



**معالجة بيانات SRTM للتحقق من صحة خوارزمية kriging
ومقارنة الاختبارات الإحصائية باستخدام ARC GIS 10.8
Process SRTM data to validate the kriging algorithm and
compare statistical tests using ARC GIS 10.8**

إعداد

أ.م.د / احمد محمد جهاد الكبيسي

Dr. Ahmed Muhammad Jihad Al-Kubaisi

قسم تربية الفلوجة - المديرية العامة لتربية الأنبار-وزارة التربية -العراق

Doi: 10.21608/ajahs.2022.267158

٢٠٢٢ / ٩ / ١٤	استلام البحث
٢٠٢٢ / ٩ / ٢٨	قبول البحث

الكبيسي ، احمد محمد جهاد (٢٠٢٢). معالجة بيانات SRTM للتحقق من صحة خوارزمية kriging ومقارنة الاختبارات الإحصائية باستخدام ARC GIS 10.8 . المجلة العربية للأداب والدراسات الإنسانية، المؤسسة العربية للتربية والعلوم والأداب، مصر، مج(٦)، ع(٢٤) أكتوبر، ٤٩٣ – ٥١٦ .

<http://ajahs.journals.ekb.eg>

معالجة بيانات SRTM للتحقق من صحة خوارزمية kriging ومقارنة الاختبارات الإحصائية باستخدام ARC GIS 10.8

المستخلص:

يهدف البحث الى طرح الية لمعالجة نموذج الارتفاع الرقمي (Srtm) من خلال الاستيفاء المكاني بطريقة كريكينغ (kriging) وذلك بغية معالجة التشوهات التي حدثت في المنتج الأصلي لنموذج (DEM). وكذلك للحصول على مصداقية للسطح الطبوغرافي الذي يمثل على الأرض. وتحديداً معالجة النموذج (dem) من منظور تمثيل الظاهرة كما هي عليه في الواقع ، وسعى البحث الى إزالة التشوهات في النموذج الأصلي (Srtm) باستخدام أساليب الترشيح التقليدية الا ان نتائجها غير مقبولة فكان الاستيفاء المكاني هو السبيل الأمثل ، باتباع الية جديدة تكونت من اربعة مراحل من جمع المعلومات وحتى السطح الطبوغرافي الجديد الذي تم معالجته نهائياً ، اذ تمكن البحث من استيفاء نموذج رقمي ذو سطح خالٍ من التشوهات بطريقة (kriging) مع التأكيد على ضرورة اتباع هذه الخطوات لدعم القرار وصولاً الى افضل منتج . ان الهدف الأساس من التصحيح هو استخراج سطح طبوغرافي سلس يكون مهياً لاجراء عمليات تحليل مثل الهيدرولوجيا او الخصائص المورفومترية او الشبكة المائية ، وهذا الامر ينطبق على معايير التمثيل الخرائطي الفني لمثل هذه النماذج لتحقيق التوازن. تم استخدام مقطع (Srtm) كعينة لتطبيق الطريقة المقترحة تمثلت لمنطقة وادي حوران في الهضبة الغربية العراقية ، ومعالجته وفق المراحل وصولاً الى نموذج النهائي. ومن ثم اختباره بطريقة إحصائية من خلال أداة الاختبار مورينس لمدى صحة وترابط العلاقات المكانية بين الخلايا الرقمية للنموذج الكارتوغرافي .

الكلمات المفتاحية : نموذج ارتفاع الرقمي ، تمثيل خرائطي ، الاستيفاء المكاني ، طريقة كريكينغ، Gis

Abstract:

The research aims to propose a mechanism for processing the digital elevation model (Srtm) through spatial interpolation by the kriging method, in order to address the distortions that occurred in the original product of the (DEM) model. As well as to obtain credibility for the topographic surface, that is represented on the ground. Specifically, the treatment of the model (dem) from the perspective of representing the

phenomenon as it is in reality, and the research sought to remove distortions in the original model (Srtm) using traditional filtering methods, but its results are not acceptable, so spatial interpolation was It is the best way, by following a new mechanism that consisted of four stages from collecting information to the new topographical surface that was finally treated, as the research was able to complete a digital model with a surface free of distortions by (kriging) with an emphasis on the need to follow these steps to support the decision down to The best product. The main objective of the correction is to extract a smooth topographic surface that is prepared for conducting analyzes such as hydrology, morphometric characteristics or the water network, and this applies to the standards of technical cartographic.

Keywords: digital elevation model representation of my maps, spatial interpolation, kriging, Gis

مقدمة:

تهدف معالجة نموذج الارتفاع الرقمي المشتق من الأقمار الصناعية الى تمثيل الواقع بقدر ممكن من الدقة ، بغية إزالة بعض التشوهات التي تحدث اثناء عملية التصور ، نتيجة ما يعترى هذا النوع من المرئيات (Srtm) جراء عملية التصوير او انتاجها او اثناء عملية دمجها والتي اكدت بعض الدراسات السابقة ضرورة معالجتها قبل القيام بالتحليل منها.

قبل اجراء عملية التحليلات المكانية الاستيفائية او استخراج متغيرات السطح الطبوغرافي لابد من القيام بتصحيح قيم النموذج الرقمي الذي بدوره يعكس طبيعة الواقع او يكون اقرب اليه ، كما الظلال لايمكن ان تكون بشكل هندسي بل في تدرج لوني او ظلي يعكس قيمة الارتفاع من الأعلى الى الأدنى وهكذا .

وان أساليب العرض الكارتوغرافي لسطوح الظلال او اشتقاق الخرائط الكنتورية من نماذج الارتفاع الرقمي (DEM) مثلاً يمكن ان تظهر نوعاً من التشوهات التي تعترىها ، ومن رؤية التصحيح هنا يحتاج الى معالجات عدة منها طبيعة مصادر البيانات الخام وجودتها لاسيما اذا كانت خرائط ذات مقاييس كبيرة او عمليات تحليل الخصائص المورفومترية وغيرها ، اما بالنسبة للتمثيل الكارتوغرافي

من حيث الخصائص الفنية والجودة والدقة فهنا لا يحتاج الى معايير بجودة عالية جدا بقدر ما نعني بالتمثيل الكارتوغرافي ان يظهر بعد عمليات المعالجة والتحليل على مقياس رسم مناسب لوضوحه مثل متطلبات انتاج الخرائط الكنتورية او شبكة المجاري المائية بقدر ما تكون لغرض العرض الكارتوغرافي اولا بما يعني ان هدف البحث يركز على الية الحصول على نموذج كارتوغرافي يتناسب مع مقياس الرسم .

مشكلة البحث :

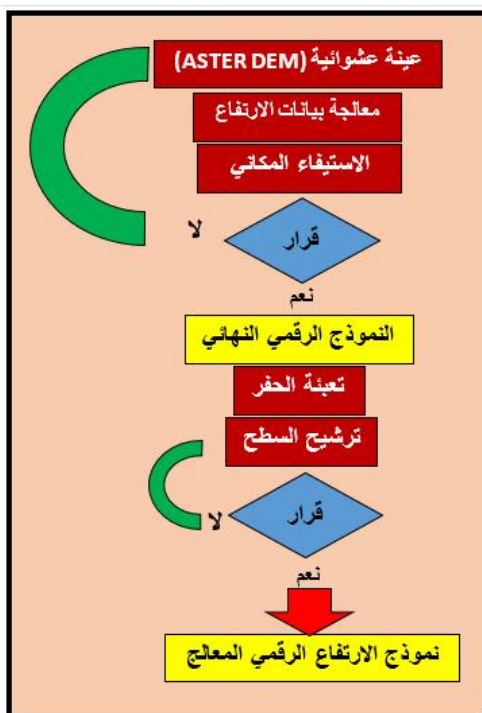
من المسلم به بين الكارتوغرافيين ان هناك كثير من العمليات التطبيقية لانتاج الخريطة من نموذج الارتفاع الرقمي لغرض الحصول على سطح طبوغرافي مناسب يتوافق مع مقياس الرسم او العرض الالي لشاشة الحاسب الالكتروني ، وبالتالي فان هذه العمليات قد تتيح لنا الحصول على معايير جودة الوضوح للنموذج الكارتوغرافي ، ومن تلك العمليات هو الحصول على قيم عالية الدقة للوضوح المكاني اثناء الرصد الجوي او الفضائي ، او يتطلب عمليات تحسين وترشيح بوساطة برمجية متخصصة قد لا تحتاج الى قيم عالية لغرض انتاج نموذج مقبول كارتوغرافياً مع مقياس الرسم ، وبالتالي فاننا نحتاج الى اجراء عمليات معالجة من هذا النوع على النموذج الأصلي بما فيه من تشوهات او قيم شاذة او متطرفة ومعالجتها ليكون مقبول كارتوغرافياً بما يعني ان المشكلة تكمن في الية الطريقة التي تعالج هذه البيانات من رؤية تحسينها كارتوغرافياً وليس من رؤية دقتها وهو الهدف الأساس للبحث.

اهداف البحث :

- 1- تسليط الضوء على أهمية معالجة نماذج الارتفاع الرقمي المنتجة من نوع (Srtm)
- 2- عرض آلية مقترحة لمعالجة نموذج الارتفاع الرقمي من بعض التشوهات في سطحه .
- 3- اجراء الاختبار الاحصائي وتقييم النتائج.

منهجية البحث:

1. **المنهج الاحصائي Statistic Method**: يضم حقل الإحصاء طرائق لتوصيف وتحميل البيانات ، ويقدم الأدوات اللازمة للتحليل والتمثيل والتفسير استُخدم المنهج الإحصائي معتمداً على نماذج رياضية احصائية لتفسير النتائج .
2. **المنهج التقني ال** معاصر: **Contemporary technical** لأعداد انتاج البيانات الرقمية ، ومعالجة نموذج الارتفاع الرقمي باستخدام برنامج (ArcMap10.3) من خلال التطبيق على نموذج اصلي لبيانات (Srtm) ليتم إعادة بناء النموذج بطريقة الاشتقاق المكاني (**kriging**)



الشكل ١ مراحل معالجة نموذج الارتفاع الرقمي من عمل الباحث

أدوات البحث :

١. برنامج (ARC GIS 10.8)

٢. موقع مفتوح المصدر للبيان الراداري (SRTM)

<http://srtm.csi.cgiar.org/download>

٣. اداة خوارزمية الاشتقاق المكاني الاحصائي (kriging Interpolation)

الدراسات السابقة :

١- تناولت دراسة (Smith and Sandwell.2003) لنموذج (srtm) عن دقة وضبط البيانات فيه من خلال عرض خصائص بيانات رادارية وتحليل الفروقات بينها. مؤكدا على أهمية الدقة وتصحيح البيانات قبل انتاج السطوح الطبوغرافية.

٢- في دراسة (E. Rodríguez Other's.) تطرق الباحثون في مؤلفهم عن الأخطاء العشوائية العالية والاطء النسبية واطء في طول الموجة في انتاج

- نموذج ارتفاع الرقمي والمقارنة بين خصائص كل منها من حيث الدقة وضبط التصحيح وزاوية التصوير بين نماذج منتجة من نوع nasa و NIMA و srtm .
- ٣- اشارت دراسة (Wagner.2003) الى شرح وإنتاج البيانات الرادارية المنتجة من نوع srtm وبيانات من نوع DTED والحفاظ على مستوى عالٍ من الدقة مع تجنب الأخطاء العشوائية وضرورة تحسينها وترشيحها قبل عملية الإنتاج.
- ٤- بينت دراسة (Y. Gorokhovich a, A. Voustianiouk.2006) في نتائجها ان معدل الخطأ الرأسي كان عالياً المنتج من بيانات CGIAR باختلاف بيانات SRTM والتي تم تطبيقها على نموذج سطح درجات الانحدار (SLOP).
- ٥- دراسة (آمال مدحت عبد القادر ، أرسلان أحمد الجاف، ٢٠٠٩) اجريت الدراسة لمناطق مختاره من الصحراء الغربية التي تتصف بوفرة التواجدات المعدنية من الحديد الرسوبي والمعادن الطينية. يهدف انشاء المرئيات المناسبه والفعاله لتعيين الترسبات اعتمادا على المعالجات الرقمية للمرئيات الفضائيه باستخدام برنامجي ARC GIS و- ERDAS 9.1 لإنشاء مرئيات الدمج ومعالجتها لتحديد الأستجابة الطيفيه +ETM حيث استخدمت مرئيات لاندسات الفضائية للترسبات المعدنيه.
- ٦- دراسة (السفري ، الغامدي ، ٢٠١٦) تناولت الدراسة معالجة نموذج ارتفاع الرقمي المنتج من القمر الصناعي الفرنسي (SPOT 5) من خلال إزالة التشوهات او التقليل منها بطريقة الاشتقاق المكاني.
- ٧- دراسة الباحثان (هالة محمد سعيد ، خلود علي هادي، ٢٠١٠) ، تم في هذه الدارسة التعرف على نموذج الارتفاع الرقمي وتصنيفها والتعرف على بعض مصادر انتاجها والتطبيقات المتعددة لاستخدام هذا النموذج في مجالات متعددة واجريت بعض التطبيقات، منها توضيح الارتفاعات والانحدارات بالدرجات و فئات الانحدار .

أسلوب وأدوات العمل :

اولاً: بيانات نموذج الارتفاع الرقمي * srtm

يُعد نموذج الارتفاع الرقمي DEM حجر الأساس الذي يُبنى فوقه تحليل السطوح الطبوغرافية ، وتختلف نماذج السطح الرقمية DTM عن نماذج

* shuttle radar topography mission , للمزيد من المعلومات يراجع ,
National Aeronautics and Space Administration Jet Propulsion Laboratory California
Institute of Technology Pasadena, California JPL 400-713, Rev. 1 7/98
<http://southport.jpl.nasa.gov>

الارتفاعات DEM في أن الثانية تحتوي فقط على التباين في الارتفاعات ، في حين تشمل الأولى على تمثيل بياني بثلاثة أبعاد مختلفة سواء أكانت طبيعية ام بشرية (خير الله ، ص ٦)، من الضروري أن نفهم الدقة العمودية والدقة الأفقية لمجموعة البيانات في حالة SRTM ، الدقة العمودية للبيانات تعتمد على ضوضاء الطور المتأصل في رادار SRTM ، في حين أن الدقة الأفقية تعتمد على نسبة إشارة النغمة كدالة لطول الموجة الأفقية. بينما الدقة العمودية لبيانات التضاريس النهائية يمكن تحديدها باستخدام نقاط التحكم GPS ، العمودية النسبية (Smith & Sandwell, 2003, p1)

تم تصميم SRTM لتلبية مواصفات دقة الخريطة، إلى جانب خصائص أجهزة SIR-C الحالية ، أدى إلى تصميم مهمة مقيدة المساحة ومجموعة من خيارات التصميم الطبيعي. الهدف من تداخل الرادار هو قياس الفرق في المدى بين ملاحظتين من نقطة أرضية معينة مع دقة كافية للسماح لاعداد اسطح طبوغرافية دقيقة. ويتم ذلك من خلال مرحلة التداخل ومعرفة هندسة التداخل كما في الشكل (٢). تعبير مبسط للارتفاع الهدف ht. حيث Hp هو ارتفاع المنصة (ارتفاع الهوائي فيما يتعلق بالإهليلجي المرجعي (WGS84)، هو المدى ، ϕ هو طور التداخل المقاس ، α هي زاوية لفة الأساس ، λ هي الملاحظة الطول الموجي ، و B هو طول خط الأساس. بوضوح ، أخطاء في معرفة الكميات في هذه المعادلة التأثير على أداء SRTM الكلي. كانت المفاضلة بين هذه الأخطاء جزءًا كبيرًا من المهمة.


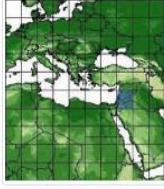
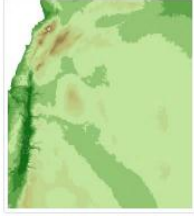
$$h_t = h_p - \rho \cos \left[\sin^{-1} \left(\frac{\lambda \phi}{2\pi B} \right) + \alpha \right]$$

الشكل (٢) معادلة تأثير أداء (srtm) لارتفاع الهدف (ht)

Farr, Tom G , & Other's , The Shuttle Radar Topography Mission, Jet Propulsion Laboratory, California Institute of Technology Pasadena, CA

يمثل ملف بيانات ذو تمثيل رقمي بالاعتماد على صيغ Raster فكل بكسل فيها يحتوي على قيمة رقمية تمثل متوسط ارتفاع سطح الارض في مساحة هذا البكسل، ونموذج DEM دائمًا يوضح ارتفاع التضاريس (قيم الارتفاع للأرض الجرداء) المجردة من النبات الطبيعي والظواهر التي من صنع الانسان على العكس من نماذج السطوح الرقمي (Digital surface model) التي تمثل ارتفاع تيجان

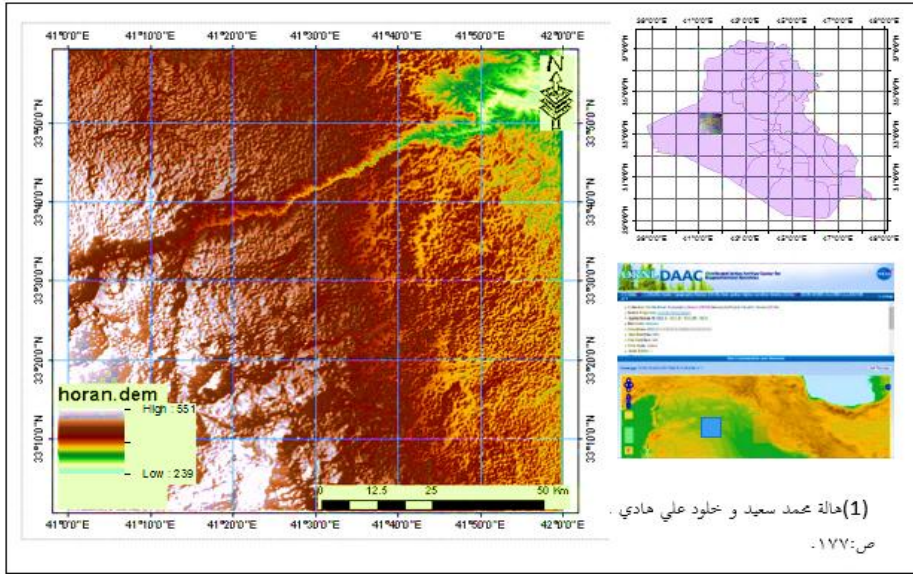
الاشجار, أسطح المنازل, الابراج وبقية المظاهر التي تقف فوق سطح الأرض (سعيد وهادي ، ٢٠١٠، ص١٧٧)، ومبينه تفاصيل خصائص النموذج للبيان الرداري (SRTM) (<http://srtm.csi>) في الشكل (٣)

	SRTM Data	FAQ	Disclaimer	Contact Us	CGIAR CSI
Description	Location	Image			
Product: SRTM 90m DEM Version 4 Data File Name: srtm_44_06.zip Mask File Name: srtm_mk_44_06.zip Latitude Min: 35 N Max: 40 N Longitude Min: 30 E Max: 35 E Center Point Lat: 37.5 N Long: 32.5 E Download SRTM					

الشكل (٣) تحميل نموذج (SRTM) من الموقع

المصدر: <http://srtm.csi.cgiar.org/download>

تم اختيار نموذج الارتفاع الرقمي لوادي حوران في المنطقة الغربية والذي تم اقتطاعه من نموذج يغطي مساحة كبيرة من محافظة الانبار شمال غرب العراق كما في الشكل رقم (٣) يميناً، تم انتاجه من موقع ORNAL DAAC التابع لمركز (Distributed Active Archive Center for Biogeochemical Dynamics) من نوع (SrtmDems Arc) بدرجة وضوح (٣٠) متر من وكالة ناسا الفضائية (Nasa). بنطاق (Panchromatic) بمستوى (A2) تبلغ مساحة المقطع (١٨٤٠٠) كم^٢ والذي يتصف بالتضرس العالي كما في الشكل رقم (٤) يساراً.



شكل رقم (٤) موقع منطقة الدراسة لنموذج (SRTM) وادي حوران المصدر : خريطة العراق الرقمية نوع (DTM MISON) و موقع (srtm.csi.cgiar.org)

ثانياً - معالجة المرئيات الفضائية من نموذج الرادار الطبوغرافي (SRTM): تحتوي بيانات (DEM) الخام عند استقبالها على الكثير من التشويه (Distortion) والتشويش (Noise) تخضع المرئية لعمليات وتقنيات معالجة، وتصحيحات مختلفة مستعينة بالحاسوب، للحصول على نتائج جيدة من معطيات الاستشعار عن بعد، وتم معالجة الأخطاء بطريقتين الأخطاء النظامية (Systematic) وغير النظامية (Un Systematic) وعمليات تحسين المرئيات (Image Enhancement) وترشيح الصورة (Image filtering) (شولي ٢٠٠٧، ص ١٧-٧١)

تتكون مهمة تضاريس الرادار الطبوغرافية (SRTM) من رادار ذي فتحة اصطناعية معدلة خصيصاً (SAR) على متن مركبة الفضاء المكوكية (إنديفور) أطلقت في الفضاء في ١١ فب راير ٢٠٠٠، خلال مهمة استغرقت ١١ يوماً، كان الهدف من SRTM هو الحصول على البيانات من أجل توليد أعلى مستوى مكتمل لقاعدة البيانات الطبوغرافية الرقمية للأرض. ونظام الهوائي في SRTM تم الفصل بينهما بمسافة ثابتة قدرها ٦٠ متر. وتم تشغيل الهوائي الرئيسي في الوضع النشط

(السلبى) للإشارات المرسله والمستقبله بينما الهوائى الخارجى كان سلبيا. الهوائى الرئيسى مضيئة جزء من سطح الأرض مع نبض من ١٠/١ من ميكرو ثانية باستخدام حزمة من موجات الرادار. (Anirudh& Giridhar,2015,p636) تم معالجة البيانات الخام لمنطقة البحث من خلال عملية تحويل البيانات الى صيغة (img) ومن ثم تحسينها من خلال شدة الإضاءة وتباين اللون ودرجة الظلال ومن ثم ترشيح الخلايا الرقمية بوحدة حجم البيكسل (٥×٥). والشكل رقم (٥) يوضح مراحل المعالجة لنموذج منطقة البحث.



ترشيح الخلايا (٥×٥) وتعيين درجة الظل

تحسين توزيع القيم الطبيعي

النموذج الأصلي الخام

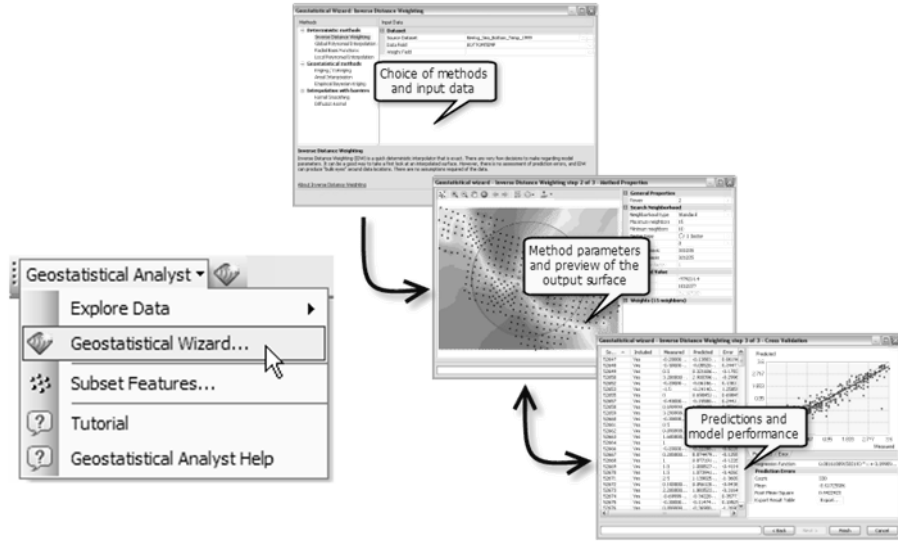
الشكل رقم (٥) مراحل المعالجة الرقمية لنموذج منطقة البحث

ثالثاً - طريقة كريكينغ Kriging Interpolation Method

من خلال اجراء تجارب عديدة لطرق الاشتقاق المكاني والتي لم تكن مقبولة خرائطياً ولم تتضح فيها تغييرات كبيرة عن النموذج الأصلي الذي لم يتم معالجته او تحسينه ، تقوم هذه الطريقة على معالجة التغير المكاني للقيم الرقمية في السطح ليكون متجانساً بشكل كامل ، وهي طريقة إحصائية رياضية لنمذجة الاختلاف المكاني في قيم الارتفاع مثلاً لمجموعة من النقاط ، ويتم تحديد مدى الارتباط المكاني وفقاً للمسافة والاتجاه (الغامدري ، ٢٠١٦، ص١٣٠) ، ووفقاً لمنهجية (كريكينغ) التي تعتمد على الإحصاء المكاني لقراءة الارتباط المكاني الداخلة بعملية القياس (المسافة والارتفاع) لاشتقاق سطح مستوي محسن. تطبيق جيو إحصائي محسن، يقوم بتوليد سطح (Raster) من نقاط الارتفاع (Z) في قاعدة البيانات. وتعتمد على عدد النقاط، يتضمن السلوك المكاني للظاهرة الممثلة (عيد ، قدورة ، ٢٠١٦، ص١٨٨)، تعد خوارزمية (Kriging) اجراء احصائي للبيانات يمكن أن يكون دقيقاً أو سلساً وفقاً

لنموذج خطأ القياس. وهو مرن للغاية يسمح بالتحقيق في الرسوم البيانية للارتباط المكاني. ويستخدم نماذج إحصائية تنتج مجموعة متنوعة من أسطح الإخراج بما في ذلك التنبؤات والأخطاء القياسية للتنبؤ والاحتمالية والكمية. ويفترض أن البيانات تأتي من عملية عشوائية ، وبعض الأساليب تفترض البيانات الموزعة بشكل طبيعي (HELP.ARC)

هناك عدة أنواع من خوارزمية كريكنغ منها ولكل منها خاصية ومعادلة رياضية معينة ، **Ordinary العادي** هو الافتراضي في ArcGIS 10.7 التحول المعتاد في الدرجات ، **simple البسيط** تحويل نقاط إلى توزيع عادي قياسي ، ويعد أحد المعايير الأساسية وأفضل خيار. وهناك أنواع أخرى أكثر تعقيداً مثل UNIVERSAL العالمي يجمع بين تحليل سطح الاتجاه (الانحراف) والتحليل العادي من خلال حساب الاتجاهات ، و INDICATOR مؤشر يحمل من خلال البيانات العادية و الثنائية (٠ و ١) مثل الخلايا الحضرية وغير الحضرية. و PROBABILITY الاحتمالية تستخدم البيانات الثنائية (على غرار مؤشر الضرب) وتقدير نقاط غير معروفة لسلسلة من النموذج (https://gisgeography.com,2019) ، الا ان البحث سيركز على النوع (العادي) كونه الأكثر شيوعاً في الاستخدام . على عكس الأنواع الأخرى من Kriging ، يفترض الارتباط التلقائي المكاني لكنه لا يفترض أي اتجاهات مهيمنة أو انحراف اتجاهي. ما لم يتأكد من أن البيانات تظهر اتجاهًا عامًا ، فإن خيار Ordinary Kriging يعد خيارًا جيدًا بشكل عام. والنوع (الاحتمالية) ومن ثم يتم اختبار نتائج التحسين والنوع الأفضل في قيم النموذج الطبيعي والذي تتعدد تطبيقات اشتقاق بياناته كالتحليل والتفسير في الدراسات الهيدرولوجية والجيومورفولوجية والترربة وغيرها ، سوف ينفذ العمل على أداة Kriging باستخدام أدوات Geostatistical Wizard ضمن ضمن حزمة Geostatistical Analyst ينظر الشكل (٦)



الشكل (٦) نموذج خطوات التحليل الجيوإحصائي للاشتقاق المكاني بأداة (Kriging)

ان إعداد نموذج Kriging يتمثل في إنشاء مخطط نصف دلالة ، يوضح التباين في القياس مع المسافة بين جميع المواقع التي تم أخذ عينات منها. في النموذج ، من المتوقع أن تكون النقاط القريبة من بعضها البعض أكثر تشابهاً من النقاط البعيدة. حيث يوجد ارتباط تلقائي بين النقاط بناءً على المسافة. ن أن Kriging قد يكون أكثر تعقيداً من الأنواع الأخرى من الاستيفاء المكاني ، إلا أنه يتمتع بإمكانية أكبر لإنشاء أسطح أكثر دقة ومصدقة. يعتمد تركيب نموذج Kriging على نقاط البيانات على عدة افتراضات: تتبع البيانات لتوزيع منحني ، لا يحمل أي اتجاهات شاملة ، يرتبط ارتباطاً مكانيًا. (Scheeres,12,2016).

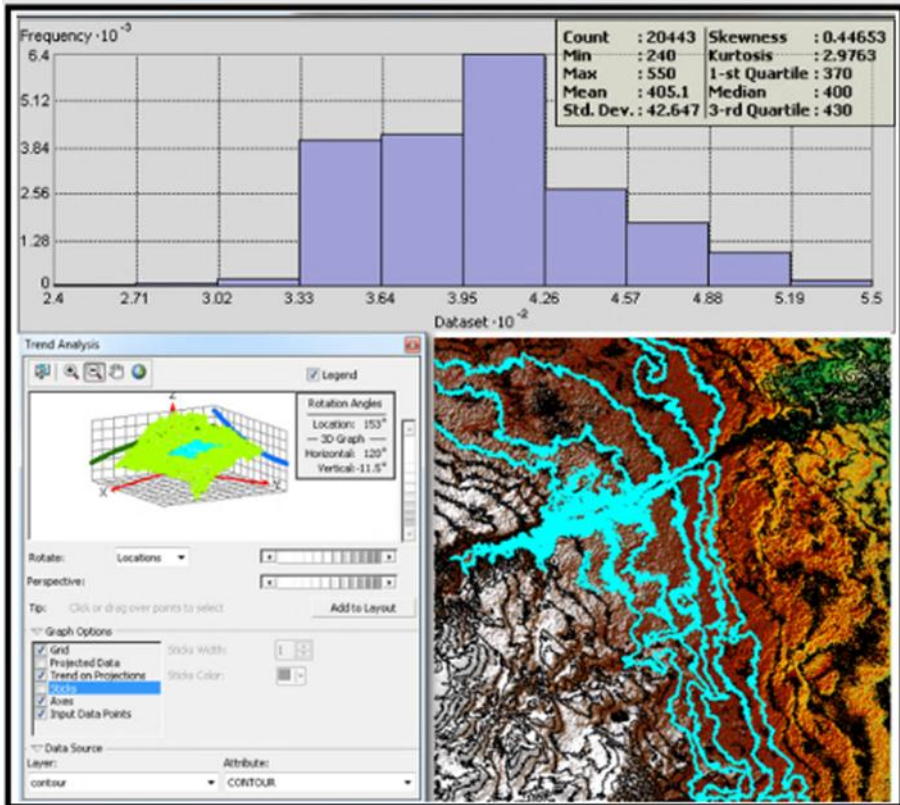
النتائج والمناقشة:

المرحلة الأولى : استخراج بيانات الارتفاع الرقمي

استعان البحث بمواقع مفتوحة المصدر لاستخراج عينة نموذج البحث لبيانات الارتفاع الرقمي بعدد (٢٠.٤٤٣) نقطة في حدود مساحة نموذج التطبيق محيط (وادي حوران) غرب العراق ، المنتج من نوع (srtm) من وكالة ناسا الفضائية بدرجة وضوح (٣٠م) ، وعدد الخلايا (٢٢.٦٦٩.٥٠) خلية ، وان عينة النموذج قليلة قياساً بمساحة السطح الطبوغرافي لمحيط منطقة البحث الا ان حجمها

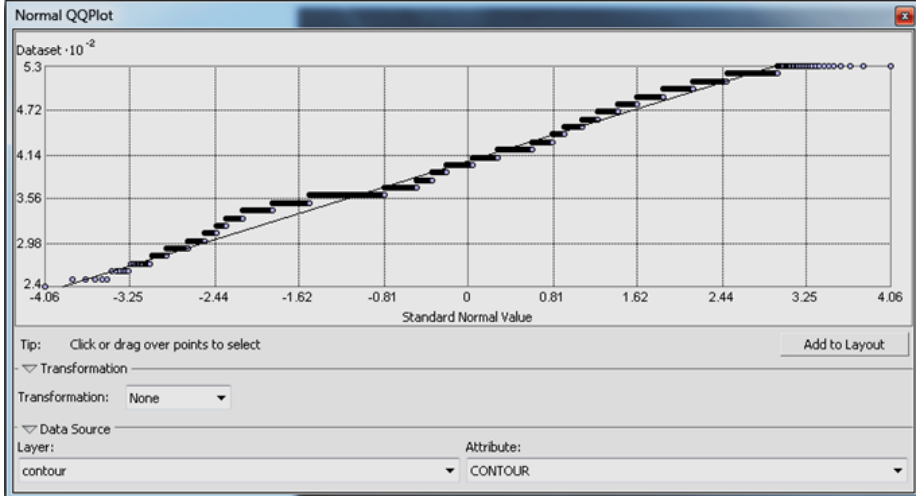
جاء نتيجة تجارب عديدة للاختيار لان حجم العينة الكبير يؤدي الى صعوبة العمل والتحليل والمعالجة ليستغرق اكثر من (١٥) ساعة ، وان زيادة مساحة عينة التطبيق يؤدي الى انتاج سطح ذو تضرس شديد وفيه تشوهات متعددة
المرحلة الثانية - استكشاف البيانات الرقمية:

من ملاحظة الشكل رقم (٧) نجد ان التوزيع العام لبيانات الارتفاع واتجاهها (Trend) لنموذج البحث ، ذات توزيع غير طبيعي وبالتالي يعد ذلك احد أسباب اختيار طريقة كريكنغ العادية للاستيفاء المكاني .وان انحاء احد المنحنيين (الأزرق او الاخضر) ضمن الشكل المجسم فهذا يدل على وجود مؤثر خارجي على الظاهرة ، وفي هذه الحالة نستخدم البيانات بطريقة (كريكنغ) لاستيفاء السطح ، ونلاحظ ضمن نموذج منطقة البحث منحنى الخط الأزرق بسبب تاثر الارتفاعات بظاهرة انحدار السطح(صلاح، ٢٠٠٥، ص٨١)



الشكل رقم (٧) توزيع بيانات قيم منطقة الدراسة واتجاهها

وإذا كان شكل منحنى (QQPlot) لا يقترب للخط المستقيم فهذا يعني ان توزيع البيانات غير منتظم وبذلك لا تصلح معها طريقة (كريكينغ) لاشتقاق السطح الطبوغرافي وبالعكس (صلاح، ص٨٤) ينظر الشكل رقم (٨). حيث ان منحنى النموذج شبه مستقيم.

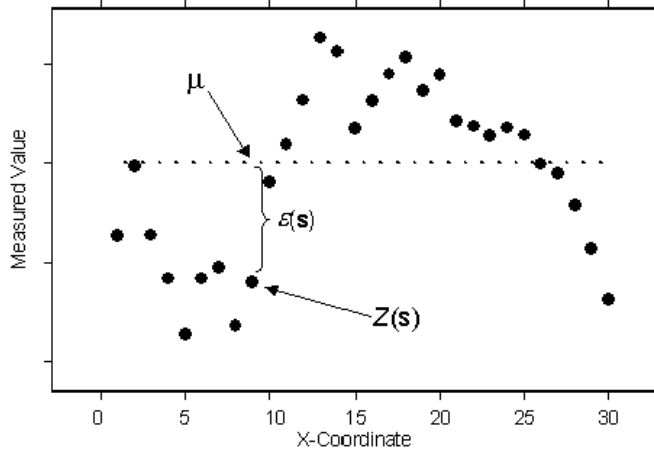


الشكل رقم (٨) مخطط بياني لتوزيع البيانات

المرحلة الثالثة: الاشتقاق المكاني للسطح بطريقة كريكينغ :

١. النوع العادي (Ordinary)

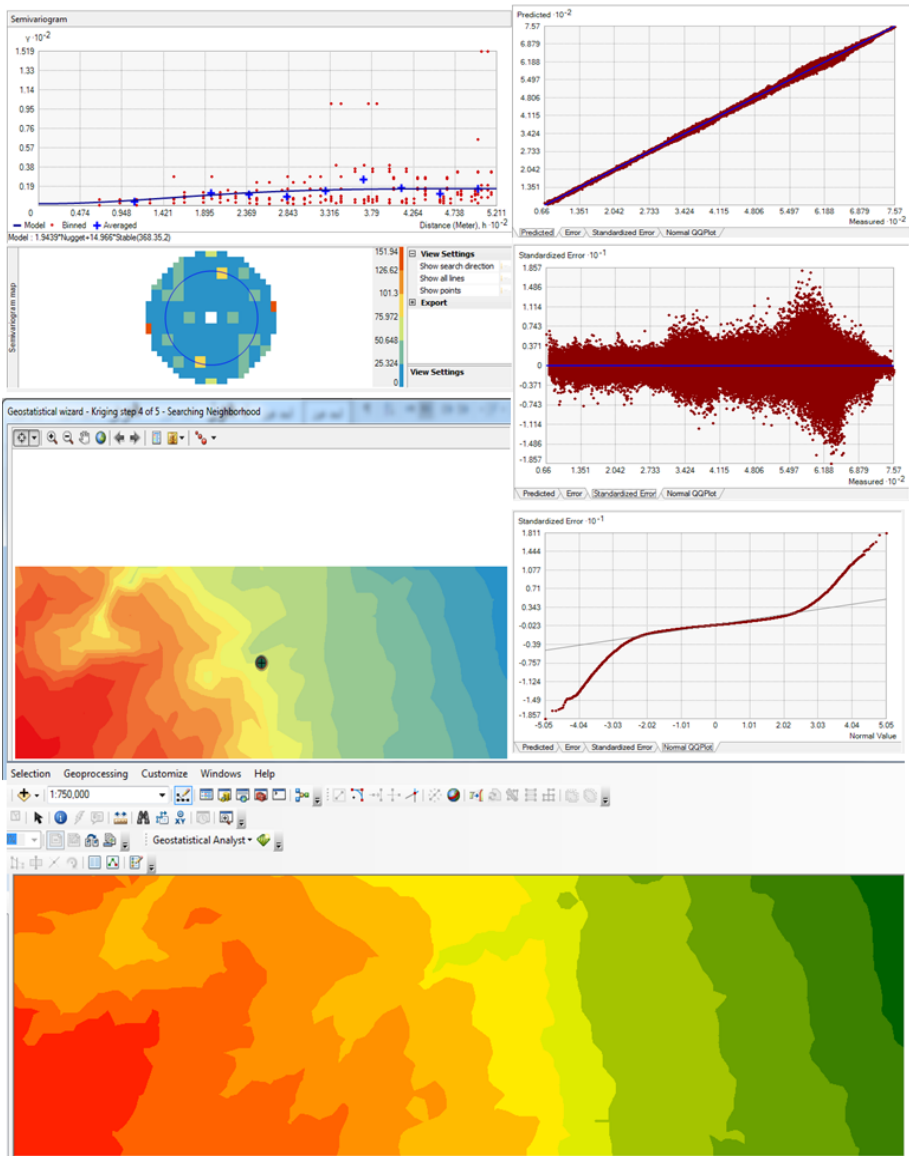
يفترض النموذج العادي وفق المعادلة الرياضية : $Z(s) = \mu + \varepsilon(s)$ ، حيث μ ثابت غير معروف. واحدة من القضايا الرئيسية المتعلقة به هو ما إذا كان افتراض وجود متوسط ثابت معقول. في بعض الأحيان هناك أسباب علمية لرفض فرضيته ومع ذلك ، كطريقة تنبؤ بسيطة ، فإنها تتمتع بمرونة ملحوظة. الشكل التالي (٩) هو مثال في بعد مكاني واحد.



الشكل (٩) حالة مكانية بطريقة النوع العادي لخوارزمية (Kriging)

تم تحليل نموذج البيان لمنطقة البحث بطريقة النوع العادي ، كانت النتائج على النحو الاتي كما في الشكل (١٠) والجدولين (٢.١)

معالجة بيانات SRTM للتحقق من صحة خوارزمية ... د. احمد محمد جهاد الكبيسي



الشكل (١٠) نتائج التحليل الاحصائي النوع العادي (Ordinary)المصدر: نتائج التحليل الاحصائي لبرنامج (arcgis10.8)

الجدول رقم (١) نتائج نموذج التباين للاستيفاء بطريقة كريكنغ العادية لمنطقة البحث

القيم بالمتر	معاملات النموذج
43.428	مسافة المهلة المكانية Lag size
368.349	المدى الرئيس Major range
14.965	العتبة الجزئية Partial sill
1.943	الكتلة Nugget

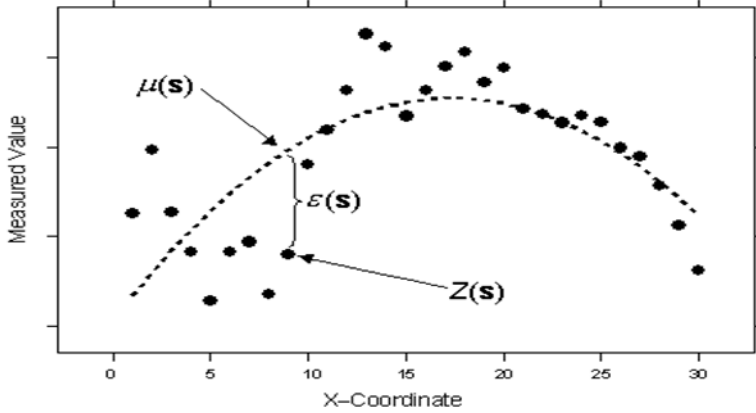
المصدر: نتائج التحليل الاحصائي لبرنامج (arccgis10.8)
الجدول رقم (٢) نتائج أخطاء التنبؤ لنموذج البحث

أخطاء التنبؤ Prediction Errors	
2266950	عينات samples
3.480	المتوسط mean
1.480	جذر متوسط المربعات root-mean square
1.728	المتوسط القياسي mean standardized
0.915	الجذر التربيعي المربع الموحد root-mean-square standardized
1.632	متوسط الخطأ القياسي Average Standard Error

المصدر: نتائج التحليل الاحصائي لبرنامج (arccgis10.8)

٢. النوع العالمي (UNIVERSAL)

يفترض هذا النموذج وفق المعادلة الرياضية الآتية : $Z(s) = \mu(s) + \varepsilon$ حيث μ هي وظيفة حتمية. على سبيل المثال ، يحتوي الشكل (١١) على نفس البيانات التي تم استخدامها لمفاهيم طريقة كريكنغ العادية ، يتم تقديم البيانات المرصودة بواسطة الدوائر الصلبة. كما يمكن حفظ جداول نتائج التحليل كما موضح في الجدولين (٤.٣) تم تحليل نموذج البيان لمنطقة البحث بطريقة النوع العالمي ، واتضحت النتائج كما في الشكل (١٢) .



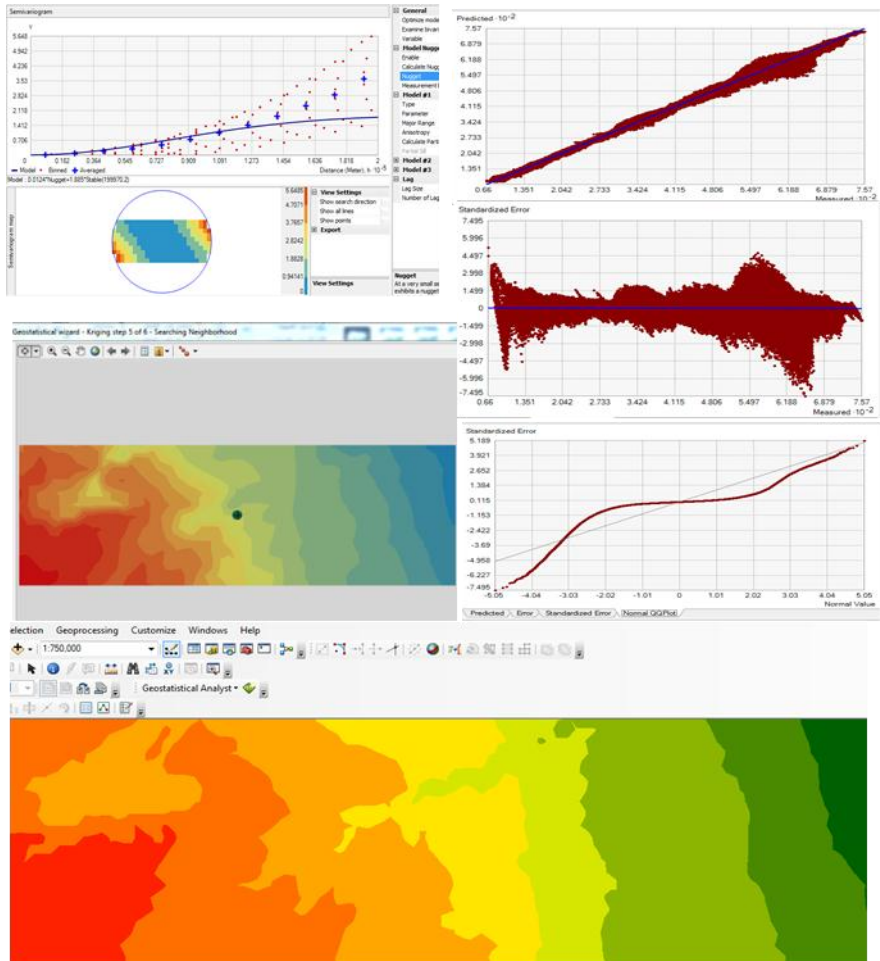
الشكل (١١) حالة مكانية بطريقة النوع العالمي لخوارزمية (Kriging) الجدول رقم (٣) نتائج نموذج التباين للاستيفاء بطريقة كريكنغ العادية لمنطقة البحث

القيم بالمتري	معاملات النموذج
16663.85	Lag size مسافة المهلة المكانية
199966.30	Major range المدى الرئيس
1.88	Part ial sill العتبة الجزئية
0.012	Nugget الكتلة

المصدر: نتائج التحليل الاحصائي لبرنامج (arccis10.8)
جدول رقم (٤) نتائج أخطاء التنبؤ لنموذج البحث

أخطاء التنبؤ Prediction Errors	
2266950	عينات samples
0.020	المتوسط mean
4.612	جذر متوسط المربعات root-mean square
0.00070-	المتوسط القياسي mean standardized
0.341	الجذر التربيعي المربع الموحد root-mean-square standardized
14.230	متوسط الخطأ القياسي Average Standard Error

المصدر: نتائج التحليل الاحصائي لبرنامج (arccis10.8)



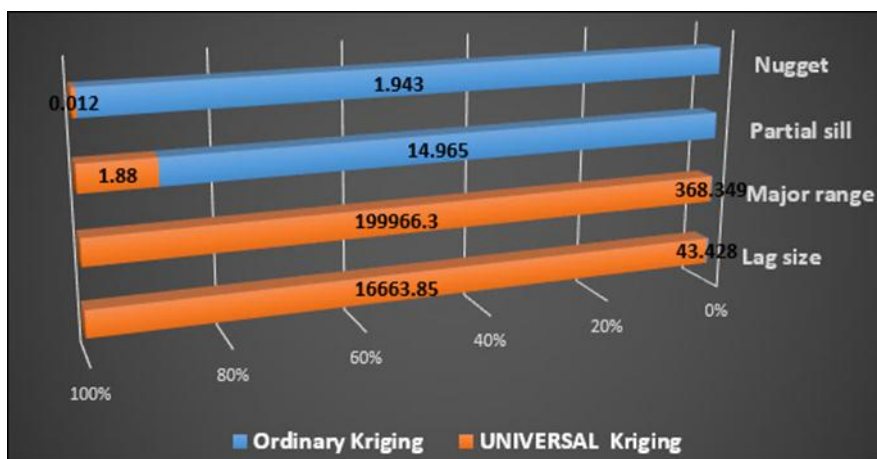
الشكل (١٢) نتائج التحليل الاحصائي النوع العالمي (UNIVERSAL) المصدر: نتائج التحليل الاحصائي لبرنامج (arcgis10.7) تكون الكتلة الصلبة (Nugget) على مسافة فاصلة صغيرة جدًا ، وغالبًا ما يظهر شبه تأثير لها ، وهي قيمة أكبر من الصفر ، فإذا اعترض نموذج نصف المجري الدائري المحور ص في ٢ ، فإن الكتلة تكون ٢. من الناحية النظرية ، عند مسافة فاصلة صفرية (التأخر = ٠) (HELP.ARC) ، وتكون القيمة شبه الدائرية

نصفية. ومع ذلك ، فالمسافة الفاصلة تكون غير متناهية الصغر ، وغالباً ما يُظهر الدلالة نصف الدائرية تأثير كتلة صلبة ، وهو ما يزيد عن قيمة أكبر من ٠.٥ على سبيل المثال ، إذا كان نموذج الدلالة نصف دائرية اعتراض المحور ص في ٢ ، تكون قيمة الكتلة هو ٢. ويمكن أن يعزى تأثير الكتلة إلى أخطاء القياس أو المصادر المكانية للاختلاف على مسافات أصغر من الفاصل الزمني لأخذ العينات أو كليهما. ويحدث خطأ القياس بسبب الخطأ المتأصل في أجهزة القياس. يمكن أن تختلف الظواهر الطبيعية مكانياً على مجموعة من المقاييس. سيظهر التباين في المجهرات أصغر من مسافات أخذ العينات كجزء من تأثير الكتلة. قبل جمع البيانات ، من المهم اكتساب بعض الفهم لمقاييس التباين المكاني (<https://gisgeography.com>) عند مقارنة نتائج التحليل الاحصائي يتبين ان نموذج خوارزمية كريكنغ (الاعتيادية) تظهر ان معدل تأثير الكتلة بلغ ١.٩٤ متر ومدى تأثيرها على مستوى خطأ المقياس افضل ، مقارنة بستوى الكتلة لنموذج كريكنغ العالمي بلغت ٠.٠١ كما في الجدول (٥) والشكل يلاحظ أوجه المقارنة بين معاملات نماذج الدراسة.

الجدول (٥) مقارنة معاملات النماذج الاعتيادي والعالمي

Form Parameters	Lag size	Major range	Partial sill	Nugget
Ordinary Kriging-m	43.428	368.349	14.965	1.943
Universal Kriging-m	16664	199966.3	1.88	0.012

المصدر: نتائج إحصاء البرنامج



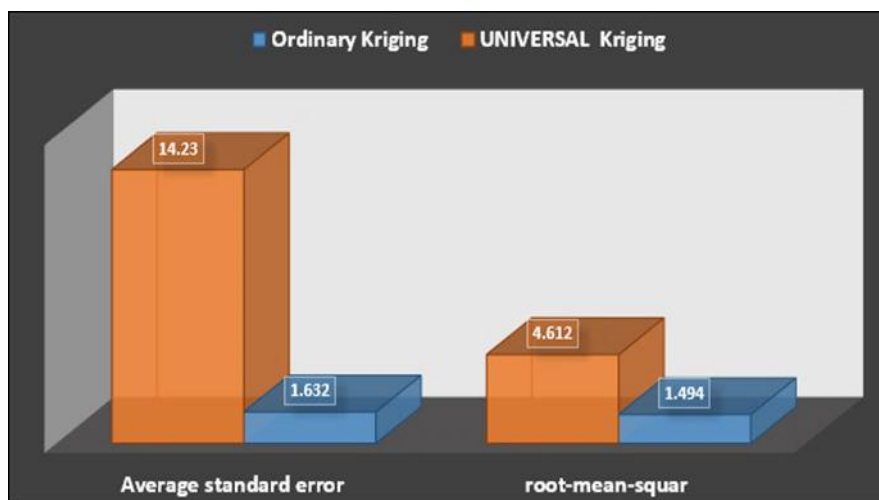
الشكل (١٣) مقارنة بين نموذج كريكنغ النوع الاعتيادي والعالمي، المصدر: الجدول (٥)

بينما يتضح ان متوسط الخطأ القياسي للتنبؤ بلغ ١.٦٣ و ١.٤٩ لمتوسط المربعات لنموذج كريكنغ العادي وهو اقل بنسبة واضحة وفضل من قيمة الخطأ القياسي للتنبؤ لنموذج كيركنغ العالمي بلغ ١٤.٢٣ ، كما في الجدول (٦) والشكل (١٤) يعطي لنا مقارنة واضحة بين النموذجين ، ما يؤكد ان نسبة الخطأ فيه عالية وبالتالي ينسحب ذلك الخطأ على جميع المقاييس للنموذج مثل الخطوط الكنتورية وستوى الظل كما في الشكلين (٤ او ١٥). بوناء على تلك النتائج سيكون استخدام تحليل خوارزمية كريكنغ بالنوع العادي افضل من النوع العالمي في التحليلات المكانية والاحصائية.

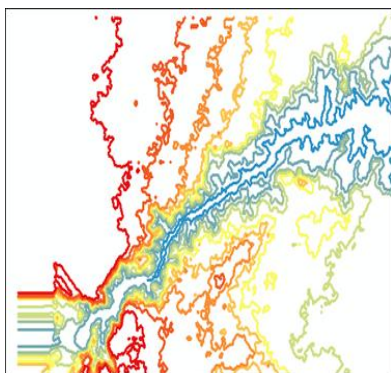
الجدول (٦) مقارنة نسبة الخطأ القياسي للتنبؤ ومتوسط المربعات لنماذج الاعتيادي والعالمي

Form Parameters	Root-mean-square	Average standard error
Ordinary Kriging-m	1.494	1.632
Universal Kriging-m	4.612	14.23

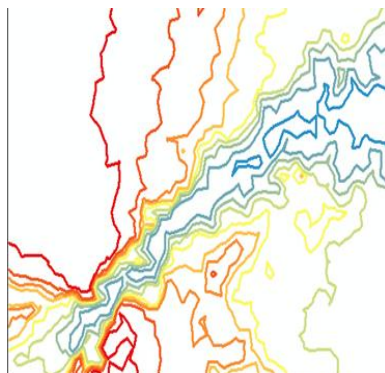
المصدر: إحصاء البرنامج



الشكل (١٤) مقارنة نتائج مستوى الخطأ القياسي للنتيجه بين النموذجين، المصدر:
الجدول (٦)



نموذج عالمي



نموذج اعتيادي

الشكل (١٥) مقارنة دقة وضوح خطوط الكنتور بين النموذجين

المصادر والمراجع :

١. شولي، منار محمد أحمد، (٢٠٠٨)، دراسة غطاءات الأراضي في منطقة نابلس باستخدام تقنية الاستشعار عن بعد دراسة ماجستير، كلية الدراسات العليا، جامعة النجاح الوطنية، نابلس، فلسطين
٢. السفري ، الغامدي ،(٢٠١٦) ، معالجة التثوهات في نموذج الارتفاع الرقمي ، المجلة العربية في نظم المعلومات الجغرافية ، م(٩) ، ع(١).
٣. خيرالله ، حافظ عيسى ، (ب ت) استخدام نظم المعلومات الجغرافية في إنشاء وتمثيل نموذج الارتفاع الرقمي لمنطقة الكفرة جنوب شرق ليبيا، كلية الاداب ، جامعة بنغازي.
٤. سعيد ، هالة محمد و هادي ، خلود علي ،(٢٠١٠)، أهمية دراسة نموذج الارتفاع الرقمي DEM وتطبيقاته المختلفة ، مجلة ديالى ، ع ٤٣ .
٥. صلاح ، محمد إيهاب ، (٢٠٠٥)، تطبيقات عملية في نظم المعلومات الجغرافية ، القاهرة .
٦. عيد ، صفية ، قدورة ، عائشة ،(٢٠١٧) ، إنشاء وتقييم نماذج الارتفاع الرقمية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية،مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية، سلسلة الآداب والعلوم الإنسانية المجلد(39) العدد5 .
7. Bridget Smith and David Sandwell, (2003) Accuracy and resolution of shuttle radar topography mission data, GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS, VOL. 30, and NO. 9, 1467, doi:10.1029/2002GL016643,
8. Farr, Tom G , & Other's , The Shuttle Radar Topography Mission, Jet Propulsion Laboratory California Institute of Technology Pasadena, CA
9. Rameau Amirah, M.V.S.S. Giridhar, (2015) Digital Elevation Model Generation using SRTM, 2nd National Conference on Water, Environment and Society.
10. National Aeronautics and Space Administration Jet Propulsion Laboratory California Institute of Technology Pasadena, California JPL 400-713, Rev. 1 7/98, <http://southport.jpl.nasa.gov>
11. <http://srtm.csi.cgiar.org>

12. <https://gisgeography.com/kriging-interpolation-prediction/>
Kriging Interpolation – The Prediction Is Strong in this One,
HOW TO INTERPOLATE WITH GEOSTATISTICS,
12/9/2019.
13. HELP.ARC GIS 10.7
14. Annika Scheeres ,(2016) Kriging: Spatial Interpolation in
Desktop GIS,
<https://www.azavea.com/blog/2016/09/12/kriging-spatial-interpolation-desktop-gis/> September 12th, 2.
15. <https://gisgeography.com/decimal-degrees-dd-minutes-seconds-dms> 24/9/2019