دراسة هيدرومورفولوجية بحيرة سد الموصل التنظيمية شمال مدينة الموصل، العراق

اسعد احمد مقداد آل حسين
قسم الجغرافية /كلية التربية
جامعة الحمدانية

عادل علي بلال الحمداني
مركز بحوث السدود والموارد المائية
جامعة الموصل

(تاريخ الاستلام 2014/3/5 ، تاريخ القبول 2014/4/9)

الملخص

يتضمن البحث دراسة هيدرومورفولوجية البحيرة التنظيمية التي تقع على بعد (50km) شمالي مدينة الموصل. تمت عملية المسح في شهر تشرين الثاني من عام (2012) بأستخدام جهاز مسبار قياس الاعماق (EchoSounder) من خلال تقسيم البحيرة إلى (30) مقطعاً تبدأ من أسفل السد الرئيس وتنتهي بالسد التنظيمي. وتم تسجيل البيانات وتمثيلها بأستخدام تقنية نظم المعلومات الجغرافية (Arc GIs v10.4) وبرنامج (Excel).

تبين من خلال المسح ان اقل عمق في البحيرة وجد في الضفة اليسرى للمقطع العرضي (5) وبلغ (7.56m) واعمق نقطة وجدت في الضفة اليسرى للمقطع العرضي (9) وبلغت (18.22m) على خط الثالوك. وجد ان انحدار البحيرة هو (1m/Km)، والشكل العام لأغلب المقاطع العرضية مشابه إلى الحرف (U).

ان تباين الاعماق في المقطع الواحد غالباً ما يكون نتيجة التغيير في مواقع النحر والترسيب، إذ حدث ترسيب على الجهات المحدبة من الضفاف ونحر على الجهات المقعرة. وتختلف عمليتا النحر والترسيب بأختلاف سرعة المياه والانحدار والمكونات الصخرية للضفاف على طول البحيرة التنظيمية.

الكلمات الدالة: الهيدرولوجي، البحيرة التنظيمية، المورفولوجي، مسبار قياس الاعماق، مسح نهري.

Hydromorphological Study of Regulating Lake of Mosul DamNorth Mosul City, Iraq

Asaad A.M. Al-Hussein
Dept. of Geography / College of Education
Al-Hamdaniya University

Adil A.B. Al-Hamadani
Research Center For Dams And Water Resources
Mosul University

ABSTRACT

The work deals with the study of hydromorphology of the regulating lake which located at (50Km) north of Mosul city. The survey started in November, 2012 using the EchoSounder, and carried out by dividing the lake into (30) sections starting from the lower surface of the main dam and ending at the regulating dam. Data are recorded and represented using GIS technology (Arc GIs v10.4) and Microsoft program (Excel).

The survey shows that the shallowest depth in the lake is found at left bank of section (5) which reached (7.65 m) and the deepest point is Found in the left bank of

the section (9) which reached (18.22m) directly on the Thalwage line. The hydraulic gradient of the lake is (1m/Km), and the overall shape of the sections is (U) shape.

The variation in depth in each section is mostly due to difference in the sedimentation and erosion. There was deposition on the convex sides and erosion in the concave sides of the banks, the erosion and sedimentation processes vary with the variation of water velocity, slope and rock components of the river along the regulating lake.

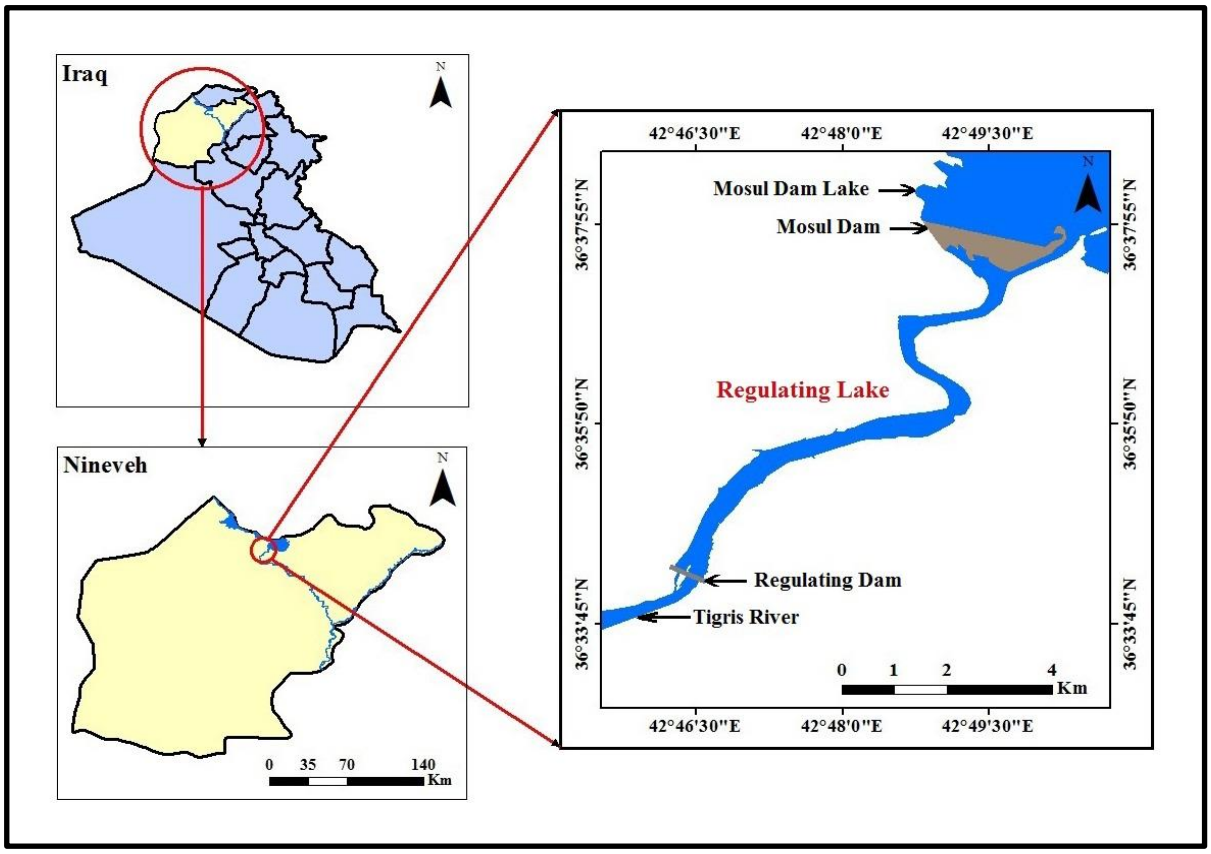
Keywords: Hydrology, Regulating Lake, Morphology, EchoSounder, River survey.

المقدمة

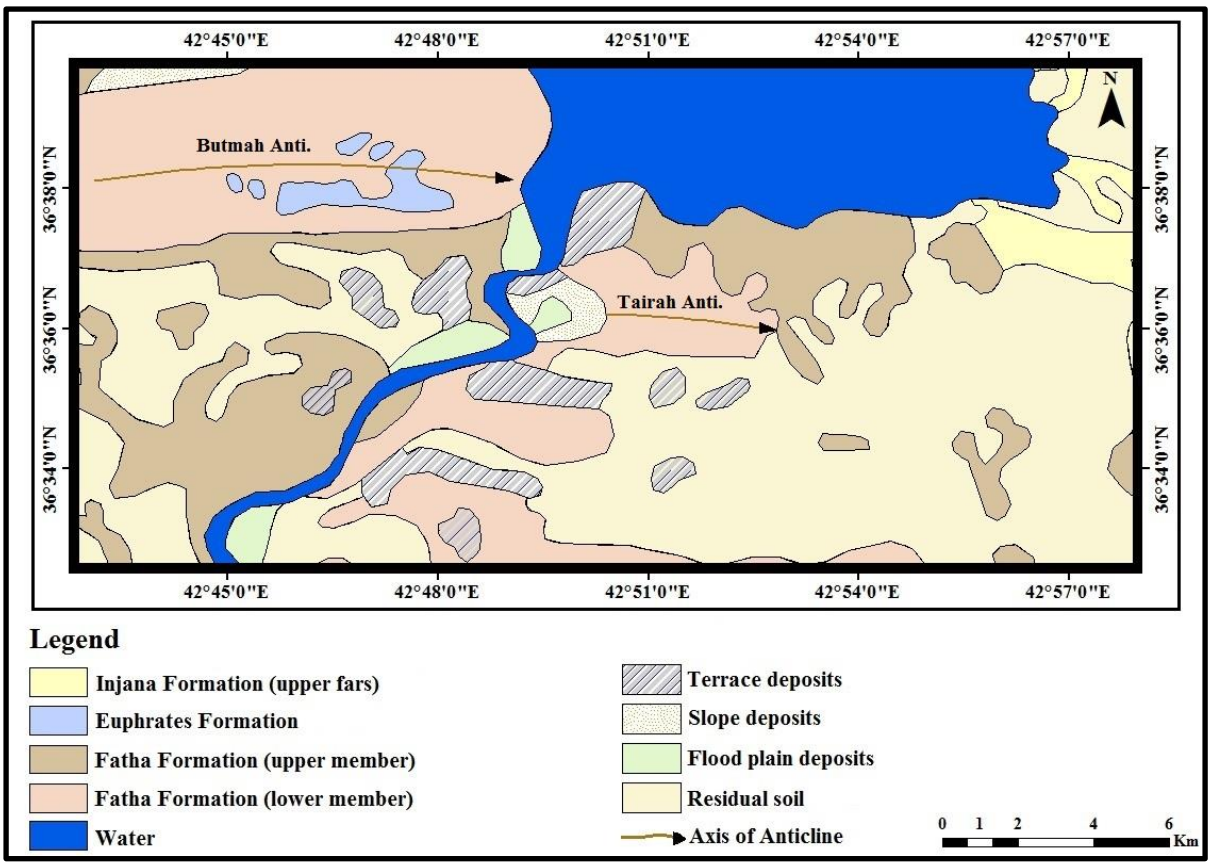
تقع البحيرة التنظيمية لسد الموصل على بعد (50km) شمال مدينة الموصل بين خطي طول (42°46′27″ - 42°49′40″) شرقاً ودائرتي عرض (36°34′15″- 36°37′40″) شمالاً (شكل 1). تتمتع البحيرة التنظيمية بأهمية خاصة وذلك لإنها تنظم التصاريف المطلقة إلى نهر دجلة وكذلك توفر المناسيب الملائمة لتوليد الطاقة الكهربائية من السد التنظيمي.

كانت البحيرة التنظيمية خلال فترة المسح (20-2012/11/22) تشابه مقطعا من نهر دجلة وذلك لان التصاريف المطلقة من السد الرئيس والسد التنظيمي كانت متساوية اعتماداً على البيانات المأخوذة من (إدارة مشروع سد الموصل). تم قياس طول البحيرة التنظيمية وبلغ (10.2km) ومساحة منطقة التغذية ($95.68km^2$) وبلغ حجم الخزين حوالي($18.89\times10^6\ m^3$) اي (18.89) مليون متر مكعب عند المنسوب (254m) فوق مستوى سطح البحر. يتميز هذا المقطع (البحيرة التنظيمية) من نهر دجلة بتغاير منسوب الماء فيه بشكل مستمر بسبب تشغيل منظومة الخزن بالضخ (storage pump) والتي تسحب الماء من البحيرة التنظيمية وترفعه إلى الخزان الاصطناعي في اعلى طية بطمة مما يؤدي إلى انخفاض منسوب البحيرة التنظيمية، ثم بعد ذلك وبسبب الحاجة للكهرباء تدفع هذه المياه مرة اخرى إلى البحيرة التنظيمية مما يؤدي إلى رفع منسوبها، وهذه العملية تحدث كل يوم تقريباً والتي لها تأثير مباشر على ضفاف البحيرة وأحد العوامل الرئيسة في انهيارها. إن منسوب البحيرة اسفل السد الرئيس يبلغ (254m)، اما قرب السد التنظيمي فهو (244m) فوق مستوى سطح البحر.

تركيبياً تتميز المنطقة بوجود طيتين محدبتين غاطستين غير متناظرين هما طية بطمة (Butmah Anticline) الواقعة في غربي جسم السد، حيث أنشئ سد الموصل على جناح هذه الطية في الجانب الشمالي الغربي وعلى الغاطس الشرقي لها، والتركيب الثاني هو طية طيرة (Tairah Anticline) الواقعة في شرقيه، وهي عبارة عن طية محدبة غير متناظرة ثنائية الغطس يكون ميل طرفها الجنوبي بحدود (15) درجة في حين يبلغ ميل الطرف الشمالي (7) درجة (الحمداني، 1997). وتقع هاتان الطيتان على نفس الامتداد ويفصلهما البحيرة التنظيمية, وتتميزان بأن الجناح الجنوبي لهما اشد انحداراً من الجناح الشمالي واتجاه محوريهما هو شرق– غرب (الجوادي, 1989). طباقياً تنكشف في منطقة الدراسة العديد من التكاوين الجيولوجية الممثلة للفترة الزمنية من(Lower Miocene) إلى (Recent), وكما موضح في الخارطة الجيولوجية (شكل 2), والتكاوين المتواجدة في منطقة الدراسة والمرتبة من الاقدم إلى الاحدث هي تكوين الفرات وتكوين الفتحة وتكوين انجانة وترسبات العصر الرباعي.



الشكل 1: خارطة موقعية لمنطقة الدراسة.

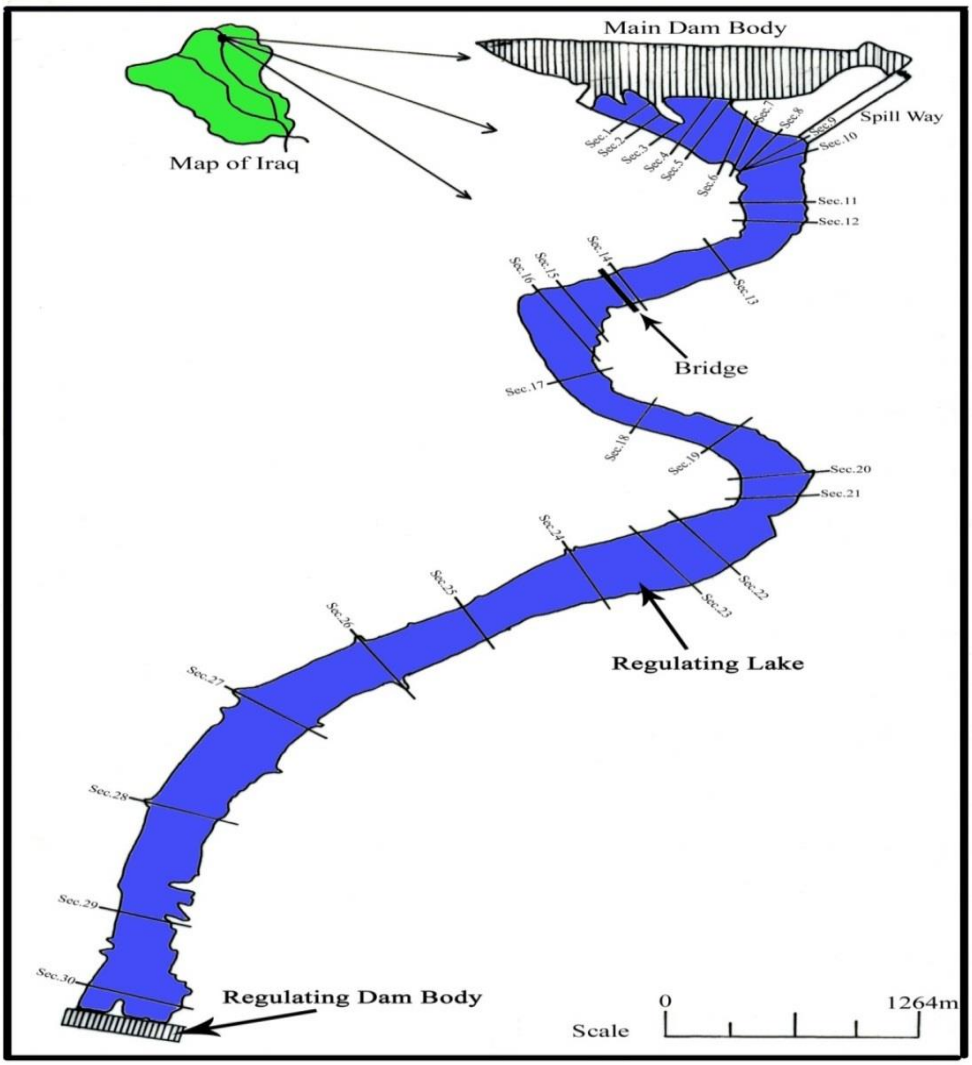


الشكل 2: خارطة جيولوجية لمنطقة الدراسة.

تركيبياً تتميز المنطقة بوجود طيتين محدبتين غاطستين غير متناظرين هما طية بطمة (Butmah Anticline) الواقعة في غربي جسم السد, حيث أنشئ سد الموصل على جناح هذه الطية في الجانب الشمالي الغربي وعلى الغاطس الشرقي, والتركيب الثاني هو طية طيرة (Tairah Anticline) الواقعة في شرقيه, وهي عبارة عن طية محدبة غير متناظرة ثنائية الغطس يكون ميل طرفها الجنوبي بحدود (15) درجة في حين يبلغ ميل الطرف الشمالي (7) درجة (الحمداني، 1997). وتقع هاتان الطيتان على نفس الامتداد ويفصلهما البحيرة التنظيمية, وتتميزان بأن الجناح الجنوبي لهما اشد انحداراً من الجناح الشمالي واتجاه محوريهما هو شرق–غرب (الجوادي, 1989). طباقياً تنكشف في منطقة الدراسة العديد من التكاوين الجيولوجية الممثلة للفترة الزمنية من (Lower Miocene) إلى (Recent), وكما موضح في الخارطة الجيولوجية (شكل 2), والتكاوين المتواجدة في منطقة الدراسة والمرتبة من الاقدم إلى الاحدث هي تكوين الفرات وتكوين الفتحة وتكوين انجانة وترسبات العصر الرباعي.

طريقة العمل

نفذت عملية المسح للبحيرة في شهر تشرين الثاني (20-2012/11/22), وتم الحصول على التصاريف المطلقة ومناسيب البحيرة خلال فترة المسح من إدارة مشروع سد الموصل وكانت التصاريف المطلقة من السد الرئيس ($376m^3/sec$) ومن السد التنظيمي ($373m^3/sec$)، اي ان البحيرة تسلك سلوك النهر في هذه المدة. وكانت بداية عملية المسح على بعد حوالي (250m) عن التوربينات وحوالي (180m) عن المنفذ السفلي، وقسمت البحيرة إلى (30) مقطعاً عرضياً لتغطيتها بشكل كامل تقريبا إبتداءا من السد الرئيس وانتهاءاً بالسد التنظيمي كما في الشكل (3). واستخدم في عملية المسح جهاز مسبار قياس الاعماق (SonarMite & EchoSounder) وجهاز (GPS) واوتاد وزورق للتحرك بشكل عمودي على المجرى اثناء المسح.

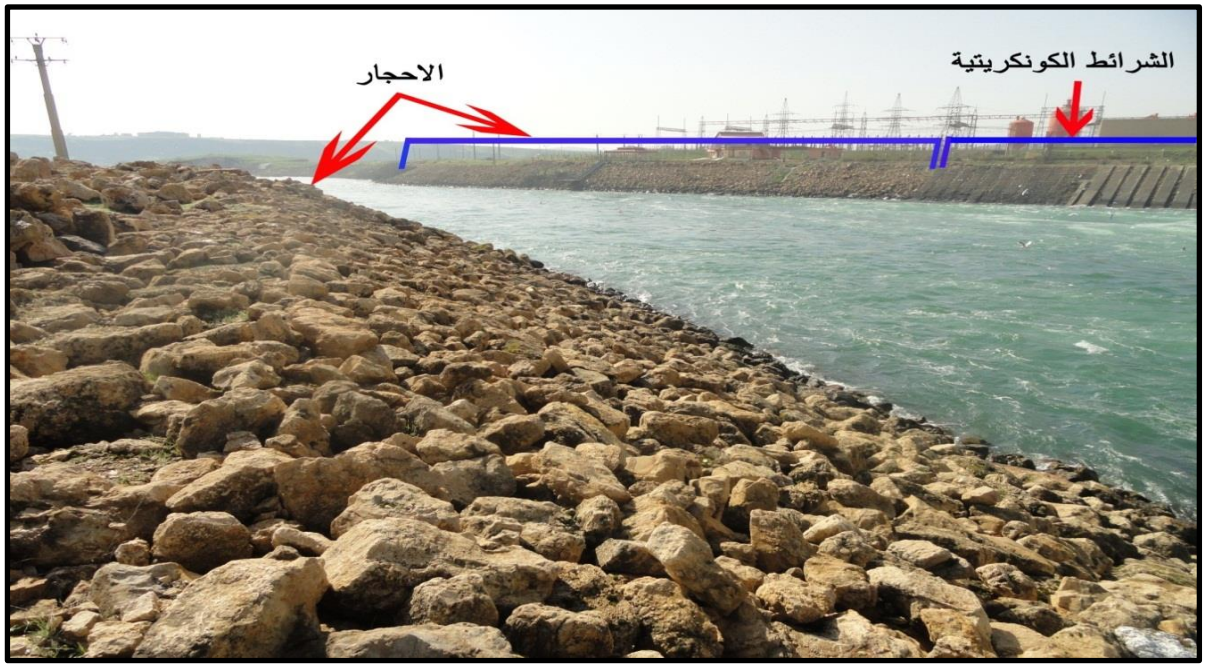


الشكل 3: المقاطع العرضية المدروسة.

مورفولوجية ضفاف البحيرة

بعد استطلاع شامل للبحيرة التنظيمية لوحظ ان الضفة اليمنى قليلة الانحدار في بداية البحيرة. وقد قامت الشركات المنفذة لسد الموصل بتسوية الأرض من اجل بناء إدارة مشروع سد الموصل وإدارة دائرة الكهرباء ومحطات توليد الكهرباء. وفي نهاية الثلث الاول من البحيرة تصبح الضفة اليمنى شديدة الانحدار بعد الجسر الحديدي وذلك لوجود مرتفعات تمثل جزء من الطية المقعرة ما بين طية بطمة وطيرة المحدبة وبعد ذلك تزداد الضفة اليمنى بالارتفاع حتى السد التنظيمي وهذه مرتفعات تمثل طية اخرى. اما الضفة اليسرى فتكون شديدة الانحدار في بداية البحيرة لانها تقع على الجناح الشمالي الغربي من طية طيرة ثم تصبح قليلة الانحدار عند المقطع (17-18) ثم يزداد الانحدار عند المقطع (20-21) ويصبح هناك جرف عالٍ من صخور فتحة والتي تمثل نهايات طية طيرة وبعد ذلك يقل الانحدار بأتجاه السد التنظيمي وتصبح المناطق المرتفعة بعيدة عن مجرى النهر. وقامت الفرق الهندسية الخاصة بإدارة مشروع سد الموصل بوضع احجار ذات احجام مختلفة تتراوح بين (1-0.5m) على الضفاف ضمن المقاطع العرضية (4,3,2,1) وذلك لغرض المحافظة عليها من التآكل والسقوط

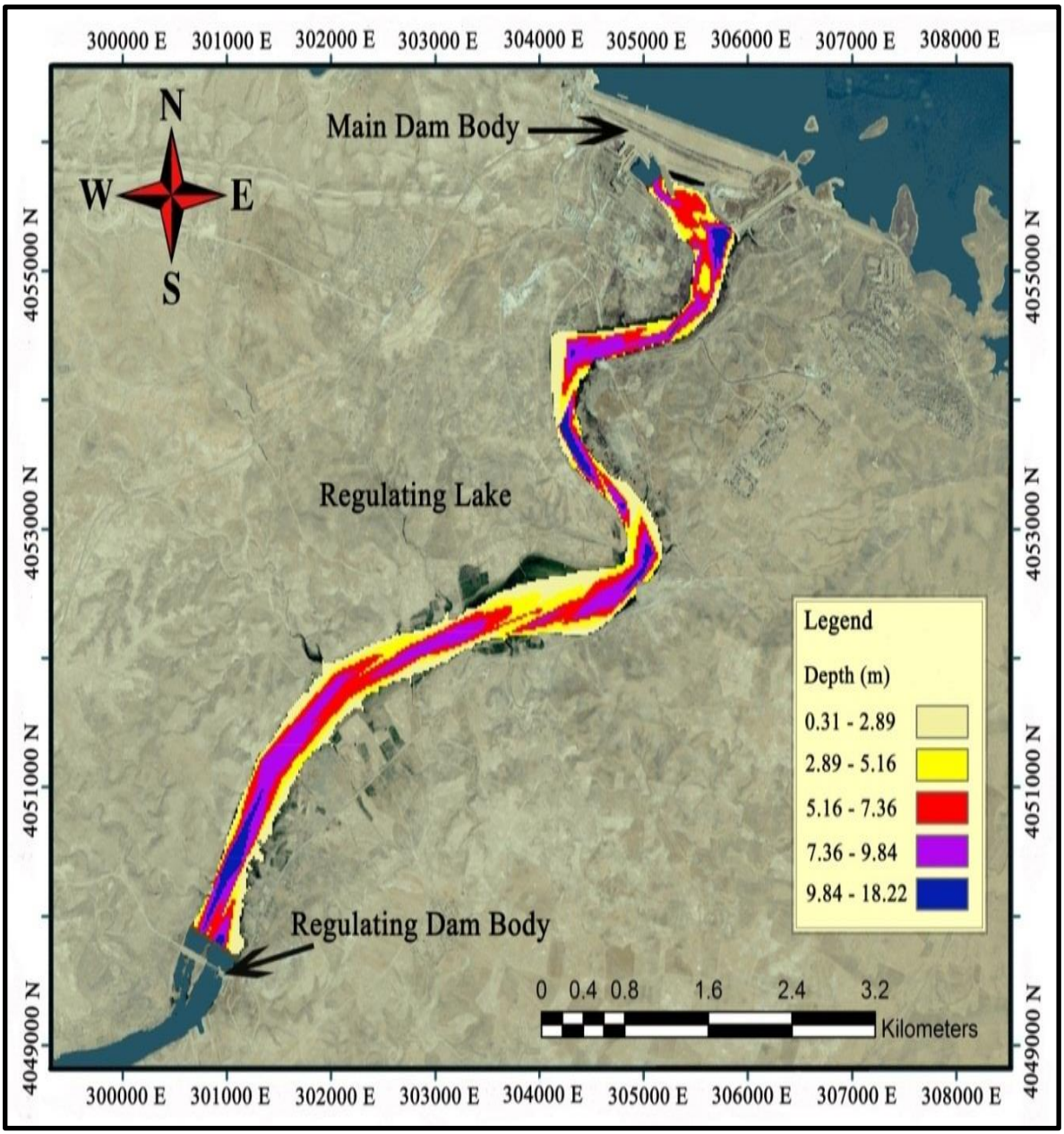
لقربها من التوربينات والمنفذ السفلي لمنع تأثير المياه الخارجة من السد الرئيس والتي تكون ذات سرعة عالية وخالية من الرواسب مما يؤدي إلى تآكل الضفاف وجرف قاع البحيرة، وخلال مدة من الزمن زحفت الجزء السفلي من هذه الاحجار إلى مجرى النهر (الشكل 4), ثم عوض النقص لاحقا للضفاف بوضع احجار اخرى.



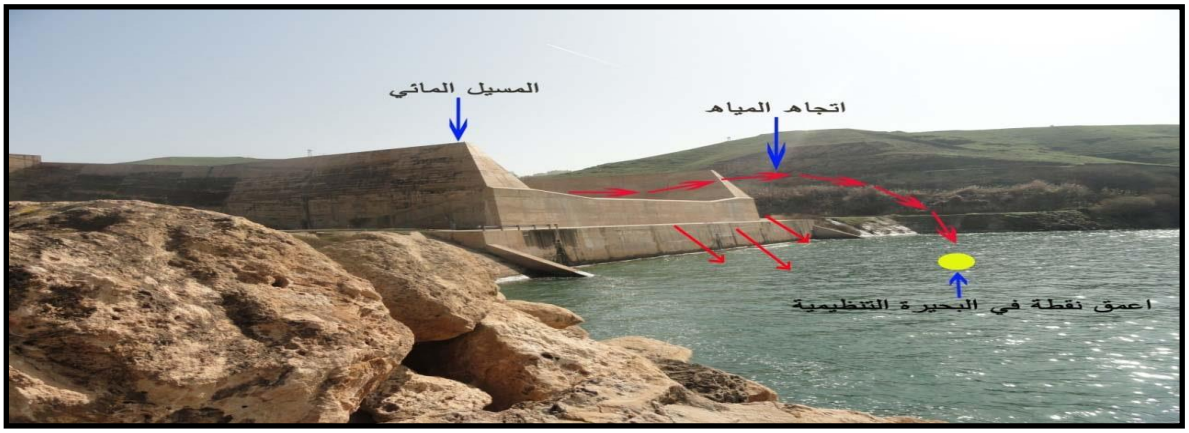
الشكل 4: الأحجار الموضوعة على ضفاف البحيرة.

مورفولوجية البحيرة

ادخلت بيانات المسح الحقلي التي تم الحصول عليها من اعماق المقاطع العرضية المدروسة ببرنامج (SonarXP) وكذلك استخدم هذه البيانات في برامج خاصة اخرى (Arc GIS & Excel) من اجل الحصول على اشكال توضح خصائص الباثومتري لقاع البحيرة التنظيمية وكما في الشكل (5) والذي يوضح توزيع الاعماق بشكل مختلف في البحيرة ، حيث تكون اعمق نقطة هي (18.22m) عند الضفة اليسرى للمقطع العرضي (9) لأنه يقع امام المسيل المائي (Spill way) مباشرة (الشكل 6). وكانت احد الاسباب التي ادت إلى زيادة العمق ونحر قاع البحيرة عند هذا المقطع هو تأثير اندفاع الماء بشكل كبير اثناء تشغيل المسيل المائي (الحمداني، 1997)، وأوطأ نقطة في البحيرة كانت عند الضفة اليسرى للمقطع (5) وبلغ (7.65m) وذلك بسبب قرب المقطع من تراكم مخلفات نواتج التحشية للسد الرئيس (شكل 7)، وكذلك زحف ودحرجة الاحجار من قاع البحيرة للمقاطع العليا السابقة. ويوضح الشكل (8) التغيرات المختلفة في قاع البحيرة التنظيمية للمدة من (1992-2012)، حيث تكون الاعماق متباينة من مقطع إلى اخر ضمن البحيرة، فالأعماق القليلة يعود سببها إلى اتساع نسبي لعرض البحيرة وبالتالي حدوث ترسيب في مقطع البحيرة وايضا قد يكون مصباً لمجرى وادي. واما في حالة الاعماق الكبيرة فالسبب يعود إلى ضيق عرض البحيرة مع التزامن لوجود تيار سريع وبالتالي حدوث نحر للقاع (Al-Hamdani et al., 1992).

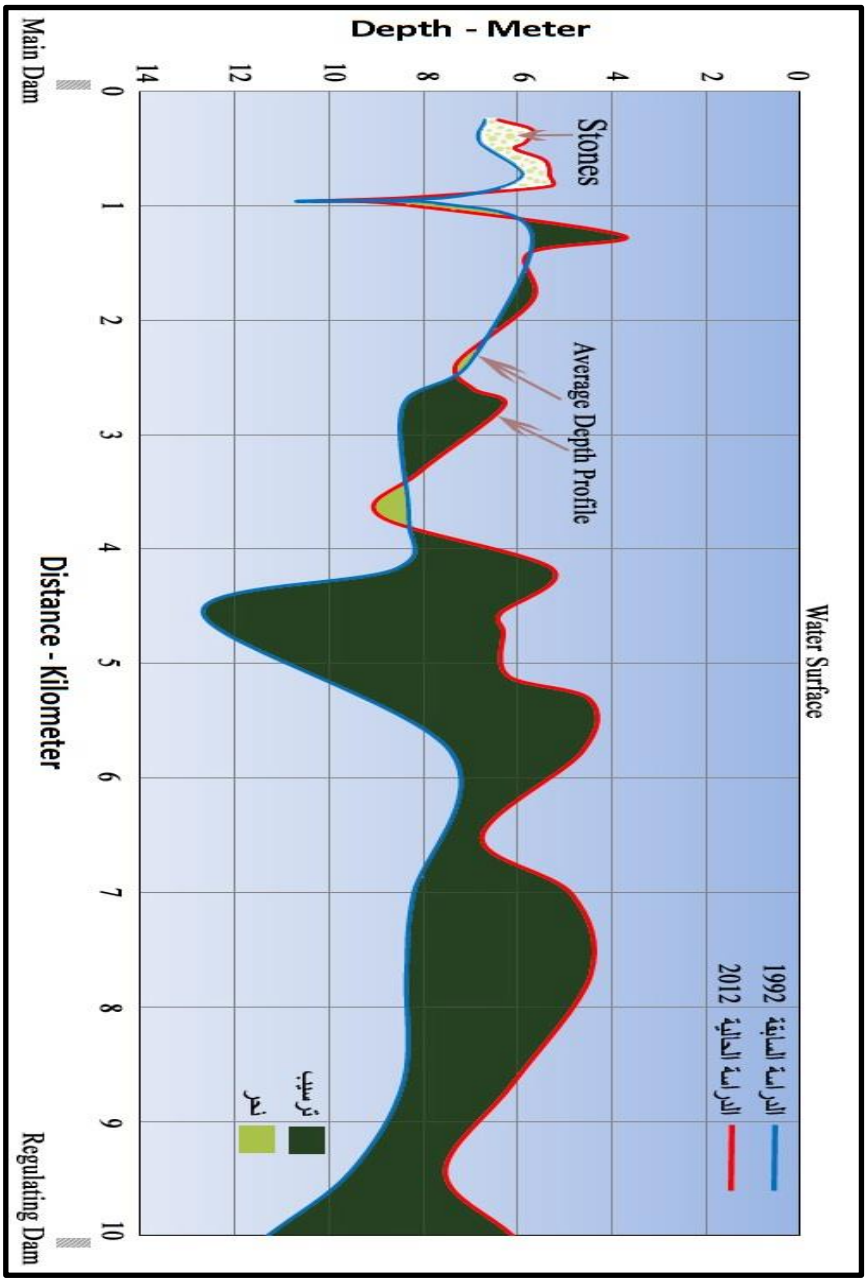


الشكل 5: اعماق المقاطع العرضية الموزعة على طول البحيرة التنظيمية.



الشكل 6: المسيل المائي (Spill Way).

الشكل 7: فضلات تحشية قاع السد الرئيس.



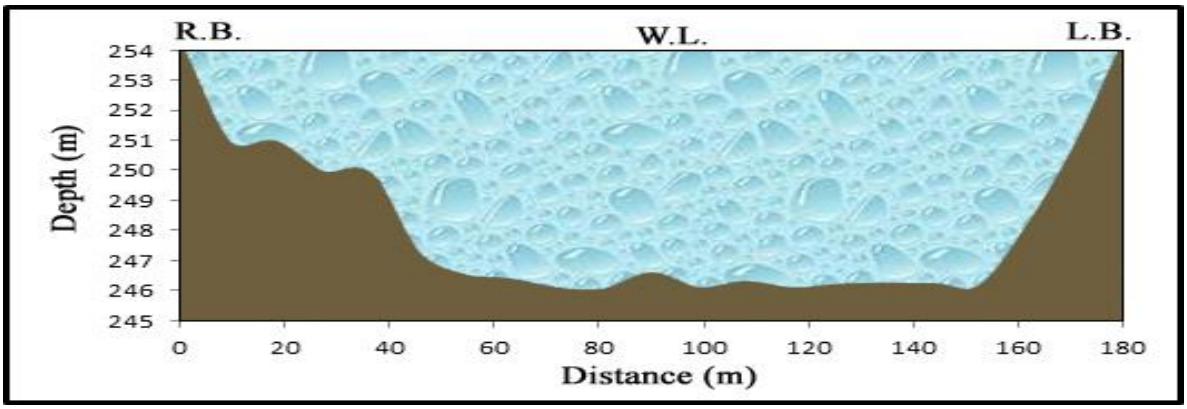
الشكل 8: التغيرات ضمن قاع البحيرة التنظيمية.

المناقشة

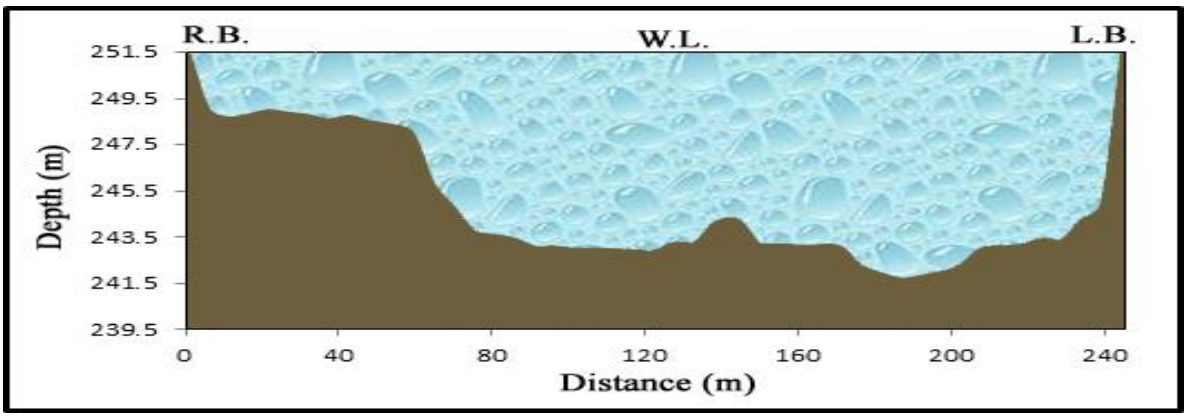
تمت مقارنة هذه المقاطع مع دراسة (Al-Hamdani et al., 1992) على نفس المنطقة لمعرفة التغيرات التي حدثت خلال مدة (20) سنة، ولوحظ ان معدل الاعماق للمقاطع العرضية (7,6,5,4,3,2,1) انخفض مما يدل على حدوث ترسيب في هذه المواقع وهذا عكس المتوقع، لكن السبب الحقيقي في هذا الترسيب هو ان جزءاً كبيراً من الاحجار التي وضعت لمعالجة نحر الضفاف قد نقل إلى هذه المواقع. وتبين وجود نحر وخصوصاً أمام الضفة اليسرى للمقاطع (10,9,8) وذلك بسبب وصول دفق المياه المصرفة من المسيل المائي (Spill Way). يبدأ عرض البحيرة بالزيادة عند المقطعين (12,11) نتيجة الانهيارات التي حدثت في الضفة اليمنى أثناء تشغيل المسيل المائي في فترات سابقة، بينما لوحظ حدوث نحر عند المقطعين (14,13) لان عرض البحيرة ضمن هذين المقطعين قليل بسبب انعدام تأثير المسيل المائي فضلاً عن صلابة الضفة اليسرى المتكونة من المتكتلات والتي تمثل جزءاً من طية طيرة.

إن بداية ظهور التواء مجرى البحيرة إلى جهة اليسار يكون ضمن المقطعين (16,15) نتيجة اصطدام مياه البحيرة بمرتفعات تمثل جزءاً من الطية المقعرة ما بين طية طيرة وبطمة المحدبة فضلاً عن اتساع عرض البحيرة وحدوث ترسيب في الجهة اليسرى من المقطعين نتيجة قلة السرعة. ان مجرى البحيرة الرئيس يكون بالقرب من الضفة اليمنى للمقاطع (19,18,17) ومتوافق مع خط الثالوك، ولوحظ حدوث ترسيب في المقطعين (19,17) قرب الضفة اليسرى نتيجة الرسوبيات القادمة من الضفاف. إن المقطعين العرضيين (21,20) يمثلان موقعاً لانحناء مجرى النهر ولوحظ انه خلال مدة (20) سنة حدث ترسيب كبير ضمن المقطع (20) وان معظم الرسوبيات جاءت من مصب الوداي القريب من المقطع والذي يغذي البحيرة بالمياه أثناء موسم الأمطار، ومن خلال الشكل (8) لوحظ ترسيب للبحيرة عند المقاطع (24,23,22) نتيجة اتساع العرض وكذلك بسبب مصب الوادي القريب، وكما لوحظ إن معدل الأعماق للمقاطع (28,27,26,25) انخفض والسبب هو الرسوبيات القادمة من الوديان التي تغذي البحيرة بالمياه ضمن هذه المقاطع. ولوحظ من خلال الشكل (8) ايضاً حدوث ترسيب للبحيرة ضمن المقطعين (30,29) بسبب تأثير السد التنظيمي.

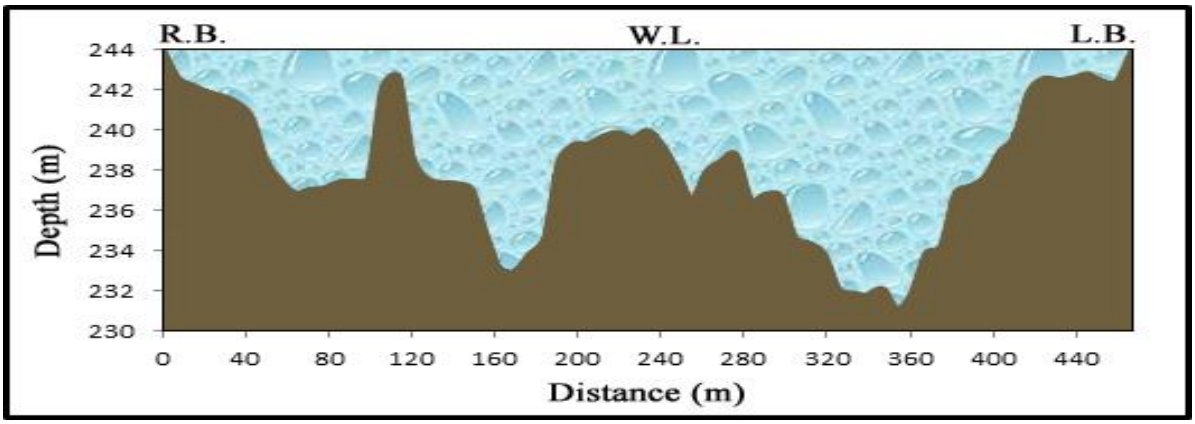
تكون اغلب المقاطع العرضية للبحيرة مشابهة إلى الحرف (U) (شكل 9)، وهذا يعود إلى توسع عرض البحيرة في اغلب المقاطع كما ان مجرى النهر تكون ملتوية والتي تؤدي إلى التوسع في عرضها. وهناك سبب اخر قد يعود إلى الاختلاف في طبيعة وصلابة صخور الضفاف وصخور قاع البحيرة.



المقطع العرضي الاول



المقطع العرضي الخامس عشر



المقطع العرضي الثلاثون

الشكل 9: بعض المقاطع العرضية المختارة من البحيرة التنظيمية.

الاستنتاجات

1. يتراوح معدل الأعماق للمقاطع مابين (10.3-3.7m) واعمق نقطة وجد في الضفة اليسرى للمقطع العرضي (9) وادنى عمق كانت في الضفة اليسرى للمقطع العرضي (5).
2. ان شكل قاع البحيرة كانت تحت سيطرة القوة الديناميكية العاملة من قبل سرعة المياه ومورفولوجية البحيرة.
3. اغلب المقاطع العرضية للبحيرة مشابهة إلى الحرف (U).
4. ان تباين الاعماق في المقطع الواحد غالباً ما يكون نتيجة التغيير في مواقع النحر والترسيب.
5. ان عمليات الترسيب ضمن البحيرة التنظيمية اكبر بكثير من عمليات النحر او التأكل وذلك بسبب انهيار الضفاف الهشة في البحيرة وكذلك الرواسب القادمة من مياه الوديان التي تصب في البحيرة.

التوصيات

1. حماية ضفاف البحيرة التنظيمية المتكونة من مواد هشة من الانهيار بأساليب وطرائق مختلفة من خلال دراسة مفصلة لكل موقع.
2. العمل على زيادة الغطاء النباتي للتقليل من عملية تعرية التربة من حوض التغذية.
3. إنشاء سدود صغيرة امام مصبات الوديان لمنع ترسيب في البحيرة.
4. إزالة الترسبات المتراكمة في البحيرة بعملية الكري باستخدام تقنيات مختلفة.

المصادر العربية

الجوادي، عز الدين صالح، 1989. الصفات الجيوتكتونية والتصنيف الهندسي لصخور تكوين الفارس الاسفل تحت قاعدة سد الموصل. اطروحة ماجستير غير منشورة، كلية العلوم، جامعة الموصل, 200 صفحة.

الحمداني، عادل علي بلال، 1997. تطور مقطع من نهر دجلة ما بين سد الموصل ومدينة الموصل. أطروحة دكتوراه غير منشورة، كلية العلوم، جامعة بغداد، 138 صفحة.

إدارة مشروع سد الموصل, 2012. التقرير اليومي لسلامة سد الموصل, وزارة الموارد المائية, الهيئة العامة للسدود والخزانات, العراق, بيانات غير منشورة.

المصادر الاجنبية

Al-Hamdani, A.A. Bilal, Al-Taiee, T.M. and Al- Ansari, N.A., 1992. Bed Characteristics and Morphology of Artificial Reservoir on Tigris River- North Mosul City, Jour. Water Resources, Vol. 11, No. 2., Pp. 45-55.