

نمذجة مؤشري نوعية المياه السطحية (DO,BOD) لنهر الكبير الشمالي باستخدام نموذج QUAL2K

ريما عيسى*

(تاريخ الإيداع 24 / 9 / 2013. قُبل للنشر في 29 / 10 / 2013)

▽ ملخص ▽

يهدف البحث إلى تقييم نوعية مياه نهر الكبير الشمالي من خلال دراسة حقلية ومخبرية شملت تحديد كل من المتغيرات التالية: الأوكسجين المنحل، الاحتياج البيوكيميائي الكربوني للأوكسجين، درجة حرارة مياه النهر، الناقلية الكهربائية. كما قمنا بنمذجة جودة مياه النهر باستخدام نموذج نوعية المياه السطحية QUAL2K وذلك من خلال دراسة مؤشرين هامين هما: تركيز الأوكسجين المنحل DO، الاحتياج البيوكيميائي الكربوني للأوكسجين CBOD_u. تناول البحث دراسة النهر في الجزء الممتد من بعد بحيرة 16 تشرين حتى الينغصة حيث تم اختيار خمسة مواقع للاعتيان فيها. حيث أظهرت الدراسة الحقلية والمخبرية ارتفاع قيم الأوكسجين المنحل لتبلغ أعلى القيم في أشهر آذار ونيسان وكانون الثاني وشباط، أما أدنى القيم فقد سجلت في أشهر تموز وآب وأيلول وذلك في كافة المناطق المدروسة، حيث كانت جميع القيم في جميع المواقع أعلى من الحد الأدنى المسموح 5mg/l. أما بالنسبة للاحتياج البيوكيميائي الكربوني للأوكسجين CBOD₅ فقد سجلت أعلى القيم في أشهر حزيران، تموز وآب، أما أدنى القيم فقد سجلت في أشهر آذار، كانون الأول، وكانون الثاني في كافة المواقع المدروسة. كما أظهر البحث تطابقاً جيداً بين نتائج النموذج والقياسات الحقلية في حالة الأوكسجين المنحل والاحتياج البيوكيميائي الكربوني وذلك في أشهر آذار، تشرين الثاني، وشباط، بينما كان التطابق أقل نسبياً في شهر آب بينت الدراسة بشكل عام إمكانية تطبيق هذا النموذج لنمذجة نوعية مياه الأنهار في سوريا.

الكلمات المفتاحية: نمذجة نوعية المياه، الأوكسجين المنحل، نهر الكبير الشمالي، QUAL2K

* ماجستير - الهندسة البيئية - كلية الهندسة المدنية - جامعة تشرين - اللاذقية - سورية.

DO,BOD Water Quality Modelling for al Kabeer al-shemaly Rver Using QUAL2K

Rima Issa *

(Received 24 / 9 / 2013. Accepted 29 / 10 / 2013)

▽ ABSTRACT ▽

The research aims to assess the water quality of Alkaber Alshemaly River through field and laboratory study included identifying each of the following variables: dissolved oxygen (DO), carbonic biochemical oxygen demand(CBOD), and the river temperature, electrical conductivity (Cond). We have also modeled two important water-quality variables (DO and BOD) using QUAL2K river and stream surface water-quality model. The studied part of the river is an area located between 16 October dam and Alegnsa, where we have five sampling sites. The field and laboratory study showed increase in D.O values to reach the highest values in the months of March, April, January and February, and the lowest values were recorded in the months of July, August, September in all sampling sites. As a final result all D.O values in all locations were higher than the minimum allowable 5 mg/l. For CBOD5 the highest values were recorded in the months of June, July and August, and the lowest values were recorded in the months of March, December, and January at all of the sites studied. In the case of D.O and CBOD, the research showed a good correspondence between the model results and field values in the months of March, January, and November, but the correspondence was relatively less in August. In general, the study showed the possibility to use the QUAL2K model to simulate rivers-water quality in Syria

Keywords: Water quality modeling, Dissolved Oxygen ,ALKabeer- ALShemaly River, QUAL2K.

* civil engineer-faculty of civil engineer-Tishreen University-Latakia-Syria .

مقدمة:

يعتبر نهر الكبير الشمالي من أكبر أنهار المنطقة الساحلية، وهو مصدر كبير لمياه الري لمجموعة كبيرة من قرى الساحل، كما أن مياه (بحيرة سد 16 تشرين) تشكل احتياطياً لمياه الشرب ضرورياً في المستقبل القريب هذا من ناحية، ومن ناحية ثانية فإن النهر أصبح مصرفاً لمصبات مياه صرف القرى المجاورة ومياه الصرف الصناعية كمخلفات معاصر الزيتون والمصانع المنتشرة على طول مجرى النهر (معمل الجود، معمل النسيج، معمل محركات، معمل ألمنيوم....). جميع الأسباب السابقة جعلت من الأهمية بمكان البحث في نوعية مياه النهر والوقوف على وضعها الراهن وذلك من أجل تحديد مصادر التلوث واقتراح بعض الحلول للحد من تلوث النهر، والحفاظ على نوعية المياه ضمن الحدود المسموحة من أجل الاستفادة منها في الري والشرب مستقبلاً.

وتعتبر النمذجة الرياضية من أهم الطرق المستخدمة حالياً لتقييم نوعية المياه السطحية، حيث يملك النموذج القدرة على التنبؤ بتغيرات البارامتر المطلوب دراسته خلال المدة الزمنية المدروسة. حيث نستطيع من خلال النمذجة تحقيق تصور أفضل حول مصير الملوثات التي تدخل النظام المدروس من خلال قياس تفاعلاتها وحركتها، كما نستطيع عملية النمذجة إعطاء تقدير لقيم مطلوبة في مواقع لا تتوافر فيها بيانات حقيقية [1].

لقد استخدم النموذج المعتمد في هذا البحث (QUAL2K) في العديد من الأبحاث. ففي دراسة عام 2012 [2] استخدم النموذج من أجل تسهيل اختيار البرنامج الأمثل لتحسين جودة مياه بحيرة Taihu في الصين من خلال التحكم بتلوث الأنهار والروافد التي تصب فيها، عمل النموذج على محاكاة ثلاثة سيناريوهات لتحسين جودة مياه نهر Hongqi الرافد الرئيس للملوث للبحيرة، وقد أثبت الـ QUAL2K بأنه أداة فعالة في مقارنة وتقييم هذه السيناريوهات لاختيار السيناريو الأمثل. في بحث آخر عام 2010 قام كل من Sung Ryong Ha و Jae Heon Cho [3] باستخدام خوارزمية معامل التأثير والخوارزمية الجينية (GA) لتطوير برنامج المعايرة الآلي لنموذج QUAL2K (النسخة المطورة من نموذج QUAL2E). تم تطبيق كل من نموذج QUAL2K وطريقة تحقيق أمثلية البارامتر (POMIG) المعتمدة على خوارزمية معامل التأثير والخوارزمية الجينية (GA) الذي تم تطويرهما في هذه الدراسة على نهر Gangneung Namdaecheon ومن ثم تمت مقارنة نتائج النموذجين. بشكل عام تبين من الدراسة أن نتائج نموذج POMIG كانت أفضل قليلاً من مثيلاتها الناتجة عن نموذج QUAL2K. في بحث آخر عام 2009 [4] قدم مجموعة من الباحثين دليلاً جديداً لنوعية المياه أطلقوا عليه اسم دليل QUAL2E لحمولة نوعية المياه (QWQLI)، حيث استند هذا النموذج في تطويره على نموذج نوعية المياه السطحية QUAL2E وذلك من أجل عكس مستويات تحميل الملوثات في الانهار، حيث تم تجريب هذا الدليل على نهر Sapgyo في كوريا. أظهرت نتائج البحث أن الدليل (QWQLI) يستطيع أن يقيّم ويصنف نتائج المحاكاة التي تستخدم نموذج QUAL2E، وبهذا يمكن أن نحدد بشكل فاعل العناصر التي يجب تحسينها في عملية اتخاذ القرار.

أهمية البحث وأهدافه:

يتناول البحث دراسة النهر في المنطقة بعد بحيرة سد 16 تشرين حتى الينغصنة. حيث يشكل النهر مصدراً أساسياً لمياه الري للقرى المجاورة، كما أن النهر في هذه المنطقة أصبح مصرفاً لمصبات الصرف المعاشية ومعاصر الزيتون. حيث لم يسبق لأي دراسة سابقة أن تناولت البحث في نوعية مياه النهر في الجزء الواقع قبل المنطقة الصناعية. بل ركزت أغلب الدراسات السابقة على الجزء الممتد من المنطقة الصناعية حتى المصب. وتبرز أهمية

البحث من حيث استخدامه النمذجة الرياضية لتقييم (نموذج جودة المياه السطحية QUAL2K) نوعية مياه النهر، حيث يشكل نقطة البداية بالنسبة للأبحاث القادمة من أجل محاكاة أي نهر في سوريا لدراسة العوامل المؤثرة في نوعية مياهه.

ويهدف البحث إلى:

- 1- تقدير (تنبؤ) قيم DO, CBOD من خلال عملية النمذجة الرياضية باستخدام (QUAL2K) وذلك للمنطقة المدروسة الممتدة من بعد سد تشرين حتى اليعنصة.
- 2- التحقق من موثوقية النموذج من أجل استخدامه على أجزاء أخرى من النهر، أو استخدامه لتقييم نوعية مياه أي نهر في سوريا.

طرائق البحث ومواده:

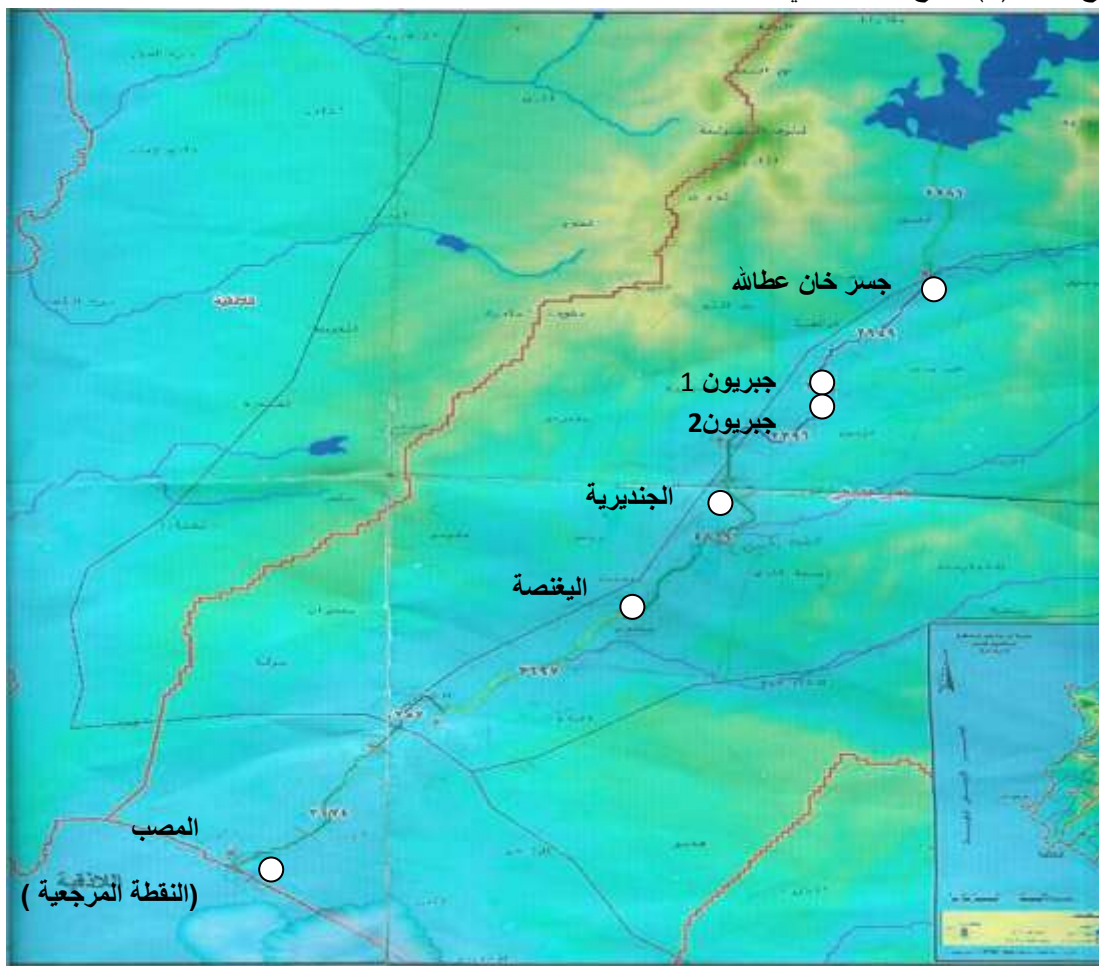
موقع الدراسة

ينبع نهر الكبير الشمالي من القسم الشمالي والشمال الغربي من سلسلة الجبال الساحلية على ارتفاع 1600 م عن سطح البحر ويتجه باتجاه الجنوب الغربي ليصب في البحر المتوسط على مسافة 4 كم جنوب مدينة اللاذقية. يبلغ طول مجرى النهر 96 كم ومساحة حوض نهر الكبير الشمالي 1097 كم² وتبلغ مساحة الحوض الصباب حوالي 966 كم² [5]. لقد تناولت الدراسة جزء النهر الممتد من بعد بحيرة سد 16 تشرين حتى اليعنصة حيث تتميز المنطقة بكثافة الغطاء النباتي على ضفاف النهر وتنتشر العديد من القرى والتجمعات السكنية على طول المجرى المائي للنهر، وتصب مخلفات الصرف الصحي و الزراعي غير المعالجة بشكل مباشر أو غير مباشر (عبر سواقي، روافد....) لتصل إلى مجرى النهر ومن هذه المصببات حسب البلديات التابعة لها مصب البهلولية، قسمين، الجنديرية، الزوبار [6].

مواقع الاعتيان في المنطقة المدروسة:

- الموقع الأول(الجسر): يقع أسفل جسر خان عطا الله على بعد 3.28 كم من بحيرة سد 16 تشرين (باتجاه المصب). يبلغ عرض المجرى حوالي 40 م. المياه في هذا الموقع غير جارية إلا في حال فتح بوابات السد و تكون عبارة عن جداول متفرقة ذات أعماق مختلفة مصدرها مياه الأمطار والمياه الجوفية.
- الموقع الثاني(جبريون1): يبعد عن الموقع الأول 2.95 كم ويقع قرب منطقة جبريون. يتميز هذا الموقع باستمرار جريانه على مدار العام، حيث يتراوح عرض المجرى من (10-15 م) وعمق المياه من (10-20 سم)، و طبيعة تربة القاع بحصية. كما تتصف المياه في هذا الموقع بشفافية كبيرة.
- الموقع الثالث (جبريون2): يبعد عن الموقع السابق 100م ويتميز بنفس المواصفات من حيث عرض وعمق المجرى وغيرها من المواصفات
- الموقع الرابع(الجنديرية): يبعد عن الموقع الثاني 2.71 كم ويقع قرب منطقة الجنديرية. يتميز باستمرار جريانه على مدار العام، حيث يكون عرض المجرى (10-15م)، وعمق المياه (20-40سم). يصب في هذا الموقع مجرور صرف صحي لقرى (الجنديرية + العمرونية + عين اللبن). تكون المياه في هذا الموقع أكثر عكارة من الموقع الثاني، كما تكثر فيه النباتات المائية والطالب.

-الموقع الخامس (اليغنصة): يقع على بعد 4.82 كم من الموقع الثالث، ويقع قرب منطقتي اليغنصة وستخريس. يستمر جريان المياه في هذا الموقع على مدار العام، و تكون المياه صافية بشكل كبير. يبلغ عرض المجرى (15-25 م) وعمق المياه (20-40 سم)، وتربة القاع تربة بحصية. يوضح الشكل (1) مواقع الاعتيان في منطقة الدراسة.



شكل (1) مواقع الاعتيان في الجزء المدروس من النهر.

الدراسة الحقلية:

أجرينا قياسات حقلية ومخبرية شملت عدداً من بارمترات نوعية المياه في المواقع السابقة واستمرت الدراسة مدة عام من آذار 2007 حتى شباط 2008. حيث تم تحديد قيم كل من الأوكسجين المنحل درجة الحرارة والناقلية الكهربائية بالقياس الحقلية المباشر، أما قيم الاحتياج البيوكيميائي الكربوني للمواقع المدروسة فتم تحديدها مخبرياً في مخبر الهندسة البيئية في كلية الهندسة المدنية.

بالإضافة لما سبق تم في كل موقع تحديد المقطع العرضي للنهر (B,H) باستخدام متر طولي، حُسبت سرعة جريان مياه النهر بحساب الزمن اللازم لكرة من الخشب بقطع مسافة محددة مسبقاً [7]، من ثم حُسب التدفق بالاعتماد على سرعة جريان المياه ومساحة المقطع العرضي.

النمذجة الرياضية:

من أجل نمذجة الأوكسجين المنحل و CBODu قمنا باستخدام نموذج QUAL2K وهو النسخة المعدلة من نموذج QUAL2E المطور من قبل وكالة حماية البيئة الأمريكية، حيث يملك النموذج القدرة على محاكاة أكثر من خمسة عشر عنصراً من عناصر نوعية المياه، كما يستطيع أيضاً محاكاة أي مركب مصمم من قبل المستخدم [8]. يعتمد Q2K في نمذجته لمتغيرات نوعية المياه على مبدأ توازن الكتلة، حيث تعتبر التفاعلات والانتقالات من أهم العوامل المتحكمة في طريقة سلوك الملوثات في المياه الطبيعية [1]. ويفترض الـ(Q2K) أن آليات الانتقال الرئيسية للملوثات (التشتت - الانتقال الأفقي)، لا تكون مهمة إلا باتجاه الجريان (المحور الأفقي للنهر أو القناة)، كما أنه يأخذ بالحسبان المصبات العديدة للمياه الملوثة وتدفقات الروافد المختلفة [9].

يقدم النموذج النهر على أنه مجموعة من الأجزاء (reaches)، وهي عبارة عن مسافات لها مواصفات هيدروليكية ثابتة على سبيل المثال (الميل، عرض القاع.....) ويمكن تقسيم أي جزء من النهر إلى مجموعة من العناصر متساوية الطول وذلك بمجرد تحديد عدد العناصر المطلوبة (العدد اختياري)، حيث يمثل العنصر الوحدة الحسابية الأساسية في النموذج. ترقم الأجزاء بترتيب تصاعدي يبدأ من الحد الأعلى للمجرى الرئيسي للنهر، و يمكن إدخال المصادر والمستهلكات النقطية وغير النقطية في أي نقطة على طول النهر.

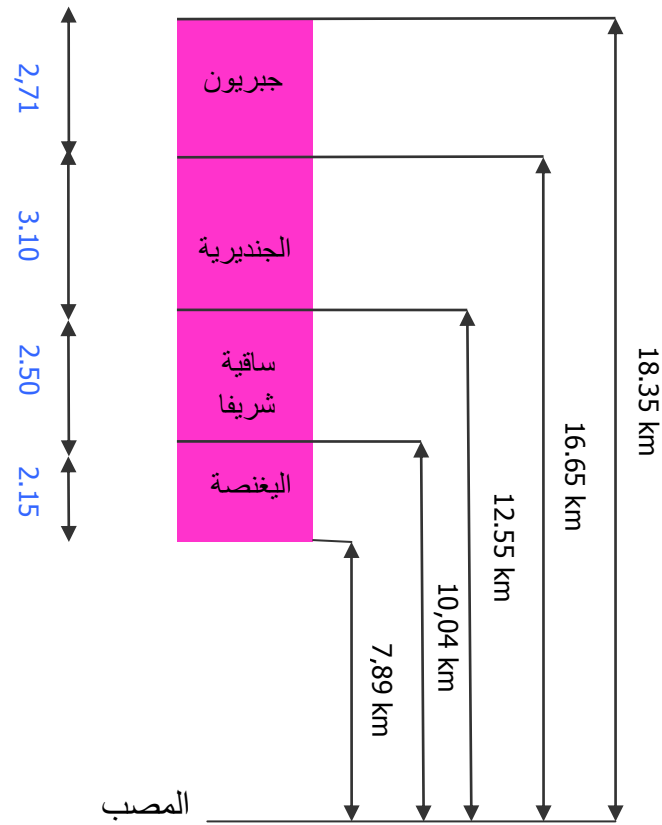
يستخدم النموذج المحسن بيئة الـ(Windows Microsoft) حيث برمجت الحسابات العددية باستخدام (Fortran90) وقد تم استخدام لغة الـ(Visual Basic) في برمجة جميع العمليات الأخرى في النموذج ويستخدم الـ(Excel) لرسم المخططات البيانية كما يعمل كواجهة للمستخدم [9]. إن واجهة الإكسل مؤلفة من عدة أوراق عمل ذات ألوان مختلفة، حيث استخدمت الألوان للتمييز بين المعلومات الواجب إدخالها من قبل المستخدم (inputs) والمعلومات الناتجة عن البرنامج (outputs) وذلك حسب مايلي:

- النطاق الأزرق: يشير إلى المتغيرات والمعاملات (البارمترات) التي يتم إدخالها من قبل المستخدم.
- النطاق الأصفر: يشير إلى البيانات المدخلة من قبل المستخدم، وهذه البيانات تظهر بعدها على مخططات محدثة من قبل البرنامج.
- النطاق الأخضر: يحوي قيم المخرجات المحدثة من قبل البرنامج.

-شرح طريقة تطبيق النموذج نورد كمثال طريقة نمذجة الشهر الثامن (آب 2007).

تمت نمذجة كل من الـDO و الـCBOD في المنطقة المدروسة الممتدة من بعد بحيرة سد 16 تشرين حتى منطقة الينغصنة، شكل(1). مع إهمال نمذجة الجزء الممتد بين السد ومنطقة خان عطاالله لعدم جريان المياه في هذا الجزء. لم تتم نمذجة الروافد بل أدخلت كمصادر نقطية فقط.

قبل البدء بعملية النمذجة قسمت المنطقة المدروسة إلى أجزاء ذات مواصفات هيدروليكية ثابتة وقسم كل جزء إلى عدد من العناصر الحسابية (من اختيارنا). تم اختيار نقطة مرجعية وهي نقطة المصب، حيث حسبت جميع الأبعاد بالنسبة لها. نبدأ التقسيم من مقدمة النهر (الحد الأعلى للنهر ساقية المرة) حيث تكون النقطة الأبعد عن النقطة المرجعية، ويأتي بعدها الحد الأدنى للجزء الأول وهو نفسه الحد الأعلى للجزء الثاني وهكذا إلى نهاية المنطقة المدروسة حيث يظهر الشكل (2) أجزاء النهر مع المسافات عن النقطة المرجعية وطول كل جزء. يتم إدخال هذه المعلومات لاحقاً أثناء عملية.



شكل (2) المنطقة التي تمت نمذجتها تظهر الأجزاء مع المسافات عن النقطة المرجعية.

بعد ذلك نبدأ بإدخال المعلومات في ورقة عمل الحد الأعلى للنهر، وتشكل المعلومات المدخلة في هذه الورقة نقطة البداية من أجل حسابات النموذج للمتغيرات المطلوبة (DO , $CBOD_u$).
يظهر كل من الجدول (1) والجدول (2) على التوالي بيانات نوعية المياه والمواصفات الهيدروليكية للحد الأعلى.

جدول (1) مواصفات نوعية المياه للحد الأعلى للنهر.

الناقلية	الـ $CBOD_u$ سريع التفاعل	تركيز الأوكسجين المنحل	درجة الحرارة T
$\mu s/cm$	mg/l	mg/l	C°
924	42.3	7.2	26.8

جدول (2) المواصفات الهيدروليكية للحد الأعلى للنهر.

اسم الحد الأعلى	عدد الحدود العليا	رقم تعريف الحد الأعلى	تنفق الحد الأعلى m ³ /s	خيار مانينغ				
				ميل المجرى	عامل الخشونة	عرض المجرى السفلي	ميل جوانب المجرى*	
				%	n	m	S ₁	S ₂
ساقية المرة	1	1	0.46	15	0.05	10	0	0

* على اعتبار المقطع العرضي للمجرى مستطيلاً.

الخطوة التالية هي إدخال المعلومات المتعلقة بأجزاء المنطقة المدروسة في ورقة عمل الجزء. يبين الجدول (3) المعلومات الأساسية المدخلة في هذه

جدول (3) المعلومات المدخلة والمتعلقة بأجزاء المنطقة المدروسة.

اسم الجزء	عدد عناصر الجزء	المسافات عن النقطة المرجعية (KM)		خيار مانينغ				
		الحد الأعلى للجزء	الحد الأدنى للجزء	عامل الخشونة n	ميل المجرى ‰	عرض المجرى السفلي B(m)	ميل الجوانب	
							S ₁	S ₂
جبريون	3	18.35	15.65	0.05	15	10	0	0
الجنديرية	5	15.65	12.55	0.04	15	10	0	0
ساقية شريفا	3	12.55	10.04	0.04	15	15	0	0
اليغصنة	3	10.04	7.89	0.05	10	15	0	0

وبعد ذلك نقوم بإدخال المعلومات المتعلقة بمعدلات (معاملات) كل من الأوكسجين المنحل والـ CBOD في ورقة عمل المعدلات. قبل ذكر المعلومات المدخلة في هذه الورقة لأبد من معرفة العوامل المؤثرة في نمذجة كل من الأوكسجين المنحل والاحتياج البيوكيميائي الكربوني لإدخال المعاملات المناسبة لدراستنا.

• **العوامل المؤثرة في نمذجة الأوكسجين المنحل DO:** يزداد تركيز الأوكسجين المنحل بفعل التركيب الضوئي للنباتات ويزداد بفعل التهوية الجوية ويتناقص تركيز الأوكسجين نتيجة تحليل الـ CBOD السريع (الأكسدة)، والنتيجة وتنفس النباتات. **عند النمذجة** لم يؤخذ دور النباتات الخضراء والنتيجة بالحسبان فكانت العوامل المؤثرة هي معامل التحلل k_d ومعامل التهوية k_a .

• العوامل المؤثرة في نمذجة الاحتياج البيوكيميائي النهائي $CBOD_u$ [9]: ينتج الـ $CBOD$ السريع عن طريق حلمأة الـ $CBOD$ البطيء وعن طريق انحلال المواد العضوية المعلقة ويتناقص بفعل الأوكسدة (التحلل) ونزع النترجين. حيث يزداد الـ $CBOD$ البطيء بفعل انحلال المواد العضوية المعلقة، ويتناقص بفعل الأوكسدة و الحلمأة. وتزداد المواد العضوية المعلقة بفعل موت النباتات وتتناقص بفعل الحلمأة والترسيب. عند النمذجة أخذ معامل التحلل k_d (معامل نزع الأوكسجين المنحل) وأهملت باقي العوامل كما اعتبرنا الـ $CBOD$ النمذج هو فقط النوع السريع. وبذلك تكون المعلومات المدخلة في ورقة عمل المعدلات من أجل DO :

أ- صيغة معامل التهوية: يحسب داخلياً (توجد عدة صيغ يوفرها النموذج [10],[11],[12],[13]) ب- تصحيح درجة الحرارة (من أجل درجات الحرارة المغايرة للدرجة 20) القيمة المقترحة (1.024). ج- الأوكسجين المستهلك من أجل أكسدة الـ $CBOD_u$: القيمة المقترحة (2.69 gO₂/gC). د- الأوكسجين المستهلك من أجل النترجة: القيمة المقترحة (74.5 gO₂/gN) [9]. من أجل الـ $CBOD_u$ المعلومات هي: أ- معدل التحلل k_d : أدخلت قيم تتراوح بين (0.05 - 0.6/d) [14] حسب الأشهر التي تمت نمذجتها التحلل ب- تصحيح درجة الحرارة. بالنسبة للمصادر النقطية في دراستنا كلها عبارة عن تدفقات داخلية. حيث ندخل اسم المصدر النقطي والموقع الذي يدخل عنده النظام وغيرها من المعلومات في ورقة عمل المصادر النقطية كما في الجدول (4).

جدول (4) المصادر النقطية المدخلة.

الاسم	نوع المصدر النقطي		الموقع* km	تركيز DO mg/l	تركيز CBOD _u mg/l
	مستهلك	مصدر			
	التدفق m ³ /s	التدفق m ³ /s			
مصعب صرف الجنديرية	-	0.0024	14.55	0.4	155.8
ساقية شريفا	-	0.175	11.0	-	-
ساقية روضو	-	0.003	9.85	-	-

*المسافة عن النقطة المرجعية (المصب).

بعد هذه المراحل نبدأ بإدخال المعلومات المتعلقة بالمواصفات الهيدروليكية و قيم تراكيز نوعية المياه للنقاط الحقلية المدروسة (في أوراق العمل ذات النطاق الأصفر)، حيث تظهر هذه القيم على مخططات مترافقة مع القيم التي ينتجها النموذج (المخرجات التي نجدها في أوراق العمل ذات النطاق الأخضر). يبين الجدول (5) قيم المواصفات الهيدروليكية و الجدول (6) قيم تراكيز نوعية المياه التالي المدخلة من قبل الدارس.

جدول (5) قيم المواصفات الهيدروليكية المدخلة في ورقة عمل البيانات الحقلية.

رقم الحد الأعلى	المسافة التي قيست عندها القيم*	القيم المقاسة		
		التدفق	سرعة جريان المياه	عمق المياه
		m ³ /s	m/s	m
1	18.35	0.46	0.29	0.15
1	14.65	0.63	0.27	0.25
1	12.55	0.7	0.27	0.20
1	9.12	0.78	0.26	0.20

*المسافات هي بعد النقاط عن النقطة المرجعية(المصب).

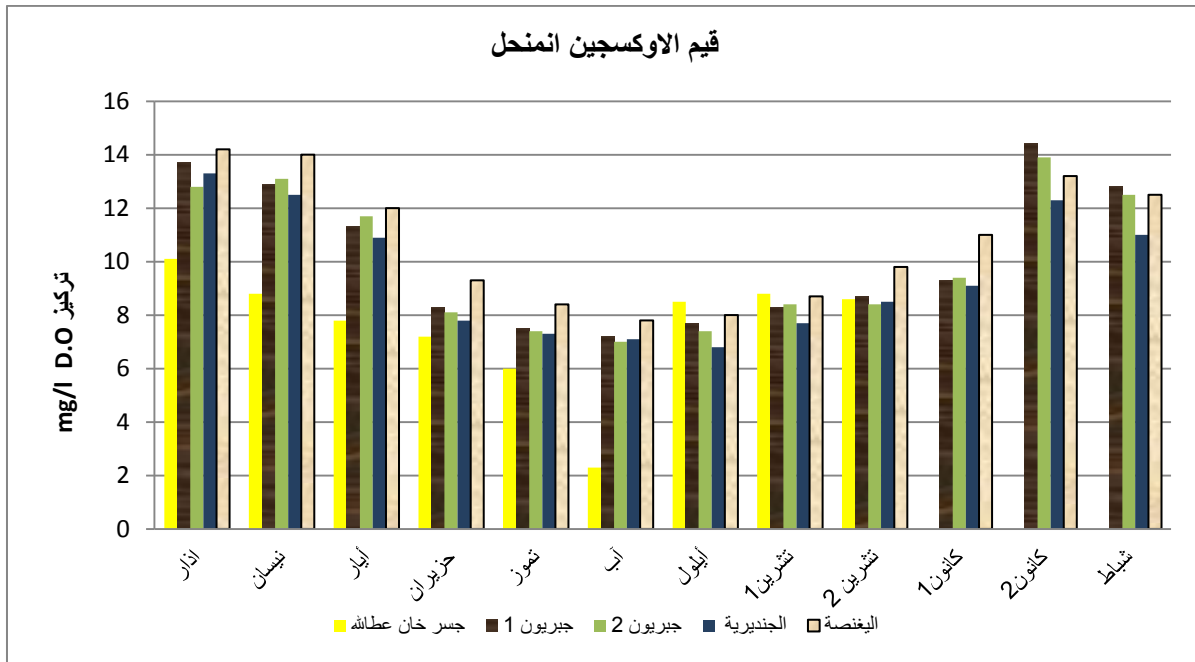
جدول (6) المعطيات المدخلة في ورقة عمل بيانات نوعية المياه.

رقم الحد الأعلى	المسافة التي قيست عندها القيم	قيم نوعية المياه			
		درجة الحرارة	الناقلية	تركيز DO	تركيز CBOD _u
		C°	µs/cm	mg/l	mg/l
1	18.35	27.4	924	7.2	42.3
1	17.85	27.2	939	7.0	40.7
1	14.65	27.6	940	7.1	39.98
1	12.55	26.8	945	7	39.84
1	9.12	26.9	776	7.8	37.7

النتائج والمناقشة:

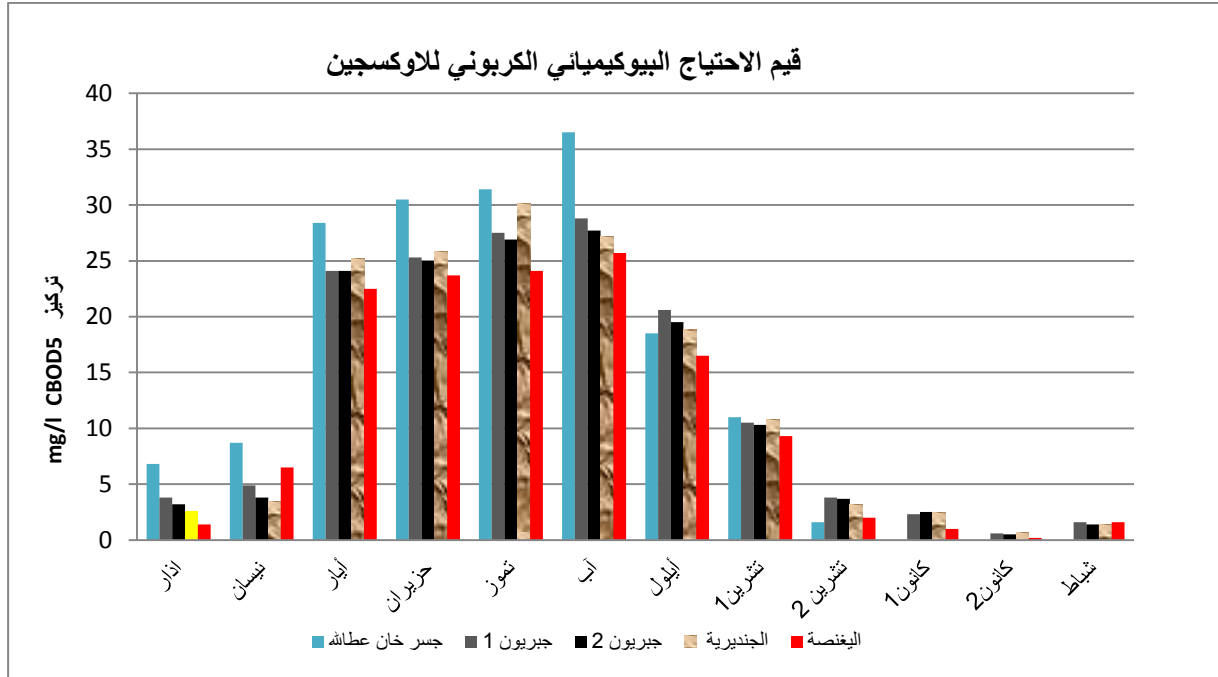
أولاً: الدراسة الحقلية:

1-الأوكسجين المنحل: تبين من خلال القياسات الحقلية أن تركيز الأوكسجين المنحل كان أكبر من (5mg/l) في جميع الأشهر لجميع مواقع المنطقة المدروسة. فقد تجاوزت قيم الأوكسجين حد الإشباع في الأشهر (آذار، نيسان وأيار، كانون الثاني وشباط) شكل(3)، حيث تراوحت قيم الغزارة بين (0.5-3 m³/s). من أهم الأسباب التي أسهمت في ذلك ارتفاع معامل التهوية نتيجة انخفاض عمق النهر وطبيعته البحصية، كما تؤدي النباتات المائية دوراً هاماً في إنتاج الأوكسجين من خلال التركيب الضوئي.



شكل (3) تركيز الأوكسجين المنحل في منطقة الدراسة.

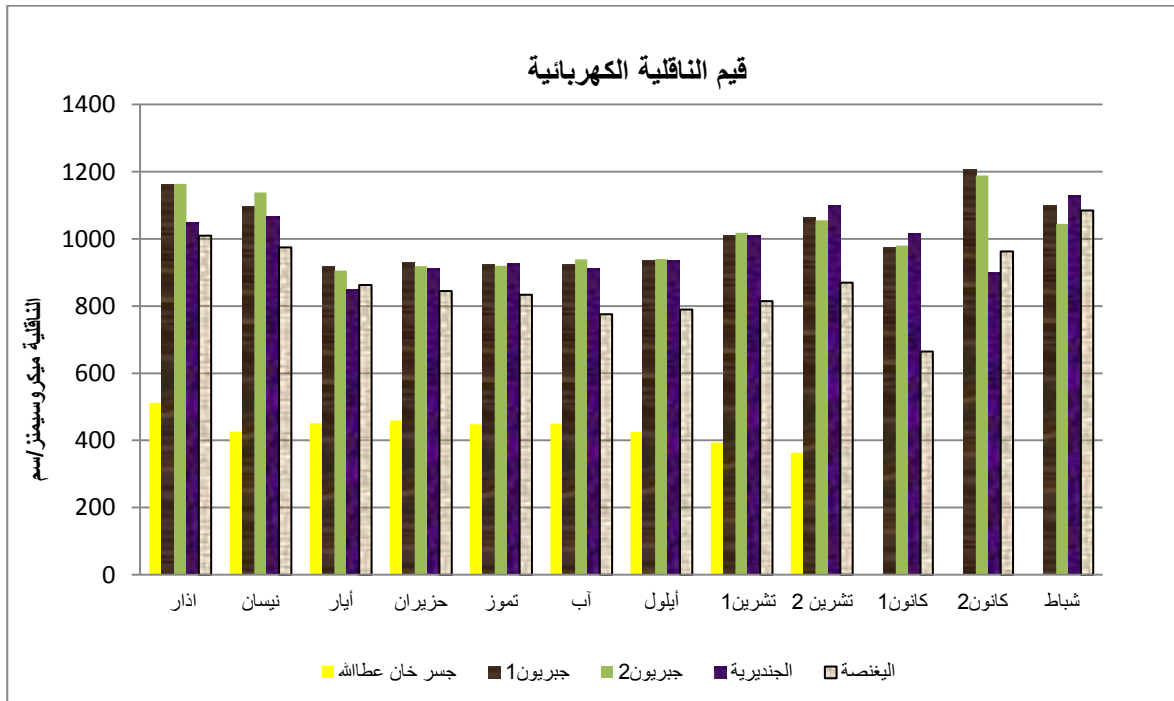
2-الاحتياج البيوكيميائي الكربوني للأوكسجين: تظهر القياسات الحقلية ارتفاعاً لقيم $CBOD_5$ في أشهر الجفاف من (أيار حتى تشرين الثاني) شكل(4)، حيث كانت قيم الغزارة تتراوح من $(0.44-0.78 m^3/s)$. وهذا الارتفاع يعود لعدة أسباب منها: انخفاض غزارة النهر وارتفاع تركيز حمولة التلوث، بالإضافة إلى مساهمة النباتات بعد موتها في زيادة قيم $CBOD$ ، كما يؤدي انحلال العديد من المواد العضوية الصلبة إلى زيادة المحتوى العضوي للمياه. بينما تنخفض القيم في الأشهر الباقية وخاصة في الأشهر الماطرة التي تتراوح الغزارة فيها بين $(1.78-3 m^3/s)$ ، والسبب يعود إلى انخفاض حمولة التلوث من حيث التركيز و الغزارة. كما أن غزارة النهر ساعدت على نقل الملوثات وعدم ترسيبها.



شكل (4) تركيز CBOD5 في منطقة الدراسة.

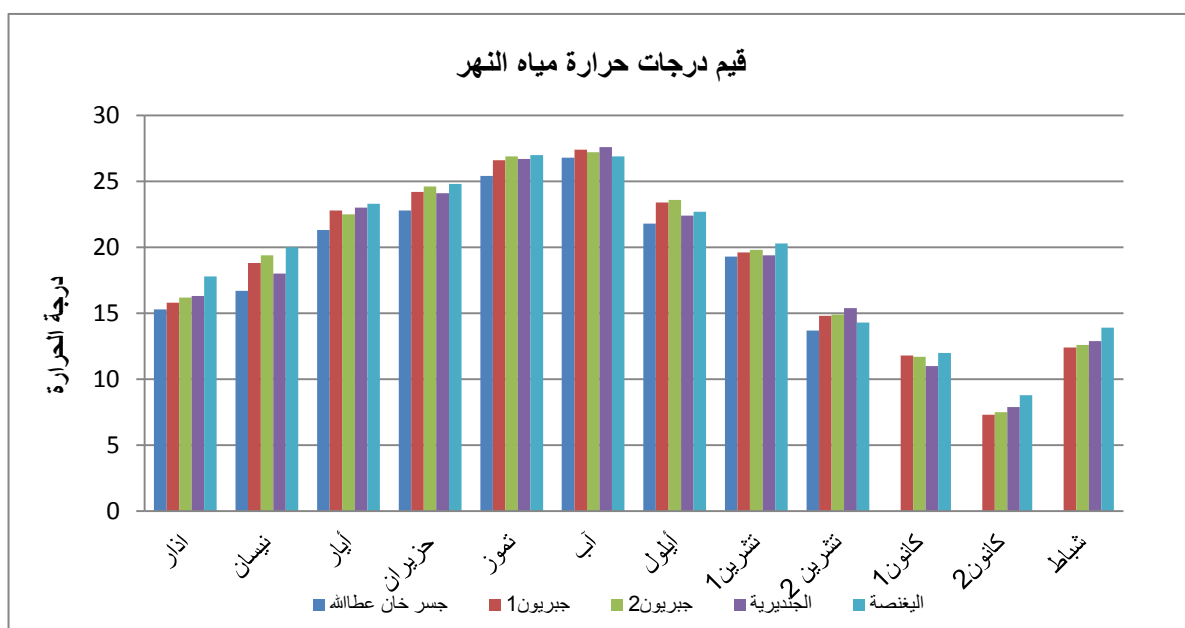
3-الناقلية الكهربائية: تراوحت قيم الناقلية بين (1207-363 $\mu\text{s}/\text{cm}$) شكل(5)، حيث سجلت أدنى القيم في

أشهر أيار وتشرين الثاني وكانون الأول وأعلى القيم في أشهر آذار وكانون الثاني وشباط.



شكل (5) تركيز الناقلية في منطقة الدراسة.

4-درجة الحرارة : تراوحت قيم درجة الحرارة بين (27.6-7.3) درجة مئوية شكل(6). حيث سجلت أدنى القيم في شهري تشرين الثاني وكانون الثاني أما أعلى القيم فسجلت في شهري تموز وآب.



شكل (6) قيم درجة حرارة مياه النهر في منطقة الدراسة.

ثانياً: النمذجة الرياضية:

1- عند تطبيق النمذجة من أجل الأوكسجين المنحل:

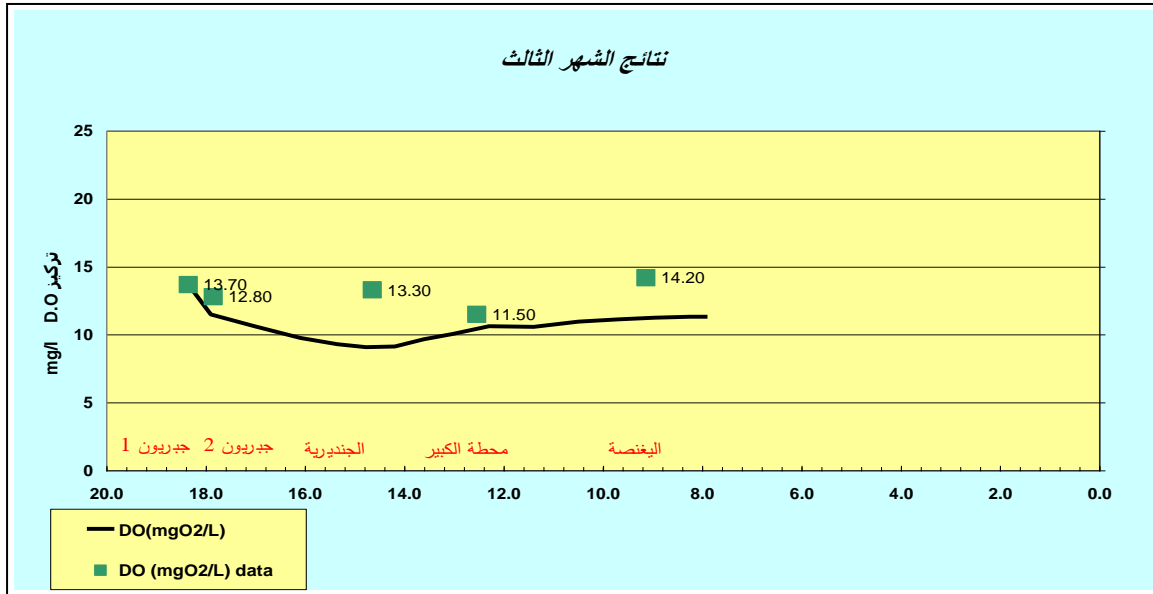
وجد تقارب كبير مع القياسات الحقلية (مع بعض الاختلافات الطفيفة في بعض المواقع) في أشهر (آذار - تشرين الثاني - شباط).

في شهري آذار وشباط: عند قيم للغزارة تتراوح من (0.68-2.86 m³/s)، كانت قيم القياسات الحقلية أعلى من قيم النموذج في بعض المناطق شكل (7) و(11). والسبب يعود إلى إنتاج الأوكسجين من قبل النباتات المائية، حيث لم تؤخذ مساهمة النباتات في عملية النمذجة. كما أن معامل التهوية للقياسات الحقلية أكبر من معامل التهوية المنتج من قبل النموذج (بسبب الفروقات في المواصفات الهيدروليكية الحقلية والمحسوبة من قبل النموذج).
أما في شهر تشرين الثاني: عند قيم للغزارة تتراوح بين (0.57-0.78 m³/s)، فكانت نتائج النموذج أكبر من القياسات الحقلية، شكل(10)، حيث كان لاختلاف معاملي التهوية الحقلية والمحسوب من قبل النموذج دور في هذا الاختلاف، كما أن درجات الحرارة المحسوبة من قبل النموذج أقل من درجات الحرارة الفعلية، مما أسهم أيضاً في زيادة نتائج النموذج.

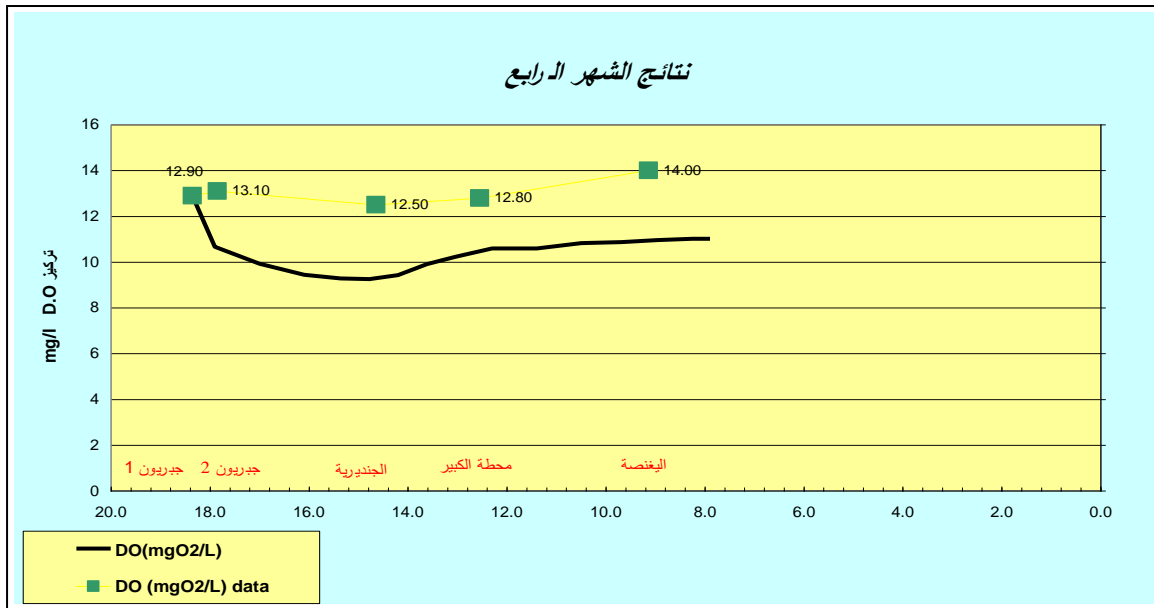
أما عند تطبيق النموذج من أجل شهري نيسان الغزارة تتراوح بين (0.46-1.16 m³/s)، وآب الغزارة تتراوح بين (0.44-0.78 m³/s)، كانت الفروقات أكبر.

في شهر آب: كانت قيم النموذج أعلى من قيم القياسات الحقلية شكل (9). والسبب الأساسي في هذا الفرق يعود إلى استهلاك الأوكسجين المنحل من أجل تحليل بقايا النباتات الميتة، حيث لم نأخذ عند النمذجة مساهمة النباتات الخضراء. كما أن معامل التهوية المنتج من قبل النموذج أعلى من معامل التهوية للقياسات الحقلية.

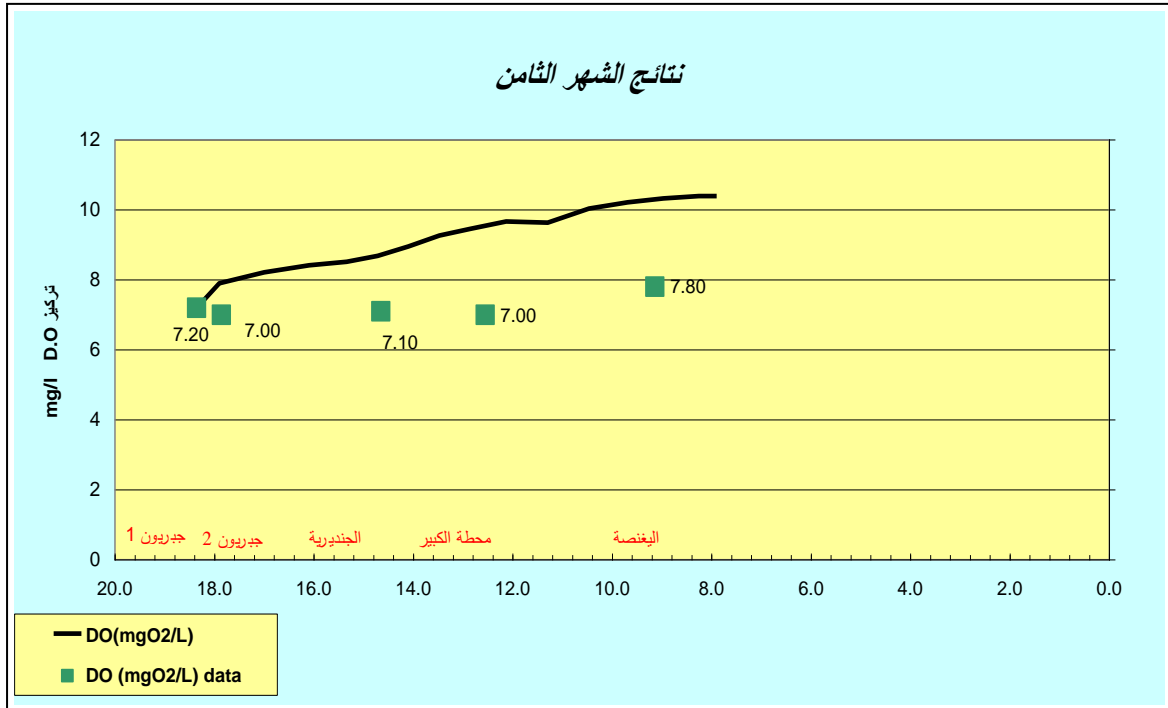
في شهر نيسان: كانت قيم القياسات الحقلية أعلى من نتائج النموذج شكل(8). وذلك بسبب مساهمة النباتات الخضراء في إنتاج الأوكسجين بالتركيب الضوئي.



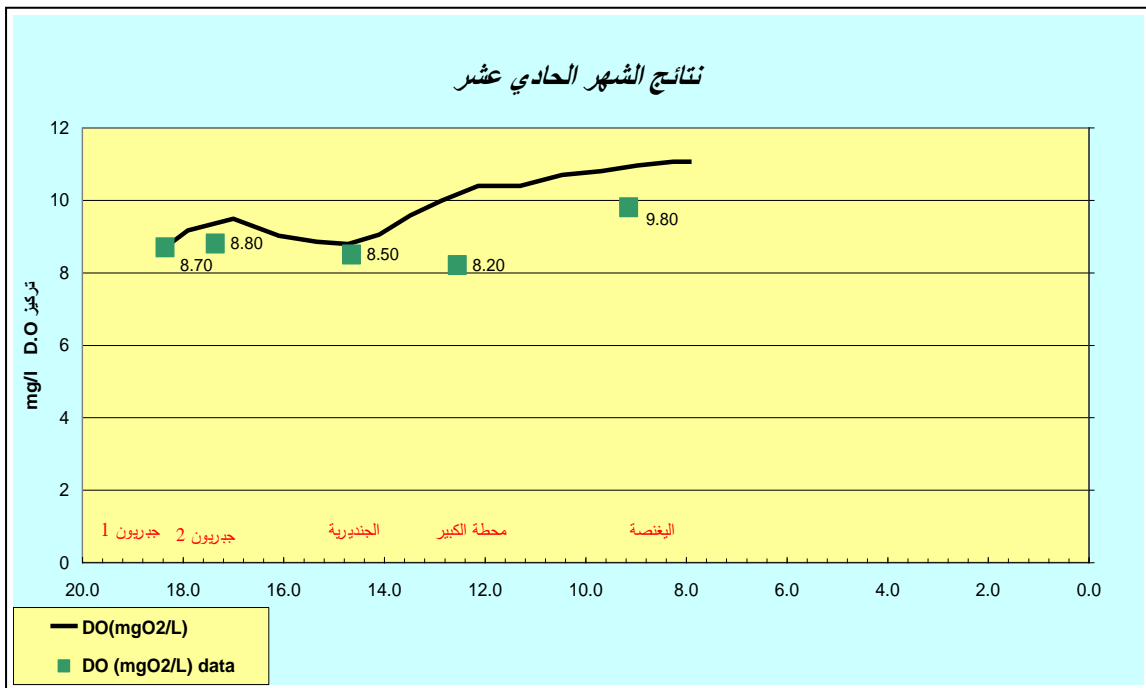
شكل (7) نتائج النموذج لتراكيز الأوكسجين المنحل في شهر آذار.



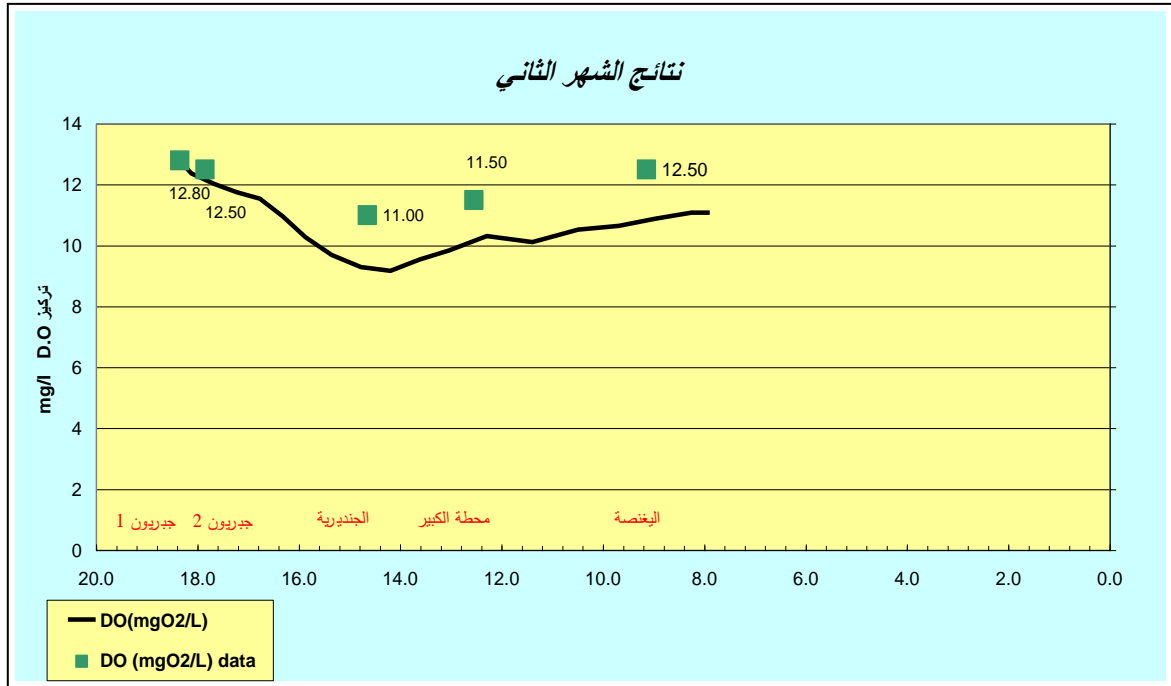
شكل(8) نتائج النموذج لتراكيز الأوكسجين المنحل في شهر نيسان.



شكل(9) نتائج النموذج لتراكيز الأوكسجين المنحل في شهر آب.



شكل(10) نتائج النموذج لتراكيز الأوكسجين المنحل في شهر تشرين الثاني.



شكل(11) نتائج النموذج لتراكيز الأوكسجين المنحل في شهر شباط .

2- عند تطبيق النموذج من أجل الاحتياج البيوكيميائي الكربوني:

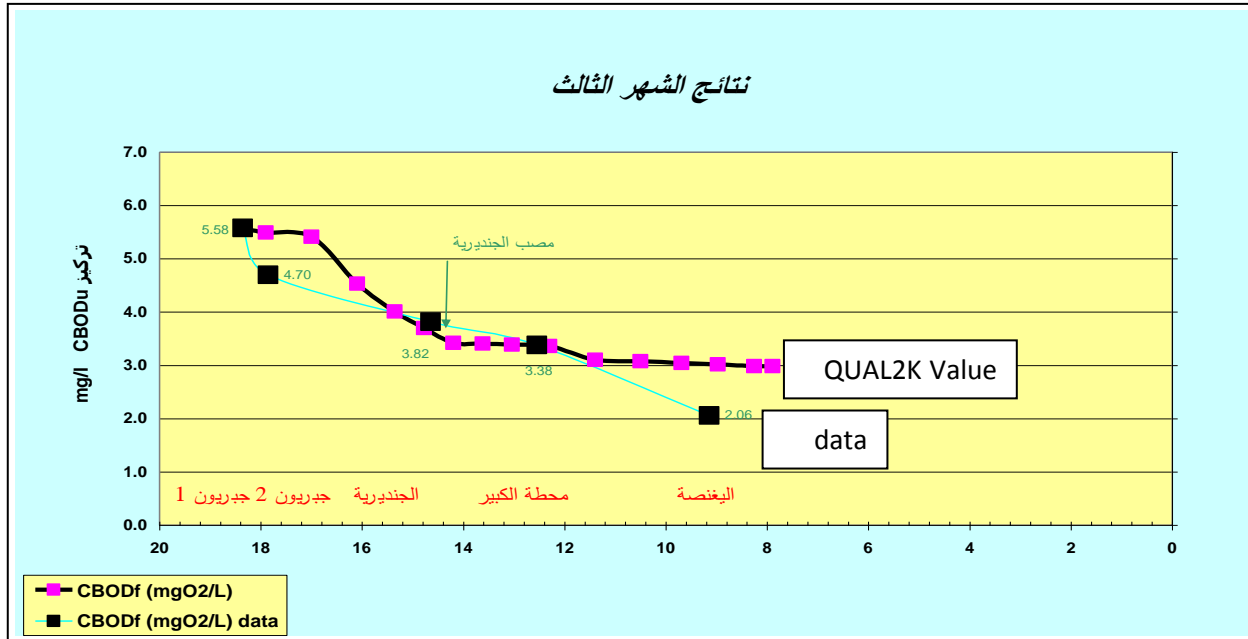
وجد تقارب كبير بين النتائج الحقلية والنموذج في شهري آذار ونيسان وخاصة في المنطقة قبل منطقة محطة الكبير شكل(12)،(13). حيث تتراوح قيم الغزارة بين (0.64-1.34 m³/s). تعود قيم النتائج الحقلية لتتخف بعد المنطقة المذكورة سابقاً حتى موقع اليغصنة، وذلك بسبب ارتفاع قيمة معامل التحلل في هذه المنطقة عن معامل التحلل للنموذج.

أما عند تطبيق النموذج من أجل أشهر آب (الغزارة تتراوح بين 0.44-0.78 m³/s)، وتشرين الثاني (0.57-0.78 m³/s)، وشباط (الغزارة تتراوح بين 1.78 -2.86 m³/s) كانت الفروقات أكبر.

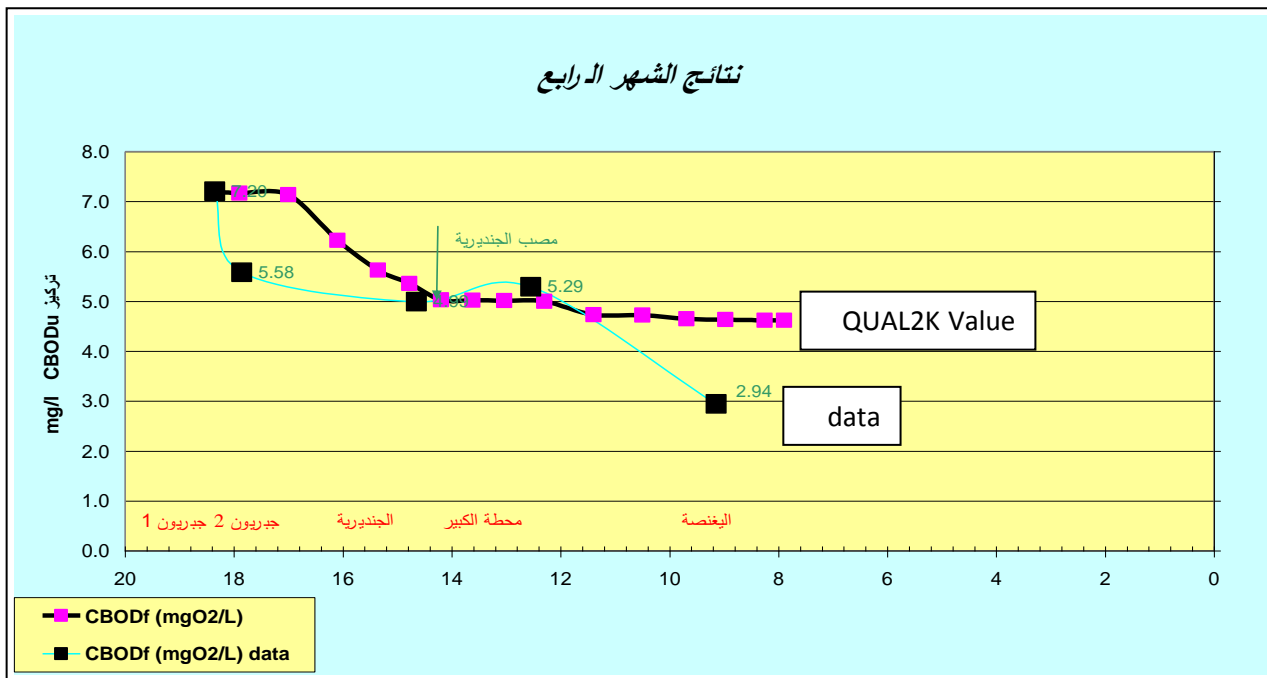
في شهر آب: كانت القياسات الحقلية أعلى من نتائج النموذج شكل(14). يعود السبب في ذلك إلى انحلال كمية من المواد العضوية المعلقة، مما يزيد المحتوى العضوي للمياه، وبالتالي تزيد معه كمية الـCBOD، العامل الذي لم يؤخذ بالحسبان في عملية النمذجة. كما أن هناك العديد من المصادر النقطية واللائقظية لمياه الصرف المنتشرة في المنطقة المدروسة، والتي يزداد تأثيرها صيفاً لم تدخل في عملية النمذجة.

في شهر تشرين الثاني: نلاحظ قيم القياسات الحقلية أعلى من نتائج النموذج في المنطقة من جبريون 2 حتى محطة الكبير، شكل(15). وذلك بسبب وجود العديد من المصادر النقطية واللائقظية التي لم تؤخذ في الحسبان في عملية النمذجة. بينما تعود القياسات الحقلية لتتخف بعد هذه النقطة.

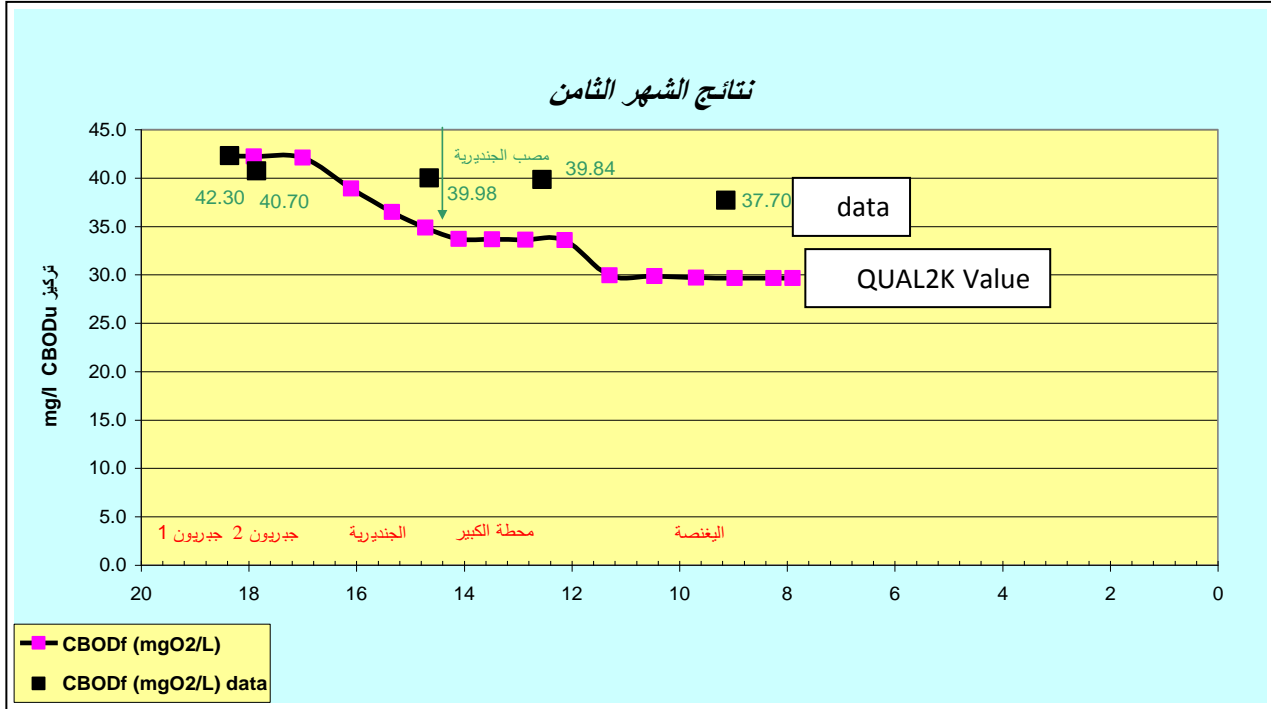
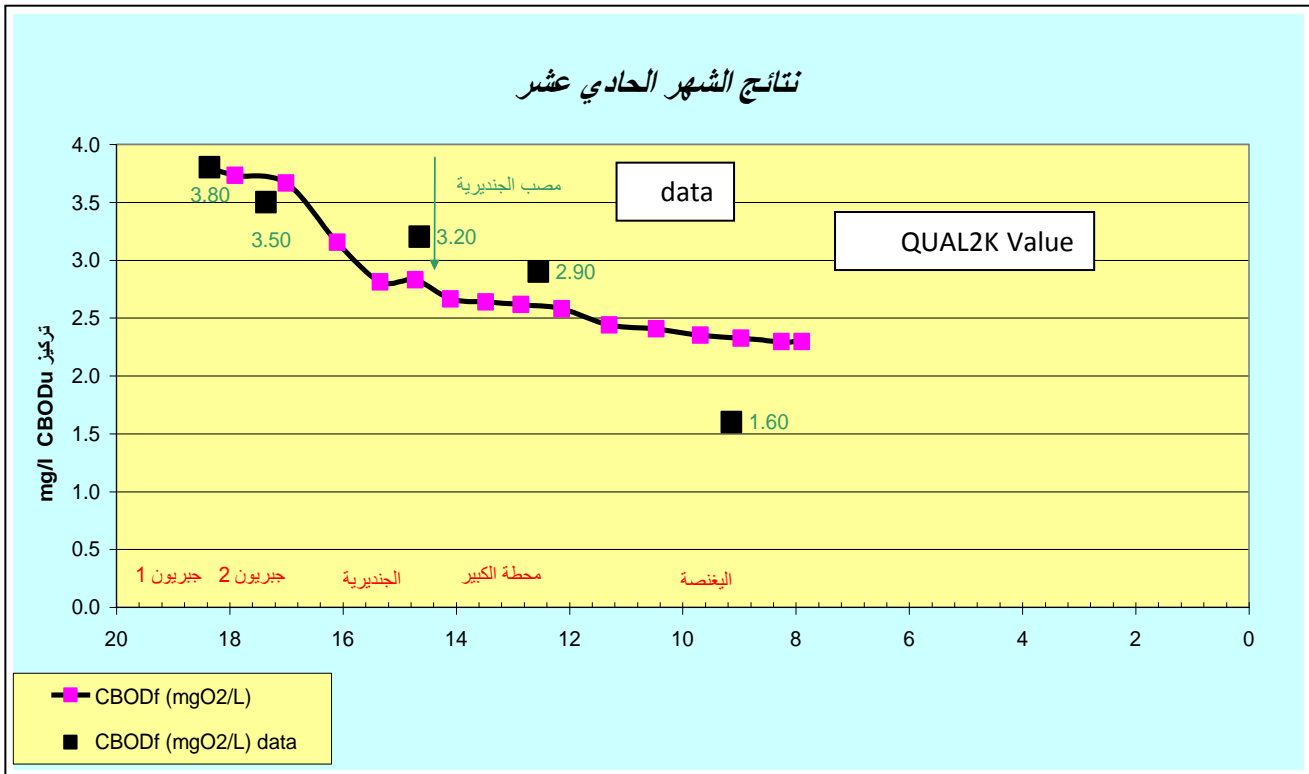
في شهر شباط: قيم القياسات الحقلية أعلى من نتائج النموذج في المنطقة من جبريون 2 حتى محطة الكبير، شكل(16). وذلك بسبب وجود العديد من المصادر النقطية واللائقظية أيضاً التي لم تؤخذ في الحسبان في عملية النمذجة.

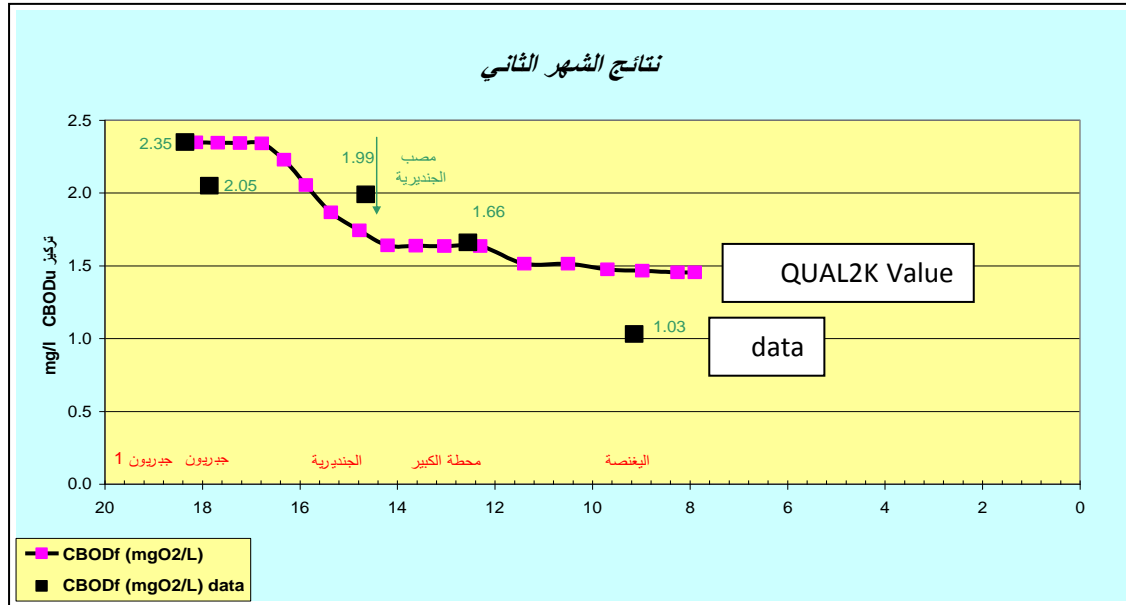


شكل (12) نتائج النموذج لتراكيز الـCBOD_f في شهر آذار.



شكل (13) نتائج النموذج لتراكيز الـCBOD_f في شهر نيسان.

شكل (14) نتائج النموذج لتراكيز الـCBOD_f في شهر آب.شكل (15) نتائج النموذج لتراكيز الـCBOD_f في شهر تشرين الثاني.



شكل (16) نتائج النموذج لتراكيز الـCBOD في شهر شباط.

الاستنتاجات والتوصيات:

الاستنتاجات:

- 1- تبين من خلال القياسات الحقلية أن تركيز الأوكسجين المنحل كان يتجاوز (5mg/l) في جميع الأشهر لجميع المواقع المدروسة. حيث تجاوزت قيم الأوكسجين تركيز الإشباع في الأشهر (آذار ، نيسان، أيار، كانون الثاني وشباط).
- 2- تظهر القياسات الحقلية ارتفاعاً لقيم $CBOD_5$ في مواقع منطقة الدراسة، وذلك في أشهر الجفاف من (أيار حتى تشرين الثاني)، حيث وصلت أعلى قيمة إلى (36.5 mg/l).
- 3- أظهر تطبيق النموذج من أجل الأوكسجين المنحل تقارباً كبيراً في أشهر (آذار- تشرين الثاني - شباط). وكان التطابق أقل في شهري (نيسان وأب).
- 4- أظهر تطبيق النموذج من أجل الـCBOD تقارباً كبيراً في أشهر (آذار، نيسان، تشرين الثاني، وشباط)، بينما كان التقارب أقل في شهر (أب).
- 5- إن النهر في وضع حدي مقبول وهذه الحالة تتغير في حال تصريف المياه الناتجة عن معاصر الزيتون.

التوصيات:

- 1- دراسة تحسين نوعية مياه النهر من خلال معالجة مياه الصرف الصحي قبل صرفها في النهر.
- 2- دراسة تأثير صرف المياه الناتجة عن معاصر الزيتون في نوعية مياه النهر، واقتراح الحلول المناسبة من أجل معالجتها قبل صرفها في النهر. حيث لم تكن معاصر الزيتون تعمل في فترة الدراسة الحقلية آذار-2007- شباط . 208
- 3- نمذجة المنطقة الممتدة من بعد اليغصنة حتى المصب بسبب انتشار العديد من المنشآت الصناعية، وذلك بعد الحصول على معلومات دقيقة عن كل منشأة صناعية، من أجل تقدير التأثير الناتج عنها في نوعية مياه النهر لإيجاد الحلول المناسبة للحد من تلوث الأخير.

- 4- تحديد الحمولات الأعظمية للملوثات المسموح إلقاءها في النهر، و تقييم وضع النهر مستقبلاً في حالة أي معطيات ج- تطبيق ديدة (منشأة صناعية، تغير التدفق).
- 5 -طريقة النمذجة المستخدمة في هذا البحث على الأنهار الأخرى في سوريا، لتقييم وضعها الحالي والمستقبلي.

المراجع:

- [1]-Chapra, S. C. *Surface water-quality modeling*. McGraw-Hill, New York, 1997.
- [2]- Zhang, R. ; Qian, X.; Li, H.; Yuan, X.; and Ye, R. *Selection of optimal river water quality improvement programs using QUAL2K: A case study of Taihu Lake Basin, China*. Vol.431,Issue.8, Auguet 2012, p.278-285.
- [3]- Cho, J.H. ; Ha, S.R. *Parameter optimization of the QUAL2K model for a multiple-reach river using an algorithm influence coefficient*. Vol.408, March 2010, p.1985-1991.
- [4]-Song, T.; Kim, K. *Development of a water quality loading index based on water quality modeling*.Vol.90, Issue.3, March 2009, p 1534-1543.
- [5] - زينب، أسمهان، 1996: دراسة ميكربولوجية وتحليلية لعدد من مصادر مياه الشرب والمساحات المائية في محافظة اللاذقية، رسالة ماجستير، كلية العلوم-جامعة تشرين.
- [6]- سجلات المديرية العامة للموارد المائية.
- [7]- Herschy , R. W. *Streamflow Measurement* , 2th ed .E&FN SPON, 1995.
- [8]- <http://www.esc.umass2.edu/cee/rechow/course/577/QUAL2K/qual2e1.pdf>>2013.
- [9]Chapra, S.C. ; Pelletier, G.J; and Tao, H. QUAL2K: A Modeling Framework for Simulating River and Stream Water Quality, Version 2.04: Documentation and Users Manual. Civil and Environmental Engineering Dept., Tufts University, Medford, MA., Steven.Chapra@tufts.edu, 2006
- [10]- O'Connor, D. J.; and Dobbins, W. E. *Mechanism of reaeration in natural streams*. *Trans. ASCE*, 123, 1958 641-684.
- [11]- Churchill, M. A .; Elmore, H .L.; and Buckingham, R. A. *The prediction of stream reaeration rates*. *J. Sanit. Engrg. Div. , ASCE*, 88{4},1962,1-46.
- [12]- Owens, M.; Edwards, R.W.; and Gibbs, J.W. 1964. *Some reaeration studies in streams*. *Int. J. Air and Water Pollution*, 8,1964, 469-486.
- [13]- Covar, A. P. "Selecting the Proper Reaeration Coefficient for Use in Water Quality Models." Presented at the U.S. EPA Conference on Environmental Simulation and Modeling, April 19-22, 1976, Cincinnati, OH.
- [14]- Schnoor, J. L. *Environmental Modeling :Fate and Transport of Pollutants in Water, Air, and Soil* .Wiley Interscience .New –York, 1996.