

استتباع الفيضان لنهر دجلة في بيجي وخزان سد مكحول المقترح بتشغيل افتراضي للسد

غسان شعلان ندا الشاهري ، صبار عبدالله صالح

قسم علوم الارض التطبيقية ، كلية العلوم ، جامعة تكريت ، تكريت ، العراق

الملخص

أستخدم نموذج الارتفاعات الرقمية (DEM) للتحليل الجيومتري لخزان سد مكحول المقترح، كمتطلب اساسي في دراسة استتباع الفيضان في الخزان المقترح ولنهر دجلة في محطة بيجي، اذ تم حساب كل من (حجم الخزين، حجم الجزر، المساحات السطحية والمستوية الموجبة والسالبة، السعة المتبقية، معدل عمق الخزان ومعدل سمك الجزر) عند كل منسوب افتراضي من 108-160 متر فوق مستوى سطح البحر، ومن العناصر التي تدخل مباشرة في استتباع الفيضان حجم الخزين والسعة المتبقية.

ان الفرضيات التي اعتمدت كأساس لمنهجية استتباع الفيضان هي:

1- التصريف الداخل الى محطة بيجي في المنطقة قبل السد وقبل افتراض وجود السد هو نفسه التصريف الداخل الى الخزان بعد افتراض وجوده وتشغيله.

2- التصريف الداخل الى محطة بيجي بعد بناء السد هو نفسه التصريف الخارج من منافذ التصريف الكلية.

3- وجود الخزين الاول للخزان قبل وصول الموجة الفيضانية لان الخزان ليس فارغا قبل الفيضان.

4- اهمال كمية المياه المسحوبة ما بين جسم السد ومحطة بيجي لأغراض الري او لأغراض الصناعية وذلك لصغر قيمتها.

5- افتراض التصريف الخارج لكل سيناريو، بحيث يحقق هذا التصريف منسوباً لا يتجاوز المنسوب الفيضاني التدميري في محطة بيجي، ولا يحقق فرق خزين تراكمي قد يؤدي الى طفح الخزان.

6- ان عدم وصول تصريف النهر في محطة بيجي الى المنسوب التدميري (الحرج) يعني عدم الوصول الى هذه المناسيب في المحطات الاخرى (تكريت، سامراء، ... الخ) باتجاه المصب.

لقد تم استخدام نموذجان رياضيان لغرض الاستتباع، الاول يمثل علاقة التصريف-المنسوب في محطة بيجي لغرض حساب المنسوب في مدينة بيجي بالاعتماد على التصريف الخارج من المنافذ، والثاني يمثل علاقة الخزين-المنسوب في الخزان لغرض التنبؤ بالمنسوب في الخزان عند مغادرة الموجة الفيضانية، تم وضع خوارزمية ومخطط إنسيابي توضح خطوات البرنامج الاساسي للاستتباع، الذي يمكن ان يطبق على اي خزان في العالم واستخدم في الدراسة الحالية، لحساب التصارييف الداخلة ثم الحجوم الداخلة، اما التصارييف الخارجة فتم افتراضها لاحد عشر منسوباً لاستقبال الموجة الفيضانية ومغادرتها وتم حساب كل من المنسوب المتحقق في مدينة بيجي وفرق الخزين والحجم المتراكم والمنسوب المتحقق في الخزان عند انتهاء الموجة الفيضانية.

ان المنسوب الامثل داخل الخزان وكذلك في محطة بيجي يعتمد على التصارييف الخارجة من البوابات، تراوحت المناسيب المتحققة في محطة بيجي بين (103.83-105.75) متر فوق مستوى سطح البحر، مقابل التصارييف الخارجة من منافذ الخزان التي تحقق هذه المناسيب (1000-4500) م³/ثا وبزيادة (500) م³/ثا لكل سيناريو مفترض، علماً ان هذه التصارييف تقع ضمن حدود الطاقة التصريفية للمنافذ.

من خلال ما تقدم تبين عدم حصول الفيضان في بيجي لعدم وصول المناسيب الى المنسوب الحرج، كما ان النتائج تؤكد عدم وصول المنسوب في الخزان الى الوضع الحرج، اذ تراوح بين (150.53-151.90) متر فوق مستوى سطح البحر، وتناظرها حجوم خزين تتراوح بين (4,518,813,396-4,252,686,180) م³ وفق هذه السيناريوهات بشرط التزام ادارة السد بنظام التشغيل الحالي المفترض.

كلمات الدلالة: سد مكحول، نهر دجلة، التحليل الجيومتري، استتباع الفيضان.

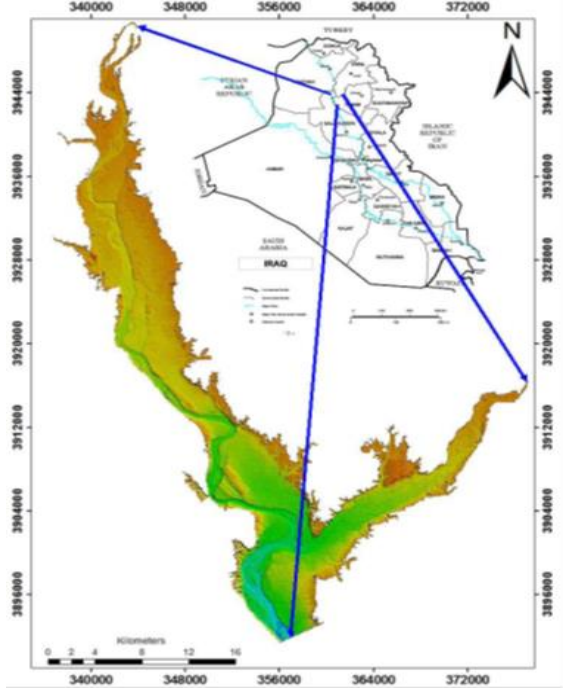
المقدمة

وعلى مخططي السياسات المائية الاخذ بجميع الحقائق، واعتماد سياسة مائية قائمة على الاستثمار الامثل لهذه الموارد [1].
تعد الأنهار من اهم المصادر المائية والتي يتم تشييد العديد من السدود والخزانات عليها لأغراض كثيرة مثل تخزين المياه للسيطرة على الفيضانات وتستخدم وتوليد الطاقة الكهرومائية والملاحة والاغراض البيئية، إنَّ التنبؤ بالفيضان من السمات المهمة لحركة موجة الفيضان على طول النهر من اجل تحديد الاجراءات اللازمة لحماية الارواح والممتلكات من اثار الفيضانات وتحسين ادارة النظم المتصلة بالمياه

تُعد الموارد المائية من المرتكزات الاساسية واحد اهم المتطلبات لإدامة الحياة الانسانية ولا يمكن تواصل الحياة بدون الماء فهو المورد الذي يرتكز عليه انتاج الغذاء ويشكل اهم عناصر البيئة ويلعب دوراً رئيسياً في كافة جوانبها، ان الحاجة الى الموارد المائية في العراق في تزايد مستمر نتيجة للنمو السكاني والتطور الاقتصادي والاجتماعي يقابله تناقص في الموارد المائية نتيجة للتوسع واستثمار الموارد المائية في الدول المتشاطئة على الانهار مثل العراق، وستبقى الموارد المائية المحور الاساسي لتوسع الرقعة الزراعية على المدى القريب والبعيد

تقع منطقة الدراسة في شمالي شرقي محافظة صلاح الدين شمالي غربي محافظة كركوك، شمالي شرقي مدينة بيجي بحوالي (30) كم والمسافة نفسها جنوب نقطة التقاء نهر دجلة مع رافد الزاب الاسفل، وعلى مسافة (16) كم شمال جسر الفتحة ويمتد الخزان المقترح الى شمال مدينة الشرايط، وتحدد المنطقة حسب احداثياتها الجغرافية بين خطي طول $(43^{\circ} 38' 48'')$ $(43^{\circ} 12' 08'')$ شرقاً، ودائرتي عرض $(35^{\circ} 41' 19'')$ $(35^{\circ} 09' 21'')$ شمالاً، والشكل (1) يبين موقع منطقة الدراسة.

إن من مبررات إجراء هذه الدراسة هي الخسائر الاقتصادية والمادية الكبيرة بالأرواح والممتلكات نتيجة الفيضانات المتكررة في نهر دجلة، والهدر الكبير بالمياه دون الاستفادة منها لأغراض الري وتوليد الطاقة الكهربائية والسياحة، وبيان امكانية استيعاب الخزان للموجة الفيضانية من خلال تلطيف الموجة باتجاه المصب، ستكون هذه الدراسة كقاعدة بيانات لصناع القرار والمصممين والمنفذين والمشغلين والجهات المستفيدة من مشروع سد مكحول المقترح وخزانه والسدود الاخرى.



الشكل (1) يبين خارطة موقعية لخزان سد مكحول.

تهدف الدراسة الى:

- 1- تحليل جيومترية خزان السد المقترح والذي يعتبر كقاعدة بيانات يمكن ان يعتمد عليها المصمم في وضع التصاميم الخاصة بجسم السد او تعديل التصميم لاحقا من خلال حجم الخزين والمساحة السطحية والمبتلة وغيرها من العناصر الجيومترية، وتحديد المنسوب الامثل لتشغيل الخزان والمناسيب الافتراضية لاستقبال الموجات الفيضانية ومغادرتها وما تحققه هذه المناسيب من ساعات تخزينية.
- 2- وضع سياق مبتكر لاستنباع افتراضي للفيضان الذي حصل سنة 2013 في نهر دجلة والذي يشمل استنباع الموجة الفيضانية للخزان ومجرى النهر، بناء على بيانات المناسيب المسجلة في محطة بيجي

على طول الانهار [2]، لذا فان عملية استنباع الفيضان تكون ضرورية جدا للتغلب على هاجس الخوف من خطر فيضان النهر لدى اغلب الناس والدول التي تمر بها الانهار ومنها العراق، يُعد حافزاً للتفكير في آلية استنباع الفيضان وتخمين التصاريح المتوقعة في النهر والخزانات المقامة عليه [3]، لذا اصبح من الضروري جدا معرفة واستنباع اقصى التصاريح التي سببت حدوث الفيضان لنهر دجلة في بيجي، ومنها الفيضان الذي حدث في نهاية عام 2012 وبداية عام 2013 المسجل في سجلات مديرية الموارد المائية في صلاح الدين، وذلك لوضع برنامج افتراضي للتحكم بالإطلاقات الخارجة من السد الافتراضي لحين الوصول الى التصريف الذي يوازن بين السعة الخزنائية المحتملة لخزان السد المقترح والقدرة الاستيعابية لنهر دجلة خلف السد.

إن استنباع الفيضان يعتبر كتنقية لحساب الهيدروغراف عند مقطع او اكثر في النهر من خلال العلاقة بين التصريف والزمن، ومن معرفة العلاقة بين التصريف الداخل والخارج لهيدروغراف الفيضان يمكن التكهّن بالفيضان ودرء مخاطرة، وتصميم المنشآت الهيدروليكية، وكذلك يدرس تأثير الفيضان الداخل إلى الخزان، ومن معرفة خصائص الحجم - المنسوب للخزان وعلاقات التصاريح الخارجة ومنسوبها للمسيل المائي وبقية المنافذ الأخرى في الخزان تتم دراسة تأثير موجة الفيضان الداخلة إلى الخزان وذلك لأغراض التكهّن بالارتفاعات المختلفة لمناسيب الخزين، وكذلك التصريف الخارج مع الزمن [4].

لقد اجريت العديد من الدراسات السابقة عن استنباع الفيضان وأجزاء معينة من منطقة الدراسة منها:

- 1- درس [3] استنباع الفيضان بطريقة مسكنجهام الخطية في نهر دجلة باستخدام برامج حاسوبية، حيث تم اختيار محطة القياس بيجي على نهر دجلة بسبب توفر البيانات الخاصة بالمحطة فيما يخص الجريان الداخل والخارج ولفترة استدامة ثابتة.
- 2- درس [5] تحديد منسوب التشغيل الامثل في سد الفتحة في العراق، وتوصل الى ان منسوب التشغيل الاقصى الامثل لسد الفتحة الذي يحقق الاهداف كلها 164م فوق سطح البحر للسنياريوهين المستتبطين المعتمدين لموجة فيضان النهر في حين بلغ منسوب التشغيل الاقصى للخزان لأسوء حالة تشغيل لموجة الفيضان الداخلة خزن السد هو 165م فوق مستوى سطح البحر وقد اوصى البحث باعتماد هذا المنسوب في التصاميم الهيدروليكية للسد مستقبلا، بينما يكون منسوب قمة سد مكحول 160 م فوق مستوى سطح البحر و أعلى منسوب تشغيلي سنوي يكون 150م فوق مستوى سطح البحر و أوطئ منسوب تشغيلي سنوي يكون 140م فوق مستوى سطح البحر.
- 3- دراسة [6] الذي اجرى تحليلًا جيومتريا للخزان من منسوب 140م الى منسوب 155 فوق مستوى سطح البحر، وتناولت الدراسة تحليل التغيرات المكانية للظواهر الجيومرفولوجية عند مناسيب منتخبة لخزان سد مكحول واختيار المنسوب الامثل واعتمدت على ثلاث معايير هي: المعيار الجيومترية، المعيار الجيولوجي، ومعياري استخدامات الارض.

الجهة اليسرى من نهر دجلة أكثر الجهة الشمالية والجنوبية من الخزان، وتكون أول الترسبات التي تنغمر بعد البدء بالتخزين لأن مناسيبها منخفضة، حيث ينغمر الجزء الجنوبي منها عند مناسيب الغمر الأولية وتقريبا عند المنسوب 120م فوق مستوى سطح البحر، ومع ارتفاع مناسيب المياه في الخزان تنغمر الاجزاء الشمالية من هذه الترسبات بشكل كامل.

3-2 ترسبات متعددة الاصول Polygenetic Deposits

تتواجد هذه الترسبات في كل منطقة الخزان ولكن تواجدها في الجهة الشرقية أكثر منه في الغربية وبموازاة نهر دجلة، وتنغمر هذه الترسبات في بداية ارتفاع المناسيب في الخزان وبعد غمر السهول الفيضية.

3-3 ترسبات السيح السطحي الصفاحي

Sheet-Runoff Deposits

تتواجد هذه الترسبات بصورة كبيرة بالقرب من نهر دجلة وعلى الجانب الغربي والشرقي من منطقة الدراسة وبامتدادات كبيرة، وتتكون من الطين والغرين والرمل وفي بعض الأحيان تغطي بالحصى، وتغمر هذه الترسبات عند ارتفاع مناسيب الخزان عند خطوط الغمر الأولية.

4-3 ترسبات المنحدرات Slope Deposits

توجد هذه الترسبات في الجهة اليسرى من النهر أكثر من الجهة اليمنى ضمن حدود الخزان، وكذلك توجد على جانبي نهر الزاب الاسفل، وتغمر هذه الترسبات عندما يرتفع منسوب الماء في الخزان تقريبا بحدود 130 م فوق مستوى سطح البحر فأكثر، وتتباين أحجامها ما بين حجم الغرين وبين القطع الصخرية الكبيرة [7].

المواد وطرائق العمل:

لقد تم استخدام نماذج الارتفاعات الرقمية (DEM) في التحليل الجيومترتي واستتباع الفيضان وبقة تمييز 14x14 متر، واستخدمت البرامجيات الحديثة لاستنباط قيم العناصر الجيومترية الخاصة بالتحليل الجيومترتي مثل برامج 13 Global Mapper و SURFER.13 ونظم المعلومات الجغرافية (GIS).

اما منهجية الاستتباع فقد تم تلخيصها الى النقاط التالية:

1- تم اقتطاع منطقة الخزان من نموذج الارتفاعات الرقمية (DEM)، وعند كل منسوب من المناسيب المقطعة يتم تصدير الجزء المقطوع على شكل Global Mapper Package file، ثم يصدر الى برنامج SURFER على شكل Grid File، ليستخدم لاستخراج العناصر الجيومترية الحجمية ممثلة بحجم الخزين والخزين المتبقي مع تغاير المنسوب (108-160) م فوق مستوى سطح البحر والتي تدخل مباشرة بالاستتباع، وأدرجت النتائج في الجدول رقم (1).

2- لقد تمت معالجة وجدولة بيانات استتباع الفيضان باستخدام برنامج تم بنائه بنظام (Excel 2010) وأدرجت النتائج في الجدول رقم (2).

3- تم رسم منحنيات علاقة التصريف مع المنسوب في مقطع النهر في محطة بيجي واستنباط العلاقة الرياضية بينهما، وكذلك تم رسم العلاقة بين الخزين التراكمي والمنسوب المتحقق في الخزان، واستنباط العلاقة الرياضية بينهما.

ووضع جداول قياسية وطريقة احتساب يمكن ان تستخدم لاحقا لخزانات اخرى مقترحة.

3- اقتراح برنامج تشغيلي لسد مكحول المقترح لغرض تخفيف الموجات الفيضانية العالية من خلال السيطرة على التصاريح الخارجة من بوابات ومططح السد ومنافذه الاخرى.

جيولوجيا، تقع منطقة الدراسة ضمن نطاق الطيات الواطئة ضمن حزام حمير- مكحول الثانوي (Hemrin – Makhul Subzone) المتأثر بالحركة الابلية، وتتميز بجيولوجية ذات غطاء رسوبي سميك من صخور الحجر الجيري والحجر الرملي والحجر الطيني والمارل والغرين وطبقات سميكة من الجبسوم والذي يكون على شكل صفائح [7].

1- تكوين الفتحة Fatha Formation (Middle Miocene)

ان سمك هذا التكوين في الموقع المثالي في منطقة الفتحة (268) متراً، عمر هذا التكوين المايوسين الاوسط [8]، [9]، ويتكون من صخور الحجر الجيري والمارل والجبسوم وسمك هذه الصخور يكون متغير في الدورات الرسوبية في الجزء السفلي اما الجزء العلوي فيتكون من تعاقبات من الحجر الجيري والحجر الطيني وحجر الغرين والجبسوم [7] يوجد هذا التكوين في الجهة الجنوبية الغربية من الخزان ضمن جناح طية مكحول وفي الجهة الشمالية من طية الخانوكه، ان منكشفات هذا التكوين في طيبي مكحول والخانوكه لا تتعرض للغمر عند المناسيب الأولية، ولكن تنغمر اجزاء منها عندما يرتفع منسوب الماء في الخزان، من 140 م فأكثر فوق مستوى سطح البحر.

2- تكوين انجانه Injana Formation

يتكون من تعاقب صخور فتاتية مكونة من طبقات الحجر الطيني والحجر الغريني والحجر الرملي [10]، ويقع منشأ سد مكحول فوق رسوبيات تكوين انجانه، وينكشف هذا التكوين في الجهة الشمالية الشرقية من الخزان ضمن طية الخانوكه وكذلك في الجهة الغربية والجنوبية الغربية من موقع الخزان وسد مكحول، وينغمر هذا التكوين في الجهة الجنوبية الغربية وعند المناسيب الأولية للخزان وتقريبا من المنسوب 130 م فوق مستوى سطح البحر فأكثر، ولكن الاجزاء الشمالية من هذا التكوين لا تنغمر عند هذه المناسيب.

3- ترسبات العصر الرباعي Quaternary Deposits

توجد هذه الترسبات شرق مجرى نهر دجلة من اعالي الخزان المقترح قرب مدينة الشرقاط الى منطقة الفتحة مروراً بمصب نهر الزاب الاسفل، ومنها ترسبات المصاطب النهرية (River Terraces) (Pleistocene) [11]، [12]، تتألف هذه الترسبات من الحصى الرملي والرمل والغرين والطين وتكون غنية بالمحتويات الجبسية في أجزائها العليا شمال مضيق الفتحة [13]، يعود عمر هذه الترسبات الى عصري (Pleistocene and Holocene) [7].

3-1 ترسبات السهول الفيضية Flood Plains Deposit

تتكون هذه الترسبات من الحصى والرمل والغرين والطين [14]، وتوجد ضمن منطقة الخزان وتتركز بشكل كبير في الجزء الوسطي وبالتحديد

7- من خلال عرض التصريف الخارج المفترض على معادلة التصريف- المنسوب يحدد المنسوب في محطة بيجي، ويقارن مع المنسوب الفيضاني التدميري وهو (108.35) م [15] والذي يجب عدم الوصول اليه من خلال الموازنة بين التصريف البيئي الداخل والتصريف البيئي الخارج، وضمان عدم الوصول الى السعة التخزينية القصوى للخزان، وعدم حصول فيضان تدميري بعد السد. الشكل رقم (2) مخطط انسيابي يوضح منهجية الاستتباع المبتكرة من خلال البرنامج المعتمد في حسابات التصريف الخارج وما يناظره من مناسيب وتصاريح لاحت عشر سيناريو مفترض.

النتائج والمناقشة

ان نتائج التحليل الجيومتري تم ادراجها في الجدول رقم (1) والذي يبين العلاقة بين سعة الخزان والسعة المتبقية مع تغير المنسوب.

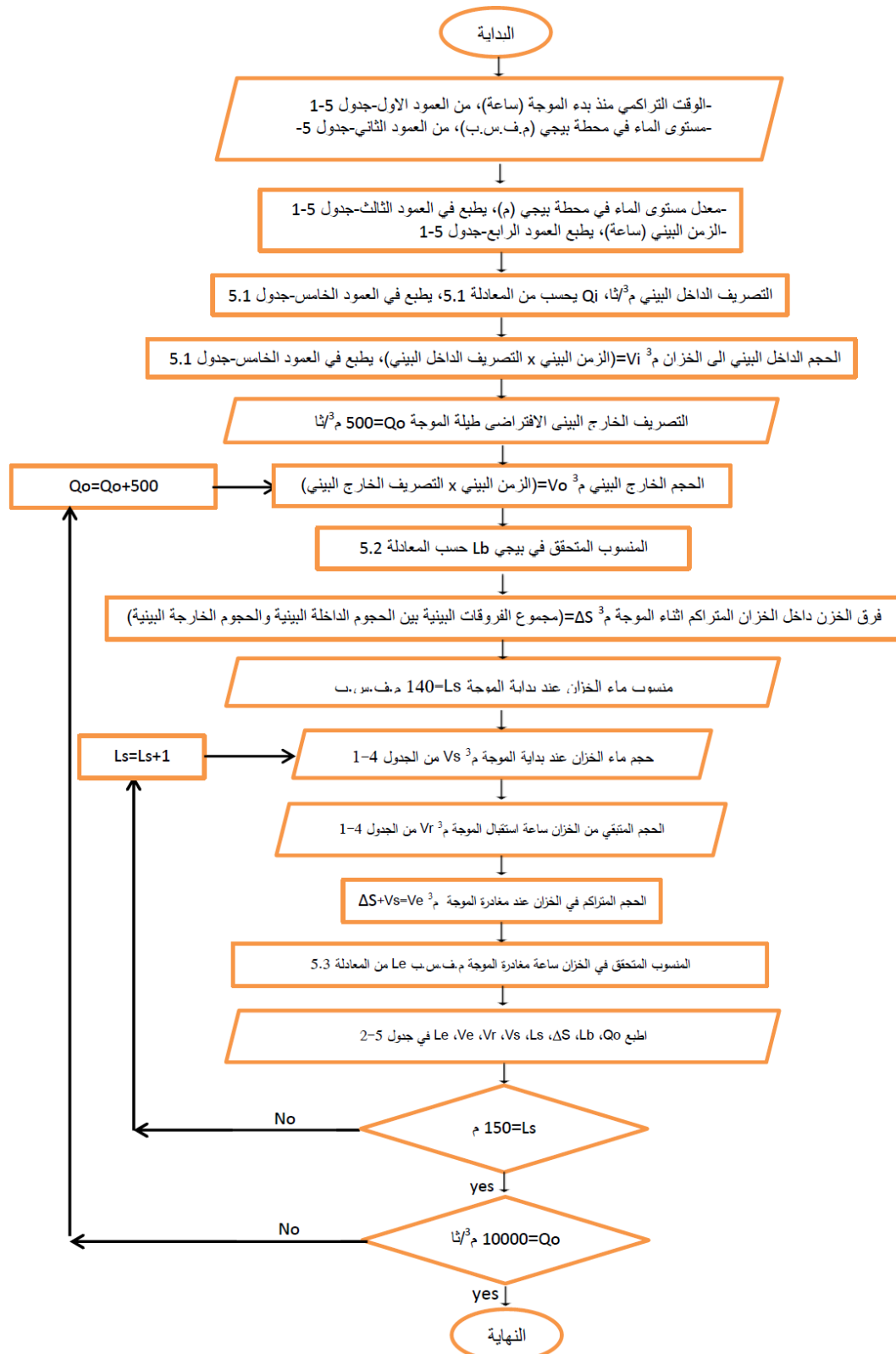
4- ان لكل حجم بيئي داخل للخزان هناك حجم بيئي خارج بين فترتي استتباع متتاليتين، حيث ان الحجم الخارج يعتمد على تصميم المسيل السفلي المبوب (البوابات) والمسيل الاضطرابي الغير مبوب (المطوح)، وعلى السياسة التشغيلية التي يقررها مشغل الخزان بناء على معطيات الموجة الفيضانية.

5- ان الفرق بين الحجم الداخل والخارج البيئيين هو فرق الخزين البيئي ΔS والذي يتم جمعه لاستخراج فرق الخزين التراكمي للموجة كاملة (العمود التاسع في الجدول رقم 2)، ثم يضاف الى خزين استقبال الموجة لحساب الخزين عند مغادرة الموجة.

6- استخراج المنسوب المناظر باستخدام معادلة (الخزين- المنسوب) ومقارنته مع المنسوب الاعلى للخزان، كما في الجدول رقم (3).

جدول رقم (1) يبين الحجم السالب (سعة الخزان) والسعة المتبقية في الخزان ولكل منسوب مقابل لها.

المنسوب م ف.م.س. ب	الحجم السالب م ³	السعة المتبقية م ³	المنسوب م ف.م.س. ب	الحجم السالب م ³	السعة المتبقية م ³
108	6912	4705801598	130.5	568074394	4137734115
108.5	127427	4705681082	131	607024240	4098784270
109	186382	4705622127	131.5	647302659	4058505850
109.5	252815	4705555695	132	688939346	4016869163
110	330424	4705478085	132.5	740287207	3965521302
110.5	415016	4705393494	133	790593117	3915215392
111	506584	4705301925	133.5	837712215	3868096295
111.5	597853	4705210656	134	887933982	3817874528
112	4120770	4701687740	134.5	938184699	3767623810
112.5	4740551	4701067958	135	1013097250	3692711259
113	5380416	4700428094	135.5	1070705567	3635102942
113.5	6258626	4699549883	136	1130732397	3575076112
114	7116711	4698691798	136.5	1191956183	3513852326
114.5	8417092	4697391417	137	1252293351	3453515158
115	9687884	4696120626	137.5	1317287725	3388520785
115.5	11123454	4694685055	138	1381308843	3324499666
116	12744899	4693063610	138.5	1447419665	3258388844
116.5	14501940	4691306569	139	1536833824	3168974686
117	16501115	4689307395	139.5	1609400842	3096407667
117.5	20049247	4685759263	140	1686360241	3019448268
118	22754997	4683053513	140.5	1763792400	2942016109
118.5	25837846	4679970663	141	1843019667	2862788843
119	65086258	4640722252	141.5	1927198895	2778609615
119.5	73623870	4632184639	142	2031220270	2674588240
120	83968888	4621839621	142.5	2123611342	2582197167
121	95207438	4610601071	143	2217424156	2488384353
121.5	107851038	4597957472	143.5	2317143652	2388664857
122	120357857	4585450653	144	2419950105	2285858405
122.5	134668670	4571139839	144.5	2535021780	2170786729
123	150323996	4555484514	145	2644247192	2061561317
123.5	170402752	4535405757	145.5	2757786059	1948022451
124	188208641	4517599869	146	2873367152	1832441358
124.5	208102805	4497705704	146.5	2996829763	1708978747
125	228077744	4477730765	147	3121646883	1584161626
125.5	253090575	4452717935	147.5	3253057820	1452750690
126	278546750	4427261760	148	3394208413	1311600096
126.5	304011437	4401797072	148.5	3576583746	1129224763
127	329597481	4376211028	149	3723268063	982540447
127.5	357153014	4348655495	149.5	3872832413	832976096
128	385189812	4320618697	150	4026156788	679651721
128.5	415587944	4290220565	150.5	4183371219	522437291
129	446797476	4259011034	151	4344375652	361432857
129.5	486261924	4219546585	151.5	4531040490	174768019
130	530289992	4175518517	152	4705808509	0



الشكل رقم (2) يبين المخطط الانسيابي لمنهجية الاستتباع المبكرة

من محطة بيجي في الاستتباع، بعد الحصول على الموافقة الرسمية من وزارة الموارد المائية. لغرض انجاز الحسابات الخاصة بالاستتباع تم اعداد برنامج باستخدام نظام اكسل EXCEL 2010، اذ تم تحويل زمن القراءات الى الزمن

البيانات المستخدمة Data Using

تم الحصول على بيانات مناسب نهر دجلة من المقاييس في محطات كل من الشرقاط وبيجي وتكريت التابعة لمديرية الموارد المائية في صلاح الدين، وتم الاعتماد على بيانات مناسب نهر دجلة

الحجم البيئي الداخل في الخزان من خلال: {عمود (5) * عمود (4) * 60 * 60} كما في الجدول (2) من العمود (6).
لقد بدأت الموجة الفيضانية في نهر دجلة بتاريخ 29-1-2013 ووصل أعلى ارتفاع للموجة الى 108.15 م فوق مستوى سطح البحر في الساعة الثانية بعد منتصف الليل يوم 31-1-2013، والتي سجلت في محطة بيجي. الشكل (3) يوضح هيدروغراف التصريف الداخل الى الخزان المفترض ويتضح من خلاله ان ذروة الموجة الفيضانية هي 14361 م³/ثا والزمن المقابل لها 33 ساعة ويكون شكل الهيدروغراف حاد جدا، ثم يبدأ شكل الهيدروغراف بالانحناء تنازليا الى ان يصل التصريف الى 4319 م³/ثا عند الزمن 66 ساعة، ثم يقل التصريف تدريجا ليصل الى 2838 م³/ثا والزمن المقابل له 122.5 ساعة ثم تظهر زيادة قليلة بالتصريف الى 3693 م³/ثا عند الزمن 136.5 ساعة، وبعد ذلك يستقر التصريف عند 1859 م³/ثا وبزمن 181.5 ساعة والتي تمثل نهاية الموجة الفيضانية.

الفرضيات الخاصة بالاستتباع

ان هذه الفرضيات اعتمدت كأساس لمنهجية جديدة مبتكرة لاستتباع الفيضان بدلالة بيانات واقعية مقاسة في محطة على مقطع باتجاه مجرى النهر downstream بعد موقع السد المقترح، وهي بيانات بسيطة تمثل قراءات منسوب الماء في المحطة لكن يمكن من خلالها استنباط كم هائل من البيانات وفق المنهجية الجديدة، ان هذه الفرضيات ليست اعتباطية وانما يستند كل منها على اساس علمي منطقي.

الفرضية الاولى:

- ان التصريف الداخل الى محطة بيجي قبل افتراض وجود السد هو نفسه التصريف الداخل الى الخزان بعد افتراض وجود السد.

التراكمي منذ بدأ الموجة وادرج مع مناسيب الماء في النهر في العمودين الاول والثاني على التوالي في الجدول (2) والتي تمثل البيانات الخام من مقياس نهر دجلة في محطة بيجي، ثم تم احتساب معدل منسوب الماء في المحطة لكل قرانتين متتاليتين ليوضع مقابل الزمن البيئي (الزمن بين قرانتين متتاليتين) ووضعت قيم المعدل والزمن البيئي في العمودين الثالث والرابع على التوالي، اما التصريف البيئي (التصريف بين قرانتين) فتم حسابه من المعادلة (1) بدلالة معدل مستوى الماء في محطة بيجي، ثم تم حساب الحجم الداخل البيئي من ضرب التصريف البيئي في الزمن البيئي، اما التصريف الخارج البيئي فتم افتراضه، ثم حساب الحجم الخارج البيئي من المنافذ من ضرب التصريف الخارج البيئي في الزمن البيئي وأدرج في العمود الثامن، كما تم حساب الخزن البيئي لكل فترة من فترات الاستتباع من خلال طرح الحجم الخارج من الحجم الداخل لكل زمن بيئي وادرجت في العمود التاسع، واخيرا تم جمع حجوم الخزين البيئية واستخراج فرق الخزين التراكمي لكل الموجة الفيضانية والتي ادرجت قيمته في الخلية الاخيرة من العمود التاسع، كما موضح بالجدول (2).

تم حساب التصريف بدلالة المنسوب من خلال استخدام المعادلة الخاصة بتحويل المناسيب الى تصارييف المعتمدة من قبل الهيئة العامة للموارد المائية العراقية كما في ادناه [15].

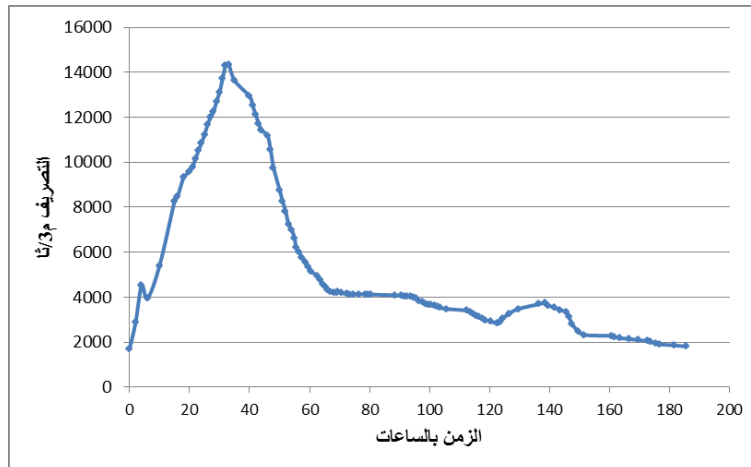
$$Y = (-46189496.2 + 1362848.241 * X - 13407.19488 * (X^2) + 43.97591224 * (X^3)) \dots (1)$$

حيث ان:

$$Y = \text{التصريف بوحدة م}^3/\text{ثا}.$$

$$X = \text{المنسوب بوحدة م}.$$

كما موضح بالجدول (2) من العمود (5)، بما ان الزمن البيئي بالساعات والتصريف ب م³/ثا لذا يجب توحيد الوحدات لغرض حساب



الشكل رقم (3) يبين هيدروغراف التصريف الداخل الى محطة بيجي (التصريف المفترض الداخل الى الخزان).

الجدول رقم (2) يبين البرنامج المعد بنظام اكسل لمعالجة البيانات المستخدمة لاستتباع الفيضان لنهر دجلة لسنة 2012- 2013

1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9
26172756	3600000	500	29772756	4135	2	105.6	105.6	74.5	8729152	3600000	500	12329152	1712	2	104.25	104.1	0
26172756	3600000	500	29772756	4135	2	105.6	105.6	76.5	17065253	3600000	500	20665253	2870	2	105.01	104.4	2
13086378	1800000	500	14886378	4135	1	105.6	105.6	78.5	28874931	3600000	500	32474931	4510	2	105.75	105.61	4
13086378	1800000	500	14886378	4135	1	105.6	105.6	79.5	56802946	7200000	500	56802946	3945	4	105.52	105.89	6
104342582	14400000	500	118742582	4123	8	105.6	105.6	80.5	88357589	9000000	500	97357589	5409	5	106.08	105.15	10
25825443	3600000	500	29425443	4087	2	105.58	105.59	88.5	27961169	1800000	500	29761169	8267	1	106.9	107	15
12826457	1800000	500	14626457	4063	1	105.57	105.57	90.5	57378035	3600000	500	60978035	8469	2	106.95	106.8	16
12783465	1800000	500	14583465	4051	1	105.57	105.57	91.5	63456090	3600000	500	67056090	9313	2	107.15	107.1	18
12740567	1800000	500	14540567	4039	1	105.56	105.56	92.5	32680340	1800000	500	34480340	9578	1	107.21	107.2	20
12697763	1800000	500	14497763	4027	1	105.56	105.56	93.5	33488499	1800000	500	35288499	9802	1	107.26	107.22	21
12655051	1800000	500	14455051	4015	1	105.55	105.55	94.5	34809435	1800000	500	36609435	10169	1	107.34	107.3	22
12442890	1800000	500	14242890	3956	1	105.53	105.55	95.5	36079355	1800000	500	37879355	10522	1	107.42	107.38	23
12025499	1800000	500	13825499	3840	1	105.48	105.5	96.5	37292515	1800000	500	39092515	10859	1	107.49	107.45	24
11820239	1800000	500	13620239	3783	1	105.45	105.45	97.5	38622604	1800000	500	40422604	11229	1	107.56	107.52	25
11617250	1800000	500	13417250	3727	1	105.43	105.45	98.5	40260602	1800000	500	42060602	11684	1	107.65	107.6	26
11416516	1800000	500	13216516	3671	1	105.4	105.4	99.5	41378311	1800000	500	43178311	11994	1	107.71	107.7	27
11376639	1800000	500	13176639	3660	1	105.4	105.4	100.5	42325620	1800000	500	44125620	12257	1	107.76	107.72	28
11218024	1800000	500	13018024	3616	1	105.38	105.39	101.5	43969544	1800000	500	45769544	12714	1	107.85	107.8	29
11060833	1800000	500	12860833	3572	1	105.36	105.36	102.5	45455493	1800000	500	47255493	13127	1	107.92	107.89	30
21887741	3600000	500	25487741	3540	2	105.34	105.35	103.5	47592415	1800000	500	49392415	13720	1	108.03	107.95	31
75120491	12600000	500	87720491	3481	7	105.31	105.33	105.5	49689873	1800000	500	51489873	14303	1	108.13	108.1	32
10465036	1800000	500	12265036	3407	1	105.28	105.3	112.5	99805997	3600000	500	103405997	14362	2	108.14	108.15	33
10202822	1800000	500	12002822	3334	1	105.24	105.26	113.5	236415315	9000000	500	245415315	13634	5	108.01	108.12	35
9944818	1800000	500	11744818	3262	1	105.21	105.23	114.5	44757889	1800000	500	46557889	12933	1	107.89	107.9	40
9690982	1800000	500	11490982	3192	1	105.17	105.19	115.5	43287498	1800000	500	45087498	12524	1	107.81	107.87	41
9441273	1800000	500	11241273	3123	1	105.14	105.16	116.5	41850152	1800000	500	43650152	12125	1	107.74	107.75	42
9195652	1800000	500	10995652	3054	1	105.1	105.12	117.5	40445451	1800000	500	42245451	11735	1	107.66	107.72	43
17908152	3600000	500	21508152	2987	2	105.07	105.09	118.5	78689850	3600000	500	82289850	11429	2	107.6	107.6	44
17433011	3600000	500	21033011	2921	2	105.03	105.05	120.5	38443435	1800000	500	40243435	11179	1	107.55	107.6	46
8416878	1800000	500	10216878	2838	1	104.99	105.02	122.5	36251006	1800000	500	38051006	10570	1	107.43	107.5	47
8565878	1800000	500	10365878	2879	1	105.01	104.96	123.5	66651602	3600000	500	70251602	9757	2	107.25	107.35	48
18495885	3600000	500	22095885	3069	2	105.11	105.06	124.5	29804536	1800000	500	31604536	8779	1	107.03	107.15	50
29889324	5400000	500	35289324	3268	3	105.21	105.16	126.5	27961169	1800000	500	29761169	8267	1	106.9	106.9	51
74986267	12600000	500	87586267	3476	7	105.31	105.26	129.5	26403826	1800000	500	28203826	7834	1	106.79	106.9	52
22993080	3600000	500	26593080	3693	2	105.41	105.36	136.5	24244224	1800000	500	26044224	7235	1	106.63	106.68	53
11706286	1800000	500	13506286	3752	1	105.44	105.46	138.5	23401869	1800000	500	25201869	7001	1	106.57	106.58	54
22641922	3600000	500	26241922	3645	2	105.39	105.41	139.5	11041452	9000000	500	11941452	6634	0.5	106.46	106.55	55
21887741	3600000	500	25487741	3540	2	105.34	105.36	141.5	20578634	1800000	500	22378634	6216	1	106.34	106.37	55.5
21149819	3600000	500	24749819	3437	2	105.29	105.32	143.5	19766894	1800000	500	21566894	5991	1	106.27	106.3	56.5
10213973	1800000	500	12013973	3337	1	105.24	105.27	145.5	18976749	1800000	500	20776749	5771	1	106.2	106.23	57.5
9423594	1800000	500	11223594	3118	1	105.14	105.22	146.5	18207873	1800000	500	20007873	5558	1	106.13	106.16	58.5
16538989	3600000	500	20138989	2797	2	104.97	105.05	147.5	17459941	1800000	500	19259941	5350	1	106.06	106.09	59.5
14354336	3600000	500	17954336	2494	2	104.79	104.88	149.5	33465253	3600000	500	37065253	5148	2	105.99	106.02	60.5
59096588	16200000	500	75296588	2324	9	104.69	104.7	151.5	16025604	1800000	500	17825604	4952	1	105.92	105.95	62.5
6397684	1800000	500	8197684	2277	1	104.66	104.67	160.5	15338547	1800000	500	17138547	4761	1	105.85	105.88	63.5
12463340	3600000	500	16063340	2231	2	104.63	104.64	161.5	14718159	1800000	500	16518159	4588	1	105.78	105.81	64.5
18204662	5400000	500	23604662	2186	3	104.6	104.61	163.5	7103125	9000000	500	8003125	4446	0.5	105.73	105.75	65.5
17721930	5400000	500	23121930	2141	3	104.57	104.58	166.5	13751103	1800000	500	15551103	4320	1	105.68	105.7	66
17246738	5400000	500	22646738	2097	3	104.54	104.55	169.5	13527144	1800000	500	15327144	4258	1	105.65	105.65	67
5593003	1800000	500	7393003	2054	1	104.51	104.52	172.5	13305574	1800000	500	15105574	4196	1	105.63	105.65	68
10848688	3600000	500	14448688	2007	2	104.47	104.49	173.5	6652787	9000000	500	7552787	4196	0.5	105.63	105.6	69
5243710	1800000	500	7043710	1957	1	104.44	104.45	175.5	13438230	1800000	500	15238230	4233	1	105.64	105.65	69.5
25332682	9000000	500	34332682	1907	5	104.4	104.42	176.5	26523090	3600000	500	30123090	4184	2	105.62	105.63	70.5
19571113	7200000	500	26771113	1859	4	104.36	104.38	181.5	13130028	1800000	500	14930028	4147	1	105.61	105.61	72.5
9444784	3600000	500	13044784	1812	2	104.33	104.35	185.5	13086378	1800000	500	14886378	4135	1	105.6	105.6	73.5
3084666513	337500000		3422166513	الحجم التراكمي				187.5									

1: الزمن منذ بدء الموجة الفيضانية بالساعة. 2: مستوى الماء في محطة ببجي. م. ف. م. س. ب. 3: معدل مستوى الماء م. ف. م. س. ب. = ((مستوى الماء في الخلية في العمود 2 + مستوى الماء في الخلية التي تليه في نفس العمود) / 2). 4: الزمن البيني بالساعة = (الوقت في الخلية في العمود 1 - الوقت في الخلية السابقة في نفس العمود). 5: التصريف البيني م³/ثا = (تم حسابا من المعادلة 5.1 بدلالة معدل مستوى الماء المأخوذة من العمود رقم 3). 6: الحجم الداخل البيني الى الخزان م³ = (العمود 4 * العمود 5). 7: التصريف الخارج البيني الافتراضي م³/ثا (يفرض لكل سيناريو من 500 م³/ثا الى 10000 م³/ثا وبزيادة 500 م³/ثا بين كل سيناريو والسيناريو الذي يليه). 8: الحجم الخارج البيني الافتراضي من المنافذ م³. 9: الخزن البيني م³ = (العمود 6 - العمود 8).

الفرضية الثانية:

- اهمال كمية المياه المسحوبة ما بين جسم السد ومحطة ببجي لأغراض الري او للأغراض الصناعية، ان السند المنطقي لهذه الفرضية هو توقف مأخذ الضخ من النهر لأغراض الري خلال فترة الموجة الفيضانية بسبب الصعوبات الفنية لتشغيل المضخات وعدم الحاجة الى الري التكميلي خلال هذه الفترة، اضافة الى ان طاقات التصريف لهذه المضخات تكون قليلة جدا وتكاد لا تذكر نسبة الى تصريف النهر خلال الموجة الفيضانية الذي قد يصل الى عشرات الف الامتار المكعبة في الثانية، كما ان محطات الضخ الخاصة بالمنشآت الصناعية تتوقف هي الاخرى عن الضخ بسبب العكورة العالية وصعوبة المعالجة، ومع ذلك وان لم تتوقف هذه المحطات فأنا

طاقاتها التصريفية قليلة جدا ويمكن اهمالها فهي لا تتناسب مع الطاقة التصريفية للنهر.

الفرضية الثالثة:

- التصريف الداخل الى ببجي بعد بناء السد هو نفسة التصريف الخارج من البوابات gates، والمطفح spillway، وممر (سلم) الاسماك وبقية منافذ التصريف الاخرى من السد.

الفرضية الرابعة:

- وجود الخزين الاولي للخزان قبل وصول الموجة الفيضانية لان الخزان ليس فارغا قبل الفيضان، واستنادا الى الدراسة الهيدرولوجية التي اعدت لهذا الغرض [10]، فان الموجة الفيضانية تصل الى السد حينما يكون منسوب المياه فيه 150 م فوق مستوى سطح البحر،

وصول المناسيب في المحطات الاخرى (تكريت، سامراء، ... الخ) باتجاه المصب الى المناسيب الحرجة في كل محطة.

النماذج الرياضية المستنبطة لغرض الاستنباع

لقد تم اشتقاق المعادلات الرياضية التالية لغرض الاستنباع وهي:

العلاقة بين التصريف – المنسوب في محطة بيجي

لقد تم اشتقاق هذه العلاقة لغرض معرفة المنسوب في محطة بيجي الذي تحققه التصارييف المطلقة من الخزان المفترض، حيث يتم التنبؤ بالمنسوب من خلال الاطلاقات من بوابات السد لكي يتم معرفة هذه الاطلاقات هل تصل الى المنسوب الفيضاني التدميري ام لا، والمعادلة التالية تبين العلاقة بين التصريف والمنسوب، وقد تم اشتقاق المعادلة من بيانات المنسوب – والتصريف لمحطة بيجي المدرجة في العمودين الاول والخامس في الجدول (2) على التوالي، كما في الشكل (4):

الصيغة الحسابية:

$$Y = 1.6092E-012x^3 - 5.4512E-008x^2 + 0.000806x + 103.081678 \dots (2)$$

X = التصريف الخارج م³/ثا

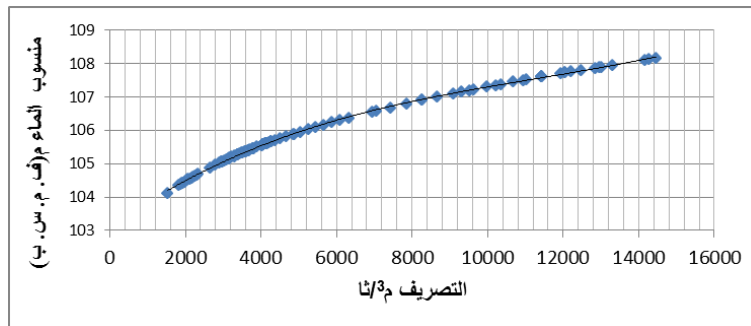
Y = المنسوب الذي يتحقق في بيجي نتيجة تأثير الجريان الخارج

بالمتر فوق مستوى سطح البحر .

المعادلة بصيغة اكسل كما تم ادخالها في البرنامج الخاص باستنباع الفيضان:

$$\text{Level} = (1.6092*(10^{(-012)})*(A1^3)) - (5.4512*(10^{(-008)})*(A1^2)) + (0.000806*A1) + 103.081678$$

حيث A1 يمثل احداثيات الخلية التي ادخل فيها القيمة الاولى للتصريف الخارج، وهكذا بالنسبة لبقية الاسطر في البرنامج.



الشكل (4) العلاقة بين التصريف البيني ومعدل منسوب الماء في محطة بيجي، استخدمت هذه المعادلة لغرض التنبؤ بالمنسوب المتحقق في بيجي مقابل تصريف معين خارج من المنافذ.

داخل الخزان عند كل زمن محدد في فترة الاستنباع، وبالتالي معرفة اذا كان هذا المنسوب ضمن المناسيب الامنة بالنسبة للخزان، وعلى اساس ذلك يتم اتخاذ القرار المناسب لزيادة او تقليل التصارييف الخارجة من البوابات والمطوح والمنافذ الاخرى، وكذلك زيادة او تقليل حجم الخزين (والمنسوب المناظر له) عند بداية استقبال الموجة الفيضانية، بمعنى تهيئة ظروف الخزان لاستقبال الموجة، الشكل رقم (4) يوضح الصيغة البيانية للمعادلة. وكانت العلاقة المشتقة لتحديد المنسوب كما موضح بالمعادلة (3):

$$Y = 5.12811E-028x^3 - 4.9186E-018x^2 + 1.8677E-008x + 120.623 \dots (3)$$

وحسب التحليل الجيومتري المذكور سابقا فان حجم الماء داخل الخزان الذي يحققه هذا المنسوب ويكون 4,026,156,788 م³.

ولزيادة الدقة في الحسابات والاخذ بنظر الاعتبار كافة الاحتمالات الاخرى لذا فقد افترضنا احد عشر سيناريو لمناسيب مفترضة للماء في الخزان عند وصول الموجة، وتتراوح هذه المناسيب بين 140 الى 150 م فوق مستوى سطح البحر ويزيادة متر واحد بين المنسوب الافتراضي والمنسوب الذي يليه، كما في الجدول رقم (3).

الفرضية الخامسة:

- تم افتراض التصريف الخارج لكل سيناريو من السيناريوهات في الفرضية الرابعة، بحيث يحقق هذا التصريف منسوباً لا يتجاوز المنسوب الفيضاني التدميري في محطة بيجي، ولا يحقق فرق خزين تراكمي يؤدي الى طفوح الخزان، وان يكون هذا التصريف ضمن الطاقة التصريفية للبوابات المعتمدة في التصميم، اذ ان البوابات صممت بعرض (8 م) وارتفاع (10م)، حيث حسبت هذه الطاقة التصريفية اعتماداً على التصميم المقرر للسد والتي تصل الى 22225 م³/ثا بالنسبة لتصريف المسيل السفلي المبوب و 1338 م³/ثا لتصريف المسيل الاضطرابي غير المبوب.

الفرضية السادسة:

- ان حدوث الفيضان في محطة بيجي ووصول المنسوب الى المنسوب الحرج (المنسوب التدميري) يعني حدوث الفيضان التدميري في مقاطع النهر باتجاه المصب، كما ان عدم وصول تصريف النهر في هذه المحطة الى المنسوب المناظر في محطة بيجي يعني عدم

العلاقة بين الخزين – المنسوب

تم استنتاج العلاقة بين المنسوب والخزين في التحليل الجيومتري سابقا من خلال معالجة نموذج الارتفاعات الرقمية، والتي تمثل العلاقة العكسية بين الخزين والمنسوب اعتماداً على نفس البيانات والهدف منها هو التنبؤ بالمنسوب في الخزان الذي يحققه خزين معلوم في الخزان.

عند حساب التصارييف الداخلة والخارجة فان الفرق بينهما ΔS هو الخزين المضاف الى خزين فترات الاستنباع البينية السابقة، وان هذه العلاقة ستستخدم في تحديد المنسوب الذي يحققه الخزين المتراكم

حيث ان:

 $Y =$ المنسوب الذي يتحقق في الخزان نتيجة تأثير الخزين التراكمي م³

فوق مستوى سطح البحر .

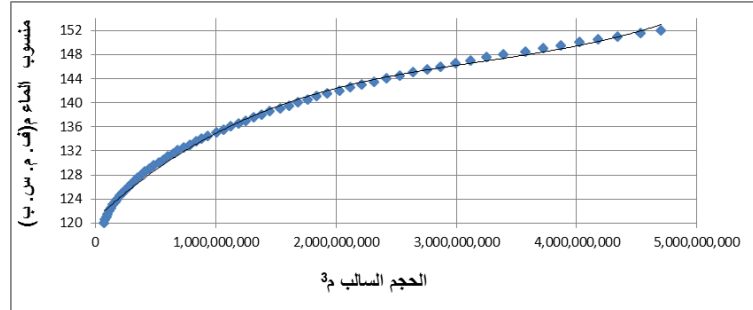
 $X =$ الخزين التراكمي داخل الخزان م.

المعادلة بصيغة اكسل كما تم ادخالها في البرنامج بحسابات

التحليل الجيومتري:

$$\text{Level} = (5.1281 * (10^{(-0.28)}) * (N1^{(3)})) - (4.9186 * (10^{(-0.18)}) * (N1^{(2)})) + (1.8677 * (10^{(-0.08)}) * N1) + 120.6236$$

حيث N1 تمثل احدثايات الخلية التي ادخل فيها الخزين التراكمي.



الشكل (5) بين العلاقة بين حجم الخزين ومنسوب الماء داخل الخزان.

اما المنسوب الفيضاني التدميري داخل الخزان فقد تم افتراضه 152.15 م فوق مستوى سطح البحر حسب تقرير وزارة الموارد المائية. ان هذه الفرضية غير كافية لوضع اليه صحيحة لتشغيل الخزان، لعدم وجود ضمانه لان يكون منسوب استقبال الموجة الفيضانية 150 م فوق مستوى سطح البحر، وبالتالي اما ان يكون التصريف الخارج اكثر من الحاجة بحيث يؤدي الى هدر كميات اكبر من الماء او ان يكون اقل مما ينبغي فيؤدي الى الوصول الى المنسوب الحرج داخل الخزان. من المعادلة المشتقة بين التصريف - المنسوب تم الحصول على المناسيب المتحققة في بيحي المقابلة لكل تصريف خارج من الخزان، ومن خلال تثبيت التصريف الخارج من بوابات السد، حيث يكون المنسوب في محطة بيحي 103.83 م فوق مستوى سطح البحر عندما يكون التصريف الخارج 1000 متر مكعب بالثانية، والى المنسوب 107.30 م فوق مستوى سطح البحر عندما يكون التصريف الخارج من الخزان 10000 متر مكعب بالثانية، وبواقع زيادة في التصريف قدرها 500 متر مكعب بالثانية لكل منسوب، ومن خلال الفرق بين التصريف الداخل والتصريف الخارج من الخزان، فقد تم الحصول على فرق الخزن التراكمي داخل الخزان لكل منسوب من هذه المناسيب، وكما مبين في الجدول (3).

ولغرض الوصول الى تصريف خارج ملائم عند كل منسوب افتراضي لاستقبال الموجة فقد تم اختيار 20 تصريف خارج افتراضي (م³/ثا) من المنافذ المختلفة تبدأ من 500 م³/ثا الى 10000 م³/ثا وبزيادة 500 م³/ثا، ادرجت قيم هذه التصارييف في العمود الاول من الجدول رقم (3)، اما المنسوب المتحقق نتيجة هذا التصريف في محطة بيحي، فتم حسابه من العلاقة المشتقة بين التصريف - المنسوب والموضحة بالشكل السابق رقم (4) والمعادلة (2)، وادرجت قيم المناسيب في العمود الثاني من الجدول رقم (3)، كما تم حساب فرق الخزن التراكمي المتحقق لكل الموجة الفيضانية عند كل تصريف خارج مفترض، ودرجت قيم فرق الخزن هذه في العمود الثالث من الجدول (3). تم

تصميم المسيل الأسفل والمسيل الاضطرابي

ان مكان منافذ التصريف على المجرى الاعتيادي للنهر حسب التصميم المعد من قبل وزارة الموارد المائية، يتكون من (16) فتحة سفلى بعرض (8م) ارتفاع (10 م) ويبلغ منسوب عتبة البوابات (120) متر فوق مستوى سطح البحر، وتبلغ سعة التصريف الكلية لها (22225) متر مكعب بالثانية عندما يكون منسوب الخزان (152.15) متر فوق مستوى سطح البحر، اما المسيل الاضطرابي الغير ميوب (المطبخ) يقع فوق البوابات، حيث يقوم بتصريف مياه الفيضانات التي تفوق تصريف البوابات عندما يرتفع منسوب الخزان عن المنسوب التشغيلي الأعلى البالغ (150) متر فوق مستوى سطح البحر وتكون طاقة التصريف الكلية له (1338) متر مكعب بالثانية بمنسوب (152.25) متر فوق مستوى سطح البحر، ان عتبة هذا المسيل تقع في منسوب (150.25) متر فوق مستوى سطح البحر [10].

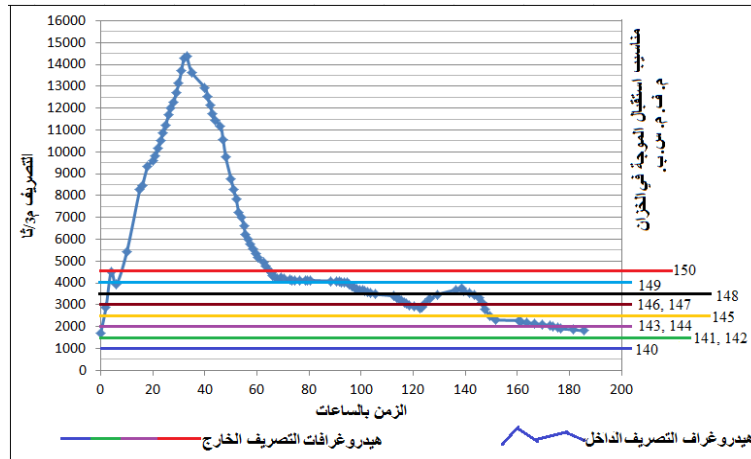
ان الطاقة التصريفية للمنافذ المختلفة المذكورة في اعلاه تفوق اعلى التصارييف الخارجة المفترضة المذكورة في العمود الاول في الجدول رقم (3)، والتي اعتمدت في حسابات السيناريوهات المختلفة لاستقبال ومغادرة الموجة.

حسابات التصريف الخارج وفرق الخزين

لقد تم استخدام طريقة جديدة مبتكرة في حساب التصريف الخارج من الخزان لتلطيف الموجة الفيضانية، بحيث يمكن السيطرة على الموجة الفيضانية الداخلة الى الخزان لضمان عدم الوصول الى المنسوب الحرج في الخزان، وكذلك عدم الوصول الى المنسوب الفيضاني التدميري في محطة بيحي، وعلى افتراض ان الخزان ليس فارغا في بداية وصول الموجة الفيضانية، فان الدراسات الاولية افترضت وجود الماء في الخزان بمنسوب 150 م فوق مستوى سطح البحر، ومن خلال التحليل الجيومتري تبين ان السعة المتبقية من الخزان عند المنسوب 150 م فوق مستوى سطح البحر هي 679,651,721 م³،

لاستقبال الموجة، وتراوح هذه التصاريح الخارجة بين 1000 الى 4500 م³/ثا، الخلايا المظلمة باللون الاخضر في الجدول رقم (3) تمثل التصاريح الخارجة المثلى لكل سيناريو افتراضي لاستقبال ومغادرة الموجة الفيضانية، ويعد هذا الجدول دليل مشغل الخزان لوضع برنامج التشغيل والسيطرة على الانطلاقات من المنافذ.

لقد تم تمثيل العلاقة بين التصريف والزمن والتي تمثل هيدروغراف التصريف الداخل الى الخزان (الشكل المنحني) وهيدروغراف التصريف الخارج الى بيحي عند مناسيب استقبال الموجة المفترضة لكل سيناريو (الخطوط المستقيمة) بعد انشاء السد، التصاريح التي يتم اطلاقها على المحور الصادي (الايسر)، عند كل سيناريو مفترض لمناسيب استقبال الموجة الفيضانية على المحور الصادي (الايمن)، اذ تم الحصول على احد عشر هيدروغرافا للتصريف الخارج من الخزان، والشكل (6) يبين هيدروغرافات التصريف الخارج لأحد عشر سيناريو مفترض عند مناسيب استقبال الموجة الفيضانية.



الشكل رقم (6) يبين هيدروغرافات التصريف الداخل والتصاريح الافتراضية الخارجة عند المناسيب الافتراضية المختلفة لاستقبال الموجة الفيضانية

ثلاث مراحل في تطور حجم الخزان، المرحلة الاولى تكون فيها الزيادة في حجم الخزين قليلة جدا لان منسوب الماء هنا يمثل مجرى النهر الاصلي، اما المرحلة الثانية (المرحلة الانتقالية) فيبدأ بالزيادة اكثر من المرحلة الاولى لان الخزين ينتقل من المجرى الاصلي للنهر الى السهل الفيضي، اما المرحلة الثالثة فتكون الزيادة في حجم الخزين اكثر من المرحلتين السابقتين و تنغمر معظم الجزر النهرية مع تكون جزر جديدة وينتقل الخزين في هذه الحالة من السهل الفيضي الى الشرفات النهرية، اما العلاقة بين كل من الحجم السالب والمساحة السطحية السالبة والمساحة المستوية السالبة على حده مع المنسوب تكون شبة خطية وانطبقا منحي المساحة السطحية السالبة مع منحي المساحة المستوية السالبة وهذا قد يعود الى قلة وعورة طوبوغرافية القاع، لكن السبب الأرجح هو قلة وضوحية نماذج الارتقاعات الرقمية (DEM).

وضع احد عشر سيناريو افتراضي لاستقبال الموجة بمناسيب مختلفة داخل الخزان، تبدأ بمنسوب 140 م وتنتهي بمنسوب 150 م فوق مستوى سطح البحر، وزيادة متر واحد بين سيناريو واخر، وفي كل سيناريو يستخدم جدول التحليل الجيومتري رقم (1)، لحساب كل من:

- 1- حجم ماء الخزان عند ساعة استقبال الموجة م³ (من العمود الثالث في الجدول رقم 1).
 - 2- الحجم المتبقي من الخزان ساعة استقبال الموجة م³ (من العمود الرابع من الجدول رقم 1).
 - 3- الحجم المتراكم في الخزان ساعة مغادرة الموجة م³ (الذي يساوي مجموع حجم الماء في الخزان عند استقبال الموجة + فرق الخزين ΔS المتحقق عند كل تصريف افتراضي خارج).
 - 4- المنسوب المتحقق في الخزان ساعة مغادرة الموجة (متر فوق مستوى سطح البحر)، وتم حسابه من المعادلة رقم 3.
- ادرجت هذه القيم في الاسطر الخمسة الاولى من الجدول (3)، بعد ذلك تم اختيار التصريف الخارج الامثل عند كل سيناريو افتراضي

الاستنتاجات:

من خلال الدراسة الحالية والتي تتضمن استنباع الفيضان في نهر دجلة بين خزان سد مكحول المقترح ومدينة بيحي بتشغيل افتراضي للسد فقد تم التوصل الى النتائج التالية:

- 1- من مقارنة المستويات الافتراضية لمناسيب الماء تبين ان شكل الخزان يتغير بشكل كبير عند مناسيب معينة بسبب تغاير العناصر الجيومورفولوجية وخصائصها الطوبوغرافية للمنطقة المغمورة.
- 2- من خلال رسم العلاقة بين كل من الحجم الموجب والمساحة السطحية الموجبة والمساحة المستوية الموجبة على حده مع المنسوب تبين تذبذب هذه العلاقة بسبب تكون جزر جديدة وانغمار جزر اخرى ضمن الخزان مع زيادة المنسوب.
- 3- من خلال رسم العلاقة بين مستويات الماء الافتراضية والحجم السالب (حجم الخزين المائي في الخزان)، تبين ان هناك

جدول (3) يبين التصريف الخارج الامثل عند مناسيب افتراضية مختلفة لاستقبال الموجة الفيضانية

[illegible]

$X = \text{غير ملائم}$

$$\sqrt{\text{ملائم}} =$$

- 1- استخدام بيانات الارتفاعات الرقمية ذات الدقة العالية.
- 2- زيادة عدد المحطات المسجلة للمنسوب في أعلى وأسفل موقع الخزان.
- 3- زيادة كثافة عدد القراءات المسجلة في المحطات، وتقليل الفاصلة الزمنية بين القراءة والتي تليها، لزيادة الدقة في الاستتباع.
- 4- إعادة مسح مقاطع الجريان في محطات القياس لكل سنة لغرض تعديل وتصويب معادلة المنسوب- التصريف المعتمدة من قبل وزارة الموارد المائية.
- 5- يمكن إعادة استخدام طريقة التحليل الجيومتري المبتكرة في الدراسة الحالية على جميع الخزانات في العالم.
- 6- طريقة الاستتباع يمكن ان تعمم وتعاد صياغتها لجميع السدود المقترحة في العالم باستخدام البيانات المسجلة لأقرب محطة، أعلى أو أسفل موقع الخزان.

- 4- تبين من خلال الدراسة الحالية ان هذا الاسلوب المتبع في الاستتباع، هو اسلوب فعال وناجح لأنه يعطي سيناريوهات تشغيلية للخزان عند استقبال ومغادرة واثناء الموجة الفيضانية، والمناسيب المتحققة في الخزان ساعة مغادرة الموجة الفيضانية بحيث لا تتعدى المنسوب الفيضاني الأقصى المثبت في تصميم السد.
 - 5- من خلال الاسلوب المبتكر في الاستتباع تبين انه يمكن استيعاب الموجة الفيضانية وعدم طفوح الخزان وعدم حصول المنسوب الحرج في بيجي.
 - 6- من خلال الاسلوب المتبع في الاستتباع تبين ان التصاريح الخارجة المثلث تتراوح بين 1000-4500 م³/ثا اعتمادا على منسوب استقبال الموجة الفيضانية وما ينتج عنه من حجم اصلي وفرق الخزن التراكمي داخل الخزان (ΔS) والمنسوب المتحقق في الخزان والمنسوب المتحقق في بيجي.
- وتوصي الدراسة بما يأتي:

المصادر:

- [1] وزارة المائية، تقرير 2010: تقرير عن الموارد المائية في العراق.
- [2] Chau KW, 2006: Particle swarm optimization training algorithm for ANNs in stage prediction of Shing Mun River. Journal of Hydrology, 329(3-4): 363-367.
- [3] علوان، حيدر حسين، 2010: استتباع الفيضان بطريقة مسكنجهم الخطية في نهر دجلة باستخدام برامج حاسوبية، كلية الهندسة، قسم الهندسة المدنية، جامعة كربلاء، مجلة جامعة كربلاء العلمية، المجلد 8، العدد 21.
- [4] Subramanya, K. 2008: Engineering Hydrology, Third edition, Tata McGraw Hill, pp, 291-296.
- [5] الطائي، ثائر محمود، 2012: تحديد منسوب التشغيل الامثل في سد الفتحة في العراق، مركز بحوث السدود و الموارد المائية، جامعة الموصل، العراق، مجلة جامعة دمشق، المجلد 28، العدد 2، ص 61.
- [6] صالح، لطيف مزعل، 2014: خزان سد مكحول -دراسة هيدرولوجية وجيومترية لاختيار المنسوب الامثل، قسم الجغرافية، كلية التربية للعلوم الانسانية، جامعة تكريت، اطروحة دكتوراه (غير منشورة) 192 ص.
- [7] Jassim. S. Z. and Goff. J. C. 2006: Geology of Iraq, Published by Dolin, Prague and Moravian. Museum, Brno, p 341.
- [8] Bellen, W. A., Dunnington, H. V., Wetzall, R. and Morton, D. M. 1959: Laxique Stratigraphy International Asia Fascicule 10 a – Iraq, Center National Dela Researches Scientifcs, Paris, 333P.
- [9] Buday, T. 1980: The Regional Geology of Iraq (Stratigraphy and Paleontology). Dar Al- Kutb Publishing House, Mosul, Iraq, 445P.
- [10] وزارة الري، الهيئة العامة لمشاريع الري والاستصلاح، 2001: مركز للدراسات والتصميم، تقرير الجدوى الاقتصادية والفنية لسد مكحول المقترح، ص 23.
- [11] Kadhim, L. S., Ajeel, M.W. and Warid, A. H.: 2009: Sedimentology and Mineralogy studies of Quaternary sediment in Tikrit area, proceeding of First Scientific college of science, University of Tikrit, 243-249.
- [12] Jassim, S.Z., 1981: Early Pleistocene gravel fan of the Tigris river from Al-fatha to Baghdad, central Iraq. Geol. Sonci. Iraq., 14, 25-34.
- [13] Hamza N.M., Lawa F.A., Yagoub S.Y., Mousa A.z. and Fouad S.S. 1990: Project 999.State Establishment of Geological Survey and mineral investigation, Baghdad (Internal Report).
- [14] المفرجي، ميساء مهدي جاسم، 1995: هيدروكيميائية نهر الزاب الاسفل، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية العلوم، جامعة بغداد، 125 ص.
- [15] وزارة الموارد المائية، الهيئة العامة لتشغيل مشاريع الري واليزل، مديرية الموارد المائية في صلاح الدين، 2013: بيانات غير منشورة.

Flood Routing of Tigris River in Baiji Station and Makhoul Dam Reservoir under Supposed Operation of the Dam

Ghassan Shalan Nida Al-Shahry, Sabbar Abdullah Saleh

Department of Applied Geology , Collage of Science , University of Tikrit , Tikrit , Iraq

Abstract

The digital elevation models (DEM) used for geometric analysis of the reservoir, as essential requirement in the study of flood routing in the reservoir and in Baiji station on Tigris river, the volume of storage, volume of island, positive and negative planner area and surface areas, residual capacity, reservoir average depth, and average thickness of the island, were estimated, at each hypothetical level from 108-160 meters above sea level, the geometric elements of storage volume and residual capacity are used directly for flood routing.

The assumptions that have been assumed as basis for flood routing methodologies are:

- 1- The input discharges to Baiji station before assuming the existence of the dam is the same input discharges in the reservoir after the assumption of existence and operating of the dam.
- 2- The input discharge in Baiji station after construction of the dam is the same output discharge from gates.
- 3- The presence of initial reserve before the arrival of flood wave, as the reservoir is not empty before the flood.
- 4- Neglecting the drawn amount of water between the dam and Baiji station for irrigation and industrial purposes because of their small value.
- 5- The outflow from the gates was assumed for each operating scenario, the water level should not reach the critical one in the reservoir and Baiji gaging station.
- 6- If the river discharge in Baiji station not reach the destructive (critical) level, means that the level not reach the critical level in the other stations in downstream (Tikrit, Samarra, ... etc.).

Two mathematical models were used for flood routing purpose, the first is a relationship of discharge-level to predict the level in Baiji station depended on outflow from gates, and the second is the relationship of storage-level to predict the level in the reservoir depended on storage volume when the leave of the flood wave, an algorithm and flow chart were developed to describe and explain the steps of the flood routing program, which can be modified and applied for any dam reservoir in the world, and it is used in current study, also to calculate inflow discharges then inflow volumes, either outflow discharges may assumed for eleven operating scenarios (at 11 supposed levels to receive the flood wave) and predict the equivalent level in Baiji, and the change in storage, and then the accumulated volume and the equivalent level in reservoir, when the end of flood wave.

The optimum levels in the reservoir as well as in Baiji station depends on outflow discharge from the reservoir outlets, the predicted levels ranged between (103.83-105.75) meters above sea level in the station, resulting by outflow from the gates ranged from (1000-4500) m³/sec for each supposed scenario, knowing that these outflows within the discharge capacity of gates.

So, the routing reveal to not get flood in Baiji because the levels are not arrival to the critical case, and the results confirm the non-arrivals of the level in the reservoir to a critical situation, according to these scenarios the water level ranging between (150.53-151.90) meters above sea level, and the equivalent storage volumes ranging from (4252686180-4518813396) m³ in the reservoir, in condition of the dam operator apply the current supposed operation system.

Key Words: Makhoul dam, Tigris river, Geometric analysis, Flood routing