استخدام النمذجة الرياضية لدراسة المؤشرات الرئيسية لجودة المياه في بحيرات بعض السدود السطحية في الساحل السوري

د. حسام صبوح*

د. رائد جعفر**

ريم فداء القرحيلي***

(تاريخ الإيداع 3 / 1 / 2021. قُبِل للنشر في 24/ 2 / 2021)

□ ملخّص □

يتلخص البحث في إجراء دراسة تجريبية وتحليلية باستخدام النمذجة الرياضية لدراسة وتقييم المؤشرات الأساسية لجودة المياه في بحيرات ثلاثة سدود سطحية صغيرة في محافظة اللاذقية هي : (بحيرة سد القنجرة – بحيرة سد كرسانا – بحيرة سد خربة الجوزية) ، حيث امتدت فترة الدراسة على مدى عام كامل (2019) وقد تضمن البحث دراسة حقلية ومخبرية شملت تحديد كل من المتغيرات التالية : الأوكسجين المنحل، الاحتياج البيوكيميائي للأوكسجين، درجة حرارة مياه السدود، النترات، الفوسفور، الـ pH .

لمعالجة وتحليل نتائج القياسات المخبرية تم اعتماد النموذج الرياضي (LAKE2K) ، والذي يسمح باختيار أهم المؤشرات لتقييم جودة المياه في المصادر المائية بشكل عام ، والتي تمثلت في هذا البحث بالمؤشرات التالية : تركيز الأوكسجين المنحل DO ، تركيز شوارد النترات NO_3 وتركيز شوارد الفوسفور P_{org}.

أظهرت الدراسة الحقلية والمخبرية أن تركيز الأوكسجين المنحل لم ينخفض عن الحد (5 mg/l) في جميع أشهر السنة بالنسبة لبحيرتي كرسانا وخربة الجوزية أما بالنسبة لبحيرة القنجرة فقد أظهرت القياسات قيماً أقل لهذا المؤشر في شهري تموز وآب . أما بالنسبة لتركيز شوارد النترات فلم يتجاوز القيمة (50 mg/l) ، وكذلك تركيز شوارد الفوسفور لم يتجاوز الحد (0.5 mg/l) في جميع أشهر السنة بالنسبة للبحيرات الثلاث المدروسة.

لقد سمحت نتائج البحث بوضع تصور أو تقييم لجودة مياه البحيرات الثلاث حيث تبين أنها في وضع متوسط (بحيرة سد القنجرة) إلى جيد (بحيرة سد كرسانا وبحيرة سد خربة الجوزية) .

في الختام قمنا بعرض الاستنتاجات التي توصلنا إليها بعد قراءة نتائج القياسات المخبرية وتحليل النتائج التي أعطاها النموذج الرياضي المستخدم ، ومن خلال ذلك قمنا بعرض مجموعة من التوصيات التي لا بد من القيام بها لحماية المياه في بحيرات السدود الثلاثة المدروسة من التلوث الذي يأتي من مصادر مختلفة .

الكلمات المفتاحية: تقييم جودة المياه ، DO ، NO_3 ، P_{org} ، نموذج LAKE2K

* **أستاذ مساعد – قسم الهندسة البيئية – كلية الهندسة المدنية – جامعة تشر ين – اللاذقية – سورية.**

** **أستاذ مساعد – قسم الهندسة البيئية – كلية الهندسة المدنية – جامعة تشرين – اللاذقية – سورية.**

*** **طالبة دراسات عليا (ماجستير) – قسم الهندسة البيئية – كلية الهندسة المدنية – جامعة تشرين – اللاذقية – سورية.**

" Employment of Mathematical Modelling for the Study of Main Indicators of Water Quality in the Reservoirs of some Surface Dams in the Syrian Costal Region "

Dr. Housam Sabboh *
Dr. Raed Jaafar **
Reem Fedaa Alkerheli***

(Received 3 / 1 / 2021. Accepted 24 / 2 / 2021)

□ ABSTRACT □

The research can be summarised as an empirical and analytical examination using mathematical modeling to study and evaluate the main indicators of water quality in the reservoirs of three small surface dams in the governorate of Lattakia, namely, Al-Qanjra Dam Reservoir, Kersana Dam Reservoir and Khirbet al-Jawziya Dam Reservoir, over the period of an entire year (2019). The research also includes a field and laboratory study which includes identifying each of the following parameters: dissolved oxygen, biochemical need of oxygen, dam water temperature, nitrates, phosphorus and pH. For the processing and analysis of the laboratory measurement results, the (LAKE2K) mathematical model is employed, which allows to select the most important indicators to assess the water quality in the water sources in general, being in this research as follows: concentration of Dissolved Oxygen (DO), concentration of Nitrates ions (NO3) and concentration of Phosphorus ions (Porg). Field and laboratory study shows that the concentration of dissolved oxygen does not decrease below level (5 mg/l) in all months of the year for the Reservoirs of Kersana and Khirbet al-Jawziya. In Al-Qanjra Reservoir, the measurements show lower values for this indicator in the months of July and August. Concentration of Nitrates ions does not exceed the (50 mg/l) value; correspondingly, concentration of phosphorus ions does not exceed the (0.5 mg/l) level in all months of the year for the three studied lakes. The research results allow to set a vision and an assessment of the water quality in the three Reservoirs, as they are in mediocre (Al-Qanjra Dam Reservoir) to a good (Kersana Dam Reservoir and Khirbet al-Jawziya Dam Reservoir) state. To conclude, we have demonstrated the findings that we have come up with after reading the laboratory measurements and analysing the results given by the employed mathematical model. Through that we have presented a set of recommendations that are most necessary to carry out in order to protect the water in the three studied Reservoirs from pollution that comes to them from various sources.

Keywords: Water quality assessment, DO, NO3, P_{org}, LAKE2K model

* **Associate Professor, Department of Environmental Engineering, Faculty of Civil Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria.**
** **Associate Professor, Department of Environmental Engineering , Faculty of Civil Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria.**
*** **Postgraduate Student (MSc.), Department of Environmental Engineering, Faculty of Civil Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria.**

مقدمـة:

يعد التلوث واحداً من أهم الأخطار التي تهدد الموارد المائية في الوطن العربي، وذلك بسبب ضعف تقنيات حماية البيئة من آثار التلوث الصناعي، مما يؤدي إلى خسارة كميات كبيرة من الموارد المائية الجوفية والسطحية معاً. ويزداد التلوث بازدياد نفايات الصناعة والزراعة والأنشطة البشرية المختلفة، ويقدر أن قرابة % 90 من المياه الصحية يتم تصريفها إلى الأنهار والبحيرات دون أية معالجة، علماً بأن البحيرات والأنهار تعتبر المصادر الأساسية للمياه السطحية، وقد لوحظ في الآونة الأخيرة زيادة في معدلات تلوث تلك المصادر، وهذا ما شكل تهديداً لجودة مياهها أولاً وللكائنات التي تعيش فيها ثانياً، وللإنسان الذي يستخدم مياهها ثالثاً، ونظراً لقلة المصار المائية وعلى الرغم من تلوثها يجري استخدامها للري، كما يمكن استخدامها للشرب بعد إخضاعها لعمليات التنقية المطلوبة **[1]**.

إن الهدف من إدارة جودة المياه هو التحكم بوصول الملوثات إلى مصادر تلك المياه بحيث تبقى مواصفاتها ضمن الحدود المقبولة التي قررتها المنظمات البيئية المحلية والدولية **[2]** . وكحالة دراسة تم اختيار بحيرات ثلاثة سدود سطحية صغيرة تقع في الشمال الشرقي لمدينة اللاذقية وهي : بحيرة سد القنجرة – بحيرة سد كرسانا – بحيرة سد خربة الجوزية من أجل تقييم جودة مياهها ومدى إمكانية استخدامها للأغراض الحياتية المختلفة.

يتلخص مفهوم جودة المياه بتحديد ودراسة قيم مجموعة من البارامترات التي تبين بدورها الخصائص الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية لتلك للمياه. وللتعبير عن جودة المياه تم عالمياً استخدام العديد من مؤشرات الجودة التي تسمح بتقييم نوعية المياه اللازمة للشرب، أو بالأحرى تحديد صلاحيتها للاستخدامات البشرية ولصحة النظم البيئية **[3]** .

أهمية البحث وأهدافه:

تكمن أهمية البحث في أنه يوفر إمكانية تقييم نوعية المياه لبعض بحيرات السدود السطحية الصغيرة في الساحل السوري : (بحيرة سد القنجرة – بحيرة سد كرسانا – بحيرة سد خربة الجوزية) وذلك باستخدام أحد أهم المؤشرات العالمية لجودة المياه، وكذلك باستخدام الطرق البرمجية لتقييم جودة مياه تلك البحيرات وتحديد صلاحيتها للأغراض المعاشية المختلفة.

أما أهداف البحث فيمكن حصرها بما يلي:

1- دراسة واقع التلوث في مياه بحيرات بعض السدود السطحية الصغيرة (مثال : سد القنجرة – سد كرسانا – سد خربة الجوزية).

2- تقييم جودة مياه تلك البحيرات انطلاقاً من قيم مؤشرات التلوث المقاسة وذلك باستخدام برنامج LAKE2K .

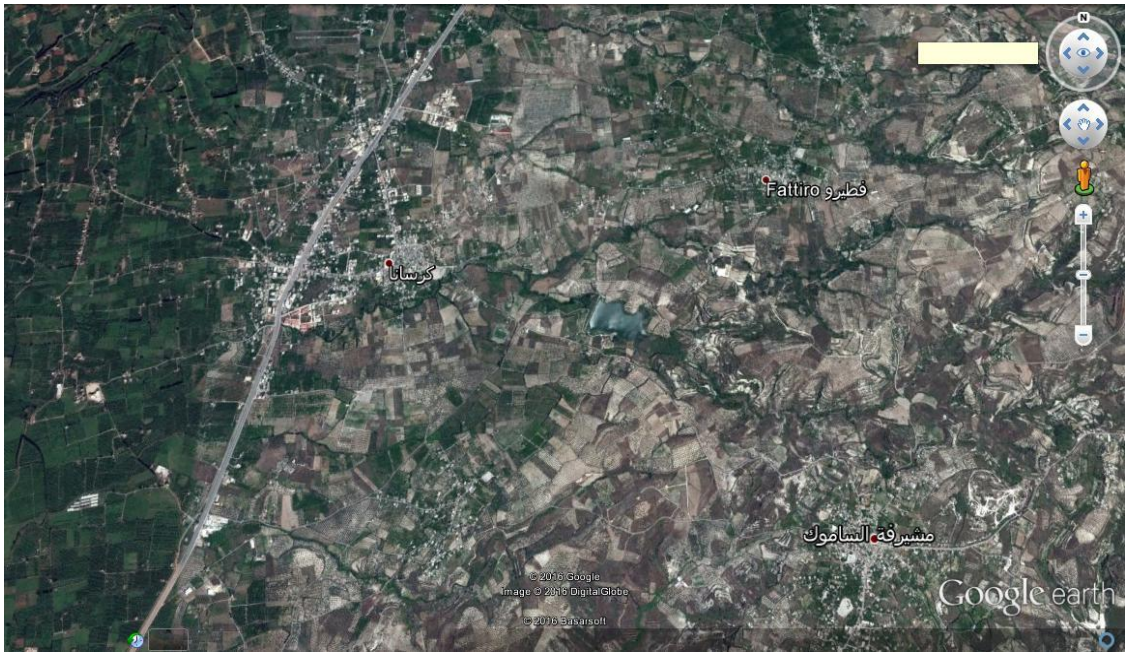
1- وصف موجز لمنطقة الدراسة:

تشمل الدراسة ، كما ذكرنا أعلاه ، بحيرات ثلاثة سدود سطحية صغيرة في الساحل السوري : (سد القنجرة – سد كرسانا – سد خربة الجوزية).

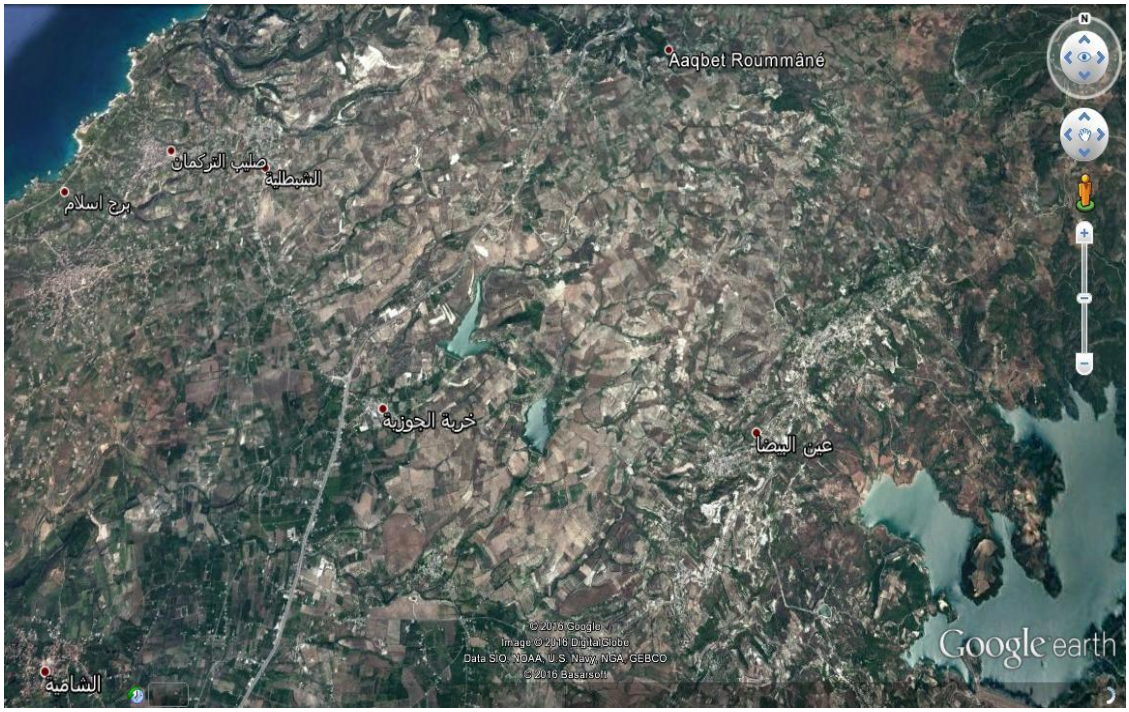
تقع بحيرات السدود الثلاثة على الساحل الشرقي للبحر الأبيض المتوسط بمحافظة اللاذقية شمال شرق محافظة اللاذقية وعلى شريط يمتد لمسافة لا تقل عن (15 كم) ، حيث تتوضع بحيرة سد القنجرة في الوادي الواقع بين قرى: القنجرة ، جناتا وبكسا (انظر الشكل رقم 1) ، في حين تتوضع بحيرة سد كرسانا في وسط مثلث تشكل رؤوسه ثلاث قرى أيضاً هي : مشيرفة الساموك ، فطيرو وكرسانا (انظر الشكل رقم 2) ، أما بحيرة سد خربة

الجوزية فتمتد على مساحة واقعة إلى الشرق من قرية خربة الجوزية وشرق طريق عام اللاذقية – كسب مقابل مفرق قرية الشبطلية (انظر الشكل رقم 3).

الشكل رقم (1) : الموقع الجغرافي لبحيرة سد القنجرة .



الشكل رقم (2): الموقع الجغرافي لبحيرة سد كرسانا .



الشكل رقم (3): الموقع الجغرافي لبحيرة سد خربة الجوزية .

أقيمت هذه السدود في الأصل لأغراض الري الزراعي للحقول المجاورة لها، غير أن إقامة شبكات ري واسعة شملت معظم الأراضي الزراعية في المنطقة الشمالية من الساحل السوري تتغذى من سد (16 تشرين) قلل من أهمية تلك السدود لغايات الري ووجهت الأنظار لإمكانية استخدامها لتأمين مياه الشرب للقرى المحيطة بتلك السدود على الأقل، ومن هنا برز اهتمامنا بهذه الفكرة وقمنا بإجراء البحث لتقييم جودة مياه بحيرات تلك السدود ومدى صلاحيتها لتكون مصدراً للمياه اللازمة للأغراض المعاشية .

بسبب القرب الجغرافي بين مواقع بحيرات السدود الثلاثة المدروسة تتشابه المعطيات المناخية على كامل منطقة الدراسة، حيث يسود مناخ متوسطي معتدل إلى حار نسبياً صيفاً مع بعض الأيام الباردة شتاء ، كما تتميز المنطقة برطوبة مرتفعة نسبياً تتراوح ما بين (70 – 80 %) .

أما الأمطار فمحصور هطولها في فصل الشتاء تقريباً ويتراوح معدل الهطول في منطقة الدراسة ما بين – 600) (800 mm سنوياً ، كما تختلف اتجاهات حركة الرياح في المنطقة باختلاف فصول السنة ، ومن الجدير ذكره أن سرعة الرياح في المنطقة قد تصل أثناء العواصف الشديدة إلى (80 – 100 كم / سا).

طرائق البحث ومواده:

لتقييم جودة المياه في بحيرات السدود المدروسة تم اعتماد طريقة نمذجة جودة المياه (Water quality modeling) والتي تتضمن التنبّؤ بالتلوّث المائيّ باستخدام تقنيّات محاكاة رياضيّة، ويتكوّن نموذج جودة المياه المثاليّ من مجموعةٍ من التركيبات التي تمثّل الميكانيكيّات الفيزيائيّة، والتي بدورها تحددّ موقع وقوّة دفع الملوّثات في المجسّمات المائيّة ، ويعد استخدام النماذج الرياضية هو أقصر الطرق من أجل:

– محاكاة تأثيرات السيناريوهات المختلفة على جودة المياه للحوض المائي.

– اختيار الحلول أين وكيف تستثمر من أجل تحسين جودة المياه على أساس المقارنة بين الاحتياجات من المياه مع نوعيتها واستخدامها.

– تقييم بارامترات المصادر المائية ، والتي توجد معلومات محدودة عنها. **[4]**

إن النموذج الذي تم اعتماده في بحثنا هو البرنامج LAKE2K ، الذي تم استخدامه في العديد من الأبحاث ، حيث أنجزت دراسة عام 2011 للبحث في نوعية مياه بحيرة SUPERIOR في شمال أمريكا، قام بها (Sheelagh M. McCarthy) حيث تم تطبيق نموذج نوعية المياه السطحية LAKE2K من خلال محاكاة المتغيرات الزمنية في البحيرة وتمّ إجراء عمليات بيوكيميائية متعلقة بنمو الطحالب ودورة الفوسفور وكثافة البلانكتون وتمت عملية النمذجة بنجاح وتمثيل التغيرات الفصلية وتأثيرها على مياه البحيرة والتنبؤ باستجابتها للاضطرابات الفصلية. وفي عام 2012 قام الباحث نفسه بتأكيد المعايرة وتوسيع نموذج LAKE2K وذلك في حالة شذوذ مناخي تعرضت له البحيرة ودراسة تأثرها بذلك . **[5]**

وفي بحث آخر عام 2010 قام (ELIZABETH A.STERLING P.E AND ANDY LAW P.E) بتقييم آثار زيادة حمولات التلوث على بحيرة SAMISH في واشنطن والتي تتكون من حوضين شرقي وغربي باستخدام نموذج LAKE2K حيث تم التركيز على دراسة الفوسفور والطحالب والـ DO وكان الغرض دراسة التغيرات في حمولات المغذيات وتأثيرها على نوعية المياه في البحيرة. **[6]**

تم أيضاً استخدام برمجيات ونماذج متعددة من أجل دراسة جودة المياه فقد تمّ إجراء بحث في ولاية OHIO في غرب وسط الولايات المتحدة الأمريكية لدراسة العلاقة بين استخدامات الأراضي وجودة المياه السطحية قام به كلّ من (Susanna T.Y. Tong f1, Wenli Chen) من خلال التحاليل المكانية والإحصائية باستخدام **نظم المعلومات الجغرافية GIS** الذي ميز الأحواض الساكبة ذات المستويات العالية من الملوثات وكشفت التحليلات الإحصائية وجود علاقة هامة بين استخدام الأراضي ونوعية المياه السطحية خاصة فيما يتعلق بالنتروجين والفوسفور والعصيات القولونية.**[7]**

إضافة لما ذُكر أعلاه فقد قام كل من (A. A. Nizam ; S. Mohamad) بدراسة نشرت خلال العام 2012 تضمنت تقييم نوعية المياه في بحيرة المزيريب في مدينة دمشق – سوريا خلال الفترة الممتدة بين 2010 و 2011 ،حيث تم قياس عدد من المعايير الفيزيائية والكيميائية والميكروبيولوجية المهمة في تحديد نوعية المياه ، وربطت هذه المعايير معاً إحصائياً من خلال حساب قيمة معامل الارتباط **بيرسون** باستعمال البرنامج الإحصائي **STATISTICA** ، وقد أشارت النتائج إلى وجود تلوث عضوي في مياه البحيرة مما يدل على تدني النوعية الصحية لمياهها.**[8]**

2– الدراسة الحقلية والمخبرية:

تم تقسيم بحيرات السدود المدروسة (القنجرة – كرسانا – خربة الجوزية) إلى ثلاث طبقات من أجل عمل النموذج، ومن ثم تم قطف العينات المراد تحليلها بالقرب من جسم السد للبحيرات المذكورة وذلك من الطبقات الثلاثة للبحيرات (سفلى – وسطى – عليا) ، وأجرينا قياسات حقلية ومخبرية شهرية شملت عدداً من بارامترات نوعية المياه في البحيرات الثلاثة واستمرت الدراسة لمدة عام كامل (2019)، حيث تم تحديد قيم درجة الحرارة بالقياس الحقلي

المباشر، أما قيم تراكيز الأوكسجين المنحل والاحتياج البيوكيميائي للأوكسجين ، وكذلك تراكيز كل من النترات والفوسفور العضوي وقيم الـ pH للبحيرات المدروسة فتم تحديدها مخبرياً في مخبر الهندسة البيئية في كلية الهندسة المدنية.

3- النمذجة الرياضية للمؤشرات المقاسة:

من أجل نمذجة قيم تراكيز كل من الأوكسجين المنحل والنترات والفوسفور تم استخدام نموذج LAKE2K ، وهو نموذج تم إنشاؤه بواسطة Chapra and Martin لمحاكاة النظام الحراري وديناميكيات العوالق النباتية والحيوانية. يمكن تكييف النموذج مع البحيرات المختلفة من خلال استخدام المدخلات الخاصة بالمواقع التي تحدد الظروف الجغرافية والفيزيائية والكيميائية الحيوية ، إذاً هو نموذج مصمم لحساب التغيرات الفصلية لنوعية المياه في البحيرات الطبقية، وقد تمت كتابة النموذج وتنفيذه في Microsoft Visual Basic، ويستخدم Microsoft Excel كواجهة مستخدم رسومية (GUI). **[9]**

يقوم LAKE2K بتصميم نماذج للبحيرات من خلال إنشاء توازن مائي وحراري ، وتوازن كتلة تتعلق بمختلف المكونات الفيزيائية والكيميائية الحيوية للنظام ، والمعادن. **[9]**

- يتم تحديد التوازن المائي عن طريق تحديد حدود epilimnion و metalimnion و hypolimnion (أي طبقات البحيرة العلوية والوسطى والسفلية)، كما ويتم التحكم في مدى اختلاط هذه الطبقات موسميًا من خلال حجم معاملات الانتشار المضطرب الرأسي المحددة كسلسلة زمنية يحددها المستخدم.
- تشمل مصادر ومصارف التبادل الحراري السطحي إشعاع الموجات الشمسية القصيرة ، وإشعاع الموجة الطويلة في الغلاف الجوي ، وإشعاع الموجة الطويلة بالماء ، والتوصيل والحمل الحراري ، والتبخر والتكثيف.
- يتم إجراء توازن الكتلة لكل مكون في epilimnion، metalimnion ، hypolimnion وتشمل معادلات توازن الكتلة خوارزميات تصف العمليات الحركية ونقل الكتلة والمعاملات المرتبطة بها. **[9]**

يستخدم اللون للدلالة على ما إذا كان سيتم إدخال المعلومات من قبل المستخدم أو الإخراج بواسطة البرنامج :

- يعين اللون الأزرق قيم المتغيرات والبارامترات التي سيتم إدخالها من قبل المستخدم.
- يعين اللون الأصفر قيم البيانات التي يدخلها المستخدم، ثم يتم عرض البيانات على الرسوم البيانية التي تم إنشاؤها بواسطة L2K وبالتالي فإن هذه البيانات اختيارية.
- يعين اللون الأخضر قيم الإخراج الناتجة عن L2K . **[9]**

لتقييم جودة المياه في بحيرات السدود الثلاثة المدروسة باستخدام النموذج LAKE2K فقد تم اختيار ثلاثة مؤشرات أساسية وفقاً لمتطلبات النموذج هي الـ DO و الـ NO_3 و الـ P_{org} وأدخلت قيمها المقاسة عند المستويات الثلاثة التي أُخذت منها العينات على امتداد فترة الدراسة (عام كامل) إلى النموذج الذي قام بدوره بمعالجة المدخلات وإظهار نتائج سمحت بالتنبؤ بقيم البارامترات المدخلة وتقييم نوعية المياه في البحيرات الثلاث. وكمثال للقيم المقاسة أوردنا نموذجاً عنها تلك التي تم تسجيلها للعينات المأخوذة من بحيرة سد القنجرة في الجدول رقم (1) .

الجدول رقم (1) : قيم المتغيرات المقاسة في العينات المأخوذة
من بحيرة سد القنجرة عند المستويات الثلاثة والمدخلة إلى النموذج

	DO-epi	DO-meta	DO-hypo	NO_3-epi	NO_3-meta	NO_3-hypo	P_{org}-epi	P_{org}-meta	P_{org}-hypo
Data	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
1/1/00	7.00	6.00	5.00	90.00	75.00	60.00	0.65	0.55	0.45
1/21/00	6.90	5.90	4.90	100.00	85.00	70.00	0.60	0.50	0.40
2/10/00	6.80	5.80	4.80	110.00	95.00	80.00	0.50	0.40	0.30
3/1/00	6.70	5.70	4.70	120.00	105.00	90.00	0.20	0.10	0.00
3/21/00	6.75	5.75	4.75	120.00	105.00	90.00	0.23	0.13	0.03
4/10/00	6.30	5.30	4.30	130.00	115.00	100.00	0.20	0.10	0.02
4/30/00	6.40	5.40	4.40	150.00	135.00	120.00	0.20	0.10	0.01
5/20/00	5.00	4.00	3.00	100.00	120.00	100.00	0.25	0.15	0.05
6/9/00	4.00	3.00	2.00	150.00	135.00	120.00	0.30	0.20	0.10
6/29/00	4.00	3.00	2.00	170.00	155.00	140.00	0.30	0.20	0.10
7/19/00	3.80	2.80	1.80	150.00	135.00	120.00	0.35	0.25	0.15
8/8/00	3.80	2.80	1.80	160.00	145.00	130.00	0.44	0.34	0.24
8/28/00	3.60	2.60	1.60	150.00	135.00	120.00	0.40	0.30	0.20
9/17/00	3.60	2.60	1.60	130.00	115.00	100.00	0.30	0.20	0.10
10/7/00	5.00	4.00	3.00	140.00	125.00	110.00	0.51	0.20	0.31
10/27/00	5.00	4.00	3.00	140.00	125.00	110.00	0.51	0.41	0.31
11/16/00	6.50	5.50	4.50	120.00	105.00	90.00	0.33	0.41	0.13
11/26/00	7.00	6.00	5.00	110.00	95.00	80.00	0.70	0.23	0.50
12/7/00	7.00	6.00	5.00	100.00	85.00	70.00	0.70	0.60	0.50
12/17/00	7.00	6.00	5.00	95.00	80.00	65.00	0.70	0.60	0.50

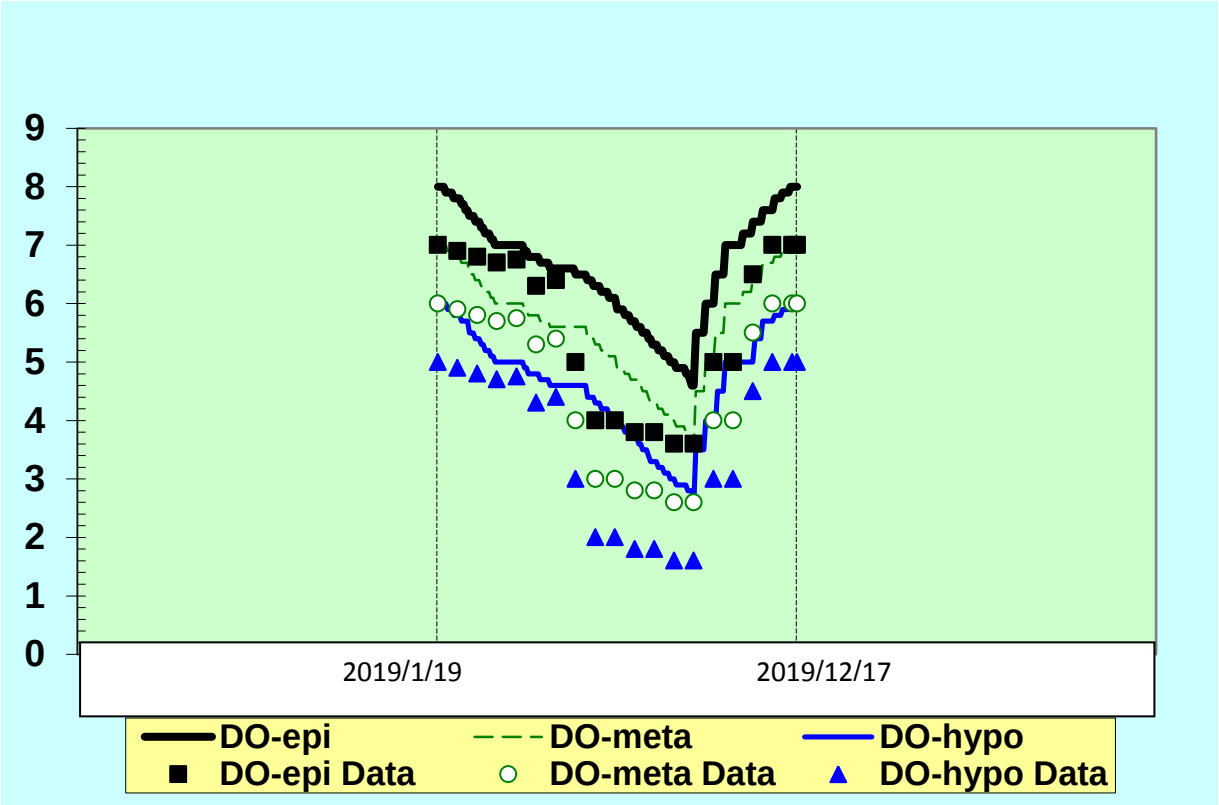
4- النمذجة الرياضية للمؤشرات المدروسة ومناقشة النتائج:

4-1- مؤشر الأوكسجين المنحل DO :

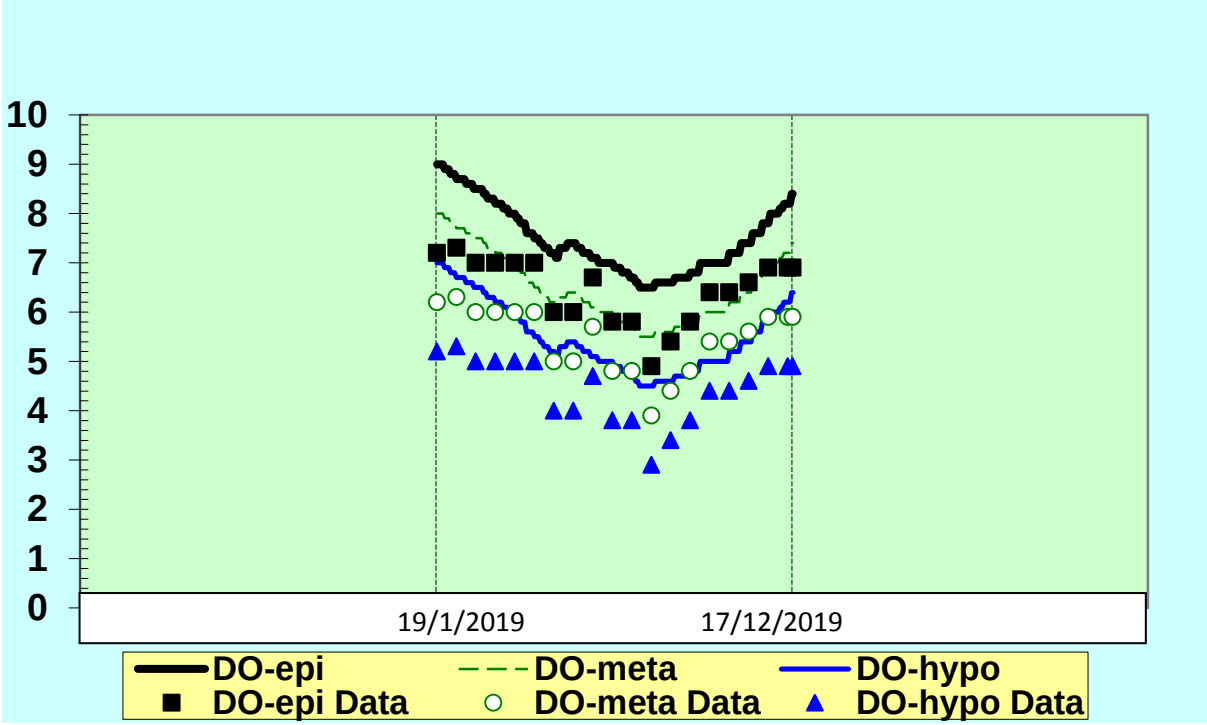
بإدخال القيم المقاسة للأوكسجين المنحل عند المستويات الثلاثة في بحيرات السدود الثلاثة المدروسة إلى النموذج تم الحصول على مخططات بيانية لمعالجة البيانات المدخلة وتم عرضها على الأشكال ذوات الأرقام (4) و (5) و (6) اللاحقة.

بقراءة المخططات البيانية المشار إليها نجد أن هناك تقارباً جيداً بين القيم الحقلية المقاسة وتلك المحسوبة بواسطة النموذج الرياضي المستخدم في معظم أشهر السنة ، مع وجود اختلاف طفيف في بعض الأشهر مثل : تموز – آب – أيلول.

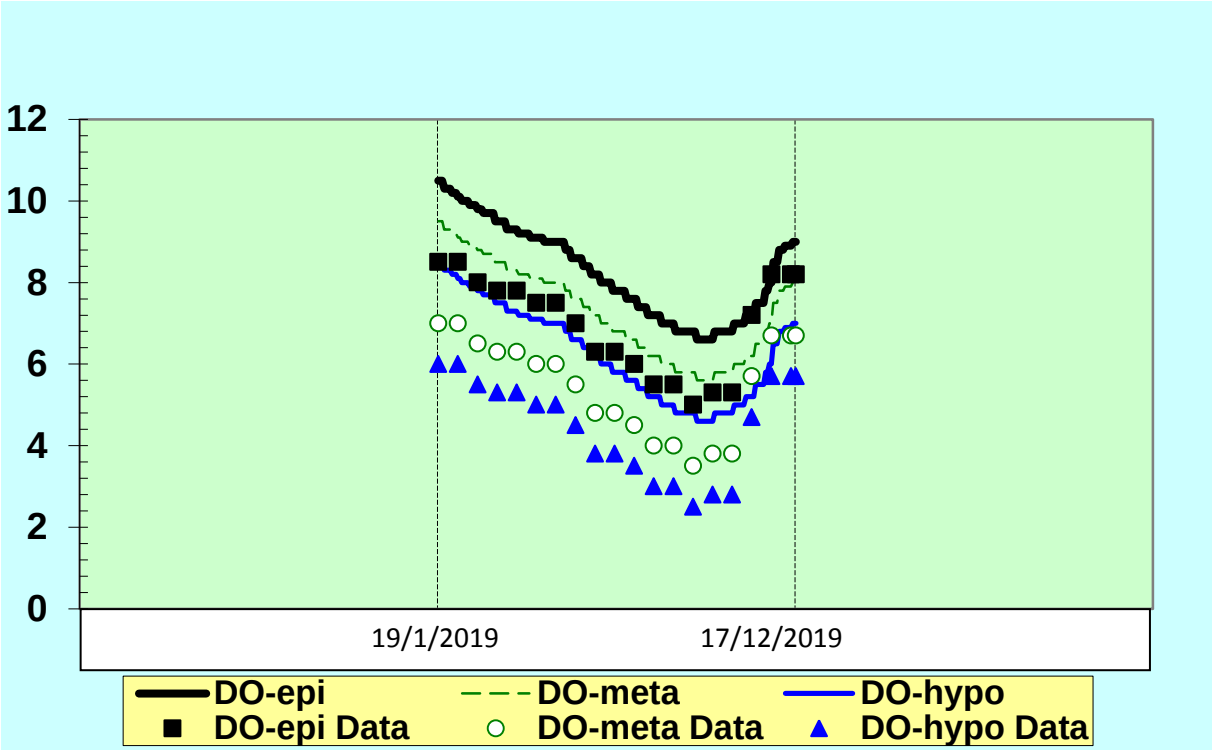
يعود الاختلاف المذكور إلى التباين بين قيمة معامل التهوية الحقلي والمحسوب من قبل النموذج ، واختلاف قيمة درجات الحرارة المحسوبة مع درجات الحرارة الفعلية حيث كانت المحسوبة أقل من الفعلية مما يساهم في زيادة نتائج النموذج ، بالإضافة إلى استهلاك الأوكسجين المنحل من أجل تحليل بقايا النباتات الميتة حيث لم يأخذ النموذج مساهمة النباتات الخضراء .



الشكل رقم (4) : التنبؤ بقيم الأوكسجين المنحل في مياه بحيرة سد القنجرة



الشكل رقم (5) : التنبؤ بقيم الأوكسجين المنحل في مياه بحيرة سد كرسانا

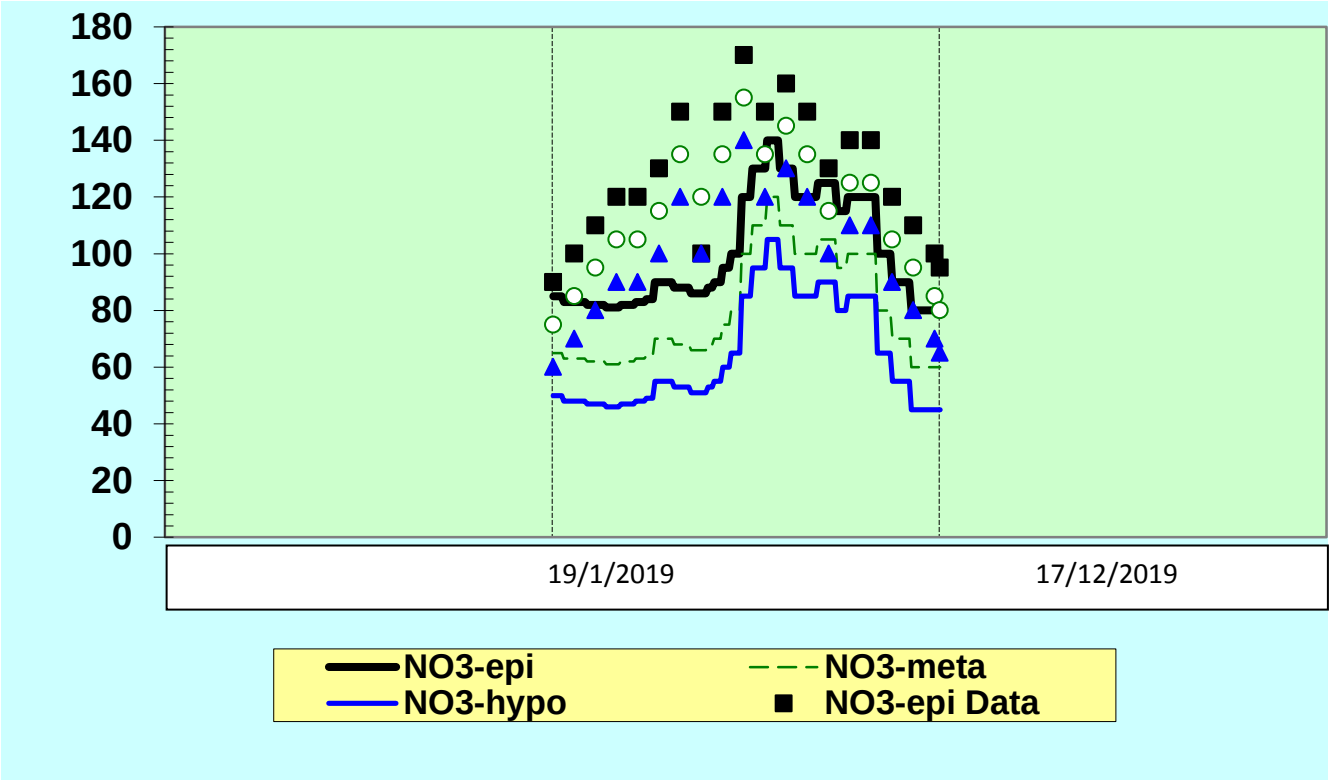


الشكل رقم (6) ك التنبؤ بقيم الأوكسجين المنحل في مياه بحيرة سد خربة الجوزية

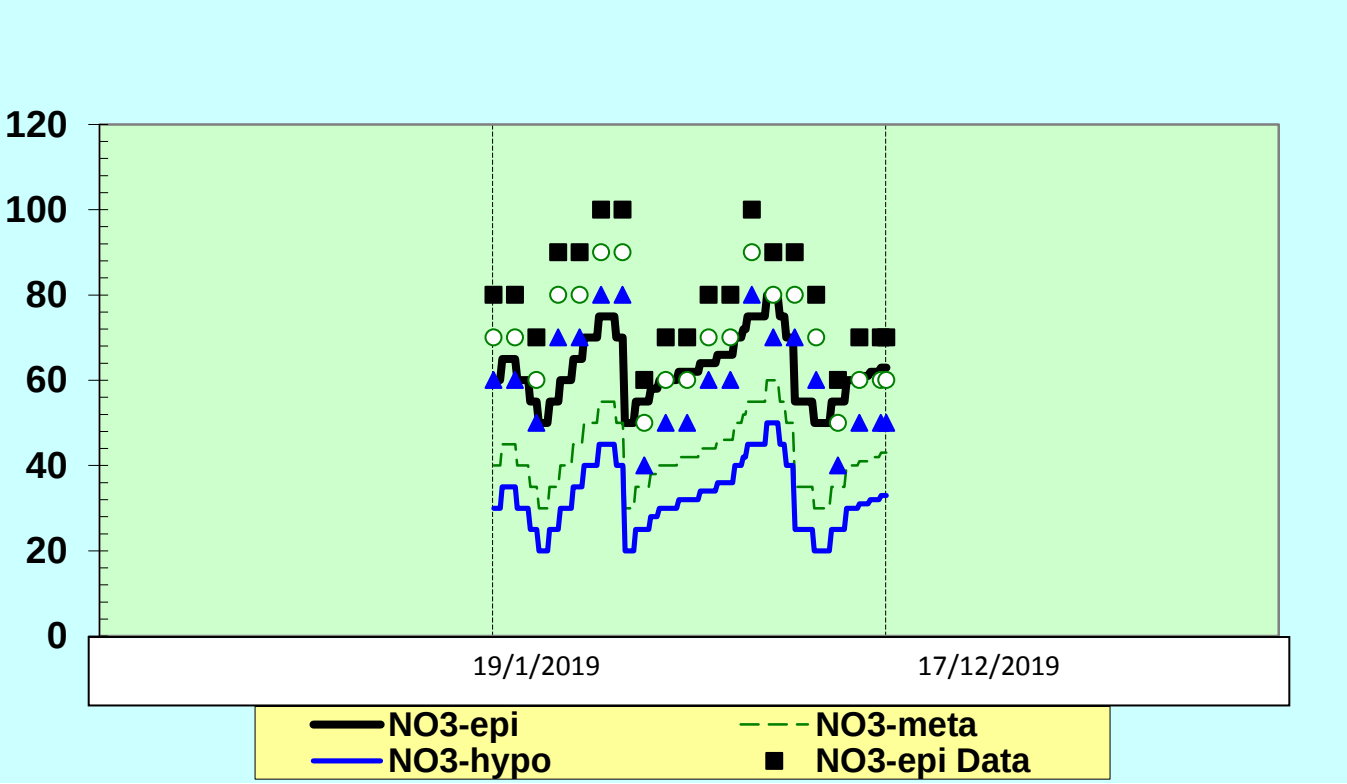
4-2- مؤشر شوارد النترات NO_3^- :

بإدخال القيم المقاسة لشوارد النترات عند المستويات الثلاثة في بحيرات السدود الثلاثة المدروسة إلى النموذج تم الحصول على مخططات بيانية لمعالجة البيانات المدخلة وتم عرضها على الأشكال ذوات الأرقام (7) و (8) و (9) اللاحقة.

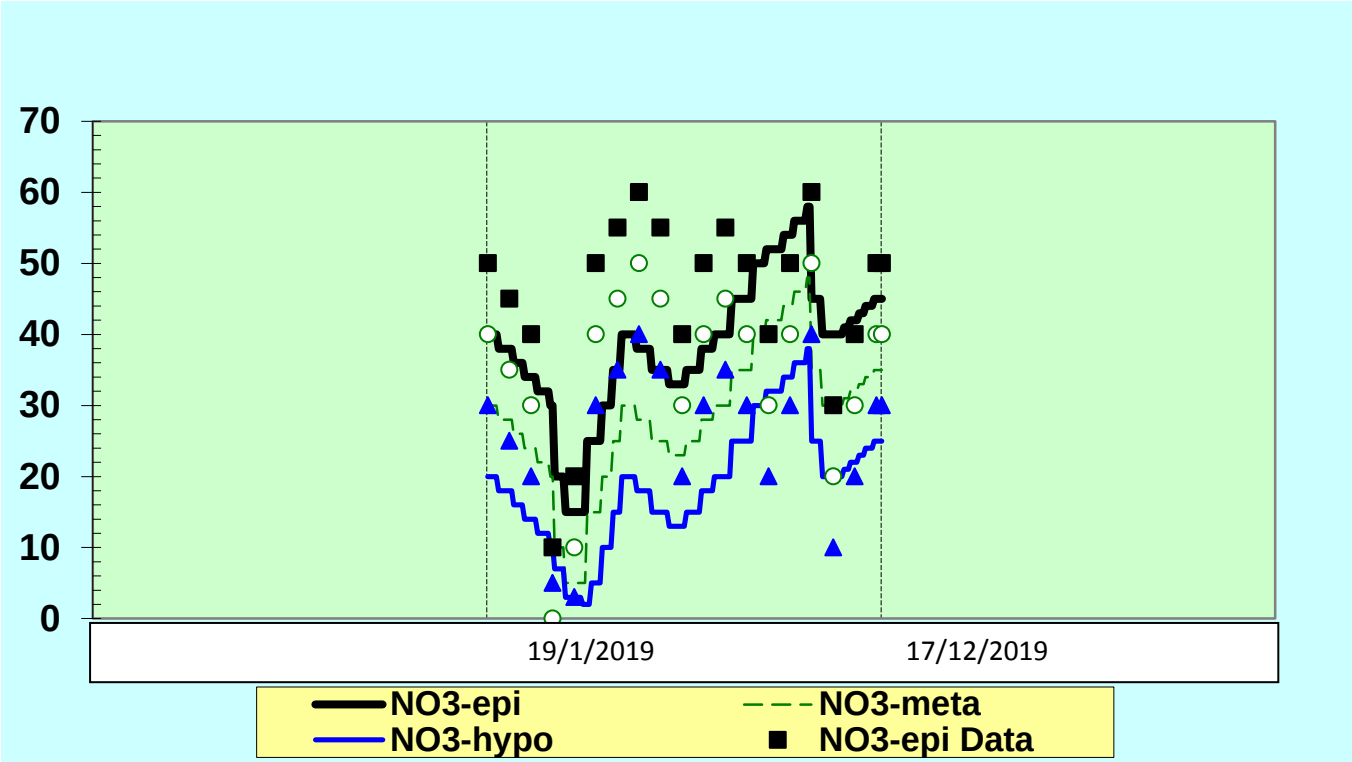
عند المقارنة بين القيم المقاسة من قبلنا لشوارد النترات وتلك المحسوبة من قبل النموذج (راجع الأشكال المشار إليها أعلاه) وجدنا أن هناك تقارباً مقبولاً فيما بينها مع بعض الاختلافات الطفيفة في بعض المواقع (نقص في تركيز النترات) ، والتي يمكن أن تعزى إلى أن النموذج لم يأخذ بعين الاعتبار تأثير الأسمدة الزراعية ووجود معاصر الزيتون التي تؤدي إلى زيادة تركيز النترات في مياه بحيرات السدود المدروسة .



الشكل رقم (7) : التنبؤ بقيم تراكيز شوارد النترات في مياه بحيرة سد القنجرة



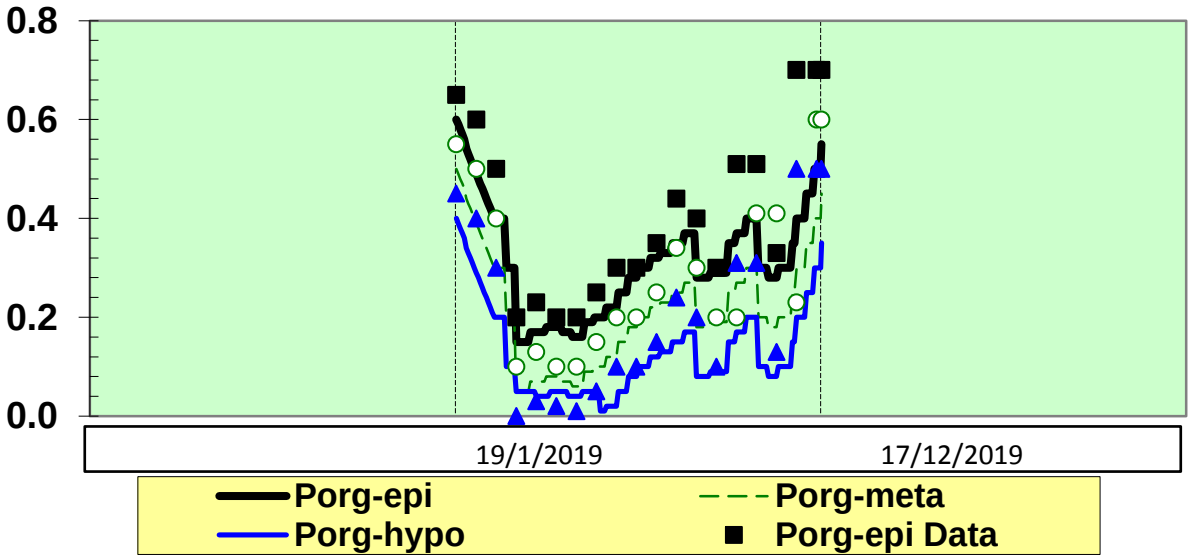
الشكل رقم (8) : التنبؤ بقيم تراكيز شوارد النترات في مياه بحيرة سد كرسانا



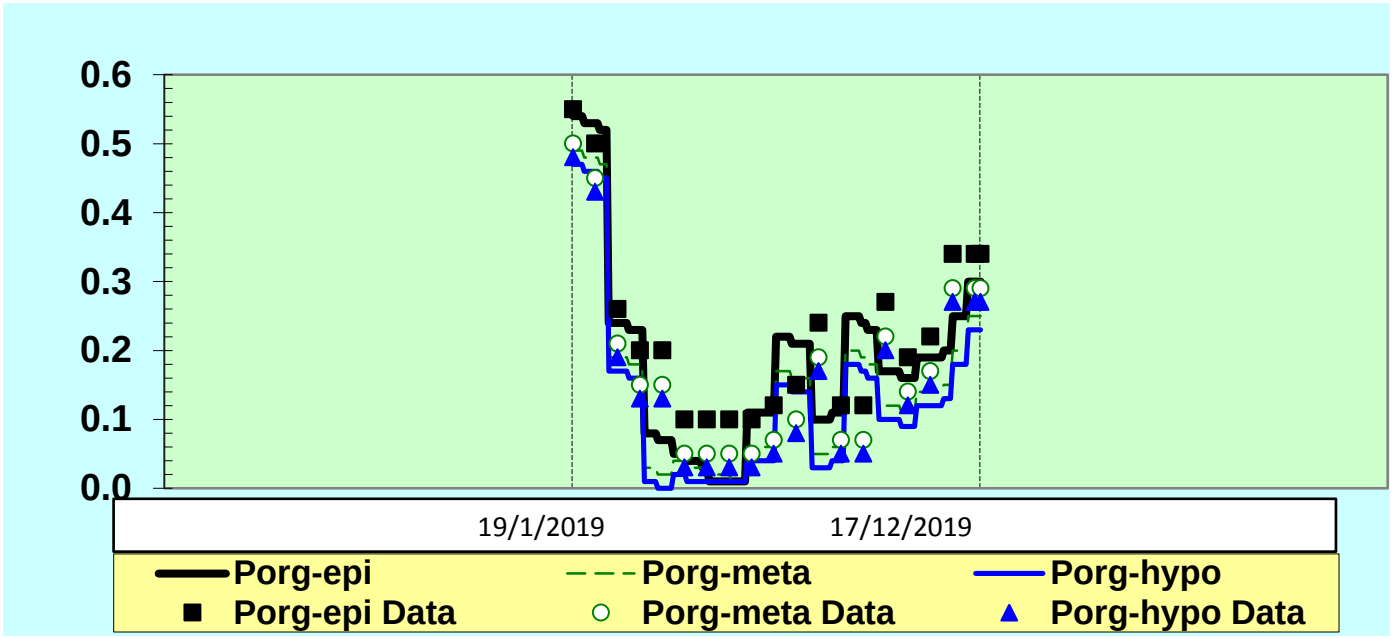
الشكل رقم (9) : التنبؤ بقيم تراكيز شوارد النترات في مياه بحيرة سد خربة الجوزية

4-3- مؤشر شوارد الفوسفور P_{org} :

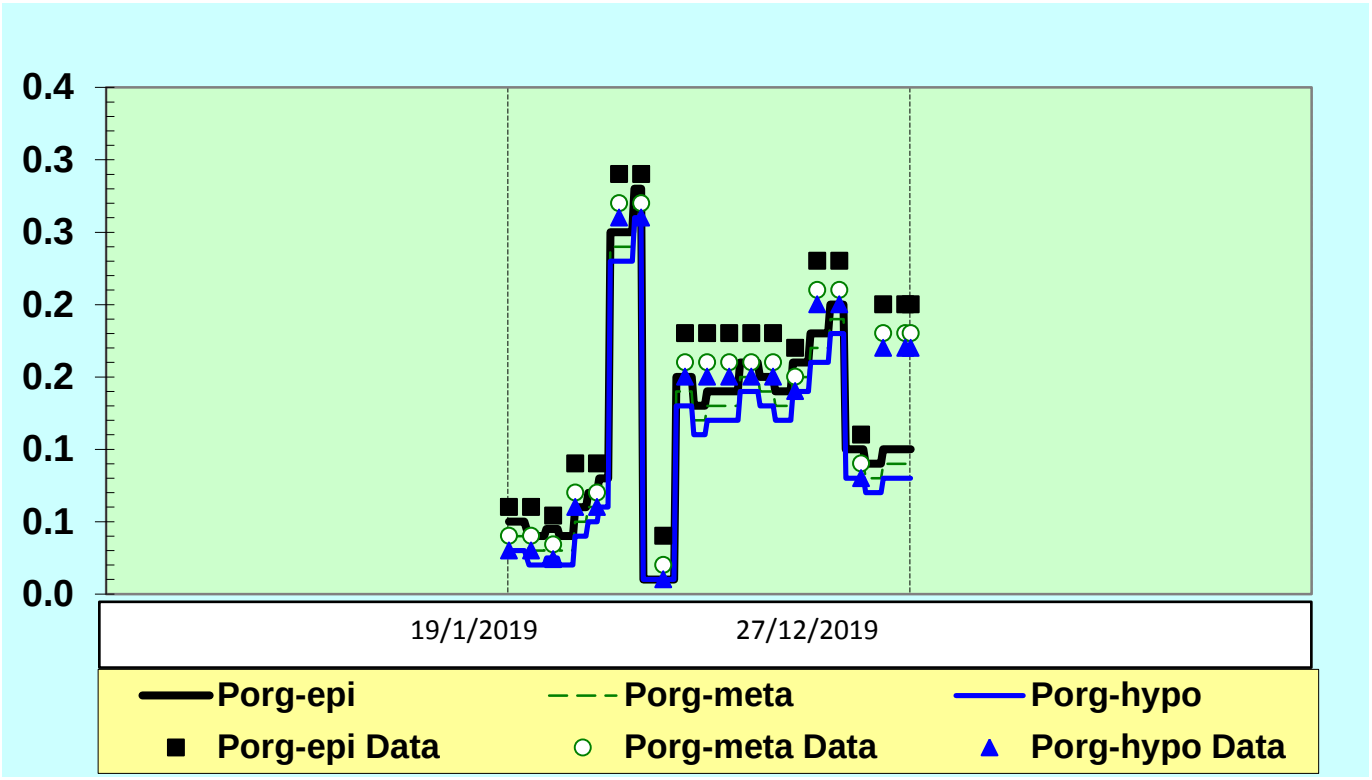
بإدخال القيم المقاسة لشوارد الفوسفور عند المستويات الثلاثة في بحيرات السدود الثلاثة المدروسة إلى النموذج تم الحصول على مخططات بيانية لمعالجة البيانات المدخلة وتم عرضها على الأشكال ذوات الأرقام (10) و (11) و(12) اللاحقة .



الشكل رقم (10) : التنبؤ بقيم تراكيز شوارد الفوسفور العضوي في مياه بحيرة سد القنجرة



الشكل رقم (11) : التنبؤ بقيم تراكيز شوارد الفوسفور العضوي في مياه بحيرة سد كرسانا



الشكل رقم (12) : التنبؤ بقيم تراكيز شوارد الفوسفور العضوي في مياه بحيرة سد خربة الجوزية

عند المقارنة بين القيم المقاسة من قبلنا لشوارد الفوسفور العضوي وتلك المحسوبة من قبل النموذج (راجع الأشكال المشار إليها أعلاه) وجدنا أن هناك تقارباً كبيراً فيما بينها مع بعض الاختلافات الطفيفة في بعض المواقع (نقص

في تركيز الفوسفور العضوي)، والتي يمكن أن تعزى إلى وصول الأسمدة الفوسفاتية المستخدمة للأغراض الزراعية إلى بحيرات السدود المدروسة مع مياه الري ومياه الأمطار.

الاستنتاجات والتوصيات:

الاستنتاجات:

1- تبين من خلال القياسات الحقلية أن تركيز الأوكسجين المنحل تجاوز الحد (5mg/l) في جميع أشهر السنة بالنسبة لبحيرتي كرسانا وخربة الجوزية أما بالنسبة لبحيرة القنجرة فقد تجاوز هذه القيمة ما عدا شهري تموز وآب، والسبب الرئيسي في ذلك يعود إلى ركود المياه وعدم تجددها (عدم وجود أمطار) بالإضافة إلى ارتفاع درجة الحرارة وقد سجلت هذه البحيرة أدنى قيم للأوكسجين المنحل بسبب استهلاك أوكسجين إضافي لتحليل الملوثات القادمة من مصادر خارجية وانخفاض معامل التهوية (عمق كبير نسبياً).

2- كان تركيز الأوكسجين المنحل في بحيرة القنجرة أقل من تركيز الأوكسجين المنحل في بحيرتي كرسانا وخربة الجوزية وذلك بسبب زيادة مكبات الصرف الصحي والصناعي التي تصب في هذه البحيرة .

3- تبين من خلال القياسات الحقلية أن تركيز النترات لم يتجاوز (50 mg/l) في جميع أشهر السنة للبحيرات الثلاث

4- لوحظ ارتفاع تركيز النترات والفوسفور العضوي في بحيرة القنجرة عما هو الحال في بحيرتي كرسانا وخربة الجوزية بسبب زيادة مكبات الصرف الصحي والصناعي التي تصب في هذه البحيرة .

5- تبين من خلال القياسات الحقلية أن تركيز الفوسفور العضوي لم يتجاوز (0.5mg/l) في جميع أشهر السنة للبحيرات الثلاث.

6- أظهر تطبيق النموذج من أجل الأوكسجين المنحل زيادة صغيرة في قيم الأوكسجين المنحل عن القياسات الحقلية بسبب اختلاف قيمة معامل التهوية الحقلي والمحسوب من قبل النموذج و اختلاف قيمة درجات الحرارة المحسوبة مع درجات الحرارة الفعلية ، حيث كانت المحسوبة أقل من الفعلية مما يساهم في زيادة نتائج النموذج و استهلاك الأوكسجين المنحل من أجل تحليل بقايا النباتات الميتة حيث لم يأخذ النموذج مساهمة النباتات الخضراء .

7- أظهر تطبيق النموذج من أجل النترات نقصاً في تركيزه عن القياسات الحقلية حيث لم يأخذ النموذج تأثير الأسمدة ووجود معاصر الزيتون بالقرب من بحيرات السدود المدروسة التي تزيد من تركيز النترات في مياهها .

8- أظهر تطبيق النموذج من أجل الفوسفور العضوي اختلافا بسيطا جداً (نقص) عن القياسات الحقلية بسبب أنه لم يأخذ بعين الاعتبار تأثير الأسمدة التي تزيد من تركيز الفوسفور.

التوصيات:

1- ضرورة العمل على تحسين نوعية مياه بحيرات السدود المدروسة من خلال معالجة مياه الصرف الصحي والصناعي قبل صرفها إلى تلك البحيرات .

2- إجراء تقييم دائم لنتائج التحاليل الدورية التي تقوم بها المؤسسات الحكومية للوقوف على التغيرات التي قد تحدث على خصائص المصادر المائية و التنبؤ بالمخاطر التي يمكن أن تتعرض لها المصادر المائية.

3- أن تقوم الجهات المعنية بالتعاون مع المراكز البحثية بالتحري عن الأسباب التي أدت إلى الارتفاع المفاجئ لبعض مواصفات المياه.

4- ضرورة ترشيد استخدام الأسمدة بشكل منظم وفقاً للحاجة العلمية والاستعانة بالسماد العضوي باعتباره أكثر أماناً من الناحية البيئية.

5- التأكيد على وجود حرم للسدود وعدم العبث البشري داخل الحرم لمنع تحلل بقايا الكائنات الحية والفضلات وضمان عدم وصولها إلى السدود.

6- تحديد الحمولات الأعظمية للملوثات المسموح بإلقائها في هذه البحيرات.

7- تطبيق طريقة النمذجة المستخدمة في هذا البحث على البحيرات الأخرى في سوريا، لتقييم وضعها الحالي والمستقبلي.

References:

[1]-Fadlullah , Salah .(2001) .Environmental pollution and its impact on agricultural economic development. Assiut Journal of Environmental Studies20 . 71 – 92 .

[2]- Davis; Mackenzie, L; David, A; Cornwell .(1998) . Introduction to Environmental Engineering. connect learn succeed.

[3]- Nuri , Mathieu . Models and tools for water quality improvement . Department of Ecology , Environmental Research Laboratory, Athens, GA (1985).

[4]- James , A. 1993. An Introduction to Water Quality Modelling, 2nd edition. John Wiley & Sons Ltd, New York

[5]- Mccarthy, Sheelagh M. 2011 , 2012. Modeling the physical and biogeochemical processes in lake Superior using Lake2k.. Open Access Master's Thesis, Michigan Technological University, 2016

[6]- Elizabeth A.Sterling P.E ; Andy Law P.E (2010). Lake Samish comprehensive stormwater plan water quality modeling. job NO 2009-089 . Wilsonsurvey/Engineering.

[7]- Susanna T.Y. Tong f1 ; Wenli Chen ,(2002). Modeling the relationship between land use and surface water quality. Environmental Management . Vol 66 . Issue 4P 377-393.

[8]- A. A. Nizam ; S. Mohamad (2012) . Assessment of water quality in Mzereb lake. Damascus University Journal of Basic Sciences. The first issue (2013)

[9]- Chapra, S.C ; Martin, J.L. (2012) . LAKE2K- A Modeling Framework for Simulating Lake Water Quality (Version 1.4) , Documentation and Users Manual. Civil and Environmental Engineering Dept. Tufts University, Medford, MA.