

A Comparative Study of the Topographical State of Parts of the Lake Floor of 16 Tishreen Dam in Lattakia

Dr. Maan Boubou*

(Received 27 / 4 / 2020. Accepted 1 / 7 / 2020)

□ ABSTRACT □

The majority of water studies focus on dams and their lakes, in searching for the quantities of sediments received through the different waterways to those lakes in order to search for their true values of storage capacity; but do the values of these sediments change from one area to another in the lake? What is the situation for other areas that do not have waterways? especially after dry seasons that cause the disintegration of their soil and make it vulnerable to erosion or drift factors with water torrents.

This research is based on a comparative study between two areas of the 16 Tishreen Dam lake in Lattakia: one of which is not fed by waterways, and the other is located at the estuary of Al-Kabir al-Shamali river and its tributaries to the lake (the foot of the lake). Three periods of time were compared: before the dam was built, in the autumn of a dry year of 2014, and in the rainy spring of 2017. The research concluded results that the first region has been exposed to erosion of its banks or bottom, a process that did not stop over time despite its low frequency, while in the foot region of the lake there were sedimentation processes in general, despite the registration of some of the drift sites, and it also determined the sedimentation and drift quantities in both regions.

Keywords: survey, topography, water survey, hydrographic survey, bathymetric survey, reservoir survey, sedimentation survey, erosion, storage capacity, sedimentation volume.

* Assistant Professor, Department of Topographic Engineering, Faculty of Civil Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria. maanhassanboubou@tishreen.edu.sy

دراسة مقارنة للحالة الطبوغرافية لأجزاء من قاع بحيرة سد 16 تشرين باللاذقية

د. معن بوبو*

(تاريخ الإيداع 27 / 4 / 2020. قُبِلَ للنشر في 1 / 7 / 2020)

□ ملخص □

تركز غالبية الدراسات المائية حول السدود وبحيراتها، في البحث عن كميات الرسوبيات الواردة عبر المجاري المائية المختلفة إلى تلك البحيرات بغية البحث عن قيم السعة التخزينية الحقيقية لها، ولكن هل تتغير قيم هذه الرسوبيات من منطقة إلى أخرى في البحيرة؟، وما هو الوضع بالنسبة للمناطق التي لا تحوي مجارٍ مائية؟، وخاصة بعد مواسم الجفاف التي تتسبب بتفكك تربتها وتجعلها عرضة لعوامل الحت أو الجرف مع السيول.

يقوم هذا البحث على إجراء دراسة مقارنة بين منطقتين من بحيرة سد 16 تشرين باللاذقية، إحداهما لا تغذى بمجارٍ مائية، والأخرى تقع عند مدخل نهر الكبير الشمالي وروافده إلى البحيرة (ذيل البحيرة). تمت المقارنة بين ثلاث فترات زمنية: قبل إنشاء السد، وفي خريف عام جاف وهو 2014، وفي ربيع عام غزير الأمطار وهو عام 2017. وصل البحث إلى نتائج بأن المنطقة الأولى قد تعرضت لعمليات جرف لضافها أو قاعها وهي عملية لم تتوقف عبر الزمن رغم انخفاض وتيرتها، بينما كان في منطقة الذيل عمليات ترسيب بشكل عام رغم تسجيل بعض مواقع الانجراف، كما حدد كميات الترسيب والجرف في كلا المنطقتين.

الكلمات المفتاحية: مسح، طبوغرافيا، مسح مائي، مسح هيدروغرافي، مسح أعماق، مسح السدود، مسح الرسوبيات، إنجراف، الخزين المائي، حجم الرسوبيات.

** مدرس - قسم الهندسة الطبوغرافية - كلية الهندسة المدنية - جامعة تشرين، اللاذقية، سورية.
maanhassanboubou@tishreen.edu.sy

مقدمة:

تكون السدود بكل الأشكال والمقاسات ويتم تصميمها من أجل أغراض مثل احتجاز السوائل، تخزين الرسوبيات والحطام المنجرف في مياه النهر، الري، التزويد بمياه الشرب، إنتاج الطاقة، الاستجمام، الملاحه، حماية الطبيعة وضبط جودة المياه [1]. يؤخذ بعين الاعتبار عند تصميم أي سد سعة الخزين المائي في البحيرة، وعادة تدرس كمية الرسوبيات الممكن أن تنتقل مع المياه الواردة إلى البحيرة وتترسب فيها، وذلك لإيجاد تأثير هذه الرسوبيات في السعة التخزينية مع الزمن. مع كل الدراسات التي تجري قبل تنفيذ السد لابد من حساب كمية الرسوبيات المتراكمة في الخزان بعد تشغيل السد للتأكد من دقة حسابات حركة الرسوبيات، وفي حالة غيابها فان الدراسة الميدانية ستعطي نتائج فعلية عن معدل تقلص السعة التخزينية لخزان السد مع الزمن [2].

إن استقرار الرسوبيات في خزانات السدود لا يكون بصورة منتظمة، حيث تبين من الأبحاث المنفذة على العديد من السدود، بأن الرسوبيات تتركز غالباً في الجزء الأعلى من بحيرة السد، حيث لا يتجاوز عمق الماء -20% من عمق الماء الأعظمي في الخزان. تم تطوير العديد من النظريات للتنبؤ بتوزيع الرسوبيات في المناطق المختلفة من الخزانات، وتستند هذه الطرائق على النماذج الرياضية، التي تقترح طرائق تجريبية ونصف تجريبية، أو تستند على صنع نماذج مخبرية، والتي تستخدم فقط عند الحاجة لدقة عالية، نظراً لكونها غالية الثمن وتحتاج لزمن طويل لتنفيذها، بالإضافة لكونها محدودة. أيضاً تتطلب النماذج الرياضية العديد من البارامترات التي يصعب قياس الكثير منها، أو لا يمكن قياسها بدقة، مع أنها تمتاز بدقة عالية عند توفرها. يتم حالياً استخدام العديد من الطرق التجريبية لمعرفة كيفية توزيع الرسوبيات في خزانات السدود [3]، [4].

يُعد الانجراف المائي أحد أبرز عمليات انجراف التربة وأكثرها خطورة، وخاصةً في المنطقة الساحلية حيث تهطل الأمطار بكميات وشدة كبيرة، وينتج عن ذلك جرف أطنان من التربة تنتقل بدورها إلى مجاري الأنهار، فيترسب جزء منها في هذه المجاري وجزء آخر في بحيرات السدود المقامة عليها والباقي في البحر [3]، [5]. إن دراسة الانجراف المائي في القطر العربي السوري بشكل عام وفي المنطقة الساحلية بشكل خاص لم تحظ بالأهمية وبالدراسات المطلوبة، فقد أشارت الدراسات أن قيمة الانجراف المائي في الجبال الساحلية تتجاوز قيمة 200ton/hectar سنوياً، وتشير دراسات أخرى أن الانجراف يتراوح بين 12-130ton/hectar حسب نوع منظومة ودرجة الانحدار [5]. أثبتت بعض الدراسات أن قيمة الانجراف المتوقع من مناطق الصفصاف وعين البيضا وقسمين، المتشاطئة مع بحيرة السد، هي قيمة كبيرة لكون المنطقة زراعية وفيها الكثير من المنشآت والطرق وميولها كبيرة وترتبتها رخوة وقابلة للتآكل [3].

تخسر بحيرات سدود العالم الكبيرة سعة تخزينها بمعدل سنوي حوالي 1% وهو يتطابق بشكل تقريبي مع فقدان 50km³ كل عام. تم توقع حياة مفيدة في مرحلة التصميم لسد Sefidrud في إيران تتجاوز مئة عام، مع ذلك، بعد بضعة سنوات أشارت القياسات لمعدل ترسيب أكبر بكثير وتوقع أن تقل الحياة المفيدة إلى ثلاثين عاماً فقط. تعتبر بحيرة سد Louros مثلاً مميزاً للمنطقة اليونانية حيث امتلأ بشكل كامل بالرسوبيات بعد بضعة سنوات وهذا ما أدى إلى أن تعمل محطته الكهرمائية آخذةً ميزة التفريغ اللحظي للنهر فقط [6].

تطلب أعمال مسح بحيرات السدود غالباً من أجل توثيق سعة التخزين المائية الحالية، لتحديد مقدار الفاقد من حجم التخزين بسبب تراكم الرسوبيات وأيضاً من أجل [6]:

1. تثبيت أو تحديث الحالة

2. حساب نتاج رسوبيات الحوض الهيدرولوجي من جهة المنبع
3. مساعدة مصممي السدود لتصميم سدود أخرى في المنطقة
4. التنبؤ بالتوزيع الفراغي للرسوبيات ضمن البحيرة وخاصة بالقرب من البنى الهيدروليكية كالفتحات
5. تقييم طرق منع إزالة الرسوبيات. [6]

أهمية البحث وأهدافه:

كما هو مذكور أعلاه قد يكون من أهم أو أول أسباب إنشاء السدود هو احتجاز السوائل أو تخزين الرسوبيات، ولكن من أجل تخزين مثالي وموثوق لكميات المياه المتوقعة، يجب إجراء مراقبة دورية لكميات الرسوبيات وتوزعها، وهنا يأتي السؤال: هل تكون العملية هي تخزين رسوبيات في كل أجزاء البحيرة؟، وهل تكون هذه العملية أيضاً متكررة عبر الزمن بشكل ثابت أو شبه ثابت؟، أم تتوقف عند حد معين، وما هو تأثير توزع الرسوبيات على مجرى النهر والضفاف، وإذا كانت الدراسات المائية تبحث في كمية الرسوبيات المجروفة مع التيارات المائية، ما هو الوضع بالنسبة للمناطق التي لا تحوي مجارٍ مائية، وما هو حالها بعد مواسم الجفاف التي تتسبب بتفكك تربتها وتجعلها عرضة لعوامل الحت أو الجرف مع السيول في المواسم المطرية الغزيرة التالية.

تأتي أهمية هذا البحث من خلال الإجابة على هذه التساؤلات حيث يهدف إلى دراسة كميات الخزين المائي في أجزاء من بحيرة السد خلال فترات زمنية مختلفة واستنتاج كميات وتوضع الرسوبيات (من عدمها) من خلال ذلك، وأيضاً تأثير ذلك على مجرى النهر والضفاف.

طرائق البحث ومواده:

ستتم مقارنة منطقتين من البحيرة بين ثلاث فترات زمنية: فترة ما قبل إنشاء السد (مسح من عام 1952 لم نستطع الحصول على مسح أحدث منه، (تفاصيله مبينة في الفقرة التالية))، ومسح من خريف عام 2014 حيث كانت فترة جفاف أدت إلى انخفاض منسوب الماء إلى أدنى حد ممكن (على الرغم من أن عملية المسح قد تمت بعد أول هطول مطري في ذلك العام)، والمسح الثالث كان في نهاية ربيع عام 2017 حيث وصلت البحيرة إلى حد الامتلاء الكلي.

المنطقتان المختارتان هما منطقة قرب قرية مشقيتا حيث لا يوجد روافد أو أنهار تصب في البحيرة وإنما فقط سيول سطحية من الحوض الساكن للمنطقة، ومنطقة ذيل البحيرة واتصالها بنهر الكبير الشمالي حيث المدخل الأساسي للرسوبيات.

عملية المقارنة ستتم من خلال خرائط طبوغرافية رقمية، وبالنظر إلى أن حجم البيانات لكل فترة من هذه الفترات كان كبيراً فإنه لم يكن بالإمكان مقارنتهما في ملف رقمي واحد، لذلك تم حساب حجم الخزين المائي المتوقع للبحيرة من تلك الخرائط لكل فترة (لكل ملف) على حدى ثم تمت عملية مقارنة هذه الحجم لدراسة حالة الرسوبيات وتحقيق أهداف البحث.

1. منطقة الدراسة ومخططاتها

السد المدروس هو سد 16 تشرين وهو سد ركامي ترابي طوله 915m وطول بحيرته 11.2Km وعرضها الوسطي 1Km وهو يقع على بعد 20 كم شرق مدينة اللاذقية باتجاه طريق حلب بين قرى عين البيضا ومشقيتا والبهلولية. بين خطي الطول 35°.99 و 35°.91 وخطي العرض 35° و 35°.67، الشكل (1)، وقد كانت

الغاية من انشاء السد ري الأراضي الزراعية في مناطق (اللاذقية، جبلة، الحفة، القرداحة)، تنظيم مجرى النهر وتعديل المناخ، درء الفيضانات في فصل الشتاء، وتربية الثروة السمكية. أخيراً نذكر أن المساحة التي يرويها حوالي 19900 هكتاراً [7]. تم مسح مجرى النهر لتحديد الموقع الأنسب لبناء السد - كما هو مدون على المخططات - بواسطة التصوير الجوي، من قبل شعبة التصوير والتخطيط التابعة لشركة الخطوط الجوية الملكية الهولندية (K.L.M)، لأمر مكتب الدراسات الهولندي (NEDECO) لاهاي 1953، تاريخ التصوير 1952/10/16، كانت صاحبة الدراسة آنذاك مديرية الري والقوى المائية، وقد استندت المخططات إلى شبكتي الإحداثيات والتسوية الرئيسية لدائرة المساحة في سوريا ومقياس الرسم هو 1:5000 أما تفاضل خطوط التسوية فهو خمسة أمتار. إن هذه المخططات هي المخططات الوحيدة المتوفرة لمنطقة البحيرة في فترة ما قبل إنشاء السد [7].



الشكل (1) بحيرة سد 16 تشرين وتظهر فيها منطقتي الدراسة عند ذيل البحيرة وقرب قرية مشقينا

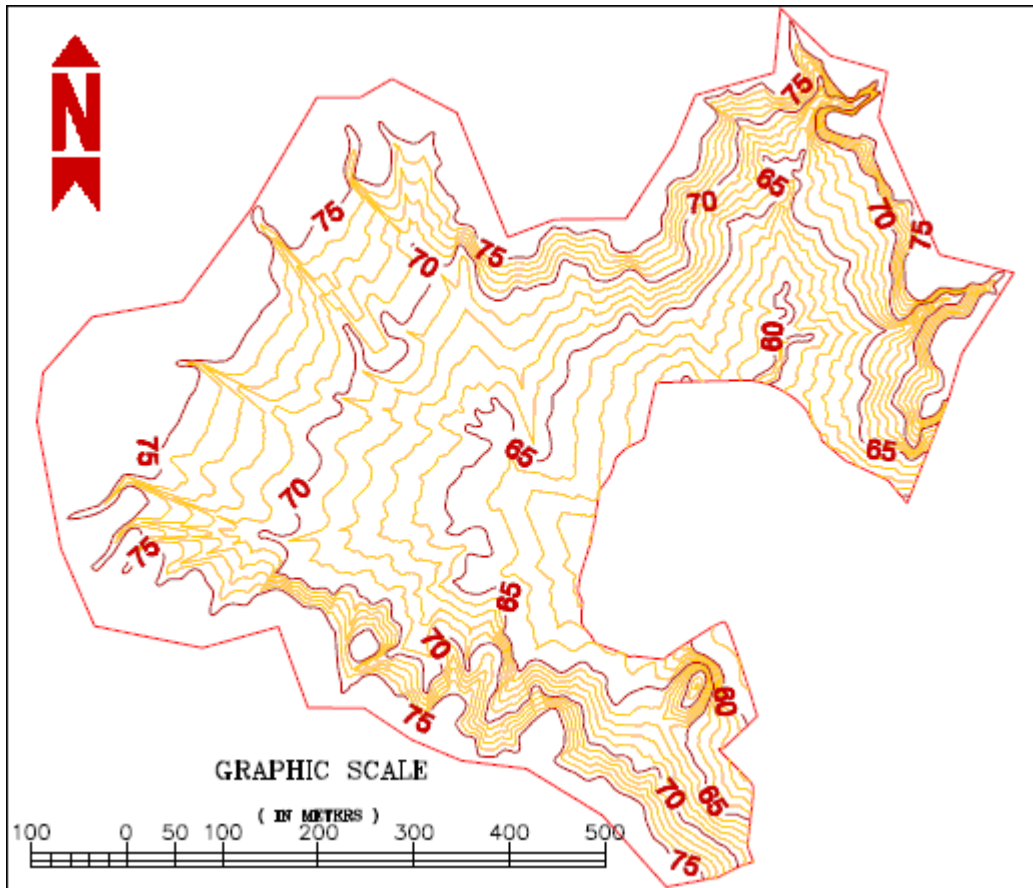
2. حساب حجم الخزين المائي للبحيرة من مخططات مسح ما قبل إنشاء السد

سبق أن تم في بحث سابق [7] الحصول على مخطط رقمي لمنطقة البحيرة من رقمنة المخططات الورقية لمسح عام 1952 حيث تم تصوير المخططات بالماسح الضوئي (Scanner A0) وإرجاعها بواسطة برنامج الـ Raster Design 2009 بتقنية الـ Rubber Sheeting حيث كانت دقة الإرجاع 0.41m ، ثم تمت رقمنتها بواسطة برنامج AutoCAD Land Desktop 2009 من خلال أمر Digitizing Contours، حيث تم اختيار رقمنة كل من خطوط التسوية الرئيسية والثانوية وتحديد الفترة الكونتورية (5m). بما أن منسوب التخزين الأعظم للبحيرة هو 74.65m ، فإن الرقمنة بدأت من خط التسوية ذو المنسوب 75m حتى القاع. بانتهاء عملية الرقمنة تم استخدام الخطوط المرقمنة في تشكيل السطح (شبكة الـ TIN). تمت مراجعة الشبكة الناتجة وتصحيح اتجاهات بعض السطوح،

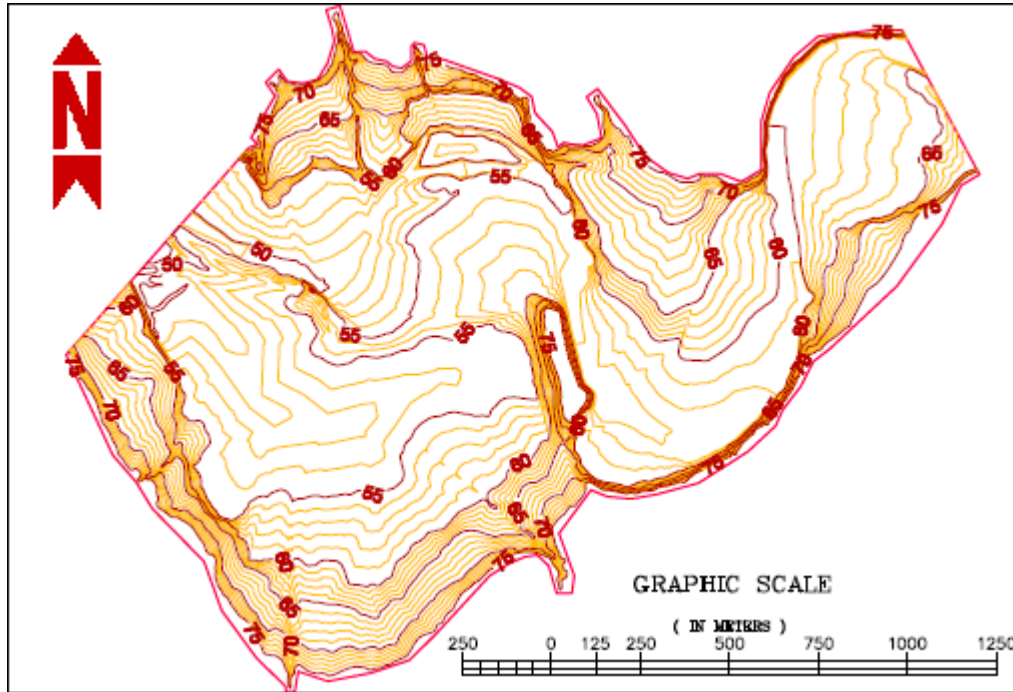
وبعد ذلك تم تشكيل خطوط تسوية Create contour بتباعد 1m .

بعد اختيار منطقتي الدراسة على المخطط الرقمي السابق، تم تحديدهما بخطي حدود مغلقة boundary، ثم تم اقتطاع أجزاء خطوط التسوية التابعة لهما داخل تلك الحدود، وبعد ذلك تم نقل أجزاء الخطوط مع الحد المغلف لكل منطقة على حدى إلى برنامج Land Desktop 2009 ليتم استخدامها في تشكيل السطوح التي على أساسها سيتم حساب حجم الخزين المائي للمنطقتين في الوضع الصفري (عام 1952).

بعد تشكل سطح كل منطقة من المنطقتين تم إنشاء خطوط التسوية للتحقق من صحة إنشاء السطح وتم تعديل خطوط شبكة الـ TIN حتى أصبحت خطوط التسوية الأساسية والجديدة متطابقة، حيث أن البرنامج يقوم بتشكيل شبكة الـ TIN للسطح وفقاً لاعتباراته، التي قد لا تتوافق مع الواقع، مما يتطلب قلب بعض السطوح (الخطوط) من خلال أمر flip أو حذف أو إضافة بعض الخطوط، وقد يتطلب ذلك إضافة أو حذف بعض النقاط إلى السطح. الشكلان (2) و (3) يبينان خطوط التسوية الناتجة لسطح كل منطقة.



الشكل (2) مخطط منطقة مشقبتا من البحيرة بخطوط تسوية بتباعد 1m لفترة ما قبل إنشاء السد تم الحصول عليها من المخططات المنجزة عام 1952، يظهر الخط المغلف حدود منطقة العمل وهي الحدود نفسها التي ستستخدم لمخططات الفترتين التاليتين



الشكل (3) مخطط منطقة ذيل البحيرة بخطوط تسوية بتباعد 1m لفترة ما قبل إنشاء السد تم الحصول عليها من المخططات المنجزة عام 1952، يظهر الخط المغلف حدود منطقة العمل وهي الحدود نفسها التي ستستخدم لمخططات الفترتين التاليتين

حتى يتم حساب حجم الخزين المائي في المنطقتين المذكورتين، يجب تشكيل سطح ثانٍ وهو سطح الماء، والذي تم اعتباره مستوي المنسوب 75m (منسوب التخزين في البحيرة هو 74.65m لذا تم استخدام أقرب منسوب إليه طالما أن الغاية هي ليست حساب حجم الماء في كامل البحيرة)، إذاً تم تشكيل السطح الثاني لكل منطقة من خط التسوية 75m وخط الحدود المعتمد نفسه فيها، وهذا السطح لن يحتاج لتعديل كونه سطح مستو وأقوي. نتائج حجم الخزين المائي مبينة في الجدولين (1) و (2) أدناه، علماً أن إن الرقم الموجود في حقل Fill يعبر عن كمية الماء الموجودة بين السطحين: قاع البحيرة وسطح ماء حالة الامتلاء.

الجدول (1) جدول نتائج حساب حجم الخزين المائي لمنطقة مشققتا من المخططات الورقية المرقمنة (فترة ما قبل إنشاء السد)

Site Volume Table			
Cut/cu.m.	Fill/cu.m.	Net/cu.m.	Method
0	2,244,525.50	2,244,525.50	Composite

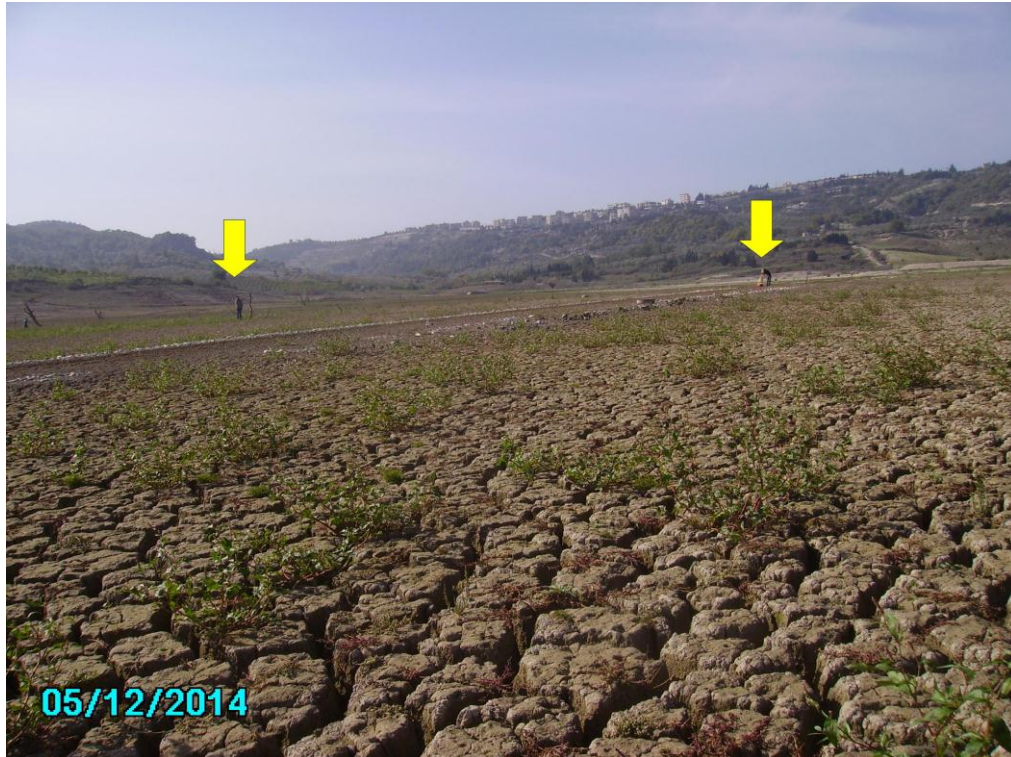
الجدول (2) جدول نتائج حساب حجم الخزين المائي لمنطقة ذيل البحيرة من المخططات الورقية المرقمنة (فترة ما قبل إنشاء السد)

Site Volume Table			
Cut/cu.m.	Fill/cu.m.	Net/cu.m.	Method
0	38,065,450.00	38,065,450.00	Composite

3. حساب حجم الخزين المائي للبحيرة من مخططات مسح 2014

في خريف عام 2014 وبعد عدة سنوات من الجفاف أو قلة الأمطار، انخفض منسوب التخزين في البحيرة

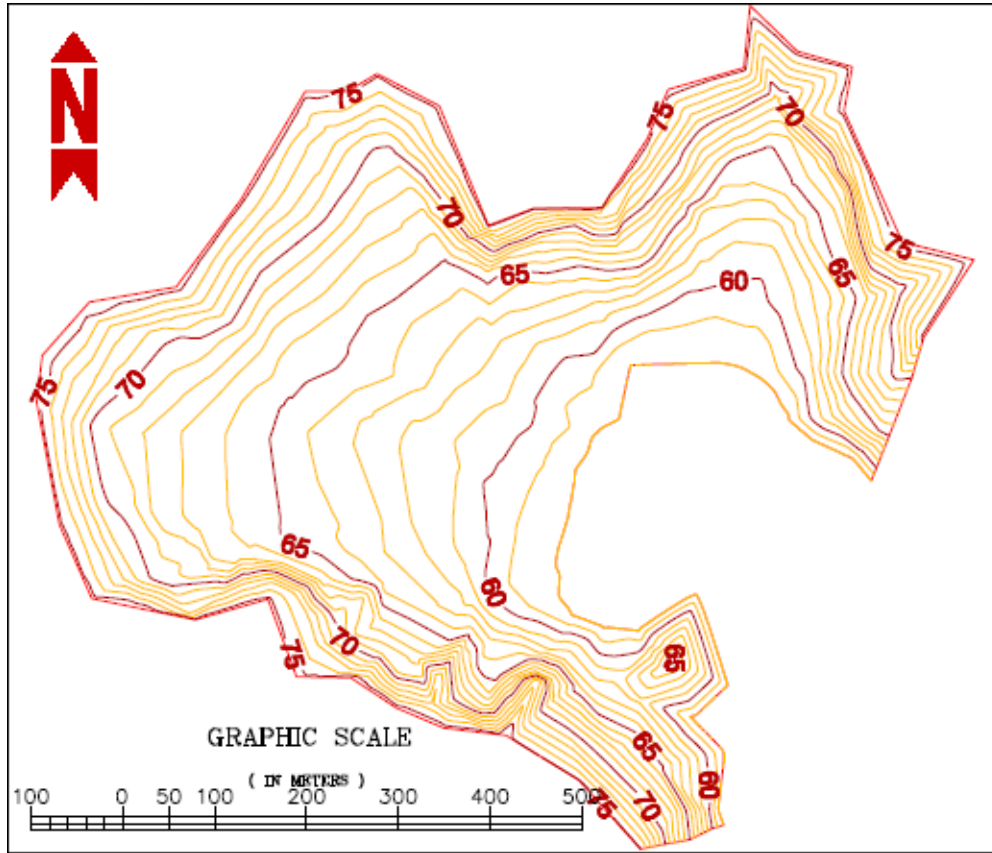
إلى حدوده الدنيا، وظهر القاع وأصابه الجفاف والتشقق أيضاً، انظر الشكل (4)، فتم اعتبار ذلك فرصة للقيام بعملية مسح لقاع البحيرة بطرق الرفع الطبوغرافي المعروفة التي تمارس في المناطق الجافة، حيث تم استخدام جهاز محطة متكاملة من نوع SOKKIA Set 1130R مع مجموعة عواكس، وتم إجراء رفع طبوغرافي لكل منطقة من منطقتي المسح، من خلال مجموعة من النقاط المرجعية، مع زراعة مجموعة من النقاط الجديدة، وحساب إحداثياتها كمضلعات أو بطرق التقاطع الجيوديزية المعروفة.



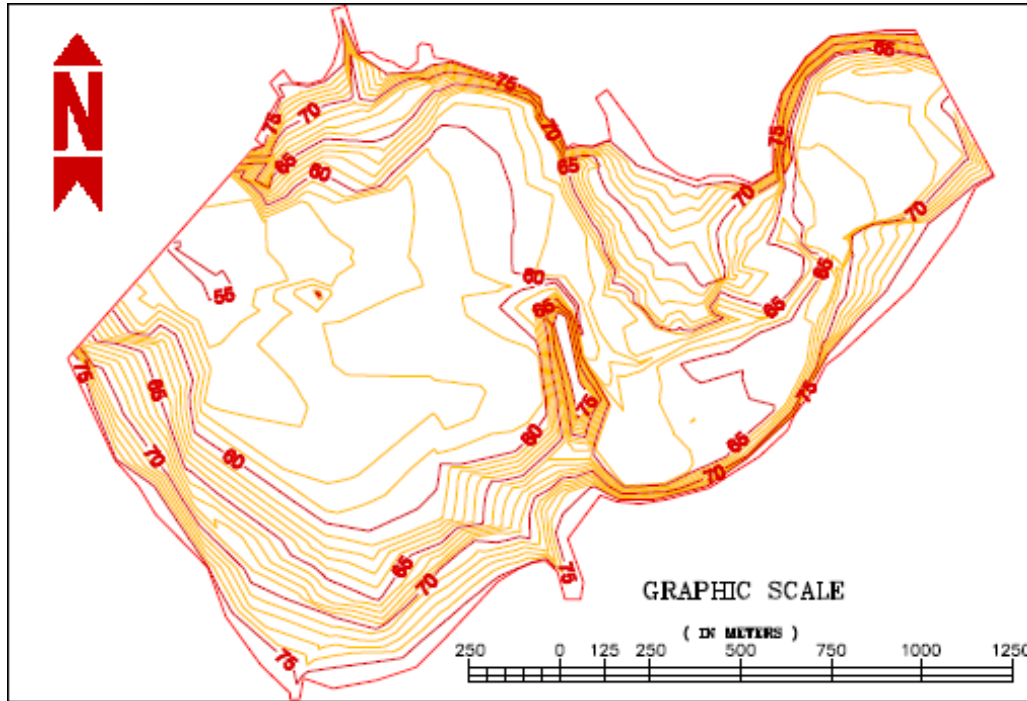
الشكل (4) صورة أثناء عملية مسح موقع المنطقة المدروسة قرب قرية مشقينا عام 2014 بعد فترة الجفاف حيث ظهر القاع وأصابه الجفاف والتشقق وقد تجاوز عمق الشقوق 60cm

تم نقل نتائج الرفع الطبوغرافي إلى برنامج Land Desktop 2009 وتم استخدام تلك البيانات مع خط الحدود المعتمد سابقاً لكل منطقة من أجل تشكيل السطح الطبوغرافي الموافق، بعد ذلك تم تعديل تلك السطوح بحيث تصبح أشكال خطوط التسوية منطقية، الشكل النهائي لسطح كل منطقة ممثلاً بخطوط التسوية مبيناً في الشكلين (5) و (6). كما في المرحلة السابقة، تم تشكيل السطح الثاني من أجل حساب كمية الخزين المائي (سطح ماء حالة الامتلاء) من خلال خط التسوية 75m وخط الحدود المغلف المعتمد لكل منطقة، ثم تم حساب كمية الخزين المائي وكانت النتائج في الجدولين (3) و (4) أدناه، علماً أن الرقم الموجود في حقل Fill يعبر عن كمية الماء الموجودة بين السطحين: قاع البحيرة وسطح ماء حالة الامتلاء، أما الرقم الموجود في حقل Cut فهو يشير إلى أن سطح القاع قد تجاوز سطح الماء، وهذا ناتج لأن بعض نقاط المسح كانت فوق منسوب الـ 75m (منسوبها أكبر من 75m)، وكان ذلك بسبب عدم وضوح موقع حدود امتلاء البحيرة على الضفاف، كون هذه الأجزاء من البحيرة كانت جافةً، فتم مسح

نقاط للموقع المفترض وكان منسوبها أعلى من المطلوب، إذاً يمكن إهمال هذا الرقم لأنه يعبر عن جزء من السطح فوق مستوي امتلاء البحيرة، فهو من الضفاف الجافة.



الشكل (5) مخطط منطقة مشقبتنا من البحيرة بخطوط تسوية بتباعد 1m لمسح عام 2014 ، يظهر الخط المغلف حدود منطقة العمل وهي الحدود نفسها التي استخدمت في مخطط فترة ما قبل إنشاء السد المرقيم



الشكل (6) مخطط منطقة ذيل البحيرة بخطوط تسوية بتباعد 1m لمسح عام 2014 ، يظهر الخط المغلف حدود منطقة العمل وهي الحدود نفسها التي استخدمت في مخطط فترة ما قبل إنشاء السد المرقمن

الجدول (3) جدول نتائج حساب حجم الخزين المائي لمنطقة مشقينا من مسح عام 2014

Site Volume Table			
Cut/cu.m.	Fill/cu.m.	Net/cu.m.	Method
0	3,647,509.00	3,647,509.00	Composite

الجدول (4) جدول نتائج حساب حجم الخزين المائي لمنطقة ذيل البحيرة من مسح عام 2014

Site Volume Table			
Cut/cu.m.	Fill/cu.m.	Net/cu.m.	Method
10,226.00	28,462,764.00	28,452,520.00	Composite

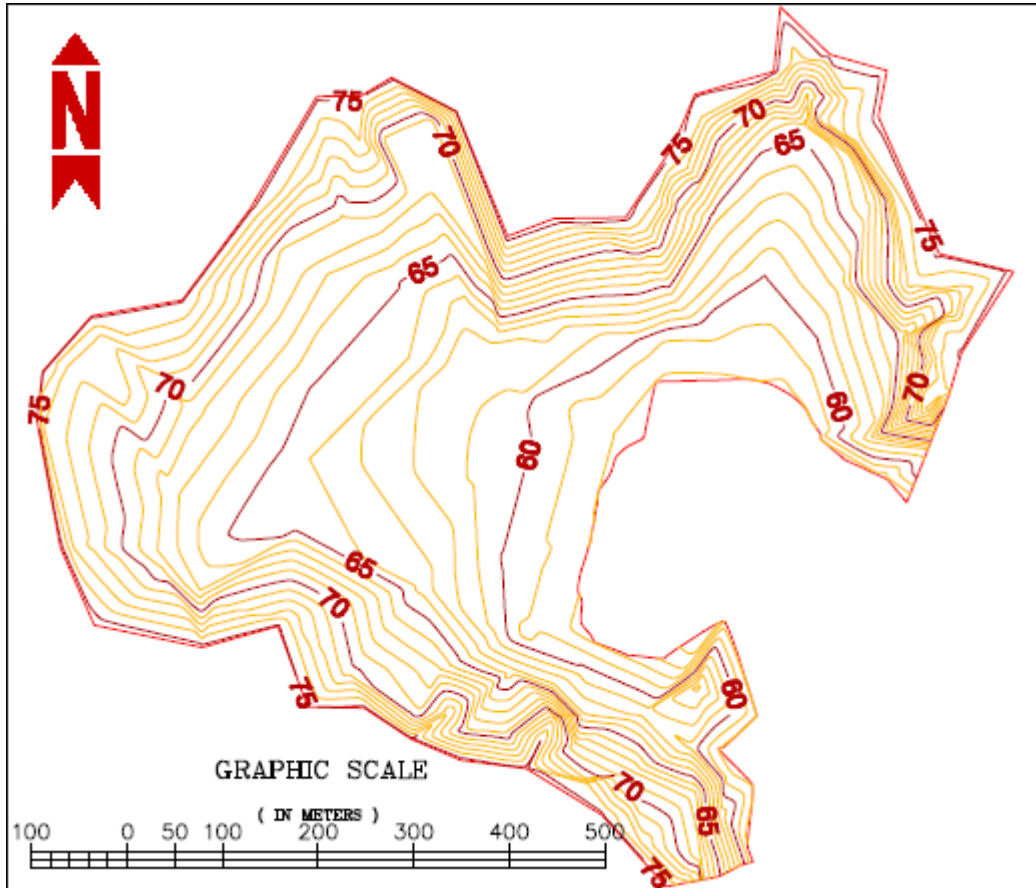
4. حساب حجم الخزين المائي للبحيرة من مخططات مسح 2017

في ربيع عام 2017 ، وبعد موسم غزير الأمطار ، امتلأت بحيرة السد عن آخرها، وتم تفريغ الفائض من الماء عن طريق المفيض القمعي، وعندما انتهت عمليات التفريغ، تم اتخاذ قرار مسح البحيرة باستغلال حالة الامتلاء والقيام بعملية مسح هيدوغرافي لها. بعد دراسة طرق المسح الممكنة [7]، والإطلاع على واقع البحيرة ودراسة الكلفة والميزانية، تم اعتماد طريقة المسح التالية، الشكل (7):

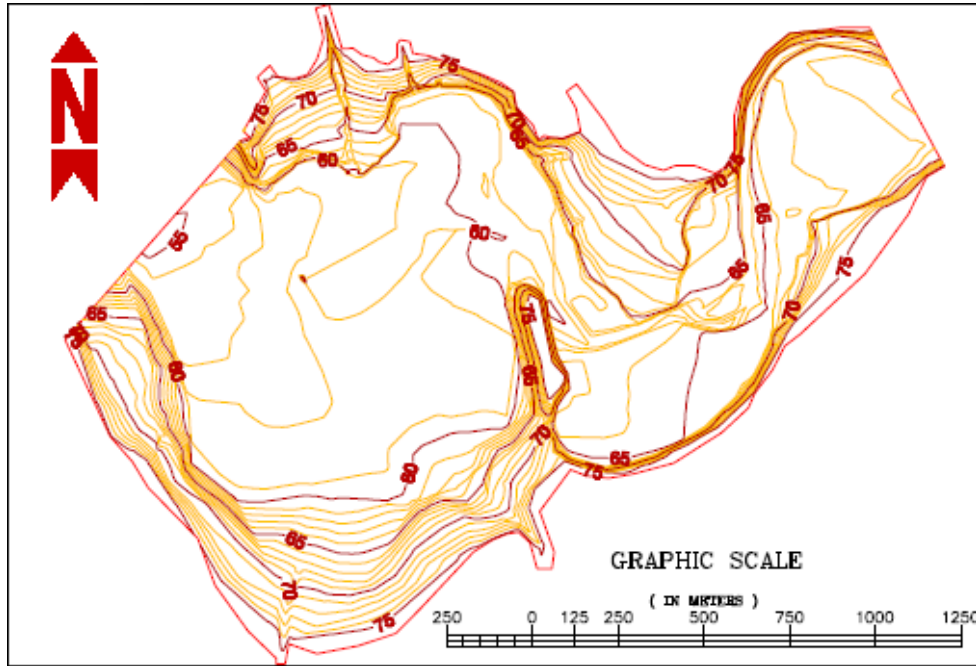
- تحديد الموقع الأفقي لزورق المسح باستخدام جهاز محطة متكاملة من نوع SOKKIA Set 1130R،
- قياس الأعماق بجهاز سبر يدوي يحوي شريط قياس يقيس حتى 50m مُدَرَّج كل 1cm مُدَعَم بسلك فولاذي رفيع كي لا ينقطع، ومزود بنهايته بقل وزنه حوالي 1Kg ، يساعد في بقاء شريط القياس مستقيماً ومشدوداً ويضمن وصوله للقاع،
- تم المسح وفق مسارات عرضية على محور البحيرة وتم مسح الضفاف - في حال كان منسوب الماء أقل من حد الامتلاء الكلي للبحيرة (المنسوب 75m) أو في المناطق التي لا يستطيع أن يسير فيها زورق المسح لقلة العمق - بعملية مسح طبوغرافي بنفس الجهاز المستخدم.



الشكل (7) معدات المسح الهيدروغرافي المستخدمة في مسح عام 2017 (المحطة المتكاملة وسلك السبر المركب على الزورق) بانتهاء أعمال المسح، تم نقل النتائج إلى برنامج Land Desktop 2009 وتم استخدامها مع خط الحدود المعتمد سابقاً لكل منطقة من أجل تشكيل سطح قاع البحيرة وضافها المغمورة بالمياه، بعد ذلك تم تعديل تلك السطوح كما في الحالات السابقة. يظهر الشكل النهائي لسطح كل منطقة ممثلاً بخطوط التسوية في الشكلين (7) و (8).



الشكل (8) مخطط منطقة مشقبتا من البحيرة بخطوط تسوية بتباعد 1m لمسح عام 2017 ، يظهر الخط المغلف حدود منطقة العمل وهي الحدود نفسها التي استخدمت في مخطط فترة ما قبل إنشاء السد المرقمن



الشكل (9) مخطط منطقة ذيل البحيرة بخطوط تسوية بتباعد 1m لمسح عام 2017 ، يظهر الخط المغلف حدود منطقة العمل وهي الحدود نفسها التي استخدمت في مخطط فترة ما قبل إنشاء السد المرقيم

تم تشكيل السطح الثاني ثم تم حساب كمية الخزين المائي كما في المراحل السابقة، وكانت النتائج في الجدولين (5) و (6) أدناه، حيث أن الرقم الموجود في حقل Fill يعبر عن كمية الماء الموجودة بين السطحين: قاع البحيرة وسطح ماء حالة الامتلاء

الجدول (5) جدول نتائج حساب حجم الخزين المائي لمنطقة مشقينا من مسح عام 2017

Site Volume Table			
Cut/cu.m.	Fill/cu.m.	Net/cu.m.	Method
0	3,660,220.00	3,660,220.00	Composite

الجدول (6) جدول نتائج حساب حجم الخزين المائي لمنطقة ذيل البحيرة من مسح عام 2017

Site Volume Table			
Cut/cu.m.	Fill/cu.m.	Net/cu.m.	Method
0	28,211,271.00	28,211,271.00	Composite

1.5 . حساب حجم الرسوبيات في البحيرة

من أجل مقارنة كميات الخزين المائي لكل منطقة، وبالتالي كميات الرسوبيات يمكن تجميع الجداول السابقة في الجدولين (7) و (8) التاليين:

الجدول (7) تجميع نتائج حجوم الخزين المائي لمنطقة مشقينا من كل عمليات المسح

Site Volume Table			
Cut/cu.m.	Fill/cu.m.	Net/cu.m.	موعد المسح
0	2,244,525.50	2,244,525.50	1952
0	3,647,509.00	3,647,509.00	2014
0	3,660,220.00	3,660,220.00	2017

الجدول (8) تجميع نتائج حجوم الخزين المائي لمنطقة ذيل البحيرة من كل عمليات المسح

Site Volume Table			
Cut/cu.m.	Fill/cu.m.	Net/cu.m.	موعد المسح
0	38,065,450.00	38,065,450.00	1952
10,226.00	28,462,746.00	28,452,520.00	2014
0	28,211,271.00	28,211,271.00	2017

سيتم الآن حساب كميات الرسوبيات، من خلال طرح كميات المياه المحسوبة من عمليات المسح المتلاحقة لكل منطقة، فإذا كانت الكمية سالبة، فهذا يعني أن كميات المياه قد نقصت عبر الزمن، ليحل محلها رسوبيات، وإذا كانت موجبة فهذا يعني أن كميات المياه قد زادت عبر الزمن، بسبب زيادة سعة منطقة التخزين، أي أن المنطقة قد تأثرت بعمليات حت أو انجراف للتربة. نتائج عمليات الحساب لكلا المنطقتين مبينة في الجدول (9).

الجدول (9) حساب كميات الرسوبيات لكلا المنطقتين بين فترات المسح المختلفة (بالمتر المكعب) من خلال كميات الخزين المائي

المنطقة	حجم الماء من مسح عام 1952	حجم الماء من مسح عام 2014	حجم الماء من مسح عام 2017	الرسوبيات بين 1952-2014	الرسوبيات بين 2014-2017
	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³
مشقينا	2,244,525.5	3,647,509.0	3,660,220.0	1,402,983.5	12,711.0
ذيل البحيرة	38,065,450.0	28,462,746.0	28,211,271.0	-9,602,704.0	-251,475.0

تبلغ مساحة منطقة البحيرة القريبة من قرية مشقينا **44.959 hectares** في حين تبلغ مساحة منطقة ذيل البحيرة **268.275 hectares**، بالتالي بتقسيم حجم الرسوبيات (أو الانجراف) على المساحة، يمكن حساب كمية الرسوبيات بالهكتار أو بالمتر المربع، ويتقسيم هذه الكمية على عدد السنوات، يمكن حساب المعدل السنوي (بشكل وسطي)، كما في الجدولين (10) و (11).

الجدول (10) حجوم الرسوبيات ومعدلاتها في وحدة المساحة لمنطقة مشقينا بين فترات المسح المختلفة

فترة المسح	كمية الرسوبيات m ³		معدل الانجراف السنوي m ³	
	في الهكتار	في المتر المربع	بالمتر المربع	بالهكتار
1952-2014	31,205.84	3.12	0.05	503.32
2014-2017	282.72	0.03	0.01	94.24
1952-2017	31,488.57	3.15	0.05	484.44

الجدول (11) حجوم الرسوبيات ومعدلاتها في وحدة المساحة لمنطقة ذيل البحيرة بين فترات المسح المختلفة

فترة المسح	كمية الرسوبيات m ³		معدل الترسيب السنوي m ³	
	في الهكتار	في المتر المربع	بالمتر المربع	بالهكتار
1952-2014	-35,794.26	-3.58	-0.06	-577.33
2014-2017	-937.38	-0.09	-0.03	-312.46
1952-2017	-36,731.63	-3.67	-0.06	-565.10

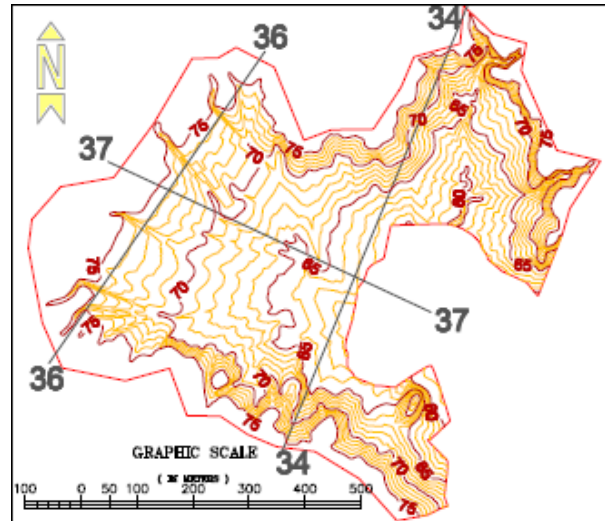
النتائج والمناقشة:

سيتم تحليل نتائج كل منطقة على حدى

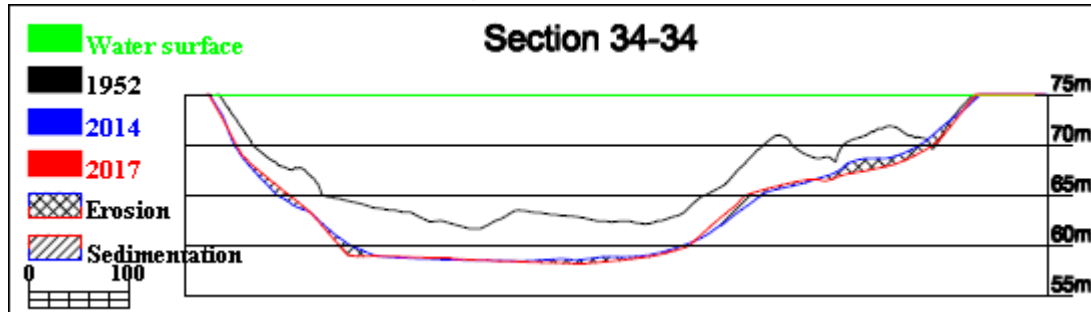
1. منطقة البحيرة قرب قرية مشقينا:

يلاحظ من الجدول رقم (9) أن حجم الماء في تزايد مستمر، منذ فترة ما قبل إنشاء السد حتى تاريخ آخر مسح عام 2017 ويلاحظ أيضاً من الجدول (10) أن معدل الانجراف السنوي قد انخفض مع الزمن من سماكة 5cm إلى 1cm ($0.05m^3/m^2 = 0.05m$)، وبالتالي فإن المنطقة قد تعرضت لعمليات حت أو إنجراف بشكل عام وليس لترسيب، وهذا منطقي لأن المنطقة لا تحوي روافد إلى البحيرة، وبالتالي ليس هناك رواسب، إذاً قد تكون العملية في هذه المنطقة هي عملية انجراف للضفاف والقاع نتيجة السيول الناتجة عن الأمطار التي تهطل في بداية الشتاء كون البحيرة في هذه الفترة تعاني من انخفاض في منسوب المياه، للتحقق من هذا الأمر تم إجراء مجموعة من المقاطع النموذجية العرضية والطولية في المنطقة، مواقعها مبينة في الشكل (10).

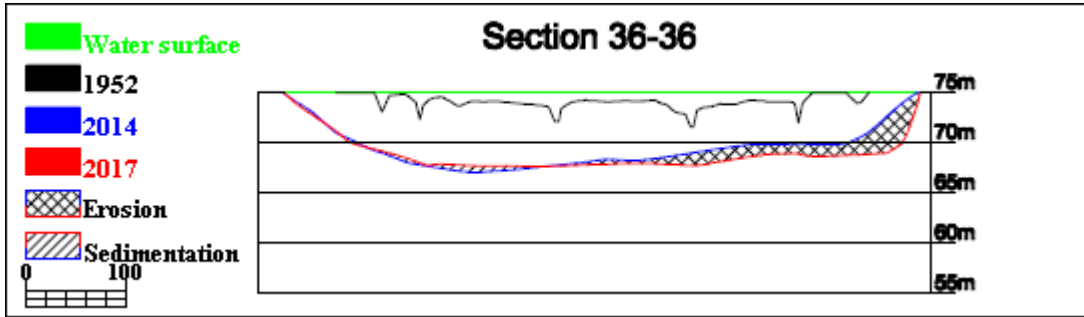
تم تركيب خط القاع لكل مقطع من المقاطع مع الخطوط الأخرى في مخطط واحد، ليظهر التباين في موقعه وليبين حقيقة افتراض وجود حت في المنطقة، كما تم التركيز على إظهار الحالة (حت أو ترسيب) بين مسحي 2014 و 2017 لمعرفة إن كانت تلك العملية مستمرة مع الزمن أم لا. المقاطع العرضية ومقطع طولي مبينة في الأشكال (11) و (12) و (13) أدناه.



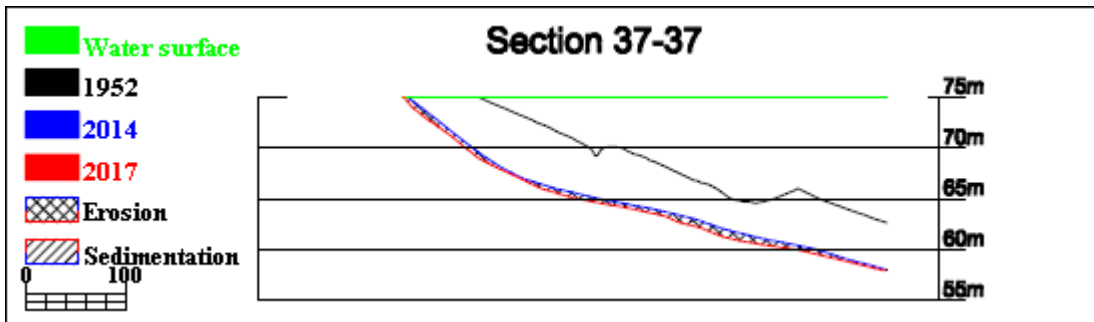
الشكل (10) مواقع المقاطع العرضية والمقطع الطولي لمنطقة البحيرة قرب قرية مشقينا



الشكل (11) المقطع العرضي 34-34 لمنطقة البحيرة قرب قرية مشقينا



الشكل (12) المقطع العرضي 36-36 لمنطقة البحيرة قرب قرية مشقينا



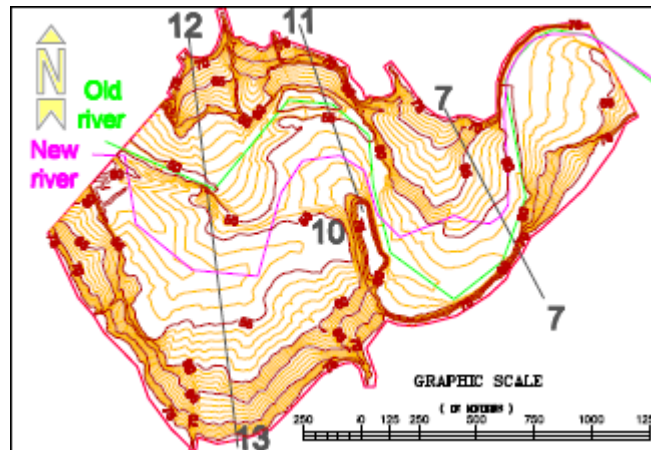
الشكل (13) المقطع الطولي 37-37 لمنطقة البحيرة قرب قرية مشقينا

يظهر بشكل واضح في المقاطع العرضية، أن موقع القاع الأصلي قد انخفض بمقدار يصل إلى خمسة أمتار. في حين أنه بين عامي 2014 و 2017 تفاوتت الحالة بين حت وترسيب، رغم أنه في كان الغالب حثاً وخاصةً في الضفاف. من ناحية أخرى، بما أن القاع في هذه المنطقة أعلى بأكثر من 25m من القاع الأعماق في البحيرة، فإنه من المتوقع أن يستمر بالانجراف بمعدلات بطيئة نحو المناطق الأعماق، وذلك في الفترة الفاصلة بين موسم انخفاض منسوب الماء وجفافه، وموسم بداية الأمطار التي تسبب السيول.

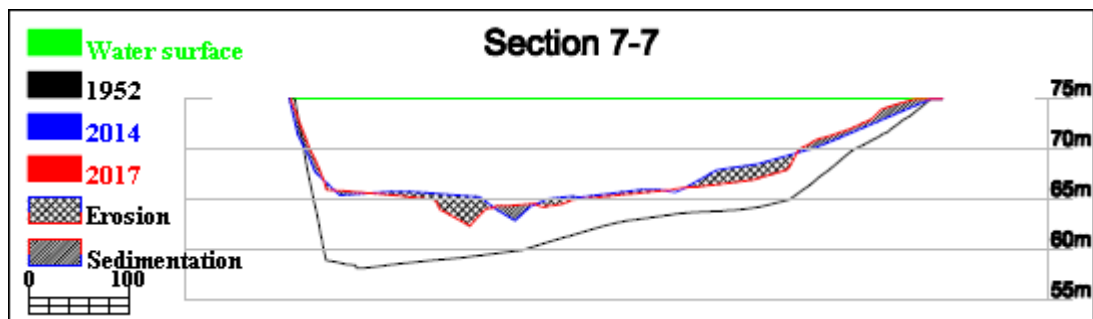
2. منطقة نيل البحيرة:

يلاحظ من الجدول رقم (9)، أن حجم الماء في هذه المنطقة في تناقص مستمر عبر الزمن، وبالتالي فإن المنطقة قد تعرضت لعمليات ترسيب بشكل عام، ويلاحظ أيضاً من الجدول (11) أن معدل الترسيب السنوي قد انخفض مع الزمن من سماكة 6cm إلى 3cm ، إن نهر الكبير الشمالي يحضر معه كميات كبيرة من الرسوبيات، وينضم إليه نهر زغارو قبل أن يدخل إلى المنطقة المدروسة، السؤال هو: هل ستسبب هذه الرسوبيات عائقاً في مجرى النهر؟ أم أنه سيتابع سيره فاتحاً مساره بالقوة في موسم الأمطار؟ أو سينحرف متخذاً مساراً آخر؟. يمكن التحقق من هذه الأمر من خلال مراجعة الأشكال (3) و (6) و (9) وتدرج خطوط التسوية، حيث يلاحظ أن النهر قد غير مساره متخذاً مساراً جديداً، الشكل (14).

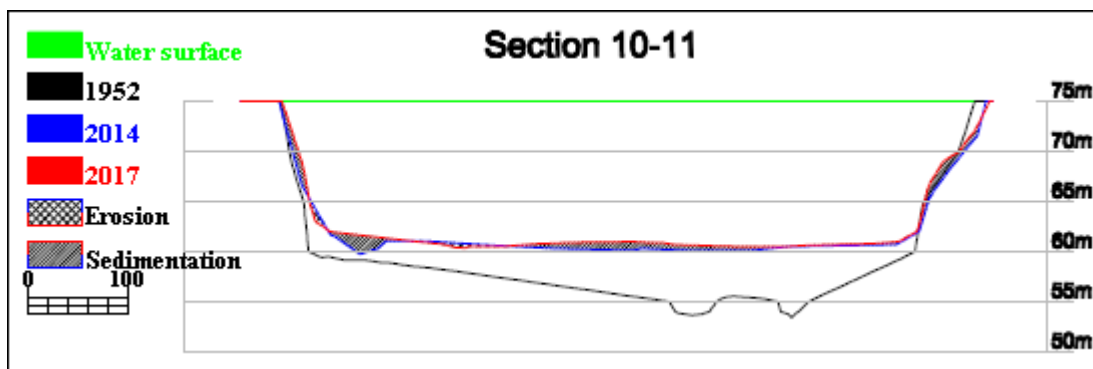
كما في الحالة السابقة تم إجراء مجموعة من المقاطع العرضية، مواقع هذه المقاطع مبينة في الشكل (14) بينما المقاطع العرضية مبينة في الأشكال (15) و (16) و (17) أدناه.



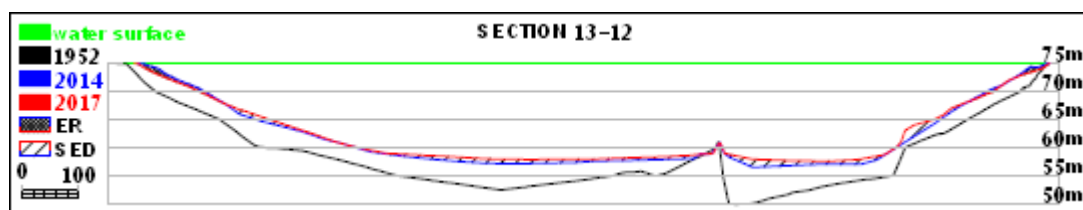
الشكل (14) مواقع المقاطع العرضية والمقطع الطولي في مجرى النهر الأساسي والموقع الجديد لمنطقة ذيل البحيرة



الشكل (15) المقطع العرضي 7-7 لمنطقة ذيل البحيرة



الشكل (16) المقطع العرضي 10-11 لمنطقة ذيل البحيرة



الشكل (17) المقطع العرضي 13-12 لمنطقة ذيل البحيرة

يظهر بشكل واضح في المقاطع السابقة أن قاع المنطقة المدروسة قد ارتفع بمقادير متفاوتة وصلت إلى 8m، أما بالنسبة لعمليتي المسح الأخيرتين فإنه كان يوجد بعض الانجراف في الضفاف أو القاع في المقاطع الأولية نتيجة تغير موقع مجرى النهر، إلا أن العملية في المقاطع الأخيرة تحولت إلى ترسيب وتلاشٍ لموقع المجرى تقريباً.

الاستنتاجات والتوصيات:

الاستنتاجات:

1. إن منطقة البحيرة القريبة من قرية مشقيتا عانت ولا تزال تعاني من حت لضفافها وانجراف لقاعها، وصل حتى 5m منذ أول مسح حتى الآن، إلا أن هذه العملية بدأت بالتباطؤ عبر الزمن، حيث انخفض معدل الانجراف السنوي من 5cm إلى 1cm .
2. إن المنطقة القريبة من ذيل البحيرة، قد تعرضت لترسيب وارتفاع في منسوب القاع وصل إلى 8m . وأن معدل الترسيب تغير من 6cm سنوياً إلى 3cm بين عامي 2014 و 2017
3. لوحظ في منطقة الذيل انجرافاً في بعض مناطق القاع أو الضفاف، في المقاطع الأولى (من جهة التيار)، كنوع من إعادة تنظيمٍ طبيعيٍّ للمجرى ولميول الضفاف بسبب غزارة النهر والأمطار.
4. أظهرت الدراسة أنه بشكل عام لا توجد نزعة ثابتة لحالة الحت أو الترسيب في القاع أو لكمياتها، بل يتعلق ذلك بغزارة الأمطار والنهر أو بمدة الجفاف في المنطقة.
5. إن انخفاض منسوب التخزين بشكل كبير، له تأثير سلبي على القاع والضفاف، خاصة إذا تلا ذلك موسم غزير الأمطار، فالقاع والضفاف الجافة والمنتشقة والمفككة سيصبحون عرضة لسيول جارفة، فتتحول حبيباتهم إلى الحالة الطينية السائلة، وتنتقل مع مياه السيل إلى مناطق اخفض، لاحظ الشكل (18).
6. أظهرت المقاطع العرضية وتدرج خطوط التسوية تغيراً في موقع مجرى النهر إلا أن المجرى لم يعد ظاهراً بشكل فعلي في بعد المقطع 10-11
7. إن الطرق الطبوغرافية والهيدروغرافية في مسح منطقتي الدراسة قد أعطتا تعبيراً واضحاً عن شكل القاع وتغيراته عبر الزمن عبر خرائط مزودة بخطوط تسوية تمكّن من تثبيت أو توثيق حالة القاع في فترة المسح
8. أعطت الطرق الطبوغرافية حساباً واقعياً للكميات المنجرفة أو المترسبة لا يعتمد على قيم تنبؤية أو معادلات تجريبية كما هو الحال في دراسات الهندسة المائية، بل ويعتبر هذا الحساب معياراً للتحقق من تلك القيم أو المعادلات.



الشكل (18) تأثير السيول على القاع المتشقق والمفكك

التوصيات:

1. زراعة شبكة من النقاط الجيوديزية في محيط البحيرة في مناطق ثابتة غير قابلة للغمر مقابل تفرعات البحيرة وجسمها الأساسي، من أجل استخدامها في عمليات مراقبة القاع والصفاف.
2. إعادة مسح مناطق البحيرة التي يتكشف فيها القاع كلما سنحت الفرصة لذلك، يمكن أن يتم ذلك بالطرق الطبوغرافية وقد لا يكون مكلفاً
3. التأكيد على مسح القاع والصفاف بشكل خاص بعد مواسم الجفاف لمراقبة عمليات الانجراف ودراسة تأثيرها على الصفاف التي تعلوها وعلى حجم التخزين
4. كتنوصية عامة مرتبطة بصعوبات تنفيذنا للبحث فإننا نوصي بأرشفة كافة المخططات الورقية حتى القديمة منها بشكل رقمي من خلال مسحها بماسح الضوئي (scanner) قبل فوات الأوان، وفي حال توفر الوقت والكادر الفني المختص، إرجاعها ورقمنتها لتواكب التطور التقني الحديث، ويجب حفظ ذلك الأرشيف الرقمي سواء في المديرية المحلية المختصة أو حتى على مستويات أعلى وصولاً للوزارات ذات الصلة.
5. البحث في إمكانية مسح أجزاء من البحيرة كبديل عن مسحها بالكامل من أجل التوفير في الكلفة والوقت.

References:

- [1] FERRARI, R. & COLLINS, K. - Erosion and sedimentation manual, Government Printing Office, 2006, ISBN 0160776287, Chapter 9 Reservoir Survey and Data Analysis, 66p
- [2] Al- Ansari, Nazeer; Shantawi, Amjad - *The Current Storage Capacity of the Sharhabil Bin Hasna Dam Reservoir* - Al-Manara Magazine, Volume 12, No. 2, 2006.
- [3] Hassan, Izz al-Din; and others - *Studying the Deafness in 6th of October Dam* - Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series Vol (41), No. (5), 2019.
- [4] Hammad, Munther - *Prediction of Sediment Distribution in the 16th of October Dam by Experimental Methods* - Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies Engineering Sciences Series Vol (41), No. (4), 2019.
- [5] Hassan, Izz al-Din; and others- *Calculating the Ratio Between the Amount of Sediments Resulting from Soil Water Erosion and the Amount of Sediments Transported in the Zagaro River* - Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series Vol (36), No. (2), 2014
- [6] ZARRIS, D. & LYKOUDI, E. - *Comparative analysis of different reservoir surveying methodologies for the optimum volumetric computation of fluvial sediment deposits*. IOSR Journal of applied geology and geophysics, Vol. 5 Issue 3, may,2017 pp 75-80.
- [7] Bubu, Ma'an - *Calculating the Current Storage Capacity and Sedimentary Volume in 16th October Lake Dam in Lattakia by Topographical Methods* - Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series Vol (41), No. (4), 2019.