# الخصائص المساحية لخزان سدَّي الموصل وحديثة

أ.د.محمود إبراهيم الجغيفي م.م.أوس طلك المعاضيدي
جامعة الأنبار – كلية التربية للعلوم الانسانية

## المستخلص

استخلصت الدراسة الى أن الخزن الفعلي للمياه داخل خزان سدي الموصل وحديثة لا يتساوى مع ما موجود فعلياً من مياه حالياً ، بسبب الارسابات المائية حيث تم تحديد ثلاث مستويات للأعماق داخل البحيرة وعلى فترات مختلفة (٢٠٠٠ ، ٢٠٠٩ ، ٢٠١٦) حيث توصل الدراسة أن نسبة ما تشغله المياه العميقة لخزان الموصل لا يتجاوز ٥٠.٨% في العام ٢٠٠٠ لتسجل العام ٢٠٠٩ ما نسبته ٦٧.٨% من مساحة الخزان التي تقلصت بشكل ملحوظ حيث كانت تبلغ مساحة الخزان في العام ٢٠٠٠ (١٦٣.٦كم٢) بينما في العام ٢٠٠٩ لم تتجاوز(١٣٦.٣كم٢) ليستمر بعدها تقلص الخزان وصولاً الى (١١٠.٢كم٢) في العام ٢٠١٦ مسجلة بذلك انحسار ما يقارب (٣٢.٧%) من المساحة المسجلة في العام ٢٠٠٠ كذلك ظهرت بشكل جلي مشكلة الارسابات في هذا العام حيث كانت نسبة المياه العميقة لا تتجاوز ٣٠.٦% من المساحة الكلية .

ولا يختلف خزان سد حديثة كثيراً عن ما هو الحال عليه بالنسبة للموصل حيث شكلت نسبة المياه العميقة في العام ٢٠٠٠ (٥٤.٩%) ، بينما كان عام ٢٠٠٩ الأقل منسوباً لخزان حديثة طوال فترة الدراسة حيث تقلصت مساحة الخزان من (٢٣٠.٢كم٢) في عام ٢٠٠٠ الى (١٠١.٣كم٢) في عام ٢٠٠٩ أي أنها انحسرت بنسبة ٥٦% ، وبلغت نسبة المياه العميقة في العام ٢٠١٦ (٣١.٢%) وهنا تظهر مشكلة الرسوبيات بشكل كبير والتي لابد من دراستها للحفاظ على ديمومة هذه المنظومة .

كذلك توصلت الدراسة الى تحديد أعلى وأقل وارد و تصريف مائي خلال فترة الدراسة الممتدة من أنشاء السديين الى تأريخ البدء في الدراسة ٢٠١٥ ،حيث سجل شهر نيسان العام ١٩٨٨ اعلى وارد مائي لخزان الموصل (٣٢٧٥م٣/ثا) بينما سجل شهر آب من العام ٢٠١٤ اقل وارد (٧٥م٣/ثا) ، بينما كان اعلى وارد مائي لسد حديثة في عام ١٩٨٨ ايضاً لكن في شهر مايو (أيار) (٢٩٩٠م٣/ثا) واقل وارد مائي سجله شهري تموز وآب من العام ٢٠١٥ (٦٠م٣/ثا).

**Abstract:**

The study concluded that the actual storage of water inside the dam of Mosul and Haditha is not equal to the actual water present due to water sediments. Three levels of depths were identified within the lake at different periods (2000, 2009, 2016). The deep water of the Mosul reservoir is not more than 50.8% in 2000, recording 67.8% of the total area of the reservoir in 2009, which shrank significantly. The area of the reservoir in 2000 was 163.6 km2, while in 2009 it did not exceed 136.3

km2. (110.2 km 2) in 2016, recording a decline of approximately (32.7%) of the area Registered in 2000. The problem of arsenals in this year was also evident. The deep water ratio was only 30.6% of the total area. The reservoir of Haditha Dam is very different from that of Mosul, where the percentage of deep water in 2000 was 54.9%, whereas in 2009 the lowest was attributed to the modern tank during the study period. The reservoir area decreased from 230.2 km2 in 2000 to 101.3 km 2) in 2009, ie, it has fallen by 56%, and the depth of water in 2016 (31.2%). Here, the problem of sediment is very large and should be studied to maintain the sustainability of this system. In April 1988, the highest water intake of Mosul tank (3275 m 3 / s) was recorded, while the month of August of 2014 was lower. (75 m 3 / s), while the highest water intake for the modern dam was also in 1988 but in May (2990 m3 / s) and the lowest water availability recorded in July and April 2015 (60 m3 / s).

**مواصفات سد الموصل:**

يعتبر سد الموصل من السدود الركامية و يقع على بعد ٥٠ كم تقريبا شمال غرب الموصل ، كما أنه يحتوي على لب غير نفاذ ، وإن اعلى ارتفاع للسد هو ١٢٩ متر و عرض قاعدته ١٢٩ متر ، بينما تبلغ مساحة بحيرته ٤١٧ كم٢ ، أما الخزان الذي يكونه السد فيحتوي على ماء مخزون حجمه ١١.١١٠ مليار متر مكعب عند أعلى ارتفاع لمستوى سطح الخزان (٣٣٠ متر فوق مستوى سطح البحر ) و يحتوي على ماء مخزون حجمه عند أدنى مستوى ٢.٩٥٠ (٣٠٠ متر فوق مستوى سطح البحر ) ، وعلى هذا الاساس فأن حجم الماء المخزون والذي من الممكن الاستفادة منه هو ٨.١٦٠ مليار متر مكعب يستعمل للأغراض الاروائية و أنتاج الطاقة الكهرومائية .

وفي حالة حدوث فيضانات عالية يتوفر مخزون اضافي يقدر بحوالي ٢.٠٣٠ مليون متر مكعب من الماء بين المستويين ٣٣٠-٣٣٥ متر فوق مستوى سطح البحر (١).

بدا العمل به عام ١٩٨٠ وانجز في عام ١٩٨٦ لأغراض متعددة(٢):

١- تخزيني تحكمي للسيطرة على نهر دجلة عند دخوله الاراضي العراقية .

٢- لإنتاج طاقة كهربائية تتراوح بين (٨٠٠-١٠٠٠) ميغاواط.

٣- ارواء مساحة قدرها ٣,٥ مليون دونم لمحافظات الموصل وبغداد والكوت والناصرية والعمارة الاراضي القابلة للزراعة على جانبي نهر دجلة وارواء منطقة الجزيرة من بحيرة السد عن طريق قناة مائية طولها ٦٥ كم وسعة تصريفها ١٧٠متر مكعب بالثانية .

٤- ان الايراد المائي لنهر دجلة قرب السد حوالي ١٨،٤٤ مليار متر مكعب سنويا.

**الصورة رقم (١) سد الوصل**

**المصدر / شبكة المعلومات العنكبوتية ، google .**

- **مواصفات سد حديثة :-**

يقع مشروع سد حديثة على بعد ٧ كيلومتر شمال غرب مدينة حديثة ، و يبلغ طول السد (٨٢٥٠) متر منها (٥٠٠) متر جسم السد الكونكريتي الذي يقطع مجرى النهر و بارتفاع (٥٧) متر ، أما الاجزاء الباقية فهي من الاملاء الركامي الترابي و بأطوال (٣٣٠٠) متر على الضفة اليمنى للنهر و (٥٥٠٠) متر على الضفة اليسرى ، ويحتوي السد على ستة فتحات عرض كل منها (١٧،٥) متر ، كما يحتوي السد على محطة كهرومائية بسعة (٦٦٠) ميكا واط .

تبلغ المساحة السطحية للخزان (٥٠٠)كم ٢ عند منسوب الخزن الاعتيادي و البالغ (١٤٧)مترا فوق مستوى سطح البحر ، يستلم الخزان مياهه من نهر الفرات مباشرة ويستوعب خزناً مقداره (٨،٢٨) مليار متر مكعب عند أعلى منسوب للخزن والبالغ (١٥١)متر فوق مستوى سطح البحر ، ويبلغ المنسوب التشغيلي الاعتيادي للخزان (١٤٣) متر و تكون السعة الخزنية المقابلة (٦،٤٦)مليار متر مكعب ، اما أوطأ منسوب لتشغيل فهو (١٢٩،٥) متر و تكون السعة الخزنية المقابلة له (٢،٣٩) مليار متر مكعب ، أما منسوب الخزن الميت فهو (١١٢) متر وتبلغ كمية الخزن عنده (٠،٢٣) مليون متر مكعب(٣) .

أن الغرض الرئيسي الذي انشأ من اجله السد :-

- تكوين خزان مائي للسيطرة عل نهر الفرات بعد دخوله الاراضي العراقية .
- درء اخطار الفيضانات و تنظيم تصريف المياه .
- توليد الطاقة الكهرومائية وبسعة (٦٦٠) ميكا واط .

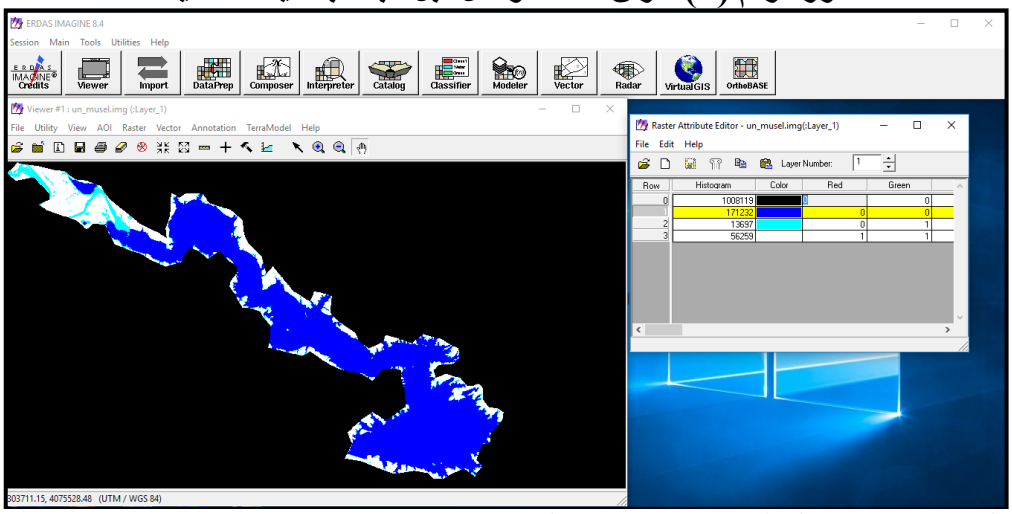
**صورة رقم (٢) سد حديثة**

**المصدر/ الدراسة الميدانية لسد حديثة ٢٠١٦/٦/٢١ .**

يهدف هذا الفصل الى دراسة الابعاد المساحية لخزان بحيرتي سد الموصل وسد حديثة بالاعتماد على تحليل الصور والمرئيات الفضائية واستخدام الوسائل الحديثة للحصول على البيانات ، لذلك تم الاعتماد على برامج الاستشعار عن بعد لدراسة خصائص الخزانين و بيان المشاكل التي تواجهها ، و الحيلولة دون وقوع مشاكل في هذا الصدد .

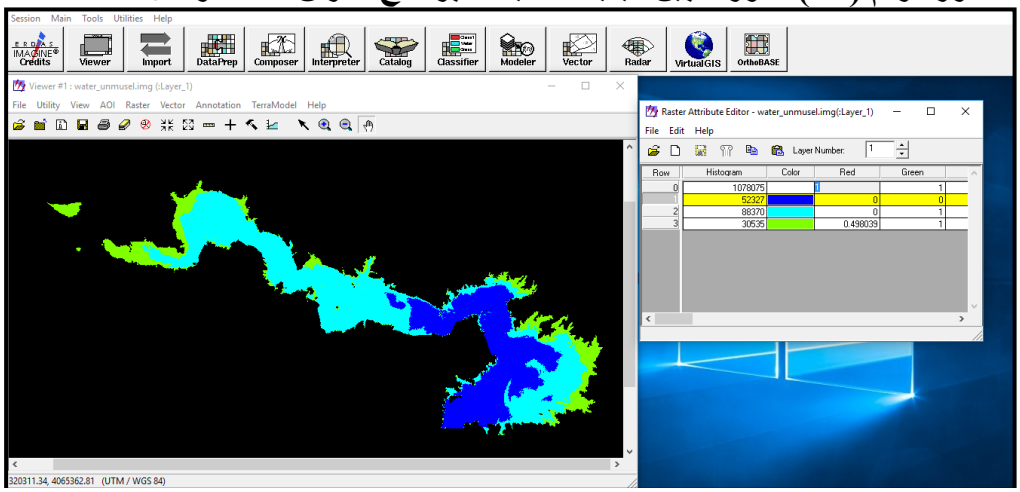
تعد هذه الدراسة من الدراسات النادرة في هذا المجال ، حيث تم استخدام برامج على مستوى عالي من الدقة للحصول على معلومات دقيقة عن موضوع الدراسة ، حيث تم الاستعانة ببرامج ERDAS IMAGE في الدراسة وذلك بعمل تصنيف غير موجه للخزان الفعلي لإعطاء قيم لأماكن الترسيب داخل الخزان لاحظ الصورة (٣ ) و ( ٤) .

**الصورة رقم (٣) خزان سد الموصل قبل البدء بعملية التصنيف**




**المصدر / من عمل الباحث بالاعتماد على برنامج ERDAS IMAGE8.4 .**

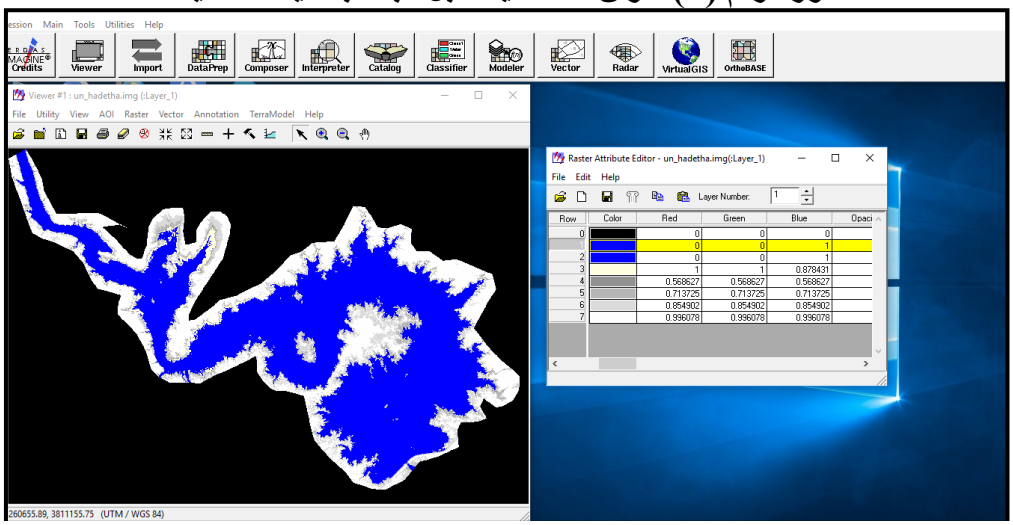
**الصورة رقم ( ٤ ) صورة تبين كيفية تصنيف البرنامج لخزان سد الموصل**




**المصدر / من عمل الباحث بالاعتماد على برنامج ERDAS IMAGE8.4 .**

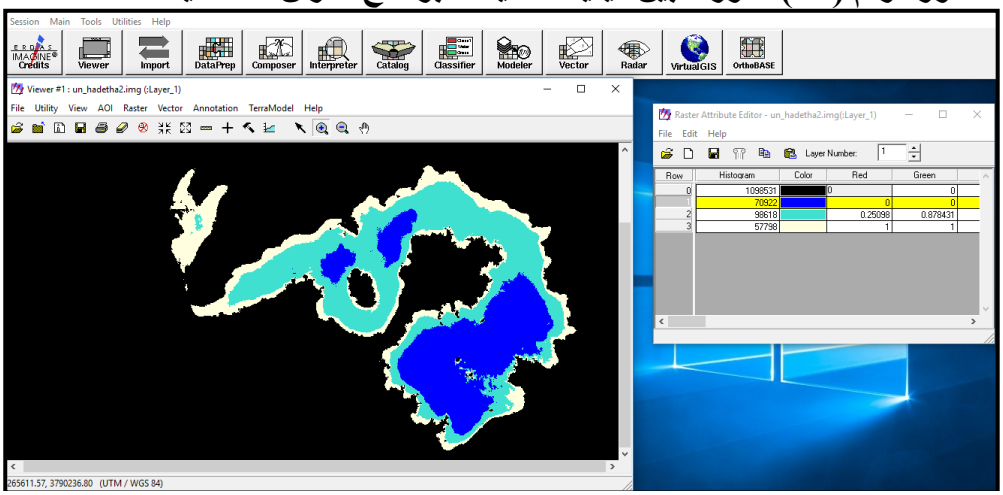
والحال نفسه ينطبق على دراسة خزان سد حديثة ، لاحظ الصورة ( ٥ ) و (٦) .

**الصورة رقم (٥) خزان سد حديثة قبل البدء بعملية التصنيف**




**المصدر / من عمل الباحث بالاعتماد على برنامج ERDAS IMAGE8.4 .**

**الصورة رقم ( ٦ ) صورة تبين كيفية تصنيف البرنامج لخزان سد حديثة**




**المصدر / من عمل الباحث بالاعتماد على برنامج ERDAS IMAGE8.4 .**

بعد اكمال التصنيف الغير موجه للمرئية يتم استدعائها الى برنامج Arc Map G.I.S. لعمل خطوط كنتورية للأعماق و بيان اماكن الترسيب في كلا الخزانين .

**رابعاً: خصائص شكل الخزانات المائية للسدود:**

يعتبر تشييد السدود والخزانات حول العالم أحد أعظم الإنجازات البشرية لما لها من فوائد وعوائد اقتصادية وزراعية واجتماعية مثل التوليد الكهربائي والري وتوفير مياه الشرب والتحكم في الفيضانات وتسهيل حركة الملاحة وتوفير مناطق غنية بالثروة السمكية وغيرها من الفوائد، والسدود قد تنشأ لهذه الأسباب مجتمعة أو لجزء منها، ولكنها في نفس الوقت تؤثر

على طبيعة ومورفولوجية النهر أو المجرى المائي بتغييرها للنظام الديناميكي أعلى وأسفل السد.

ومع تزايد الوعي بأهمية دراسة عمليات التعرية والترسيب والتي تحدث نتيجة للأعمال المدنية الكبيرة على المجاري المائية والأنشطة الإنسانية المختلفة والعوامل المناخية والطبيعية، نحتاج تركيزا ودراسات متخصصة لتلك العمليات وتأثيرها على المستجمعات المائية والخزانات بمعرفة مصادر الأطماء(*) ومسارات انتقالها ومناطق ترسبها وتراكمها، حيث نجد أنه ووفقا للدراسات الحديثة فإن حوض التخزين – بأي خزان – يخسر سنويا حوالي نسبة ١% من سعته التخزينية بسبب الإطماء والترسيب، مما يعني خسارة نصف السعة التخزينية بعد ٥٠ سنة فقط من بداية تشغيل الخزان، وما يعنيه ذلك من عواقب سالبة على البيئة والفوائد المرتجاة من مشروعات المنشآت المائية والخزانات بصورة أكثر تحديدا(٤).

تنتقل الأطماء وفقا لقوة التيار الذي يحملها ووفقا لحجم الحبيبات وكثافتها وشكلها بحيث تكون قوة الرفع والجر أكبر من قوة الترسب وفقا لكتلة الحبيبات، فنجد أنه بالنسبة للحمولة العالقة تكون قوة الرفع أكبر من قوة الترسب بينما لحمولة القاع تكون قوة الرفع والجر أصغر من قوة الترسب ولكنها ما تزال كافية لتحريك الأطماء عبر قاع المجرى المائي.

يبقى الإطماء هو المهدد الأول للسدود والخزانات، ويبقى أمرا وقعا لا محالة، ولكن يمكن تلافي مشاكل الإطماء والتقليل منها بإدارة المنطقة أعلى حوض التخزين، وذلك بتحديد المناطق التي تساهم أكثر في زيادة الإطماء وإعطاءها أولوية أعلى في عمليات التحكم في التعرية، بالإضافة إلى دراسة العوامل التي توثر على الإطماء في حوض التخزين.

ينتج عن تراكم الرواسب في الخزانات اقلال العمر المفيد لها .وحينما يتم تراكم الرواسب في الخزان فلا يصبح للموقع قيمة لتخزين المياه ، حيث ان المواقع الجيدة المناسبة لأنشاء السدود محدودة جدا ، لذلك لا يقتصر الامر عندئذ على خسارة مالية كبيرة ولكن يتعداه بفقد مصدر طبيعي لا يمكن تعويضه ، فعند تخطيط مشروعات الري يجب ان يؤخذ في الاعتبار مدى تأثير تراكم الرسوبيات على الخزان ،كما (.يلزم اتخاذ كل الخطوات العملية لخفض معدل الترسيب او الاطماء في الخزان(٥).

يعمل سدّي الموصل و حديثة على حجز كميات كبيرة من الرواسب التي يحملها نهري دجلة والفرات الى الخزان ، وعدم السماح الا لنسبة قليلة جدا منها بالانتقال الى ما بعد السد مع المياه المنصرفة ، لذلك تحرم ملايين الهكتارات من الاراضي الزراعية من تلك الرواسب التي تعمل على تحسين خصوبة التربة لما تحتويه من عناصر و معادن تؤدي الى زيادة الانتاج .

لذلك تم دراسة الخزانين على ثلاث فترات مختلفة (٢٠٠٠ ، ٢٠٠٩ ، ٢٠١١) بمعدل ثلاث مقاطع عرضية لكل خزان خلال تلك الفترة ، والهدف منها توضيح المناطق التي تزداد فيها الارسابات لوضع الحلول و المعالجات التي تحول دون تأثر الخزان بهذه الارسابات .

يعني المقطع العرضي خط بياني يوضح طبيعة سطح الارض رأسيا على محور معين(٦) ، أي يوضح مواضع الارتفاع و الانخفاض ضمن المنطقة التي مر بها المقطع ، حيث يظهر الخط مرتفعا في المناطق التي يزداد فيها الترسيب و منخفضا في المناطق الاخرى.

و تأتي أهمية دراسة المقاطع العرضية في الدراسات الهيدرولوجية في مجالات عدة (٧):-

١- الاستفادة من قياس مساحة المقطع العرضي في معرفة كمية تصريف المياه المارة في المقطع خلال فترة زمنية محددة .

٢- تحديد مواضع التعرية و الارساب في قاع المجرى من خلال قياس عمق المياه في مواضع مختلفة.

٣- توضيح المناطق التي تعرضت الى التراجع أو التقدم في الضفاف بين فترة و اخرى .

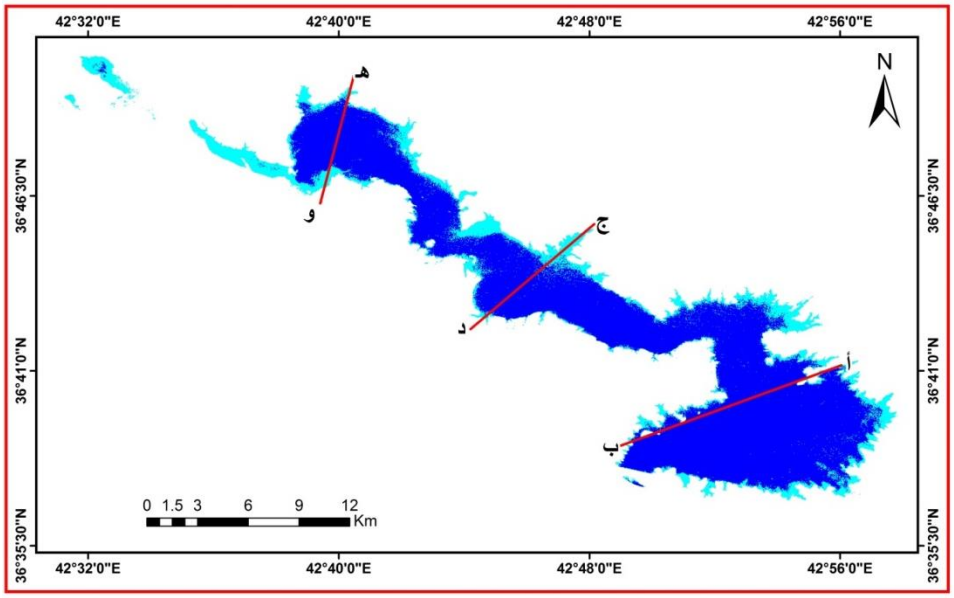
٤- بيان المواضع العميقة التي يتركز عندها الجريان و تزداد سرعته .

باستخدام حزم البيانات تحت الزرقاء المتخصصة بدراسة الاعماق للقمر الصناعي لاند سات٨ الحزم (١-٢-٣-٤ ) و لاند سات ETM الحزم ( ١-٢-٣ ) .أظهرت الدراسة للمرئية الفضائية لخزان سد الموصل للعام ٢٠٠٠ تركز الرسوبيات في اعلى الحوض بنسب أعلى مما عليه في منتصف و اسفل الخزان عند السد ، يرجع ذلك الى عملية الكري المستمرة في وقتها آنذاك حيث اعطيت أهميه قصوى للموارد المائية خلال فترة الحصار الاقتصادي واعتماد البلد على المنتجات الوطنية لسد الحاجة المتزايدة للسكان .

كذلك تظهر الدراسة تراكم الرسوبيات في الجانب الشرقي للخزان أكبر مما عليه في الجانب الغربي لبحيرة الموصل ، لذلك توصي الدراسة ذوي الاختصاص الاهتمام بهذا الامر لتخفيف الضغط الهيدروليكي الذي قد ينتج بسبب تركز الرسوبيات في جانب واحد مما يدفع المياه الى التوجه الى الجانب الاخر.

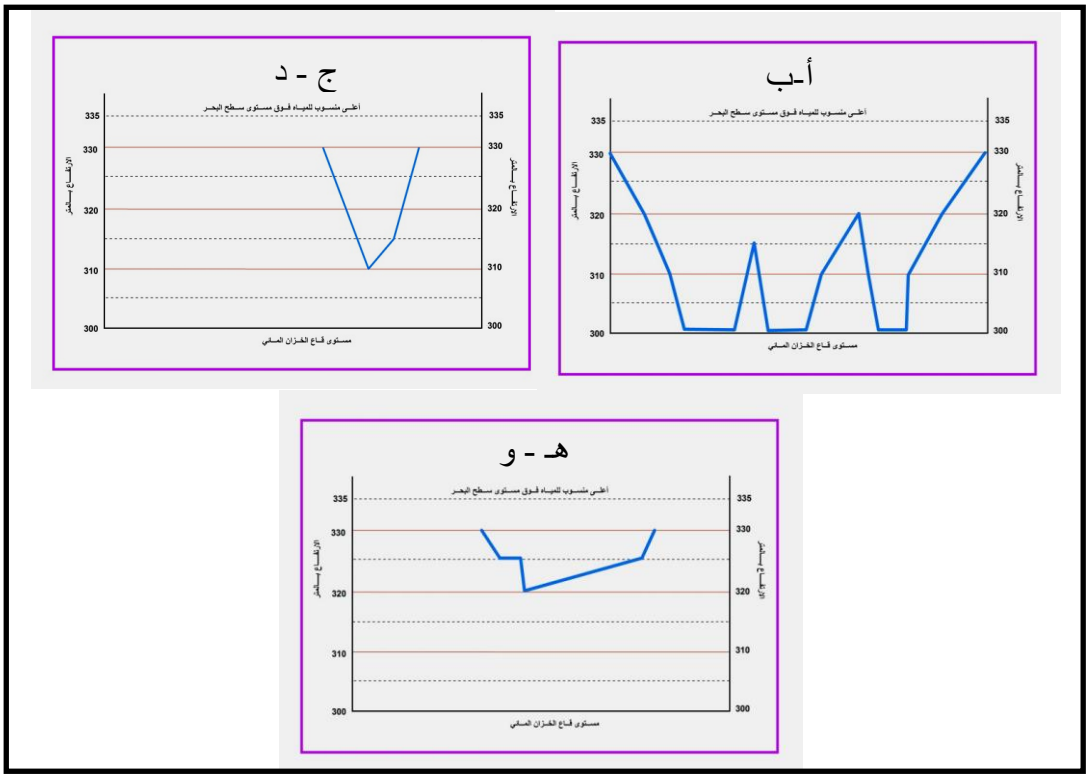
حيث بلغت نسبة المياه العميقة داخل الخزان ٨٣.١ كم٢ اي ما نسبته ٥٠.٨ % من مساحة الخزان الكلي ، بينما كانت المياه المتوسطة العمق تبلغ مساحتها ٤٨ كم ٢ وشكلت ما نسبته ٢٩.٣ % من مساحة الخزان والمقدرة في العام ٢٠٠٠ بـ ١٦٣.٦ كم٢ ، أما المساحة المتبقية ٣٢.٦ فكانت فيها المياه ضحلة و تقدر نسبتها بـ ١٩.٩ % من المساحة الكلية .، ومن تحليل المقاطع العرضية ( أ- ب) يظهر تراكم الرسوبيات في الجانب الأيسر بشكل جزئي يمكن ملاحظته بسهولة ، بينما يقل تراكم الرسوبيات بشكل أكبر في المقاطع (ج- د) و( هـ - و ) لاحظ الخريطة (١) والشكل (١).

**خريطة رقم (١) المقاطع العرضية المختارة لخزان سد الموصل للعام ٢٠٠٠**




**المصدر// من عمل الباحث بالأعتماد على مرئية القمر الصناعي لاند سات للعام ٢٠٠٠ الحزم (١- ٢- ٣ ).**

**الشكل رقم (١) الأرسابات المائية في خزان سد الموصل العام ٢٠٠٠**




المصدر : من عمل الباحث بالاعتماد على الخريطة رقم (٢).

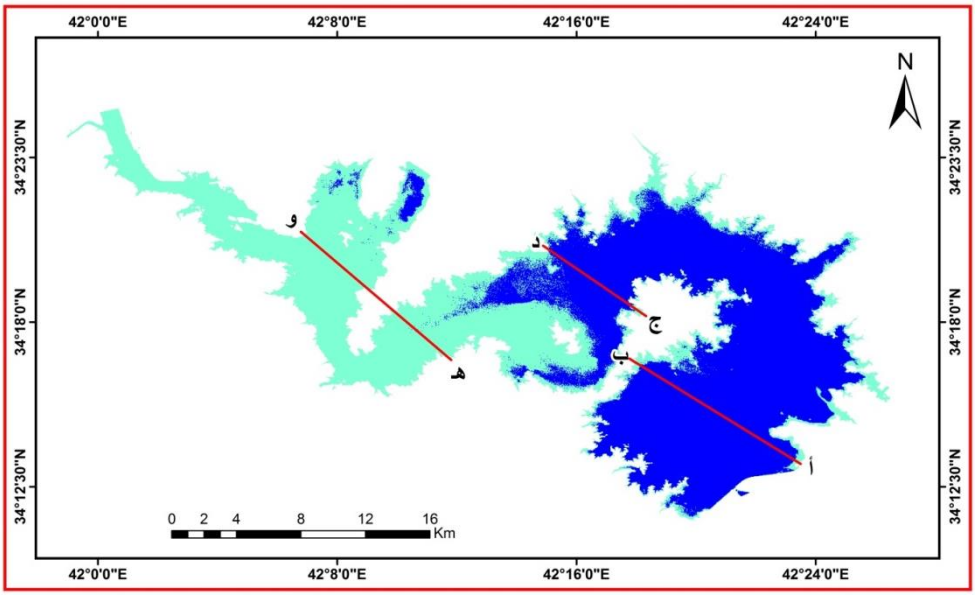
أظهرت الدراسة لخزان سد حديثة للعام ٢٠٠٠ بالاعتماد على مرئيات القمر الصناعي لاند سات ETM الحزم (١-٢-٣ ) ، أن كمية المياه المخزونة فعليا اقل مما تشير اليه الارقام ، حيث تظهر الاعماق ضحلة في وسط وشمال البحيرة وهذا ما يمكن ملاحظته بسهوله من خلال المرئية الفضائية .

حيث يؤثر سد حديثة على مجمل العمليات الجيومورفولوجية داخل مجرى النهر ولمسافة كبيرة جداً تتجاوز حدود منطقة الدراسة، إذ يعمل على تغير نظام جريان النهر وكمية التصريف بعده مباشرةً، فتنعكس آثاره على العمل النهري من حت ونقل وإرساب، والتي يزداد نشاطها مع ارتفاع كمية التصريف، لذلك تنشط في مواسم الفيضان، ويقل نشاطها بانخفاض المناسيب، وبما أن السد يتحكم بكمية المياه المنصرفة بعده التي تكون بكميات متقاربة في جميع المواسم تقريباً، لذا يضعف العمل النهري، فتنعكس آثاره على شكل المجرى، فتكون المياه سريعة الجريان في بداية تدفقها من السد مما يزيد من عمليات الحت والنقل إلا أنها تنخفض بالابتعاد عنه، وتتحكم عوامل أخرى مثل درجة الانحدار وسعة المجرى وكمية المياه ووجود الالتواءات والمنعطفات، إذ ينتج عن انخفاض السرعة ترسيب ما تحمله تلك المياه من رواسب وبشكل تدريجي: الخشنة ثم المتوسطة فالناعمة التي تستمر إلى مسافة أطول لخفة وزنها وسهولة نقلها الى مسافات أبعد، ومن المعروف أن الغرض الرئيس من إنشاء السدود والخزانات على مجاري الأنهار هو السيطرة على الفيضانات بالدرجة الأولى، ومن ثم الاستفادة من المياه المخزونة وفق ما تتطلبه الحاجة، مما أجبر اغلب الدول التي تمر عبر أرضيها مجاري الأنهار على إقامة السدود لتحقيق المكاسب دون الاكتراث إلى ما سينتج عن ذلك من مشاكل(٨).

بذلك يظهر تأثير السد على عمليات التعرية داخل وخارج الخزان بالقدر نفسه ، وهنا ظهرت الحاجة الى عمل مقاطع عرضية للخزان لبيان كمية الترسيب واماكن تواجدها في بحيرة حديثة ، فمن تحليل المقطع (أ- ب) يتضح أن الحوض يكاد يكون بشكل مثالي من حيث عمق المياه ، كذلك كان المقطع( ج – د ) لكن ما يلاحظ على المقطع العرضي (هـ - و) هو كثرة الارسابات واتخاذ عمق البحيرة شكلا بعيد عن المثالية وذلك بسبب كثرة الارسابات الداخلة الى البحيرة والناتجة عن اختلاف اقيام سرعة المياه . لاحظ الخريطة (٢)والشكل (٢).

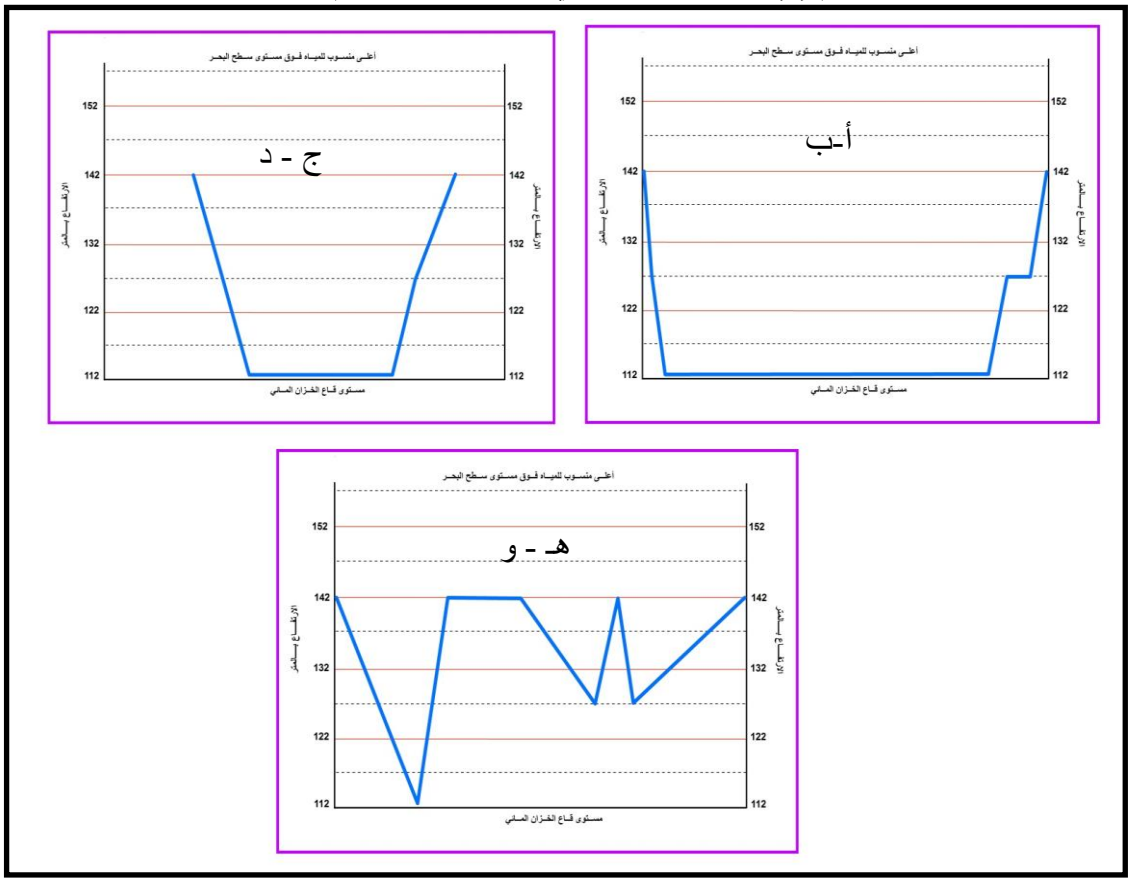
من تحليل المرئية الفضائية يتضح بأن المياه العميقة شغلت مساحة تقدر بـ ١٢٦.٣ كم٢ أي ما نسبته ٥٤.٩ % من مساحة خزان حديثة للعام ٢٠٠٠ ، بينما كانت المياه المتوسطة العمق تنتشر على مسافة ٦٩.٩ كم٢ وكانت نسبتها ٣٠.٤ % ، أما المياه الضحلة كانت قد اخذت حيز مساحته ٣٤كم٢ بنسبة ١٤.٨% من المساحة الكلية للخزان والبالغة ٢٣٠.٢ كم٢ .

خريطة رقم (٢) المقاطع العرضية المختارة لخزان سد الموصل للعام ٢٠٠٠




المصدر/ من عمل الباحث بالأعتماد على مرئية القمر الصناعي لاند سات للعام ٢٠٠٠ الحزم (١-٢-٣)

الشكل رقم (٢) الأرسابات المائية في خزان سد حديثة العام٢٠٠٠

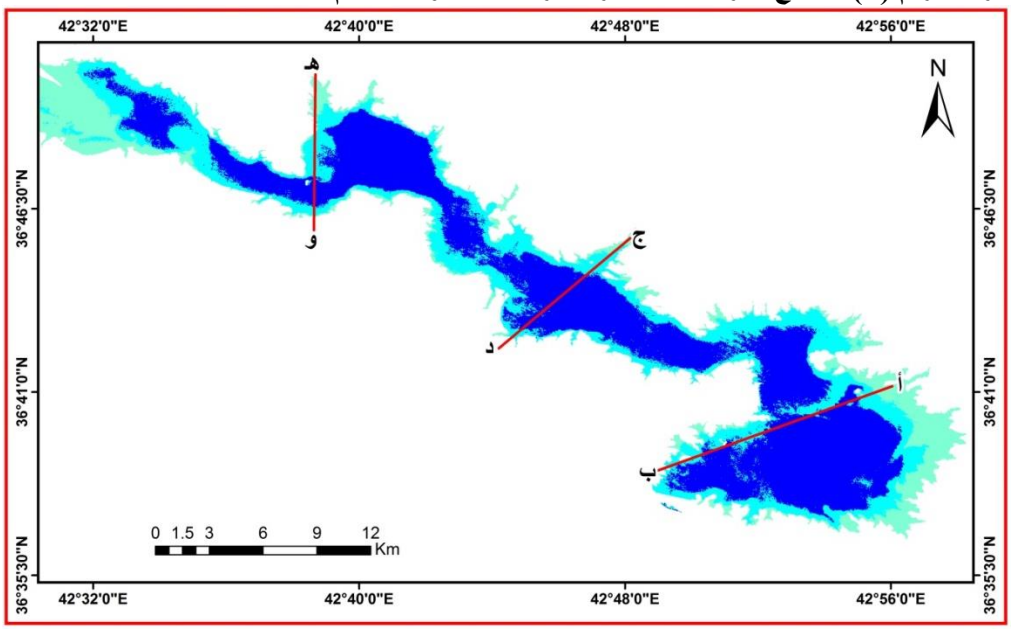



المصدر/ من عمل الباحث بالاعتماد على الخريطة رقم (٩)

اما في ما يخص خزان الموصل للعام ٢٠٠٩ أظهرت الدراسة تقدم الضفاف التي تعرضت الى الارساب و يمكن ملاحظتها بسهولة على طول امتداد البحيرة ، وكذلك تم الكشف عن المواضع العميقة التي يتركز عندها الجريان و تزداد سرعته . يجدر الاشارة الى ان الخزان يكاد يكون بعمق ثابت على طول البحيرة ، باستثناء المناطق الشمالية و الجانب الشرقي والغربي التي امتازت بزيادة كمية الارسابات ، في هذه الفترة بدأت تظهر مشكلة خطيرة تهدد عمر السد وهي تراكم الرسوبيات بشكل كبير بالجانب الشرقي للخزان عند المقطع أ- ب مما يزيد من الضغط الهيدروليكي المسلط على جسم السد بشكل كبير وهذا ما اغفلته الدراسة عند بناء السد ، من المقاطع العرضية (أ- ب ) و ( ج- د) و ( هـ - و) يمكن ملاحظة أن نسبة الترسيب في الجانب الايسر لبحيرة الموصل يكون أعلى مما عليه في الجانب الأيمن ، لاحظ الخريطة (٣) والشكل (٣) .

بلغت مساحة الخزان الكلية في العام ٢٠٠٩ ( ١٣٦.٣ كم٢ ) أي أن حجم الخزان بدأ بالتقلص مقارنة بالعام ٢٠٠٠ حيث بلغت مساحته وقتها أنذاك (١٦٣.٦كم٢) عندها بدأت تظهر المشكلة الثانية وهي تقلص حصة العراق من كمية المياه الكلية الواردة الى البحيرة وسوف يتطرق الفصل الثالث من الدراسة الى كمية الوارد والمطلق للسد ، شغلت المياه العميقة مساحة تقدر بـ ٩٢.٤ كم٢ بنسبة مقدارها ٦٧.٨% من المساحة الكلية و هي أكبر نسبة مسجلة في وقت الدراسة ، بينما كانت نسبة المياه المتوسطة العمق تقدر بـ ١٩.١% اي ما تعادل ٢٦.١كم٢ ، أما المياه الضحلة فكانت تحتل أقل مساحة وتقدر بـ ١٧.٩ كم٢ اي ما نسبته ١٣.١ % من المساحة الكلية .

**خريطة رقم (٣)المقاطع العرضية المختارة لخزان سد الموصل للعام ٢٠٠٩**

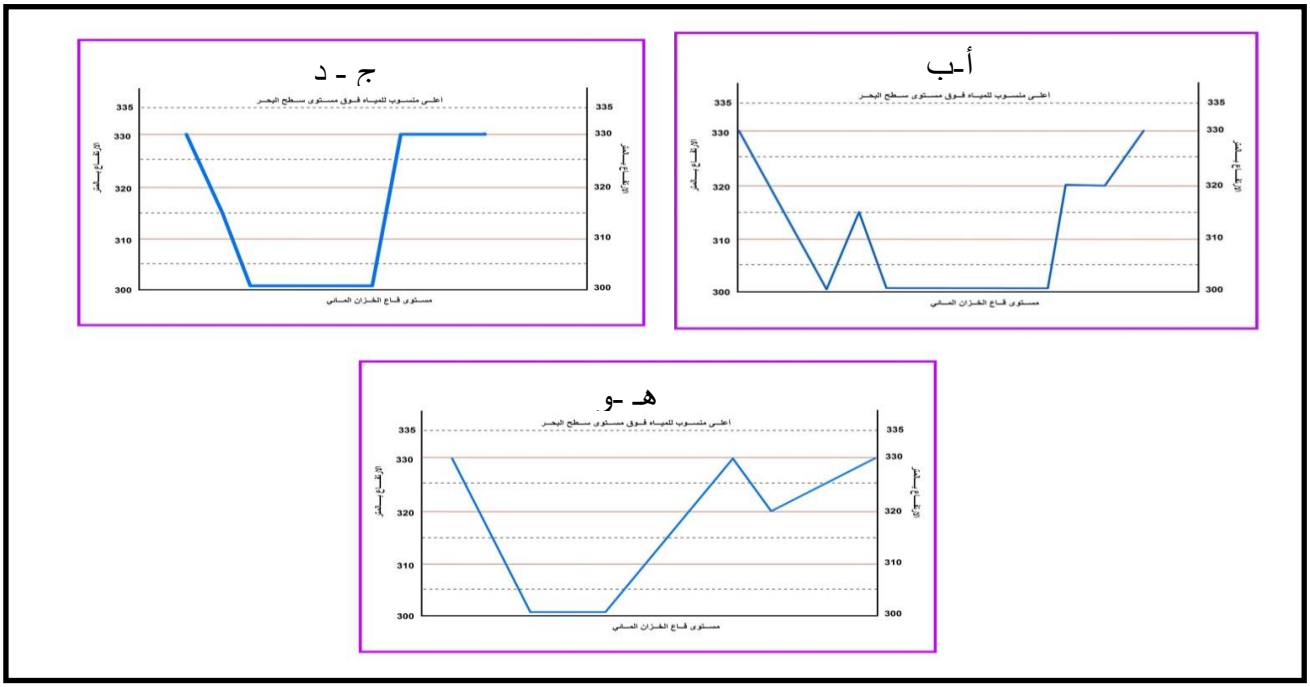



**/ من عمل الباحث بالاعتماد على مرئيات القمر الصناعي لاند سات ETM ٢٠٠٠ الحزم (١-**

أما فيما يخص خزان حديثة للعام ٢٠٠٩ فأنه اختلف كليا عن بقية الاعوام وذلك لمجموعة من الأسباب لعل في مقدمتها أن بحيرة حديثة قد سجلت أقل منسوب في وقت الدراسة حيث تقلصت الى أقل من النصف حيث كانت مساحتها في العام ٢٠٠٠ ( ٢٣٠.٢

كم٢) بينما سجلت مساحة تقدر بـ ١٠١.٣ كم٢ في العام ٢٠٠٩ أي أنها انخفضت بنسبة ٥٦% عما كانت عليه ، وبدت تتقلص مساحة المياه العميقة بشكل كبير حيث بلغت مساحته ٤٩.٢ كم٢ اي أن نسبته مقارنة بالمساحة الكلية للخزان قد بلغت ٤٨.٦% ، لتزداد مساحة المياه متوسطة العمق و تبلغ ٣٥.٧ كم٢ بنسبة تقدر بـ ٣٥.٢% ، وسجلت بذلك المياه الضحلة توسع طفيف مقارنة بالعام ٢٠٠٠ حيث بلغت مساحتها ١٦.٤ كم٢ وبهذه المساحة شغلت حيزاً مقداره ١٦.٢ % من مساحة الخزان في العام ٢٠٠٩ ،

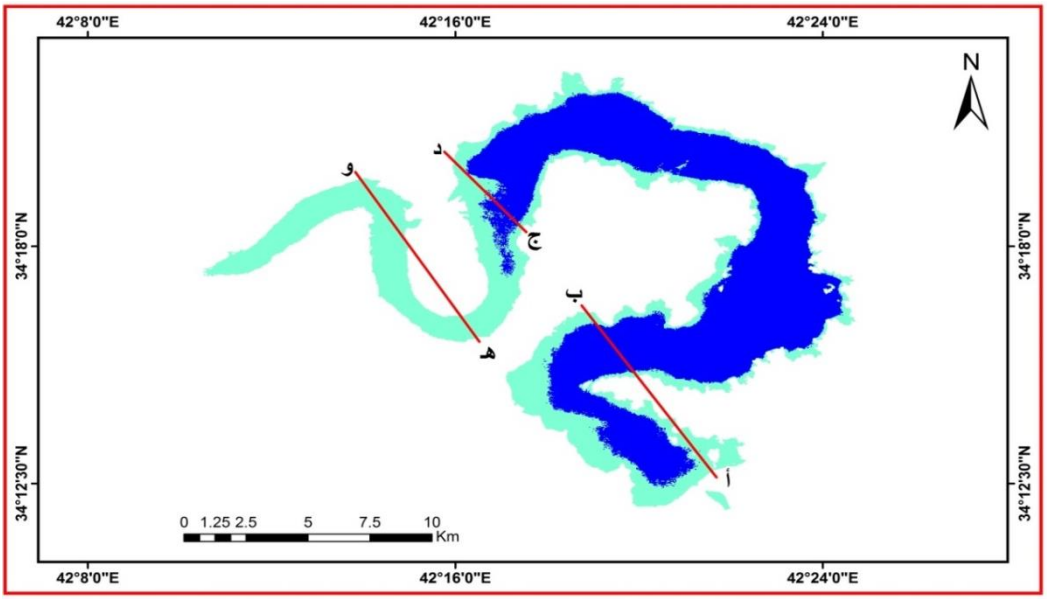
**الشكل رقم (٣) الارسابات المائية في سد الموصل العام ٢٠٠٩**




**المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على الخريطة رقم (١٠)**

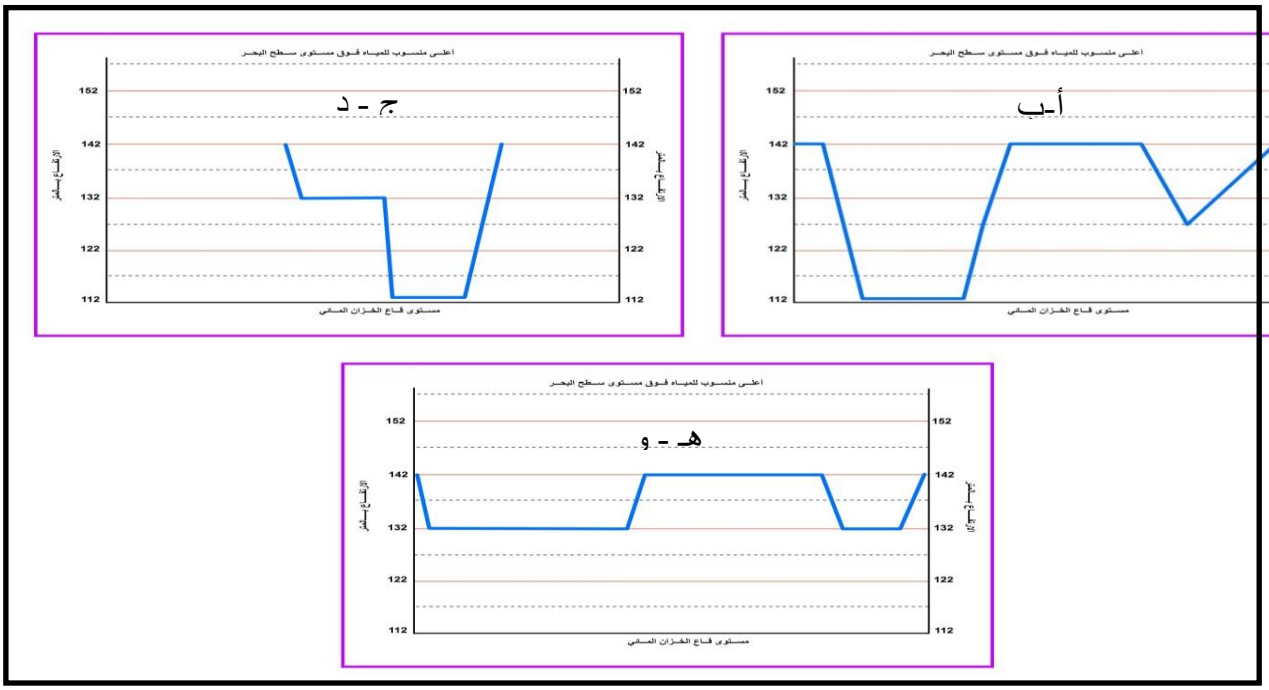
ومن تحليل المقطع ( أ- ب ) يلاحظ بشكل كبير أتساع رقعة المياه الضحلة على حساب المياه العميقة و المتوسطة العمق خصوصا بالجانب الايسر للبحيرة ، بينما يختلف المقطع ( ج – د) من حيث تغير تراكم الرسوبيات من الجانب الأيسر الى الجانب الأيمن ، وتكاد تختفي المياه الضحلة في هذا المقطع ، لكن ما يثير التساؤل عن عمل الاختصاصيون بإدامة خزان حديثة هو تحليل المقطع ( هـ - و ) حيث يتضح تراكم الرسوبيات بشكل كبير جداً وتختفي في هذا المقطع المياه العميقة حيث لاو جود الى للمياه الضحلة والمتوسطة العمق لاحظ الخـــريطة (٤) و الشكل (٤) .

خريطة رقم (٤) المقاطع العرضية المختارة لخزان سد حديثة للعام ٢٠٠٩




المصدر/ من عمل الباحث بالاعتماد على مرئيات القمر الصناعي لاند سات ٨ ETM ٢٠٠٩ الحزم (١-٢-٣) حزم البيانات المتخصصة بدراسة الاعماق .

الشكل رقم (٤ ) الارسابات المائية في خزان سد حديثة العام ٢٠٠٩

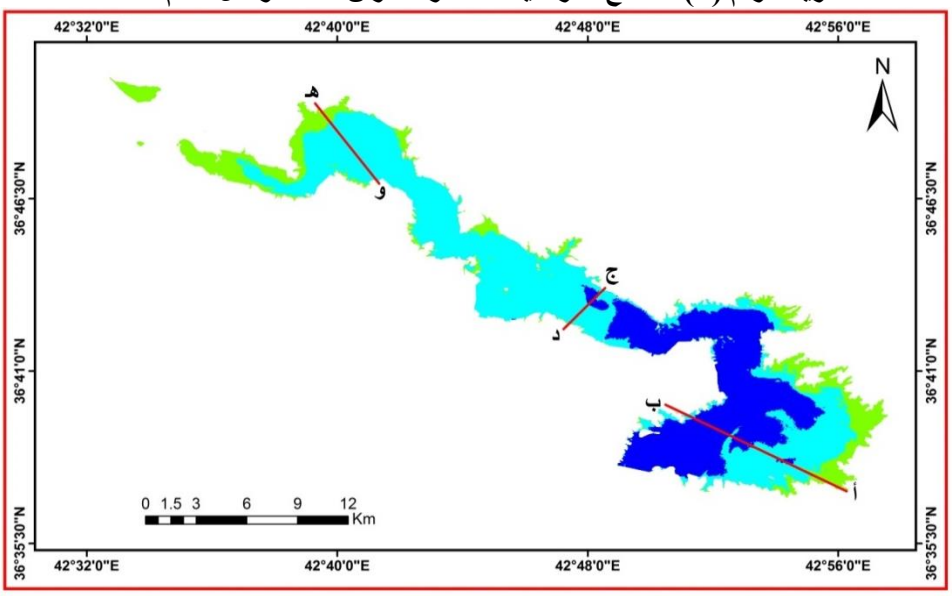



المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على الخريطة رقم (١١)

في العام ٢٠١٦ بدت تظهر بشكل جلي مشكلة الارسابات نتيجة الاهمال الحاصل في ديمومة الخزان من حيث عمليات الكري في خزاني الموصل وحديثة على حد سواء معللة بذلك الجهات المعنية الى تردي الواقع الأمني في كل من منطقتي الدراسة ، حيث تقع المنطقتين في مناطق متنازع عليها بين القوات الحكومية و عصابات داعش الإجرامية ، وعلى الرغم بأن السدين يقعان تحت سيطرة الحكومة العراقية بسبب بعدهما الاستراتيجي الا ان هذا لا يمنع من كون الخزان يشكل منطقة خطرة على حياة العاملين في هذا الجانب، لذلك واجهت هذا الاهمال .

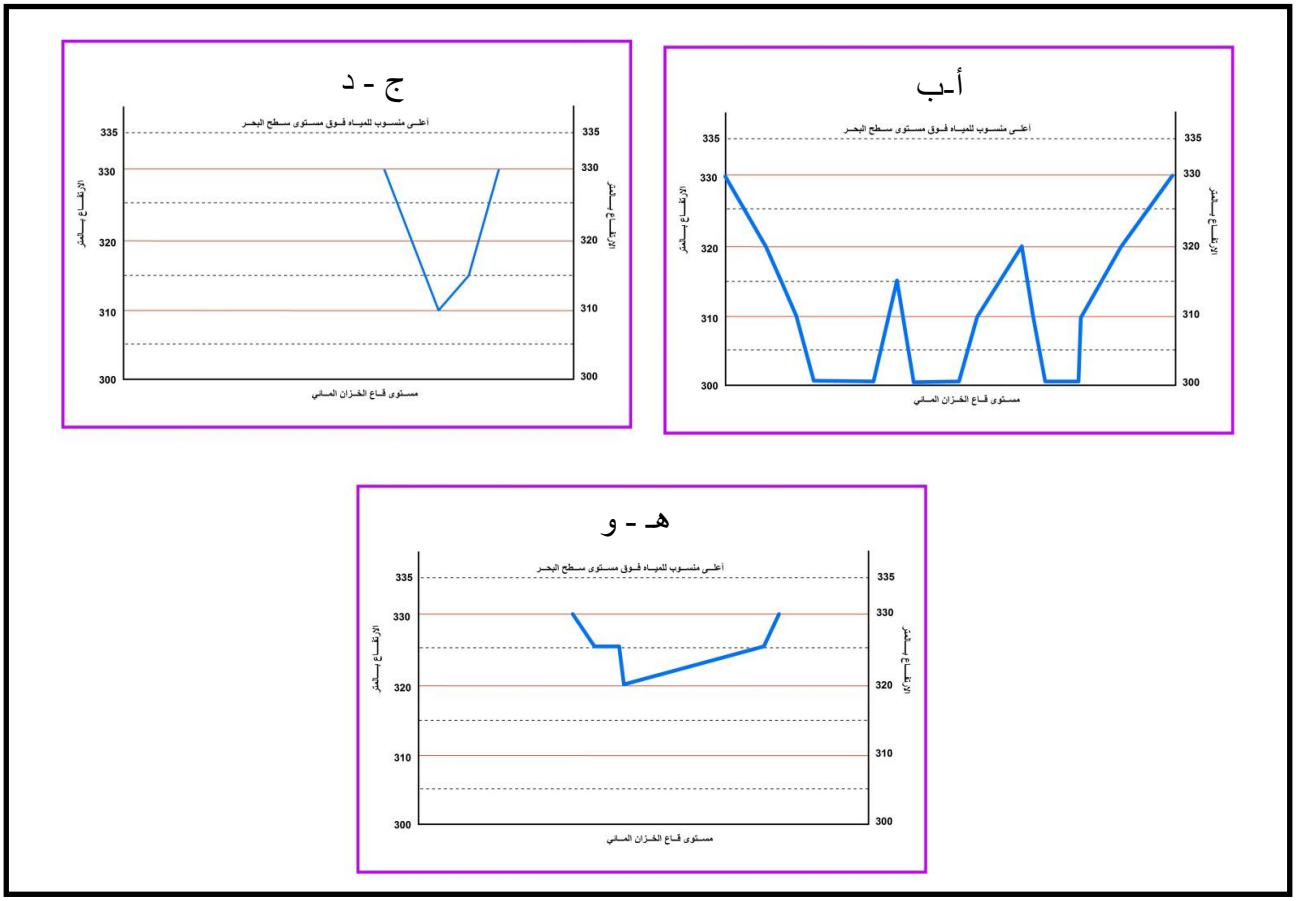
بلغت مساحة خزان الموصل ١١٠.٢ كم٢ وهي اقل مساحة مشغولة في وقت الدراسة حيث تقلصت بنسبة ٣٢.٧% عما كانت عليه في العام ٢٠٠٠ ، ويلاحظ في هذا العام انخفاض نسبة المياه العميقة بشكل كبير بحيث شغلت مساحة و قدرها ٣٣.٧ كم٢ أي ما نسبته ٣٠.٦ % من مساحة الحوض الكلي ، بينما ازدادت المياه متوسطة العمق بشكل كبير جدا وشغلت حيز مكاني ومقداره ٥٦.٩ كم٢ بنسبة تقدر بـ ٥١.٦ % ، وبذلك كانت نسبة المياه الضحلة ١٧.٨% بمساحة مقدارها ١٩.٧ كم٢ . حيث يظهر من تحليل المقطع ( أ- ب) أن الخزان يحتاج الى عمليات كري سريعة للتقليل من الضغط الهيدروليكي التي قد تشكلها الأرسابات على جسم السد ، لترتفع نسبة الارسابات في المقطع العرضي ( ج- د) ويتخذ الحوض شكل الحرف (V) وبأعماق متوسطة على خلاف المقطع العرضي ( هـ - و) حيث تكاد المياه أن تكون ضحلة كليا. لاحظ الخريطة (٥) والشكل (٥) .

**خريطة رقم (٥)المقاطع العرضية المختارة لخزان سد الموصل للعام ٢٠١٦**




**المصدر/ من عمل الباحث بالاعتماد على مرئيات القمر الصناعي لاند سات ٨ ETM ٢٠٠٩ الحزم (١-٢-٣) حزم البيانات المتخصصة بدراسة الاعماق .**

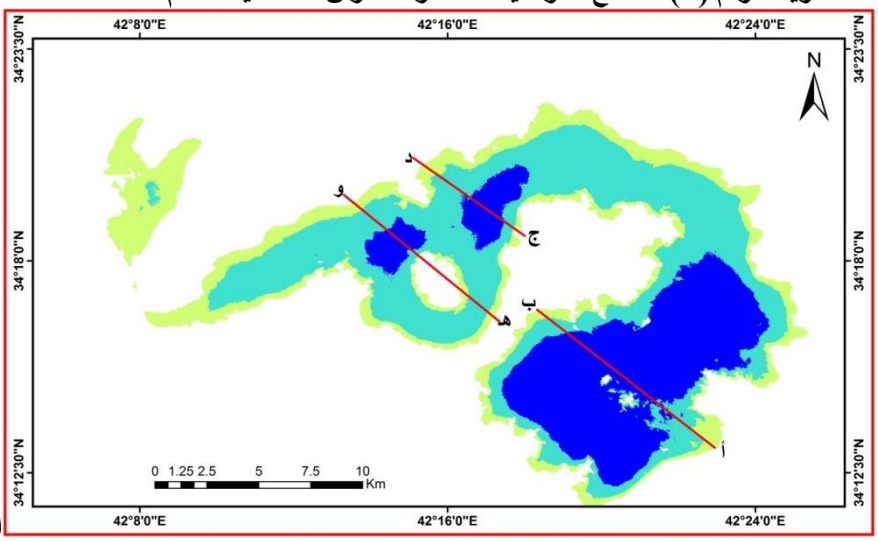
**الشكل رقم (٥)الارسابات المائية في خزان سد الموصل العام ٢٠١٦**




**المصدر/ من عمل الباحث بالاعتماد على الخريطة رقم (٥)**

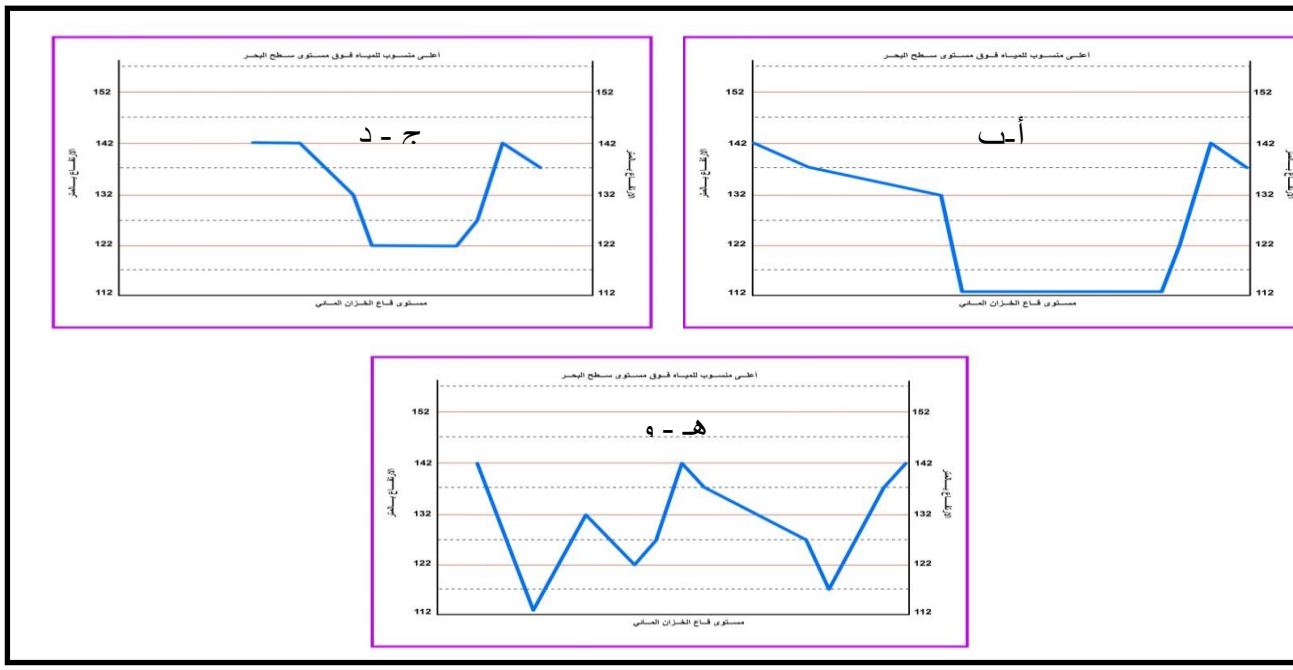
عادت بحيرة حديثة الى الرجوع الى حالتها الطبيعية بعد التقلص الكبير بالمساحة التي شهدها العام ٢٠٠٩ ، حيث شغلت مساحة مقدارها ١٤٦.٣ كم٢ توزعت بنسب مختلفة من عميقة الى ضحلة ، الا أن الارسابات بدت تظهر بشكل كبير مما قلص حجم المياه الكلي الذي كانت تشغله في فترات سابقة ،حيث بلغت نسبة المياه العميقة في الخزان ٣١.٢% من حجم الخزان الفعلي بمساحة ٤٥.٦ كم٢ ، بينما كانت نسبة المياه متوسطة العمق ٤٣.٤ % بمساحة مقدارها ٦٣.٥ كم٢ ، إلا أن ما يمكن ملاحظته بشكل جلي في هذا العام هو انتشار المياه الضحلة على مساحات واسعة مقلصة بذلك من حجم المياه الكلي حيث احتلت مساحة قدرها ٣٧.٢ كم٢ أي ما نسبته ٢٥.٤% من حجم الخزان الكلي . من ملاحظة المقطع ( أ- ب ) يمكن القول بأن البحيرة عادت الى شكلها الطبيعي في هذا المقطع حيث اختفت فيها المياه الضحلة ، على خلاف المقطع ( ج – د ) الذي اتخذت المياه فيها أعماق متوسطة ، كذلك الحال بالنسبة للمقطع ( هـ - و ) لاحظ الخريطة(٦) والشكل(٦) .

خريطة رقم (٦)المقاطع العرضية المختارة لخزان سد حديثة للعام ٢٠١٦




المصدر/
من عمل الباحث بالاعتماد على مرئيات القمر الصناعي لاند سات ٨ ETM ٢٠٠٩ الحزم (١-٢-٣) حزم البيانات المتخصصة بدراسة الاعماق .

الشكل رقم (٦)الارسابات المائية في خزان سد حديثة العام ٢٠١٦




المصدر/ من عمل الباحث بالاعتماد على الخريطة رقم (٦)

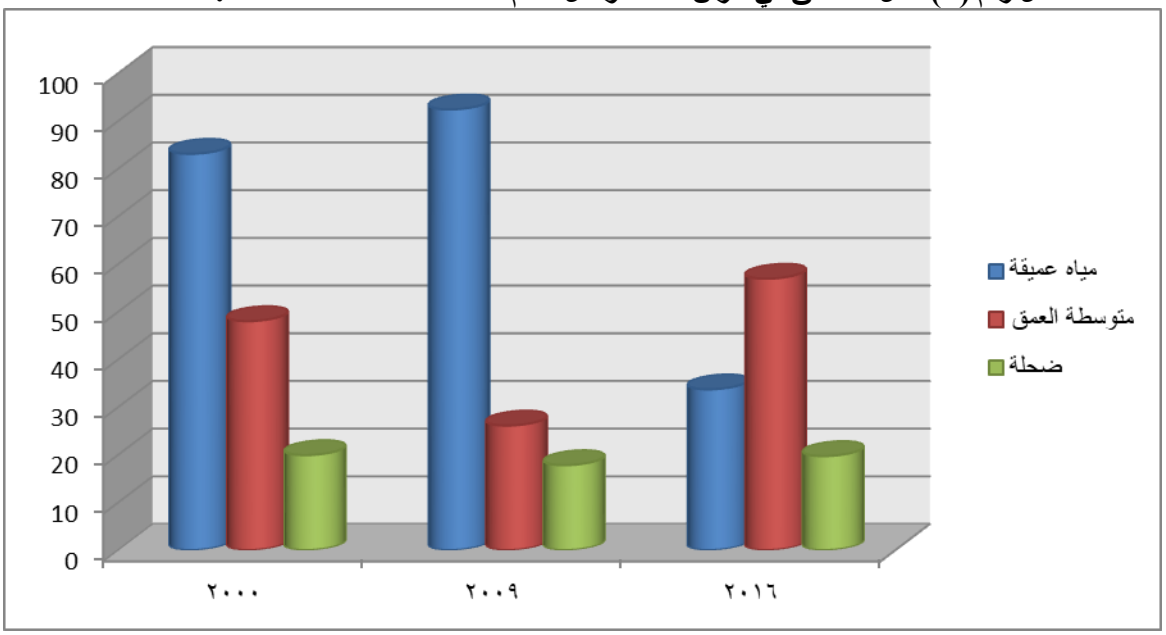
الجدول رقم (١)تصنيف خزاني الموصل وحديثة حسب أعماقها للفترة ٢٠٠٠ و ٢٠٠٩ و ٢٠١٦

| الموصل | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | ٢٠٠٠ | | ٢٠٠٩ | | ٢٠١٦ | |
| الاصناف | النسبة | المساحة كم٢ | النسبة | المساحة كم٢ | النسبة | المساحة كم٢ |
| العميق | 0.8% | 83.1 | 7.8% | 92.4 | 0.6% | 33.7 |
| المتوسط | 9.3% | 48.0 | 9.1% | 26.1 | 1.6% | 56.9 |
| الضحل | 9.9% | 32.6 | 3.1% | 17.9 | 7.8% | 19.7 |
| المجموع | 00% | 163.6 | 00% | 136.3 | 00% | 110.2 |

| حديثة | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | ٢٠٠٠ | | ٢٠٠٩ | | ٢٠١٦ | |
| الاصناف | النسبة | المساحة كم٢ | النسبة | المساحة كم٢ | النسبة | المساحة كم٢ |
| العميق | 4.9% | 126.3 | 8.6% | 49.2 | 1.2% | 45.6 |
| المتوسط | 0.4% | 69.9 | 5.2% | 35.7 | 3.4% | 63.5 |
| الضحل | 4.8% | 34.0 | 6.2% | 16.4 | 5.4% | 37.2 |
| المجموع | 00% | 230.2 | 00% | 101.3 | 00% | 146.3 |

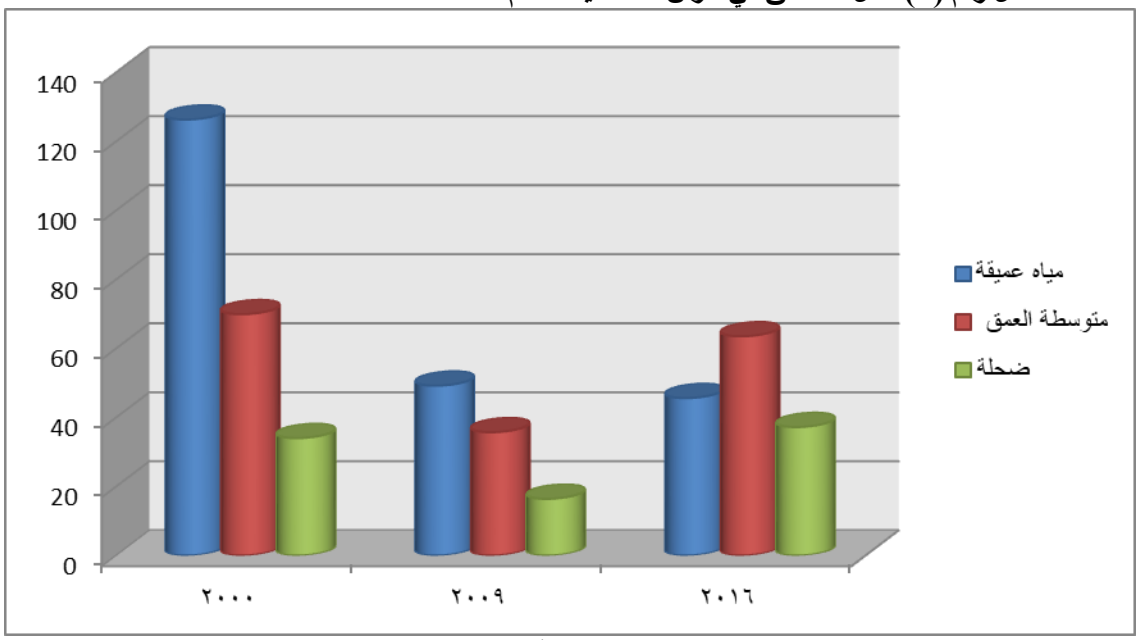
**المصدر / من عمل الباحث بالاعتماد على حزم البيانات تحت الزرقاء المتخصصة بدراسة الأعماق للقمر الصناعي لاند سات ٨ الحزم (١-٢-٣-٤).**

شكل رقم (٧)معدل الاعماق في خزان سد الموصل للعام ٢٠٠٠ – ٢٠٠٩ – ٢٠١٦.




المصدر من عمل الباحث بالاعتماد على الجدول رقم (١).

شكل رقم (٨)معدل الاعماق في خزان سد حديثة للعام ٢٠٠٠ – ٢٠٠٩ - ٢٠١٦




المصدر من عمل الباحث بالاعتماد على الجدول رقم (١).

في أدناه بعض المقترحات التي توصل لها ذوي الاختصاص بهدف تحقيق الاستخدام الامثل للبحيرات(٩):-

١- إدارة وسحب و تحويل المياه عن طريق التعرف على موارد المياه المتاحة و الطلبات المختلفة منها .

٢- منع و رقابة تلوث المياه ، عن طريق حماية الغابات والنباتات في أحواض التصريف لتقليل الرواسب .

٣- تحقيق أدارة و حقوق صيد الاسماك المستدام ، أن برنامج وقاية حقوق الصيد بالبحيرات على المدى الطويل يجب أن يكون بتطبيق قوانين حكومية على الصيادين الالتزام بها في ضوء دراسات بيولوجيا الاسماك ، وتحديد مناطق الصيد و مواسمها .

٤- المحافظة على التنوع البيولوجي للبحيرة عن طريق تأسيس مناطق محمية في البحيرة .

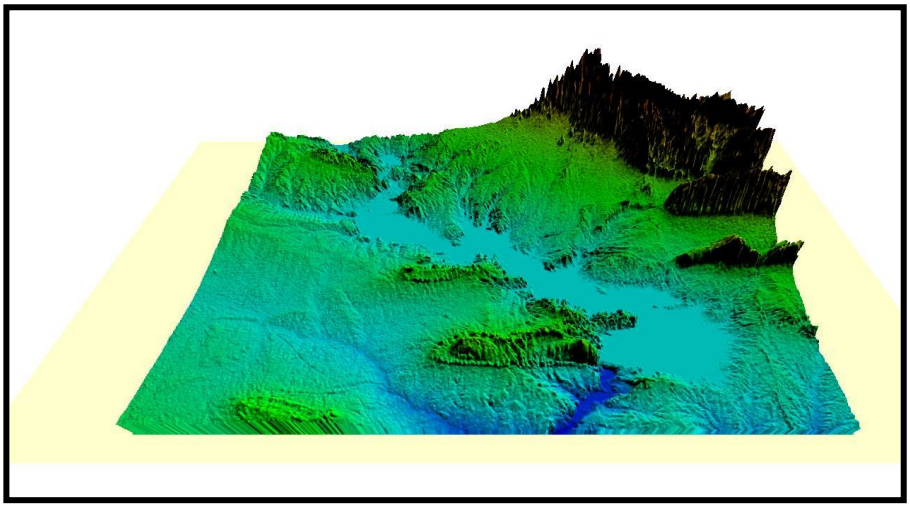
خامساً : تباين الأرسابات داخل الخزانات :-

تعمل الأمطار والمياه الجارية على تعرية سطح الأرض بشكل متباين من مكان لأخر تبعاً لمجموعة من العوامل تأتي في مقدمتها كمية الأمطار الساقطة و نوع التكوينات الأرضية و حجم الرواسب والمفتتات الصخرية التي تحملها المياه الجارية ، كما أن لانحدار السطح دور كبير في التحكم بسرعة جريان المياه ،وذلك لتأثيرها على أنماط الصرف المائي، وكذلك العلاقة الوثيقة بينها وبين جرف التربة ونقلها وإرسابها إلى المناطق المنخفضة الأقل انحداراً ، وإنّ فعالية المنحدر له علاقة بكمية الحركة التي تحدث على هذا المنحدر وإنّ التعرية وشدتها هي التي تحدد صفات المنحدر ،وبالتالي ترتبط كل العوامل التي ذكرت أنفاً به ارتباطا وثيقاً ، تهدف الدراسة الى بيان الأسباب التي تؤدي الى تباين تواجد الارسابات داخل الحوض اعتماداً على ذلك.

تتباين الخصائص الطبيعية لمنطقتي الدراسة من جيولوجية، تضاريس، مناخ، موارد مائية، تربة والنبت الطبيعي ،إذ تؤثر هذه الخصائص تأثيراً كبيراً على العمليات الجيومورفولوجية والهيدرولوجية ،عمدت الدراسة الى الأعتماد على المرئيات الفضائية للقمر الصناعي لاندسات ETM ٢٠١٦ وعلى مرئيات DEM للقمر (ASTER) ، وتم رسم خرائط ثلاثية الأبعاد 3D لمنطقتي الدراسة لمعرفة اسباب تباين الإرسابات داخل الخزان .

يتم استخدام البحوث والتحليلات المنجزة بإمكانات نظم المعلومات الجغرافية كأداة لصنع القرار لأغراض تجنب فقدان المعلومات المدروسة والتي يمكن أن تؤثر في دراسات المستقبلية لأي مشروع، ولذلك تعتبر أداة هامة تسهم في عملية التخطيط الإقليمي وإدارة الموارد العمرانية والطبيعية وفي حماية هذه المصادر القيمة، ومن ملاحظة الصورة (٥) لمنطقة خزان الموصل ثلاثية الأبعاد يمكن معرفة أسباب تركز الرسوبيات في الخزان بشكل كبير في الجانب الغربي .

**صورة رقم (٥)صورة ثلاثية الأبعاد لمنطقة سد الموصل**

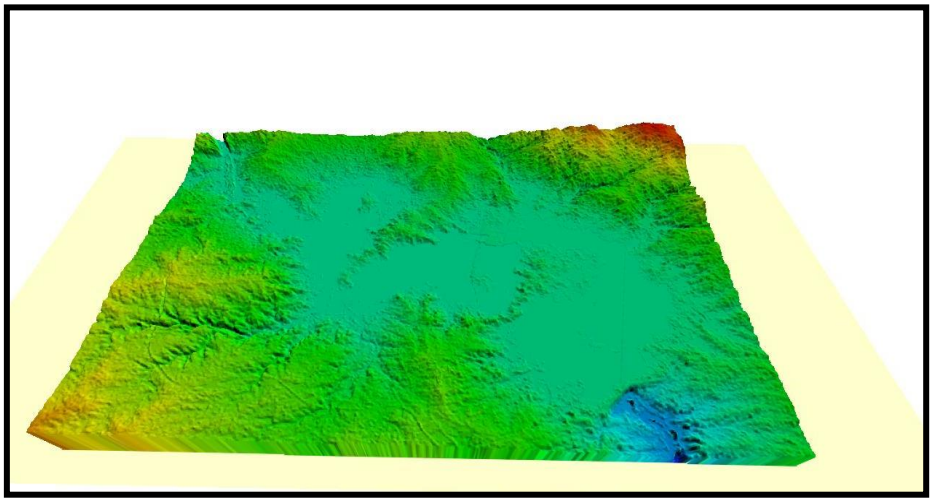


**المصدر/ من عمل الباحث بالاعتماد على مخرجات برنامج ERDAS IMAGINE8.4 .**

كون أن هذا الجانب يمتاز بارتفاعه كلما اتجهنا الى الشرق وصولاً للمنطقة الجبلية بانحدار كبير الى خزان السد، ويتأثر الجريان المائي ومقدار الحمولة التي ينقلها على زيادة درجة الأنحدار وثبات بقية العوامل الأخرى ، وهنا يتضح السبب الرئيسي في زيادة الترسيب في جانب دون الأخر، لذلك توصي الدراسة اي متخصص بشأن تنمية المناطق الواقعة حول الخزان في الموصل من أخذ الحيطة والحذر من أنشاء اي مشروع دون اخذ التدابير اللازمة التي من شأنها تقليل كمية الحمولة والارسابات التي تحملها المياه الجارية خصوصاً في فترات ذوبان الجليد من على قمم الجبال وكذلك في فترة الشتاء حيث تزداد معها الامطار وخصوصاً الاعصارية منها والتي لها القدرة الكبيرة على نقل المفتتات الصخرية وترسيبها في قاع الخزان.

اما فيما يخص خزان سد حديثة يمكن ملاحظة الصورة (٦) والتي تبين وقوع الخزان في منطقة قليلة التضرس مع انحدار نسبي بأتجاه البحيرة ، وهنا يتضح السبب الرئيسي لزيادة الترسيب شمال الخزان ، وذلك لأختلاف سرعة النهر بين المجرى والبحيرة ، مما يساعد على ترسيب النهر لمعظم حمولته شمال الخزان ،لعدم قدرته على حمل تلك الرواسب .

**صورة رقم (٦) صورة ثلاثية الأبعاد لمنطقة سد حديثة**



**المصدر/ من عمل الباحث بالاعتماد على مخرجات برنامج ERDAS IMAGINE8.4 .**

وهنا تظهر مدرجات ارسابية عند نهاية الهضبة المطلة على السهول الفيضية ، كما هو الحال في المدرجات التي تقع فوق حافة الهضبة المطلة على جانبي نهر الفرات (١٠). للخزانات المائية وبحيرات السدود دور فعال وحيوي في تحقيق العديد من الأهداف منها توليد الطاقة الكهربائية ودرء خطر الفيضانات وري الاراضي الزراعية وغيرها من الاستخدامات الاخرى، لذلك كان لابد من دراسة أهم العوامل المؤثرة على فعالية عملية الخزن ومنها الرسوبيات التي تشغل نسبة من حجم الخزان ، ان المياه القادمة من الوديان والاحواض المائية نتيجة سقوط الامطار وتكون الجريان السطحي تسبب تعرية للتربة السطحية ونقل للرسوبيات الى المجرى الرئيسي وعند انخفاض سرعة الجريان عند دخوله للخزانات تنخفض طاقتها وتبدا عملية الترسيب وحسب حجم وشكل الرسوبيات، وباستمرار عملية الترسيب مع الزمن فان الرسوبيات تشغل حجم من الخزين وتغير من نمط الجريان، كما أن الحبيبات الاصغر المتمثلة بـالغرين والطين تترسب قرب جسم السد ومنافذه وقد تسبب عدد من المشاكل التشغيلية، وتعتبر عملية تقدير تلك الرسوبيات من الاحواض المائية مهمة جدا خاصة في دراسات الرسوبيات والنماذج الهيدرولوجية وهي عامل مهم في تخطيط وتصميم وتشغيل المنشآت الهيدروليكية لتقدير سعتها وعمرها الاقتصادي ، يقدر حمل الرسوبيات من خلال القياسات الحقلية للجريان السطحي والاحمال المنقولة معه، وهي قليلة إن لم تكن نادرة في مناطق الشرق الاوسط عامة و العراق على وجه الخصوص .

**الاحالات**

(١) تقرير المؤسسة العامة للسدود العراقية ،١٩٧٩ .
(٢) فارس يوسف حجو ، بحث عن مخاطر سد الموصل (بحث منشور ) ، وزارة العلوم والتكنولوجيا ،٢٠١٦، ص ١-٣ .

(٣) وزارة الري ، الهيئة العامة لتشغيل مشاريع الري ، ادارة مشروع سد حديثة ، قسم الصيانة والتشغيل ، ارشيف القسم .

(*) الإطماء هو ترسب الحبيبات الطمية المحمولة بواسطة الماء في المستجمعات المائية للأنهار،القنوات والدلتاوات نتيجة إنخفاض سرعة الماء بسبب تغير شكل القطاع الطولي أوالعرضي للمجري المائي، وتحدث عملية الترسيب أو الإطماء كمقابل لعملية التعرية أو النحر.
الأطماء (بالفتحة) هي الحبيبات الطبيعية المحمولة بواسطة المياه والتي نشأت بفعل عومل المناخ والتعرية والنحر، وتنتقل في إتجاه أسفل النهر بسبب قوة تيار المياه والجاذبية ويتم تصنيف الأطماء وفقا لحجم الحبيبات حيث تتدرج من الصخور الكبيرة إلى الغبار العالق وحتى المواد الخلوية المذابة كالبروتينات وغيرها.
(٤) صاحب الربيعي ، مشاكل السدود والخزانات ، بحث منشور ( الشبكة العكبوتية )، ٢٠١٥، ص٢.
(٥) فون ا.هانسن و أخرون ، أسس الري و عملياته ، دار جون وايلي وأبنائه ، ١٩٨٥،ص١٢٦ .
(٦) د.خلف حسين علي الدليمي ، علم شكل الارض التطبيقي (الجيومورفولوجيا التطبيقية ) ، دار الصفاء للطباعة و النشر و التوزيع ، عمان ، ٢٠١٢ ، ص ٤٠٥ .
(٧) د.خلف حسين علي الدليمي ، علم شكل الارض التطبيقي (الجيومورفولوجيا التطبيقية ) ، مصدر سابق ، ص ٤٠٥- ٤٠٦
- خلف حسين علي الدليمي، التضاريس الأرضية، دراسة جيومورفولوجية علمية تطبيقية، مصدر سابق، ص٢٧٧.(٨)
(٩) Logo" Lake Environmental Committee Foundation، Shiga Prefectural Government and United Nation Environment Committee، 2003. p.p. 25.
(١٠) خلف حسين علي الدليمي ، الأنهار دراسة جيوهيدرومورفومترية تطبيقية ،دار الصفاء للنشر والتوزيع،عمان،٢٠١٧،ص١٥٥.