نمذجة طبوغرافية بحيرة الثرثار من الخرائط الطبوغرافية في نظم المعلومات الجغرافية

أ.م.د. علي خليل خلف الجابري

&

م.د. أوس طلك مشعان المعاضيدي

&

السيد. مزهر مجبل نهر الجابري

جامعة الأنبار - كلية التربية للعلوم الإنسانية

مستخلص

فقد شاع بين الدارسين عند دراستهم الخصائص الطبوغرافية (تحليل السطوح، وخطوط مناسيب الارتفاعات المتساوية، والمجسمات) في دراساتهم بالاعتماد على نماذج الارتفاعات الرقمية Digital Elevation Models؛ نتيجة لما تتميز به هذه النماذج من إمكانيات الحصول على طبوغرافية الأرض ذات الأبعاد الثلاثية فضلاً عن توفرها بشكل مجاني على الكثير من مواقع الشبكة العنكبوتية الدولية، ولاسيما النماذج ذات الدقة المكانية ٣٠ × ٣٠ متر. وتتمثل المشكلة التي تواجه الباحثين بأن نماذج الارتفاعات الرقمية لا يمكنها إظهار مناسيب البحيرات، إذ تعد نماذج الارتفاعات الرقمية منسوب سطح البحيرات سطح مستوي؛ لذلك دعت الحاجة لتطوير نموذج يقوم بحساب مناسيب سطح بحيرة الثرثار وحجم المياه في كل منسوب من مناسيبها كأنموذج.

يهدف الباحثون إلى التجسيد المكاني GeoVisualization لمناسيب بحيرة الثرثار عن طريق تحويل الخرائط الطبوغرافية ذات المقياس ١ / ١٠٠٠٠٠ بفاصل كنتوري ٥ متر إلى خرائط رقمية ونماذج ثلاثية الأبعاد. فقد أثبتت نتائج الطريقة المستخدمة في البحث فعاليتها في تمثيل الخصائص الطبوغرافية للبحيرة، وإمكانية التغلب على جميع المشاكل التي تكون من الأقمار الصناعية، وتكاملها الفعال مع الخرائط الطبوغرافية من خلال تحويلها إلى خرائط رقمية للبحيرة، تحسب مساحة مناسيب الارتفاعات بحيرة الثرثار بدقة إحصائية حسب قيمة R2 ٩٨،٣ % من مساحات بحيرة الثرثار، وقيمة ٩٩،٩٩ % من حجم مياه بحيرة الثرثار على التوالي.

يقلل هذا النموذج مع تقنيات الجيوماتيكس من التكلفة التي تتمثل بالجهد والوقت والمال مقارنة باستخدام الطرائق التقليدية، فضلاً عن إمكانية تحويل البيانات إلى معلومات بمخرجات متنوعة، فضلاً عن إعداد قاعدة بيانات جغرافية للبحيرات من أجل مواجهة مشكلة المياه ووضع استراتيجية إدارة المياه في العراق، يمكن الاستفادة منها في تقديم الدعم لأصحاب القرار لاتخاذ القرارات الصائبة لحل المشاكل المياه في القطر. أما أبرز التوصيات التي توصل إليها البحث، يوصي البحث إلى إمكانية دراسة بحيرة ما في أزمنة مختلفة، كما يمكن توجيه الباحثين إلى دراسة بحيرة الثرثار في أزمنة مختلفة؛ من أجل تحديد كمية الرواسب والتغير الحاصل في طبوغرافية البحيرة. كما يمكن دراسة البحيرة تفصيلاً في مناسيب ارتفاع مياه البحيرة وقت الفيضان ووقت الشحة الصيهود. ويوصي البحث بإجراء مسوحات هيدروغرافية لبحيرات وأنهار القطر كافة؛ من أجل تقدير حجم الأطماء السنوي، أو حجم الأطماء بأوقات مختلفة. وإمكانية إجراء دراسات مماثلة على الأنهار مقارنتها مع مناسيب الأراضي المجاورة التي تعاني من مشكلة الرشح (النزيز) في وسط وجنوب العراق، وما ينجم عنها من مشاكل أخرى.

الكلمات الدالة: نموذج الارتفاع الرقمي، الخرائط الطبوغرافية، بحيرة الثرثار، نظم المعلومات الجغرافية.

المقدمة

قد شاع بين الباحثين منذ أن قامت وكالة ناسا بمسح معظم سطح الأرض عام ٢٠٠٠ ميلادية عند تناولهم الخصائص الطبوغرافية (تحليل السطوح، وخطوط مناسيب الارتفاعات المتساوية، والمجسمات) الاعتماد على نماذج الارتفاعات الرقمية؛ نتيجة لما تتميز به هذه النماذج من إمكانيات الحصول على قيم مناسيب طبوغرافية الأرض بأبعادها الثلاثة، فضلاً عن توفرها بشكل مجاني على الكثير من مواقع الشبكة العنكبوتية، ولاسيما النماذج ذات الدقة المكانية ٣٠ × ٣٠ متراً للخلية الواحدة، و٨٦ × ٨٦ متراً للخلية الواحدة.

أولاً: مشكلة البحث:

تتمثل المشكلة التي تواجه الباحثين بأن نماذج الارتفاعات الرقمية لا يمكنها إظهار مناسيب البحيرات، بل تعد نماذج الارتفاعات الرقمية سطوح (البحيرات) مستوية. ولا يمكن بأي حال من الأحوال التعرف على خصائص الطبوغرافية للبحيرات من نموذج الارتفاع الرقمي. لذلك دعت الحاجة إلى إيجاد بديل يعوض هذا العجز في نماذج الارتفاعات الرقمية. لذا يمكن طرح السؤال الآتي: هل يمكن الاستفادة من الخرائط الطبوغرافية في دراسة الخصائص الطبوغرافية لبحيرة الثرثار وسد العجز في نماذج الارتفاعات الرقمية؟

ثانياً: فرضية البحث:

يمكن الإجابة على السؤال المطروح في مشكلة البحث على النحو الآتي: نعم. يمكن الاستفادة من الخرائط الطبوغرافية في دراسة الخصائص الطبوغرافية لبحيرة الثرثار وسد العجز في نماذج الارتفاعات الرقمية بوساطة برنامج ArcGIS 10.4.1 كما موجود في ثنايا هذا البحث.

ثالثاً: هدف البحث:

يهدف الباحثون إلى التجسيد المكاني GeoVisualization لمناسيب بحيرة الثرثار عن طريق تحويل الخرائط الطبوغرافية ذات المقياس ١ / ١٠٠٠٠٠ بفاصل كنتوري ٥ متر إلى خرائط رقمية ونماذج ثلاثية الأبعاد. وبذلك يمكن سد العجز في نماذج الارتفاعات الرقمية وكذلك دراسة الخصائص الطبوغرافية لبحيرة الثرثار من حيث: (تحليل السطوح، وخطوط

مناسيب الارتفاعات المتساوية، والمجسمات). كما أن فكرة البحث جديدة في موضوعها وطرحها على الجغرافيين بالاعتماد على تقنيات الجيوماتكس.

ويهدف البحث إلى بيان الخطوات التطبيقية السليمة لإعداد قواعد البيانات الجغرافية للخصائص الطبوغرافية لبحيرة ما بما تسهم في توافر نتائج ذات دقة ومصداقية كبيرتين يمكن الاعتماد عليها في الدراسات التنموية. كما ويعد البحث إضافة جديدة في المكتبة العربية ليكون نقطة انطلاق لبحوث ودراسة أخرى يمكن أن تسهم في تطوير نماذج الارتفاعات الرقمية لطبوغرافية البحيرات.

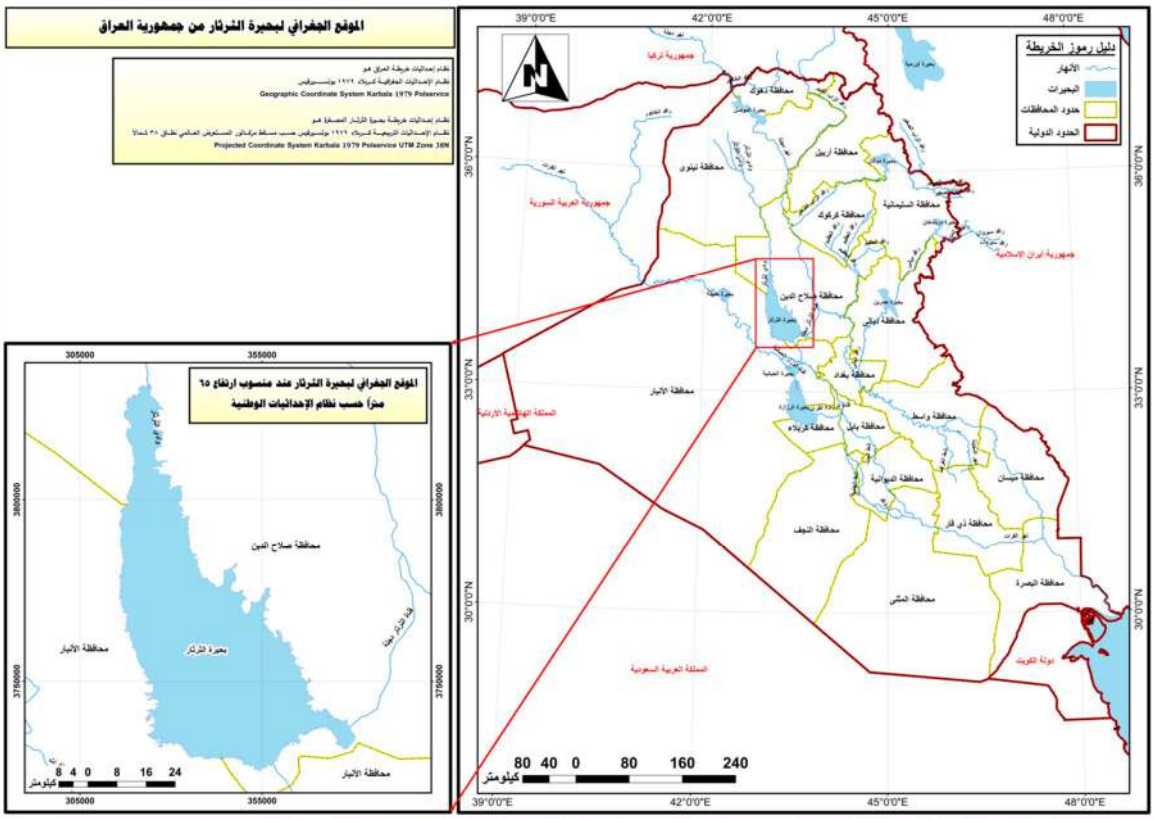
رابعاً: حدود البحث:

يمكن تحديد البحث بالاعتماد على الأبعاد الآتية:

١ – البعد المكاني:

يتحدد البحث بالبعد المكاني بحدود بحيرة الثرثار عند منسوب ارتفاع ٦٥ متراً، كما تبينه الخريطة (٣)، التي تقع بين قوسي طول ٤١" ٤٢' ٤٣° حتى ٥٩" ٥٩' ٤٢° شمالاً، ودائرتي عرض ٣٠" ٣٩' ٣٣° حتى ٥٣" ٣٦' ٣٤° شرقاً، كما تبينه الخريطة (١).

الخريطة (١)



المصدر: وزارة الموارد المائية، هيأه المساحة العامة، قسم إنتاج الخرائط، بغداد.

يتبين من الخريطة (١)، بأن بحيرة الثرثار تقع على بعد ١٢٠ كيلومتراً شمال غربي العاصمة بغداد، ضمن الحدود الإدارية لمحافظة صلاح الدين بين نهري دجلة والفرات ضمن هضبة الجزيرة. تمثل بحيرة الثرثار أكبر منخفض طبيعي في العراق، يصل أقصى طول لها إلى ١١٠ كيلومتراً وأقصى عرض لها ٦٥ كيلومتراً، إذ يبلغ أعلى منسوب للخزن فيها ٦٥ متراً فوق مستوى سطح البحر، وتبلغ مساحتها عند هذا المنسوب ٢٦٧٩،٥٣ كيلومتراً، والطاقة الاستيعابية القصوى من الماء تصل إلى ٨٥ مليار متر مكعب.

٢- البعد العلمي:

يتحدد البحث في خطوات تحويل الخرائط الطبوغرافية إلى سطح إحصائي مستمر، ومنه يمكن إعداد موديل لحساب حجم المياه في مناسيب ارتفاعات مياه بحيرة الثرثار المختلفة بوساطة برنامج Arc G.I.S. V. 10.4.1، وبرنامج الإكسيل؛ لإجراء التحليل الإحصائي المتقدم.

خامساً: مناهج البحث:

فقد تم الاعتماد في هذا البحث على أكثر من منهج؛ وذلك بما يتلاءم مع طبيعة مشكلته وأهدافه، وهي على النحو الآتي:

١- **المنهج الاستقرائي الوصفي**، إذ يقوم هذا المنهج على فلسفة دع الحقائق تتكلم عن طريق خطوات منتظمة ومتسلسلة انتهى بها المطاف بوضع موديل لحساب حجم المياه في مناسيب مختلفة ومساحتها السطحية ذات الدقة العالية كما سيتم بيانه في ثنايا هذا البحث.

٢- **المنهج الموضوعي**، يقوم هذا المنهج بدراسة معمقة للنموذج الارتفاع الرقمي وبيان قصوره في تحليل السطوح للبحيرات، وإمكانية سد هذه الثغرة باستخدام الخرائط الطبوغرافية؛ من أجل اختيار دقة النتائج وإمكانية هذه الخرائط في التعويض عن نموذج الارتفاع الرقمي فقد تم إجراء التحليل الإحصائي المتقدم عليها.

٣- **والمنهج التطبيقي المعاصر**، الذي يبين الخطوات التطبيقية للنمذجة الآلية للخرائط الطبوغرافية لبحيرة الثرثار بوساطة برنامج Arc G.I.S. V. 10.4.1، وبرنامج الإكسيل؛ لإجراء التحليل الإحصائي المتقدم.

سادساً: أدوات البحث وبياناته:

فقد اعتمد الباحثون في هذا البحث على مجموعة من الأدوات، هي:

أ- **نموذج الارتفاعات الرقمية Digital Elevation Models:**

هي مرئية راداريه تتألف كل خلية من خلاياها من ثلاث قيم، أثنتان منها تحدد موقع كل خلية من مصفوفة الأعمدة والصفوف التي تتألف منها، ويبدأ ترقيم هذه المصفوفة من الركن الشمال الغربي منها حسب محوري الإحداثيات: X,Y، أما القيمة الثالثة تمثل متوسط ارتفاع الخلية Z عن مستوى سطح البحر. تبلغ الدقة التمييزية المكانية لنموذج الارتفاع الرقمي المعتمد في هذا البحث ٨٥،٨٧ متراً × ٨٥،٨٧ متراً، وتبلغ مساحة الخلية الواحدة ٧٣٧٣,٦٥٦٩ متراً مربعاً، المأخوذة بوساطة المركبة الفضائية ASTER لعام ٢٠١١ والمتوفرة لمنطقة البحث من خلال هيأة المساحة الجيولوجية الأمريكية USGS، والتي تزود الباحثين بنموذج ارتفاع رقمي عالمي ASTER Global Digital Elevation Model، والمتاحة على الشبكة العنكبوتية الدولية للمعلومات، رابط الموقع هو: https://www.usgs.gov/.

فقد تم الحصول على نموذج الارتفاع الرقمي لبحيرة الثرثار ذو نظام الإحداثيات الجغرافية العالمية Geographic Coordinate System WGS 1984، لذلك عمل الباحثون على تحويل نظام إحداثيات نموذج الارتفاع الرقمي إلى نظام الإحداثيات الوطنية: Projected Coordinate System Karbala 1979 Polservice UTM Zone 38N؛ لكي تتوافق مع نظام الإحداثيات الرسمية الرئيسية لجمهورية العراق هذا من جهة، ومن جهة أخرى أن تكون نتائج الحسابات المستخرجة جميعها بالمتر للمسافات والمتر المربع للمساحات والمتر المكعب للحجوم، كما تبينه الخريطة (٢).

ب- **حاسوب الإلكتروني محمول من نوع Dell Core i 7 8th Gen ذو مواصفات عالية الكفاءة.**

ت- **برنامج نظام المعلومات الجغرافية:**

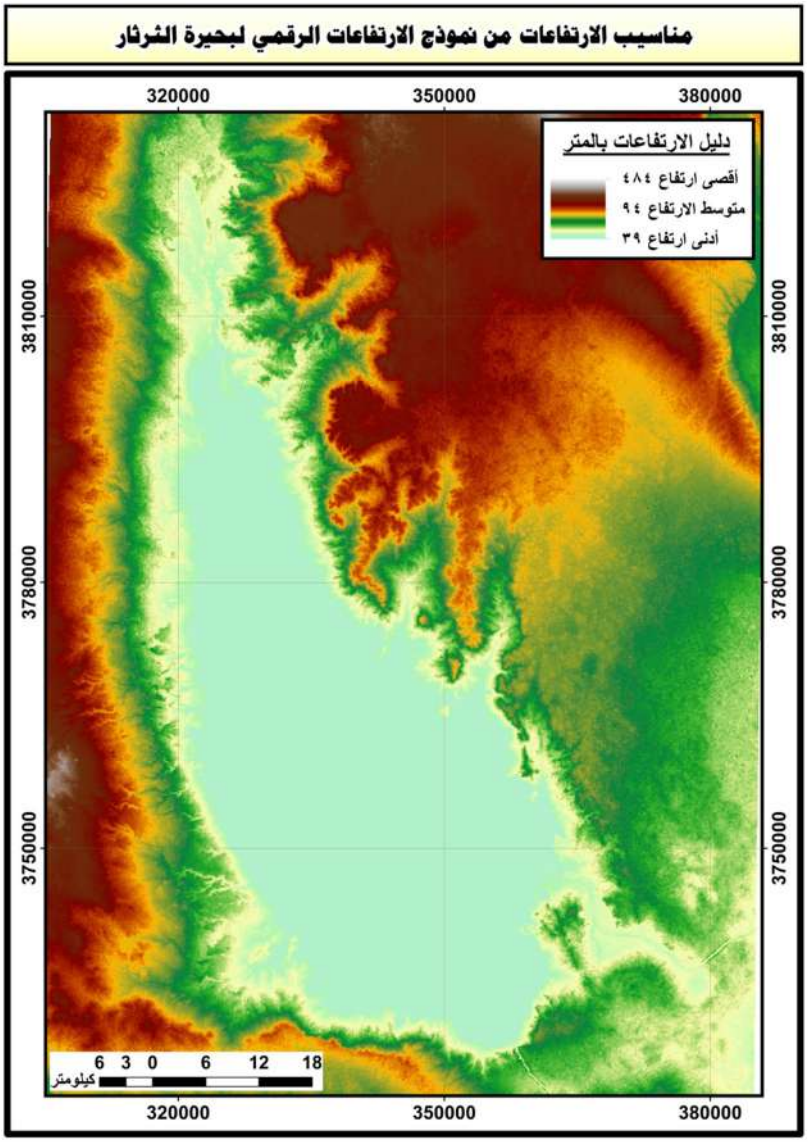
فقد تم الاعتماد على برنامج نظام المعلومات الجغرافية Arc G.I.S. V. 10.4.1، وهو من إنتاج شركة أزري الأمريكية المشهور عالمياً.

ث- **طابعة ملونة ليزرية ذات درجة وضوح عالية.**

ج- الخرائط الطبوغرافية:

قد تم الحصول على موزائيك خريطة مرجعة جغرافياً حسب نظام الإحداثيات العالمي التربيعي ١٩٧٤ نطاق ٣٨ شمالاً Projected Coordinate System WGS 1984 UTM Zone 38N، كما تبينه الخريطة (٣)، والتي تتألف من: تسعة خرائط صادرة عن وزارة الموارد المائية، هيأة المساحة العامة، التي تشكل مصفوفة ٣ × ٣ من خرائط طبوغرافية ذات مقياس رسم ١/ ١٠٠٠٠٠، وفاصل رأسي يبلغ ٥ متر. ويمكن فهرستها كما يبينه الجدول (١).

الخريطة (٢)



المصدر: هيأة المساحة الجيولوجية الأمريكية USGS، الشبكة العنكبوتية الدولية للمعلومات، رابط الموقع هو: https://www.usgs.gov/.

الخريطة (٣): موزائيك الخرائط الطبوغرافية لبحيرة الثرثار.

المصدر: وزارة الموارد المائية، هيأه المساحة العامة، قسم إنتاج الخرائط، بغداد.

الجدول (١): فهرست الخرائط الطبوغرافية ذات مقياس ١/ ١٠٠٠٠٠.

تكريت I – 38 – H – NE	بيجي I – 38 – M – EN	الديكاني I – 38 – G – NE
سامراء I – 38 – H – SE	عين الفرس أو شمال بحيرة الثرثار I – 38 – H – SW	أبو سمك I – 38 – G – SE
اللباد I – 38 – M – EN	بحيرة الثرثار I – 38 – N – NW	هيت I – 38 – M – EN

المصدر: من عمل الباحثين.

المبحث الأول

نمذجة طبوغرافية بحيرة الثرثار عن طريق نقاط المناسيب من الخرائط الطبوغرافية وتحويلها إلى سطح مستمر

يمكن نمذجة طبوغرافية بحيرة الثرثار عن طريق نقاط المناسيب من الخرائط الطبوغرافية بأتباع الخطوات الآتية:

أولاً: تحويل خطوط مناسيب الارتفاعات من موزائيك الخرائط الطبوغرافية إلى نقاط مناسيب الارتفاعات:

فقد تم إنشاء طبقة نقطية ذات اسم Height، وتم إضافة حقل باسم Height أيضاً، تمثل هذه النقاط مناسيب الارتفاعات من الخرائط الطبوغرافية ذات مقياس رسم ١ / ١٠٠٠٠٠، وفاصلها الرأسي ٥ متر داخل بحيرة الثرثار، أما فاصلها الرأسي على اليابس المجاور والمحيط بالبحيرة يبلغ ١٠ متر. إذ تبلغ عدد نقاط المناسيب التي تمثل محيط البحيرة عند مستوى منسوب ٦٥ متر وداخلها ٦٣٠٧٠ نقطة منسوب، أما عدد نقاط المناسيب التي تقع خارج حدود بحيرة الثرثار تبلغ ٣٣٤٧ نقطة منسوب، ومجموع نقاط المناسيب الكلي يبلغ ٦٦٤١٧ نقطة منسوب. ومن ثم تم تحويل نوع الطبقة من Shape file إلى طبقة من نوع Feature Class بعد إعداد قاعدة بيانات جغرافية من نوع File Geodatabase ذات نظام إحداثيات وطنية؛ لكي يتوافق مع نظام الإحداثيات الرسمية الرئيسية لجمهورية العراق هذا من جهة، ومن جهة أخرى لكي تكون نتائج الحسابات المستخرجة بالمتر سواء المساحات أو كميات المياه. أما مناسيب نقاط الارتفاع تبدأ من قيمة الصفر الذي يمثل مستوى سطح البحر وتنتهي بمنسوب ٥٢٤ متراً، كما تبينه الخريطة (٧).

ثانياً: تحويل نقاط المناسيب إلى سطح المناسيب الإحصائي المستمر:

يمكن تحويل نقاط المناسيب من النظام الخطي Vector System إلى سطح مستمر باختيار الأمر Radial Basis Functions؛ من أجل حساب حجم المياه المخزونة في بحيرة الثرثار فضلاً عن حساب مناسيب الارتفاعات داخل بحيرة الثرثار واليابس المحيط بها، وبالتالي إمكانية حساب كمية المياه المخزونة في البحيرة حسب نظام الخلايا الشبكية Raster System، كما تبينه الخريطة (٨).

يتبين من الخريطة (٨)، بأن تحليل السطح الإحصائي يبدأ بحساب مناسيب السطح من القيمة – ٠,٦٩ متراً تحت مستوى سطح البحر وينتهي بالقيمة ٥٨٦,٠١٩٢٨٧١ متراً فوق مستوى سطح البحر. ويوجد فارق بين مناسيب النقاط المدخلة التي تم اشتقاق السطح الإحصائي المستمر منها بمقداره – ٠,٦٩ متراً بينما أقل منسوب في نقاط المناسيب صفراً، بينما يبلغ فارق أعلى منسوب بين نقاط المناسيب والسطح الإحصائي المستمر بمقدار ٦٢,٠١٩٢٨٧١ متراً تزيد عن أعلى منسوب في نقاط المناسيب البالغ ٥٢٤ متراً فوق مستوى سطح البحر.

ثالثاً: تحويل السطح الإحصائي المستمر إلى مرئية السطح المستمر من نوع نظام الخلايا الشبكية:

يكون السطح الإحصائي المستمر نتاج عملية التحليل الجيوإحصائي، لذلك لابد من تحويله من سطح إحصائي مستمر إلى مرئية نوع نظام الخلايا الشبكية Raster System؛ لكي يمكن التعامل معه ضمن البرنامج، ومن ثم حساب مناسيب الارتفاعات ضمن حدود بحيرة الثرثار وقطعها وحساب كمية المياه المخزونة واتمام بقية الخطوات الأخرى.

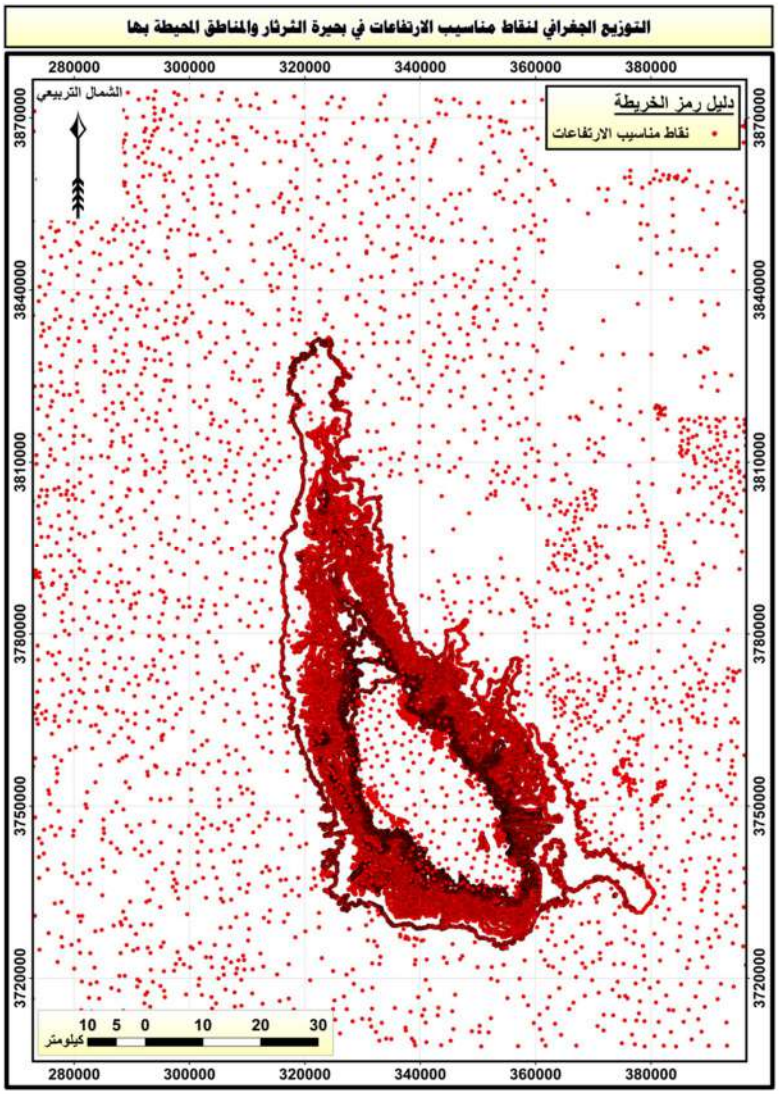
رابعاً: إعادة تصنيف مرئية السطح المستمر من نوع نظام الخلايا الشبكية:

يتم إعادة تصنيف Reclass مرئية السطح المستمر من نوع نظام الخلايا الشبكية؛ بهدف تحويلها في النهاية إلى طبقة من نوع النظام الخطي من أجل تحديد الجزر ضمن مساحة بحيرة الثرثار. فقد تم إنشاء ٩٠ صنفاً، كما يبينه الجدول (٤). إذ يتبين من الجدول (٤)، بأن الصنف الأول يبدأ من منسوب – ٠,٦٩ حتى منسوب ٠، ومن الصنف الثاني حتى الصنف الحادي والسبعون تم تصنيفها كل ١ متراً، يبدأ الصنف الثاني من منسوب ٠ متراً، وينتهي الصنف الحادي والسبعون بمنسوب ٧٠ متراً فوق مستوى سطح البحر. أما الأصناف من الثاني والسبعون حتى السابع والسبعون قت تم تصنيفها كل ٥ متراً، والأصناف من الثامن والسبعون حتى الثامنون فقد تم تصنيفها كل ١٠ متراً، والأصناف العشر الأخيرة فقد تم تصنيفها كل ٥٠ متراً.

خامساً: تحويل مرئية إعادة التصنيف من نوع نظام الخلايا الشبكية إلى طبقة من نوع النظام الخطي:

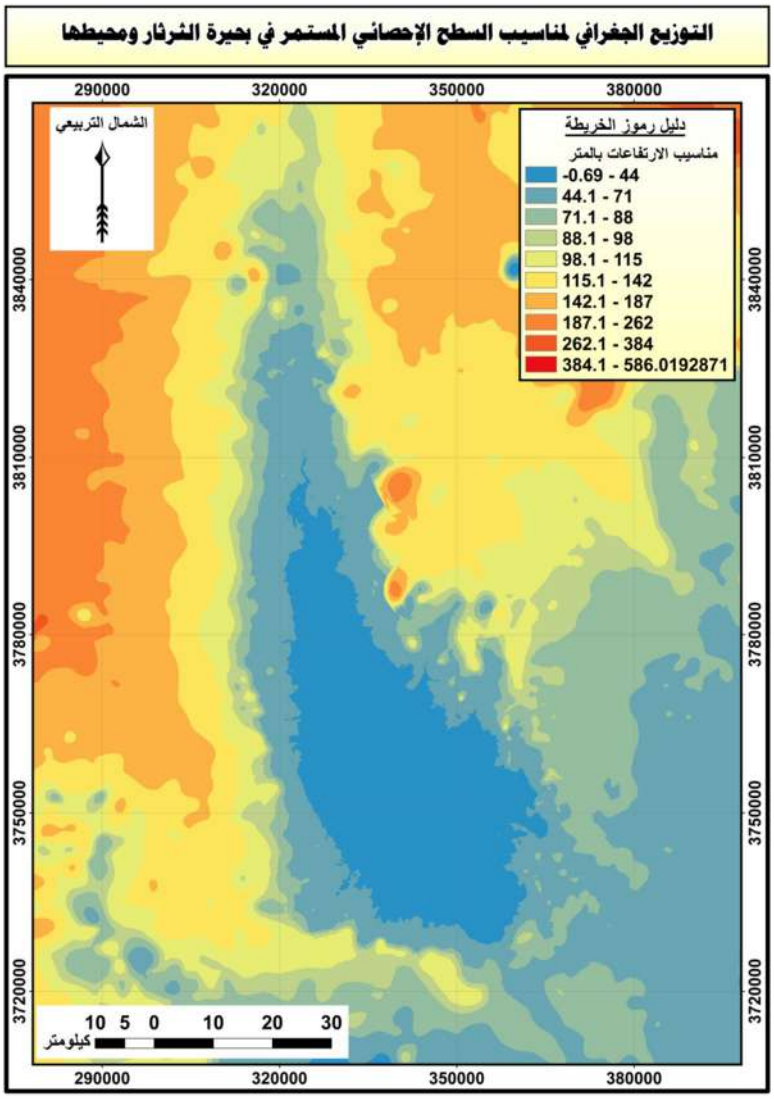
يمكن تحويل مرئية إعادة التصنيف من نوع نظام الخلايا الشبكية إلى طبقة من النظام الخطي بتطبيق الأمر Raster to Polygon، ينتج عن ذلك مضلع يحتوي على أصناف بعدد الأصناف التي تم اختيارها.

الخريطة (٧)



المصدر: من عمل الباحثين بالاعتماد على الخرائط الطبوغرافية بوساطة برنامج ArcGIS 10.4.1.

الخريطة (٨)



المصدر: من عمل الباحثين بالاعتماد على الخرائط الطبوغرافية بوساطة برنامج ArcGIS 10.4.1.

الجدول (٤): أصناف ومناسيب الارتفاعات في بحيرة الثرثار ومحيطها.

ت	منسوب	ت	منسوب	ت	منسوب
٠	-٠,٦٩ – ٠	٣٠	٣٠ – ٢٩	٦٠	٦٠ – ٥٩
١	٠ – ١	٣١	٣١ – ٣٠	٦١	٦١ – ٦٠
٢	١ – ٢	٣٢	٣٢ – ٣١	٦٢	٦٢ – ٦١
٣	٢ – ٣	٣٣	٣٣ – ٣٢	٦٣	٦٣ – ٦٢

ت	منسوب	ت	منسوب	ت	منسوب
٤	٤ – ٣	٣٤	٣٤ – ٣٣	٦٤	٦٤ – ٦٣
٥	٥ – ٤	٣٥	٣٥ – ٣٤	٦٥	٦٥ – ٦٤
٦	٦ – ٥	٣٦	٣٦ – ٣٥	٦٦	٦٦ – ٦٥
٧	٧ – ٦	٣٧	٣٧ – ٣٦	٦٧	٦٧ – ٦٦
٨	٨ – ٧	٣٨	٣٨ – ٣٧	٦٨	٦٨ – ٦٧
٩	٩ – ٨	٣٩	٣٩ – ٣٨	٦٩	٦٩ – ٦٨
١٠	١٠ – ٩	٤٠	٤٠ – ٣٩	٧٠	٧٠ – ٦٩
١١	١١ – ١٠	٤١	٤١ – ٤٠	٧١	٧٥ – ٧٠
١٢	١٢ – ١١	٤٢	٤٢ – ٤١	٧٢	٨٠ – ٧٥
١٣	١٣ – ١٢	٤٣	٤٣ – ٤٢	٧٣	٨٥ – ٨٠
١٤	١٤ – ١٣	٤٤	٤٤ – ٤٣	٧٤	٩٠ – ٨٥
١٥	١٥ – ١٤	٤٥	٤٥ – ٤٤	٧٥	٩٥ – ٩٠
١٦	١٦ – ١٥	٤٦	٤٦ – ٤٥	٧٦	١٠٠ – ٩٥
١٧	١٧ – ١٦	٤٧	٤٧ – ٤٦	٧٧	١١٠ – ١٠٠
١٨	١٨ – ١٧	٤٨	٤٨ – ٤٧	٧٨	١٢٠ – ١١٠
١٩	١٩ – ١٨	٤٩	٤٩ – ٤٨	٧٩	١٣٠ – ١٢٠
٢٠	٢٠ – ١٩	٥٠	٥٠ – ٤٩	٨٠	١٥٠ – ١٣٠
٢١	٢١ – ٢٠	٥١	٥١ – ٥٠	٨١	٢٠٠ – ١٥٠
٢٢	٢٢ – ٢١	٥٢	٥٢ – ٥١	٨٢	٢٥٠ – ٢٠٠
٢٣	٢٣ – ٢٢	٥٣	٥٣ – ٥٢	٨٣	٣٠٠ – ٢٥٠
٢٤	٢٤ – ٢٣	٥٤	٥٤ – ٥٣	٨٤	٣٥٠ – ٣٠٠
٢٥	٢٥ – ٢٤	٥٥	٥٥ – ٥٤	٨٥	٤٠٠ – ٣٥٠
٢٦	٢٦ – ٢٥	٥٦	٥٦ – ٥٥	٨٦	٤٥٠ – ٤٠٠

ت	منسوب	ت	منسوب	ت	منسوب
٢٧	٢٦ – ٢٧	٥٧	٥٦ – ٥٧	٨٧	٤٥٠ – ٥٠٠
٢٨	٢٧ – ٢٨	٥٨	٥٧ – ٥٨	٨٨	٥٠٠ – ٥٥٠
٢٩	٢٨ – ٢٩	٥٩	٥٨ – ٥٩	٨٩	٥٥٠ – ٥٨٦,٠١٩٢٨٧

المصدر: من عمل الباحثين.

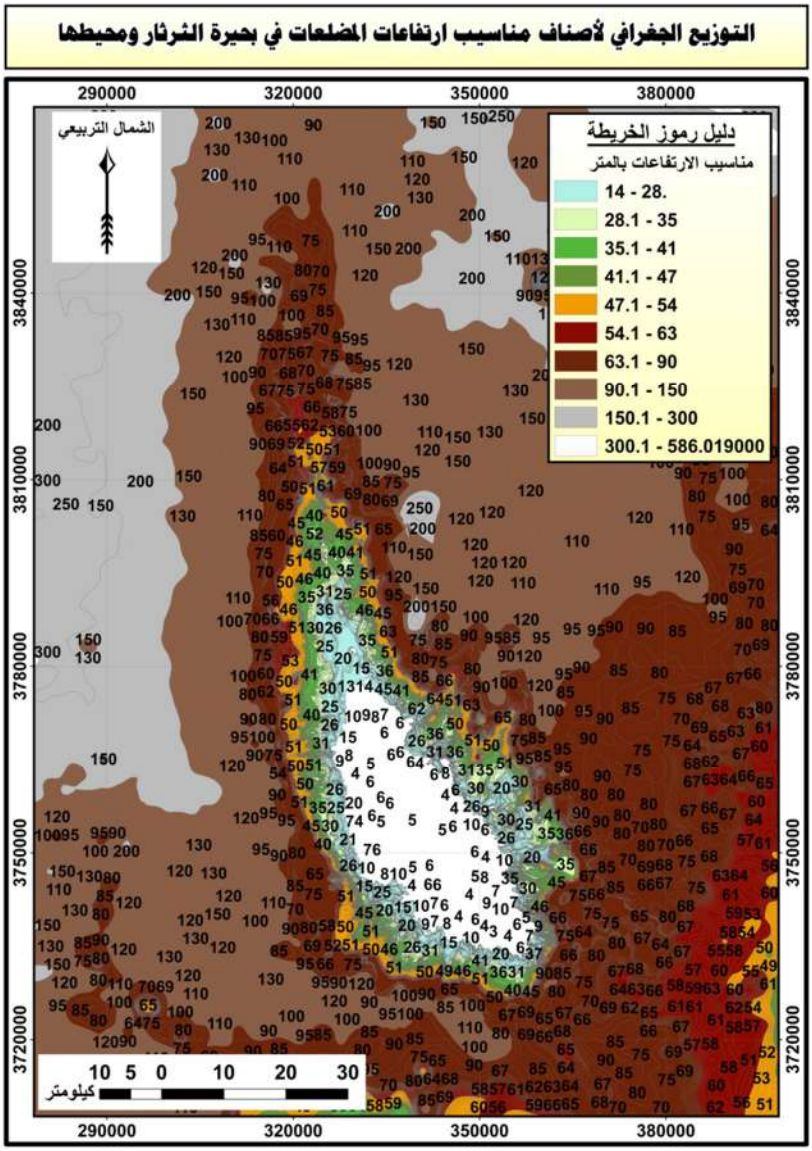
سادساً: تحويل أصناف التصنيف إلى مناسيب ارتفاعات في قاعدة البيانات الوصفية:

يمكن تحويل الأصناف إلى مناسيب ارتفاعات عن طريق فتح جدول قاعدة البيانات الوصفية، ومن ثم إضافة حقل باسم Height، يمكن تحديد كل صنف من مضلعات ومقارنه مع منسوب ارتفاعه في مرئية السطح المستمر الإحصائي، ومن ثم كتابه منسوب ارتفاعه في الحقل المعني، يتم تطبيق الخطوات نفسها على جميع مناسيب الارتفاعات للأصناف التسعون. وتنتج عن ذلك طبقة من نوع النظام الخطي تمثل مناسيب الارتفاعات بحيرة الثرثار ومحيطها، كما تبينه الخريطة (٩)، تباين مناسيب الارتفاعات في بحيرة الثرثار ومحيطها. وبذلك تكون تم إنجاز خريطة مناسيب الارتفاعات من نوع النظام الخطي.

سابعاً: قطع بحيرة الثرثار عند منسوب ٦٥ متراً فوق مستوى سطح البحر من طبقة المضلعات للبحيرة ومحيطها:

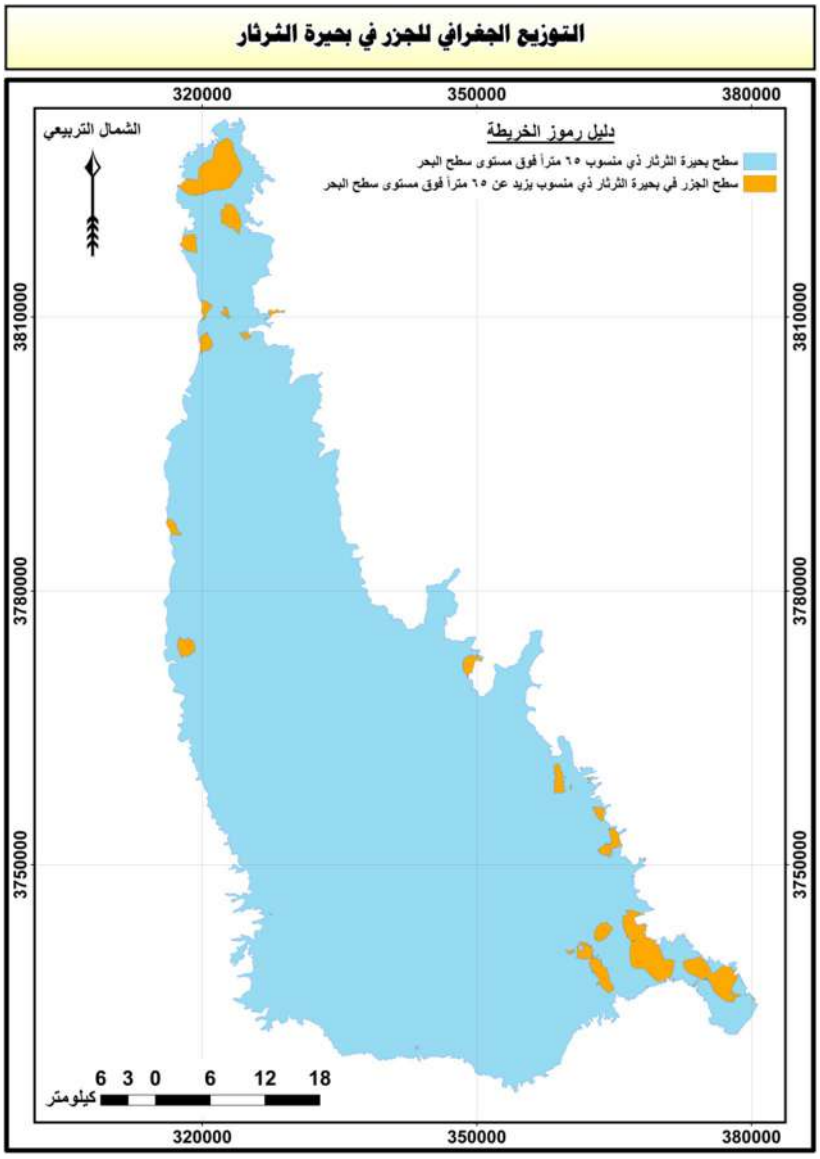
فقد تم رسم طبقة من نوع النظام الخطي تمثل حدود بحيرة الثرثار عن منسوب ٦٥ متراً من الخرائط الطبوغرافية، كما تبينه الخريطتان (١ و٣). ويمكن قطع مضلع مناسيب ارتفاعات حسب حدود بحيرة الثرثار باستخدام الأمر Clip، ليظهر مضلع بحدود بحيرة الثرثار. ويبلغ عدد المضلعات ضمن حدود بحيرة الثرثار ٥٦٥٨١ مضلع ذات مناسيب ارتفاعات مختلفة، إذ تتراوح مناسيب الارتفاعات من منسوب ٠ متراً حتى منسوب ٩٥ متراً فوق مستوى سطح البحر. لذلك قام الباحثون بدمج المضلعات ذات منسوب ارتفاع ٦٥ متراً فوق مستوى سطح البحر في مضلع واحد يمثل بحيرة الثرثار، وما يزيد منسوب ارتفاعه عن ٦٥ متراً تم دمجه في مضلع آخر؛ لأنه يمثل الجزر ضمن حدود بحيرة الثرثار، كما تبينه الخريطة (١٠).

الخريطة (٩)



المصدر: من عمل الباحثين بالاعتماد على الخرائط الطبوغرافية بوساطة برنامج ArcGIS 10.4.1.

الخريطة (١٠)



المصدر: من عمل الباحثين بالاعتماد على الخرائط الطبوغرافية بوساطة برنامج ArcGIS 10.4.1.

يتبين من الخريطة (١٠)، طبيعة السطح ضمن حدود بحيرة الثرثار ذي منسوب ارتفاع ٦٥ متراً فوق مستوى سطح البحر التي تبلغ مساحتها ٢٥٨٥،٤٨ كيلومتراً مربعاً، والتوزيع الجغرافي للجزر ضمن حدود البحيرة التي تبلغ مساحتها ٩٤،٠٥ كيلومتراً مربعاً، أما مجمل مساحة بحيرة الثرثار ذي منسوب ارتفاع ٦٥ متراً فوق مستوى سطح البحر تبلغ ٢٦٧٩،٥٣ كيلومتراً مربعاً. وينتج عن عملية تحويل مرئية إعادة التصنيف عند قطعها على أساس حدود

بحيرة الثرثار عند منسوب ٦٥ متراً فوق مستوى سطح البحر ظهور خلايا ذات مناسيب ارتفاعات تزيد عن ٦٥ متراً فوق مستوى سطح البحر.

ثامناً: قطع الجزر من بحيرة الثرثار عند منسوب ٦٥ متراً فوق مستوى سطح البحر:

فلا يمكن استخدام طبقة بحيرة الثرثار بحدود منسوب ارتفاعها ٦٥ متراً فوق مستوى سطح البحر بما فيها من جزر يتراوح منسوب ارتفاعها بين ٠،٦٩٠٠٣٧ متراً حتى تنتهي بمنسوب ارتفاع ٩١،٢٠٥٧ متراً فوق مستوى سطح البحر؛ لذلك لابد من قطع الجزر من مساحة مضلع بحيرة الثرثار الكلية. لينتج عنها طبقة تمثل مضلع مياه بحيرة الثرثار فقط من دون يابس الجزر؛ التي تؤثر سلباً على كمية المياه المخزونة في بحيرة الثرثار، ويفضل عمل نسخة ثانية من طبقة الجزر في بحيرة الثرثار، كما تبينه الخريطة (١٠)، مع تغيير اسمها إلى طبقة مياه بحيرة الثرثار.

تاسعاً: تحويل طبقة مياه بحيرة الثرثار عند منسوب ٦٥ متراً إلى مرئية من نوع نظام الخلايا الشبكية:

لكي يتم حساب كمية المياه المخزونة في بحيرة الثرثار؛ لابد من تحويل طبقة مياه بحيرة الثرثار من دون الجزر من طبقة من نوع النظام الخطي Vector System إلى مرئية من نوع نظام الخلايا الشبكية Raster System بتطبيق الأمر To Raster، مع الأخذ في الحسبان أن يكون منسوب ارتفاع هذه المرئية صفراً؛ حتى تكون سطح مقارنة مع سطح مناسيب الارتفاعات السابق ذات منسوب ٦٥ متراً فوق مستوى سطح البحر. ويمكن جعل منسوب طبقة مياه بحيرة الثرثار صفراً بإضافة حقل أياً يكون اسمه ذو قيمة صفر، لتنتج عن ذلك مرئية لمياه بحيرة الثرثار من دون الجزر ذات منسوب ارتفاع صفراً، كما تبينه الخريطة (١١).

يتبين من الخريطة (١١)، سطح مقارنة مرئية مياه بحيرة الثرثار ذي منسوب ارتفاع ٠ متراً فوق مستوى سطح البحر التي سيتم الاعتماد عليها فضلاً عن مرئية مناسيب الارتفاعات في حساب كميات المياه في بحيرة الثرثار.

عاشراً: قطع مرئية مناسيب ارتفاعات مياه بحيرة الثرثار من مرئية مناسيب ارتفاعات السطح المستمر:

يمكن الحصول على مرئية تمثل مناسيب ارتفاعات مياه بحيرة الثرثار، وهذه المرئية سطح المقارنة الثاني – مرئية المقارنة الأولى مرئية مياه بحيرة الثرثار ذات منسوب صفر متراً – التي على أساسها يتم حساب كمية المياه في بحيرة الثرثار، وهذا ما يهدف إليه البحث. إذ يمكن الحصول على مرئية مناسيب ارتفاعات مياه بحيرة الثرثار عن طريق قطعها من مرئية مناسيب ارتفاعات السطح المستمر. ويتم ذلك بطرح مرئية مناسيب ارتفاعات السطح المستمر من مرئية مناسيب ارتفاعات مياه بحيرة الثرثار، بتطبيق الأمر Raster Calculator، كما تبينه الخريطة (١٢).

يتبين من الخريطة (١٢)، بأن مرئية مناسيب ارتفاعات مياه بحيرة الثرثار ذات السطح المستمر تتراوح ارتفاعاتها بين – ٠,٦٩٠٠٣٧ حتى ٦٥ متراً فوق مستوى سطح البحر. لما كان أدنى منسوب يمثل صفراً في الخرائط الطبوغرافية بينما في مرئية مناسيب ارتفاعات مياه بحيرة الثرثار ذات السطح المستمر تقرأ أقل منسوب ارتفاع – ٠,٦٩٠٠٣٧؛ لأن السطح الطبيعي لا يتكون من سطح أفقي وإنما يكون أما محدباً أو مقعراً، طالما أن سطح البحيرة يمثل شكل حوض لذلك يكون السطح مقعراً.

المبحث الثاني

موديل حساب كمية المياه في بحيرة الثرثار

يستخدم مصطلح النموذج Model في مختلف فروع المعرفة باستخدامات مختلفة أيضاً، أما النموذج في نظم المعلومات الجغرافية يعني: قيام محلل نظم المعلومات الجغرافية بالبرمجة المرئية Visual Programming بتطبيق مجموعة من الوظائف التحليلية المتسلسلة ومرتبطة مع بعضها البعض على بيانات أو معلومات، وتخصيصها Customize، وتشغيلها Run، من أجل الحصول على نتائج محددة. ويمكن تلخيص خطوات إنشاء نموذج خاص مدار بالبيانات المعرفة مسبقاً على النحو الآتي:

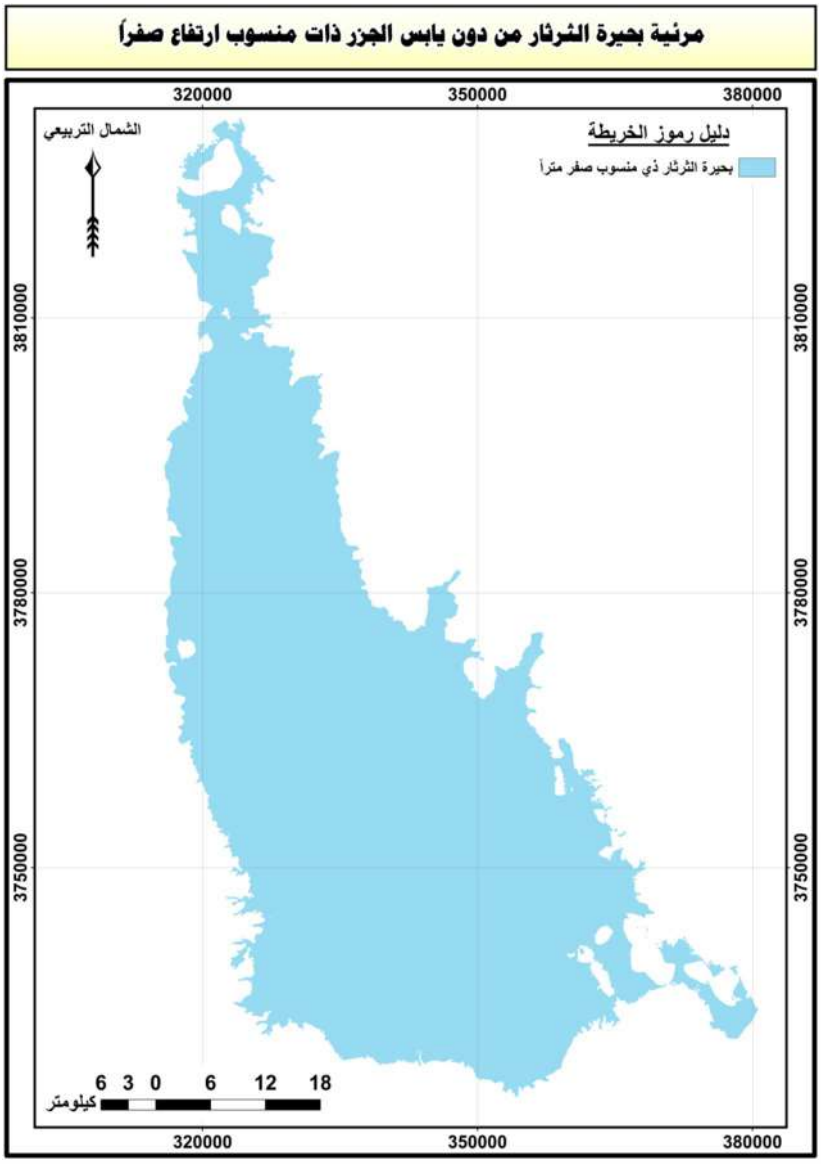
أولاً: إنشاء نموذج جديد:

يمكن إنشاء نموذج جديد من خلال الضغط على أيقونة النموذج Model Builder الموجودة في شريط الأدوات Standard، ليتم فتح نافذة نموذج Model.

ثانياً: إضافة البيانات والأدوات إلى النموذج:

يمكن إضافة البيانات والمعلومات إلى النموذج من خلال سحب Drag مرئية مناسيب الارتفاعات مياه بحيرة الثرثار من جدول المحتويات Table of Contents وافلاتها أو رميها Drop في النموذج التي تأخذ في النموذج شكل بيضوي وذات لون أزرق، وتمثل بيانات الإدخال Input Data في النموذج التي سيتم تنفيذ التحليل عليها. ومن ثم سحب الأمر Surface Volume وافلاتها في النموذج لتكون الأداة على شكل مستطيل ذات لون أبيض تحمل اسم الأمر نفسه، وهي تمثل أيقونة لتنفيذ تحليل حجم سطح مياه بحيرة الثرثار على المدخلات، وتتصل أداة حجم السطح عن طريق سهم بشكل بيضوي أبيض اللون يمثل النتائج، وتكون النتائج على شكل جدول يحمل اسم Output Text File، ويمثل هذا الجدول مخرجات تطبيق تحليل حجم سطح مياه بحيرة الثرثار على المدخلات.

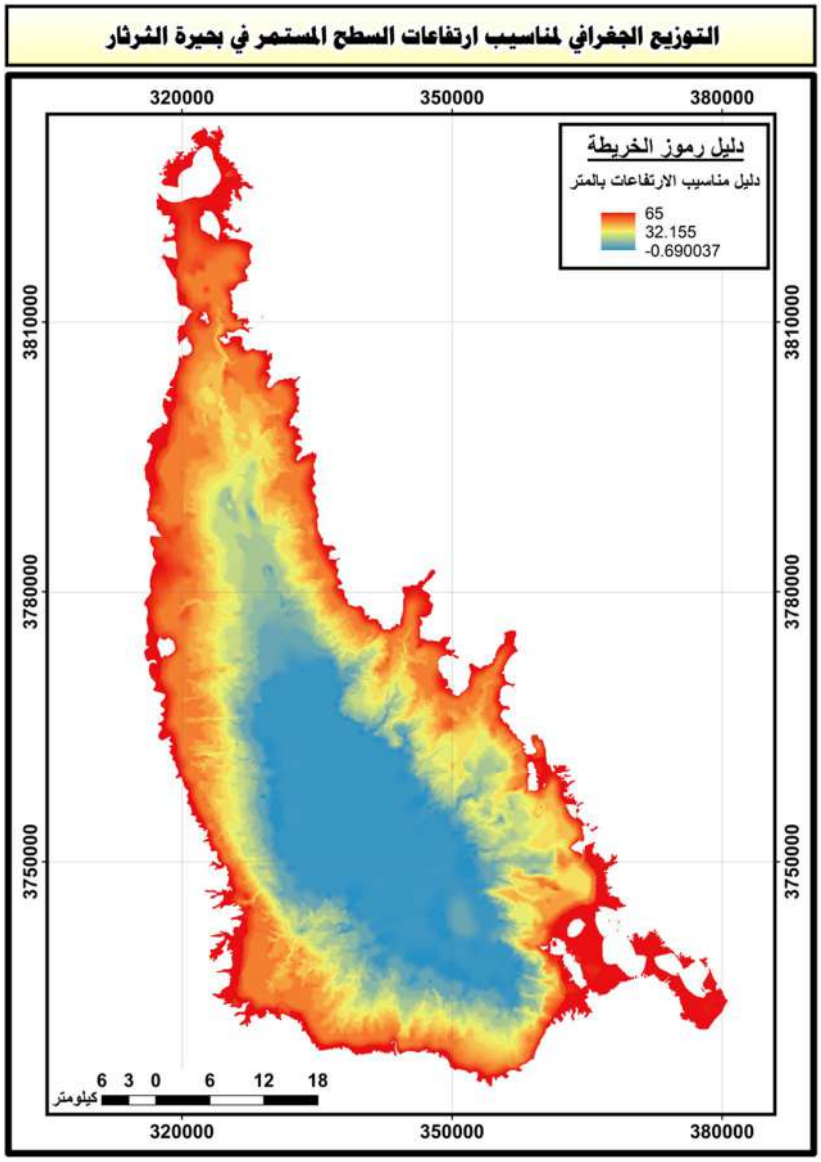
الخريطة (١١)



المصدر: من عمل الباحثين بالاعتماد على الخرائط الطبوغرافية

بوساطة برنامج ArcGIS 10.4.1.

الخريطة (١٢)



المصدر: من عمل الباحثين بالاعتماد على الخرائط الطبوغرافية بوساطة برنامج ArcGIS 10.4.1.

ثالثاً: ربط وتخصيص النموذج:

يمكن الربط بين المدخلات والأداة من خلال الضغط على أيقونة الاتصال Connect؛ يتغير معها شكل المؤشر الفأرة إلى شكل العطا السحرية، يتم الضغط على المدخلات المتمثلة في مرئية مناسيب ارتفاعات مياه بحيرة الثرثار ذات السطح المستمر وافلاتها داخل مستطيل أداة

حجم السطح عندئذ تظهر القائمة منسدلة، ومنها يتم اختيار الأمر إدخال السطح Input Surface، بذلك يتحول لون الأداة من اللون الأبيض إلى اللون الأصفر؛ ويعني ذلك تم تعريف أو تخصيص الأداة وربطها بالمدخلات. بذلك تم تعريف أو تخصيص المخرجات وتغير لونها إلى اللون الأخضر وكذلك تغير اسمها إلى الاسم الذي تم تحديده.

طالما يهدف البحث إلى حساب كمية مياه بحيرة الثرثار، ومن ثم الأختبار الاحصائي لتلك الكميات وتحديد مقدار دقتها في حساب كمية المياه؛ لذلك سيتم حساب كميات المياه في بحيرة الثرثار لكل منسوب ارتفاع ١ متراً على حدة. وذلك يتطلب إضافة مَعلمة Parameter، وهي تمثل بيانات ثانوية تستخدم في تخصيص تنفيذ التحليل، وهذه المعلمة تمثل مناسيب ارتفاعات مياه بحيرة الثرثار، كما في الجدول (٤)، بذلك تم تعريف أو تخصيص المَعلمة وتغير لونها إلى اللون الأزرق الفاتح. ويمكن إظهار المخرجات تحليل النموذج من خلال الضغط على شكل المخرجات بزر الفأرة الأيمن ومن القائمة المنسدلة يتم اختيار الأمر أضف للعرض Add To Display، وبذلك يتم إضافة جدول كميات حجم المياه في بحيرة الثرثار في قائمة المحتويات.

رابعاً: حفظ النموذج:

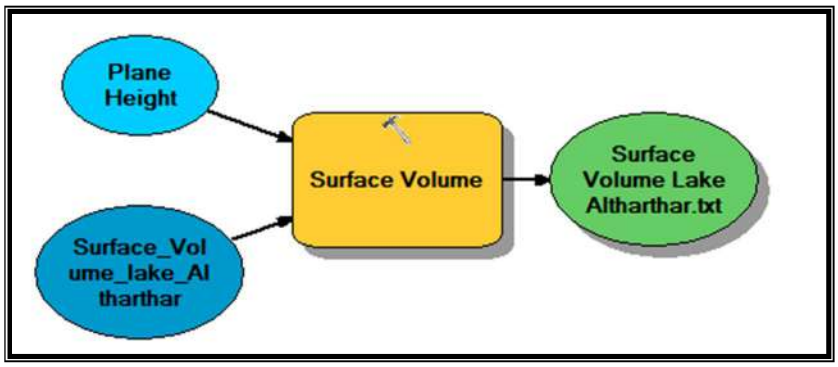
يمكن الآن حفظ النموذج ويتم ذلك من قائمة نموذج Model، ومن ثم اختيار الأمر حفظ باسم Save As، بذلك يكون قد تم حفظ النموذج.

خامساً: تشغيل النموذج:

يتم في هذه المرحلة تطبيق تحليل النموذج من خلال الضغط على أيقونة التنفيذ Run، وبذلك يتم تطبيق التحليل، كما يظهر ظل أسفل الأداة والمخرجات في النموذج إشارة إلى نجاح تطبيق النموذج، كما في الصورة (١)، ويظهر جدول المخرجات في قائمة المحتويات، ومن الضغط على الجدول من ثم الضغط بزر الفأرة الأيمن ومن القائمة المنسدلة اختيار أمر الفتح Open، بعد فتح الجدول الذي يحتوي على سجل واحد تكون قيم المساحة السطحية في الحقل ذو الاسم Area 2D عند منسوب ارتفاع – ٠,٦٩٠٠٣٧ صفر متراً، وكذلك المساحة الحجمية عند المنسوب أعلاه في الحقل ذو الاسم Area 3D أيضاً صفر متراً، وكمية مياه عند المنسوب أعلاه في الحقل ذو الاسم Volume أيضاً صفر متراً، كما يبينه الجدول (٥)، ومع تغيير كل منسوب

ارتفاع في المعلمة، ومن ثم الضغط على أيقونة التنفيذ Run، يتم إضافة سجل جديد تمثل قيمه منسوب الارتفاع المحدد حتى تنتهي بمنسوب ارتفاع ٦٥ متراً الذي يمثل بحيرة الثرثار.

الصورة (١): نموذج تحليل كميات المياه في بحيرة الثرثار.



المصدر: من عمل الباحثين.

يتبين من الجدول (٥)، المساحة السطحية لكل منسوب من مناسيب ارتفاعات البحيرة ذات ١ متراً بعد تحويلها من المتر إلى الكيلومتر المربع بقسمتها على ١،٠٠٠،٠٠٠، وكذلك كمية مياه بحيرة الثرثار لكل منسوب من مناسيب الجدول بعد تحويلها إلى مليار المتر المكعب بقسمتها على ١،٠٠٠،٠٠٠،٠٠٠.

الجدول (٥): مناسيب ارتفاعات مياه بحيرة الثرثار ومساحاتها السطحية وكمية المياه فيها.

منسوب	المساحة السطحية بالكلومتر المربع	حجم المياه مليار متر مكعب	منسوب	المساحة السطحية بالكلومتر المربع	حجم المياه مليار متر مكعب
٠,٦٩٠٠٣٧ –	0.00	0.00	٣٣	1259.58	24.29
٠	0.01	0.000004	٣٤	1279.59	25.56
١	0.05	0.00003	٣٥	1338.90	26.86
٢	0.91	0.0004	٣٦	1387.50	28.23
٣	5.06	0.003	٣٧	1409.60	29.63
٤	32.80	0.02	٣٨	1428.57	31.04
٥	397.91	0.09	٣٩	1450.23	32.48
٦	527.23	0.59	٤٠	1503.19	33.95
٧	549.53	1.13	٤١	1553.89	35.48
٨	570.24	1.69	٤٢	1578.09	37.05

منسوب	المساحة السطحية بالكلومتر المربع	حجم المياه مليار متر مكعب	منسوب	المساحة السطحية بالكلومتر المربع	حجم المياه مليار متر مكعب
٩	590.34	2.27	٤٣	1598.27	38.64
١٠	663.31	2.87	٤٤	1620.89	40.25
١١	680.77	3.54	٤٥	1676.12	41.89
١٢	692.66	4.23	٤٦	1726.84	43.59
١٣	704.33	4.93	٤٧	1751.39	45.33
١٤	717.92	5.64	٤٨	1772.32	47.10
١٥	757.46	6.37	٤٩	1794.27	48.88
١٦	779.04	7.14	٥٠	1905.65	50.69
١٧	792.34	7.92	٥١	2014.86	52.67
١٨	805.35	8.72	٥٢	2050.79	54.70
١٩	821.20	9.54	٥٣	2076.88	56.77
٢٠	879.12	10.37	٥٤	2100.08	58.86
٢١	913.12	11.27	٥٥	2122.91	60.97
٢٢	932.87	12.19	٥٦	2146.39	63.10
٢٣	951.09	13.13	٥٧	2169.24	65.26
٢٤	971.74	14.09	٥٨	2192.73	67.44
٢٥	1026.95	15.08	٥٩	2215.83	69.65
٢٦	1075.09	16.14	٦٠	2237.96	71.87
٢٧	1096.56	17.23	٦١	2260.06	74.12
٢٨	1114.23	18.33	٦٢	2281.49	76.39
٢٩	1132.96	19.46	٦٣	2304.58	78.69
٣٠	1178.93	20.60	٦٤	2333.20	81.00
٣١	1221.22	21.81	٦٥	2572.91	83.36
٣٢	1242.04	23.04			

المصدر: من عمل الباحثين.

المبحث الثالث

تحليل النتائج

يمكن تحليل النتائج واختبار دقة الخطوات السابقة على النحو الآتي:

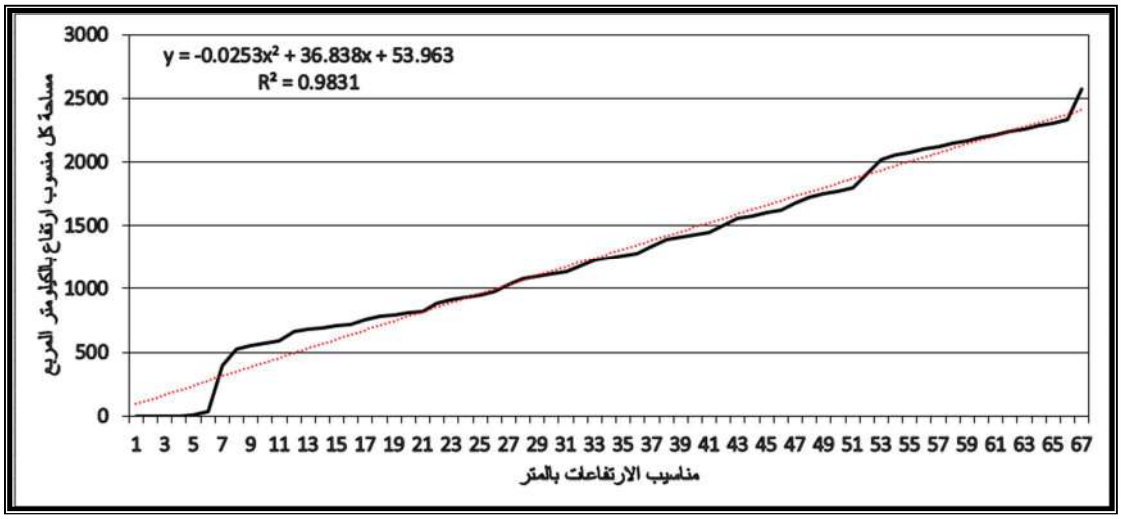
أولاً: التحليل الإحصائي:

تهتم الجغرافية بدراسة العلاقات التي تربط بين الظواهر المختلفة على سطح الأرض بقوانين، بما يجعلها تسهم في دعم أصحاب القرار في اتخاذ القرارات الصائبة لحل مشاكل من الواقع الجغرافي أو التخطيط لاستثمار موارده وفق منظور التنمية المستديمة. وهذا ما يؤكده وليم واتنز بقوله: "إن مهمة الجغرافي الأولى، مهما كان نوع الدراسة التي يقوم بها، تنحصر في قدرته على استخدامه الكفء لرياضيات العلاقات المكانية، بغرض التوصل إلى معرفة العلاقات المكانية[١]. إذ لابد من قياس درجة الارتباط بين الظواهر المختلفة، والتعبير عنه بشكل رقمي يسهل فهمه والمقارنة بين علاقات الارتباط التي تربط بين الظواهر المدروسة. ويمكن دراسة التحليل الإحصائي على النحو الآتي:

١- التحليل الإحصائي لمساحة كل منسوب من مناسيب ارتفاعات مياه بحيرة الثرثار:

فقد تم عمل شكل بياني يمثل مساحة كل منسوب من مناسيب ارتفاعات بحيرة الثرثار بالاعتماد على جدول (٥) بعد تصديرها على شكل جدول، ومن ثم تم فتح الجدول في برنامج الإكسيل Microsoft Office Excel 2016، كما يبينه الشكل (١).

الشكل (١): مساحة كل منسوب من مناسيب ارتفاعات بحيرة الثرثار بالكيلومتر المربع.



المصدر: من عمل الباحثين.

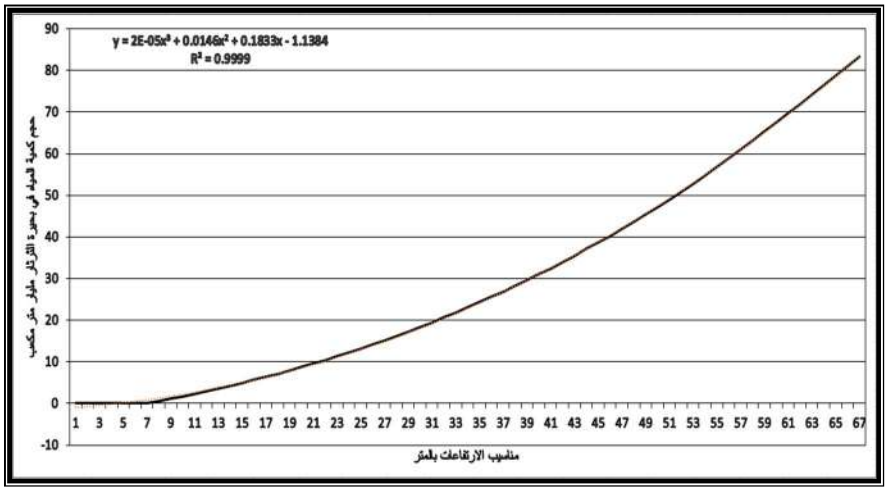
يتبين من الشكل (١)، بأن قيم مناسيب ارتفاعات مياه بحيرة الثرثار تبدأ من القيمة ١ متراً بينما في الجدول (٥)، تبدأ من منسوب ارتفاع -٠,٦٩٠٠٣٧، ومن ثم منسوب ارتفاع صفر متراً ثم يليهما منسوب ارتفاع ١ متراً؛ لذلك ينتهي الشكل (١) بمنسوب ارتفاع مياه بحيرة الثرثار ٦٧ متراً بينما ينتهي الجدول بمنسوب ارتفاع مياه بحيرة الثرثار بمنسوب ارتفاع ٦٥ متراً، كما يتبين من الشكل (١)، فقد تم رسم خط اتجاه من الدرجة الثانية لقيم مساحات مناسيب مياه بحيرة الثرثار مع إدراج معادلة انحدار التي من خلالها يمكن حساب مساحة أي مساحة أخرى غير معلومة، كما يبينه جدول (٥)، إذ تبين معادلة الانحدار بأن قيم مساحات مناسيب مياه بحيرة الثرثار تمثل الواقع الحقيقي بدقة ٩٨،٣ % كما تبينه قيمة R^2؛ يعود مقدار الخطأ البالغ ١،٧ % إلى دقة الإرجاع الجغرافي لموزائيك الخرائط الطبوغرافية فضلاً عن مقياس رسمها ١ / ١٠٠٠٠٠، ومقدار الفاصل الرأسي البالغ داخل بحيرة الثرثار ٥ متراً، وممكن أن تزيد الدقة مع زيادة دقة الإرجاع الجغرافي لموزائيك الخرائط المعتمدة، واستخدام مقياس رسمها كبير، واستخدام فاصل رأسي أقل من ٥ متر.

٢- التحليل الإحصائي لحجم مياه كل منسوب من مناسيب ارتفاعات مياه بحيرة الثرثار:

فقد تم عمل شكل بياني يمثل حجم مياه كل منسوب من مناسيب ارتفاعات مياه بحيرة الثرثار بالاعتماد على جدول (٥) بعد تصديرها على شكل جدول، ومن ثم تم فتح الجدول في برنامج الإكسيل Microsoft Office Excel 2016، كما يبينه الشكل (١).

يتبين من الشكل (١)، بأن قيم حجم مياه كل منسوب من مناسيب ارتفاعات مياه بحيرة الثرثار تظهر بالترتيب نفسه الذي تظهر به في الشكل (١) كما تم بيانها سابقاً في التحليل الإحصائي لمساحة كل منسوب من مناسيب ارتفاعات مياه بحيرة الثرثار. فقد تم رسم خط اتجاه من الدرجة الثالثة لقيم حجم مياه كل منسوب من مناسيب ارتفاعات مياه بحيرة الثرثار مع إدراج معادلة انحدار التي من خلالها يمكن حساب حجم مياه أي منسوب غير معلوم، كما يبينه جدول (٥)، إذ تبين معادلة الانحدار بأن قيم حجم مياه كل منسوب من مناسيب ارتفاعات مياه بحيرة الثرثار تمثل الواقع الحقيقي بدقة ٩٩،٩٩ % كما تبينه قيمة R^2؛ يعود مقدار الخطأ البالغ ٠،٠١ % إلى الأسباب التي تم ذكرها في التحليل الإحصائي لمساحة كل منسوب من مناسيب ارتفاعات مياه بحيرة الثرثار أعلاه.

الشكل (٢): حجم مياه كل منسوب من مناسيب ارتفاعات بحيرة الثرثار بمليار متر مكعب.

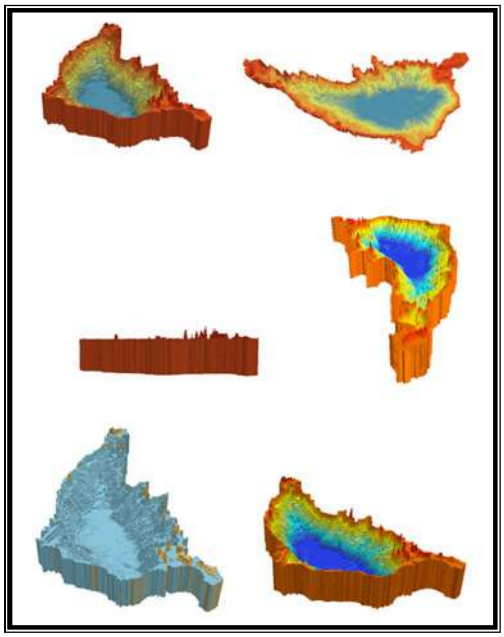


المصدر: من عمل الباحثين.

ثانياً: تحليل التجسيد المكاني GeoVisualization الثلاثي الأبعاد:

يمكن تحليل التجسيد المكاني الثلاثي الأبعاد عن طريق إعداد مجسمات لبحيرة الثرثار فضلاً عن إمكانية عمل قطاعات طولية وعرضية لها. فقد تم عمل مجموعة من مجسمات بحيرة الثرثار بوساطة برنامج Arc Scene 10.4.1 بزوايا واتجاهات مختلفة، كما يبينه الشكل (٣).

الشكل (٣): مجسم بحيرة الثرثار بزوايا والاتجاهات مختلفة.



المصدر: من عمل الباحثين.

يتبين من الشكل (٣)، طبوغرافية بحيرة الثرثار بمناسيب ارتفاعاتها المختلفة، كما تظهر فيها الجزر التي تزيد ارتفاعا عن منسوب ارتفاع ٦٥ متراً فوق مستوى سطح البحر.

الاستنتاجات

توصل البحث من خلال دراسته لموضوع نمذجة طبوغرافية بحيرة الثرثار من الخرائط الطبوغرافية في نظم المعلومات الجغرافية إلى جملة من الاستنتاجات، هي:

١- بَين البحث بأن نموذج الارتفاع الرقمي ولاسيما منها ذات الدقة التمييزية ٣٠ متراً × ٣٠ متراً فأقل، هو البديل الأفضل عن الخرائط الطبوغرافية ذات مقياس ١ / ١٠٠٠٠٠ فأصغر في دراسة تحليل السطوح، ولكن نموذج الارتفاع الرقمي ليس كذلك عند دراسة طبوغرافية بحيرة ما؛ لأن جميع تحليل السطوح تظهر البحيرات على كونها سطح مستوي.

٢- ثبوت صحة الفرضية التي طرحها البحث، إمكانية تمثيل مناسيب ارتفاعات أعماق بحيرة ما بالاعتماد على الخرائط الطبوغرافية؛ نتيجة دقة النتائج التي توصل إليها التحليل الإحصائي كما تبينه قيمة R^2 ٩٨،٣ % من مساحات بحيرة الثرثار، وقيمة ٩٩،٩٩ % من حجم مياه بحيرة الثرثار على التوالي.

٣- تبين من البحث بأن برامج نظم المعلومات الجغرافية ولاسيما برنامج Arc GIS الوسيلة المثلى لمعالجة وتحليل نموذج الارتفاع الرقمي من حيث: المرونة في العمل بتغيير نظام إحداثيات نموذج الارتفاع الرقمي من نظم الإحداثيات العالمية إلى نظم الإحداثيات الوطنية، والسرعة في إنجاز تحليل السطوح، والدقة في النتائج المستخرجة من هذه التحاليل ودرجة الثقة العلمية العالية مقارنة مع الوسائل التقليدية، وتنوع وتعدد مخرجات نظم المعلومات الجغرافية سواء كانت: خرائط، أشكال بيانية، تقارير، ومجسمات.

٤- كما تبين من البحث التكامل بين برامج نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد في دراسة طبوغرافية سطح ما، وإعداد قاعدة بيانات جغرافية، يمكن الاستفادة منها في تقديم الدعم لأصحاب القرار لاتخاذ القرارات الصائبة لحل المشاكل الجغرافية المبنية على أسس علمية ذات دقة وموثوقية عالية في النتائج كالتي تتيحها نظم المعلومات الجغرافية ببناء موديلات مختلفة وبمعايير مختلفة من ثم اختيار الحل الأمثل منها.

٥- يفتح هذا البحث أفاق جديدة أما الباحثين في دراسة هذا الموضوع بشكل معمق وعلى بحيرات أخرى، فعلى الباحثين الأخذ في الحسبان عند القيام بمثل هذه الدراسات من أجل الوصول إلى نتائج مرضية مراعاة؛ دقة الإرجاع الجغرافي لموزائيك الخرائط الطبوغرافية المعتمدة فضلاً عن مقياس رسمها، ومقدار الفاصل الرأسي لها.

٦- يقلل هذا النموذج مع تقنيات الجيوماتيكس من التكلفة التي تتمثل بالجهد والوقت والمال مقارنة باستخدام الطرائق التقليدية، فضلاً عن إمكانية تحويل البيانات إلى معلومات بمخرجات متنوعة.

التوصيات:

في ضوء النتائج التي تُوصل إليها من خلال معطيات البحث نضع التوصيات التي نعتقد إن من شانها أن تسهم في زيادة الوعي بتقنيات الجيوماتيكس، وهي كما يأتي:

١- يوصي البحث بتأسيس مركز خاص بتقنيات الجيوماتيكس في جامعة الأنبار تكون من مهامه الرئيسية: إنتاج وتحديث الخرائط وتدريب أساتذة الجامعة والدوائر ذات العلاقة في المحافظة على هذه التقنيات وعقد المؤتمرات العلمية بهذه التقنيات.

٢- يوصي البحث إلى إمكانية دراسة بحيرة ما في أزمنة مختلفة، كما يمكن توجيه الباحثين إلى دراسة بحيرة الثرثار في أزمنة مختلفة؛ من أجل تحديد كمية الرواسب والتغير الحاصل في طبوغرافية البحيرة. كما يمكن دراسة البحيرة تفصيلاً في مناسيب ارتفاع مياه البحيرة وقت الفيضان ووقت الشحة الصيهود.

٣- يوصي البحث في استخدام تقنيات نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد في الدراسات الطبيعية، ولاسيما ما يتعلق بدراسة الخصائص المورفومترية والهيدرولولجية؛ لما لها من مزايا في دراسة مناطق يصعب دراستها حقلياً، فضلاً عن تقليل في: الجهد، والوقت والتكلفة.

٤- يوصي البحث بضرورة إعداد قواعد البيانات الجغرافية لبحيرات القطر كافة، وإعداد موديلات خاصة للمخاطر التي قد تنجم من ارتفاع أو انخفاض مناسيب مياه هذه البحيرات وتأثيرها على الخصائص الكيميائية والفزيائية للمياه والكائنات الحية فيها، فضلاً عن موديلات مخاطر انهيار السدود وموجات الفيضانات، ومن ثم تقدير حجم الخسائر والمساحات المهددة من هذا الخطر في وقت قصير، وتكلفة مادية قليلة.

٥- يوصي البحث بإجراء مسوحات هيدروغرافية لبحيرات وأنهار القطر كافة؛ من أجل تقدير حجم الأطماء السنوي، أو حجم الأطماء بأوقات مختلفة.

٦- إمكانية إجراء دراسات مماثلة على الأنهار مقارنتها مع مناسيب الأراضي المجاورة التي تعاني من مشكلة الرشح (النزيز) في وسط وجنوب العراق، وما ينجم عنها من مشاكل أخرى.

هوامش البحث ومصادره:

(١) صفوح خير، الجغرافية موضوعاتها ومناهجها وأهدافها، ط ١، دمشق ، دار الفكر، ٢٠٠٠، ص ٢٩٢.