أهمية دراسة نموذج الارتفاع الرقمي DEM وتطبيقاته المختلفة

م.د.هالة محمد سعيد م.د.خلود علي هادي

كلية التربية _ الاصمعي / جامعة ديالى

المستخلص

تم في هذه الدراسة التعرف على نموذج الارتفاع الرقمي وتصنيفها والتعرف على بعض مصادر انتاجها والتطبيقات المتعددة لاستخدام هذا النموذج في مجالات متعددة ومنها الجيولوجيا والجيومورفولوجيا والهيدرولوجيا اذ اجريت بعض التطبيقات الجيومورفولوجية منها توضيح ارتفاعات المنطقة ضمن نموذج الارتفاع الرقمي لمنطقة كويسنجق و تقسيمها (كويسنجق) الى ١٣ وحدة تضاريسية ضمن النظم الارضية الرئيسية في نفس المنطقة وتم تحديد انحدارات المنطقة وبالدرجات وتم تحديد فئات الانحدار من ٠_٦٧.٦ .

المقدمة:

يعد نموذج الارتفاع الرقمي احد الوسائل المهمة والتطبيقات الحديثة ضمن برنامج نظم المعلومات الجغرافية والذي يتيح رؤية ثلاثية الابعاد للتضاريس الارضية مما يوفر ذلك من امكانات تطبيقية هائلة وفي كثير من العلوم والمجالات ومنها استخدامها كأداة للباحث الجغرافي وخاصة في مجال الجيومورفولوجية اذ ان نموذج الارتفاع الرقمي والمعتمد على الصور الفضائية والجوية ونظام التوقيع العالمي والخرائط الرقمية وحتى الخرائط الطبوغرافية المصححة تهيئ قياسات وتحاليل ونتائج دقيقة عند استخلاص نموذج الارتفاع الرقمي منها اذ يمكن معرفة الانحدارات وتحديد اماكن الانزلاقات الارضية المحتملة والتوجيه اي معرفة اثر الرياح والامطار

والاشعاع الشمسي ومن ثم تحديد مدى تطور عملية التعرية للتربة والاراضي او توزيع النباتات الطبيعية وتحديد حوض التغذية الرئيسي والاحواض الفرعية واتجاهات وطول والابعاد المختلفة لشبكة الجريان وتقدير افضل المواقع لانشاء السدود وتحديد الاماكن المرشحة للفيضانات .

الوسائل المستخدمة في الدراسة:

تم استخدام برنامج ArcGIS9.2 لرسم نموذج الارتفاع الرقمي لمنطقة كويسنجق (اذ تقع في جنوب شرق مدينة اربيل وتبعد عنها بـ ٤٥ كم وتقع بين دائرتي عرض ٤٨□ °٤٤ – □٢٢ °٤٤ وخطي طول □٥٥ °٣٥ – □١٠ °٣٦) وذلك بالاعتماد على الخرائط الطبوغرافية للمديرية العامة للمساحة، ذات مقياس ١ :٥٠٠٠٠ و ١: ١٠٠٠٠٠ ، لسنة ١٩٩٨ ومرئية فضائية للقمر الصناعي لاندسات7

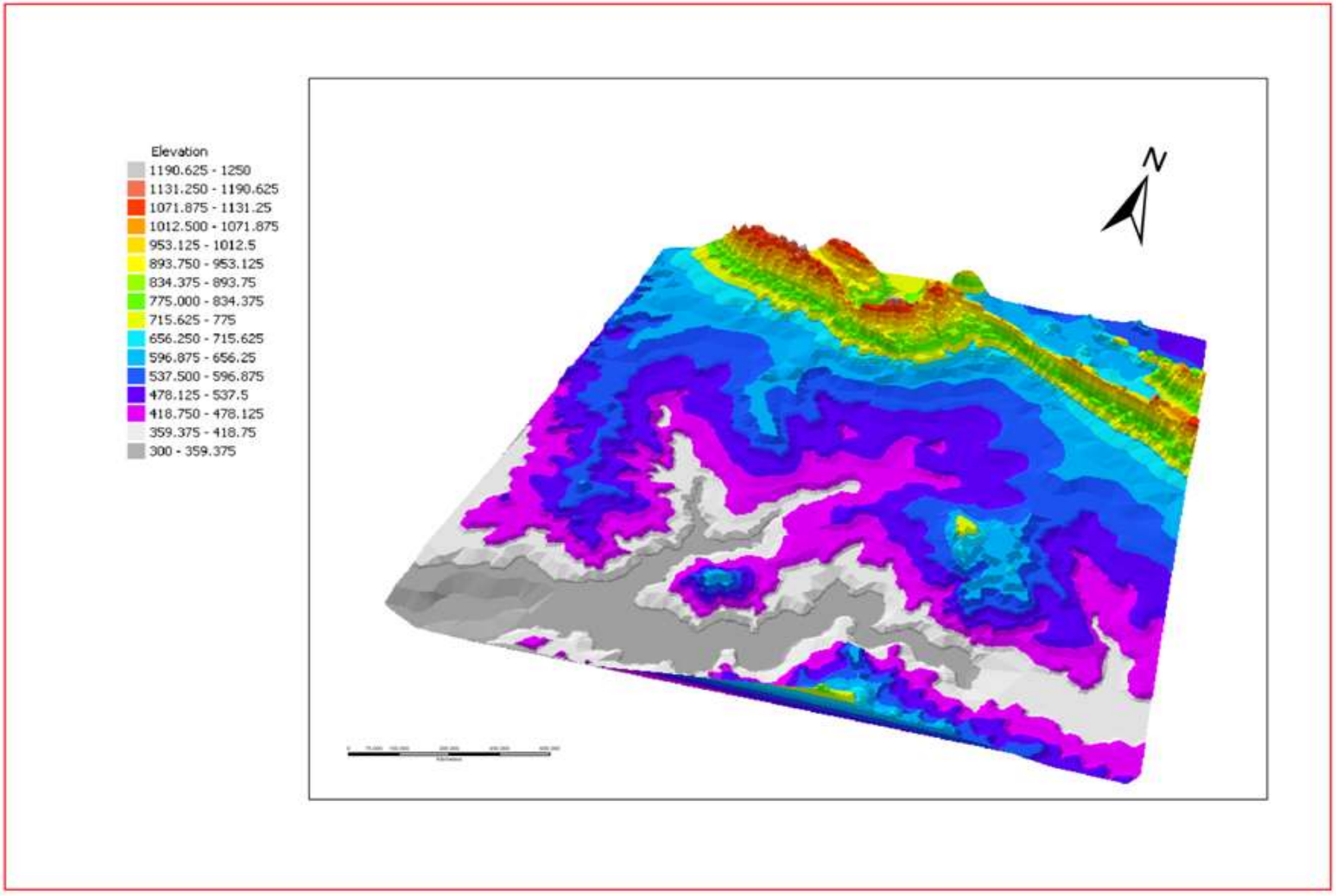
لسلسلة المتحسسات (MSS;TM) وبدقة تمييز ارضي مقداره (١٤) ذات مقياس ١ :٢٥٠٠٠٠ لسنة ٢٠٠٢م.

تعريف نموذج الارتفاع الرقمي : (Digital Elevation Model)

ملف بيانات ذو تمثيل رقمي للبيانات بالاعتماد على صيغة (Raster*)[١] فكل بكسل فيها يحتوي على قيمة رقمية تمثل متوسط ارتفاع سطح الارض في مساحة هذا البكسل[٢]،هذه الملفات توجد ضمن برنامج الـ (Gis) وتكون عادة كبيرة المقياس وهي مفيدة لاغراض التخطيط [٣].

ويستخدم هذا النموذج اما شبكة الاحداثيات الجغرافية اي شبكة خطوط الطول ودوائر العرض وخاصة في حالة هناك بيانات تتغير وتنفصل بسبب انحناء الارض او تستخدم شبكة الـ(UTM)في حالة وجود مجموعة بيانات مشتركة،فاذا كان مقياس الـ(DEM) صغيرا فانه يستخدم الاحداثيات الجغرافية اما ان كان كبيرافانه بالامكان ان يستخدم اي نوع منهما[٤].

(ال DEM) دائما يوضح ارتفاع التضاريس (قيم الارتفاع للارض الجرداء)خارطة(١)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 الارض(°).



المصدر: من عمل الباحثات بالإعتماد على المديرية العامة للمساحة العامة خرائط طبوغرافية ذات مقياس ١:٥٠٠٠٠ لسنة ١٩٩٨ ومرئية فضائية لسنة٢٠٠٢.

مصادر انتاج نموذج الارتفاع الرقمي:

١. من الصورالجوية والمرئيات الفضائية: وتشمل بيانات الصور الجوية الثلاثية الابعاد والمعمولة باجهزة الستيريوسكوب يدويا او راسمات خاصة بذلك وتكون بصيغة رقمية اما بالنسبة للصور الفضائية فهناك العديد من الاقمار الصناعية متخصصة لانتاج صور نقطية تمثل نماذج ارتفاع رقمية مثل القمر(سبوت)اورثو**بدقة مساحية ٢.٥_٤ م اما الصور الفضائية الاكثر شيوعا هي(Strp)التي تغطي دول العالم بين٦٠ْشمالا وجنوبا بدقة ٩٠ م فاكثر وهي مجانا اما النماذج الرقمية العالية الجودة فهي التي تستعمل تطبيق(SAR)الراداري المتداخل التي تعطي بعد(Z)اي الارتفاع بدقة اقل واكثر من ١٠ م ويمكن لها ان تكشف التغيرات البسيطة في الارتفاعات.

٢.بيانات ارتفاع لصور نقطية تنتجها هيئات متخصصة مثل بيانات(GTOPO)التي تنتجها المساحة الجيولوجية الامريكية ذات دقة تمييز عالية[6].

٣.مصادر مختلفة تشمل ترقيم الخرائط الطبوغرافية وخطوط الكنتور التي فيها وعمليات المسح الارضي وبيانات الارتفاع المفيدة والواسعة الانتشارالمتحصلة من اجهزة ال(GPS)[7].

٤.طرق الاستكمال(Interpolation):

هي خوارزميات رياضية تتطلب عينة من النقاط معلومة الارتفاع في منطقة ما اذ تقوم بعملية تنبؤ حسابي لجميع ارتفاعات المنطقة وتختزن الناتج في صورة نقطية[8]

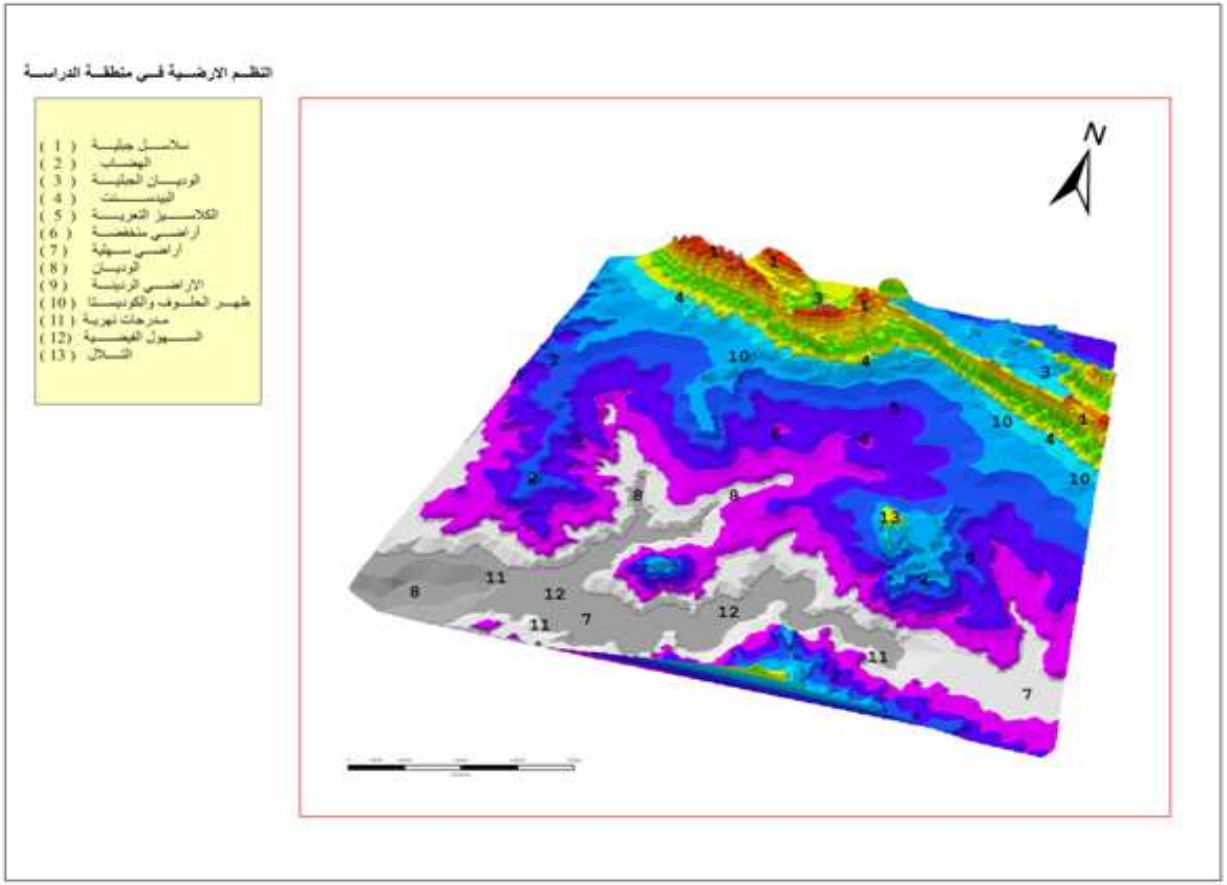
استخدام نماذج الارتفاعات الرقمية في بعض من التطبيقات:

تستخدم نماذج الارتفاعات الرقمية كنماذج مساعدة في تحليل وتفسير الظواهر لبعض من التطبيقات منها:

١.**الجيولوجيا:** يمكن انشاء وتفسير الخرائط والمكاشف الجيولوجية ثلاثية الابعاد بالاستعانة بنموذج الارتفاع الرقمي فخطوط التماس الجيولوجي يمكن ان ترسم على سطح نموذج الارتفاع الرقمي وهيئة مجسمة عن طريق خطوط الكنتور او بالاستعانة ب(GPS)والذي يجهز بملف رقمي للمنطقة قيد الدراسة يمكن استخدامه مع خارطة رقمية على الحاسبة اذ يمكن استخلاص خطوط الكنتور من نموذج الارتفاع الرقمي وهذا يحصل عند مطابقة صورة فضائية على الخارطة الجيولوجية وعلى نموذج الارتفاع الرقمي ويتطلب عند استخدام الصورة الفضائية المستخدمة لهذا الغرض تصحيح الارتفاعات وضبط نقاط الضبط الارضي(Georefrencing)فيها لتتناسب مع نموذج الارتفاع الرقمي[9]، كما يتيح نموذج الارتفاع الرقمي معرفة عامة لفعالية الصدوع في تلك المنطقة[10].

٢.**الجيومورفولوجيا:**تساهم تطبيقات نماذج الارتفاعات الرقمية في التحليل الطبوغرافي وتطور مظاهر سطح الارض اذ مكنت هذه النماذج من مشاهدة تضاريس الارض بهيئة ثلاثية الابعاد فهي تنقل اكبر قدر من المعلومات مما عليه في حالة خارطة طوبوغرافية عادية اذ يمكن نموذج الارتفاع الرقمي من تمييز وحدات تضاريس السطح وتحديد العمليات الجيومورفولوجية التي تعمل عليه [11]. فالخارطة (٢) تبين نموذج الارتفاع الرقمي لمنطقة كويسنجق.

خارطة (٢) النظم الأرضية في منطقة كويسنجق



المصدر: من عمل الباحثات بالإعتماد على المديرية العامة للمساحة العامة خرائط طبوغرافية ذات مقياس ١:٥٠٠٠٠ لسنة ١٩٩٨و صورة فضائية لسنة ٢٠٠٢

اذ ظهر فيها ١٣ وحدة جيومورفولوجية،كما يمكن لل(Dem)من تقرير حجم السد المقرر انشائه ودراسة احتمالية الانزلاقات الارضية[12]

يمكن اشتقاق العديد من الخصائص الطبوغرافية المهمة من نموذج الارتفاع الرقمي ومن هذه الخصائص جدول (١):

جدول(١)النماذج السطحية التي يمكن حسابها من ال (DEM)

الخصائص	التعريف	التطبيق العملي
المنحدر	اعلى نسبة للغيير في الارتفاع	وعورة التضاريس ،معوقات الحركة،تصنيف قابلية الاراضي، تعرية وحركة اصطناعية،نماذج تنبؤ.
التوجيه	وضع البوصلة على منحدر وعر	الاشعة الساقطة،نمذجة النباتات الطبيعية،نمذجة تنبؤللمواقع.
انحناء المقطع	نسبة التغير في المنحدر	نمذجة التعرية،تقييم
التضاريس المظللة	تمثيل تضاريس الارض وتأثير الظلال(ظلال الارض).	تقييم بصري لمتغيرات التضاريس
الاشعة الشمسية	مقدار الطاقة الشمسية الساقطة على الاشكال الارضية.	نمذجة النباتات الطبيعية، تصنيف قابلية الاراضي،نماذج تنبؤ.
البيئة الطبيعية	مواقع الغطاء الارضي	تحليل مواضع المواقع و المستوطنات،نمذجة تنبؤ.
مناطق التغذية	مناطق التصريف في نقاط معروفة من الاراضي.	تحليل مواضع المستوطنات.

James Conolly, Mark Lake, Geographical information systems in archaeology,1st edition, Cambridge University Press,p103, 2006

أ. **المنحدر(Slope) والتوجيه(Aspect)** :يعرف المنحدر انه الفرق في الارتفاع بين ادنى واعلى نقطة لنقاط متجاورة اي هي المسافة الافقية بين هذه النقاط المتجاورة اما التوجيه فيعني انه عملية بصريه بسيطة لمقارنة كل النقاط المتجاورة وتحديد اي اتجاه يتبع سطح المنحدر[14]،ويساعد التوجيه في معرفة مدى مواجهه وتعرض المنحدر لاشعة الشمس والرياح والامطار ويقاس بالدرجات من اتجاه الشمال ومع اتجاه عقرب الساعة اشبه ما يكون بالبوصلة اماالانحدار فيقاس اما بالدرجات الستينية او بالنسبة المئوية وتتسبب الجاذبية الارضية في المساهمة بتحريك الماء والمواد الارضية الاخرى الموجودة ولها اهمية بالغة في عمليات التعرية وتطور التربة ومظاهر واشكال سطح الارض خارطة (٣) تمثل الانحدارات لمنطقة كويسنجق.

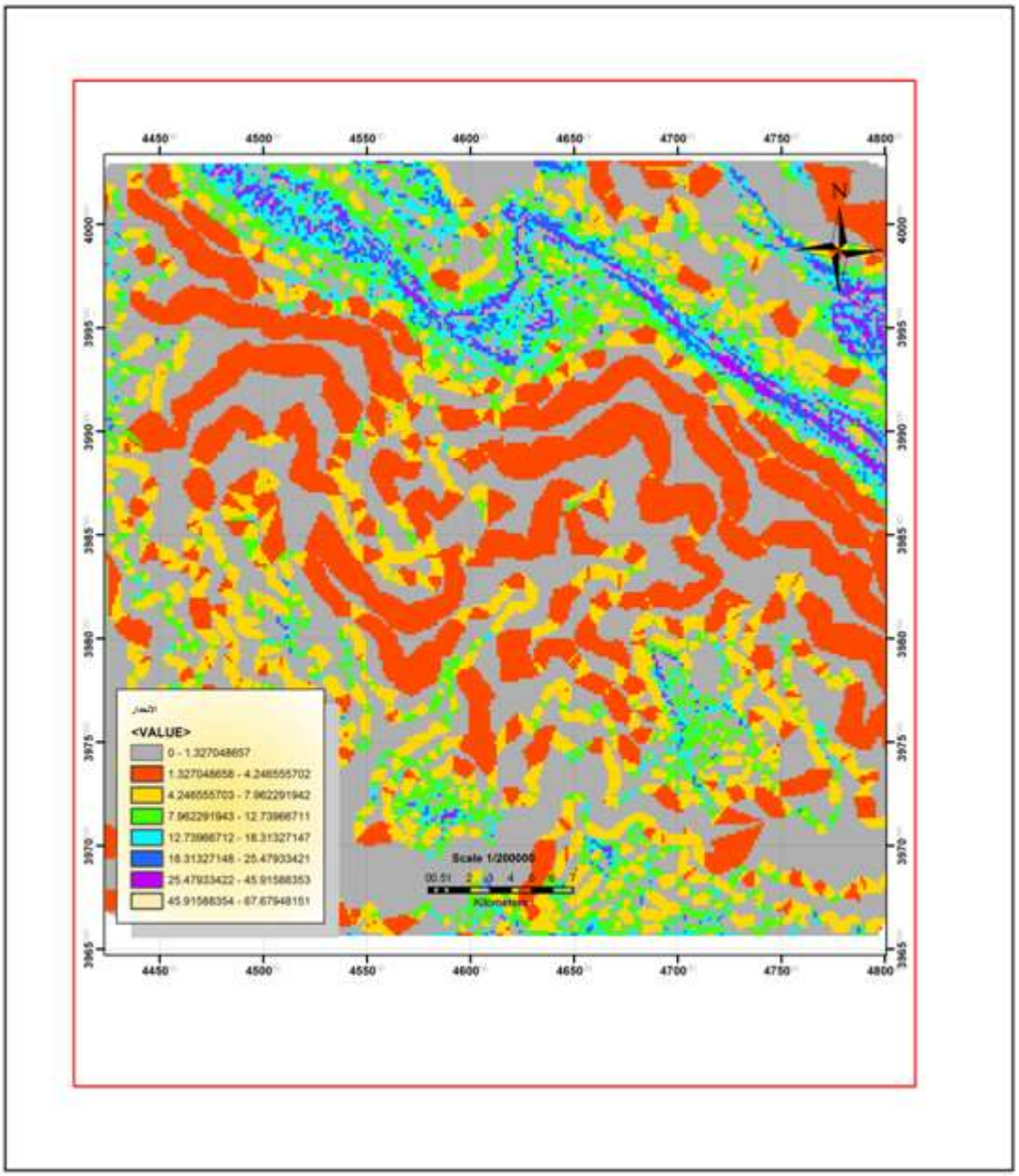
ب.**الانحناء(Curvature)**: ويعني قياس انحناء سطح الارض ومن اهم الطرق المستخدمة والشائعة عند تحليل التضاريس هي طريقتين الاولى انحناء الكنتور اي الانحناء الافقي لخط الكنتور اما الطريقة الثانية فهي انحناء المقطع اي الانحناء العمودي للخط العمودي الواصل على خط الكنتور[15].

ج. **ظلال الارض(Hill Shadow)**: تهيء ظلال الارض الناتجة عن الشمس منظرا مجسما لتضاريس الارض مما يسهل من تمييزها اكثر[16].

د. **خطوط الكنتور**:ويمكن اشتقاقها من نموذج الارتفاع الرقمي اذ يمكن من خلالها تشخيص التراكيب الداخلية للتضاريس وذلك من خلال مواقعها فالتوجيه والانحناء يعتمدان مباشرة على الارتفاع والانحناء الافقي والتوجيه على التوالي فهي اداة تشخيصية مهمه بسبب حساسيتها لاخطاء الارتفاعات في مصدر البيانات[17].

٣.**الهيدرولوجيا**:للخصائص الطبوغرافية اهمية في تحديد الخصائص الهيدرولوجية عند تصميم نماذج مصادر المياه لمنطقة ما بالاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي اذ يوضح الاخير مناطق المنحدرات واعالي المنحدرات وبقية التفاصيل الطبوغرافية مما يسهل تحديد مناطق التغذية وتحديد طول المجاري المائية[18].

خارطة (٣) الانحدارات في منطقة كويسنجق .



المصدر: من عمل الباحثات بالإعتماد على المديرية العامة للمساحة العامة خرائط طبوغرافية ذات مقياس ١:٥٠٠٠٠ و ١:١٠٠٠٠٠ لسنة ١٩٩٨

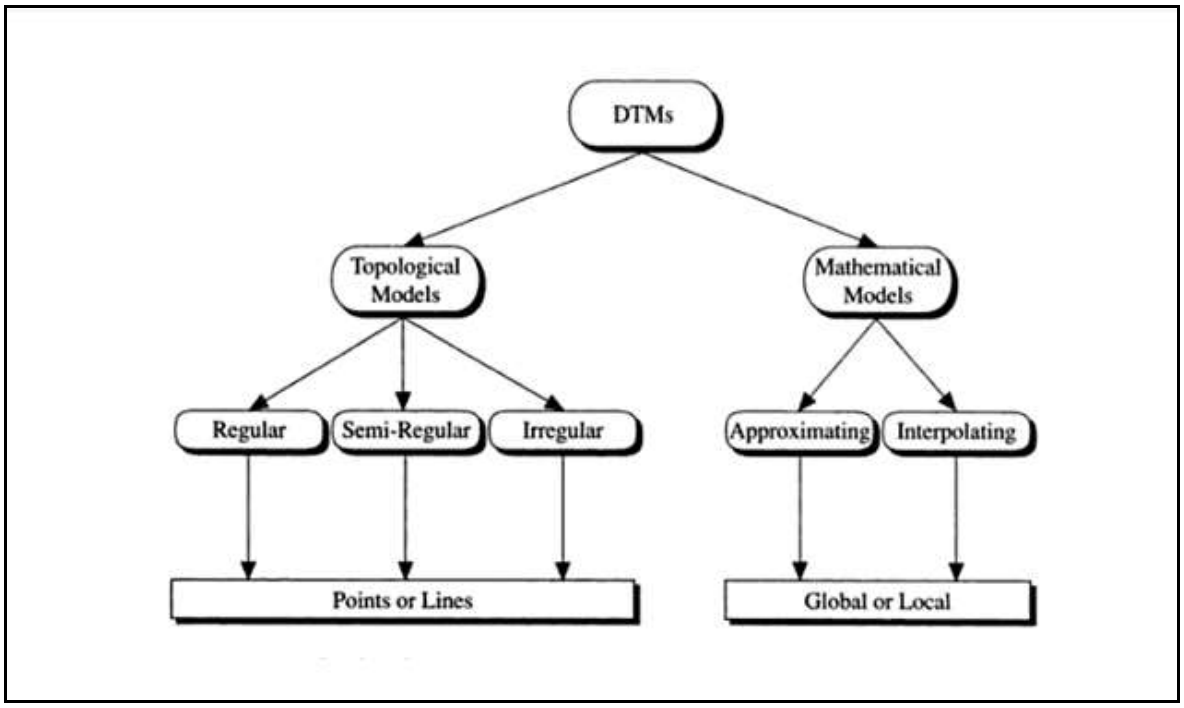
وتحديد الحوض النهري واتجاهات الجريان ومناطق ذروة الجريان وطول منحدر النهر[19]،ان العمليات الهايدرولوجية مثل الفيضانات وتعرية التربة تتحكم فيها خصائص طوبوغرافية لذا يشكل نموذج الارتفاع الرقمي بدور حاسم عند نمذجة هذه العمليات ،ان دقة نموذج الارتفاع له اهمية كبيرة في دقة خارطة مخاطر الفيضان المتوقعة اما عدم الدقة في

التنبؤ بامتداد الفيضان المتوقع فهو ناتج اما من سطوح خشنة او ظواهر خطية مثل الطرق والخنادق الخ..وهي غير ظاهرة بوضوح في نموذج الارتفاع الرقمي[20]،كما يساعد نموذج الارتفاع الرقمي في تقدير كميات الامطار عن طريق بيانات الارتفاع في منطقة التغذية[21].

تصنيف نموذج الارتفاعات الرقمية:

اذ يمكن تصنيفها حسب تركيب بياناتها وتقسم الى بيانات تراكيب نقطية(اي كل عنصر بياني فيه مقترن بموقع منفرد مثلا القمم والحفرالخ...)وتراكيب خطية او متجهة(Vector)(عندما تكون الوحدة المنطقية الرئيسة مقترنة بخط على الخارطة مثل الكنتور،شبكة الانهار ،سلاسل الجبال) تراكيب فسيفسائية (عندما الوحدة المنطقية الرئيسة هي خلية منفردة او وحدة فراغ مثل الشبكة العادية وشبه العادية والشاذة) [22]شكل (١).

شكل (١) تصنيف انواع نماذج الارتفاع الرقمي



Zarine Kemp, Innovations in GIS 4: selected papers from the Fourth National Conference on GIS Research UK (GISRUK), CRC Press,p27, 1997.

الاستنتاجات والتوصيات :

تم وضع نموذج ارتفاع رقمي لمنطقة الدراسة وتقسيمها الى ١٣ وحدة ثانوية ضمن النظم الارضية الرئيسة في منطقة الدراسة بالاضافة الى رسم خارطة انحدارات لمنطقة الدراسة والتي تراوحت فئات انحدارها مابين ٠_ ٦٧,٦ .

اضحت مجالات استخدام نماذج الارتفاعات الرقمية وتطبيقاتها الواسعة والمتعددة وفي ميادين مختلفة وما تهيئه هذه النماذج من امكانيات تحليلية وبناء نماذج تحاكي الواقع الافتراضي مما تمكن من التنبؤ سواء بالمشاكل أو الكوارث المتوقعة ام بالتخطيط للمستقبل واتخاذ افضل ما يكون له وبما ان هذا النموذج مترافق مع برنامج نظم المعلومات الجغرافية لذا يتطلب باقسام الجغرافية ان تؤسس مختبرات خاصة لتعليم الطلبة على هذا البرنامج الذي من تطبيقاته المهمة نموذج الارتفاعات الرقمية.

المصادروالهوامش :

* Rasterبيانات الصور النقطية تتكون من شبكات من الاعمدة والصفوف يتقاطع كل صف مع كل عمود في مساحة مربعة يطلق عليها الـ pixel هذه المساحة المربعة تناظر مساحة من سطح الارض ،كل بكسل في الصورة النقطية له قيمة عددية تمثل المتغير موضوع الدراسة فاذا كانت شفافة الصورة النقطية تمثل مثلا انحدار الارض فان القيم الرقمية في البكسلات تمثل متوسط انحدار الارض في المساحة التي يمثلها البكسل.

(1) Michael Kennedy, Introducing Geographic Information Systems with ArcGis9, John Willey and sons, p144, 2006.

(2) Paul Longley,Machel F.Goodchild,David S.Masuive,David W.Rhind,Geographical information systems and science, 2nd Edition ,John Willey and sons,p377,2005.

(3) Dana Probert,James Wedding, Mar Scacco,James Hikes, Mastering AutoCAD civil 3D2008, John Willey and sons,p122,2007.

(4) Judy Ehlen,Russell S.Harmon,The Environmental legacy of military operations, Judy Ehlen,Russell S.Harmon,Geological society of America ,p14,2001.

(5) Sidney O.Dewberry,Dewberry Davis,Lissa N.Rauenzhn,Land development hand book, Mc graw_hall professional ,3d edition,p879,2008.

** Ortho هي صور فضائية وجوية مصححة بحيث يمكن إجراء القياسات والحسابات عليها.

(6) Shunlin linng, Quantitative remote sensing of land surface, Willey,p242,2003.
(7) John P.wilson,John C.Gallant, Terrain analysis (principles and applications) ,Wiley ,p3,2000.
(8) John Shanze,Evzen Zeman,Jiri Marsalek, Flood risk management hazards, vulnerability and mitigation measures, ,springer,p131,2006.
(9) Richard H.Groshong, 3-D structural geology, 2nd Edition, Birkhäuser, p36, 2006.
(10) R.M.Teeuw, Mapping Hazardous, terrain using remote sensing, geological society of London, p143, 2007.
(11) Michael P.Bishop ,John F.Shroder , Geographic information Science and mountain geomorphology , Springer ,p426 , 2004.
(12) Uzair M. Shamsi, GIS applications for water, wastewater, and stormwater systems, CRC Press,p79, 2005.
(13) James Conolly, Mark Lake, Geographical information systems in archaeology,1st edition, Cambridge University Press,p103, 2006.
(14) Jochen Albrecht , Key concepts and techniques in Gis , 1st edition , sage publication Ltd ,p62 , 2007.
(15) Neil James McKenzie, CSIRO, M. J. Grundy, R. Webster, A. J. Ringrose-Voase,Guidelines for Surveying Soil and Land Resources , 2nd Edition, CSIRO Publishing,p82, 2008.
(16) Vernon Singhroy, Spatial methods for solution of environmental and hydrologic problems, ASTM International,p152, 2003.
(17) John P.wilson,John C.Gallant,opcit,p39.
(18) Simon wu, **Jonathan Li, and G.H. Huang,A study on Dem primary topographic attributes for hydrologic applications: Sensitivity to elevation data resolution, Journal of** Applied Geography,Vol 28, Issue3, July 2008, Pages 210-223.
(19) adriano rolim Paz, Walter Collischonn, River reach length and slope **estimates for large-scale hydrological models based on a relatively high-resolution digital elevation model, Journal of Hydrology,Vol 343,Issues3-4,** 20 September 2007, Pages 127-139.
(20) Robert J. Peckham, Gyozo Jordan, Digital terrain modeling: development and applications in a policy support environment, Springer,p185, 2007.

(21) Pascal Monestiez, **Denis** Allard, Roland Froidevaux, geostatistics for environmental applications, Springer, p67, 2001.
(22) Zarine Kemp, Innovations in GIS 4: selected papers from the Fourth National Conference on GIS Research UK (GISRUK), CRC Press,p27, 1997.