نقطة به لها إحداثيات وارتفاع حقيقى، بينما مواقع نقاط الارتفاع في نموذج المناسيب الرقمية الشبكي هي مواقع ضمنية في بيانات النموذج؛ حيث تحمل كل خلية من خلاياة قيمة تمثل متوسط الارتفاع داخل حدود هذه الخلية في الطبيعة.



2. يتميز بإمكانية استخدام بيانات كثيفة للمناطق المتضرسة وتقليل كثافة البيانات بالمناطق الأقل تضرساً.
3. إمكانية رفع دقة النموذج عن طريق إضافة عدد آخر من نقاط الارتفاع ، بينما لا يمكن القيام بذلك فى نموذج المناسيب الرقمية الشبكية إلا عن طريق إعادة إنتاج النموذج وتصغير مساحته.

لكن يعاب على هذا النموذج صعوبة عمل موزيك لنموذجين منفصلين لمنطقتين متجاورتين، حيث يتطلب ذلك مجموعة من المعادلات المعقدة ، بينما يتم ذلك بسهولة مع نماذج المناسيب الرقمية الشبكية ذات الدقة التوضيحية المتساوية، يعيب هذا النموذج احتياجه إلى كمبيوتر عالي الكفاءة ، حيث يأخذ إنتاج النموذج واشتقاق أى متغير تضاريسى وقتاً طويلاً . علاوة على ان النموذج المنتج يأخذ مساحة كبيرة على ذاكرة الكمبيوتر حيث أن نموذج المناسيب الرقمية الشبكية يشمل عدد معين من النقاط يحتل مساحة 4 بايت على ذاكرة الحاسب الآلى فى حين يحتل نموذج شبكة المثلثات غير المنتظمة TIN المنتج بنفس هذه النقاط مساحة 68 بايت على ذاكرة الحاسب الآلى، وبالتالي يؤثر ذلك على سرعة تنفيذ الأوامر. وتزداد المشكلة تعقيدا مع المناطق الكبيرة المساحة والمناطق المتوفر لها بيانات ارتفاع كثيرة جدا .

#### [1-4-3] Point Cloud<sup>1</sup> :

نستطيع الحصول على بيانات الارتفاع الرقمية من خلال تجميع Point Cloud حيث تمثل القياسات فى شكل ثلاثى الابعاد وهى شائعة الاستخدام ومتاحة مثل بيانات الرادار ومن ثم القيام بالعمليات المعالجة للحصول على DEM من خلال تلك البيانات (Croneborg, 2015, p. 29)

<sup>1</sup> A point clouds is a set of vertices in a three-dimensional coordinate system

(5-1) أسس إختيار نموذج المناسيب الرقى :

يتم إختيار نموذج المناسيب الرقى طبقاً لثلاثة إعتبرات:

1. تبعاً لسهولة التعامل معه. ومستوى الدقة الإفقية والرأسية للنموذج ( درجة جودة النموذج)

2. تبعاً لطبيعة سطح الأرض.

3. تبعاً للتطبيقات التى سيستخدم بها النموذج.

(6-1) مصادر الحصول على نماذج المناسيب الرقمية:

يمكن الحصول على نموذج المناسيب الرقى بطرق عديدة ومن خلال عدة

مصادر للبيانات منهم على سبيل المثال. (داوود، 2012، ص 19)

(1-6-1) قياسات المساحة الأرضية بأجهزة الميزان أو المحطة الشاملة

Total Station أو أجهزة النظام العالمى لتحديد المواقع GPS ثم

نستخدم أحد برامج الكمبيوتر لإنشاء نموذج الإرتفاعات الرقمية للمنطقه.

(2-6-1) من الخرائط الكنتورية بعد ترقيمها على الحاسب الآلى. وفى

هذه النقطة يرى (الغامدى، 2005، ص 28) فى بحثه أن النتائج توصلت

إلى ان استخدام نماذج ارتفاع آلية بطرق التجسيم الجوى الفوتوجرامترى

بدرجة وضوح عالية قدر الإمكان، بدلاً عن النماذج المشتقة من خطوط

الكنتور. وكذلك إستخدام خرائط ذات مقياس كبير بقدر الإمكان.

(3-6-1) من الصور الجوية Aerial Photogrammetry.

(4-6-1) من مرئيات الأقمار الصناعية للإستشعار عن بعد Remote

Sensing Image.

(5-6-1) من نماذج المناسيب الرقمية العالمية المجانية. وهو أكثر

أنواع نماذج المناسيب الرقمية شيوعاً وإستخداماً فى السنوات القليلة

الماضية وذلك لعدة أسباب منها سهولة الحصول عليها ( من شبكة



(الإنترنت)، مجانية الحصول عليها، إنها نماذج عالمية تغطي كافة أرجاء اليابسة على سطح الأرض. وهناك عدة نماذج ارتفاعات رقمية عالمية متاحة مجاناً ومنها على سبيل المثال: نموذج GLOBE, ETOPO30m, ASTER, SRTM.<sup>21</sup>

يعد نموذجي الارتفاعات الرقمية ASTER & SRTM من أعلى النماذج المتاحة في الدقة المكانية Spatial resolution ، وأكثرها استخداماً في الدراسات الجيومورفولوجية الاجنبية والعربية (خطاب، 2014، ص 470). كما يعتبر مصدر مجاني للحصول على بيانات المناسب الرقمي. لكل المستخدمين حول العالم كما إنها تستخدم نماذج الارتفاعات الرقمية العالمية لإنتاج الخرائط الكنتورية لأي منطقة في العالم وذلك لسهولة ومجانية تحميل النماذج من الانترنت لذلك سوف نعتمد في هذا الفصل على هذا المصدر المجاني المفتوح، وبسبب تطور من قبل منتج هذه البيانات.

#### (7-1) الأخطاء في نماذج المناسيب الرقمية:

تناولت العديد من الدراسات موضوع الخطأ في نماذج المناسيب الرقمي. فعلى سبيل المثال، أوصت بعض الدراسات بالحد الشديد من استخدام نماذج الارتفاعات الرقمية المستخرجة من المرئيات المزدوجة في تقدير المتغيرات الطبوغرافية المشتقة مثل الإنحدار، وإتجاهات الإنحدار وغيرها؛ لأن استخدام نماذج غير صحيحة يؤدي إلى نتائج خاطئة خصوصاً مع الإمكانية الكبيرة لحدوث تراكم الأخطاء. وأشارت أيضاً إلى أهمية تطبيق طريقة مناسبة لترشيح أو تصحيح السطح قبل إستخراج المتغيرات المشتقة، وضرورة زيادة العمل لإيجاد عملية ترشيح مناسبة تضمن

<sup>1</sup> GTOPO30m تم إنتاجه عام 1996 ، وتبلغ مساحته تقريباً 1كم، ولم يتم تحديثه بعد ذلك. وتم بعد ذلك إنتاج SRTM عام 2004 وهو يعتبر أحدث منه ويتم تطويره وتحديثه باستمرار، من قبل الهيئة المنتجة له. (usgu.gov)

<sup>2</sup> GLOBE هو نموذج يغطي اليابس فقط وتعتبر دقته الرأسية مساوية لدقة GTOPO (usgu.gov)

سلاسة نمط الحفر والقمم فى النموذج مع الحفاظ على الفواصل الحادة فى المنحدرات مما يضمن فى النهاية تحسين تمثيل المظهر الطبعى للسطح الطبوغرافى.

كما أن العديد من نماذج الأرتفاع الرقى التى تنتجها هيئة المساحة الجيولوجية الأمريكية تعانى من وجود التشوهات الشريطية مما يحد من فائدتها خاصة الإصدارات التجريبية من نموذج المناسيب الرقى DEM. يجب معالجة البيانات المكانية مبدئياً وبدرجة كبيرة من الحذر من خلال الوكالات التى تقوم بجمعها، لإزالة الغموض الناتج عن التشوة. (الغامدى و السفرى، 2016، ص ص 98،99).

#### (1-8) تصنيف الأخطاء فى نماذج الإرتفاعات الرقمية:

تصنف الأخطاء داخل نماذج المناسيب الرقمية فى ثلاث مجموعات وذلك على النحو الآتى:

(1-8-1) تشوهات أو أخطأ كبيرة ( Artifacts, Gross error or Blunders): وهوعبارة عن قيمة شاذة تجعل القيم المرصودة غير متجانسة مع بقية الأرصاد المماثلة، ويعتبر أخطر أنواع الأخطاء وأشدها تأثيراً على دقة العمل فى حالة عدم إكتشافه. يتميز هذا النوع بأنه تشوة "جسيم" يتضح من خلال غياب بعض القيم، أو تطرف ملحوظ فى بعض القيم يفضي إلى تمثيل غير طبعى للظاهرة قيد التمثيل، مثل الحفر Sink التى قد توجد فى نماذج الإرتفاعات الرقمية. ويمكن إكتشافه بصرياً من خلال استخدام أدوات العرض الإستكشافية للبيانات أو من خلال فحص المنتجات المشتقة مثل سطوح الظلال لنماذج الإرتفاع الرقى. وتعد هذه التشوهات ذات أهمية خاصة لمتغيرات سطح الأرض المشتقة التى تمثل





مشتقات الدرجة الثانية مثل الانحدار والتقوس Curvatures وواجهة الإنحدار Aspect والمتغيرات الهيدرولوجية .

(1-8-2) أخطاء منتظمة (Systematic errors) : تظهر هذه الأخطاء في شكل منتظم، وتعكس هذه الأخطاء التحيز المتأصل في طريقة جمع البيانات، أو نتيجة لقيود الأساليب المستخدمة لأستخلاص نموذج المناسيب الرقمي، أو حساسية الخوارزمية لحساب المتغيرات. وقد تكون الأخطاء المنتظمة واضحة للعين المجردة من خلال تكرر نمط معين من القيم كأن تكون قيم عالية أو منخفضة على نحو ثابت أو متناقض أو متزايد على محاور أو اتجاهات معينة مثلما قد يظهر في المرئيات الفضائية، وإحياناً قد يصعب اكتشافها من خلال الفحص البصري للتمثيل، مما يستلزم الكشف عنها بأساليب إحصائية أكثر تطوراً.

(1-8-3) أخطاء عشوائية (Random errors) أو تشويش (Noise) : تعد هذه الأخطاء أصعب أنواع الأخطاء كشفاً في البيانات المكانية. وترتبط الأخطاء العشوائية بأخطاء القياس أو الرصد. هذا النوع ذو صلة في الحقيقة بنماذج الارتفاع الرقمي المنتجة من التصوير القائم على الاستشعار عن بعد. ورغم أنه من الصعب، وبشكل عام، إكتشاف الأخطاء أو التشوهات بصرياً في نماذج الارتفاع الرقمي إلا أنه يمكن ملاحظتها من خلال القيم المفقودة أو المتطرفة أو غير الواقعية من خلال أدوات الاستكشاف التحليلي للبيانات الأصلية وكذا من خلال فحص المنتجات . وكل ذلك لا بد أن يكون معززاً بخبرة المستخدم خصوصاً في ظل معرفة بالواقع المراد تمثيله أو دراسته (الغامدي و السفري، 2016، ص ص 99،100).

(1-9) معالجة و بناء الفجوات الخالية من البيانات في نماذج المناسيب الرقمية:

تعد عمليات فحص ومعالجة نموذج المناسيب الرقمي من أهم المراحل التي يلزم تنفيذها قبل إجراء أى نوع من أنواع التحليل عليها، إذ تهدف عملية المعالجة

إلى تمثيل نموذج المناسيب الرقمية للواقع الطبوغرافي بأكبر قدر ممكن من الواقعية والصحة؛ وذلك لمساهمتها في إزالة التشوهات التي حدثت أثناء عملية إنتاج النموذج. وعلى الرغم من أن تصحيح هذه التشوهات يعد مطلباً قبل إجراء كثير من عمليات التحليل واستخراج متغيرات أساسية للسطح الطبوغرافي، إلا أن هذا التصحيح يسهم في كل الأحوال في إخراج السطح الطبوغرافي في صورة أقرب إلى الشكل الذي هو عليه في الواقع. فعلى سبيل المثال: لا يمكن أن نرى في الطبيعة مظاهر طبيعية كالتلال مثلاً في أشكال هندسية معمارية، بل هناك قدر من السلاسة في التدرج من قيمة ارتفاع إلى أخرى. وحينما نستخرج أو نبني نموذجاً رقمياً للارتفاع لابد من وضع هذه الملاحظة وغيرها في الاعتبار لتحديد أيهما يعد مظهراً أو معلماً طبيعياً وأيهما خلاف ذلك. ولا تتبين مثل هذه التشوهات إلا من خلال اساليب عرض مثل سطوح الظلال لنماذج الارتفاع الرقمية، أو اشتقاق خطوط الكنتور من هذه النماذج. (الغامدى و السفري، 2016، ص 96).

عملية بناء الفجوات (هي الخلايا التي لا تحتوى على قيمة منسوب) التي توجد داخل النموذج الرقمية، يتم معالجتها بالوصول إلى سطح رقمي متجانس الخلايا، خالى من العيوب، والفجوات والفراغات وبالتالي سيمكننا من بناء سطح طبوغرافي يمثل التضاريس بشكل اكبر مما هو عليه بالواقع. كما تعتبر هذه العملية أسلوباً علمياً بسيطاً ورخيصاً يمكن اعتماده من قبل مستخدمي نماذج المناسيب الرقمية قبل القيام بأى تحليلات طبوغرافية بواسطة نماذج المناسيب الرقمية. وعلى الرغم من إنتشار وعالمية SRTM إلا أن بعض المناطق قد تفتقد للبيانات مسببة بذلك فراغات خالية من القيم الرقمية للبيانات وذلك بسبب وجود الأسطح المائية أو بسبب التشويش الحاصل في الغلاف الجوى، كما نجد أن معظم هذه الفجوات والفراغات تتركز بشكل كبير على امتدادات الأنهار والبحيرات او في المناطق الحادة الإنحدار وعلى جوانب الجبال بسبب الظلال الناتجة عنها.



ومما لا شك فيه أن وجود هذه الفجوات في النموذج الرقمي للمناسيب قد تمنع إتمام تحديد مسارات خطوط الكنتور بشكل كامل وهي لازمة لتمثيل طبوغرافية تضاريس سطح الأرض بشكل اقرب ما يمكن إلى الواقع. وأسباب حدوث هذه الفجوات في البيانات الأصلية قد يكون بسبب ما يلي : (الحمامي، 2010، ص ص 318-320)

1- عجز الرادار في مكوك الفضاء من تسجيل بيانات نقطة أرضية معينة ويعزى السبب إلى وجود وعورة في التضاريس الأرضية مترافقة مع طيات أو تكوينات جيولوجية أرضية تعيق الأشعة الرادارية من النفاذ إلى مستوى سطح الأرض الفعلي فتظهر على شكل فجوات نتيجة لخلوها من البيانات.

2- التشويش العمودي العشوائي بسبب وجود بعض الأغشية الأرضية كالأبنية والبنى التحتية التي ينشئها الإنسان.

3- الإشعاعات الرادارية المنعكسة والمرتدة من بعض الأجسام الأرضية كالعمرات والأبراج والمباني العالية والسطوح المعدنية والمائية مسببة أخطاء في قياس إرتفاعات بعض النقاط نتيجة لارتداد الشعاع الراداري أكثر من مرة على هذه الأجسام الأرضية لكن تأثير هذا الخطأ يقل كثيراً في المناطق المفتوحة الواسعة السهلية لقلة وجود هذه المعرقلات فيها.

لذلك كان يجب وضع أسلوب تقني لإزالة هذه العيوب بطريقة لا تقلل من قيمة الدقة في البيانات الأصلية، وكذلك التحسين في دقة النتائج المستخلصة من هذه البيانات، حيث طريقة تصحيح وبناء الفجوات هندسياً على نموذج المناسيب الرقمي والتي وفرت دقة كبيرة وناجحة في تحليل إحصائي للدراسات، وبدقة نتائج جيدة بحيث يمكن أن تخدم الدراسات العلمية المختلفة.

ثانياً: نماذج المناسيب الرقمية المجانية المتاحة على موقع USGS :

(1-2) نموذج المناسيب الرقمي ASTER Global Digital Elevation Model (GDEM) :-

إشترك كلاً من وزارة الاقتصاد والتجارة والصناعة اليابانية مع وكالة الفضاء الأمريكية (NASSA) وتم إطلاق أول إصدار من النموذج العالمي الرقمي للإرتفاعات على سطح الأرض GDEM فى 29 يناير 2009م حيث أنتج 1.7 مليون صورة مع جمع بيانات طبوغرافية رقمية لسطح للأرض وقد تم الحصول عليها باستخدام "تقنية قياس الانعكاس الراديومتري الحرارى المحمول فضائياً أو Advanced Space borne Thermal Emission and Reflection Radiometer (ASTER GDEM) . كما إنها متاحة مجاناً للمستخدمين حول العالم من خلال موقع وكالة ناسا للفضاء على شبكة الانترنت فى الرابط <http://www.asterweb.jpl.nasa.gov/data.asp> . حيث شملت من دائرة عرض 83 شمالاً إلى دائرة عرض 83 جنوباً أى (166 دائرة عرضيه)، وتم تحديث الإصدار الأول بإطلاق الإصدار الثانى فى اكتوبر 2011 لتزويد بصور Scenes اكثر لتغطية المناطق الخالية من البيانات Fill in missing dy Data. واهم ما يميز هذه التقني أنها تتيح التصوير المزدوج ( وجود تداخل بين كل صورتين متتاليتين (Overlapping) مما يمكن من إستنباط مناسيب المعالم المكانية (داوود، 2014، ص153).

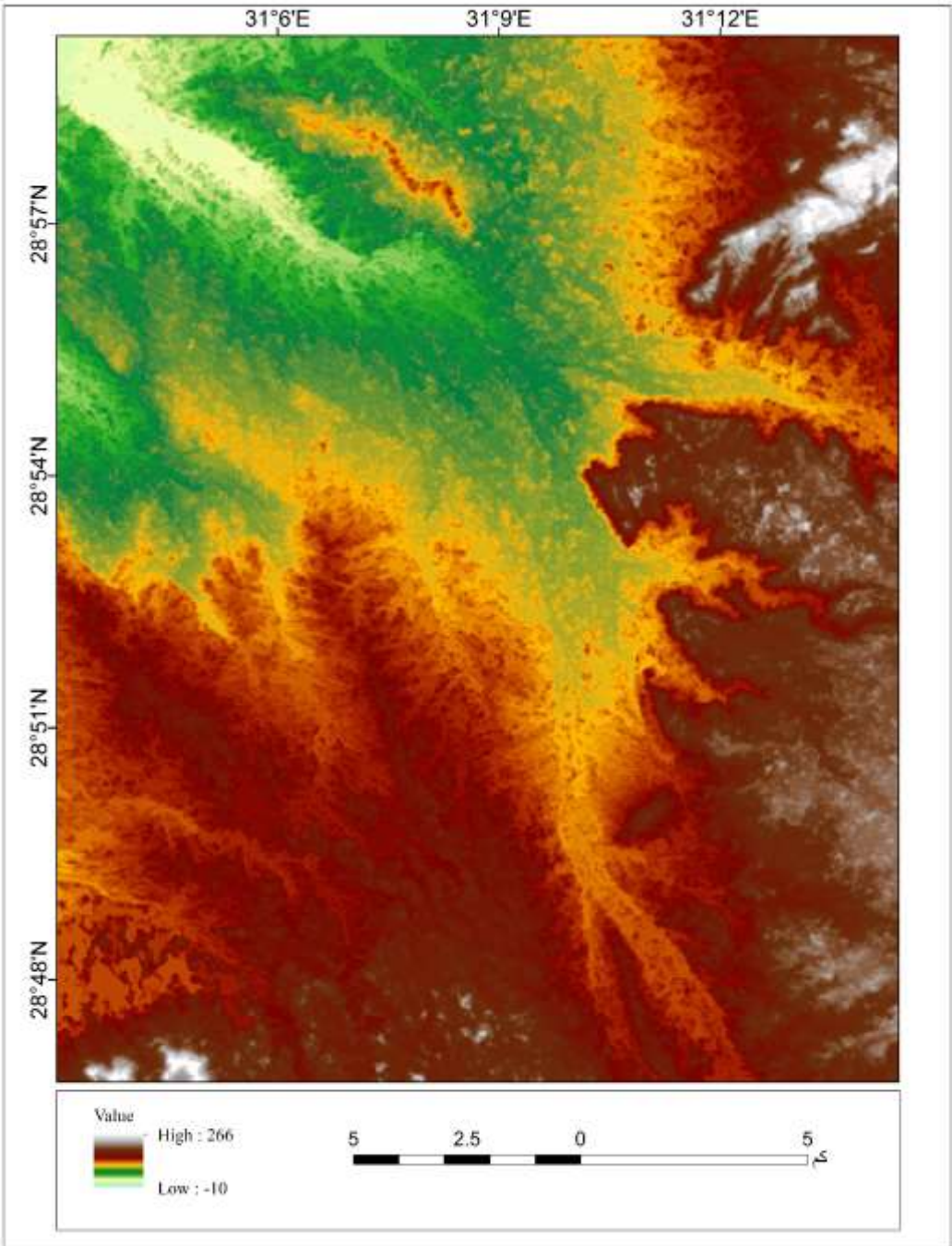
يوجد حالياً ثلاث إصدارات من نموذج ASTER GDEM، نشر الإصدار الأول GDEM-1 فى يناير 2009، ونشر الإصدار الثانى GDEM-2 فى أكتوبر 2011. وقام فرق عمل من كلا الجانبين اليابانى والولايات المتحدة بتقييم هذين الإصدارين، ونشرت تقارير التقييم، وخلصت إلى أن الإصدار الأول تكثر به العديد من الأخطاء خاصة ظاهرات الحفر والقمم الزائفة ، وقد حلت معظم هذه الأخطاء فى الإصدار الثانى GDEM. حيث أشارت وزارة الاقتصاد والتجارة والصناعة اليابانية ووكالة ناسا الأمريكية فى نهاية ملف التقييم المرفق مع أى بلاطة يتم تحميلها من النموذج، إلا أن الإصدار الأول نسخة تجريبية Experimental تكثر بها الأخطاء مثل خلايا قد تحمل قيم ارتفاع شاذة وخلايا مفقودة القيم بالإضافة إلى أخطاء الاشتقاق كالحفر والقمم والحافات الزائفة ويجب الحرص عند إستخدام بلاطات هذا الإصدار ASTER GDEM v1. (خطاب، 2014، ص 456).



وفي عام 2016 اطلق الإصدار الثالث من ASTER GDEM حيث تم إضافة قاعدة بيانات تحدد حدود الظاهرات المائية (الانهار، البحيرات،...) اطلق عليه ASTER Water Body Data Set وإختصارها (ASWBD) (Abrams, 2016, p. 108). أصدر الإصدار الثالث من النموذج الرقمي العالمي للمناسيب GDEM بدقة مكانية 30م تغطي سطح الأرض من 82 درجة شمالاً إلى 82 درجة جنوباً مع تحسين وتطوير أكثر من الإصدارين السابقين له. (NASA/METI/AIST/Japan Spacesystems, 2018, p. 2)

وتعتمد الدراسة الحالية على الإصدار الثاني (ASTER GDEM2\_N28 (031\_dem) E. وتم تحميله من موقع <http://www.gdem.ASTER.ersdac.or.jp> وتم قطع لوحة "وادي سنور NH36 A6c" منها. الشكل رقم (1) يوضح نموذج المناسيب الرقمي ASTER GDEM v2.

يتم حساب الإرتفاعات المسجلة في كل خلية من خلايا نموذج ASTER GDEM v2 من متوسط الإرتفاع المقاس من عدد من صور ASTER المتراكبة بعضها فوق بعض، ويتم حساب الإرتفاع في بعض الخلايا من صورة واحدة وخلايا أخرى من متوسط الإرتفاع المقاس من عدة صور. (خطاب، 2014، ص 458)



المصدر: إعداد الباحثة



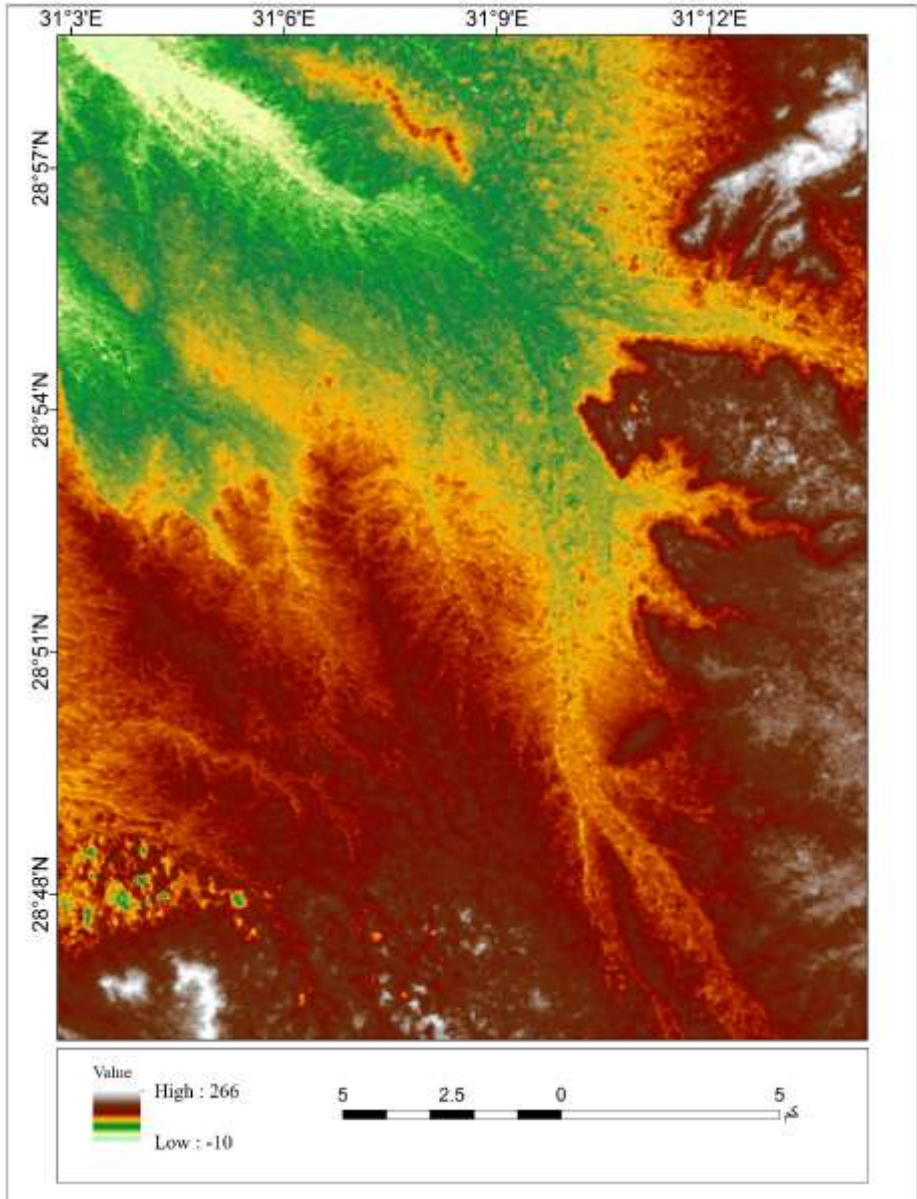
شكل (1) نموذج المناسيب الرقمي ASTER GDEM v2 للوحة وادي سنور مقياس رسم 1:50.000

وهناك عدة ملاحظات عامة على نموذج ASTER GDEM v2 منها:

- (1) تتميز كل بلاطات Tiles بأنها انتجت من مصدر واحد .
- (2) يساعد النموذج على المقارنة الموضوعية بين الخصائص الجيومورفولوجية للعديد من الأشكال الأرضية وبالتالي رصد التغيرات في خصائص الأشكال التضاريسية بطريقة كمية دقيقة.
- (3) عادة ما توجد مجموعة من الخلايا تحمل قيم ارتفاعات شاذة ، وقد يرجع ذلك لوجود غطاءات من السحب في أجزاء من الصور ASTER . وبالرغم من أن الإصدار الثاني تم تحسينه باستخدام 260 ألف صورة ASTER جديدة، إلا أن هناك عدداً من الأخطاء وكل هذه الأخطاء ناتجة من عملية الإشتقاق والمنهجية التي استخدمت في حساب الارتفاعات وايضاً عدد الصور المستخدمة في حساب الارتفاعات في كل خلية وتكثر في الإصدار الاول وتقل في الإصدار الثاني ولكن من الضروري التأكد من خلو النموذج من القيم الشاذة والظواهر الزائفة. (خطاب، 2014، ص 463) لذلك قمنا بعمل معالجة لنموذج المناسيب الرقمية ASTER GDEM v2 من خلال استخدام برنامج ARC GIS 10.3 والقيام بعمل Fill Processing

ويوضح الشكل رقم (2) نموذج المناسيب الرقمية ASTER GDEM v2 للوحة وادي سنور NH36 A6c بدون معالجة، كما يوضح الشكل رقم (3) بعد عمل المعالجة Fill to Missing Value Data حيث قام البرنامج بعمل معالجه خلايا النموذج والتأكد من وجود قيمة في كل خلية في. وبذلك التأكد من خلو النموذج من القيم المفقودة والعمل على تحسين النموذج وبالتالي المخرجات والنتائج.



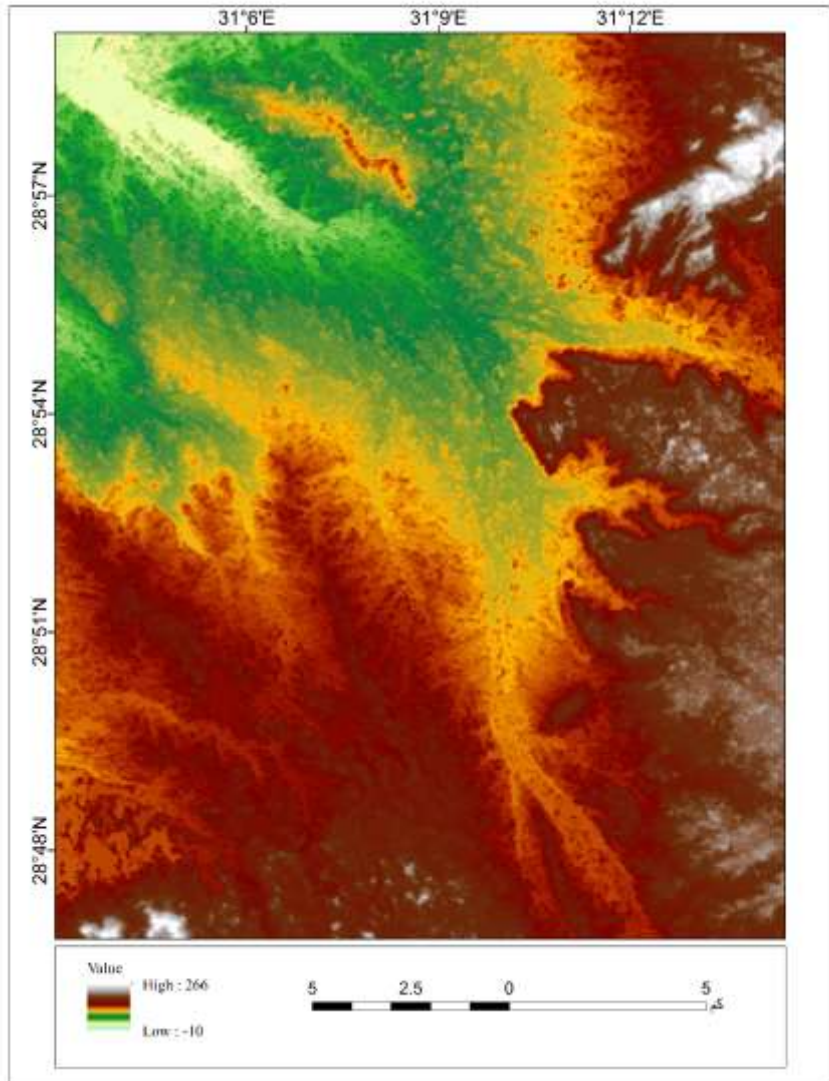


المصدر: إعداد الباحثة

شكل (2) مقارنة بين الدقة المكانية لنموذج الارتفاع الرقمي ASTER GDEM v2

قبل عمل المعالجة للقيم المفقودة داخل الخلايا للتأكد من جودة النموذج





المصدر: إعداد الباحثة

شكل (3) مقارنة بين الدقة المكانية لنموذج الارتفاع الرقمي ASTER GDEM v2

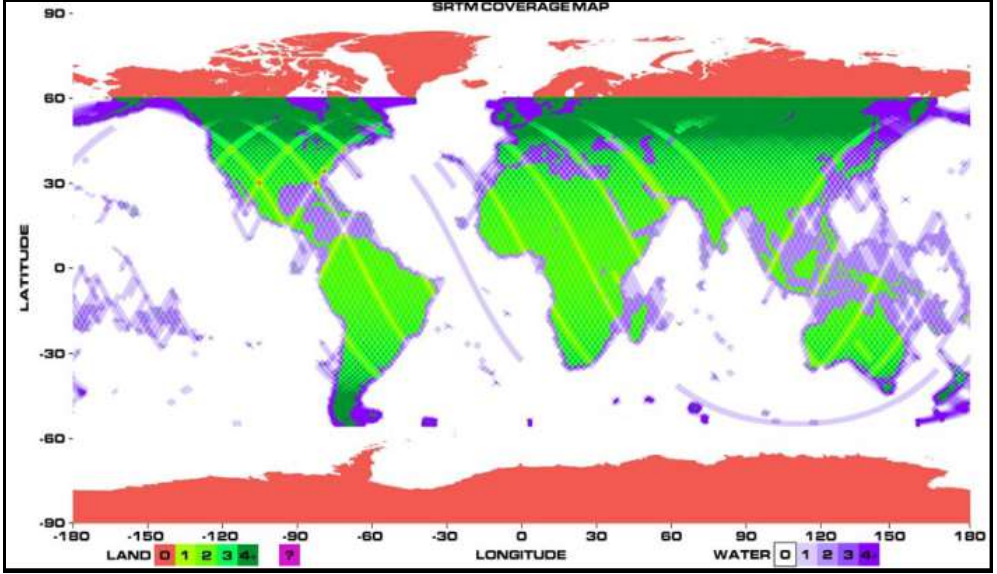
بعد عمل المعالجة للقيم المفقودة داخل الخلايا للتأكد من جودة النموذج

## (2-2) نموذج المناسيب الرقمي Shuttle Radar SRTM DEM -:Topography Mission

قبل إطلاق ASTER GDEM ، كانت هناك بيانات SRTM DEM ومتاحة لعامة المستخدمين مجاناً على الانترنت بشكل كامل. حيث أطلق في فبراير عام 2000م مكوك الفضاء الذى تم إنتاجه بتعاون بين كلاً من الوكالة القومية للإستخبارات الأرضية المكانية الأمريكية، ووكالة ناسا الأمريكية NASA، ومركز الطيران والفضاء الألماني GAC<sup>1</sup>، ووكالة الفضاء الإيطالية. (خطاب، 2014، ص 464) .

وضع على متن هذا المكوك جهاز رادار خاص لقياس مناسيب سطح الأرض لمعظم أجزاء اليابسة (من دائرة عرض 57 جنوباً إلى دائرة عرض 60 شمالاً) وأطلق على هذه المهمة أسم " مهمة الرادار الطبوغرافي بمكوك الفضاء Shuttle Radar Topography Mission وإختصارها (SRTM) ومن خلال قياسات ونتائج هذه المهمة التى استغرقت 11 يوم أمكن تطوير نموذج مناسيب رقمى يوضح تضاريس سطح الأرض بدرجة تميز مكانى مختلفه 900م، 90م، 30م. وهذه النماذج متاحة للتحميل مجانى من على الرابط (<http://www.jpl.nasa.gov>) (داوود، 2012، ص195). والشكل التالى رقم (4) يوضح المناطق التى شملتها مهمة المسح الرادارى SRTM .

<sup>1</sup> German Aerospace Center وتعرف أيضاً ب DLR هو المركز الوطنى لأبحاث الفضاء والطاقة لجمهورية المانيا الإتحادية تأسست عام 1969م



المصدر: (Chirico, 2004, p. 9)

الشكل (4) يوضح المناطق التي شملتها مهمة المسح الرادارى SRTM

يظهر من الخريطة إن نموذج SRTM يشمل من دائرة عرض 60 درجة شمالاً إلى 57 درجة جنوباً فبذلك نجد كتلة كبيرة من سطح الارض مفقود بيانات ارتفاع رقمية عنها وهى المناطق شمال خط عرض 60 درجة شمالاً مثل جرينلاند، وشمال كندا، وشمال اوربا، وشمال آسيا، والاسكا ايضاً، وكذلك قارة انتركاتيكا ( لكن يتم تغطيتهم من خلال ASTER GDEM . (Abrams, 2016, p. 2)

يوجد من نموذج SRTM DEM ثلاث مستويات تبعاً للدقة المكانية :

المستوى الأول: يعرف بنموذج SRTM-30 arc second وتبلغ دقته المكانية 1×1 كم، وهو متاح مجاناً لكل الكرة الارضية.

المستوى الثانى: نموذج SRTM-3 arc second وتبلغ دقته نحو 90 × 90 م، وهو متاح مجاناً لنحو 80 % من يابس العالم.

المستوى الثالث: نموذج SRTM-1 arc second وتبلغ دقته المكانية نحو 30 × 30 م، وهو متاح مجاناً للولايات المتحدة فقط. وأنتجت هذه النماذج من التصوير

الرادارى لسطح الأرض باستخدام مكوك الفضاء الامريكى Endeavor. ويمثل نموذج SRTM أول نموذج ارتفاع رقمية شبكية تنتج لمعظم الكرة الارضية بدقة مكانية عالية. ويمكن تحميلها من الموقع <http://dds.cr.usgs.gov/srtm>.

تم النشر فى 3-12-2015 على موقع APPLLO MAPPING.com أن بيانات SRTM ذات الدقة التوضيحية 30م أصبح متاح لكل أنحاء العالم ، وشمال أفريقيا وجنوب أمريكا أيضاً .ومعظم أنحاء أوروبا ومن الممكن أن يتم انزال هذه البيانات من على موقع USGS Erath Explorer وتحديد SRTM 1ARC Second dataset

يوجد حالياً أربعة إصدارات من نموذج SRTM وجميعها متاحة مجاناً على الانترنت؛ حيث قامت الهيئات المنتجة بتحسينه، وحل العديد من المشكلات التى تظهر به. وتتم عملية التحسين بصورة دورية.

الإصدار الأول: لم تتم عليه أى معالجة ، ويعرف بغير النهائى unfinished ونشر فى 2002، ومن عيوبه كثرة الخلايا المفقودة القيم؛ يعتبر تجريبى.

الإصدار الثانى: وهو إصدار معالج ومحرر، ويعرف بالنهائى، وتم فيه حل العديد من المشكلات التى ظهرت بالإصدار الأول ، ونشرته الوكالة القومية للإستخبارات الأرضية المكانية الأمريكية NGA فى 2006، ومن عيوبه وجود بعض المناطق التى لم تحل مشكلاتها، وتم تحديثه وإستبداله بنسخة معدلة عام 2009 وتعرف بملحق الإصدار الثانى.

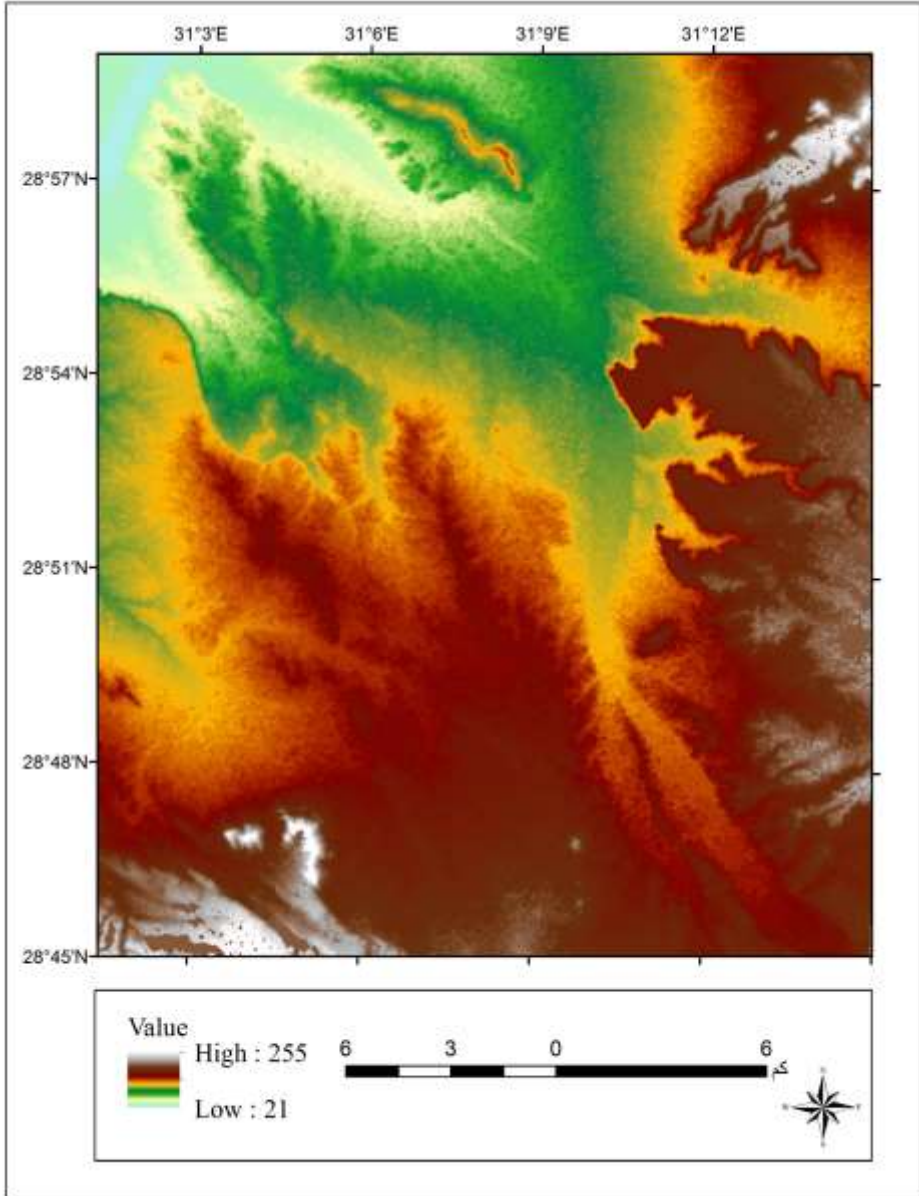
الإصدار الثالث: نشر اتحاد المعلومات المكانية والمجموعة الاستشارية للإبحاث الزراعية الدولية الإيطالية CGIAR\_CSI واستخدمت به طرق اشتقاق متطورة لتعديل العديد من مشكلات الإصدار الثانى، ومن مشكلاته وجود زحزحة أفقية لمواقع الخلايا.

الإصدار الرابع: نشره CGIAR\_CSI ، وتم فيه حل مشكلة الزحزحة الأفقية التى تظهر بالإصدار الثالث، ويتسم بأنه خالى تماماً من الخلايا المفقودة القيم. (خطاب، 2014، ص 464).

وتقوم الدراسة على تقييم ومقارنة كلاً من نموذج SRTM -1 v 4.1 و SRTM v2 والذى تم انزالهما من موقع <http://srtm.csi.cgiar.org>



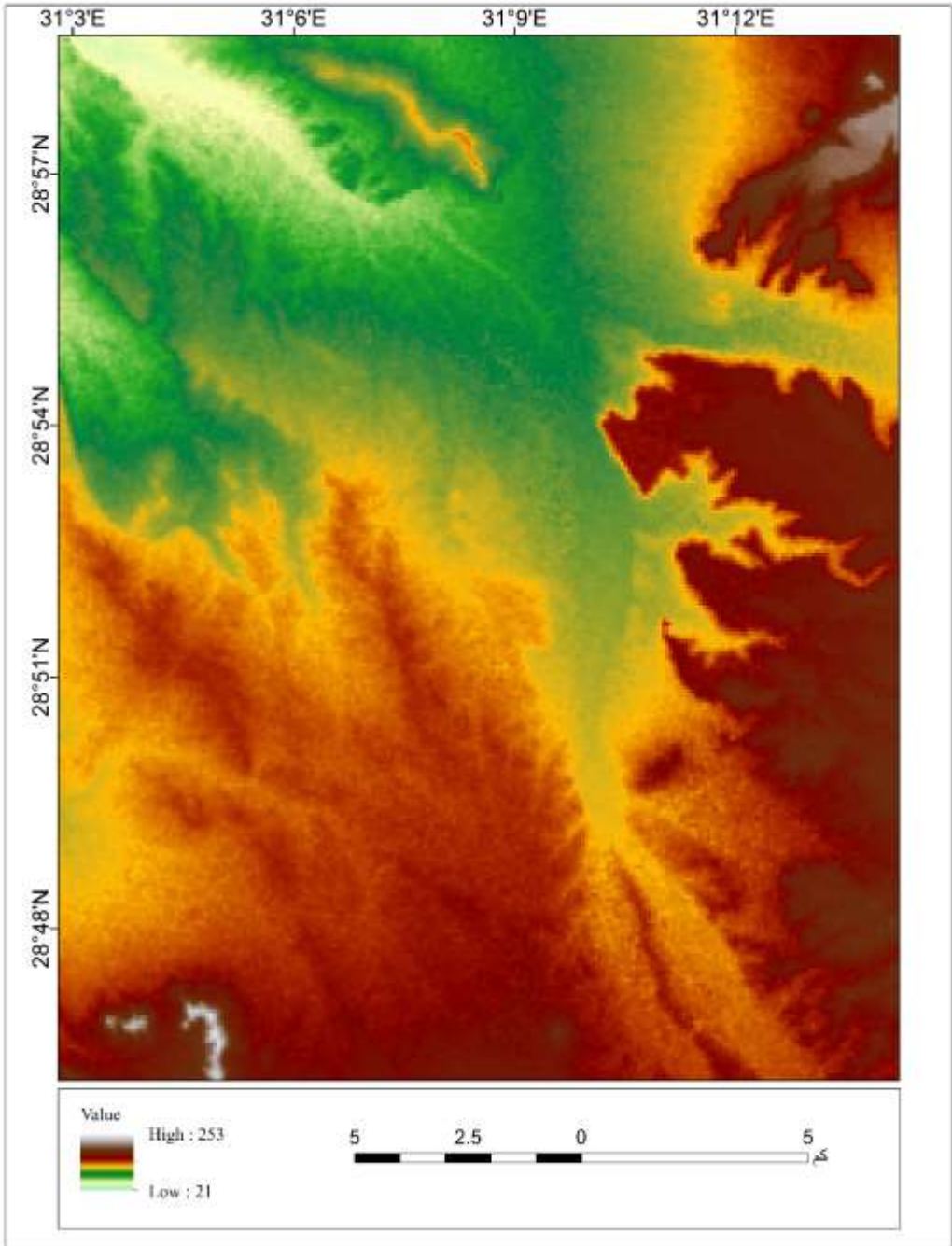
والإعتماد على كلا الإصدارين في اشتقاق خطوط الكنتور وتقييم، إلى أى مدى تصل دقة وجودة هذه النماذج ومن ثم الإعتماد عليها فى انتائج خرائط كنتورية بمقياس رسم 1:50.000 وفاصل رأسي 10م. ويوضح الشكل رقم(5) نموذج SRTM v2 (أ)، و نموذج SRTM -1 v4.1 (ب)



المصدر: إعداد الباحثة



شكل (5) (أ) يوضح نموذج SRTM v2



المصدر: إعداد الباحثة



## شكل (5) (ب) يوضح نموذج SRTM v4.1

وهناك ملاحظات عامة عن نموذج SRTM نوضح منها:-

- 1- توجد أربعة إصدارات من نموذج SRTM ويعد الإصداران الأول والثالث غير صالحان تماما، بينما الإصدار الثاني ، والإصدار الرابع أفضل هذه الإصدارات، ولذا من الضروري على الباحثين قبل إستخدام بيانات نماذج المناسيب الرقمية DEM التعرف على إصدار هذا النموذج.
- 2- يتم إنتاج نموذج 3- SRTM من صور رادارية ، ويتميز الرادار بقدرته على إختراق السحب الكثيفة والتصوير إثناء الليل، ولذا لا تمثل السحب والظلام عائقاً أمام جمع البيانات، هذا على عكس باقى بيانات الإرتفاعات المنتجة من الصور الجوية وصور الاقمار الصناعية، والتي تتأثر بغطاء السحب وسطوع أو أختفاء ضوء الشمس، ولهذا قد تكون غير صالحة فى حساب الإرتفاعات فى بعض المناطق.
- 3- تنتشر فى النموذج الخلايا المفقودة القيم، وتكثر به الفراغات والقمم الزائفة خاصة فى الإصداران الاول والثالث.، وعادة ما تتواجد هذه الفراغات فى المناطق شديدة الإنحدار التى لا تواجه إشارات الرادار، وكذلك توجد فى المناطق ناعمة النسيج كأسطح المائية والمناطق الرملية، وكذلك مناطق الحجر الجيري؛ حيث تعمل على عكس إشارة الرادار بشكل مبغثر وبطاقة ضعيفة لا تمكنة من حساب الإرتفاعات. وبالرغم من قيام وكالة الإستخبارات الأمريكية (NGA) بملاأ العديد من الفراغات فى تلك الإصدارات إلا إنه يوجد بعض من الحفر والقمم الزائفة. لذا يجب على المستخدم للنموذج أن يقوم بحصر ومعالجة الخلايا المفقودة القيم والحفر والقمم الزائفة قبل إستخدام النموذج فى اى تطبيق(خطاب، 2014، ص 468).

### ثالثاً: الدقة الرأسية Vertical Accuracy لكلا من SRTM & ASTER -

الموقع الرسمي للوكالة الامريكية (ناسا) يحدد دقة نموذج الإرتفاعات الرقمية العالمية SRTM بقيمة تتراوح بين  $\pm 6 - 10$  متر على المستوى العالمي، ودقة نموذج الإرتفاعات الرقمية العالمي ASTER بقيمة تتراوح بين  $\pm 7 - 14$  متر على المستوى العالمي. اي أن قيمة منسوب أي نقطة مستنبطة من نموذج الإرتفاعات الرقمية SRTM تحتمل خطأ متوقع قيمته تتراوح بين 6 و 10 امتار ، بينما قيمة منسوب أي نقطة مستنبطة من نموذج الإرتفاعات الرقمية ASTER تحتمل خطأ متوقع قيمته تتراوح بين 7 و 14 متر. اي أن هذه الدقة الرأسية تناسب مع الخرائط الكنتورية التي بها الفترة الكنتورية تساوى أو اكبر من 10 متر. اما دقة تلك النماذج داخل جمهورية مصر العربية فتبلغ دقتها عدة أمتار ( $\pm 6$ م لنموذج ASTER و  $\pm 9$ م لنموذج SRTM مما يدل على إنها مناسبة للتطبيقات الاقليمية والخرائط الطبوغرافية ذات مقاييس الرسم المتوسطة والصغيرة (1:25.000 و 1:50.000) (داوود، 2014، ص ص 255، 254) .

تم حساب الجذر التربيعي لمتوسط الخطأ الرأسى لنموذج ASTER GDEM v2 هو 12م ومتوسط الخطأ الأفقى يساوى 6م مما يوضح التحسين من جودة الإصدار الثانى عن الإصدار الأول. (Alganci, 2018, p. 4)؛ وهنا مجموعة من الدراسات التي قامت على تقييم دقة نموذج المناسيب الرقمية العالمى ASTER GDEM v2 ونموذج المناسيب الرقمية SRTM DEM نعرض بعض منها فيما يلى:

[1] دراسة (Elkhrachy, 2017) التي هدفت إلى تقييم جودة نماذج المناسيب الرقمية ASTER GDEM و SRTM باستخدام نقاط مرجعية - نقاط المناسيب - من الخريطة الطبوغرافية مقياس رسم 1:10000 توصلت إلى أن الدقة الرأسية





**Vertical Accuracy** لنموذج **ASTER GDEM** تساوى  $\pm 7.97$  م ، ولنموذج **SRTM** تساوى  $\pm 6.87$  م. كما توصلت الدراسة إلى الدقة الرأسية المطلقة لنموذج **SRTM** أفضل من التي منشورة بالدليل الرسمي له فهي  $\pm 16$  م فى الدليل. ووصت الدراسة إلى إمكانية استخدام بيانات مناسيب النموذج الرقمية فى تطوير وتحديث الخريطة الطبوغرافية؛ ولكن باستخدام فاصل كنتورى لا يقل عن 16م حيث طبقا لمعايير الدقة الرأسية فى بيانات المناسيب والارتفاعات يجب ان يكون 90% من نقاط المناسيب ضمن نصف الفاصل الكنتورى. وهى بذلك تتناسب مع مقياس الخريطة الطبوغرافية ذات المقياس 1:50.000 حيث يكون الفاصل الكنتورى بها 20م (إنتاج الهيئة العامة للمساحة).

[2] دراسة (Mukherjee, Ghosh, & Mukhopadhyay, 2013) قامت على تقييم نماذج المناسيب الرقمية المجانية مثل **ASTER GDEM** و**SRTM** وتقييم مشتقاتها من البيانات مثل الخريطة الكنتور وخريطة الاتجاهات اعتمادا على نقاط المناسيب من الخريطة الطبوغرافية التى جمعت بياناتها من المسح الأرضى ، فكانت نتائج الدراسة بشكل عام أن الدقة الرأسية والتي تم حسابها من خلال استخدام **RMS Error** وصلت إلى 12.62م لل**ASTER** و 17.76م لل**SRTM** . وتوصل إلى مستوى التوافق والملائمة بين بيانات الخريطة الطبوغرافية وكلا من نماذج المناسيب المجانية كان لل**ASTER** 0.982 و لل**SRTM** 0.976 وكان الترابط بين **ASTER** و ارتفاعات الخريطة الطبوغرافية أعلى من **SRTM** مما يدل على أن دقة **ASTER GDEM** أفضل من **SRTM** .

[3] دراسة (Athab, 2010) قامت على تقييم دقة نموذج الارتفاع الرقمية SRTM -DEM باستخدام قياسات GPS وتقنيات نظم المعلومات الجغرافية GIS؛ من خلال المقارنة مع نقاط معلومة المنسوب ذات دقة عالية تم الحصول عليها بواسطة GPS. نتائج التحليلات الإحصائية لهذه الدراسة توصلت إلى أن الجذر التربيعي لمتوسط الخطأ (RMSE) فى بيانات SRTM تساوى 5.15م والانحراف المعياري للخطأ (SD) يساوى 3.93 م .

[4] دراسة (Czubski, 2013) والتي وضحت تأثير دقة كلا من نموذجي SRTM و ASTER GDEM على نمذجة الهيدرولوجية والطبوغرافية. فقامت على فحص بيانات الارتفاع الرقمية العالمية SRTM و ASTER وتقييم الدقة الرأسية لظواهرات سطح الأرض، فتوصل البحث إلى أن الدقة الرأسية للـ SRTM (12.05م) أفضل من ASTER (17.43م)؛ ولكن كلاً منهما يسمح بإستخراج ظواهرات سطح الأرض وبدقة متشابهة فى المناطق الخفيفة والمتوسطة الانحدار.

### (1-3) التقييم الإحصائي لنموذج ASTER GDEM:

من خلال ما ذكره (خطاب، 2014، ص456) أن التقييم الإحصائي لنماذج المناسيب الرقمية يتطلب توفر نقاط جيوديسية من الدرجة الأولى لا تزيد نسبة الخطأ بها عن بضعة سنتيمترات، أو استخدام نقاط GPS لا تقل دقتها عن بضعة سنتيمترات؛ وذكر أيضاً عدم توفر تلك البيانات بشكل مجاني من الهيئات المساحية فهي باهظة الثمن. لذا ستعتمد الدراسة فى التقييم الإحصائي على النتائج التي توصلت إليها فرق التقييم الأمريكية واليابانية؛ وبالطبع هذه النتائج تعطى مؤشراً جيداً عن دقة نموذج ASTER GDEM v2.



### (3-1-1) المقارنة مع نماذج مناسب رقمية أخرى عالية الدقة:

على المستوى العالمي قامت وكالة الإستخبارات المكانية الأمريكية (NGA) <sup>(1)</sup> بمقارنة 284 بلاطة من نموذج ASTER GDEM v2 مع نموذج SRTM-1 وذلك في 20 منطقة جغرافية موزعة في 16 دولة، حيث بلغ متوسط خطأ الارتفاع Mean Error Height -1.57م والإنحراف المعياري 8.83م وتتحسن هذه النتائج في المناطق الأرضية العارية، حيث بلغ متوسط خطأ الإرتفاع 0.7م، والجذر التربيعي لخطأ الارتفاع 7.2م بينما ترتفع الأخطاء في المناطق التي توجد بها غطاء أرضي عال وكثيف كالغابات. وفي المناطق الجبلية شديدة الإنحدار حيث بلغ 6.1م (خطاب، 2014، ص 457).

### (3-1-2) المقارنة مع نقاط ارتفاع مرجعية :

أستخدم الفريق الأمريكي عدد كبير من نقاط التحكم الأرضية عالية الدقة [ 18.207نقطة GPS] بحيث لا يزيد متوسط الخطأ بها عن 1م. حيث بلغ متوسط خطأ الارتفاع -0.2م ، والجذر التربيعي لخطأ الارتفاع 8.68م. ونجد أيضا أن الغطاء الأرضي لعب دوراً مهماً في دقة النموذج؛ حيث تراوح متوسط خطأ الإرتفاع Mean Error بين +5 و -2.27م، تبعاً للغطاء الأرضي، ويقترّب من الصفر في المناطق العارية، أما الجذر التربيعي لخطأ الارتفاع فتراوح بين 7.24م و9.27م (خطاب، 2014، ص 457).

وتبعاً لهذه النتائج يمكن القول بأن نموذج ASTER GDEM v2 نموذج عالي الدقة، وأن متوسط الخطأ به والجذر التربيعي لخطأ الارتفاع بمنطقة الدراسة

يدور حول الصفر، لأن المنطقة خالية من الغطاءات الأرضية . فهي شبة عارية من الغطاءات الارضية.

### (2-3) التقييم الإحصائي لنموذج SRTM DEM :

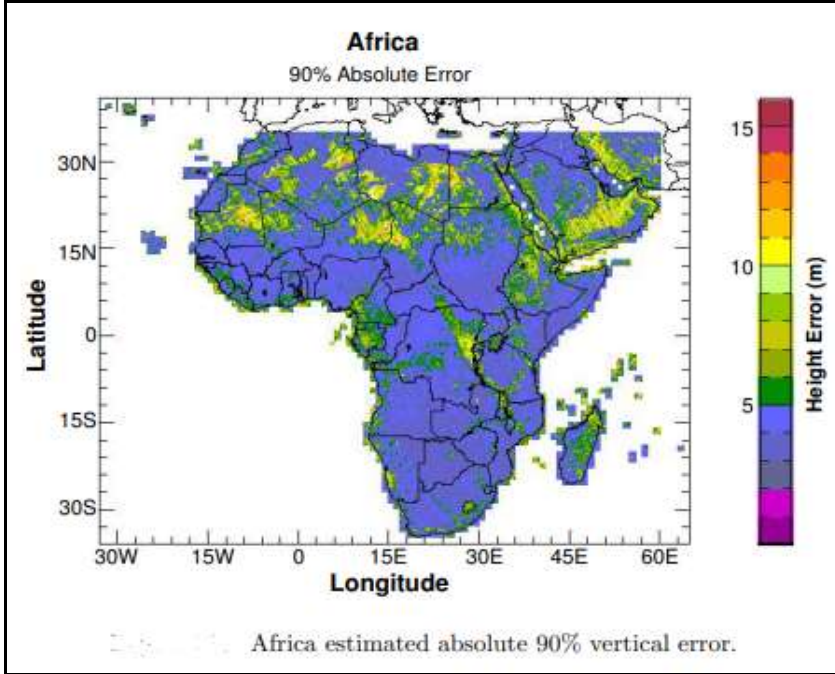
عند مقارنة نموذج SRTM DEM مع نموذج (NED) <sup>(1)</sup> وجد أن متوسط مربع الخطأ يبلغ 7.1 م ومتوسط خطأ الارتفاع يبلغ 1.9 م والانحراف المعياري 6.2 م وتقل هذه القيم في المناطق الارضية العارية من اى غطاء أرضى . وبناء على هذه النتيجة نستطيع أن نعتمد على دقة هذا النموذج خاصة إذا كانت طبيعة سطح الأرض عارية وخالية من الغطاءات الأرضية ، وكذلك تكون الارتفاعات المسجلة في النموذج إرتفاع سطح الأرض الحقيقي. لان من الواضح أن متوسط خطأ الارتفاع وجذر متوسط مربع الخطأ بالنموذج يتراوح بضعة امتار (خطاب، 2014، ص 467). وهناك أيضاً مجموعة من الدراسات الت تناولت دقة نموذج SRTM منها ما يلي:

[1] دراسة (Karwel & Ewiak, 2008) التي قامت على تقييم دقة نموذج المناسيب الرقمية SRTM لمنطقة في بولندا؛ توصلت نتائج التحليلات أن الدقة المطلقة لنموذج SRTM لمنطقة بولندا كانت تساوى 2.9 م بمتوسط الجذر التربيعي للخطأ (RMSE z=2.9m) في المناطق المنبسطة السطح Flat area، و RMSE والجذر التربيعي لمتوسط الخطأ يساوى 5.4 م في مناطق التلال Hilly area. وضحت نتائج الدقة أن بيانات نموذج SRTM يعتمد عليها في أخذ بيانات وقياسات للتضاريس، وتعتبر مصدر جيد جداً لإشتقاق الكنتور لخرائط طبوغرافية بمقياس رسم أصغر من 1:50.000 . وإيضاً اعتماد نموذج SRTM كإنموذج للمعايرة والتقييم (Karwel & Ewiak, 2008, p. 171) Calibration.

1- نموذج (NED) National Elevation Dataset (NED) نموذج عالي الدقة ، حيث يبلغ الجذر التربيعي لخطأ الارتفاع 2-3 م ، فيمثل بيانات إرتفاع سطح الأرض العارى



ويصل خطأ الإرتفاع المطلق Absolute Height Error على قارة إفريقيا 5.6م  
وخطأ الارتفاع النسبي Relative Height Error يصل إلى 9.8م  
(Rodriguez, 2005, p. 9). كما يوضح الشكل رقم (6).



المصدر: (Rodriguez, 2005, p. 80)

شكل (6) يوضح نسبة الخطأ في الارتفاع على مستوى قارة إفريقيا

رابعاً: فاعلية ومصداقية بيانات المناسيب من نماذج المناسيب الرقمية :

يتم تقييم دقة نماذج المناسيب الرقمية Accuracy for DEM، وفاعلية هذه النماذج Data Validation من خلال إستخدام مجموعة من المؤشرات الإحصائية التي نستطيع من خلالها حساب الدقة الرأسية Vertical Accuracy،

ومعرفة مدى التوافق، والترابط بين هذه البيانات لذلك تم حساب معامل الترابط  $R^2$  Correlation، و معامل الانحدار الخطى Linear Regression ) تم الاعتماد على بيانات مناسيب الخريطة الطبوغرافية 1:50.000 كبيانات مرجعية (Reference Data). يحسب خطأ الارتفاع Elevation Error من خلال كلا من متوسط الخطأ Mean Error، والانحراف المعياري Standard Deviation والجذر التربيعي لمتوسط الخطأ Root Mean Square Errors للكلاً من بيانات النموذج المستخدم Data set using وبيانات النقاط المرجعية reference point data set (Czubski, 2013, p. 6). وذلك من خلال تطبيق المعادلات التالية:

[1] متوسط الخطأ ME : هو متوسط الخطأ المكانى فى مجموعة من البيانات او القيم فى واحدة من الابعاد المكانية X, Y, Z ، نحصل عليه من خلال جمع الاخطاء وقسمها على عددها تبعاً للمعادلة التالية:

$$ME = \Sigma \left( \frac{x - h}{n} \right)$$

[2] الانحراف المعياري Standard Deviation : هو مؤشر لمدى المصدقية بين البيانات، حيث تعبر قيمة SD عن مدى التشتت أو التباعد بين القياسات عن بعضها البعض (مدى التوافق بين الارصاد) لذلك يعتبر مؤشر لصحة البيانات، حيث كلما كانت قيمة صغيرة كلما كانت القياسات حقيقية واقرب إلى الواقع، والعكس صحيح. وييم حسابة من خلال المعادلة التالية:

$$SD = \sqrt{\frac{\Sigma(x - \bar{x})^2}{n}}$$



[3] الجذر التربيعي لمتوسط الخطأ RMSE : يقيس جودة السطح ويساعد على فهم الاختلاف بين نوعين من البيانات ( المقاسة ، والمرجعية ) ، يعرف بأنه الجذر التربيعي لمتوسط مربع الفرق بين مجموعتين من القيم ( عالية الدقة " مرجعي" ، المراد إختبارها) يحسب من خلال المعادلة التالية:

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum (x - h)^2}{n}}$$

حيث :

$x$  تشير إلى الإرتفاع المقاس من DEM

$\bar{x}$  تشير إلى متوسط الخطأ فى البيانات المقاسة من نماذج المناسيب الرقمية

$H$  تشير إلى الإرتفاع المرجعى "المعيارى" [نقاط مناسيب الخريطة الطبوغرافية

50.000:1]

$N$  تشير إلى عدد النقاط

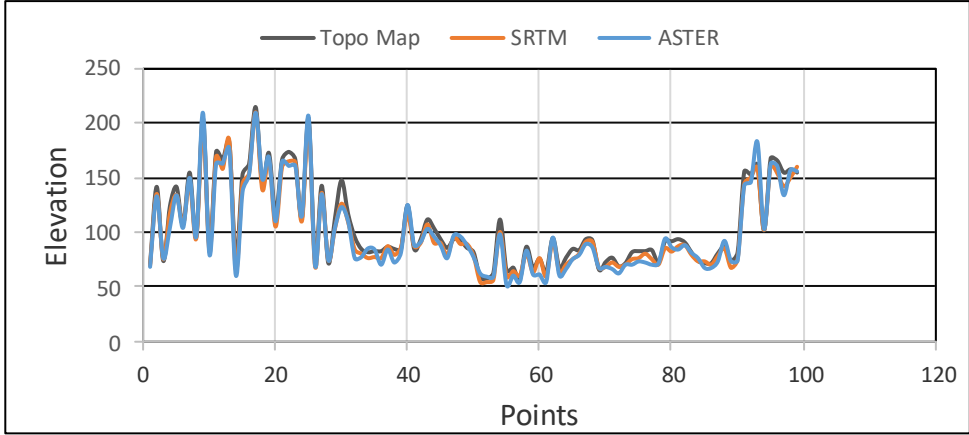
تم تطبيق هذه المعادلات على بيانات DEM لمنطقة الدراسة ووضحت النتائج الإحصائية التالية والتي يوضحها الجدول التالى رقم (1).

جدول رقم (1) التحليل الإحصائى لبيانات نماذج المناسيب الرقمية.

	Mean Error (ME) (m)	RMSE (m)	SD (m)
SRTM 30m v2	5,11	6,67	4,3
ASTER GDEM v2	5,5	8,65	6,7

فتبين أن متوسط الخطأ لبيانات إرتفاع نموذج SRTM 30m v2 يساوى 5.11م، ولنموذج ASTER GDEM v2 يساوى 5.5م. والجذر التربيعى لمتوسط الخطأ لنموذج SRTM 30m v2 يساوى 6.66م ولنموذج ASTER GDEM v2 يساوى 8.65م، والانحراف المعياري لبيانات SRTM 30 V2 و ASTER GDEM V2 يساوى 4.3م و 6.7م على التوالي . مما يدل على أن بيانات مناسيب الارتفاع الرقمية SRTM 30m v2 دقة الارتفاع الرأسي بها اعلى من نموذج ASTER GDEM v2. حيث تشير النتائج إلى ان متوسط الخطأ فى عينة من البيانات (100نقطة) لنموذج SRTM تساوى 5.11م وهذا يتناسب جدا مع معايير الدقة المكانية لإنتاج خريطة كنتورية بفاصل رأسي 20م لمقياس رسم 1:50.000 لان دقتها تساوى نصف الفاصل الكنتورى وهو 10م وبذلك تعد هذه النتائج الإحصائية مؤشر جيد ومناسب للإعتماد على هذه النماذج فى إنتاج خريطة كنتورية بفاصل رأسي 10م بمقياس رسم 1:50.000. ومن خلال الإعتماد على نقاط مناسيب الخريطة الطبوغرافية مقياس رسم 1:50.000 كنقاط مرجعية للتقييم. وطبقاً للمعايير ISPRS لتحديد عدد نقاط العينة لا تقل عن 22 نقطة . تم استخدام 100 نقطة للعينة بمستوى دقة 90% تم توزيعها ما بين مناطق مستوية ومناطق متوسطة التضاريس ومناطق تلال وأخرى مرتفعه فى منطقة الدراسة ويتضح ذلك من خلال الشكل رقم (7).



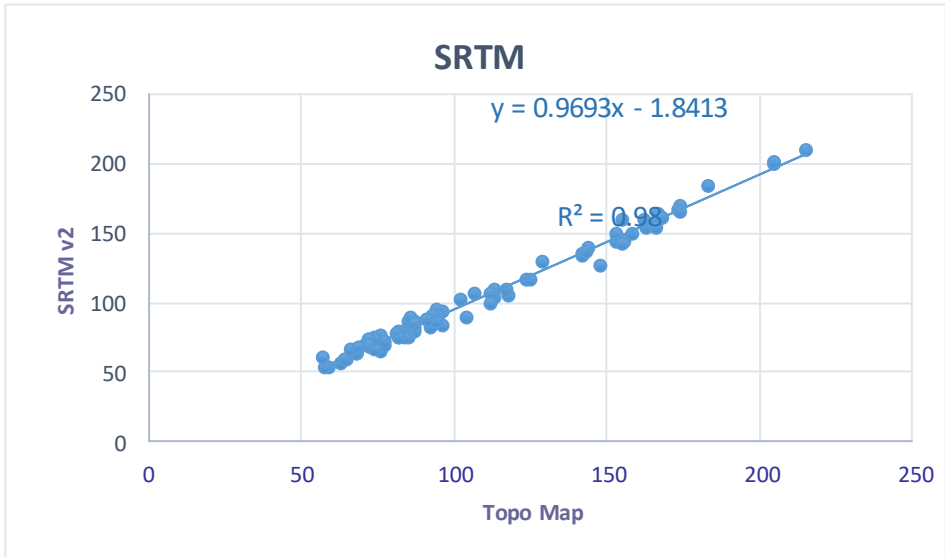


شكل (7) يوضح الفرق في دقة الارتفاع بين SRTM DEM v2 و ASTER GDEM v2 و TOPO Map

لدراسة مدى التوافق بين بيانات نماذج المناسيب الرقمية، وبيانات مناسيب الخريطة الطبوغرافية 1:50.000 تم حساب كلاً معامل الارتباط  $(R^2)$  ومعادلة الإنحدار الخطي **Liner Regression**. فقد أوضحت النتائج التالي:

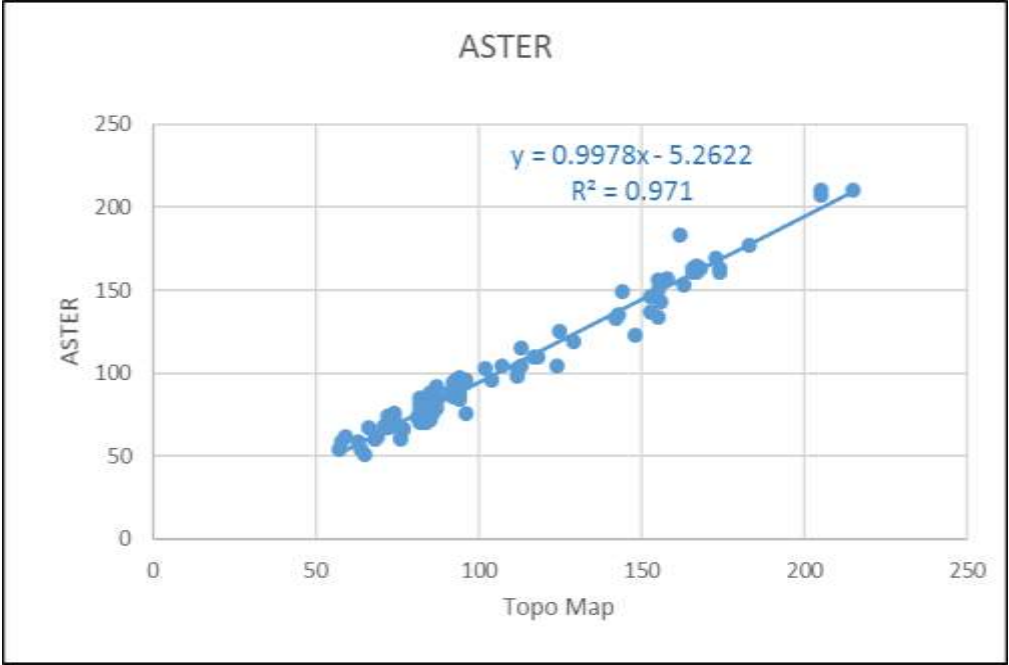
يوضح الشكل رقم (8) قوة الترابط المكاني بين قيم نقاط المناسيب النموذج الرقمي SRTM وقيم الخريطة الطبوغرافية حيث يصل إلى 0.988 ، وتصل قوة الترابط المكاني بين قيم نقاط المناسيب النموذج الرقمي ASTER وقيم الخريطة الطبوغرافية حيث يصل إلى 0,971 ، كما يوضح الشكل رقم (9) قوة الترابط المكاني بين كلا من نماذج المناسيب الرقمية وقيم الخريطة الطبوغرافية. فهي علاقة موجبة وقوية جداً.

## SRTM Vs. TOPO MAP [1]



شكل (8) معامل الارتباط بين بيانات مناسيب الخريطة الطبوغرافية ونموذج SRTM

## ASTER Vs. TOPO MAP [2]



شكل (9) معامل الارتباط بين بيانات مناسيب الخريطة الطبوغرافية ونموذج ASTER

خامساً: اشتقاق خطوط الكنتور آلياً من كلاً من SRTM v4.1 و SRTM v2 بمقياس رسم 1:50.000:

(1-5) اشتقاق خطوط الكنتور من بيانات النموذج الرقمي للمناسيب SRTM v4.1 :

طبقاً لبعض المعايير التي يجب إختيار الفاصل الكنتوري على اساسها والتي منها النمط السائد من التضاريس في المنطقة المراد عمل خريطة كنتورية لها، وكذلك معدل الانحدار بالمنطقة فنجد ان مقياس الرسم 1:50.000 مع نمط تضاريسي منخفض إلى متوسط ومعدل إنحدار لا يزيد عن 20% يفضل أن يكون الفاصل الكنتوري 10 م (Imhof, 1982, p. 42).

يوضح الشكل رقم (10) خريطة كنتورية بفواصل كنتوري 10 م ؛ فنجد أن الفاصل الرأسى مع معدل الانحدار والمستوى العام للتضرس فى المنطقة نجح فى تمثيل طبوغرافية سطح الأرض مما يسهل على المستخدم والقارئ فهمها وسرعة استيعاب ما بها من ظاهرات ويستطيع القيام بتفسير محتواها. وتم استخدام نموذج SRTM v4.1 لإشتقاق الكنتور من خلال قيم المناسيب التى يحتوئها النموذج بالإعتماد على برنامج Global Mapper v20؛ لقد حافظ على خصائص وقواعد خطوط الكنتور الكارتوجرافية من خلال الملاحظات التالية :

- 1- عدم وجود خطوط كنتور متقطعة فى منتصف الخريطة أو خط كنتور منقسم إلى جزئين .
- 2- لم نجد خط كنتور منتهى فى مكان ما على الخريطة أما اغلق على نفسه أو قطعه حدود الخريطة.
- 3- عدم تفرع خط كنتور إلى خطين داخل الخريطة.
- 4- لم يحمل خط كنتور قيمتين من قيم المناسيب. (يجب أن يمثل قيم منسوب واحدة فقط).
- 5- عدم تقابل خطين من خطوط الكنتور مختلف المنسوب ليكون خطأ واحاً.
- 6- اعداد خطوط الكنتور كانت كافية لتمثيل ظاهرات وطبوغرافية المنطقة دون خلل او نقص فى التفاصيل.

كما نجد أنه من السهل تبعاً للخصائص الكارتوجرافية لخطوط الكنتور والتى تهتم بفهم وتفسير طبيعة السطح وأنواع الإنحدار الموجودة عليها والتى قامت خطوط الكنتور بتمثيلها من خلال الملاحظات التالية:



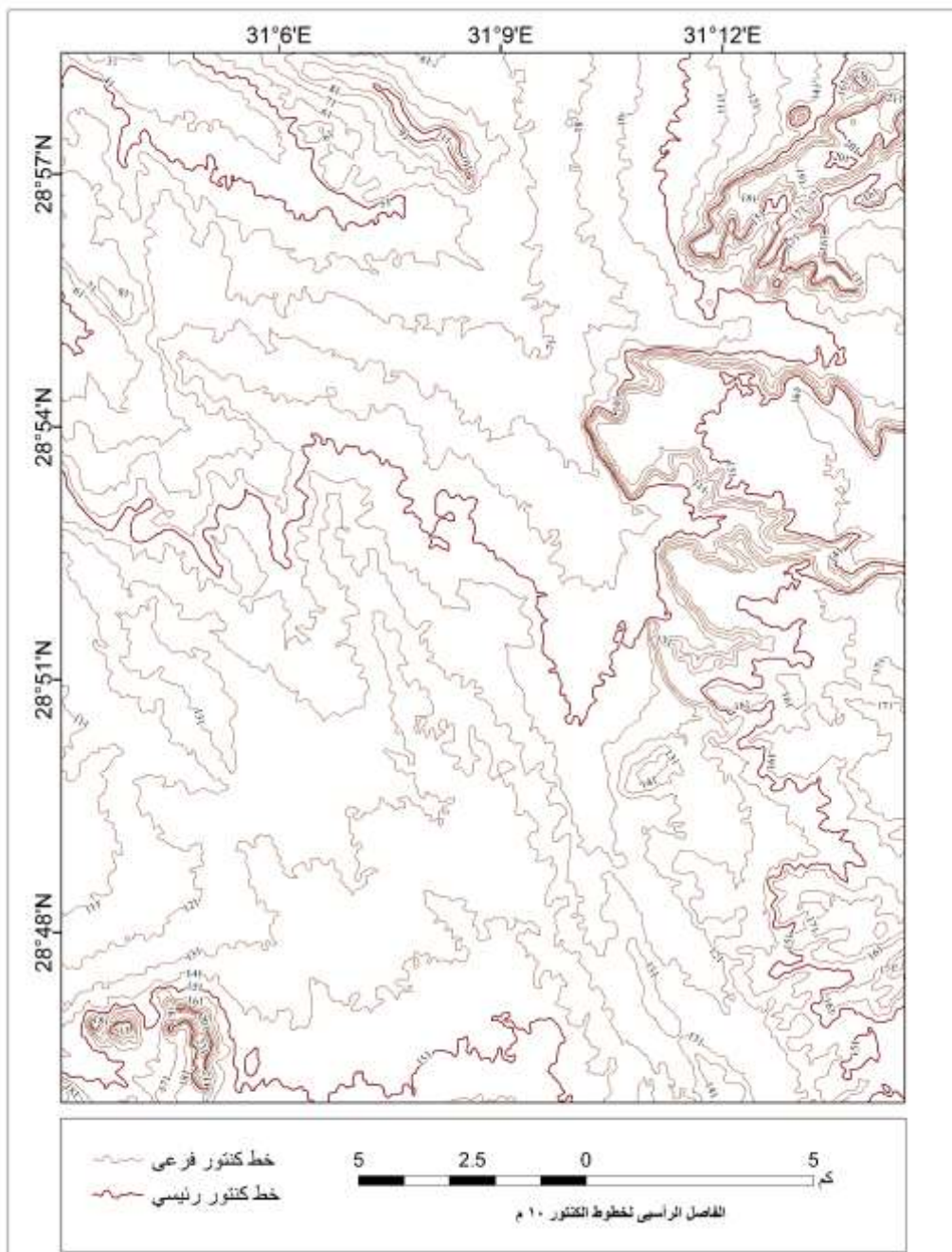
1- من خلال تتبع تقارب وتباعد المسافات بين خطوط الكنتور نستطيع فهم الشكل العام لنوع الإندارات فى المنطقة الممثلة؛ وبالتالي نجد أن خطوط الكنتور وضحت الإندار فى المنطقة بشكل واضح من خلال أستخدام هذا النموذج حيث نجد ان الانحدار بشكل عام فى المنطقة يصل ما بين متوسط إلى خفيف فى جميع أنحاء المنطقة وخاصة من الاتجاه الجنوبى الشرقى إلى الشمال الغربى.

2- وايضا أوضحت خطوط الكنتور درجة انحدار المنطقة الشمالية الشرقية ( جبل غراب ) شكل رقم (11) والمنطقة الشرقية (سطح جبل المشاش)، والمنطقة الجنوبية الغربية ( جبل الحديد وجبل الابيض)؛ حيث قامت على إظهار طبوغرافية سطح الأرض فى المنطقة من خلال توضيح نمط التضرس فى النطاق الشمالى الشرقى حيث نلاحظ إرتفاع السطح بإتجاه الشرق والشمال الشرقى وذلك يتضح من التقارب الشديد فى خطوط الكنتور مما يدل على شدة إنحدار حافة هذا الجبل كما يوضح تداخل خطوط الكنتور الأعلى قيمة فى الأقل قيمة ( منسوب ) على وجود ظاهرة البروز بين الأودية وذلك بسبب نشاط عوامل التعرية المختلفة فى المنطقة، ويفصل تضاريس المنطقة الشمالية الشرقية عن تضاريس ومعالم المنطقة الشرقية وادى متسع جاف يظهر بسبب تراجع خطوط الكنتور الأقل قيمة فى الأعلى قيمة ممثلة للوادي الجاف فى المنطقة . ويظهر التقارب الشديد لخطوط الكنتور لحافة الجبل الشرقى على إنحدار شديد على كلا جانبيها بإستثناء النطاق الجنوبى منها حيث نلاحظ تراجع خطوط الكنتور لتوضح أثر عوامل التعرية عليها وكذلك قام النموذج على تمثيل سطح الجبل بشكل جيد حيث يوضح مدى تساوى السطح فوق الجبل . كما تمثل الكنتور اسفل ذلك الجبل لمنطقة واسعة من الانحدار البسيط وتراجع أيضا خطوط الكنتور الأقل قيمة فى الأكبر قيمة موضحة نمط الطبوغرافية

فى المنطقة المشيره إلى وجود وادى كبير متسع يمتد من الجنوب الشرقى إلى الشمال الغربى. لتبدأ المنطقة مرة أخرى بالارتفاع فى النطاق الجنوبى الغربى مكونة مجموعة من الجبال والتلال الشديد الانحدار تبعا لتقارب خطوط الكنتور بداخلها.

3- وبذلك قامت خطوط الكنتور على توضيح وتفسير طبوغرافية السطح للقارئ بكل سهولة ويسر مما يحقق الاتصال الخرائطى الفعال والوصول إلى الهدف الاساسي للخريطة الكنتورية وهى العمل على تمثيل تضاريس سطح الارض بشكل اقرب ما يكون للواقع. مع العلم بأن الفاصل الكنتورى 10م ومقياس الرسم 1:50.000.

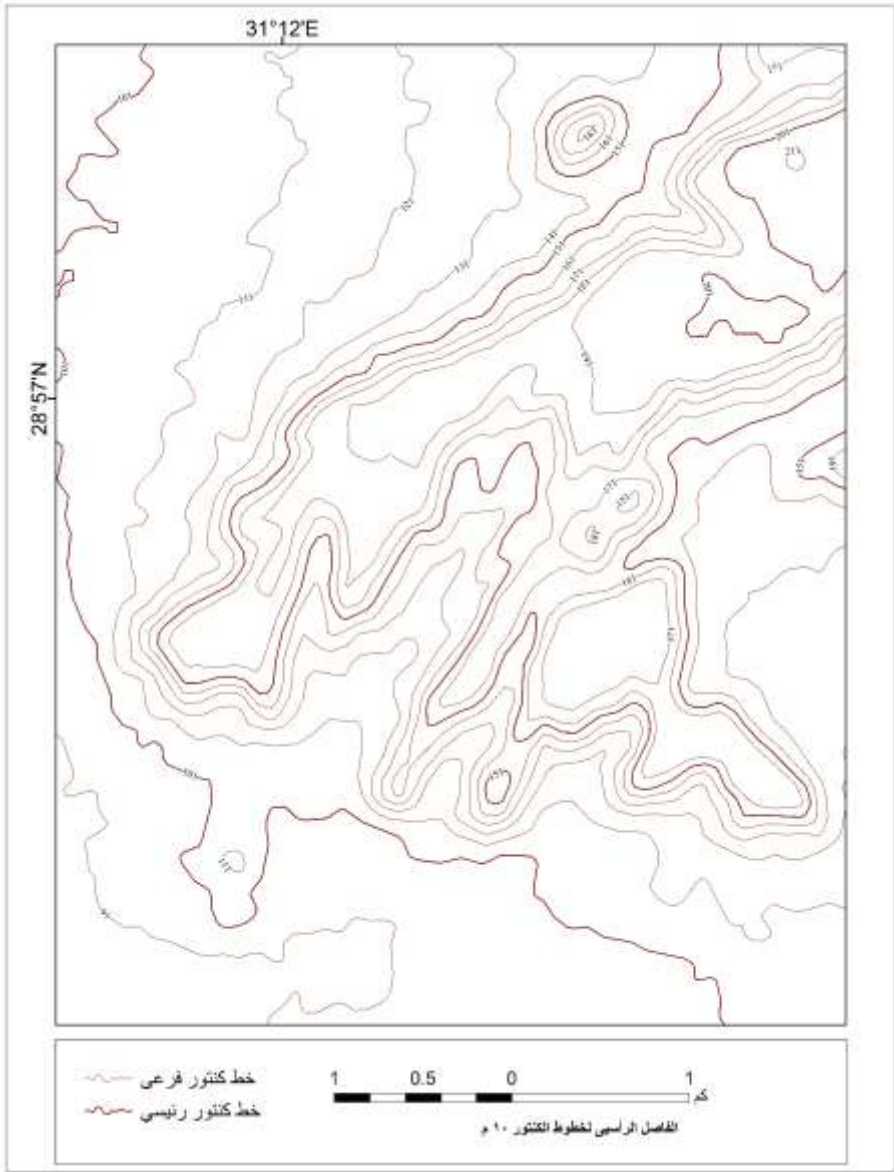
ونخلص من هذا أنه على الرغم من تمثيل السطح بشكل واضح إلا انه لم يتم على توضيح تفاصيل أكثر وظاهرات أصغر. كما نجد عند تحليل طبيعة سطح الأرض من SRTM v 4.1 فى كثير من المناطق تكون مجهولة من حيث إظهار تفاصيل سطح الأرض وذلك على عكس ما يوجد فى الطبيعة، حيث توجد بعض الظاهرات خاصة فى المناطق قليلة التضرس وكبيرة الفاصل الكنتورى. مما يؤدي إلى فقدان كثير من المعلومات الأساسية، وأيضاً فى المناطق شديدة التضرس تعمم التفاصيل والمعالم الجيومورفولوجية الصغيرة؛ وبالرغم من هذا العيب إلا أنه لا يمكن الإستغناء عنه فى الدراسات الجغرافية عامة والجيومورفولوجية، والهيدرولوجية. ويعزى ذلك إلى أنه نموذج يتم تحديثه باستمرار ويفيد فى إعطاء صورة تقريية عن طبيعة سطح الأرض وخاصة إنه مجانى ومتاح لكافة المستخدمين لمعظم مناطق سطح الأرض.



المصدر: إعداد الباحثة

شكل (10) خريطة كنتورية بفاصل رأسي 10م باستخدام SRTM v4.1





المصدر: إعداد الباحثة

شكل (11) شكل توضيحي لخطوط الكنتور باستخدام SRTM v4.1 بمقياس رسم 1:50.000 للنطاق الشمالي الشرقي للوحة وادي سنور (منطقة جبل غراب )



(2-5) إشتقاق خطوط الكنتور من بيانات النموذج الرقمية للمناسيب SRTM  
:v2

تم أيضاً الإعتماد على نموذج SRTM v2 على اساس أن الدقة التوضيحية Resolution Accuracy له أعلى من نموذج SRTM v4.1 وتم أنتاج نفس الخريطة بنفس الفاصل الكنتورى لكى نحاول ان نضع مقارنة بينهم ومعرفة مدى اختلاف النموذجين فى توضيح وتمثيل ظاهرات سطح الارض بإختلاف الدقة المكانية من SRTM v2 30m3 إلى 90 م حجم خلية نموذج SRTM v4.1. الشكل رقم (12) يوضح الخريطة الكنتورية المنتجة من نموذج المناسيب الرقمية SRTM v2 ، بفاصل كنتورى 10 م.

نلاحظ أن SRTM v2 قام على توضيح تفاصيل طبوغرافية السطح أكثر من النموذج SRTM v4.1 ويرجع ذلك إلى إختلاف الدقة المكانية بينهما من 90م فى نموذج SRTM v4.1 إلى 30م فى نموذج SRTM v2 . حيث قامت خطوط الكنتور المستخرجة من نموذج SRTM v2 بتوضيح تفاصيل طبوغرافية فى كلا المنتطقتين الشمالية الشرقية والجنوبية الغربية حيث نجد انها قامت على تمثيل الظاهرات والمعالم الجيومورفولوجية الصغيرة فى كل أنحاء المنطقة مما ساعد على توضيح وتفسير الظاهرات الموجودة فى المنطقة أكثر.

بشكل عام كلاً من الإصدارين لنموذج SRTM ساعد فى قيام خطوط الكنتور بتمثيل جيد لظاهرات سطح الارض والطبيعة الطبوغرافية للمنطقة الممثلة، فمن خلال مقياس الرسم 1:50.000 والفاصل الكنتورى 10م وعدد من خطوط الكنتور يكفى لتمثيل المنطقة دون حدوث خلل او زيادة فى التفاصيل التى تعمل على حدوث تشويش فى عملية القراءة والتفسير لمحتوى الخريطة ، كما أن كلا الإصدارين من نموذج SRTM عند العمل على استخراج خريطة كنتورية منهما نجد انها تخرج بالشكل الكارتوجرافى المتفق مع قواعد خطوط الكنتور الكارتوجرافية

فلم نجد خط انقسم إلى خطين، أو خط يقطع نفسه أويقطع خط آخر . ونجد هناك تبسيط ونعومة Smoothing في خطوط الكنتور المستخرجة من كلا الإصدارين. وبرغم أن الدقة المكانية للنموذج SRTM v4.1 كبيرة تصل إلى 90م إلا إنها نسخة معدلة ومعالجة جيداً من قبل الهيئات المنتجة للنموذج فلم نجد بها مناطق خالية من البيانات ويعتبر مصدر جيد للحصول على خريطة كنتورية يعتمد عليها في تفسير وقراءة منطقة طبوغرافية على سطح الأرض.

نلاحظ من الشكل (13) تكبير لسطح جبل غراب شمال شرق لوحة وادى سنور والذي عمل نموذج SRTM v2 على ظهور أدق تفاصيل وأصغر المعالم الطبوغرافية والتضاريسية فوق سطح الجبل وفي نطاق المنطقة بشكل عام.

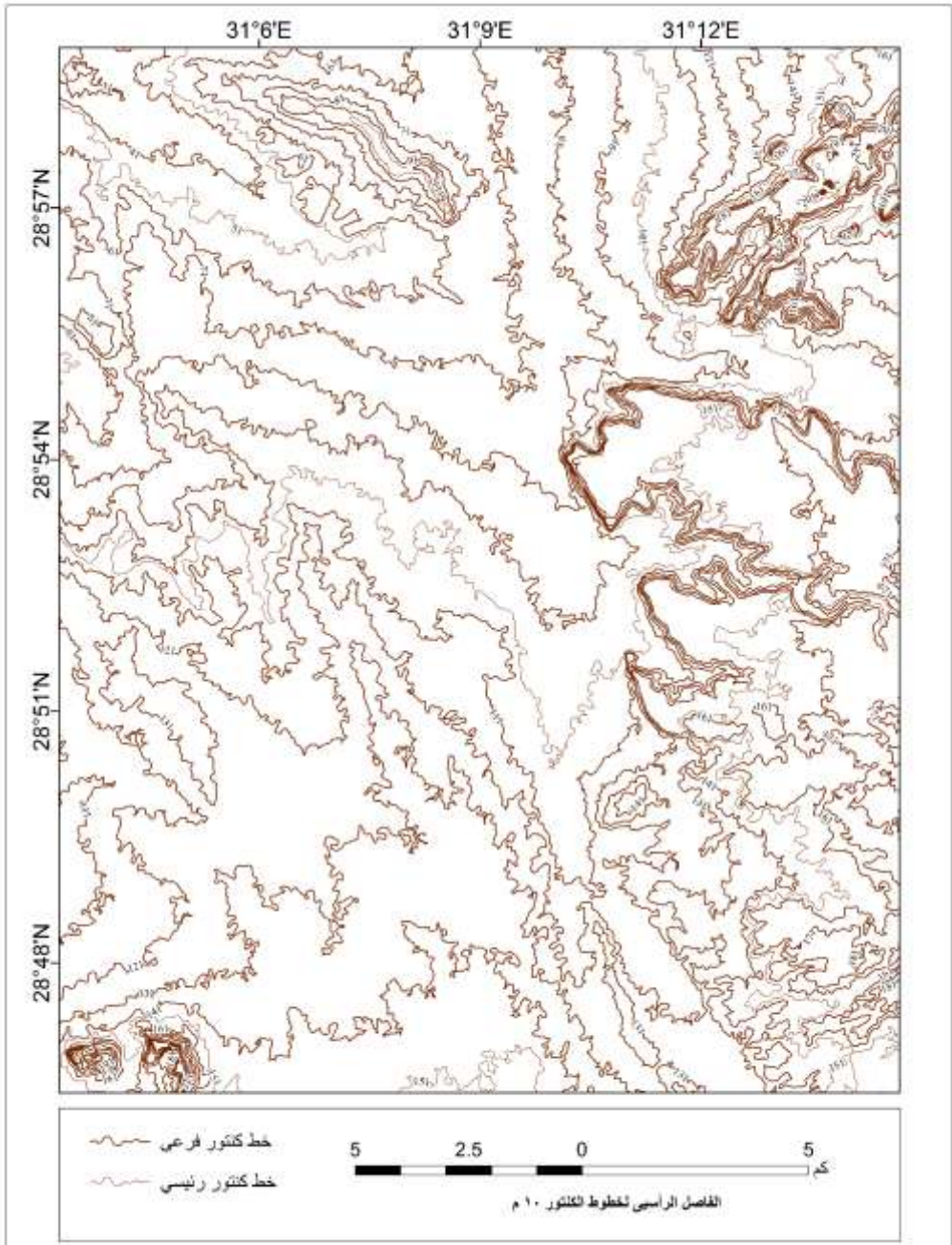
يوضح الشكل رقم (14) المقارنة بين كلا النموذجين SRTM v4.1 &

SRTM v2 في إنتاج خطوط كنتور بفواصل رأسي 10م. حيث نلاحظ أن نموذج SRTM v2 أكثر وضوحاً في تحقيق الهدف من خطوط الكنتور في تمثيل أكبر عدد من ظاهرات الجيومورفولوجية والهيدرولوجية سطح الأرض. خاصة في المناطق التي أعلى من منسوب 200م فقد قام على توضيح طبوغرافيتها بشكل أوضح.

كما نلاحظ من الشكلين رقم (15،16) حيث تم تكبير مقياس الرسم حتى نظهر أي من النموذجين قام على توضيح ظاهرات السطح أكثر وبتمثيل أقرب لواقع السطح؛ فعند عمل المقارنة في الجزء الجنوبي الغربي للمنطقة ( جبل الحديد وجبل الابيض) وجد ان الكنتور الذي يمثل تضاريس سطح الارض المخرج من نموذج SRTM v2 يوضح تفاصيل أكثر بكثير من الكنتور المستخرج من SRTMv4.1 ويرجع ذلك إلى اختلاف الدقة التفصيلية لكلا النموذجين. وبرغم ذلك نجح الإصدار SRTM v4.1 في توضيح نمط ونوع التضرس في المنطقة بكل سهولة ويسر على القارئ ويرجع ذلك إلى تعديل وتطوير الإصدار من قبل منتجة



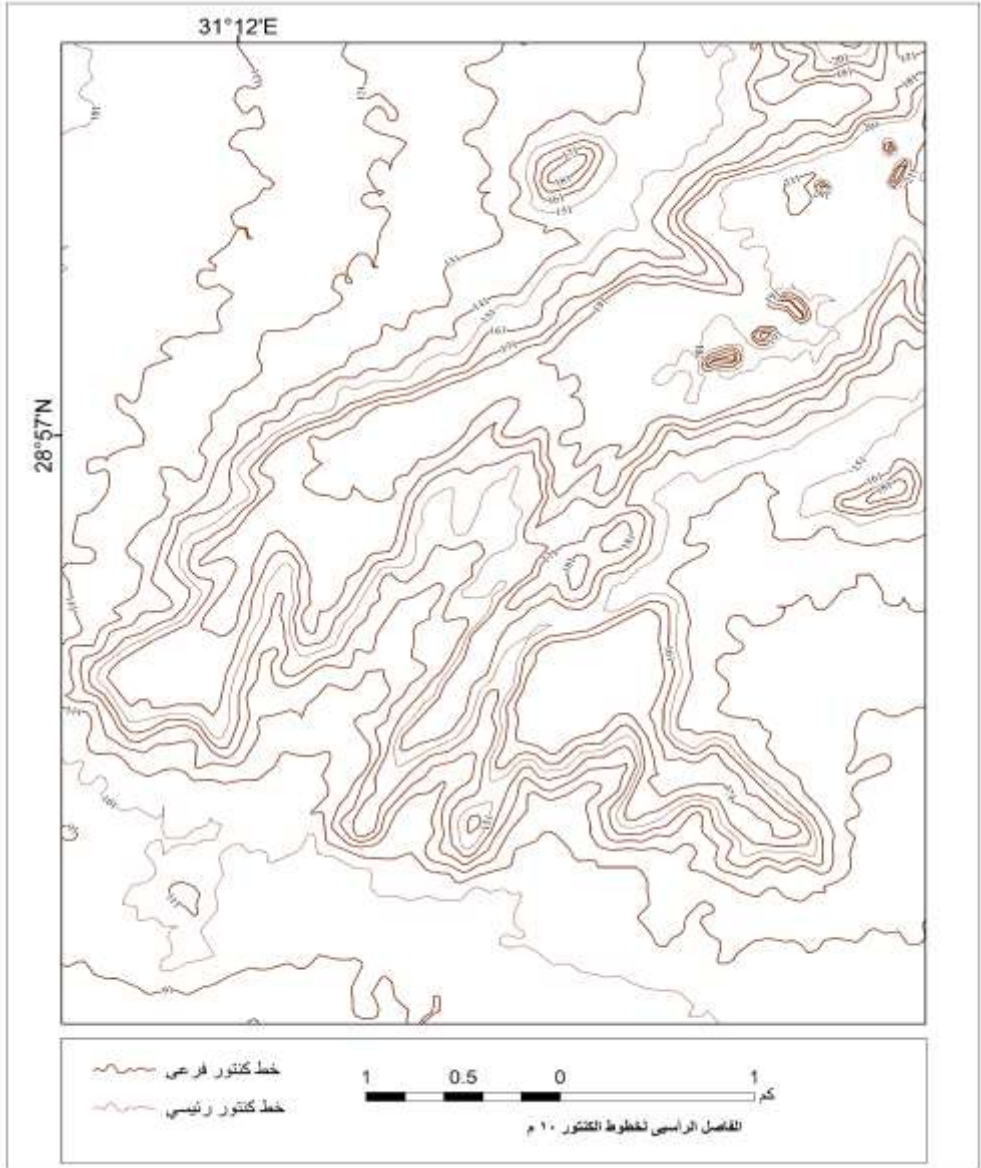
وخلوة من البيانات المفقودة او مناطق التشويش؛ فعمل على خروج خطوط كنتور تقوم على تحقيق الهدف الخاص بها من توضيح وتمثيل تضاريس سطح الارض بشكل مفسر وأقرب إلى الواقع. يوضح الشكل رقم (17) الكنتور من نموذج SRTM v2 وشكل رقم (18) الكنتور من نموذج SRTM v4.1.



المصدر: إعداد الباحثة

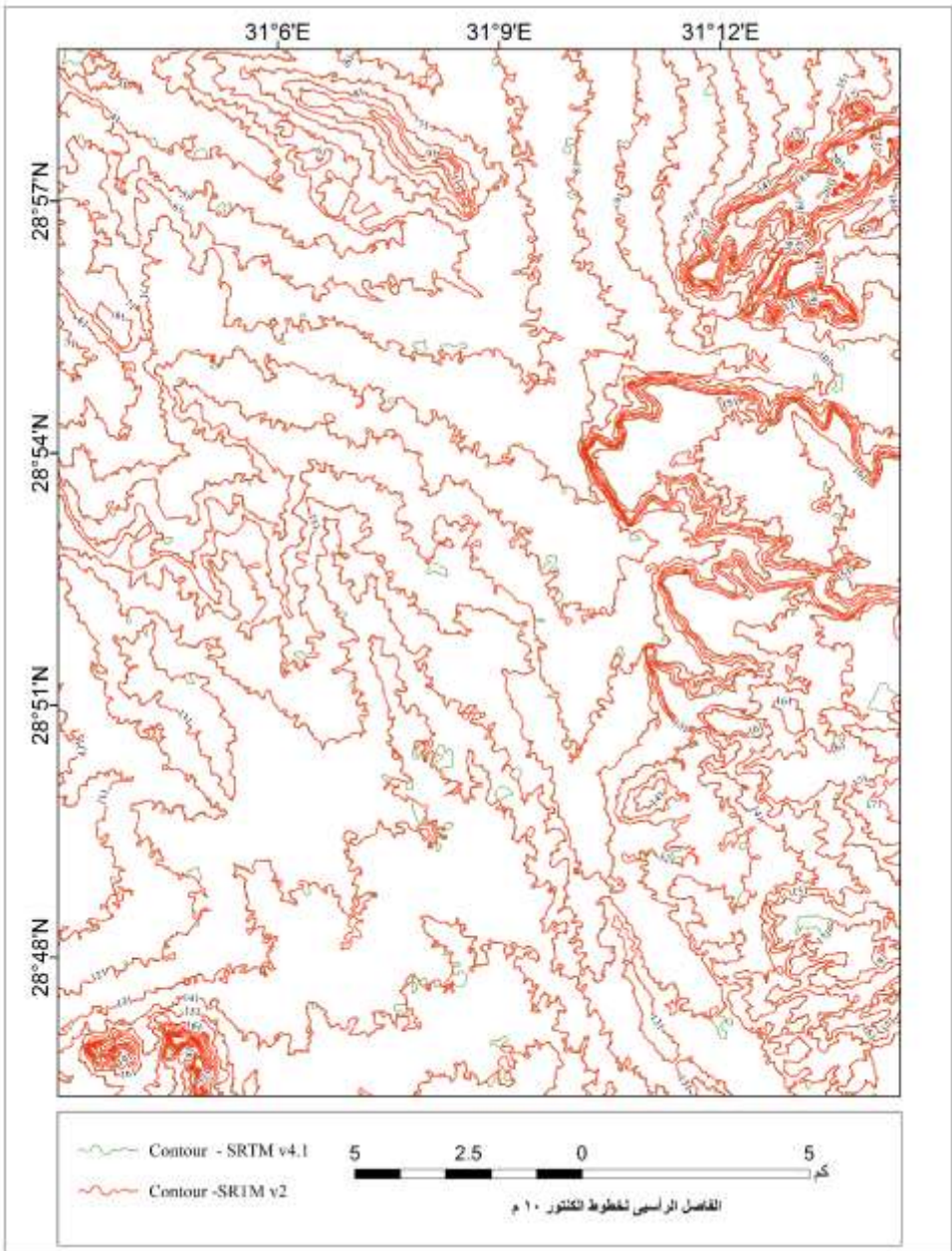
شكل(12) خريطة خطوط الكنتور بفواصل رأسي 10م باستخدام SRTM v2





المصدر: إعداد الباحثة

شكل (13) شكل توضيحي لخطوط الكنتور باستخدام SRTM v2 بمقياس رسم 1:50.000 للنطاق الشمالي الشرقي للوحة وادي سنور (سطح جبل غراب)



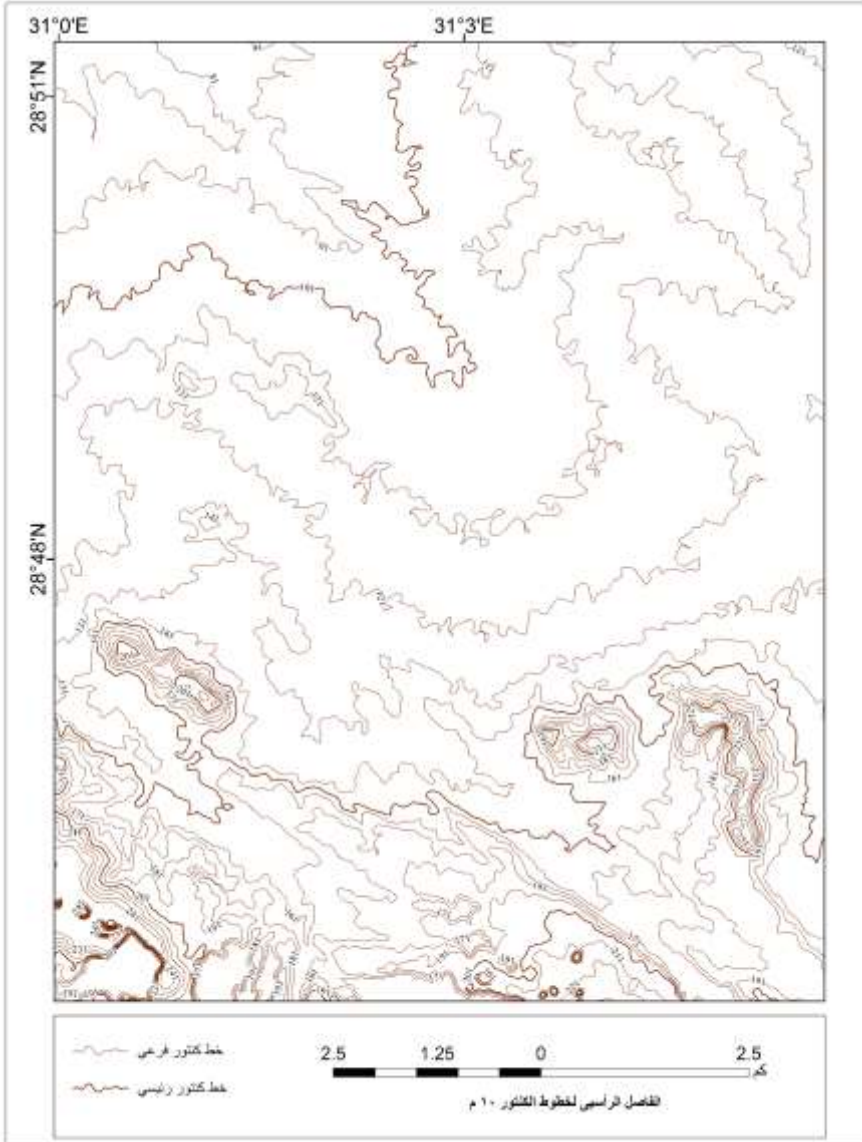
المصدر: إعداد الباحثة

شكل(14) المقارنة بين خطوط الكنتور بين كلاً من نموذجي SRTM v4 & SRTM v2





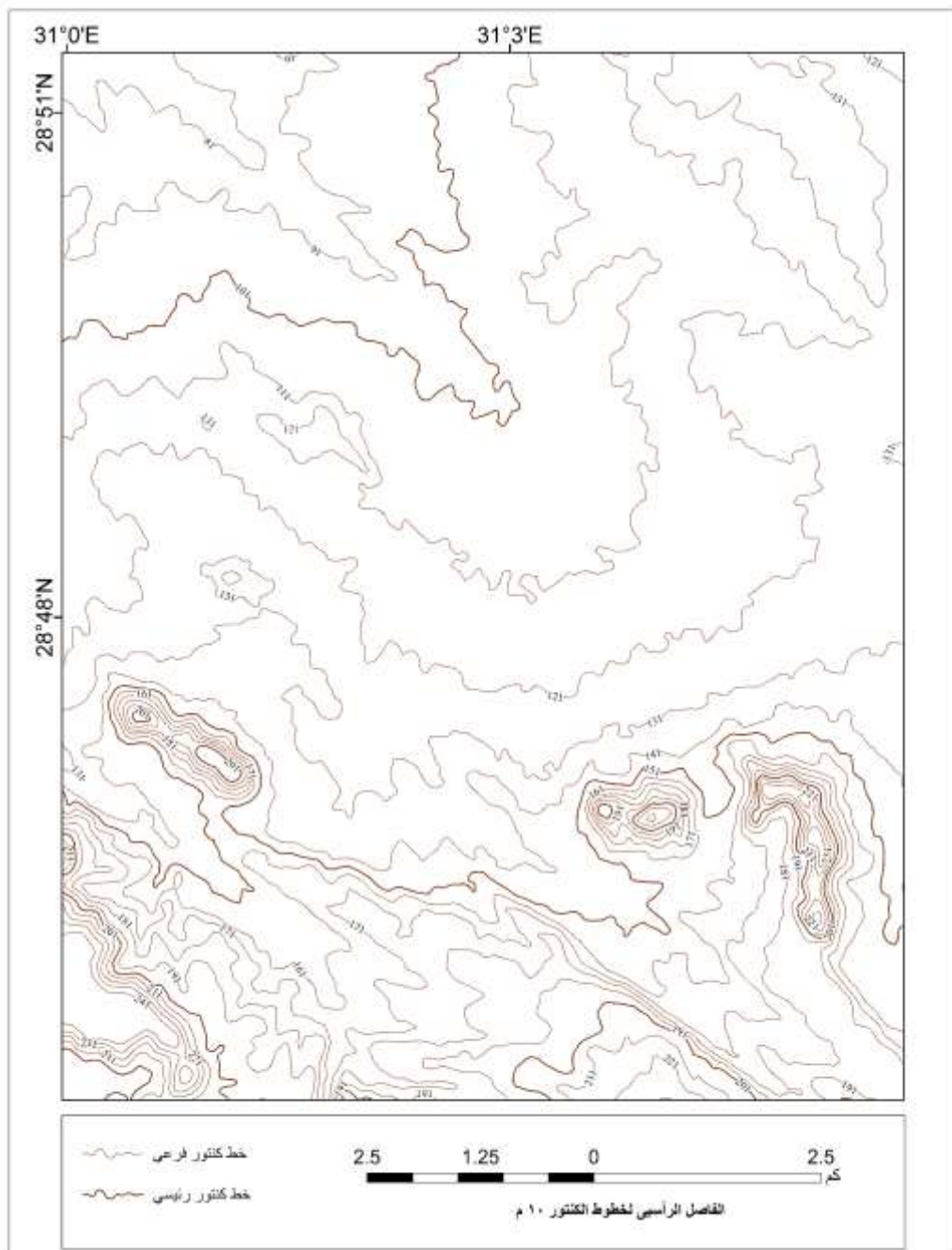
يوضح الشكل تميز الاصدار SRTM v2 في تمثيل تفاصيل أكثر عن طبوغرافية السطح خاصة مجموعة التلال الصغير الموجودة فوق منسوب 200م



المصدر: إعداد الباحثة

شكل (15) يوضح تمثيل الكنتور لتفاصيل سطح الارض في الجزء الجنوبي الغربي بالاعتماد على نموذج SRTM v2

يوضح الشكل رقم (15) أن خطوط الكنتور مثلت طبيعة السطح في منطقة الجبال الجنوبية بشكل مفصل حيث مثلت الجبال والتلال ، والشكل العام للانحدار مما عملت على سهولت فهم وتفسير طبيعة التضرس وذلك من خلال توضيح أتجاه الاودية الجافة وغيرها من الظاهرات الجيومورفولوجية في المنطقة .

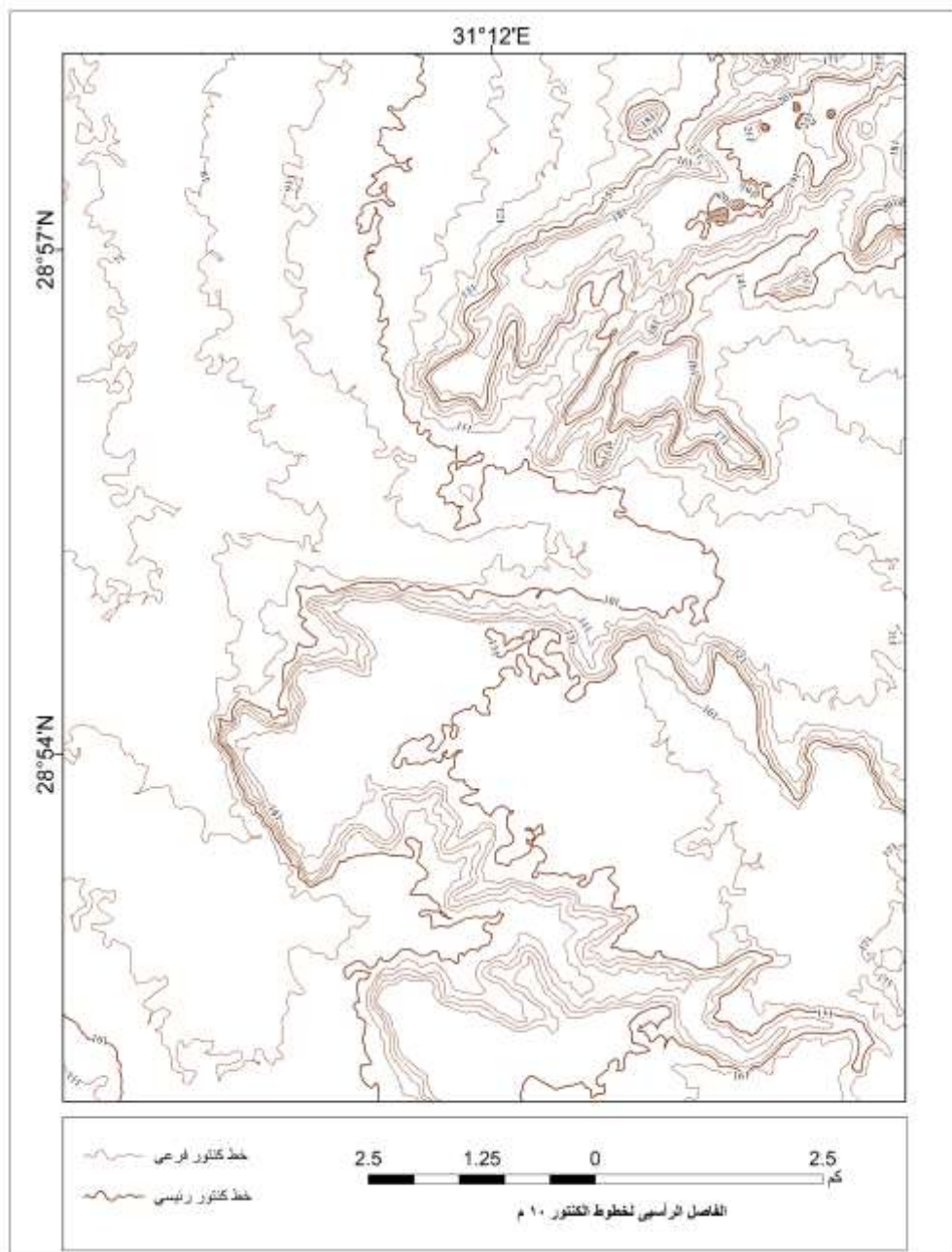


المصدر: إعداد الباحثة

شكل (16) يوضح الكنتور للجزء الجنوبي الغربي للمنطقة من نموذج SRTM v4.1



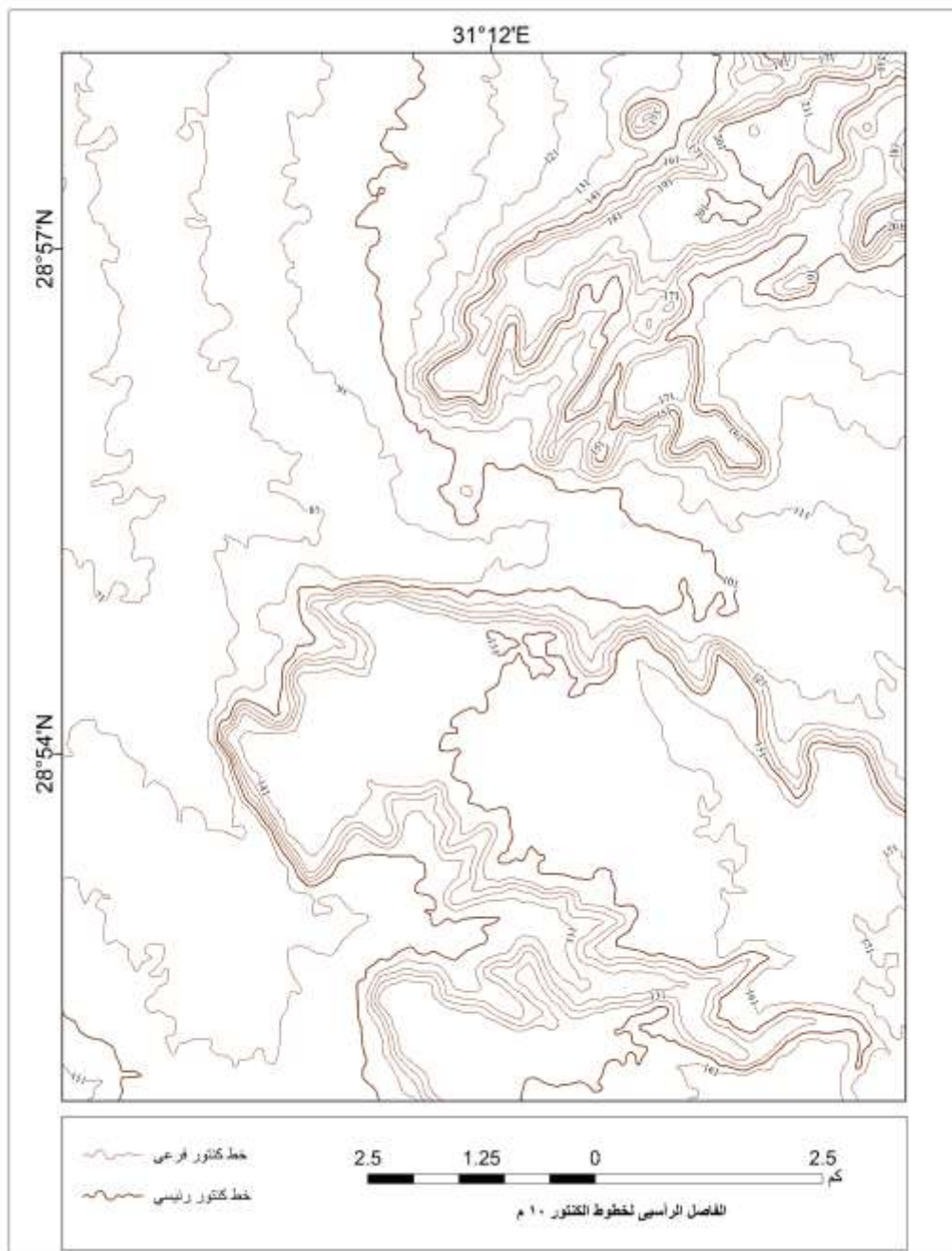
نلاحظ من الشكل رقم (16) أن الكنتور المستخرج من ذلك الاصدار يقوم على تبسيط الشكل العام للظاهرات فى هذا الجزء دون التعرض لتفاصيل كثيرة لطبوغرافية السطح إلى إنها تكفى فى إعطاء صورة عن تفاصيل وطبوغرافية المنطقة بشكل عام وتتبع نمط الانحدار.



المصدر: إعداد الباحثة

شكل (17) يوضح تمثيل الكنتور للنطاق الشمالي الشرقي (جبل غراب في الشمال الشرقية وجبل المشاش في الشرق) من نموذج SRTM v2 بفاصل رأسي 10م.

وجد من خلال الشكل رقم (17) أن خطوط الكنتور قامت على توضيح كافة الظواهر الطبوغرافية الصغيرة الموجودة فوق المنطقة الشمالية الشرقية. وكذلك وضحت مدى نعومة سطح الجبل الشرقي، وايضا نعومة خطوط الكنتور التي نجحت إلى حد كبير في تمثيل وتوضيح سلاسة ونعومة تضاريس المنطقة.



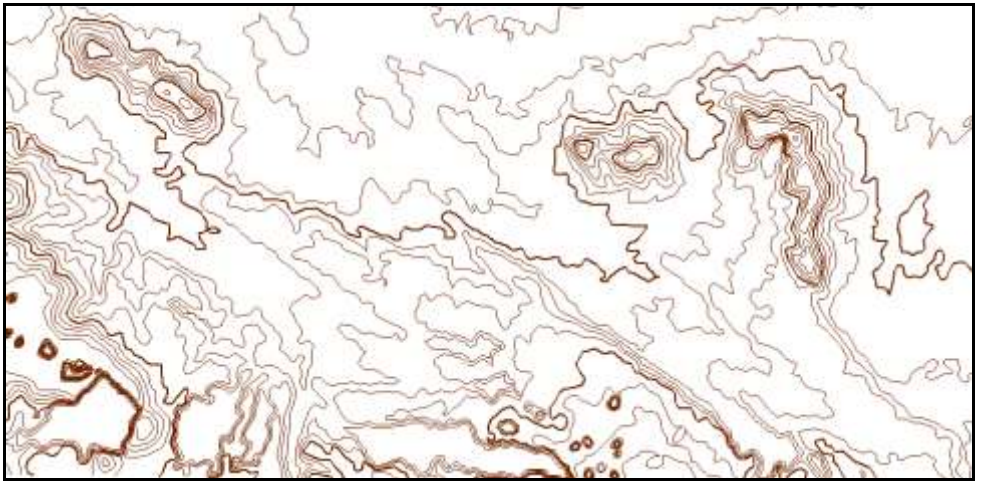
المصدر: إعداد الباحثة

شكل (18) يوضح إنتاج الكنتور من SRTM v4.1 بفواصل رأسي 10م للجزء الشمالي الشرقي للمنطقة



من خلال تبسيط وتنعيم خطوط الكنتور يستطيع القارئ فهم الطبيعة الطبوغرافية التضاريسية المتوسطة التضرس وذلك واضح من خلال تمثيل خطوط الكنتور للمنطقة؛ كما نجد تمثيل واضح للإنحدار الشديد لحافة الهضبة ممثل بالتقارب الشديد بين خطوط الكنتور.

مقارنة بين كلا الإصدارين SRTM v4.1 & SRTM v2 في أنتاج كنتور بفاصل رأسي 10م.



شكل ( 19 ) يوضح خطوط الكنتور مشتقة من نموذج SRTM v2 النطاق الجنوبي الغربي للوحة وادي سنور 1:50.000 (منطقة جبل الابيض وجبل الحديد)

نلاحظ أن ظاهرات سطح الأرض في الجزء الجنوبي الغربي من المنطقة تظهر بوضوح، وأكثر تفصيلاً، كما نجد مجموعة من التلال التي تصل لمنسوب اعلى من 240م فوق سطح البحر ، كما تفسر خطوط الكنتور طبيعة الانحدارات في المنطقة حيث



نجد تقارب الخطوط يدل على شدة الإنحدار، وتداخل خطوط الكنتور الأصغر قيمة في الخطوط الأكبر قيمة يمثل الاودية الموجودة في المنطقة ، وايضا وضح النموذج بعض الظاهرات الصغيرة في الجزء الجنوبي الشرقي وهي ايضا مجموعة من التلال الدائرية الشكل نجدها تظهر بوضوح من نموذج SRTM v2 .



شكل( 20 ) يوضح خطوط الكنتور مشتقة من نموذج SRTM v4.1 النطاق الجنوبي الغربي للوحة وادي سنور  
1:50.000 منطقة (جبل الابيض وجبل الحديد)

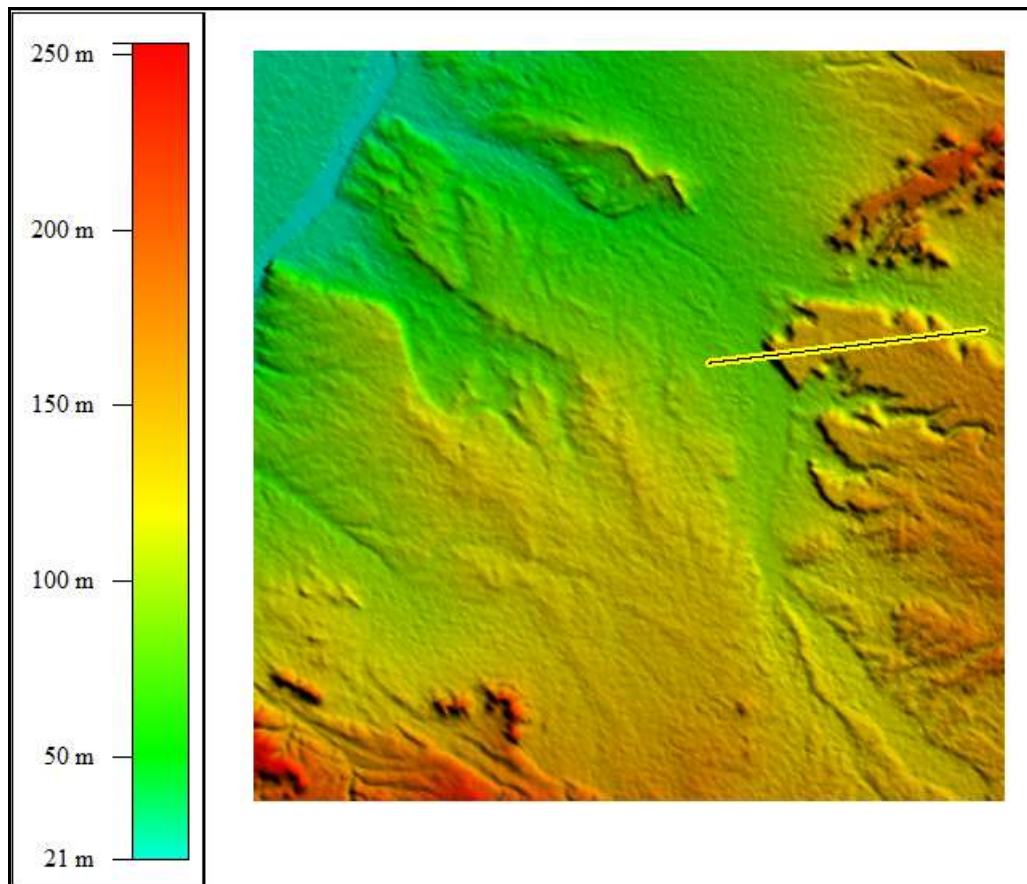
نجد تمثيل خطوط الكنتور لتضاريس سطح المنطقة المنتجة من هذا النموذج اعتمد على إظهار التضاريس الأساسية في المنطقة بشكل متناسق ومتجانس؛ يستطيع مستخدم هذه الخريطة بكل سهولة فهم الطبيعة الطبوغرافية للسطح. حيث وضحت الخطوط الشكل العام للإنحدار في المنطقة؛ وتبعاً لتتابع خطوط الكنتور والمسافات بينها نجد ان الانحدار في المنطقة بشكل عام يتزايد من الجنوب الشرقي إلى الجنوب الغربي ، وتمثيل الاودية يتضح بشكل واضح .وهذا يدل على تحسين الإصدار SRTM v4.1 من قبل المنتجين فعمل على توضيح التضاريس بشكل واقعي لتضرس السطح.



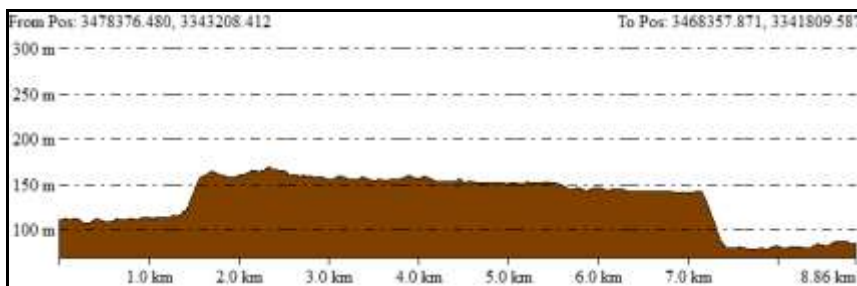
سادساً: تحليل القطاع التضاريسى من النموذج الرقى للمناسيب SRTM v2 و SRTM v4.1

(1-6) القطاع التضاريسى من النموذج الرقى للمناسيب SRTM v4.1:

يوضح الشكل التالى رقم (21) الجزء الذى تم أخذ القطاع العرضى منه لسطح جبل المشاش شرق لوحة وادى سنور 1:50.000 لى يساعد فى عملية تفسير خطوط الكنتور؛ تم ذلك من خلال الإعتقاد على برنامج Global Mapper v20



شكل رقم (21) يوضح القطاع التضاريسي من نموذج SRTM v4.1 لمنطقة جبل المشاش شرق المنطقة



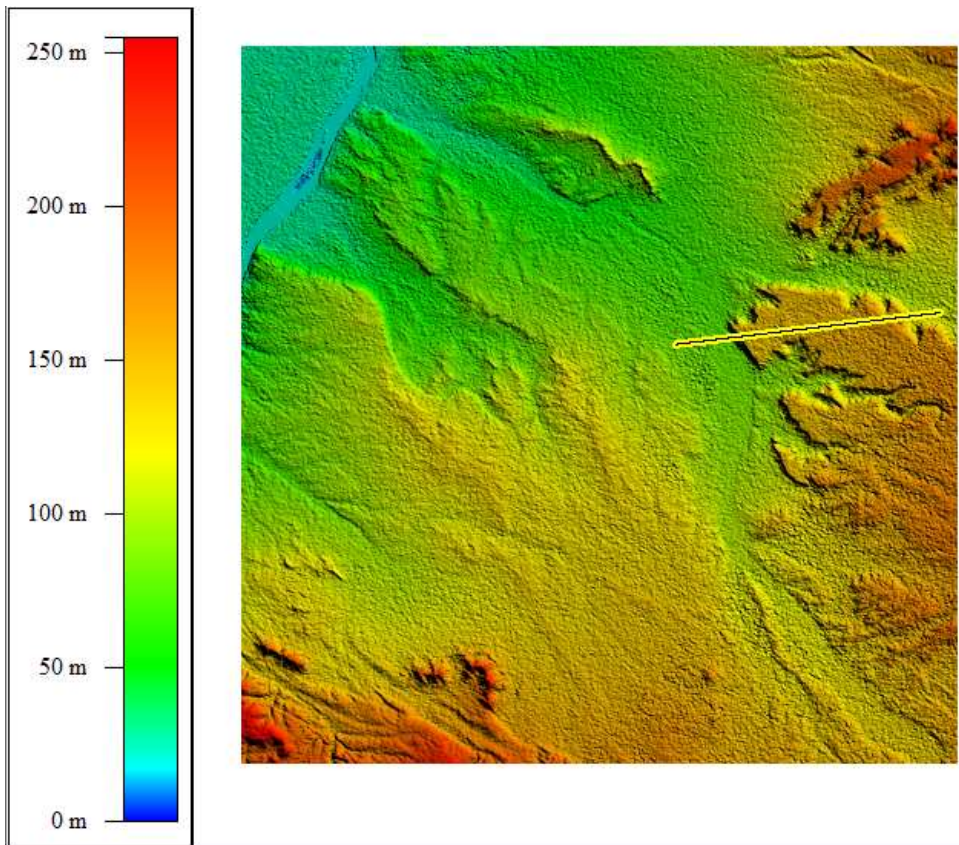
شكل رقم (22) قطاع تضاريسي عرضي لمنطقة جبل المشاش في المنطقة اعتماداً على إصدار

SRTM v4.1

عند تفسير الشكل رقم (22) القطاع التضاريسي المستخرج من الإصدار SRTM v4.1 نلاحظ إلى أي حد قام النموذج بإعطاء بيانات واضحة واقرب لشكل وطبيعة الجبل من خلال أخذ قطاع عرضي له ؛ التي من السهل القيام بتفسيرها وخاصة عند ربطها بالخريطة الكنتورية. حيث قام بتعميم معظم الارتفاعات التي تعلو منسوب 150 م فقد اعطى لها شكل مبسط للتفسير وللقارئ.

### (2-6) قطاع التضاريسي من النموذج الرقمي للمناسيب SRTM v2:-

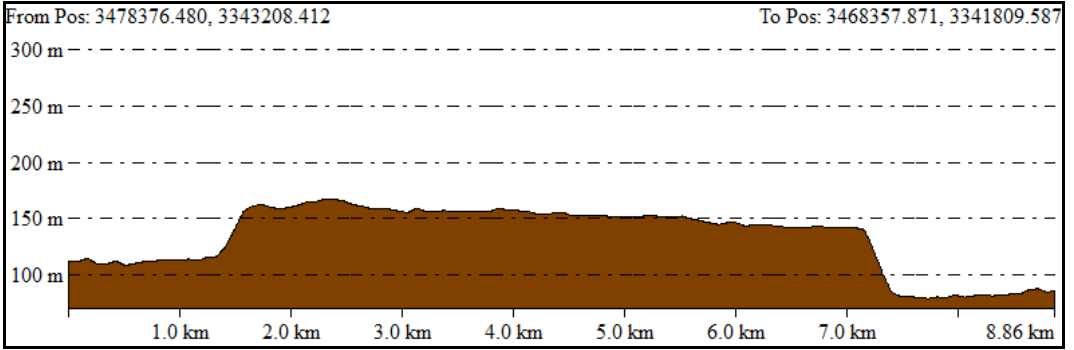
وضح الشكل التالي رقم (23) القطاع العرضي لسطح جبل المشاش لكي يساعد في عملية تفسير خطوط الكنتور لحواف الجبل







شكل رقم (23) يوضح القطاع التضاريسي من نموذج SRTM v2 لسطح جبل المشاش

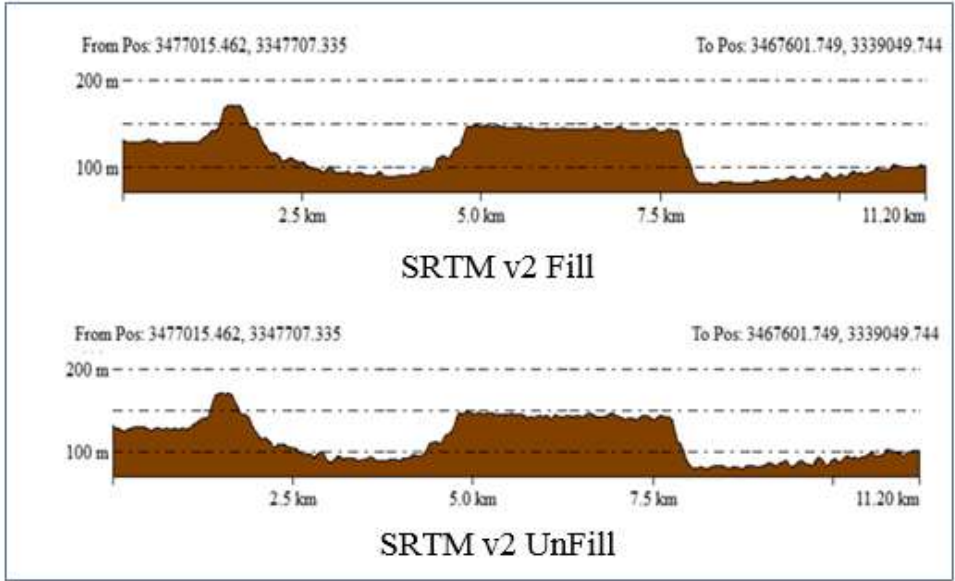


شكل (24) قطاع تضاريسي عرضي لمنطقة جبل المشاش في المنطقة أعتاد على إصدار SRTM v2

نجد من خلال شكل رقم (24) الذي إعتاد على الإصدار SRTM v2 ان المنطقة التي تم عمل قطاع لها يقوم الإصدار على توضيح ظاهرات السطح الصغير ايضاً حيث نلاحظ من القطاع ان سطح الجبل اشبة غلى المستوى وتصل اعلى مناسيبها الى ما يقرب من 170 م فوق سطح البحر وان معظم السطح يرتفع فوق منسوب 150م

وهنا نلاحظ الفرق الذى أظهر القطاع التضاريس ليوضح إلى أى مدى يصل الدقة بين كلا الإصدارين SRTM v2 & SRTM v4.1 فى تمثيل طبوغرافية السطح ومساعدة خطوط الكنتور فى نقل واقع التضرس على الخريطة من خلال تركيب وخصائص خطوط الكنتور.

من خلال الشكل التالى رقم (25) والذى يوضح أهمية القيام بعملية معالجة لبيانات الملف الرقمية للمناسيب قبل بدء استخدامة والحصول منه على معلومات وبيانات حيث يوضح أثر عدم المعالجة Unfill وإجراء المعالجة Fill على وصف وتمثيل الظاهرات وبالتالي تؤثر على تفسير وفهم طبيعة تضرس المنطقة.



شكل (25) أثر معالجة النموذج ال SRTM v2 في رسم القطاع العرضي

سابعاً: إشتقاق خطوط الكنتور رقمياً من نموذج المناسيب الرقمية **ASTER GDEM v2**:

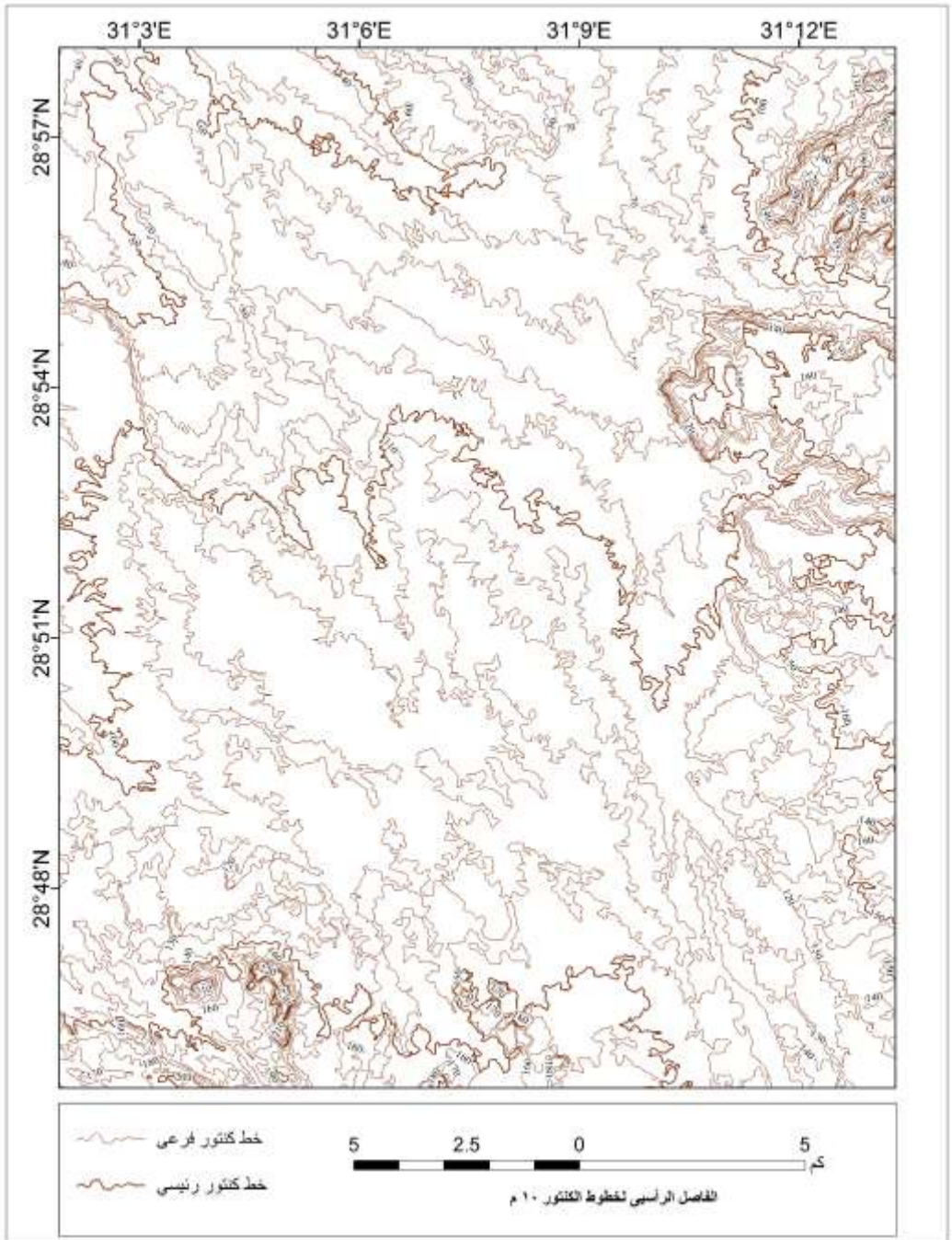
تم إشتقاق خريطة كنتورية من خلال الإعتماد على النموذج العالمي بدقة مكانية 30م؛ ووجد أنه يقوم بتمثيل أدق تفاصيل سطح الأرض الطبوغرافية، وإظهار النمط العام للإنحدار وتمتعت خطوط الكنتور بالإنسيابية ونجدها أيضاً مطابقة لقواعد الرسم الكارتوجرافي. فنموذج **ASTER GDEM v2** يتشابه مع نموذج **SRTM v2** في تمثيل تفاصيل السطح؛ ولكن بدرجة أدق نسبياً منه. والشكل رقم (78،79) يوضح إلى أي حد يقوم النموذج بمساعدة خطوط الكنتور في تمثيل طبوغرافية السطح. وذلك لخريطة مقياس رسم 1:50.000 وفاصل كنتوري 10م .





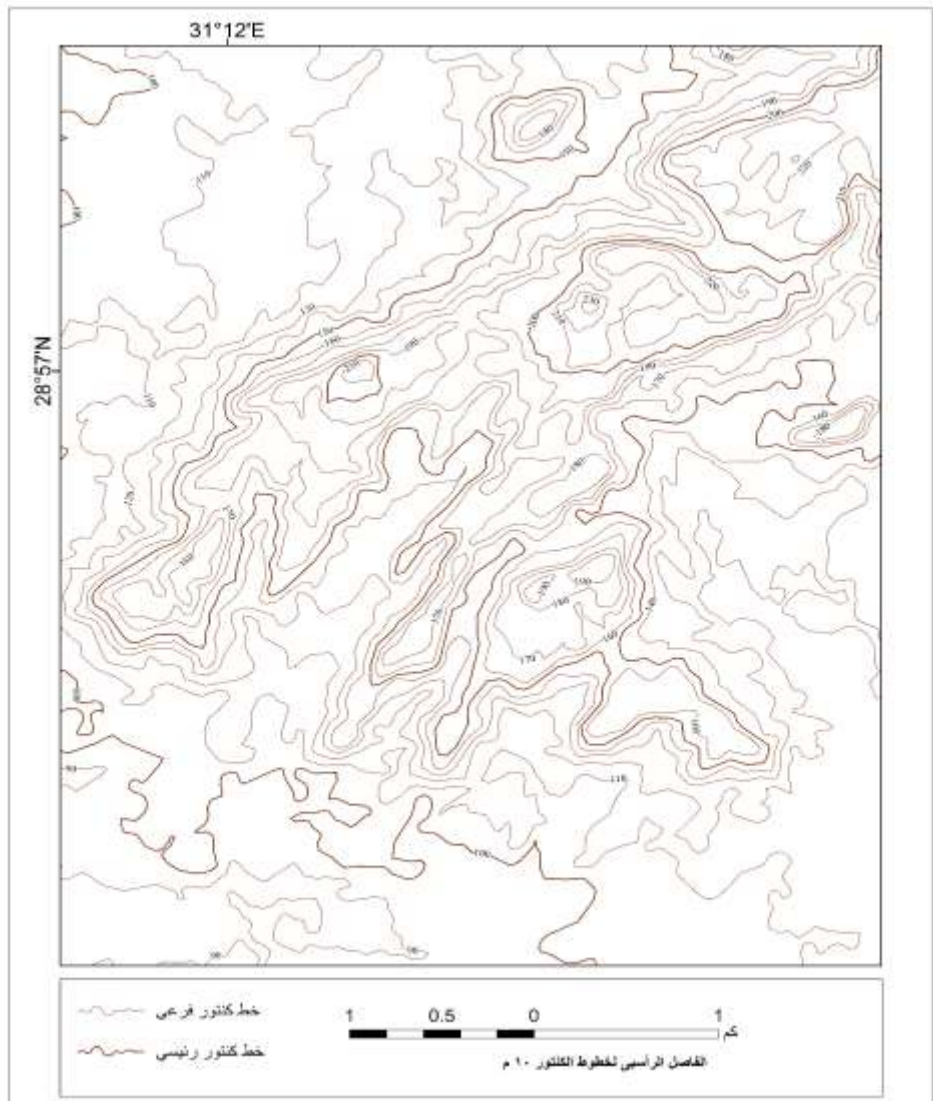
حيث نجح النموذج فى الخروج بخريطة بها أصغر تفاصيل سطح الارض سواء فوق أسطح المناطق الجبلية أو فى الاودية الجافة فى المنطقة. بمقياس رسم 1:50.000 وبدقة رئيسية عالية تتفق مع نصف الفاصل الكنتورى للخريطة وهو 5م حيث أن الفاصل الكنتورى لها 10م وبالتالي تساعد المستخدم فى الخروج بتفسيرات وتحليلات عن طبيعة وجيومورفولوجية المنطقة.

كما تتميز خطوط الكنتور المنتجة من نموذج ASTER GDEM v2 بكثرة تعرجاتها وإنحنائها مما تعطى إنطباع متوافق الى حد كبير مع طبيعة المنطقة وكثرة وجود الاودية ومناطق بين الاودية، والبروزات حيث يظهر بها وادى سنور بكل وضوح عن طريق تراجع خطوط الكنتور الاقل قيمة فى الأكبر قيمة.



المصدر: إعداد الباحثة

الشكل (26) يوضح الكنتور المستخرج من نموذج ASTER GDEM v2 لمنطقة لوحة وادي سنور



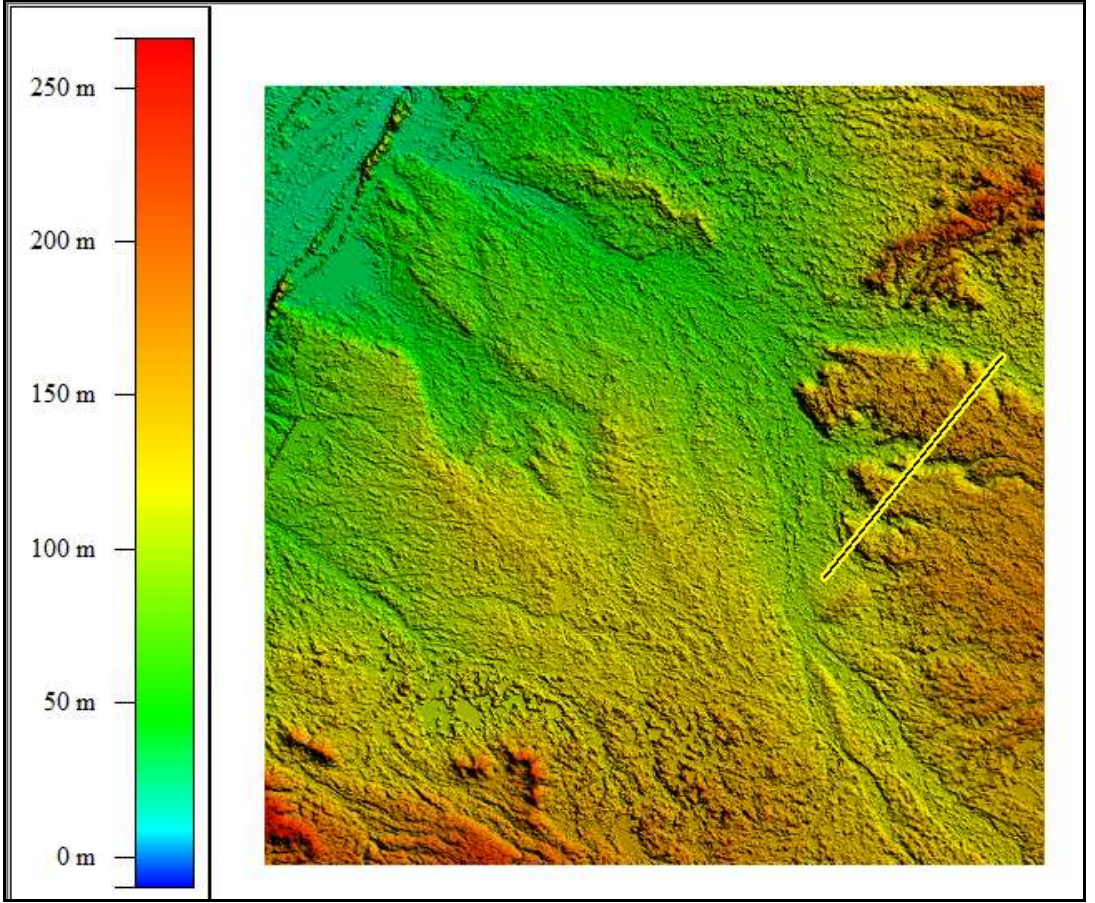
المصدر: إعداد الباحثة

شكل (27) نموذج يوضح خطوط الكنتور من ASTER GDEM بفواصل رأسي 10م للمنطقة جبل غراب شمال شرق منطقة الدراسة

ثامناً: القطاع التضاريسي لكلا من نموذج المناسيب الرقمية ASTER GDEM v2 و SRTM v2 ونموذج SRTM v4:

وعند مقارنة القطاع التضاريس بين كلا النموذجين & ASTER GDEM v2 و SRTM v4 ؛ نلاحظ أن القطاع التضاريسي من نموذج ASTER GDEM v2 يتميز بدقة تفاصيلية لنوع ونمط التضرس بشكل واضح للقارئ مما يجعله مفيداً أكثر في تحليل السطح الطبوغرافي بشكل أقرب ما يكون للواقع من حيث إظهار الظاهرات والمعالم الطبوغرافية؛ على عكس القطاع من نموذج SRTM v4 فمقارنته بالقطاع المنتج من النموذج العالمي ASTER GDEM v2 فهو معمم إلى حد ما وليس تفصيلي . شكل رقم(28) القطاع التضاريسي العرضي لجبل المشاش





شكل (28) لقطاع تضاريس عرضي لمنطقة شمال شرق (سطح جبل المشاش) منطقة الدراسة من ASTER GDEM

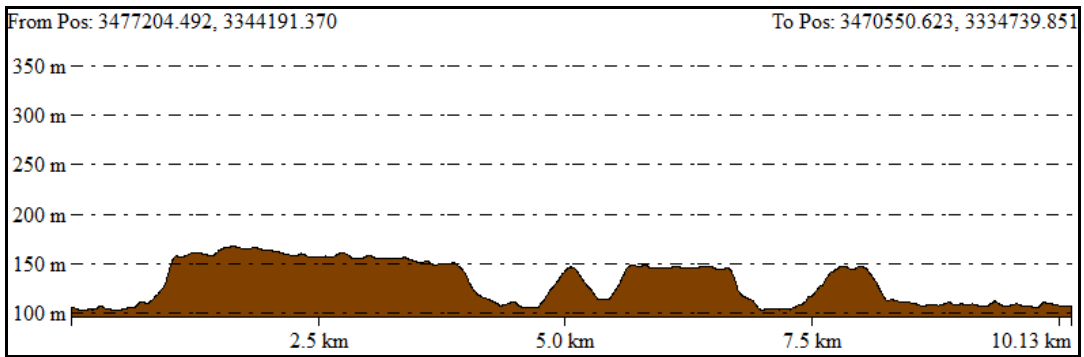
### (1-8) القطاع التضاريسي لنموذج ASTER GDEM v2:-

توضح الأشكال التالية (29،30،31) المقارنة بين نموذج ASTER GDEM v2، ونموذج SRTM v2 & v4، في تمثيل القطاع التضاريس لمنطقة سطح جبل المشاش بوادي سنور. وأي منهما يقوم على إظهار تفاصيل وطبوغرافية سطح الأرض بشكل مثالي ومطابق للواقع. حيث وضحت القطاعات تميز نموذج ASTER GDEM في توضيح أشكال وتضرس طبوغرافية سطح الارض بشكل كبير من التفاصيل لسطح منطقة جبل المشاش شرق المنطقة.



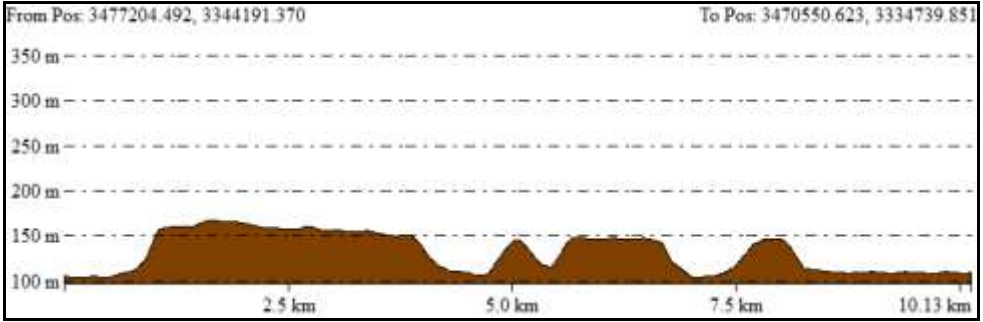
شكل (29) يوضح القطاع التضاريسي لنموذج ASTER GDEM

### (2-8) القطاع التضاريسي لنموذج SRTM v2:-



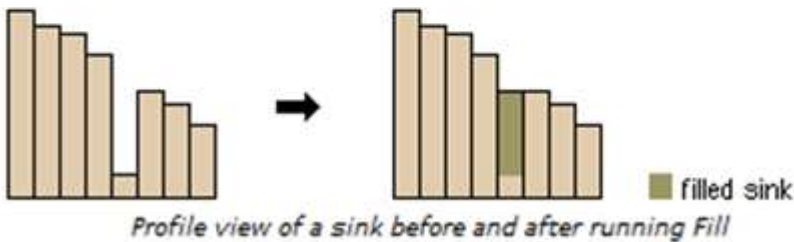
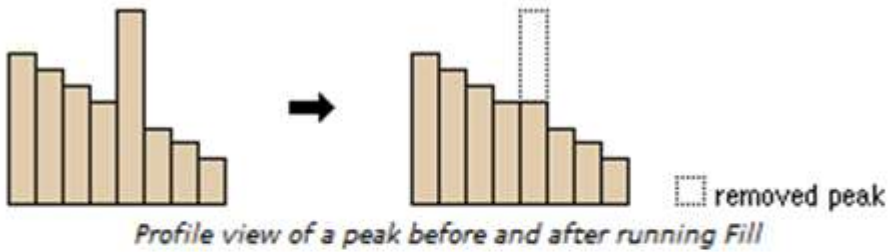
شكل (30) يوضح القطاع التضاريسي لنموذج SRTM v2

### (3-8) القطاع التضاريسي من SRTM v4 :

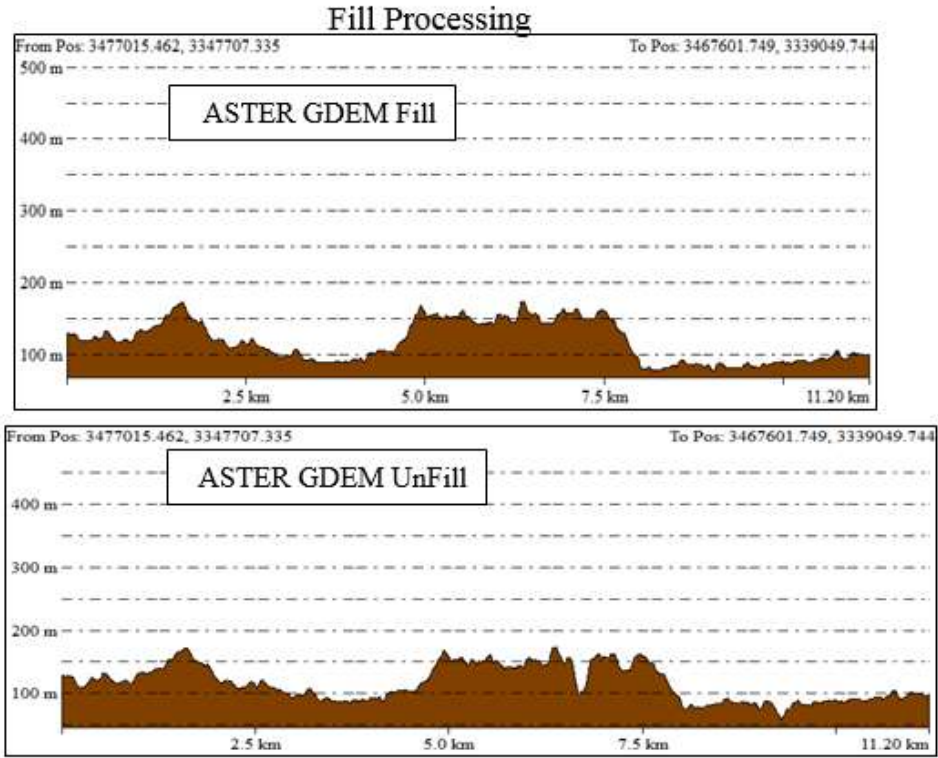


شكل (31) يوضح القطاع التضاريسي لنموذج SRTM v4

ووضح الشكل رقم (32) مدى أهمية القيام بالمعالجة الأولية لبيانات النماذج لتأكد من عدم وجود قيم مناسبة شاذة عن طبيعة المنطقة المجاورة لها ، والتي من شأنها ان تعطى تمثيل مخالف لطبيعة المنطقة حيث تقوم عملية الملاء Fill على إزالة القيم الشاذة سواء بالارتفاع او بالانخفاض.







شكل (32) قطاع تضاريسى قبل وبعد المعالجة من نموذج ASTER GDEM v2

تاسعاً: المقارنة الكارتوجرافية بين خطوط كنتور المنتجة من كلال ASTER v2 و SRTM v2 و خطوط الكنتور الأصلية على الخريطة الطبوغرافية 1:50.000 :

من خلال المقارنة التالية نقوم بتوضيح من خلال الالمقارنة البصرية بين تركيب خطوط الكنتور وشكلها وإنحاءاتها بينة خطوط كنتور الخريطة الطبوغرافية من إنتاج هيئة المساحة العسكرية المصرية مقياس 1:50.000 بفاصل كنتورى 10م . حيث تبين من



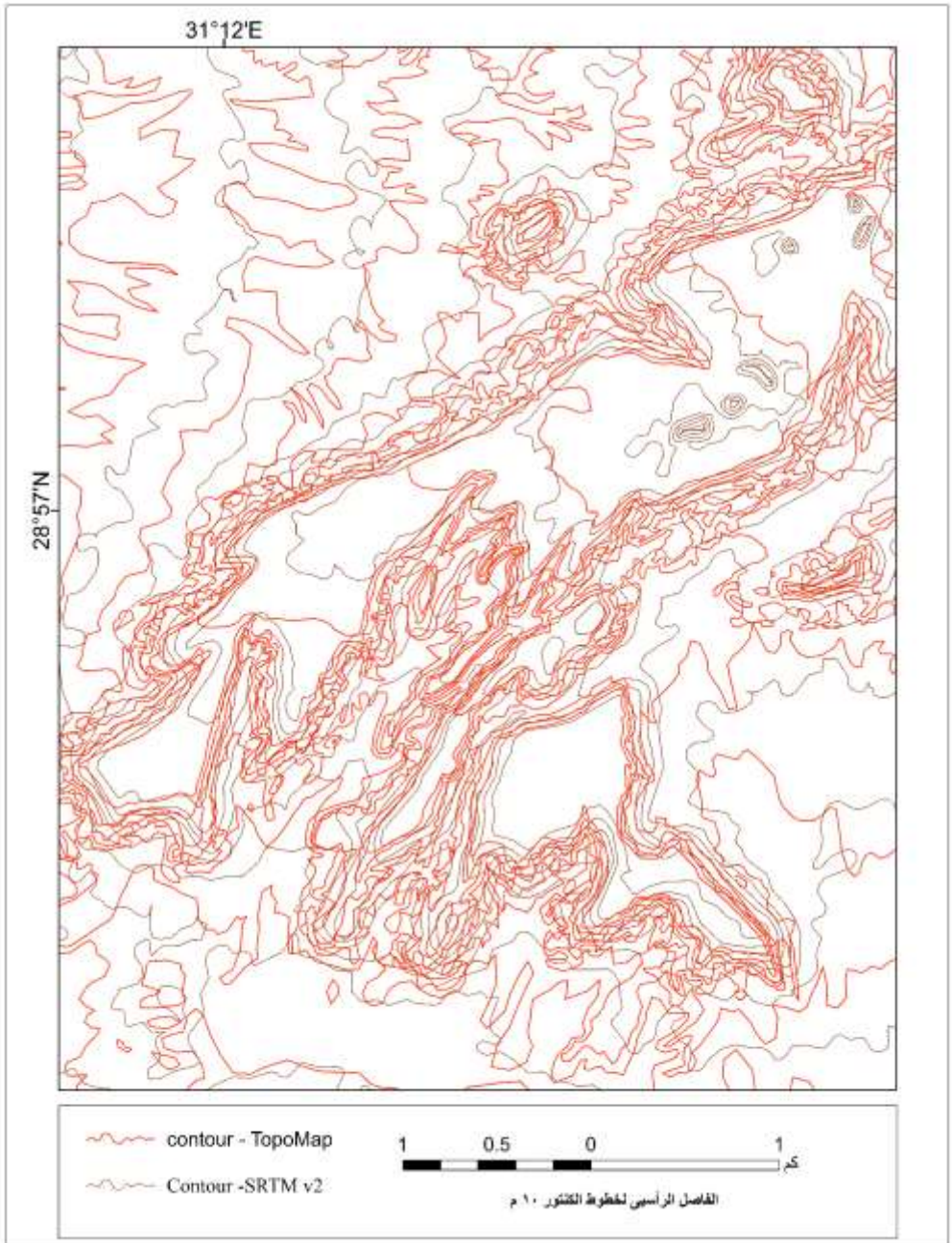
الأشكال رقم (33،34) التقارب الشديد بين إنحناءات كل من خطوط الكنتور الأصلية وخطوط الكنتور المنتجة من قبل كلا النماذج الرقمية مع كثرة تواجد خطوط الكنتور من نموذج ASTER لكن تميز نموذج SRTM في إظهار التفاصيل سطح الهضبة الشرقية بالمنطقة . وكلا من النماذج الرقمية للمناسيب قامت على تمثيل الإنحدار والإستواء بشكل جيد وواقعي لتدرج شكل الأرض كما يتماشى مع خطوط الكنتور الأصلية والسطح الواقعي.

(9-1) المقارنة الكارتوجرافية بين خطوط كنتور المنتجة من كلال SRTM v2 و خطوط الكنتور

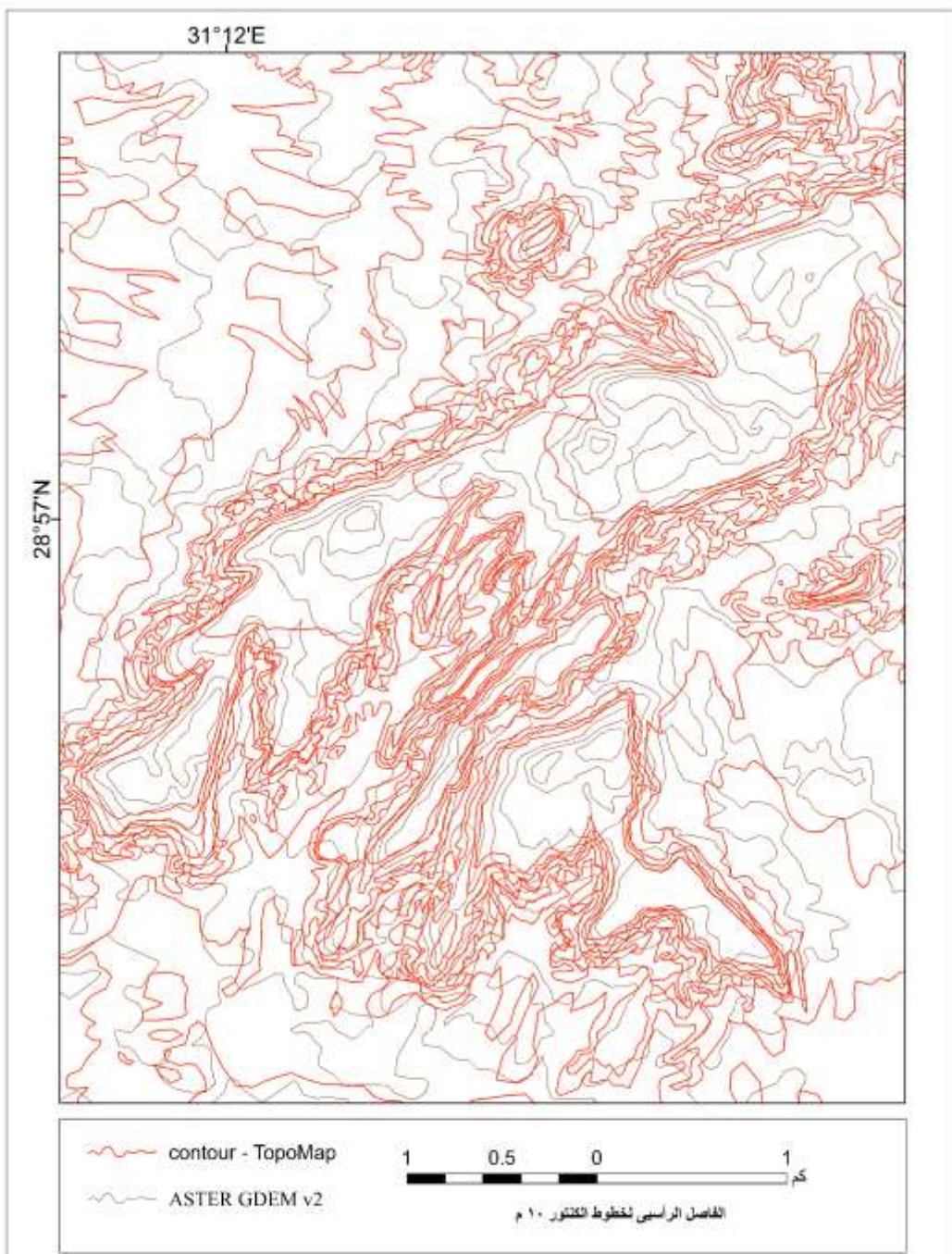
توضح المقارنة التقارب الشديد في تمثيل الإنحدار من كلا خطوط الكنتور المنتجة من كلا المصدرين. شكل رقم(33)

(9-2) المقارنة الكارتوجرافية بين خطوط الكنتور المنتجة من كلال ASTER v2 و خطوط الكنتور

توضح المقارنة التقارب الشديد في تمثيل الإنحدار من كلا خطوط الكنتور المنتجة من كلا المصدرين\_ مع كثرت تواجد خطوط تفصيلية لسطح الهضبة الشرقية مع إن نفس الفاصل الكنتورى 10م . كما هو واضح في الشكل رقم (34)



شكل رقم (33) المقارنة بين خطوط الكنتور الأصلية وخطوط الكنتور المنتجة من النموذج الرقوى SRTM v2



شكل رقم (34) المقارنة بين خطوط الكنتور الأصلية وخطوط الكنتور المنتجة من النموذج الرقمي ASTER v2

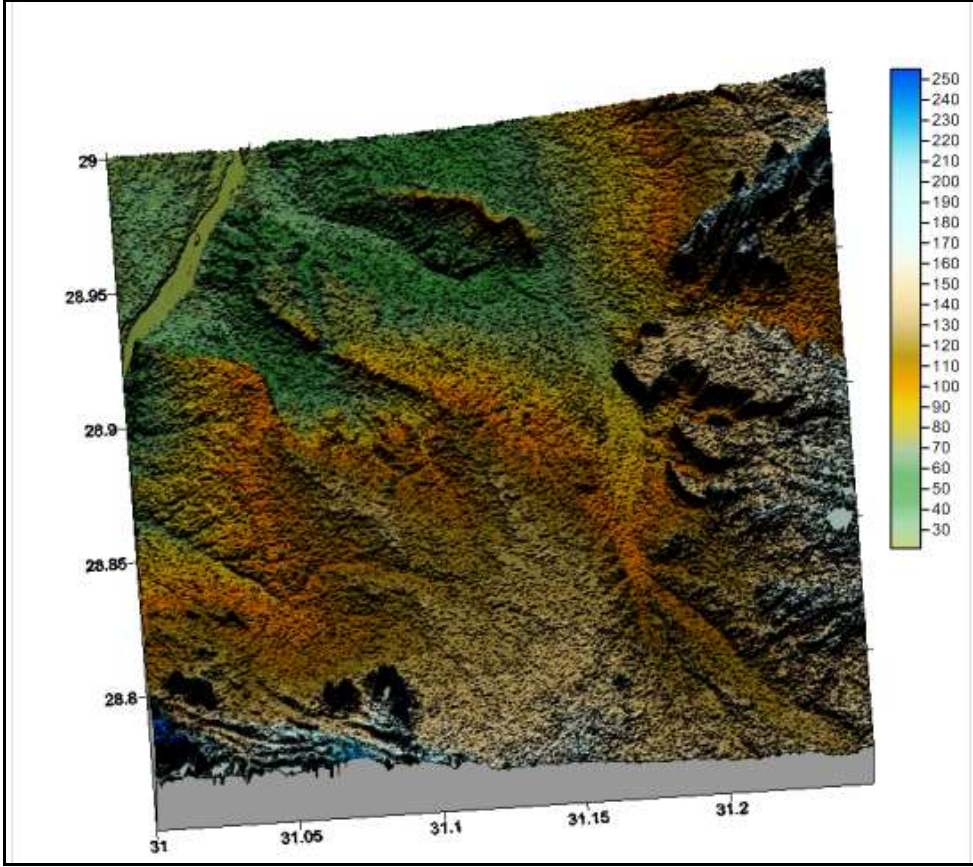


## عاشراً: الفوائد التطبيقية للخريطة الكنتورية:

تعد الخريطة الكنتورية من الخرائط الهامة في العمليات العسكرية وذلك لكونها تعطي فكرة تفصيلية عن معالم سطح الأرض، الذي يعد بدوره مسرح القتال ويحدثنا التاريخ عن العديد من المعارك فمثل قادتتها في تحقيق النصر لعدم درايتهم الكافية بطبيعة مسرح القتال؛ وقد كان الإعتماد على الخرائط الكنتورية الحديثة المعتمدة على الصور الجوية أساساً في الحرب العالمية الثانية. (مصطفى، 1987، ص311)

## 10-1) إنتاج شكل ثلاثي الأبعاد لتضاريس سطح الأرض :

يوضح لنا الجسم إلى أي حد يصل تمثيل ومصادقية بيانات ارتفاعات نماذج المناسيب العالمية ASTER GDEM في الوصول إلى صورة ثلاثية الأبعاد لطبوغرافية سطح الأرض للمنطقة المراد استخراج خريطة كنتورية لها؛ فيساعد الشكل الثلاثي الأبعاد شكل رقم (35) في فهم وتوضيح معالم سطح الأرض التضاريسية و رؤية الشكل العام لإنحدار.



المصدر إعداد الباحثة:

شكل (35) استخدام الخريطة الكنتورية في إنشاء شكل مجسم ثلاثي الأبعاد.

### (10-2) الخريطة الكنتورية والاعراض العسكرية:

من أهم الأهداف العسكرية التي تحققها الخريطة الكنتورية هو تحديد إمكانية الرؤية في المناطق الجبلية شديدة التضريس إذ يرتبط بتحديد الرؤية عمل سلاح الاستطلاع وتحديد مرمى القصف بالمدفعية والصواريخ. كما يمكن عن طريقة تحديد الأراضي المحتجبة المناطق التي يمكن أن يخفى فيها العدو معداته.

يمكن لمستخدم الخريطة الكنتورية من خلال قراءتها وتحليلها أن يتعرف وبشكل عام على المناطق التي تظهر بوضوح من خلال نقطة أخرى مجاورة، وتعتمد هذه الطريقة على معرفة منسوب النقطة المطلوب كشف النقط المجاورة لها وأيضاً معرفة مناسيب التضاريس البينية بين نقطة الراصد والنقطة الأخرى المجاورة؛ وغالباً يمكن الرؤية إذا كانت مناسيب التضاريس البينية بين مكان الراصد والأماكن الأخرى مناسيب أدنى من منسوب الراصد وتوفر هذه مع الطيات المقعرة والعكس صحيح في حالة الطيات المحدبة إلا إذا كان الراصد فوق قمة هذه الطية (مصطفى، 1987، ص 320، 321)

### تحليل الرؤية Visibility Analysis :-

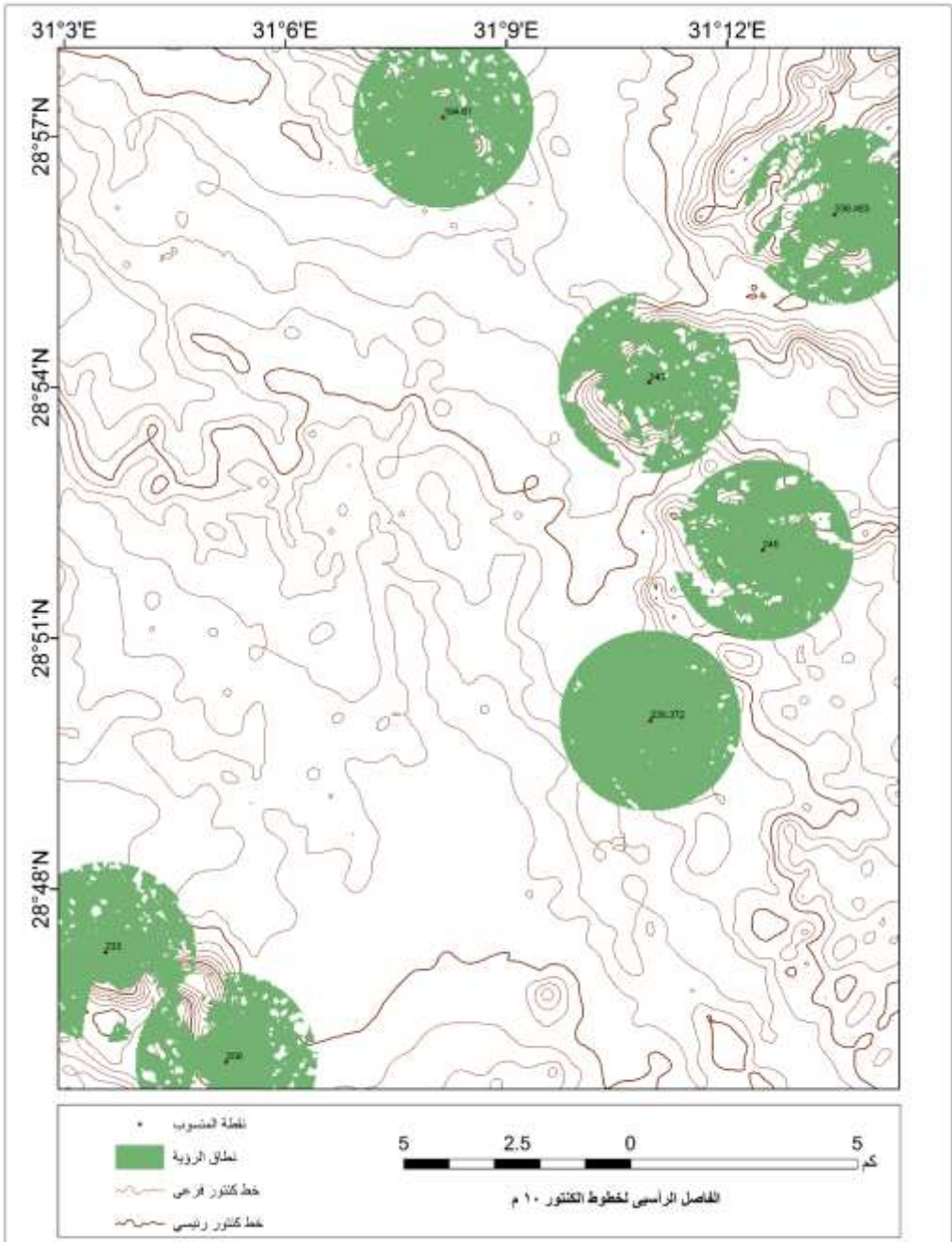
يستخدم في التعرف على المساحة التضاريسية من سطح الأرض التي يمكن أن ترى من نقطة محددة تسمى نقط الملاحظة Observation Point ويعتمد تحديد المساحات الممكن رؤيتها على موقع الرصد، وإتجاه خط شعاع النظر (الرصد)، فكلما كان موقع الملاحظة مرتفعاً كلما زادت مساحة الرؤية، وكلما كانت الظاهرات الممتدة على طول خط النظر أقل منه في الإرتفاع أمكن رؤيتها، أما إذا كانت أكثر إرتفاعاً منه فسوف تعترضه وتخفي وراءها الظاهرات الأقل ارتفاعاً. ويعتمد تحليل الرؤية على الخريطة المناسيب، وبذلك تعتمد دقة تحليل الرؤية على دقة بيانات المناسيب المدخلة بنموذج البيانات الرقمية، فكلما زادت دقة النموذج زادت دقة التحليل وبالتالي دقة الخريطة المخرجة. ويستفاد من تحليل رؤية سطح الأرض على سبيل المثال إختيار انسب المواقع لوضع أبراج الاتصالات، أبراج تقوية إرسال الإذاعة والتلفزيون، وأطباق استقبال الأقمار الصناعية ، والمرصد الفلكية. (شرف، 2011، ص 183)





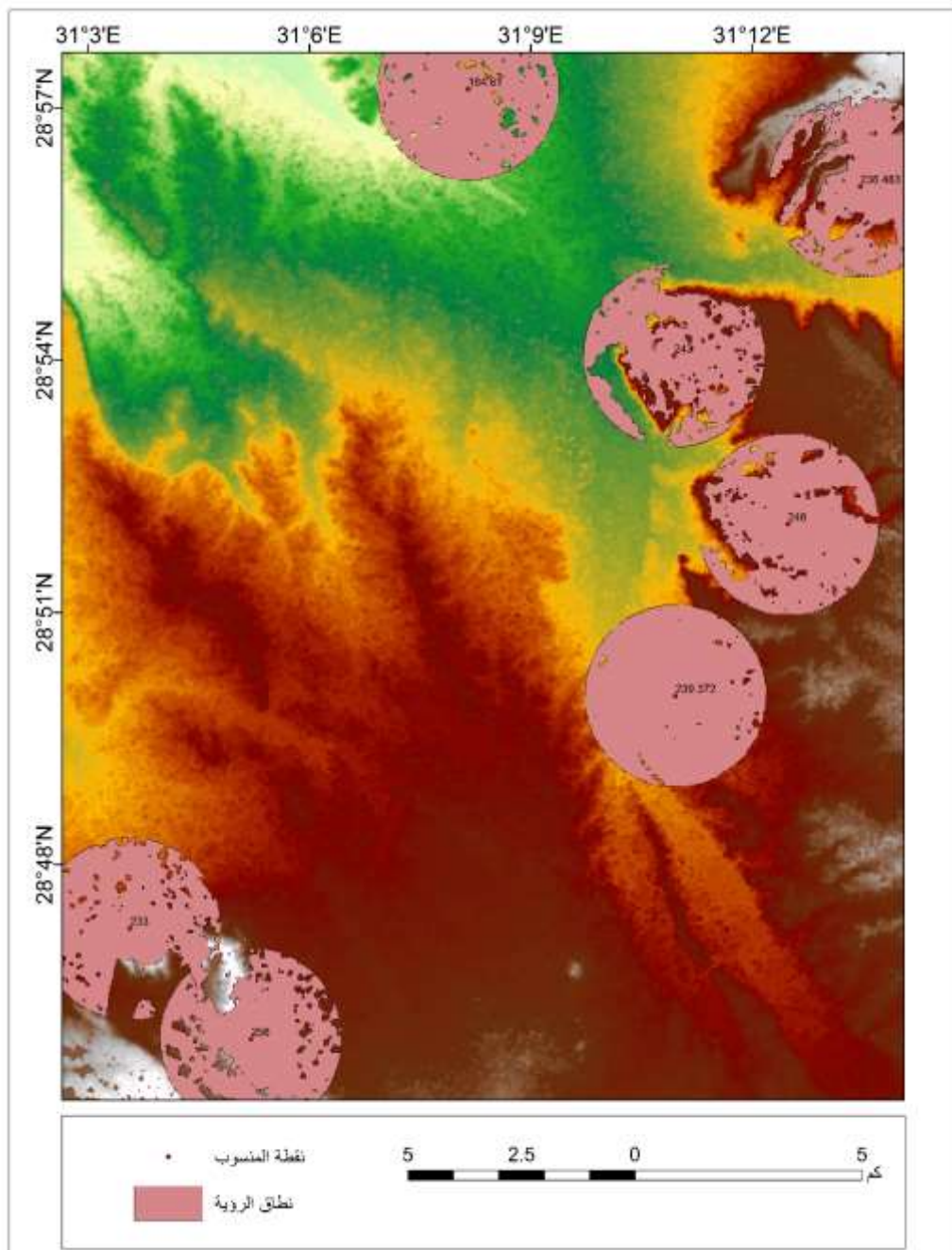
من خلال الخريطة الكنتورية تم إنشاء مناطق الرؤية في منطقة الدراسة فوق أسطح قمم الجبلية بالمنطقة وأسفلها وذلك تم على برنامج Global Mapper كما يوضحها الشكل رقم (36-أ) حيث وضحت المناطق المرئية والمناطق المحتجبة عن الرؤية، حيث تم توزيع نقاط الرؤية فوق أسطح الجبال الموجودة في المنطقة لتحديد مدى الرؤية على مسافة 2كم (وهي تظهر داخل نطاق الدائرة الخضراء وظهور المناطق المحتجبة عن الرؤية داخل نطاق نفس الدائرة)

ويوضح الشكل رقم (36-ب) نطاق الرؤية من فوق المناطق الجبلية على نموذج المناسيب الرقمي العالمي ASTER GDEM v2 30m ، مما يظهر أهمية استخدام تطبيق تحديد نطاق الرؤية، وتحديد المناطق المكشوفة والمناطق الغير مكشوف من نفس المنطقة. حيث يوضح الشكل المناطق المحتجبة من فوق جبل المشاش في الشرق ومن فوق سطح جبل الحديد وجبل الأبيض في الجنوب الغربي بمنطقة الدراسة مما يساعد في كثير من التحليلات الرؤية وأهمها الأغراض العسكرية.



المصدر: إعداد الباحثة

شكل (36-أ) تحليل الرؤية



المصدر: إعداد الباحثة شكل (36-ب) تحليل الرؤية

## الخلاصة:

1. أهمية المعالجة لنماذج المناسيب الرقمية **ASTER GDEM & SRTM DEM** المجانية قبل بدء استخدامه فى إنتاج خطوط الكنتور منها، حيث تعمل المعالجة على تقليل نسبة التشويش والأخطاء وملء **Fill** للخلايا المفقودة القيمة أو تقليل قيمة الخلايا الشاذة فى قيمة منسوبها عن قيم الخلايا فى محيط تلك الخلية. خاصة عند استخدام الإصدارات الأولى لهذه النماذج فتعتبر تجريبية وتكثر بيها الخلايا مفقودة القيمة . ولكن الإصدارات الإحدث تتم معالجتها من قبل الهيئات المنتجة له وتطويرها باستمرار من خلال تزويده بعدد كبير من الصور الفضائية .
2. يجب قبل بدء إنزال النموذج الرقمية **ASTER GDEM & SRTM DEM** معرفة إصداره ودقته من ملف الذى ينزل مع ملف البيانات ومستوى النموذج، ونسبة الخطأ به؛ وقيام المستخدم بحساب دقة كلاً من النماذج من خلال استخدام المؤشرات الإحصائية لحساب الدقة الرأسية مثل متوسط الخطأ والجذر التربيعى لمتوسط الخطأ.
3. من خلال التحليل الكمي لبيانات نماذج المناسيب الرقمية **ASTER GDEM & SRTM DEM** تبين توافق دقتهم للإعتماد عليهم فى إنتاج خطوط الكنتور لخريطة كنتورية مقياس رسم 1:50.000 ؛ حيث تمثل متوسط الخطأ فى **ASTER GDEM & SRTM DEM** 5.1م و 5.5م على التوالي ؛ ومتوسط الجذر التربيعى للخطأ فى كلا من **ASTER GDEM & SRTM DEM** هى 6.6م و 8.6م على التوالي كما هو واضح من التحليل الكمي لمناسيب تلك النماذج وتوافقها مع دقة الخريطة مقياس رسم 1:50.000 التى تساوى نصف الفاصل الكنتورى بها سواء كان 10م أو 20 م أى أن دقتها ما بين 5 إلى 10 م أى إنه يمكن الإعتماد على بيانات نماذج المناسيب الرقمية



إنتاج خرائط كنتورية بفاصل رأسي 10م و 20م ومقياس رسم 1:50.000 .  
**ASTER GDEM & SRTM DEM المجانية على شبكة الإنترنت في**

4. التحليل الكارتوجرافي لخطوط الكنتور المنتجة من نماذج **ASTER GDEM** و **SRTM DEM** تتميز بتوافقها مع القواعد الكارتوجرافية لخطوط الكنتور وعدم وجود تشويهاً وظاهرات شاذة كثيرة بها خاصة عند استخدام برنامج **Global Mapper v20** لإنتاج خطوط الكنتور من هذه النماذج.

5. تميز نموذج **SRTM DEM v2 30m** عن نموذج **SRTM DEM v4** في دقة إظهار تفاصيل السطح والظاهرات الجيومورفولوجية الصغيرة ويرجع ذلك لكبر دقته المكانية ، ولكن في العموم كلهما **SRTM DEM v4** و **SRTM DEM v2 30m** تميزاً بإظهار إندار السطح والمظهر العام للتضاريس بشكل جيد ومتقارب للواقع.

6. إرتفاع تفاصيل بيانات نموذج **ASTER GDEM v2 30m** عن بيانات نموذج **SRTM DEM v2 30m** ولكن كلهما ذات دقة عالية؛ وخطوط الكنتور المنتجة من خلالهما تتقارب في تمثيل الواقع وخاصة حافات إندارات الجبال الموجودة في المنطقة فقد قام كلا النماذج بإظهارها بشكل متقارب للواقع وبشكل يوحى بشدة الإندار؛ كما مثلت الظاهرات الأخرى الجيومورفولوجية والهيدرولوجية بشكل كبير من التفاصيل وخاصة شبكة الأودية وتراجع وإنحناءات خطوط الكنتور في تمثيل الأودية بالمنطقة كانت مثالية.

أولاً: المراجع العربية:

- 1- أحمد أحمد مصطفى. (1987). الخرائط الكنتورية تفسيرها وقطاعتها. الأسكندرية: دار المعرفة الجامعية.
- 2- جمعة محمد داوود. (2012). مدخل إلى الخرائط الرقمية. مكة المكرمة: السعودية.
- 3- على بن معاضة الغامدى. (2007). استعراض اشكال سطح الأرض بطريقة شمالية الإتجاه. الجمعية الجغرافية الكويتية.
- 4- على بن معاضة الغامدى، و نادية بنت عوض السفري. (ابريل، 2016). معالجه التشوهات فى نموذج الارتفاع الرقى المنتج من المرينات المزدوجه: آلية مقترجة. المجلة العربية لنظم المعلومات الجغرافية- الجمعية الجغرافية السعودية-السعودية

ثانياً: المراجع الأجنبية:

- 5- Abrams, M. (2016). ASTER Global DEM Version 3, and new ASTER Water Body Dataset. in *ISPRS- International archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, XLI-B4*, 107-110.
- 6- Alganci, U. B. (2018). Accuracy assessment of different digital surface models. *ISPRS International Journal of Geo-Information*.
- 7- Amin, M. M.-F. (2013). Accuracy Assessment of world DEMs versus Local DEM in Egypt. *Civil Engineering Research Magazine CERM*, 35.
- 8- Athab, A. D. (2010). Accuracy Assessment of SRTM -DEM Using GPS Measurments and GIS Techniques. *Eng& Tech, Journal*, 28.





- 9- Baral, Suman Sourav; et al. (2016, may 31). Comparison of Cartosat, ASTER and SRTM DEM of Different Terrains. *Asian Journal of Geoinformatics*, 16.
- 10- Chirico, P. G. (2004). An Evaluation of SRTM, ASTER, and Contour-based DEM in the Caribbean Region. *In Proceedings of the URISA 2004 Caribbean GIS conference.* USGS.
- 11- Croneborg, L. S. (2015). Digital Elevation Models. A Guidance Note on how Digital Elevation Models are Created and Used– Includes key Definitions, Sample Terms of Reference and how Best to Plan a DEM-Mission.
- 12- Czubski, K. K. (2013). Accuracy of SRTM-X and ASTER Elevation Data and its Influence on Topographical and Hydrological Modeling: Case Study of the Pieniny Mts. in Poland. *International Journal of Geoinformatics.*
- 13- El-Ashmawy, K. L. (2016). Investigation of the Accuracy of Google Earth Elevation Data. *Artificial Satellites*, 51. doi:10.1515/arsa-2016-0008
- 14- Elkhrachy, I. (2017). Vertical accuracy assessment for SRTM and ASTER Digital Elevation Models: A case study of Najran City, Saudi Arabia. *Ain Shams Engineering Journal.*
- 15- Forkuor, g., & Maathuis, B. (2012). Comparison of SRTM and ASTER Derived Digital Elvation Models over two Regions in Chana. *Implications for Hydrological and Environmental Modeling, Studies on Environmental and applied Geomorphology.*
- 16- Imhof, E. (1982). Cartographic. Berlin: Walter deGruyter.



- 17- Karwel, A. K., & Ewiak, I. (2008). ESTIMATION OF THE ACCURACY OF THE SRTM TERRAIN MODEL ON THE AREA of Poland. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, XXXVII .part B7.*
- 18- Khalid, N. F., Din, A. H., Omar, K. M., & Khanan, M. F. (2016). OPEN-SOURCE DIGITAL ELEVATION MODEL (DEMs) EVALUATION WITH GPS AND LiDAR DATA. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume XLII-4/W1.*
- 19- Mukherjee, S., Ghosh, A., & Mukhopadhyay, A. (2013). Evaluation of Vertical accuracy of Open Source Digital Elevation Model(DEM). *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation.*
- 20- NASA/METI/AIST/Japan Spacesystems, a. U. (2018). ASTER Global Digital Elevation Model v003. Retrieved from <https://doi.org/10.5067/ASTER/ASTGTM.003>
- 21- Rodriguez, E. M. (2005). AN Assessment of the SRTM Topographic Products. jet Propulsion Laboratory.
- 22- Rolf A. DeBy, Richard A. Knippers. (2001). Principles of Geographic Information Systems (Second edition ed.). The Netherlands: The International Institute for Aerospace Survey and Earth Sciences (ITC).