إعداد نماذج ثلاثية الأبعاد وتطبيقاتها باستخدام التقنيات الحديثة

مواقع مدينة الرمادي الجديدة دراسة تطبيقية

PREPARATION AND APPLICATION THREE DIMENTION MODELS BY USING MODERN TECNIQUES FOR NEW RAMADI SITES Experimental Study

أ.م. د. أحمد سلمان حمادي الفلاحي جامعة الأنبار/ كلية الآداب/ قسم الجغرافية

Assist. Prof. Dr. Ahmed Salman Humadi Anbar University – College of Arts – Dept. of Geography

المستخلص Abstract

لا يخفى على الباحثين أهمية دراسة البعد الثالث (Third Dimension) كونه أساسا مهما في الدراسات الحقلية والميدانية ، إذ إنها تعطي تصوراً عن حقيقة التوزيع وماهية الشكل الأرضي بما فيه من تضاريس وتعقيد ، ومن ثم ما يجب عمله وتسقيطه على ذلك النموذج ، إذ إن فكرة نماذج ثلاثية البعد هي في الحقيقة تمثل التباين في الارتفاعات كما يمكن الاستفادة من هذه النماذج في تمثيل التوزيع الجغرافي للظواهر، فضلاً عن معرفة تأثيرها على الظواهر المرتبطة معها من خلال معرفة الأبعاد (X, Y, Z). وإن فكرة تطبيقها على موقع مقترح لمدينة جديدة يعد خير مثال، إذ يمكن من خلال هذه التطبيقات أن نعطي صورة للمخطط والمنفذ في آن واحد وأهمية التوزيع وما يجب فعله لكي يعدل أو يضيف على المخطط الأساس بالاستفادة من شكل الأرض الموجود ، هذا فضلاً عن الأخذ بالاعتبار المظاهر التضاريسية المحلية من تلال ووديان عند اقتراح شارع أو قناة ماء ضمن المدينة الجديدة.

إن إعداد نماذج ثلاثية البعد باستخدام مجموعة من التقنيات والبرامج، تم عن طريق اعتماد أسلوب المسح الأرضي باستخدام المحطة المتكاملة (Total Station) في تحديد نقاط الارتفاع وتقنية الاستشعار عن بعد (Remote Sensing) هذا فضلاً عن تحليلها باستخدام برامج (GIS) وملحقاتها وتم اعتماد الشكل المخرج من نموذج ثلاثي البعد ومطابقة الخرائط ذات البعدين وتحويلها إلى شكلها الحقيقي بتوزيع ثلاثي الأبعاد وهي مخطط التصميم الأساس لمدينة الرمادي المقترح ، بتوزيعها الشوارع والمجمعات والبلوكات السكنية والمنشآت الحيوية المجسمة على نموذج ثلاثي البعد، فضلاً عن توقيع الخرائط المشتقة من نموذج الارتفاعات الرقمية (DEM)، وشبكات

الأودية والأحواض المائية والانحدار واتجاهات الانحدار ، فضلاً عن إعداد خارطة الحفر والردم (Cut and Fill) واحتساب المساحات والحجوم المراد تسويتها لتوقيع التصميم عليها.

The importance of the Third Dimension in modern researches as a ئExperimental foundation of field studies is identical. It, however, produces rather realistic vision on terrain versification and land diversity to be projected on the models used. The notion of third dimension ever is in fact an actual representation of terrain latitudes and assortment. The Third Dimension can make some good representation of a variety of geographical phenomena and on their implications on X,Y,Z dimensions.

It would be highly practical to examine the Third Dimension theory on newly handled sites which will help in giving clear image of the execution and the executor. Besides, the importance of distribution in adapting latest versions as relevant to terrain shapes and silhouettes, routes and canals in the newly built city sites are also affected by hills and valleys what so ever. To prepare a three-Dimension relief map (model) some programs and techniques of land survey, such as the total Station to the marked points of latitude and the Remote sensing, then the GIS programs for forming outputs of Three-Dimension models compared to the Two-Dimensioned maps to be turned later into factual modes of Three-Dimensioned versions distributed on models. This will help in finalizing the design itself. The techniques to follow the DEM, Cut and Fill maps, basins and canals, volumes and areas to be leveled into plane areas and the percentage of land divergence.

إعداد نماذج ثلاثية الأبعاد وتطبيقاتها باستخدام التقنيات الحديثة

– مواقع مدينة الرمادي الجديدة دراسة تطبيقية–

المقدمة

يتسارع التطور العلمي محققاً قفزات يتسع مداها، إذ كثيراً ما يطلق على المرحلة الراهنة من التطور اسم الثورة العلمية التقنية وذلك للتعبير عن هذا التسارع الكبير، وقد أدى هذا التطور إلى ظهور المعالجة والنمذجة الآلية للمعطيات وظهور المعلوماتية التي حققت تقدماً هائلاً في مختلف مجالات العلوم ومنها علم الجغرافية.

وتمثل التقنيات الحديثة المتمثلة بنماذج بالاعتماد على مجموعة من المصادر، الخرائط الطبوغرافية، المسح الأرضي (Field Survey) ونموذج الارتفاعات الرقمية Digital Elevation

(DEM) Model وبمعاملتها ببرامجيات نظم المعلومات الجغرافية Geographical Information System (GIS) المتمثلة ببرنامج (Arc Map9.3) ضمن تطبيق (Arc Info9.3) والذي يحوي داخله مجموعة من البرامج أهمها (Arc Catalog،Arc Scene، Arc Global،Arc Reader، وArc Tool Box) ، وذلك لما توفره هذه البرامج من أساليب آلية في إعداد وتحليل النماذج ثلاثية البعد (3D Models) .

ويهدف هذا البحث إلى استخدام هذه التقنيات في إعداد مجموعة من نماذج ثلاثية البعد لموقع مدينة الرمادي المقترحة للحصول على أفضل النتائج. إذ تم تحويل (Convert) الخرائط ثنائية البعد (2D) إلى نماذج ثلاثية البعد (3D) شملت التصميم الأساس للمدينة الجديدة والتصاميم القطاعية وهذا فضلاً عن إعداد نماذج للخرائط المشتقة من نموذج الارتفاعات الرقمية (DEM) وشملت الأحواض المائية وشبكات الأودية وانحدار المنطقة واتجاهات الانحدار هذا فضلاً عن نموذج الحفر والردم (Cut and Fill) وإعداد قاعدة بيانية بالكميات المطلوبة لعمل تسوية أولية لموقع منطقة الدراسة وبالتالي إعطاء صورة لما ستكون عليه المدينة، وبذلك فقد خرج البحث بالمحاور التالية:

أولاً: مفهوم وأهمية نماذج ثلاثية البعد.

ثانياً: إعداد نماذج ثلاثية البعد.

ثالثاً: تطبيقات نماذج ثلاثية الأبعاد.

مشكلة البحث: Research Problem

تتمثل مشكلة البحث في كيفية إعداد قاعدة بيانات جغرافية تسمح بإعداد خرائط ثلاثية البعد وعمل نماذج ومقاطع ومطابقة الخرائط المرفقة مع النماذج لتحديد أهميتها ومواقع الضعف والقوة وخصوصاً مع التصاميم والمشاريع المقترحة لمنطقة ما.

إن أساليب إعداد نماذج ثلاثية البعد من مصادر التقليدية بالاعتماد على الخرائط الطبوغرافية أو حتى أجهزة الرفع الأرضي الحديثة لا تعطي نتائج دقيقة وسريعة لشكل نموذج ثلاثي البعد فلابد من الاستفادة من نماذج الارتفاعات الرقمية (DEM) وباستخدام الأساليب الحديثة في مجال الحاسوب (برامجيات نظم المعلومات الجغرافية) للحصول على نتائج أكثر دقة. فضلاً عن

أهميتها في المجالات التطبيقية في حال مطابقة الخرائط المراد مقارنتها مع نموذج الارتفاعات الرقمية من تصاميم أو خرائط مشتقة من النموذج للخروج بنتائج أكثر دقة لتجاوز مشكلة البحث.

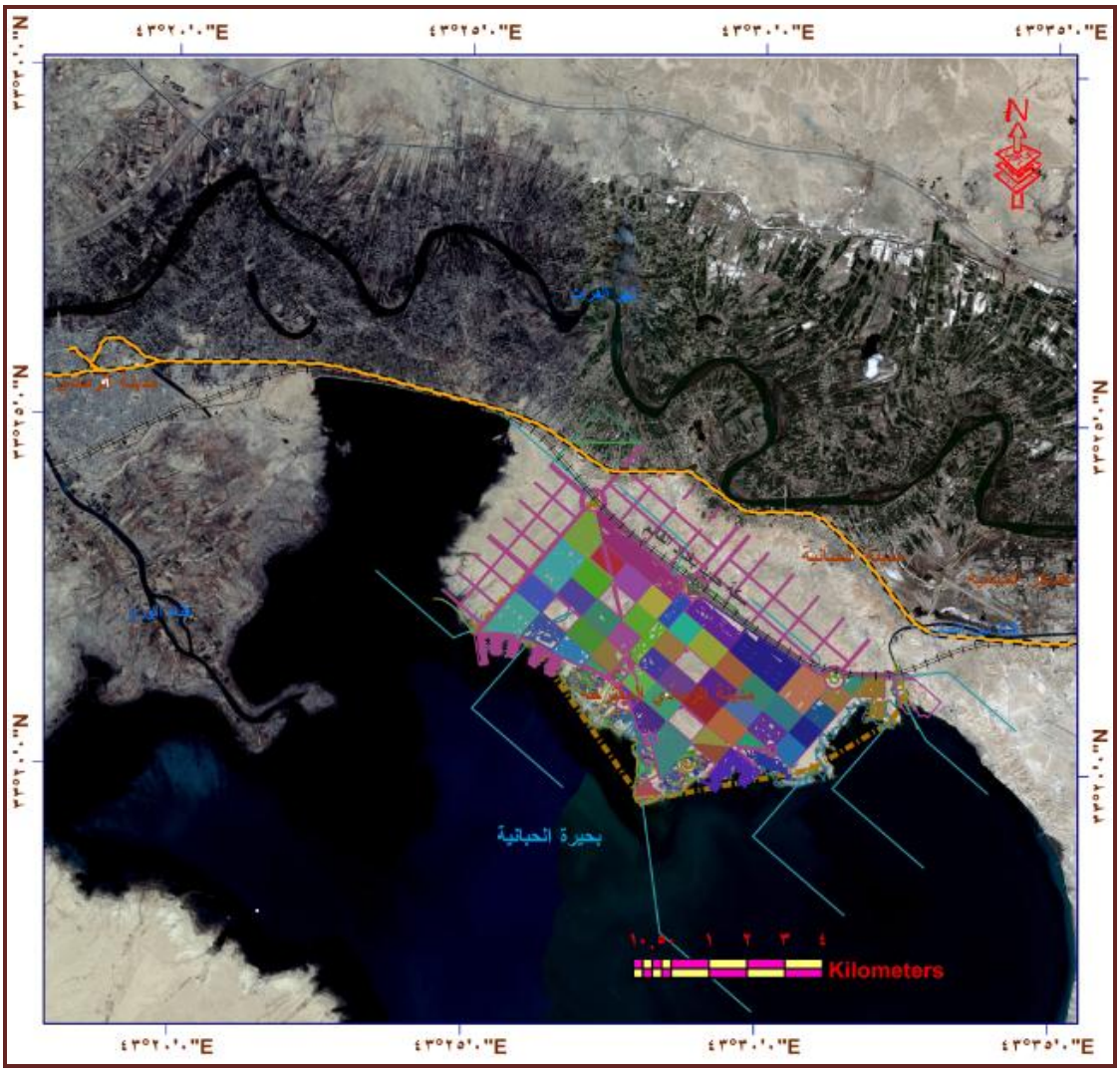
فرضية البحث Research Hypothesis

بما أن مشكلة البحث هي إعداد نماذج ثلاثية باستخدام التقنيات الحديثة لموقع مدينة الرمادي المقترح فإن فرضية البحث يمكن صياغتها ((إن إعداد نموذج ثلاثي البعد لموقع ما يمكن أن يتحقق على وفق التالي)):

١. كلما زادت دقة التقنية المستخدمة في إعداد نموذج ثلاثي البعد كلما زادت أهمية هذا النموذج.
٢. إن تطبيقات برامجيات نظم المعلومات الجغرافية في عملية إعداد النموذج ثلاثي البعد يعد من أهم الأساليب في هذا المجال وأكثرها دقة وسرعة.
٣. إمكانية مطابقة التصاميم والخرائط والمجسمات على النموذج ثلاثي البعد مع إمكانية تحديد مواضع الضعف والقوة عليها.

حدود البحث Research Boundaries

من الخارطة رقم (١) نجد أن موقع مدينة الرمادي المقترح يقع جنوب غرب مدينة الرمادي الحالية وجنوب شرق مدينة الحبانية وبمحاذاة حدود الشمالية لبحيرة الحبانية . بين دائرتي عرض (٣٣ً ١٩َ ٣٣ْ) و (٣٣ً ٢٣َ ٥١ْ) شمالاً وخطي طول(٤٣ً ٢٥َ ١١ْ) و(٤٣ً ٣٢َ ٢٩ْ) شرقاً، يحدها من الشمال خط سكة حديد بغداد– رمادي– قائم، ومن الشرق قناة سن الذبان ومن الجنوب والغرب بحيرة الحبانية، تشرف على مساحة (٤١,١) كم٢ مع (١٠) كم٢ للتوسع المستقبلي، وقد عد خط ارتفاع ٤٩ متر فوق مستوى سطح البحر كونه أساسا لفصل المدينة عن بحيرة الحبانية.



خارطة رقم (١) موقع مدينة الرمادي المقترح

هدف البحث Research Aim : يهدف البحث إلى.

١. التعريف بأهمية التقنيات الحديثة في إعداد نماذج ثلاثية البعد (3D) فضلاً عن التعريف بأهميتها.
٢. الخروج بمقترحات تقويمية على التصميم الأساس ضمن نموذج ثلاثي البعد.
٣. إنشاء خرائط نماذج ثلاثية البعد بمصادرها المختلفة.
٤. عمل خرائط مشتقة من النموذج ثلاثي البعد والتي تتمثل في الارتفاعات، الانحدار، اتجاهات الانحدار، والحفر والردم.

٥. مطابقة المخطط الأساس لمدينة الرمادي المقترح وعمل نماذج مجسمة لهذا المخطط على نموذج ثلاثي البعد.

أهمية البحث Research Importance : تأتي أهمية البحث من خلال ما يأتي.

١. التعريف بأهمية دراسة النماذج ثلاثية البعد وطرق إعدادها.
٢. التعريف بأهمية التقنيات الحديثة في إعداد نماذج ثلاثية البعد بمصادرها المختلفة.
٣. التعريف بأهمية برامج نظم المعلومات الجغرافية (GIS) في إعداد نماذج ثلاثية البعد وإمكانية المطابقة من خلالها.
٤. التعريف بإمكانية التخطيط والاقتراح والاستفادة من مطابقة النماذج ثلاثية البعد مع المصادر الأخرى مخططات وصور وخرائط ... الخ للخروج بأفضل النتائج.

منهج البحث Research Method

اعتمد البحث المنهج الاستقرائي التحليلي والذي هو عبارة عن تسلسل منطقي من الخاص وينتهي بالعام، إذ بدء البحث باعتماد الخارطة الطبوغرافية وبيانات المسح الأرضي والصورة الرادارية (Srtm) وانتهت بإخراج شبكات مثلثية غير منتظمةTriangular Irregular Networks (TIN)[*].

اجريت تحليلات على هذا النموذج وعده أساساً للمقارنة مع المخطط الأساس والخرائط المشتقة من النموذج الهندسي الرقمي. ويتطلب ذلك إجراءات أهمها:

١. جمع البيانات وتتمثل بـ الخرائط والصور والنماذج والبيانات الموثقة من الدوائر الحكومية والكتب والدوريات العلمية.

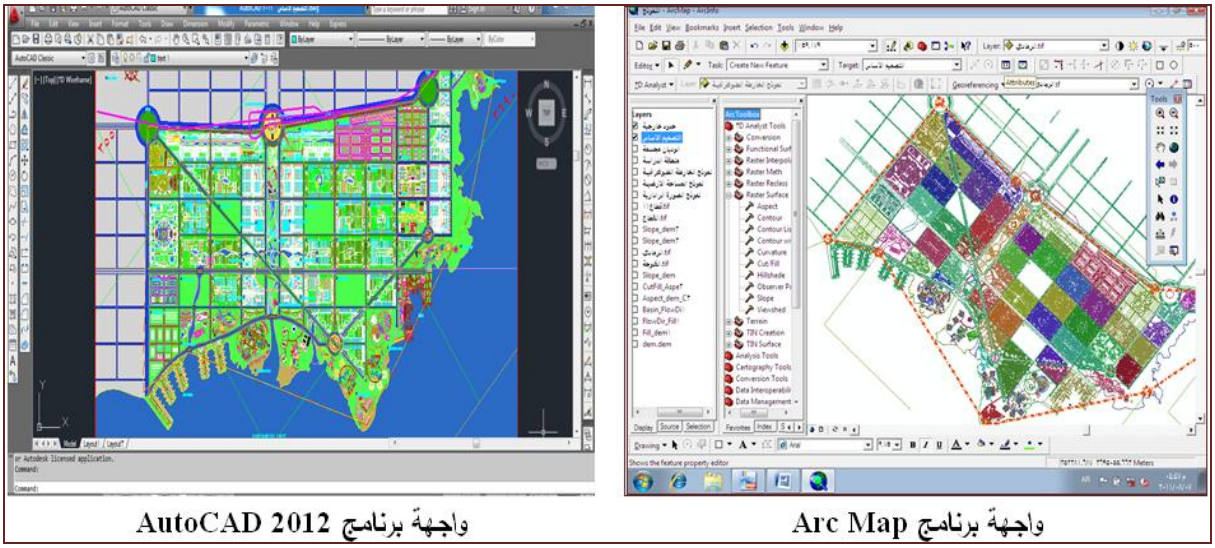
---

[*] الشبكات المثلثية غير المنتظمة: هي شكل من أشكال البيانات المستخدمة في نظم المعلومات الجغرافية تمثل السطوح الأرضية الخاصة، ويستخدم في تمثيلها خوارزمية بيانية تسمح باستخدام نقاط الارتفاعات أو خطوط الكنتور أو المضلعات التي تحوي بيانات خاصة بالارتفاعات لإنتاج الشبكات المثلثية غير المنتظمة. المصدر: محمد، وسام الدين، ٢٠٠٨، ص٧٠، للموقع مجلة التصميم بالحاسوب منتدى Arc Gis http://www.cad.magazine.net.

[**] تم إطلاق كلمة شكل على واجهات البرامج في هذا البحث وكلمة خارطة على المخرجات التي اعتمد عليها أساسيات الخرائط من شروط المحتوى الداخلي والخارجي من توزيع الظواهر بحسب طبيعية بياناتها النوعية والكمية فضلاً عن اعتماد المحتوى الخارجي من مقياس رسم ومفتاح مصطلحات وخطوط المرجع واتجاه الشمال.

إدخال البيانات (Data Input) باستخدام مجموعة من البرامجيات (Arc Map) و(AutoCAD ٢٠١٢) الشكل(**) رقم (١) . وهذه البيانات تشمل بيانات مكانية (Spatial Data) للصور والنماذج الرقمية

.

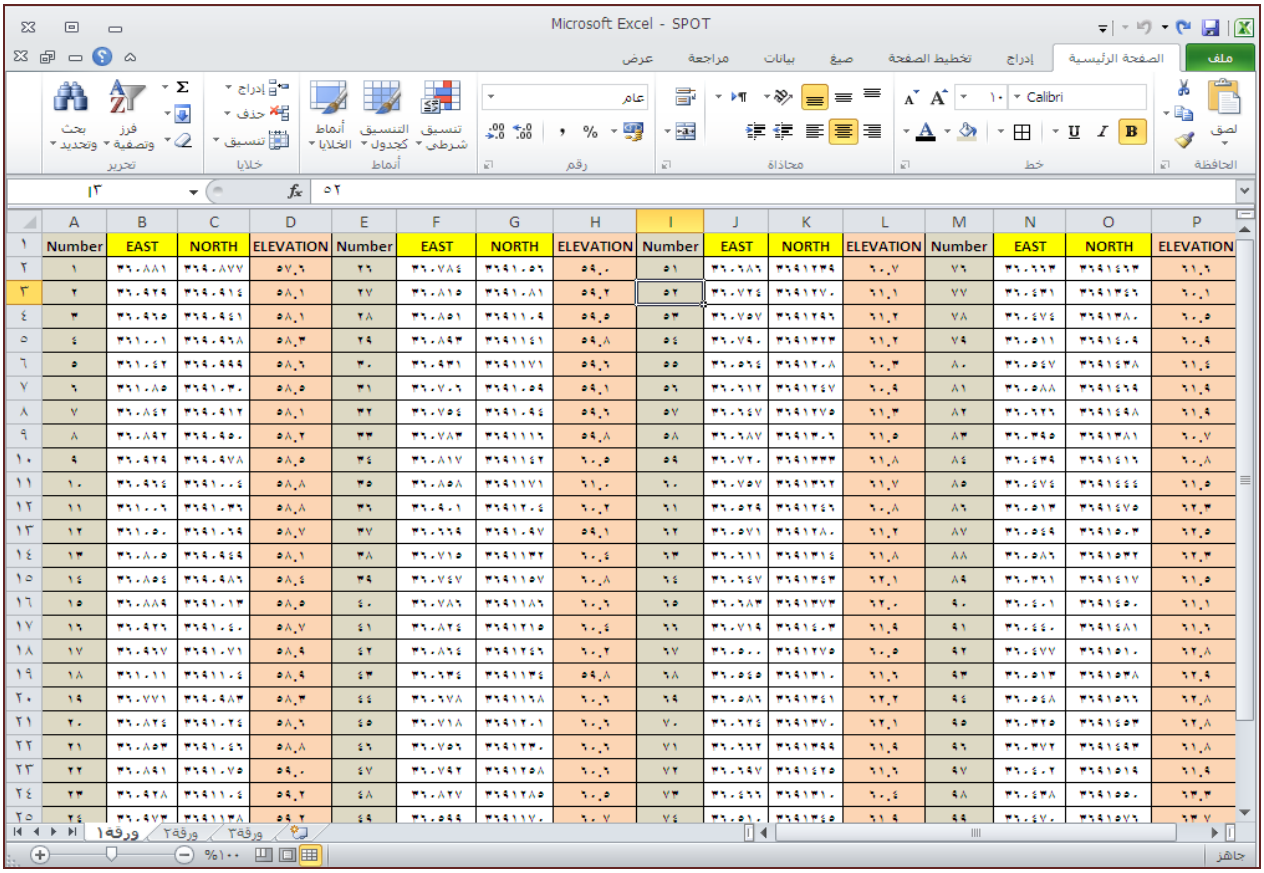


شكل رقم (١) برامجيات نظم المعلومات الجغرافية المستخدمة في البحث

واشتملت البيانات المدخلة على ما يأتي :

أ. **البيانات الجدولية (Table)** المتمثلة بنقاط الرقم الطبوغرافي لمنطقة الدراسة مأخوذة بجهاز المحطة المتكاملة (Total Station) والشكل رقم (٢) وعددها (٢١٣٩٩) نقطة، بين نقطة وأخرى (٥٠ متر) وتشمل كل نقطة (X.Y.Z) .

شكل رقم (٢) عينة لنقاط الارتفاعات من واجهة برنامج Excel

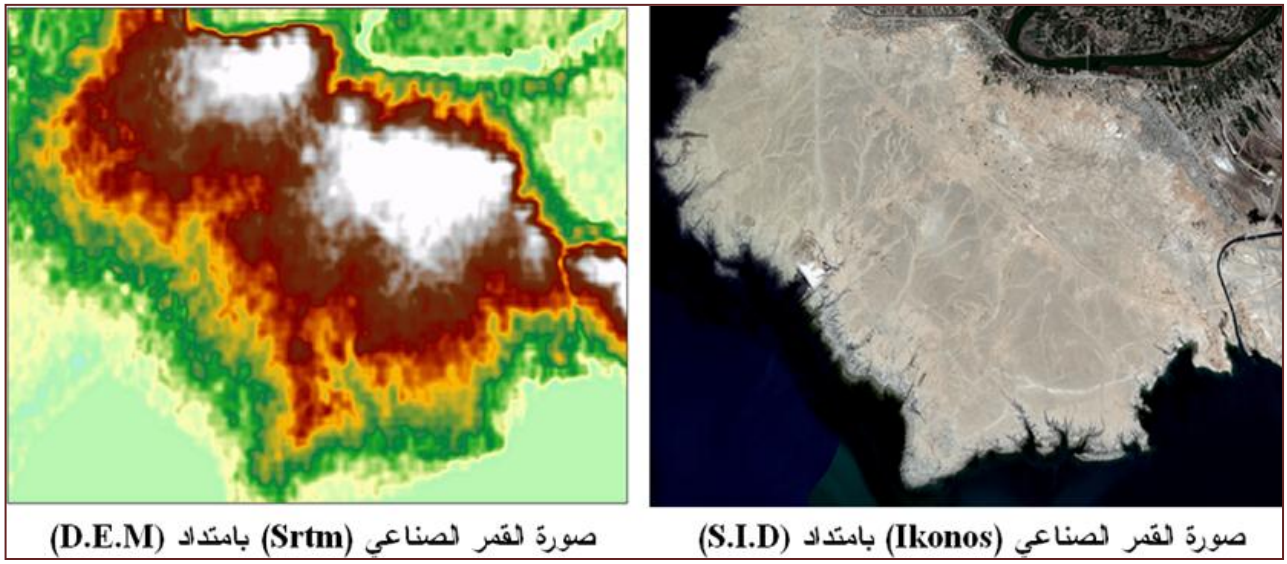


Number	EAST	NORTH	ELEVATION	Number	EAST	NORTH	ELEVATION	Number	EAST	NORTH	ELEVATION	Number	EAST	NORTH	ELEVATION
١	٣٦٠٨٨١	٣٦٩٠٨٧٧	٥٧٠٦	٢٦	٣٦٠٧٨٤	٣٦٩١٠٥٦	٥٩٠	٥١	٣٦٠٦٨٦	٣٦٩١٣٣٤	٦١٠٧	٧٦	٣٦٠٦٦٣	٣٦٩١٤٦٣	٦١٠٦
٢	٣٦٠٨٢٩	٣٦٩٠٩١٤	٥٨٠١	٢٧	٣٦٠٨١٥	٣٦٩١٠٨١	٥٩٠٢	٥٢	٣٦٠٧٢٤	٣٦٩١٢٧٠	٦١٠١	٧٧	٣٦٠٤٣١	٣٦٩١٣٤٦	٦١٠١
٣	٣٦٠٨٦٥	٣٦٩٠٩٤١	٥٨٠١	٢٨	٣٦٠٨٥١	٣٦٩١١٠٩	٥٩٠٥	٥٣	٣٦٠٧٥٧	٣٦٩١٢٩٦	٦١٠٢	٧٨	٣٦٠٤٧٤	٣٦٩١٣٨٠	٦١٠٥
٤	٣٦١٠٠١	٣٦٩٠٩٦٨	٥٨٠٣	٢٩	٣٦٠٨٩٣	٣٦٩١١٤١	٥٩٠٨	٥٤	٣٦٠٧٩٠	٣٦٩١٣٢٣	٦١٠٢	٧٩	٣٦٠٥١١	٣٦٩١٤٠٩	٦١٠٩
٥	٣٦١٠٤٢	٣٦٩٠٩٩٩	٥٨٠٦	٣٠	٣٦٠٩٣١	٣٦٩١١٧١	٥٩٠٦	٥٥	٣٦٠٥٦٤	٣٦٩١٢٠٨	٦١٠٣	٨٠	٣٦٠٥٤٧	٣٦٩١٤٣٨	٦١٠٤
٦	٣٦١٠٨٥	٣٦٩١٠٣٠	٥٨٠٥	٣١	٣٦٠٧٠٦	٣٦٩١٠٥٩	٥٩٠١	٥٦	٣٦٠٦١٢	٣٦٩١٢٤٧	٦١٠٩	٨١	٣٦٠٥٨٨	٣٦٩١٤٦٩	٦١٠٩
٧	٣٦٠٨٤٢	٣٦٩٠٩١٢	٥٨٠١	٣٢	٣٦٠٧٥٤	٣٦٩١٠٩٤	٥٩٠٦	٥٧	٣٦٠٦٤٧	٣٦٩١٢٧٥	٦١٠٣	٨٢	٣٦٠٦٢٦	٣٦٩١٤٨٨	٦١٠٩
٨	٣٦٠٨٩٢	٣٦٩٠٩٥٠	٥٨٠٢	٣٣	٣٦٠٧٨٣	٣٦٩١١١٦	٥٩٠٨	٥٨	٣٦٠٦٨٧	٣٦٩١٣٠٦	٦١٠٥	٨٣	٣٦٠٣٩٥	٣٦٩١٣٨١	٦١٠٧
٩	٣٦٠٩٢٩	٣٦٩٠٩٧٨	٥٨٠٥	٣٤	٣٦٠٨١٧	٣٦٩١١٤٢	٦١٠٥	٥٩	٣٦٠٧٢٠	٣٦٩١٣٣٣	٦١٠٨	٨٤	٣٦٠٤٣٩	٣٦٩١٤١٦	٦١٠٨
١٠	٣٦٠٩٦٤	٣٦٩١٠٠٤	٥٨٠٨	٣٥	٣٦٠٨٥٨	٣٦٩١١٧١	٦١٠٠	٦٠	٣٦٠٧٥٧	٣٦٩١٣٦٢	٦١٠٧	٨٥	٣٦٠٤٧٤	٣٦٩١٤٤٤	٦١٠٥
١١	٣٦٠٩٠٦	٣٦٩١٠٣٥	٥٨٠٨	٣٦	٣٦٠٨٠١	٣٦٩١٢٠٤	٦١٠٢	٦١	٣٦٠٥٢٩	٣٦٩١٢٤٦	٦١٠٨	٨٦	٣٦٠٥١٣	٣٦٩١٤٧٥	٦٢٠٣
١٢	٣٦٠٨٠٥	٣٦٩١٠٦٩	٥٨٠٧	٣٧	٣٦٠٦٦٩	٣٦٩١٠٨٧	٥٩٠١	٦٢	٣٦٠٥٧١	٣٦٩١٢٨٠	٦١٠٢	٨٧	٣٦٠٥٤٩	٣٦٩١٥٠٣	٦٢٠٥
١٣	٣٦٠٨٠٥	٣٦٩٠٩٤٩	٥٨٠١	٣٨	٣٦٠٧١٥	٣٦٩١١٣٢	٦٠٠٤	٦٣	٣٦٠٦١١	٣٦٩١٣١٤	٦١٠٨	٨٨	٣٦٠٥٨٦	٣٦٩١٥٣٢	٦٢٠٣
١٤	٣٦٠٨٥٤	٣٦٩٠٩٨٦	٥٨٠٤	٣٩	٣٦٠٧٤٧	٣٦٩١١٥٧	٦٠٠٨	٦٤	٣٦٠٦٤٧	٣٦٩١٣٤٣	٦٢٠١	٨٩	٣٦٠٣٦١	٣٦٩١٤١٧	٦١٠٥
١٥	٣٦٠٨٨٩	٣٦٩١٠١٣	٥٨٠٥	٤٠	٣٦٠٧٨٦	٣٦٩١١٨٦	٦٠٠٦	٦٥	٣٦٠٦٨٣	٣٦٩١٣٧٣	٦٢٠٠	٩٠	٣٦٠٤٠١	٣٦٩١٤٥٠	٦١٠١
١٦	٣٦٠٩٢٦	٣٦٩١٠٤٠	٥٨٠٧	٤١	٣٦٠٨٢٤	٣٦٩١٢١٥	٦٠٠٤	٦٦	٣٦٠٧١٤	٣٦٩١٤٠٣	٦١٠٩	٩١	٣٦٠٤٤٠	٣٦٩١٤٨١	٦١٠٦
١٧	٣٦٠٩٦٧	٣٦٩١٠٧١	٥٨٠٩	٤٢	٣٦٠٨٦٤	٣٦٩١٢٤٦	٦٠٠٢	٦٧	٣٦٠٥٠٠	٣٦٩١٢٧٥	٦٠٠٥	٩٢	٣٦٠٤٧٧	٣٦٩١٥٠١	٦٢٠٨
١٨	٣٦١٠١١	٣٦٩١١٠٤	٥٨٠٩	٤٣	٣٦٠٦٣٤	٣٦٩١١٣٤	٥٩٠٨	٦٨	٣٦٠٥٤٥	٣٦٩١٣٠١	٦١٠٦	٩٣	٣٦٠٥١٣	٣٦٩١٥٣٨	٦٢٠٩
١٩	٣٦٠٧٧١	٣٦٩٠٩٨٣	٥٨٠٣	٤٤	٣٦٠٦٧٨	٣٦٩١١٦٨	٦٠٠٦	٦٩	٣٦٠٥٨٦	٣٦٩١٣٤١	٦٢٠٢	٩٤	٣٦٠٥٤٨	٣٦٩١٥٦٦	٦٢٠٨
٢٠	٣٦٠٨٢٤	٣٦٩١٠٢٤	٥٨٠٦	٤٥	٣٦٠٧١٨	٣٦٩١٢٠١	٦٠٠٦	٧٠	٣٦٠٦٢٤	٣٦٩١٣٧٠	٦٢٠١	٩٥	٣٦٠٣٢٥	٣٦٩١٤٥٣	٦٢٠٨
٢١	٣٦٠٨٥٣	٣٦٩١٠٤٦	٥٨٠٨	٤٦	٣٦٠٧٥٦	٣٦٩١٢٣٠	٦٠٠٦	٧١	٣٦٠٦٦٢	٣٦٩١٣٨٤	٦١٠٩	٩٦	٣٦٠٣٧٢	٣٦٩١٤٨٣	٦١٠٨
٢٢	٣٦٠٨٩١	٣٦٩١٠٧٥	٥٩٠٠	٤٧	٣٦٠٧٩٢	٣٦٩١٢٥٨	٦٠٠٦	٧٢	٣٦٠٦٩٧	٣٦٩١٤٢٥	٦١٠٦	٩٧	٣٦٠٤٠٢	٣٦٩١٥١٩	٦١٠٩
٢٣	٣٦٠٩٢٨	٣٦٩١١٠٤	٥٩٠٢	٤٨	٣٦٠٨٢٧	٣٦٩١٢٨٥	٦٠٠٥	٧٣	٣٦٠٤٦٦	٣٦٩١٣١٠	٦٠٠٤	٩٨	٣٦٠٤٣٨	٣٦٩١٥٥٠	٦٢٠٣
٢٤	٣٦٠٩٧٣	٣٦٩١١٣٨	٥٩٠٢	٤٩	٣٦٠٨٤٩	٣٦٩١١٧٠	٦٠٠٧	٧٤	٣٦٠٤٩١	٣٦٩١٣٤٥	٦١٠٩	٩٩	٣٦٠٤٧٠	٣٦٩١٥٧٦	٦٢٠٧

ب. **بيانات الصورية (Raster)** والتي تقسم إلى وحدات منفصلة تتمثل بعنصر الصورة(Picture Element) تسمى اختصاراً (Pixel) [*] الشكل رقم (٣)، ومثلت هنا بيانات صورية بامتداد (DEM) للقمر الصناعي (Srtm) و(S.I.D) للقمر الصناعي (Ikonos).

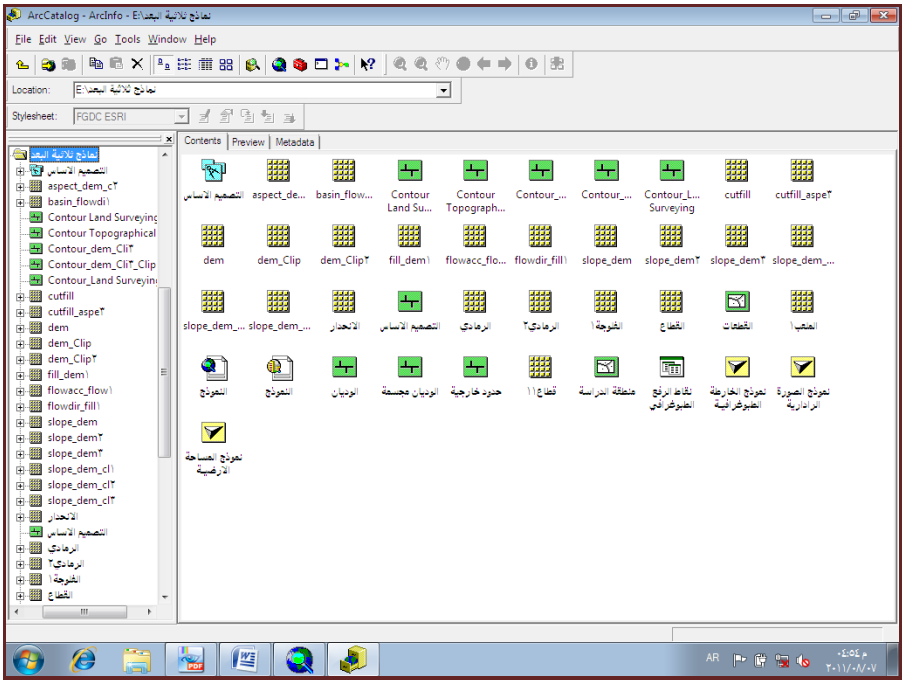
---

[*] **إذ إن كل خلية Pixel قيمة Elevation وتوجد على نوعين، في الصور النقطية المتصلة نحو صور (DEM.، DTM، DTED.)، وتكون القيم العددية المختزنة في الخلية من النوع الرقمي الحقيقي Real Numbers، والنوع الثاني الصور النقطية الموضوعية Thematic Raster نحو (sid، gpj، bmp، tiff) وتكون القيم العددية المختزنة في البكسلات من النوع الرقمي الصحيح Integer Numbers. ينظر: (المصدر: محمد، وسام الدين، ٢٠٠٨، ص٥٩، للموقع مجلة التصميم بالحاسوب منتدى Arc Gis (http://www.cad.magazine.net)**



شكل رقم (٣) نماذج البيانات الصورية المستخدمة في البحث

ج. **بيانات (Ship File)** المستخدمة في إعداد خرائط البحث الشكل رقم (٤) بأصنافها النقطية (Point)، الخطية (Line) والمساحية (Polygon).



شكل رقم (٤) أنواع البيانات المستخدمة في البحث من واجهة (Arc Catalog)

٢. **المعالجة والتحليل (Manipulation):**

باستخدام برنامج (Arc Map) والبرامج الملحقة (Extension) وهي ضمن برنامج (Arc tool box) متمثلة بـ (3D Analyst Tools) و(Spatial Analyst Tools)، إذ تم إعداد نماذج من خلال تحليل (TIN Creation) و(TIN Surface) فضلاً عن إعداد خارطة الأحواض والأودية بتحليل (Hydrology)، هذا وتم الاستفادة من برنامج (Arc Scene) لإخراج وتحويل (Convert) الخرائط المشتقة مع النموذج ثلاثي البعد باختيار (Convert Feature to 3D).

٣. الإخراج (Data Lay Out).

وتشمل إخراج البيانات على شكل خرائط ومجسمات ورقية فضلاً عن الإخراج على شكل مجموعة من التحليلات على شاشة الحاسوب مثلت بأشكال لواجهات العمل ضمن البرامجيات المستخدمة في العمل كما تم عمل خلاصة (Summarize) لاقيام الحفر والردم من حيث المساحات والحجوم.

أولاً: نماذج ثلاثية البعد (3D Models).

١. مفهوم نماذج ثلاثية البعد (3D Models).

الأنموذج هو محاكاة وتقريب للواقع من خلال علاقة مقترحة وملحوظة، أي أنه تمثيل مبسط أو تلخيص للواقع وأنه تجريد أو تعبير عن الواقع. إذ إن التقاليد الكارتوكرافية حافظت منذ بدايتها على التمثيل الخرائطي ثنائي الأبعاد (Two Dimensions)، وإلى جانب التقاليد كان الجانب العلمي يرسخ مكانة الخريطة، فهي سهلة الاستخدام ويسيرة الحمل سهلة الفهم، ومع ظهور التقنيات الرقمية بدأت فكرة إضافة البعد الثالث (Third Dimension). إذ إن نظم المعلومات الجغرافية(GIS) غيرت طرائق التفكير في معالجة المعالم عما كان سائداً في الخرائط التقليدية وأن الجغرافيين وغيرهم من المختصين في العلوم المكانية أصبحوا في الوقت الحاضر يعتمدون في دراستهم على قواعد بيانات جغرافية أعدت بدقة وكفاءة عالية لخدمة أغراض عامة، ومن ثم كان عليهم معالجة البيانات لاستخلاص ما هو مهم أو إعداد خرائط مختلفة كنتاج لتطبيقات متعددة (Michael, N., 2003, P. 146).

إن مصطلح الأنموذج يستخدم بكونه اسما بمعنى التمثيل وكصفة درجة الكمال وكفعل بمعنى يوضح ما يشبهه في الواقع، وفي الواقع أن النماذج تعني هذه الخصائص كلها وانطلاقاً من هذه المفاهيم يمكن أن نخرج بأن الجغرافي ينشيء الخريطة والتي تمثل ببعدين من الظاهرة المساحية (الطول والعرض) أما الخرائط المجسمة فتظهر أبعادها الثلاثة (الطول، العرض، الارتفاع)(Seeruttun, S. and Crossley, C. P., 1997, P. 94).

فمن المعروف أن النماذج ثلاثية الأبعاد تتمثل بالبعد (X,Y) والمتمثلة بالبعدين دوائر العرض وخطوط الطول (الشماليات والشرقيات) والبعد الثالث قيمة (Z) المتمثلة بالارتفاع عن سطح البحر وأن

عملية دمج هذه القيم تمثل رؤوسها مثلثات غير متماثلة (TIN) وبذلك يمكن عد نماذج ثلاثية الأبعاد بأنها تجسيم للارتفاعات الأرضية بخرائط رقمية (Campbell, J., 1998, P.302). وهي بذلك تمثيل رقمي للسطح المتضرس والتحليل للنموذج الرقمي لشكل الأرض(Kraak, M. J. and Mormcling, F. S., 2003, P. 104) وهو بذلك عده تمثيل رقمي لتجسيم السطح الطبوغرافي باستخدام الأبعاد (X.Y.Z) وإمكانية الاستفادة منه في معرفة شكل التوزيع الجغرافي للظواهر المكانية واتجاهات تأثيرها بالشكل المجسم (Chang, 2002, PP. 72- 74).

٢. مميزات نماذج ثلاثية البعد.

يعد تطبيق نماذج ثلاثية البعد باستخدام برامجيات نظم المعلومات الجغرافية (GIS) لها أهمية واستخدامات كثيرة منها:

١) إظهار البعد الثالث (3D) إذ يمكن من خلال هذه النماذج إظهار قيمة (Z) والتي تمثل المنطقة وكأنها نموذج تضاريسي يمكن رؤيته من عدة زوايا.

٢) معرفة شكل السطح ، الأمر الذي يصعب إدراكه في الخرائط ثنائية البعد (2D) وذلك مما يوفر سهولة فهم واستيعاب عناصر المكان.

٣) توفر دقة في التحليل المكاني الوصفي والإحصائي للمكان ، الأمر الذي يصعب تحقيقه بالأساليب التقليدية من الخرائط الارتفاعات المتساوية (Contour Line) على سبيل المثال.

٤) اشتقاق خرائط السطح (Surface Map) مثل الانحدار (Slope) اتجاهات الانحدار (Aspect) خطوط الارتفاعات (Contour) وهيئة الظلال (Hillshade) والحفر والردم (Cut/ Fill) وغيرها.

٥) إمكانية حساب التحليل الإحصائي لمختلف المعطيات المكانية بالشكل الذي يناسب الأطوال، المساحات، والحجوم.

٦) إمكانية مطابقة الخرائط ثنائية البعد (2D) مع النماذج ثلاثية البعد (3D) وبالتالي معرفة الشكل الحقيقي لهذه الخرائط. وبالتالي الاستفادة من خاصية دمج الخرائط مع النموذج (3D) لغرض اشتقاق خرائط أخرى فضلاً عن الاستفادة منها لأغراض تخطيطية.

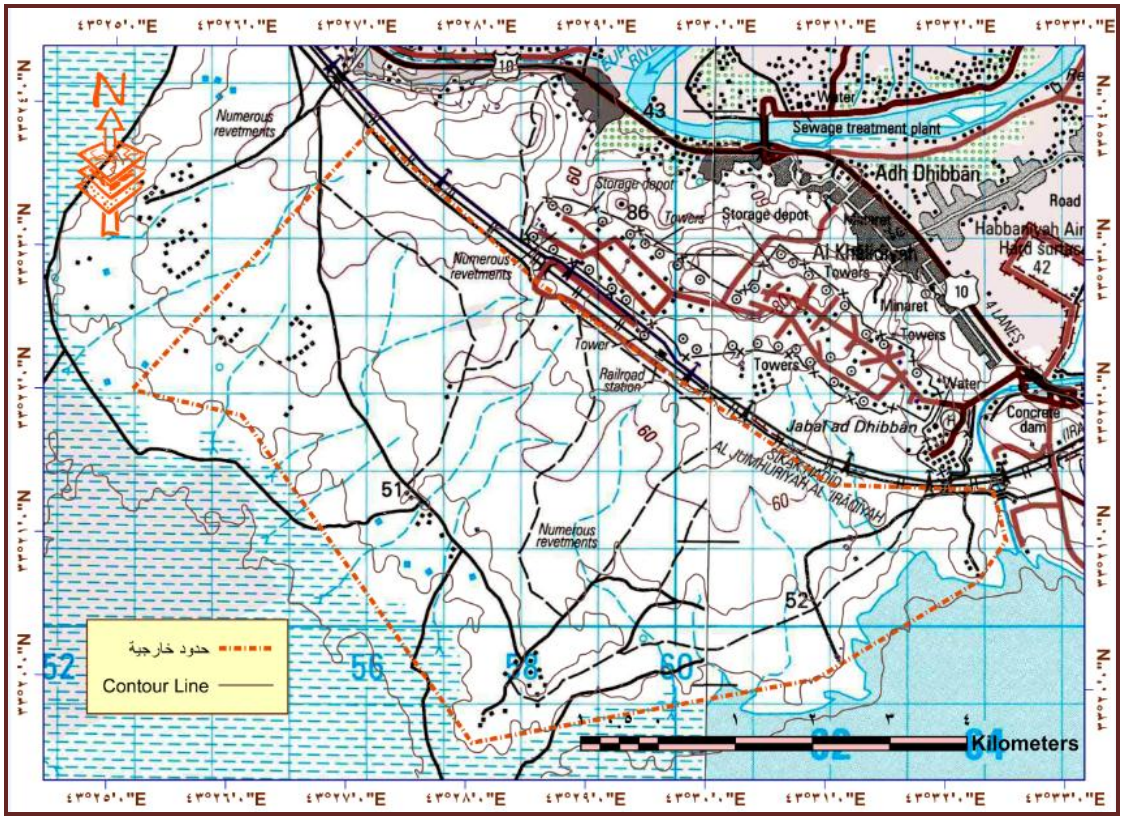
٧) الاستفادة من قواعد البيانات المرفقة من هذه النماذج والخرائط المشتقة منها في الدراسات الحقلية لقواعد البيانات المشتقة من خارطة الحفر أو الردم (Cut/ Fill).

٨) يمكن الاستفادة من هذه النماذج لدراسة خصائص التضاريسية للأرض مثل إعداد المشاريع التخطيطية المستقبلية، توقيع استعمالات أرض، إنشاء طريق، إنشاء ممر. فضلاً عن دراسات التحذير لدرء الكوارث الطبيعية المتمثلة بالسيول وحرائق الغابات.

ثانياً: إعداد نماذج ثلاثية البعد.

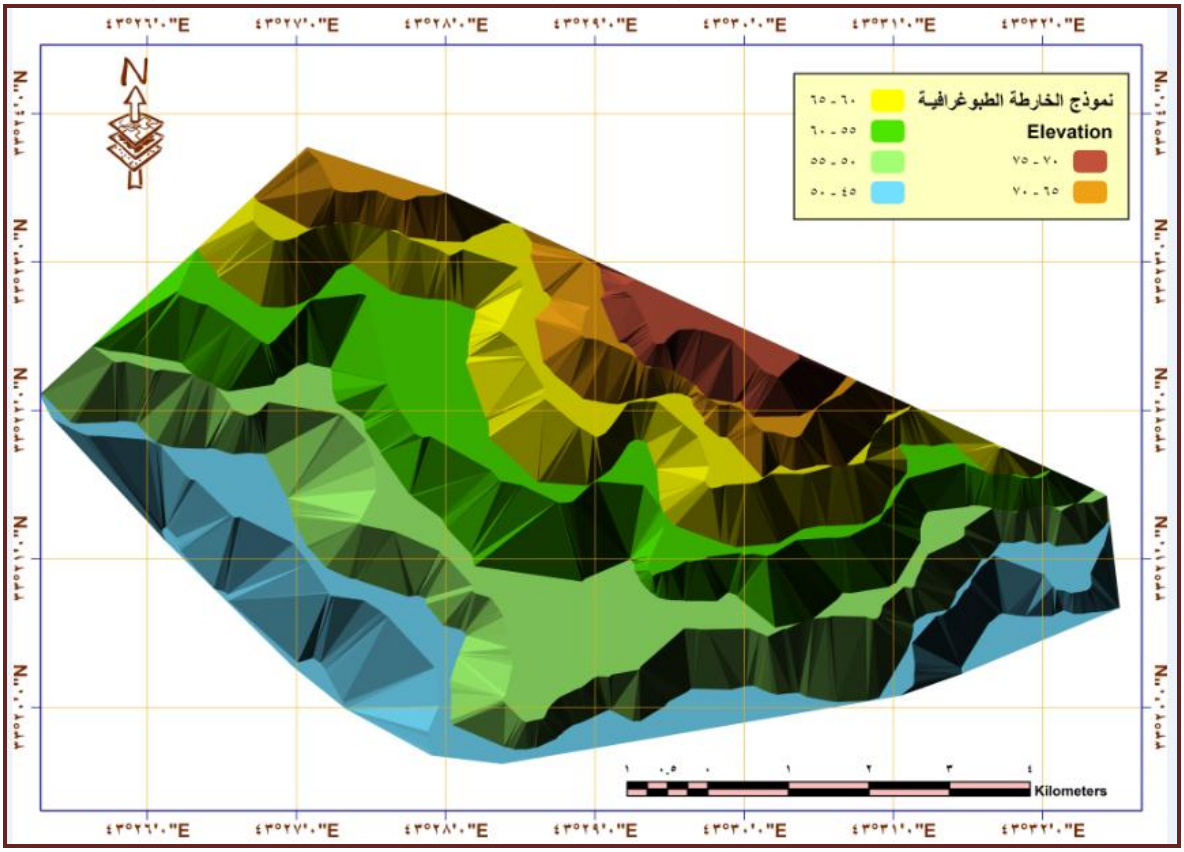
١. نموذج الخرائط الطبوغرافية (Topographic Map).

تم إدخال البيانات المكانية الخرائط الطبوغرافية عدد ٢ بمقياس (١: ٥٠٠٠٠) التي تحوي على نماذج الدراسة وتفصيلاتها إلى برنامج (Adobphoto) باستخدام الماسح الضوئي (Scanner) وبذلك تم تحويلها إلى هيئة رقمية (Digital File) على وفق النظام الخلوي (Raster) واستخدام برنامج (Arc Map) في عمل إرجاع جغرافي (Georefrensing) لهذه الخرائط (خارطة رقم ٢) ومن ثم عمل ترقيم يدوي للخطوط الكنتور بفاصل (٥ متر) وباستخدام الإمكانات المتوافرة في هذا البرنامج إلى صيغة (Vector) بهيئة ملف رسم (Shapefile Line) ومن ثم تحديد قيم الارتفاعات في قاعدة البيانات الوصفية (Attribute Table) ، إذ تم عمل نموذج ثلاثي البعد (3D Models) من خلال عمل شبكات مثلثية غير منتظمة (TIN) من خلال تطبيق Arc Tool Box– 3D Analyst– Tool TIN (Creation) على خطوط الكنتور إذ عد حقل Contour في قاعدة البيانات (Data Base) ممثلاً لقيمة (Z) الخارطة رقم (٣) .



خارطة رقم (٢) خرائط طبوغرافية لمنطقة الدراسة

Defense Mopping Agency, Topographic Map in Iraq, (Al-Habbniyah- 4756 IV-K743) (AR-Ramadi- 4656 I- K743), Scale (1:50000), U.S.A., 2003

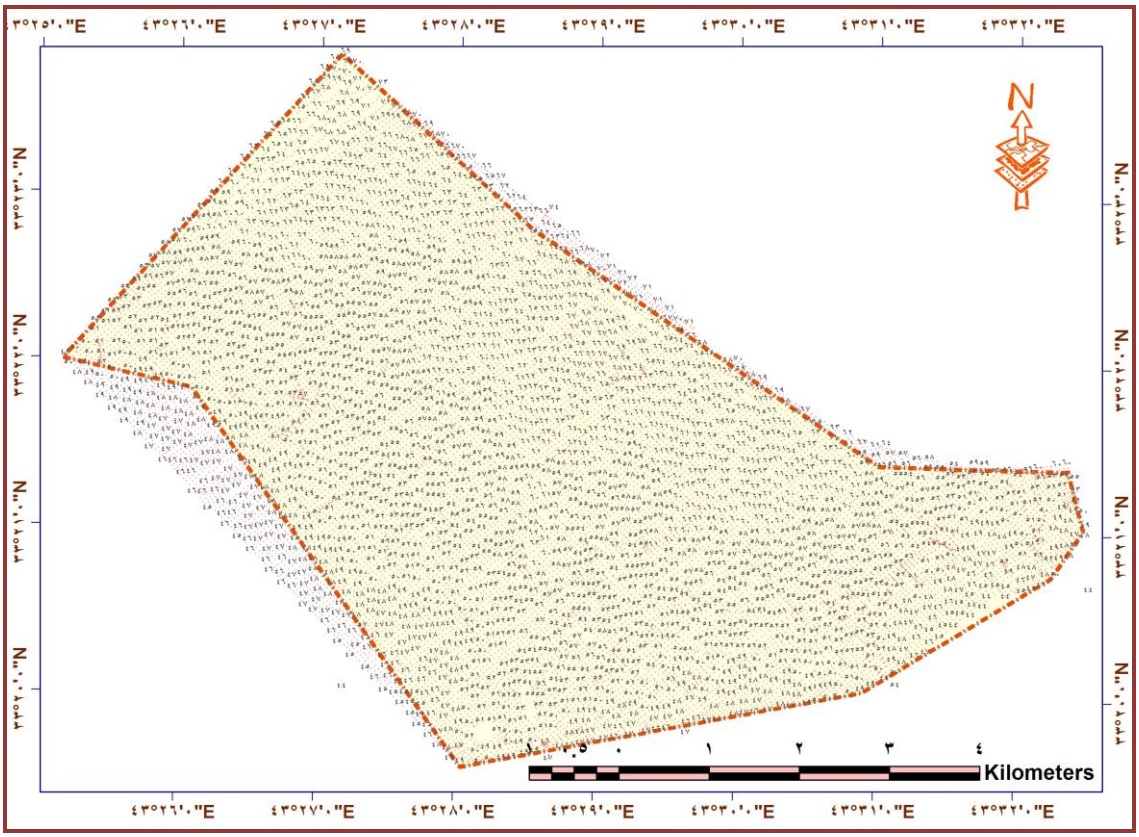


خارطة رقم (٣) نموذج (TIN) بالاعتماد على الخارطة الطبوغرافية

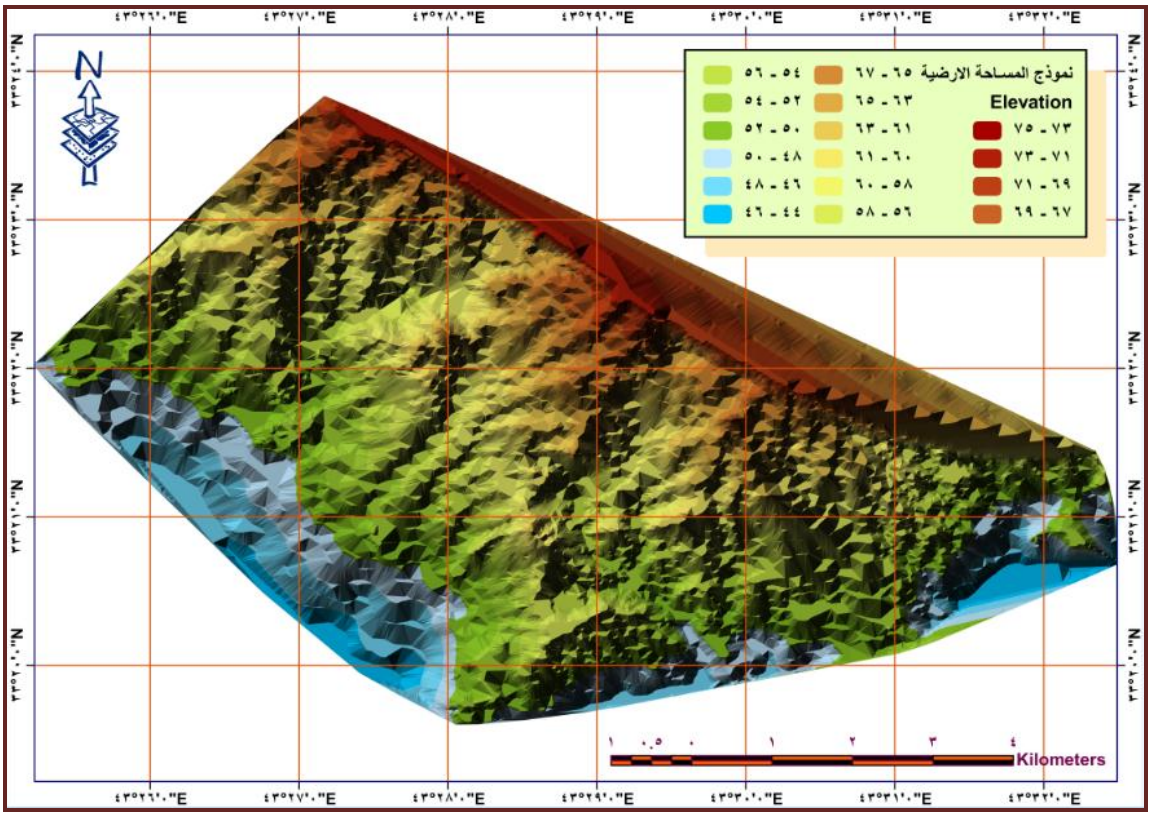
٢. نموذج المسح الأرضي (Field Survey):

تم عمل مسح لمنطقة الدراسة بواقع ٢١٣٩٩ نقطة باستخدام المحطة الشاملة (Total Station)، بعد نقطة عن الأخرى (٥٠ متر). ثم ضمنت الملف على شكل (Table) الشكل رقم (٢).

تم استدعاء هذه البيانات من قبل برنامج (Arc Map) مع اعتبار حقل الشرقيات (EAST) يمثل قيمة (X) وحقل الشماليات (North) يمثل قيمة (Y) وحقل الارتفاع (Elevation) يمثل قيمة (Z). وتعريفها ضمن إسقاط (WGS 1984, U.T.M. Zone 38N) ومن ثم تصدير هذه البيانات (Export Data) إلى هيئة (Vector) لتخزن بشكل ملف رسم نقطي (Shape File Point) (الخارطة رقم ٤) وتم تهيئتها بشكل نموذج ثلاثي البعد 3D كذلك بعمل شبكات مثلثات غير متماثلة (TIN) من خلال التطبيق السابق (TINCreation) على هذه النقاط باعتبار حقل (Elevation) يمثل قيمة (Z) انظر الخارطة رقم (٥).



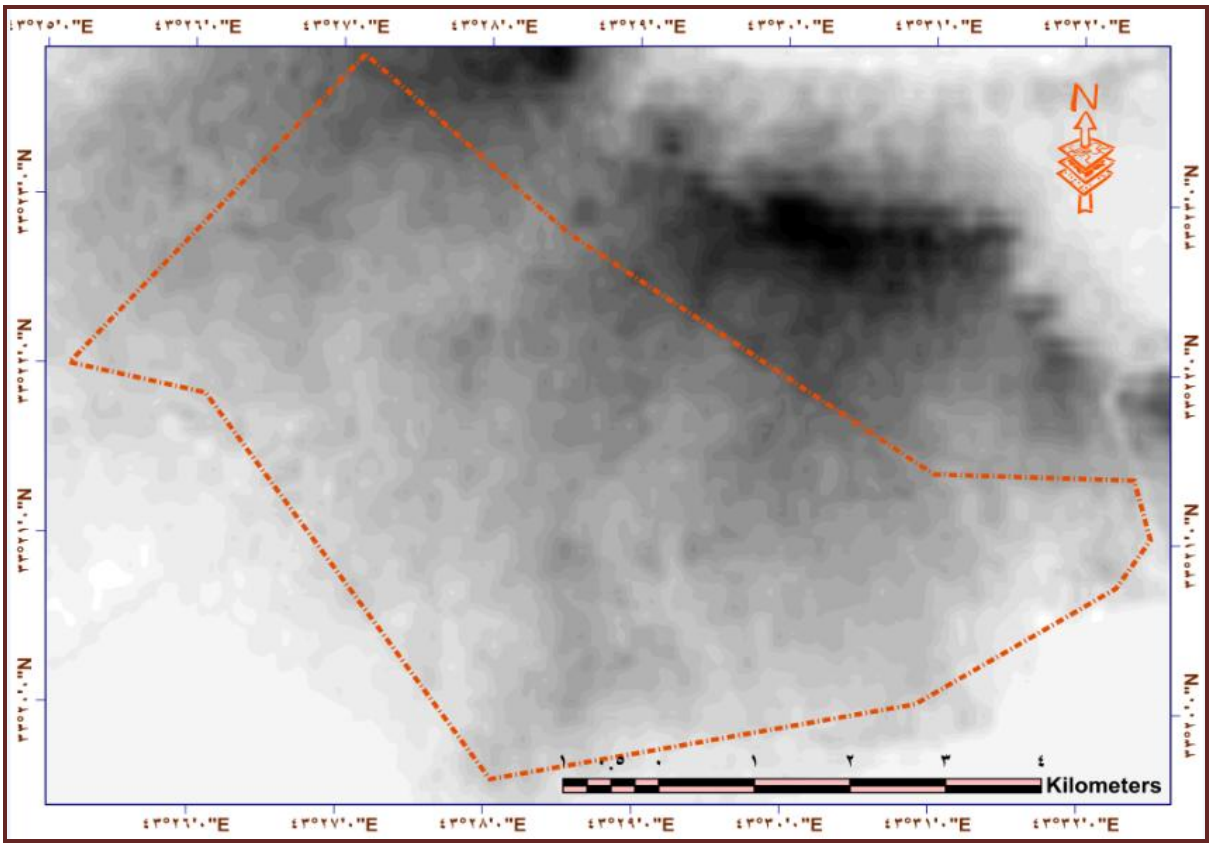
خارطة رقم (٤) نقاط الارتفاعات بالاعتماد على المحطة المتكاملة



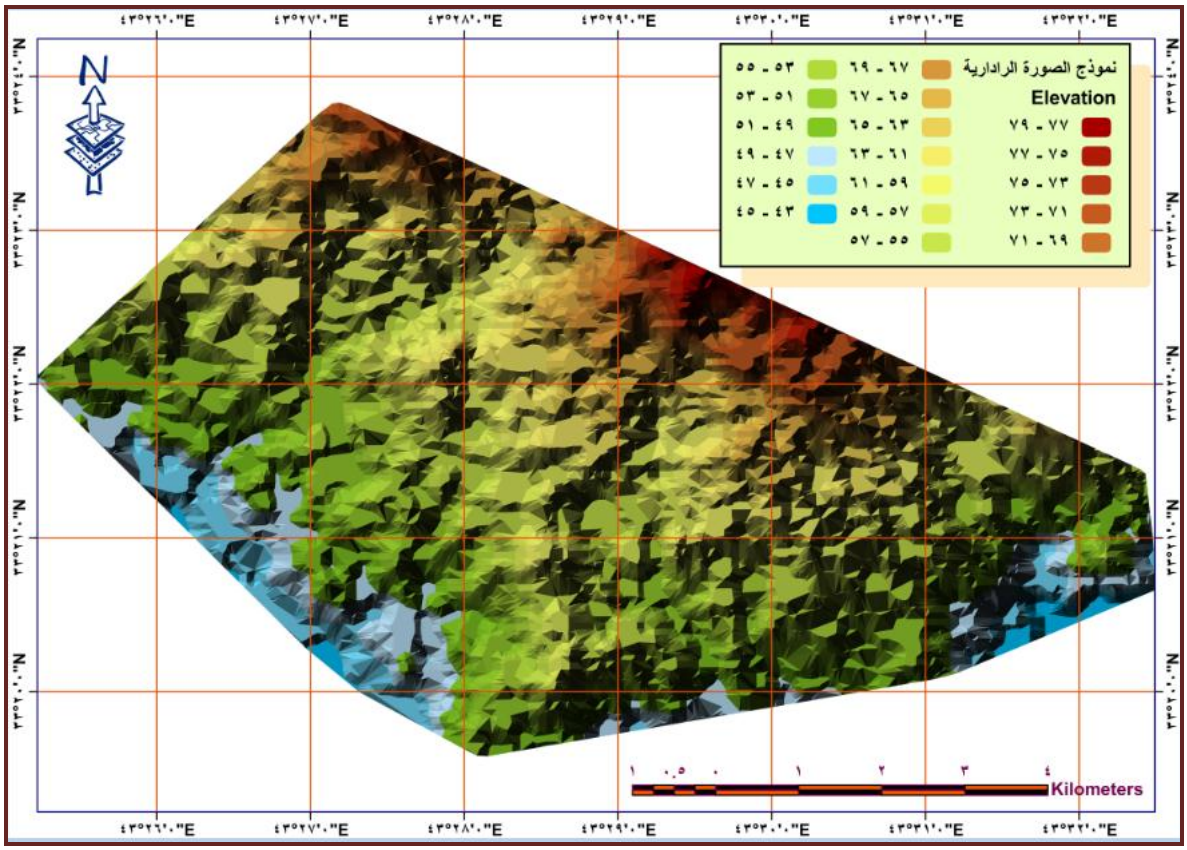
خارطة رقم (٥) نموذج (TIN) بالاعتماد على المسح الأرضي

٣. نموذج الارتفاع الرقمي Digital Elevation Model (DEM)

مثلت الصورة الرادارية لمنطقة الدراسة نموذج (DEM) من القمر الصناعي (Srtm) بدقة مكانية (٣٠ متر) (الخارطة رقم ٦)، ويمثل هذا النموذج بيانات رقمية لسطح الأرض متوفر بالصيغة الخلوية إذ إن كل خلية تحتوي على قيمة واحدة لارتفاع الأرض فوق سطح البحر ، فضلاً عن أنها مزودة بمرجعية مكانية على وفق نظام إحداثيات جغرافية من نوع (WGS84) (Karen, K., 2008, P.107). تم إدخال هذه البيانات إلى برنامج (Arc Info) وتحويل نموذج (DEM) إلى شبكة مثلثات غير متماثلة باستخدام تطبيق (Arc Tool Box– 3D Analyst Tools– Conversion Raster To TIN) أنظر الخارطة رقم (٧).



خارطة رقم (٦) نموذج لارتفاعات الرقمية (DEM)



خارطة رقم (٧) نموذج (TIN) بالاعتماد على نموذج الارتفاعات الرقمية (DEM)

مقارنة بين النماذج المعدة مما تقدم من إعداد الخرائط والنماذج (٢- ٧) نجد:

١. يحتاج أسلوب الترقيم اليدوي من خلال الخرائط الطبوغرافية إلى خبرة كبيرة والجهد والوقت المهدور في هذه العملية ، فضلاً عن الحاجة إلى إعداد قواعد البيانات، وكذلك الأمر بالنسبة إلى المسح الأرضي إذ يحتاج إلى جهد كبير في إعداد المسوحات الأرضية والتي يزداد تكاليفها مع زيادة المساحة، الأمر الذي لا يتطلبه إعداد النموذج مع الصور الرادارية (DEM).

٢. زيادة نسبة الخطأ والتعميم بالنسبة للخرائط الطبوغرافية وكذلك بدرجة أقل في المسح الأرضي بالابتعاد عن المناطق المعقدة تضاريسياً، الأمر الذي لا نجده مع نماذج الارتفاعات الرقمية كونها ملتقطة آلياً باستخدام الأقمار الصناعية (Satellite).

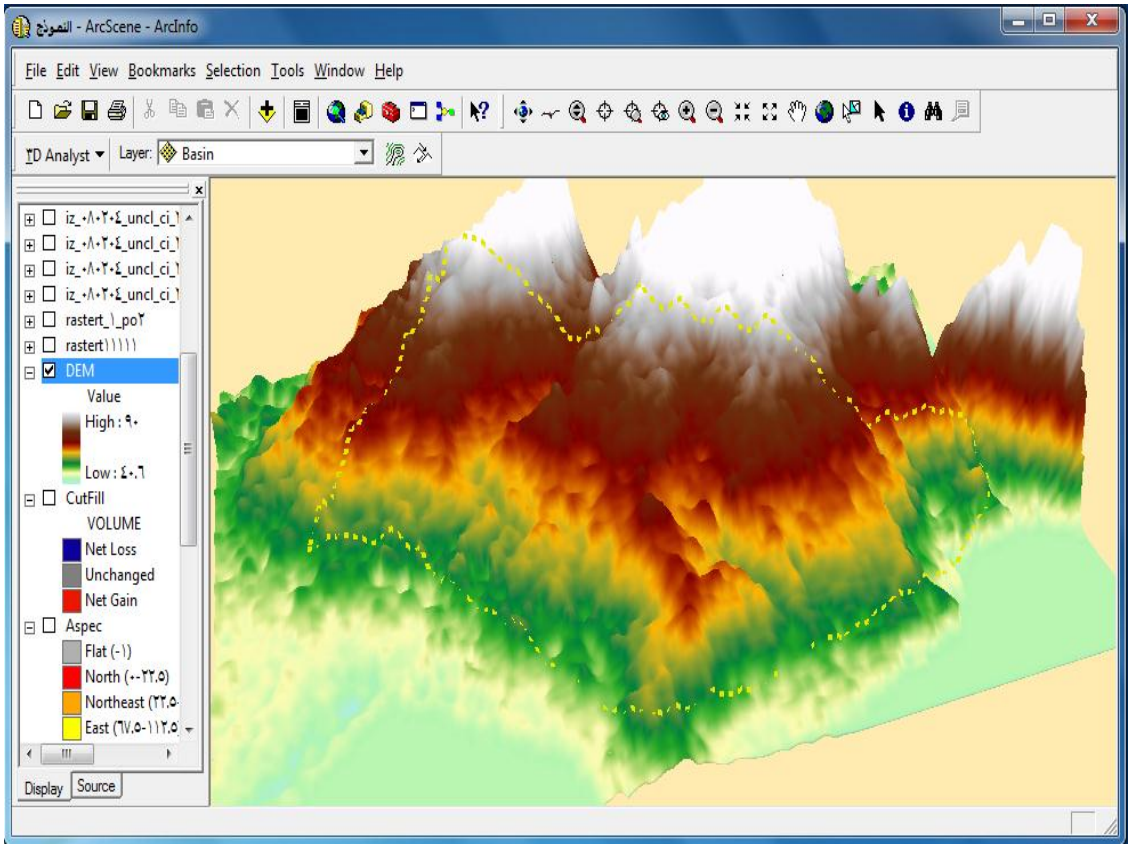
٣. محدودية إعطاء الشكل الحقيقي للأرض من النماذج المعدة من مصدر الخرائط الطبوغرافية وبدرجة أقل المسوحات الأرضية لنسبة التعميم فيها بالمقارنة مع مصدر نموذج الارتفاعات الرقمية (DEM).

٤. زيادة نسبة التكاليف لإعداد نماذج ثلاثية البعد (3D) من المصادر الخرائط الطبوغرافية والمسح الأرضي كونها تتطلب جهدا كبيرا وملاكا أكثر من إعدادها من مصدر نموذج الارتفاعات الرقمية (DEM).

٥. دخول عامل التقدير الشخصي للنماذج المعدة من المصادر الخرائط الطبوغرافية والمسح الأرضي، إذ إن الخرائط الطبوغرافية تحكم معه النموذج والفترة الكنتورية بين خط وآخر والتي تتغير حسب مقياس رسم الخارطة وطبيعة شكل الأرض والمسح الأرضي تتحكم بها المسافة بين نقطة وأخرى والتي تتأثر بها مساحة المنطقة المدروسة والتي هي هنا ٥٠ متر بين نقطة وأخرى في حين نموذج الارتفاعات الرقمية (DEM) الدقة (٣٠ متر) وبمسافات متساوية مما يعني زيادة الدقة المكانية لقيم الارتفاعات.

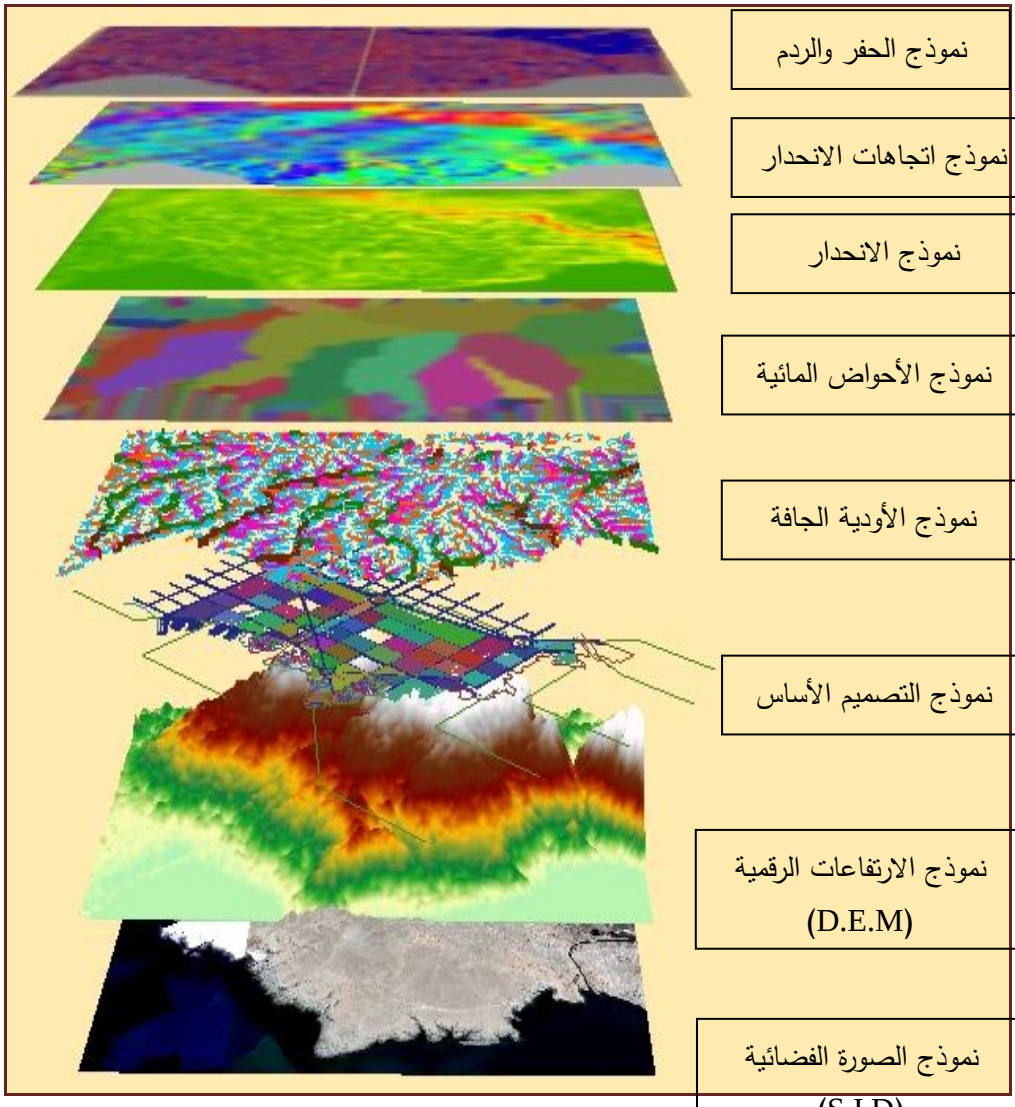
ثالثاً: تطبيق نماذج ثلاثية البعد لموقع مدينة الرمادي المقترح.

إن الأشكال الناتجة توضح فعالية الترابط بين التقنيات الحديثة وتطبيقاتها ضمن برامجيات نظم المعلومات الجغرافية. وأهمية هذه التقنيات في تصوير المعالم التضاريسية في الخرائط ثنائية البعد (2D) وتحويلها إلى شكل نموذج ثلاثي البعد. إذ تم استخدام برنامج (Arc Scene) في تحويل (Convert) المعالم الرسومية (Features) والصورية (Raster) إلى نماذج مجسمة (3D Models) بالمطابقة مع نموذج الارتفاعات الرقمية (DEM) (شكل رقم ٥).



شكل رقم (٥) نموذج ثلاثي البعد لنموذج الارتفاعات الرقمية من واجهة برنامج (Arc Scene)

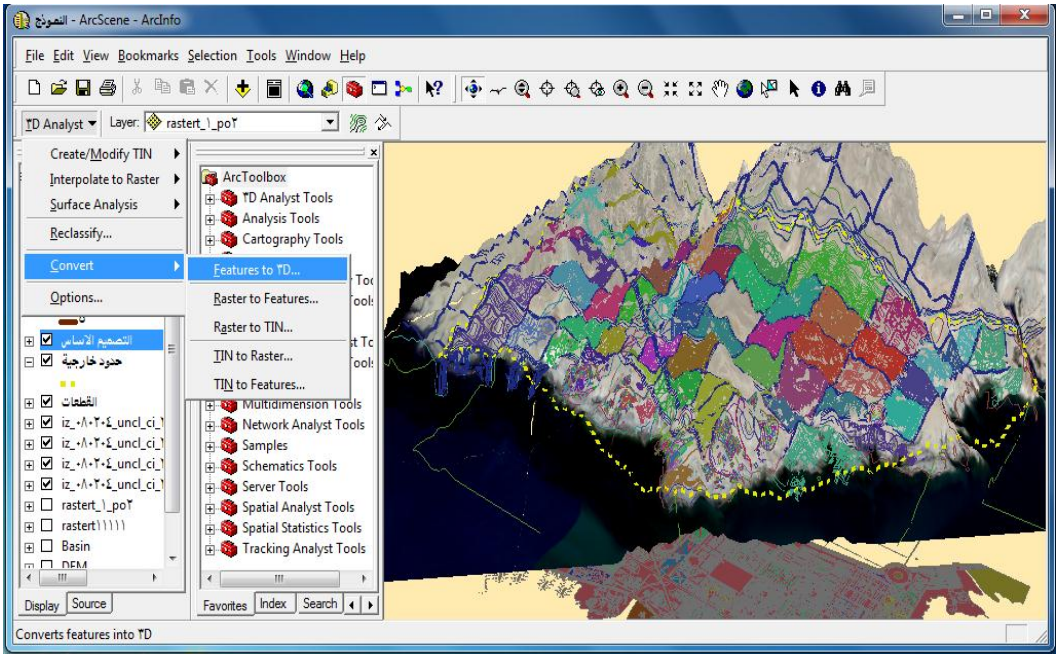
وأهمية هذه النماذج في تطابق المشاريع الهندسية والدراسات المتعلقة باستعمالات الأرض (Land use) كتطبيق التصميم الأساس (Master Plane) ضمن النموذج ثلاثي البعد فضلاً عن توقيع التصاميم القطاعية والمنشآت ثلاثية البعد ضمن هذا النموذج . هذا فضلاً عن أهميته لأغراض إعداد الخرائط المشتقة منها الانحدار واتجاهات الانحدار وشبكات الأودية والأحواض المائية لمنطقة الدراسة هذا فضلاً عن اشتقاق خارطة الحفر والردم (Cut/ Fill) وتقدير الحجوم التي يتطلب قطعها وإملاءها لمنطقة الدراسة الشكل رقم (٦) وفيما يلي بعض تطبيقاتها.



شكل (٦) النماذج المشتقة من نموذج الارتفاعات الرقمية

١. نموذج التصميم الأساس Master Plane Model.

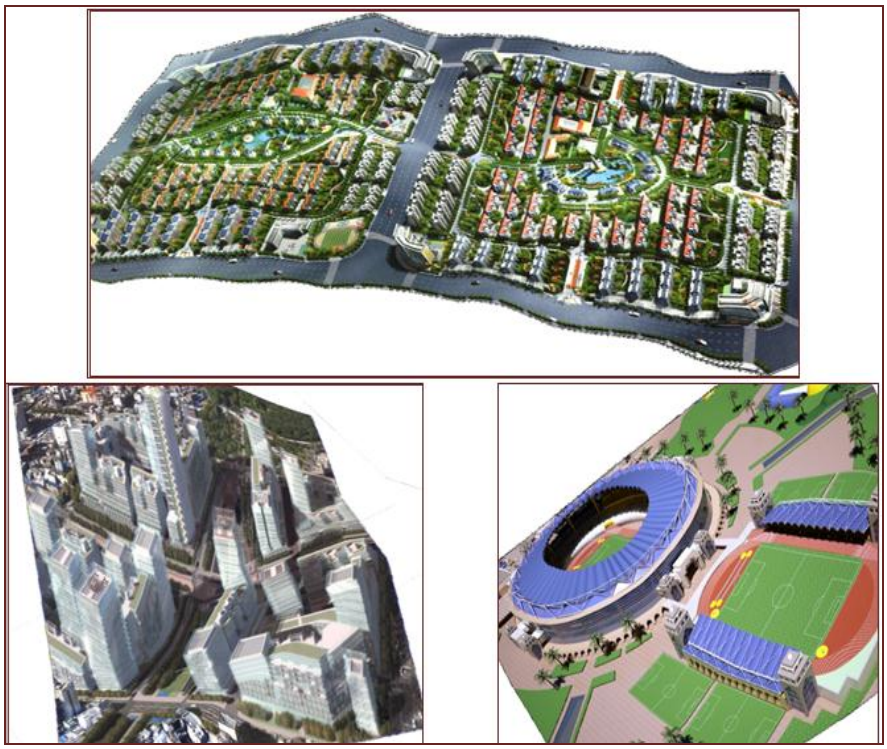
تعرف خرائط المخططات الأساسية بأنها تمثيل مخطط لشكل المدينة من (٥- ٢٥) سنة قادمة. فهي مقترح لتنظيم شكل المدينة (Jone, S. and Chris, M. K., 2000, P. 27). وبذلك فإن عملية إعدادها وتوقيعها يتطلب معرفة شكل الأرض وعمل مسوحات مورفولوجية لجغرافية المنطقة. ومن ذلك فقد عمل نموذج ثلاثي البعد (3D) للتصميم الأساس (Master Plan) الشكل رقم (٧) موقع على الصورة الفضائية.



شكل رقم (٧) نموذج ثلاثي البعد للتصميم الأساس

كما تم عمل نموذج ثلاثي البعد لصور تصاميم قطاعية لأجزاء من المدينة على شكل ثلاثي البعد (3D) الشكل رقم (٨) .

إن هذا المشهد الأولي قبيل تسقيط التصميم الأساس على الواقع يعطي أصحاب القرار تصوراً لما يجب عمله وخصوصاً من عمليات التسوية المطلوبة لوضع تسقيط لشبكات الشوارع والبلوكات السكنية ولمعرفة الخصائص المطلوبة للتسوية لابد من التعرف على الخصائص الجغرافية لشكل المنطقة والتي سيتم اشتقاقها من نموذج الارتفاعات الرقمية (DEM) .



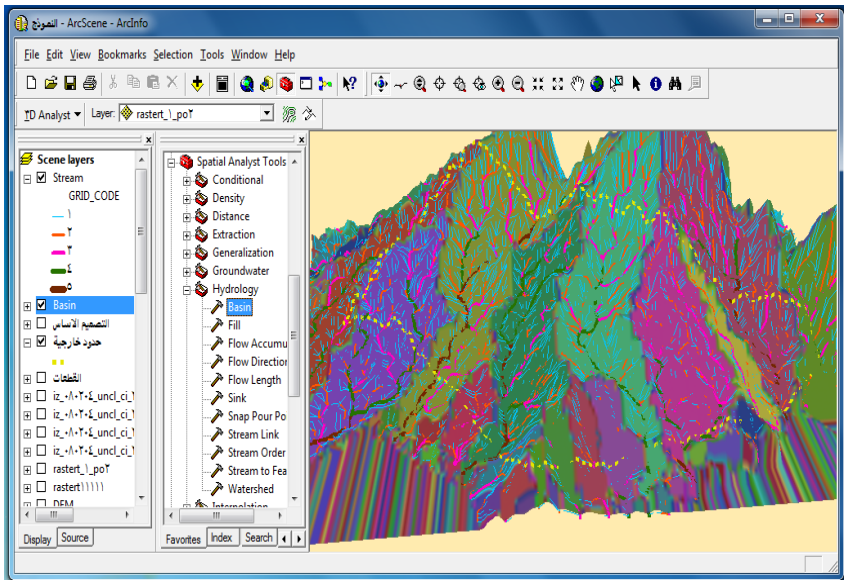
شكل رقم (٨) نموذج ثلاثي البعد للتصاميم القطاعية

٢. نموذج الأحواض وشبكات الأودية Basin and Stream Model

تتضمن فكرة تحديد الأحواض المائية من خلال تحديد سلسلة الخلايا التي ينقسم جريان الماء عندها إلى اتجاهين، كما إن تحديد الأودية النهرية الجافة وسريانها يتم باستخدام خوارزمية تعمل على تمثيل القيم المتشابهة في خريطة تراكم السريان لتمثيل المسيلات المائية(Arc Gis Desk top 9.3. Software Help).

وهي ضمن تحليلات المكانية للبرنامج(Arc tool box– Spatial Analyst tool– Hydrology) إذ تعد دراسة خصائص الشبكة المائية للأحواض إحدى الخصائص الجيومرفولوجية الكمية إذ تم انتقاء شبكة الصرف المائي بالاعتماد على طريقة ستراهلر (Strahler). واستخراج الأحواض المائية وتم تجسيمها بشكل ثلاثي البعد (3D) الشكل رقم (٩) .

إن الهدف من إعداد الشبكة الأودية الجافة للأحواض المائية لزيادة المعلومة بين شكل الأرض واتجاه الأودية والتي يمكن الاستفادة منها باستخدامها كقنوات مائية كما هي في التصميم الأساس، تستخدم لأغراض ترفيهية وجمالية للمدينة. هذا مع الأخذ بالاعتبار شكل التصريف المائي اتجاه بحيرة الحبانية هذا فضلاً عن الإفادة من شكل الأودية الجافة والأحواض في تقدير حجمي الحفر والردم لمنطقة الدراسة.



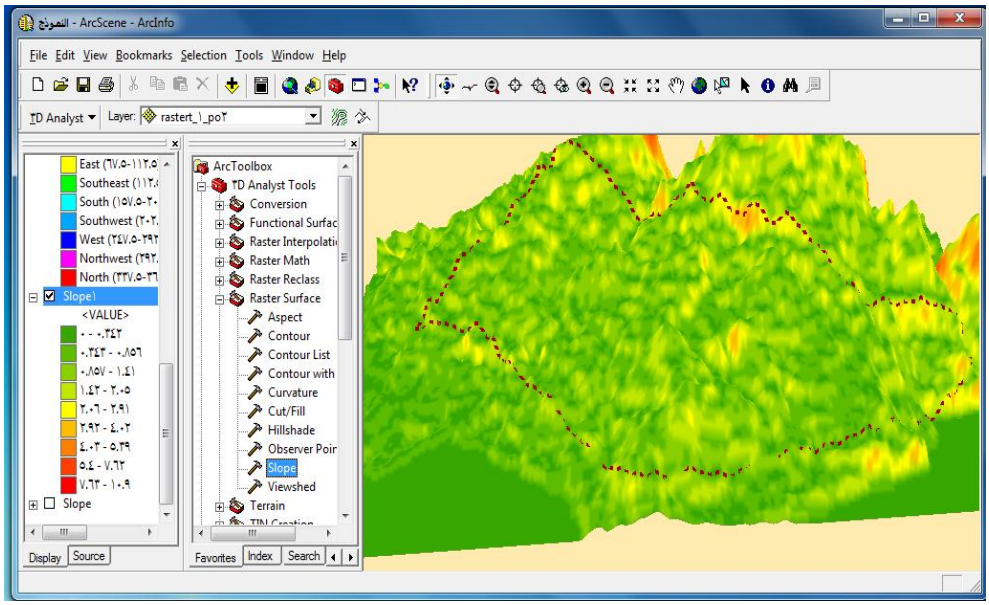
شكل رقم (٩) نموذج ثلاثي البعد للأحواض وشبكات الأودية

٣. نموذج الانحدار Slope Model

الانحدار يمثل مواقع على سطح الأرض تميل عن الأفق بزاوية معينة وتدعى زاوية انحدار سطح الأرض، ولاشتقاق الانحدار من نموذج الارتفاعات الرقمية (DEM) بقسمة الفارق في الارتفاع بين كل بكسل (Pixel) وما يجاورها ويمكن قياس الانحدار بطريقتين بالدرجات الستينية (Degree) والثانية بتقدير قسمة ظل الزاوية لكل مائة متر طولي (Percent- Rise) (Arc Gis Desk top 9.3. Software Help).

وقد تم اعتماد الطريقة الثانية ظل الزاوية لكل مئة متر طولي(Percent- Rise) لأنها تفضل بدراسات توقيع الطرق والجسور والإنشاءات الهندسية. إذ تم اشتقاق هذه الخارطة والخرائط اللاحقة بتوجيه الحفر والردم باستخدام التحليل(Arc tool box- 3D Analyst tool- Raster Surface)الشكل رقم (١٠) .

إن درجة الانحدار كلما قلت كانت هي الأنسب للاستعمال الحضري وخاصة السكني منها ، إذ إن الانحدار الشديد يتطلب زيادة في عمليات التسوية وما يرافقها من حفر وردم لأغراض التسوية ، وعموماً فإن أعلى قيمة لدرجة الانحدار لا تتجاوز ١١% وهي بمجملها تعد مناسبة للاستعمال الحضري مع تفاوت الأهمية بحسب قيم الدرجات.

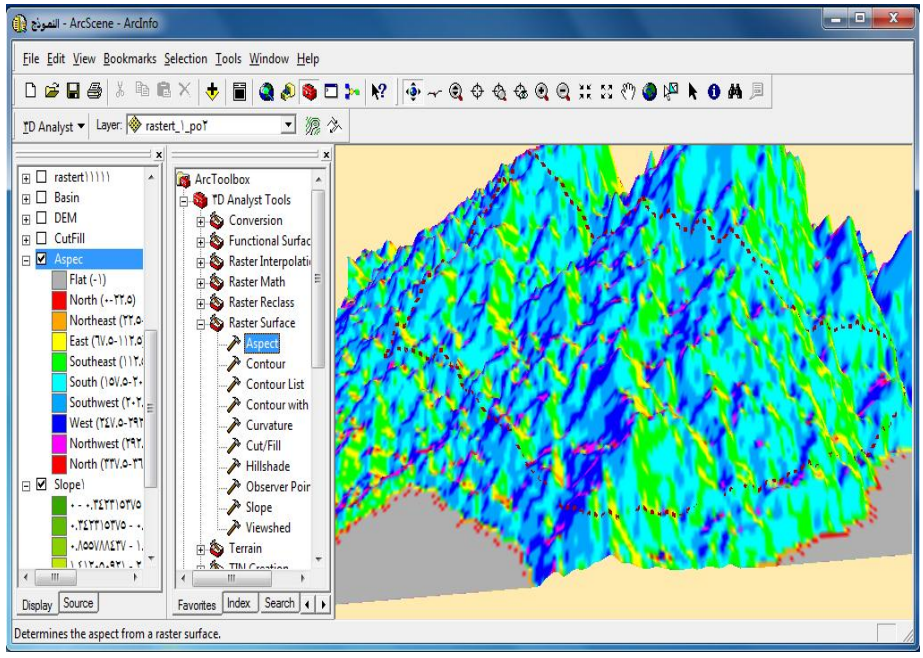


شكل رقم (١٠) نموذج ثلاثي البعد للانحدار

٤. نموذج التوجيه Aspect Model.

ويعني اتجاه الأرض المنحدرة بالنسبة للجهات الرئيسة والثانية، ويتم اشتقاقها من نموذج الارتفاعات الرقمية (DEM) باستخدام القيم التي تحويها الخلايا Pixel إذ تمثل زاوية التي تواجهها هذه الخلية مقدرة على المقياس الستيني إذ تتراوح قيم الخلايا الرقمية بين (٠- ٣٥٩,٩) للإشارة إلى اتجاهها من الأرض والقيم (-١) تشير إلى الأرض المسطحة (Flat)(Arc Gis Desk top 9.3. Software Help) الشكل رقم (١١) .

إن توجيه انحدار السطح يؤدي دوراً مهماً لمعرفة شكل الأرض لتوقيع الشبكات الطرق الماء، المجاري الكهرباء والهاتف.

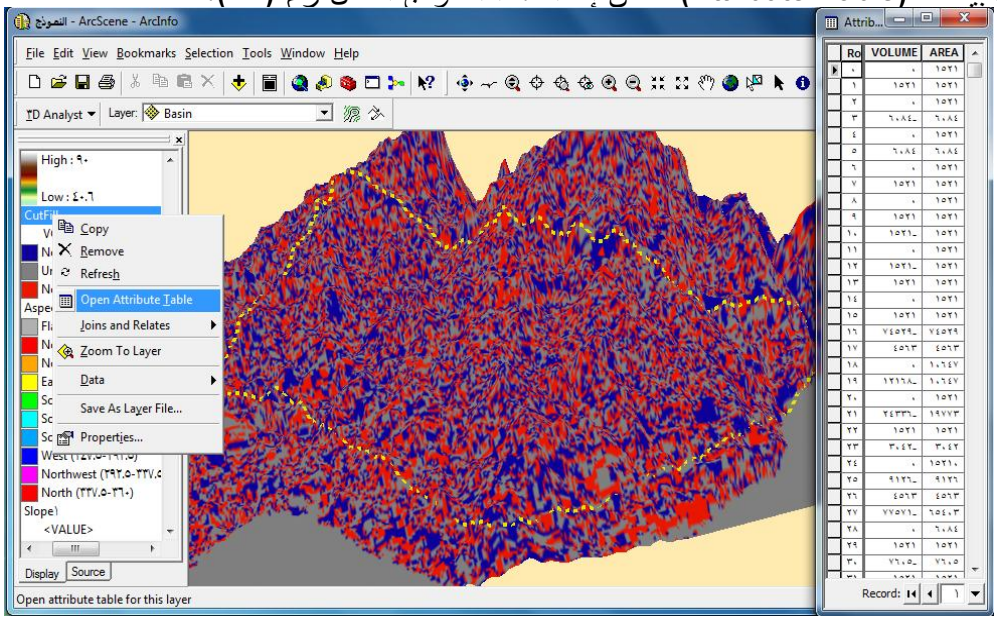


شكل رقم (١١) نموذج ثلاثي البعد لاتجاهات الانحدار

٥. نموذج الحفر والردم Cut/ Fill Model.

وهي التحليلات المهمة إذ تتم بالمقارنة بين سطحين لذات المكان قبل تنفيذ عمليتي الحفر أو الردم وبعدهما . إذ يتم اشتقاقها بمقارنة نموذج الارتفاعات الرقمية مع الشكل المستوي أو المقترح لسطح المنطقة ليشتق منها ثلاث حالات الأولى: الزيادة الصافية (Net Gain) وتكون القيم فيها (موجبة)، والثانية: عدم التغيير (UnChanged) وتكون القيم فيها (صفر)، والثالثة: النقص الصافي (Net Loss) وتكون القيم فيها سالبة (Arc Gis Desk top 9.3. Software Help).

وتأتي أهمية برامج نظم المعلومات الجغرافية (GIS) بأنها تعطي حجوم كميات الحفر والردم ضمن قواعد البيانات (Attribute Table) ضمن إعداد هذا النموذج الشكل رقم (١٢).



شكل رقم (١٢) نموذج ثلاثي البعد للحفر والردم

ولأهمية هذا النموذج فقد تم إعداد خارطة الحفر والردم لموضع المدينة المقترح مع إعداد خلاصة (Summarizes) لمجموع كميات الحفر والردم فضلاً عن حساب مساحتها الأرضية على شكل جدول

(Table) خارطـــــــ

١. ضرورة استخدام التقنيات الحديثة برامجيات نظم المعلومات الجغرافية (GIS) وبيانات الاستشعار عن بعد في إعداد نماذج ثلاثية البعد لما توفره من قاعدة بيانات مكانية ووصفية يمكن الاستفادة منها في الدراسات المساحية والهندسية وإعطاء معلومات دقيقة وشاملة عن شكل المناطق المراد دراستها والتي تعد دراسة توقيع المدن الحديثة واحد منها.
٢. عمل نماذج ثلاثية البعد بالاعتماد على نماذج الارتفاعات الرقمية (DEM) والتي يمكن الاستفادة منها في تقليل الكلف والوقت والدقة بالمقارنة مع مصادر الخرائط الطبوغرافية والمسح الأرضي.
٣. أهمية عمل نماذج مجسمة لخرائط ثنائية الأبعاد وتحويلها إلى نماذج ثلاثية الأبعاد (3D) وخصوصاً التي يتطلب معرفة شكلها الحقيقي على الأرض.
٤. إمكانية تطبيق نتائج النماذج المشتقة من نموذج الارتفاعات الرقمية (DEM) في عملية صنع القرار وتقدير الكلف الأولية للمشاريع دراسة استعمالات الأرض وإدارة الموارد البشرية وغيرها من المجالات العلمية التطبيقية.

المصادر

١- محمد، وسام الدين. أساسيات نظم المعلومات الجغرافية، ٢٠٠٨. للموقع مجلة التصميم بالحاسوب منتدى Arc Gis. http://www.cad magazine.net

2-Arc G.I.S Desktop 9.3 software help of program.

3-Campbell, J., Map use and Analysis; 3ed Edition, Mc-Graw- Hill companies, New York, 1998.

4-Chang, K. J., Introduction to Geographic Information Systems, Mc-Graw- Hill companies, New York, 2002.

5-Defense Mopping Agency, Topographic Map in Iraq, (Al-Habbniyah- 4756 IV-K743) (AR-Ramadi- 4656 I- K743), Scale (1:50000), U.S.A., 2003.

6-Jane, S. and Chris, M., Land use planning for Sustainable Development, Lewis publishers, New York, 2000.

7-Karen, K., Encyclopedia of Geographic Information Science, SAGF, London, 2008.

8-Kraak, M., J. and Ormeling, F. J., Cartography Visualization of Geospatial data, 2nd Edition, Longmen, Essex, London, 2003.

9-Michael, N., Fundamental of Geographic Information Systems, 2nd Edition, John wiley and sons, New York, 2003.

10-Seerutun, S. and Grossley, C. P., Use of Digital Terrain Modeling for farm electronically harvest of sugar cone in Agricultures, 1997.