------ مجلة علوم الرافدين، المجلد 28، العدد 3، ص 77-89، 2019------

دراسة الخصائص الفيزيوكميائية لمصب نهر الخوصر وتأثيرها على نوعية مياه نهر دجلة ضمن مدينة الموصل

إيمان سامي ياسين السراج
قسم علوم الحياة / كلية العلوم/ جامعة الموصل
Email: emanalsarag@yahoo.com

(أُستلم 27/ 11 /2018 ؛ قُبل 25 / 2 /2019)

الملخص

درست العديد من الخصائص الفيزوكيميائية لمياه مصب نهر الخوصر في مدينة الموصل للفترة من تشرين الأول 2017 ولغاية حزيران 2018. تم قياس بعض الصفات الفيزياوية والكيمياوية التي تمثلت بدرجة حرارة المياه، العكورة، الأس الهيدروجيني، التوصيل الكهربائي، الأوكسجين المذاب، المتطلب الحيوي للأوكسجين، العسرة الكلية، أيونات النترات، الفوسفات والكبريتات. أظهرت الدراسة الحالية ارتفاع تراكيز اغلب الصفات الفيزيائية والكيميائية عند الموقع الأول عن الحدود القصوى المسموح بها عالمياً بسبب طرح الفضلات ومياه الصرف الصحي بدون معالجة، ومن ثم لوحظ انخفاض تراكيز الملوثات عند الموقع الثاني والثالث بعد الاختلاط بمياه نهر دجلة بفعل عامل التخفيف والانتشار وسرعة الجريان.

عدت مياه نهر الخوصر عسرة جداً بالنسبة لمياه نهر دجلة. ومما تجدر الإشارة إليه أن مياه الخوصر تأثرت بمقدار الفضلات البشرية والصناعية والزراعية التي تطرح فيه مما جعلها أكثر عسرة مقارنة بمياه نهر دجلة.

الكلمات الدالة: ملوثات فيزيائية، ملوثات كيميائية، نهر الخوصر، نهر دجلة، الموصل.

A Study of Physiochemical Characteristics of Al- Khoser River Effluent and its Effect Upon Tigris River Quality within Mosul City

Eman S. Al-Sarraj
Department of Biology /College of Science/ University of Mosul

ABSTRACT

Many of the physio-chemical characteristics of Al- Khoser water effluent have been studied for the period from October 2017 to June 2018. Some of the physio- chemical charachteristics which represented by Temperature, pH, E.C, D.O, BOD_5, T.H, NO_3^{-1}, PO_4^{-2} ,and SO_4^{-2} were measured. The results showed that most of these characteristics have high values, within the first location in comparison with the international maximum allowable limits, this is due to the discharge of sewage and wastes into the river without treatment. Whereas the second and third locations, after mixing with water of Tigris River, showed low concentrations of pollutants due to the influence of precipitation, dilution, diffusion and high flow.

Al- Khoser water was considered very hard in comparison with the water of Tigris River. It is worth mentioning that the amounts of human industrial, agricultural and human detached pollutants have severely impacted the water of Al- Khoser River, which finally considered the more hardness in comparison with the water of the Tigris River.

Keywords: Physical pollutants, Chemical pollutants, Al-Khoser River, Tigris River, Mosul.

المقدمة

تزداد كمية الملوثات في نهر دجلة خلال مروره بمدينة الموصل بسبب مياه المصبات التي تلقى في النهر مباشرة بدون عمليات معالجة والبالغ عددها (23) مصباً تقريباً ولوحظ زيادة نسبة هذه الملوثات كنتيجة لازدياد عدد السكان والتطور العمراني والصناعي والزراعي إضافة إلى ما خلفته الظروف الراهنة التي عاشتها مدينة الموصل من دمار وخراب وانهيار مبانٍ وطرق وجسور أدت إلى زيادة المطروحات والملوثات التي انطمرت في مياه نهر الخوصر وبالتالي انجرافها نحو مياه نهر دجلة مما أدى إلى تغيير الكثير من خصائصه الفيزيائية والكيميائية التي تؤدي دوراً مباشراً في توزيع وسلوك وتكيف الأحياء المائية، فضلاً عن تأثيرها على صلاحية هذه المياه للاستخدامات المختلفة (Weiner, 2000؛ السعدي، 2006).

يعد الخوصر واحداً من أهم الوديان التي تحمل المياه إلى نهر دجلة، وهو عبارة عن نهر صغير ينبع من قضاء الشيخان وتحديداً من قرية باعذرا شمالاً وسمي بالخوصر لأنه يقع في خاصرة نهر دجلة عند مروره بمدينة الموصل، يستمر هذا النهر بالجريان من الشمال إلى الجنوب وبمسافة (45) كيلو متر تقريباً ماراً بعدد من القرى والتجمعات السكنية والأراضي الزراعية التي تقع على ضفتي نهر الخوصر لحين دخوله مدينة الموصل من الجانب الأيسر إذ تحيط به الأحياء السكنية مما جعله مجرى للمياه الملوثة طيلة أيام السنة، لكن كمية المياه فيه تزداد خلال السنوات التي يزداد فيها الساقط المطري. يصب نهر الخوصر في نهر دجلة مباشرة عند منتصف المدينة قرب الجسر الحديدي (الجسر القديم) ناقلاً معهُ كميات عالية من الملوثات والمواد العالقة، وخاصة في فصلي الشتاء والربيع، وكذلك أنواعاً مختلفة من الأحياء المجهرية مما أسهم في ارتفاع تراكيز الملوثات والايونات في مياه نهر دجلة (الصفاوي، 2007؛ رفيق ورشيد، 2002)، وأحدث بذلك أضرارا للحياة المائية مثال ذلك هجرة الأسماك وتناقص اعدادها فضلاً عن تأثيرها على السلسلة الغذائية والحياة البرية (العمر، 2000). إلا أن هناك أنواعاً من الأحياء المائية (مثل سمكة البعوض الكمبوزيا التي أدخلت إلى العراق لغرض السيطرة البايولوجية على البعوض) تستطيع العيش في مياه نهر الخوصر رغم تباين درجة الحرارة فيها وقلة محتواها من الأوكسجين (السراج، 1988).

تتناقص بشكل كبير كمية المياه في نهر الخوصر بعد انتهاء موسم الأمطار وبذلك يتحول إلى مجرى لتصريف مياه الصرف الصحي والمخلفات الصناعية والزراعية. التي تحتوي على مركبات عضوية تتحلل بواسطة الكائنات الحية الدقيقة وهذا يتطلب استهلاك الأوكسجين المذاب في الماء مما يؤثر على الأحياء المائية بضمنها الأسماك وبالتالي موتها.

أظهرت نتائج الدراسات التي قام بها كل من (نعوم، 1985؛ الراوي، 1999؛ مصطفى وجانكير، 2007؛ بلال وآخرون، 2007؛ علي، 2009؛ التمر، 2014؛ الصفاوي والمعاضيدي، 2017) زيادة تركيز المواد العضوية والعسرة الكلية والكبريتات والفوسفات والنترات، إلا ان عملية التنقية الذاتية والتهوية الجيدة وسرعة جريان مياه نهر دجلة تعمل على تخفيف هذه الملوثات وانتشارها (السراج، 2013).

تهدف الدراسة الحالية إلى دراسة الخصائص الفيزيوكيميائية لمياه نهر الخوصر ومقارنتها مع مياه نهر دجلة وتقييم الواقع البيئي للنهر ومدى ملاءمته لمعيشة الأحياء المائية بضمنها الأسماك وكذلك مدى صلاحيته كمصدر للمياه الخام في مدينة الموصل.

منطقة الدراسة

شملت منطقة الدراسة ثلاث مواقع وكما يأتي:

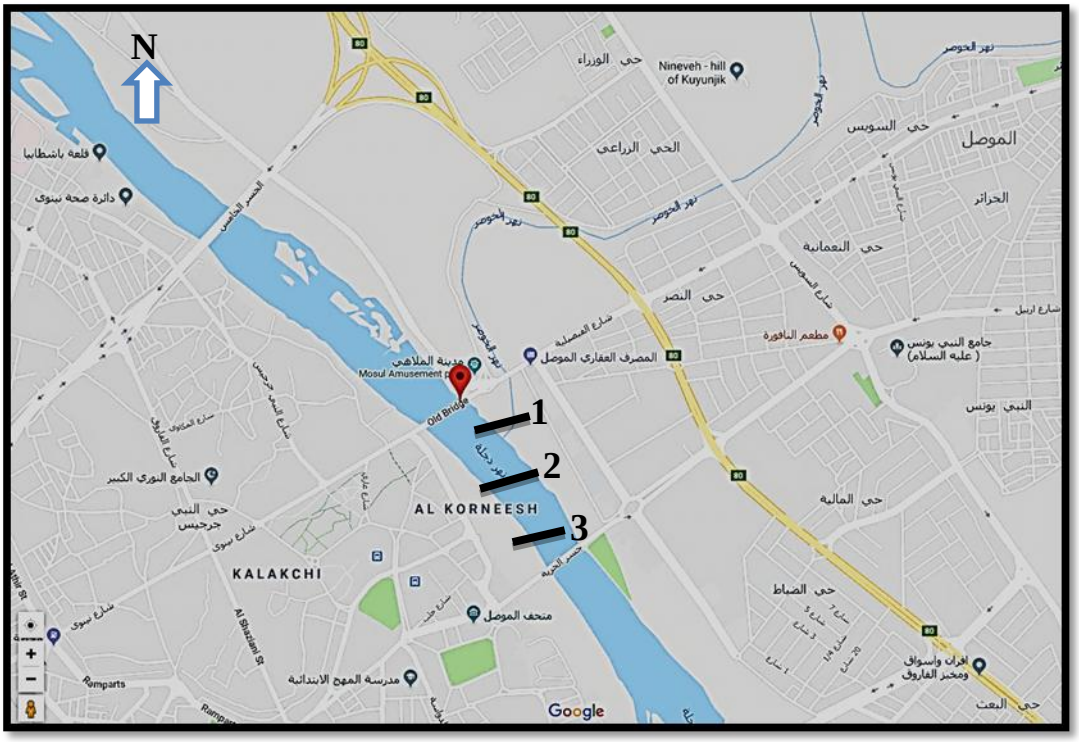
الموقع الأول: مياه نهر الخوصر قبل التقاءه بمياه نهر دجلة.

الموقع الثاني: منطقة التقاء مياه نهر الخوصر مع مياه نهر دجلة قرب الجسر الحديدي.

الموقع الثالث: منطقة ما بعد الالتقاء بمسافة 250 متر تقريباً من مياه نهر دجلة.

النمذجة وطرائق العمل

تم جمع عينات المياه من المواقع الثلاثة ابتداءً من شهر تشرين الثاني 2017 ولغاية حزيران 2018 وبمعدل نموذج واحد شهرياً. وأجريت الفحوصات التالية: بالاعتماد على الطرق الواردة في (APHA, 1998) تم قياس درجة حرارة المياه حقليا باستخدام محرار زئبقي مدرج من 0-50 درجة سيليزية، تقدير العكورة لعينات المياه باستخدام جهاز Turbidity meter، بوحدة Nephelometric Turbidty Unit (NTU)، قياس التوصيل الكهربائي لعينات المياه باستخدام جهاز حقلي بوحدة (مايكروسيمينز/سم) ، قيست الدالة الحامضية لعينات المياه باستخدام جهاز PH Meter بعد ضبط ومعايرة الجهاز باستعمال المحاليل المنظمة ذات قيم دالة حامضية 4,7,9، تم تثبيت الأوكسجين المذاب بالمحاليل القياسية حقليا اعتماداً على طريقة وينكلر المحورة Azid modification ، بوحدة (ملغم/لتر)، أما المتطلب الحيوي فقد تم تحضين العينة لمدة خمسة أيام ثم استخدمت طريقة Azid modification، بوحدة (ملغم/لتر)، تم حساب العسرة الكلية بدلالة كاربونات الكالسيوم باستخدام طريقة التسحيح Titration method ضد اثيلين ثنائي الأمين رباعي حامض الخليك ثنائي الصوديوم Ethylene diamine tetra acetic acid disodum(Na_2EDTA)، تم تقدير ايون النترات بالطريقة الفوق بنفسجية Ultra-violet باستخدام جهاز مطياف الأشعة فوق البنفسجية والمرئية الضوئيUltra Violet / Visible Spectrophotometer. LKB, Biochrom ، اذ تم قياس الامتصاصية لكل عينة عند طول موجي 220 نانوميتر و275 نانوميتر واخذ الفرق بين القراءتين، بوحدة (ملغم/لتر)، تم تقدير الاورثوفوسفات بطريقة كلوريد القصديروز Stannous Chloride، وقيست الامتصاصية بجهاز Spectrophotometer عند الطول الموجي 690 نانوميتر، بوحدة (ملغم/ لتر). تم تقدير أيونات الكبريتات بطريقة الكدرة Turbidimeteric Method قيست كمية الضوء المشتت باستخدام جهاز المطياف الضوئيSpectrophotometer عند طول موجي 420 نانوميتر بوحدة (ملغم/ لتر).



الشكل 1: يبين مواقع الدراسة (1-الموقع الأول، 2- الموقع الثاني، 3-الموقع الثالث) (Google Earth)

الجدول 1: يوضح الحدود الدنيا والعليا للمتغيرات الفيزيائية والكيميائية في المواقع الثلاثة خلال فترة الدراسة

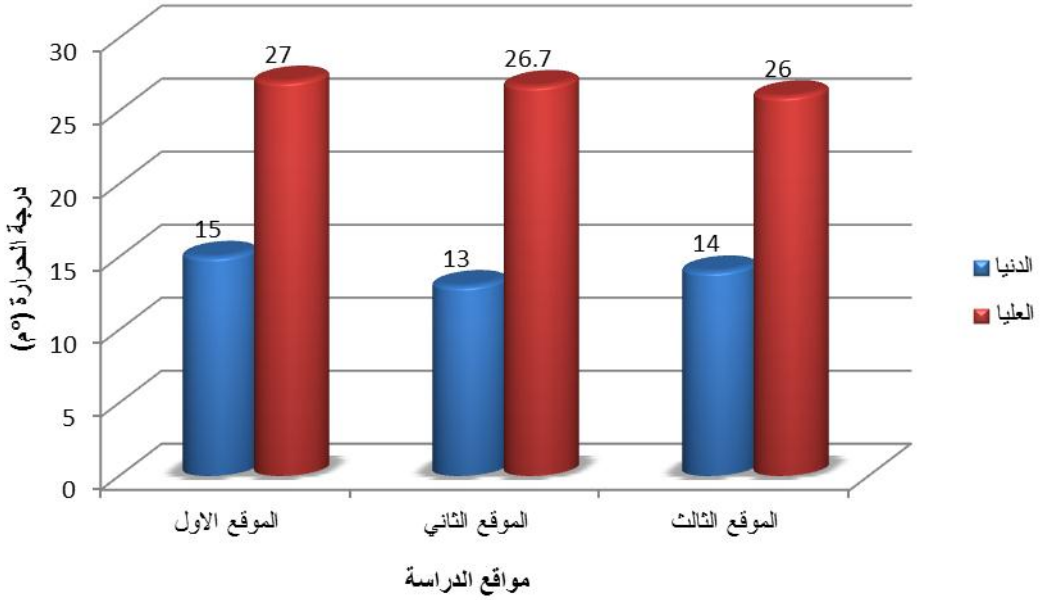
المواقع / المتغيرات	الموقع الأول			الموقع الثاني			الموقع الثالث		
	Min	Max	Mean	Min	Max	Mean	Min	Max	Mean
درجة حرارة المياه (م°)	15	27	21	13	26.7	19.58	14	26	19.5
العكورة N.T.U	26.9	49.0	37.95	7.0	10.5	8.75	4.3	6.4	5.35
E.C مايكروسيمنز/سم	904	1016	960	616	709	662.5	446	475	460.5
pH	6.9	7.4	7.15	7.3	7.6	7.45	7.7	7.8	7.75
D.O (ملغم/لتر)	2	4.0	3	5.0	6.8	5.9	6.9	7.4	7.15
BOD_5 (ملغم/لتر)	36.2	50.1	43.15	14.6	16.5	15.55	3.1	3.8	3.45
العسرة الكلية (ملغم/لتر)	457	480	468.5	320	379	349.5	280	298	289
النترات (ملغم/لتر)	0.73	1.32	1.025	0.41	0.63	0.52	0.39	0.41	0.40
الفوسفات (ملغم/لتر)	1.32	1.60	1.46	0.28	0.33	0.305	0.09	0.13	0.11
الكبريتات (ملغم/لتر)	32.2	44.1	38.15	30.7	33.8	32.25	26.4	29.8	28.1

النتائج والمناقشة

يبين (الجدول 1) نتائج الفحوصات الفيزيوكيميائية التي تم إجراؤها على عينات المياه في المواقع الثلاثة خلال فترة الدراسة. ان اغلب القيم في الموقع الأول المتمثل بمنطقة نهر الخوصر قد تجاوزت قيم نظيراتها من الفضلات السائلة المصرفة إلى الأنهار وحسب المحددات العراقية في حين أظهرت النتائج ان جميع الخصائص في الموقع الثالث ضمن المواصفات العراقية لحماية الموارد الطبيعية من التلوث رقم (25- 1أ) لعام 1969م (عباوي، 1990).

درجة حرارة الماء

تراوحت قيم درجة الحرارة في الموقع الأول بين (15-27) م° الشكل(2)، إذ يعد نهر الخوصر من البيئات المتباينة الحرارة ويرجع السبب إلى التغاير اليومي في درجات الحرارة إذ ان اغلب الدراسات العراقية أظهرت أن درجة حرارة المياه تتأثر بدرجة حرارة الهواء حيث ان الانخفاض في درجات الحرارة في شهر كانون الثاني سبب قلة نشاط الأحياء المجهرية في عمليات التحلل للمواد العضوية، بينما ارتفاع درجات الحرارة في شهر حزيران كان سبب زيادة نشاط الكائنات الحية الدقيقة وبالتالي زيادة استهلاك الأوكسجين المذاب لتحلل واكسدة المواد العضوية، تتفق هذه النتائج مع ما توصل إليه (الصفاوي، 2007 ;Manhan, 2004)، وهو أن التباين في درجة حرارة الماء لها تأثير على عمليات التحلل وأكسدة المواد العضوية.



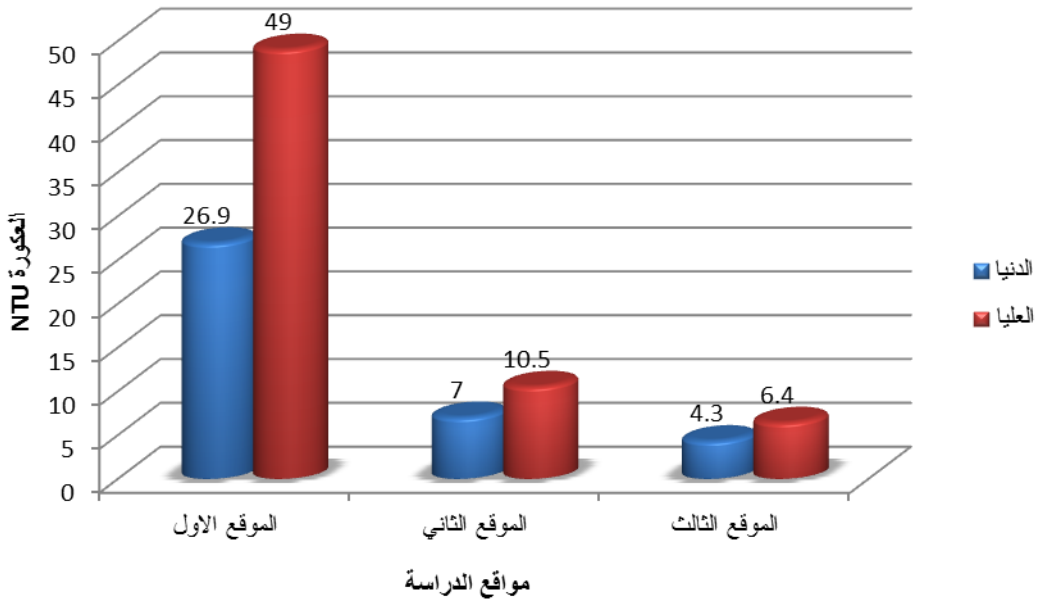
الشكل 2: الحدود الدنيا والعليا لقيم درجات حرارة الماء للمواقع خلال فترة الدراسة

العكورة

أما فيما يخص العكورة فقد وصلت النسبة إلى N.T.U 49.0 الشكل (3) كحد أقصى في الموقع الأول في شهر أذار ونيسان بسبب تواجد المواد العضوية الملوثة والمواد العالقة التي يسببها انجراف التربة كنتيجة لسقوط الأمطار الغزيرة. إضافة إلى ارتفاع مناسيب المياه مقارنة مع مياه نهر دجلة، وعند مقارنتها مع المحددات التي توضح في (الجدول 2) الذي يوضح مقياس صفاء الماء بدلالة العكورة (Waterwatch, 1997) نلاحظ أن مياه نهر الخوصر تقع ضمن تصانيف المياه السيئة حسب العكورة، بينما لوحظ انخفاض قيمة العكورة في الموقع الثالث بسبب عامل التخفيف والانتشار وتتفق نتائج هذه الدراسة مع الدراسات السابقة (الراوي، 1999؛ السراج، 2013) التي توصلت إلى أن العكورة تتأثر بكمية الأمطار وذوبان الثلوج مما يسبب انجراف التربة والمواد العضوية إلى مياه نهر دجلة.

الجدول 2: مقياس صفاء المياه بدلالة قيم العكورة (Waterwatch, 1997)

الفئة	العكورة (N.T.U)
ممتاز	اقل من 10
جيد	15-30
سيء	اكثر من 30



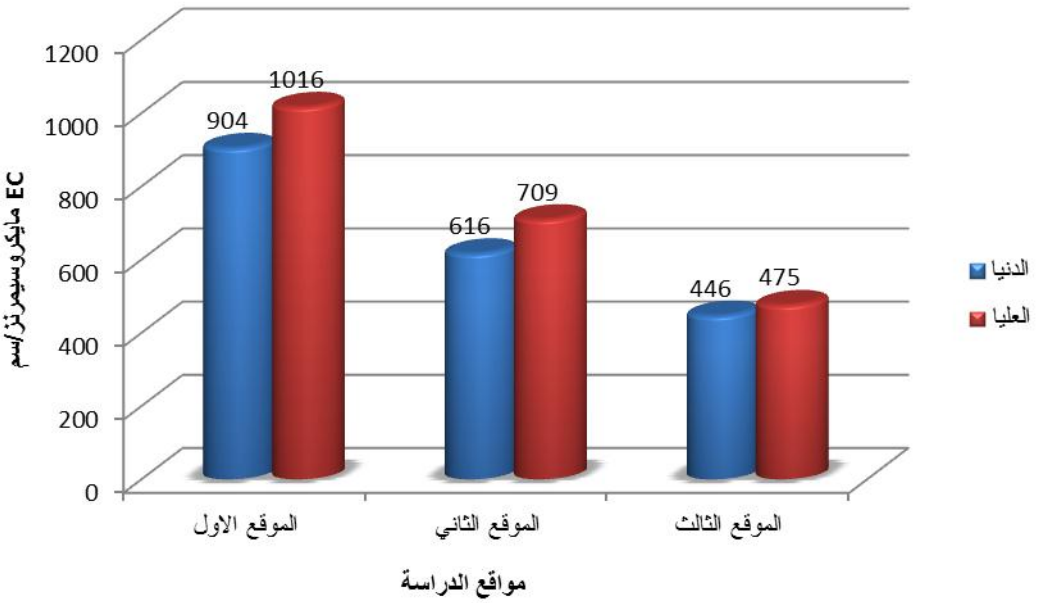
الشكل 3: الحدود الدنيا والعليا لقيم العكورة للمواقع خلال فترة الدراسة

قابلية التوصيل الكهربائي

أظهرت قيم قابلية التوصيل الكهربائي ارتفاعاً نسبياً في شهر حزيران في الموقع الأول الشكل (4) حيث كانت أعلى قيمة 1026 مايكروسيمنز/ سم واقل قيمة 446 مايكروسيمنز/ سم في الموقع الثالث، يعزى السبب في ذلك إلى طبيعة المطروحات الحاوية على أنواع عديدة من الأملاح إضافة إلى ارتفاع درجة حرارة الجو التي تسبب تبخر المياه وبالتالي زيادة تركيز نسبة الاملاح في المياه، استناداً إلى ما ذكره (NHVRAP, 2011) فان قيم التوصيل الكهربائي لمياه نهر الخوصر في المواقع قيد الدراسة تقع خارج الحدود المسموح بها لاستخدام المياه (الجدول 3). أما انخفاض قابلية التوصيل الكهربائي في الموقع الثالث فقد يعود إلى تأثره بعامل التخفيف اضافةً إلى طبيعة مياه نهر دجلة، تتفق هذه الدراسة مع النتائج التي توصل إليها كل من (مشكور، 2002؛ الزاملي، 2007؛ السراج، 2013) في دراستهما على مياه نهر دجلة.

الجدول 3: تأثير قابلية التوصيل الكهربائي على نوعية المياه (NHVRAP, 2011)

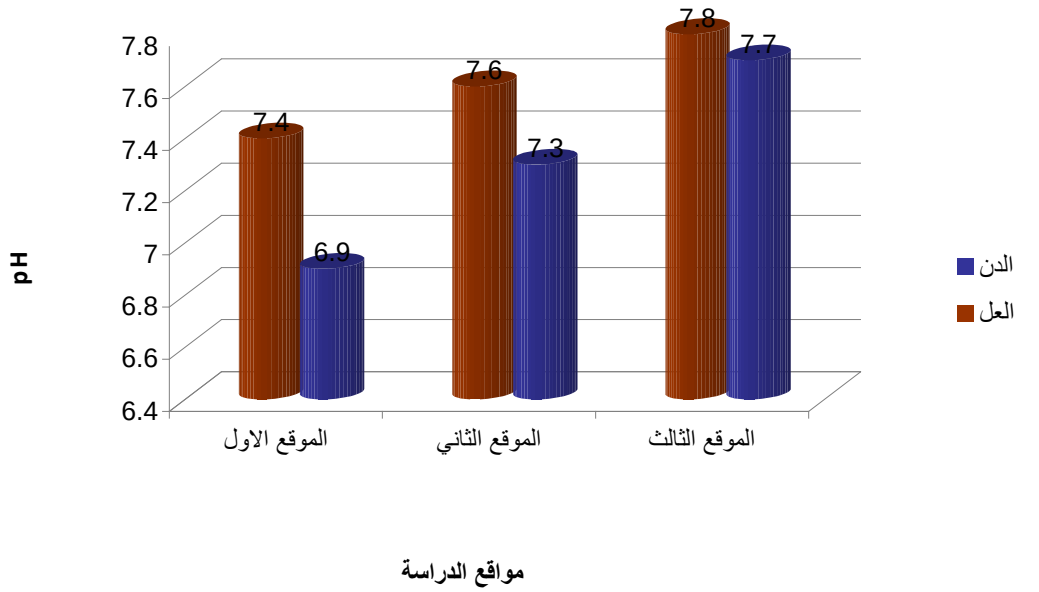
الفئة	قيم التوصيل(مايكروسمنز/سم)
اعتيادي	100-0
قليل التأثير	200-101
متوسط التأثير	500-201
عالي التأثير	اكبر من 500
يتجاوز المحددات العالمية	اكبر من 835



الشكل 4: الحدود الدنيا والعليا لقيم التوصيل الكهربائي للمواقع خلال فترة الدراسة

الدالة الحامضية

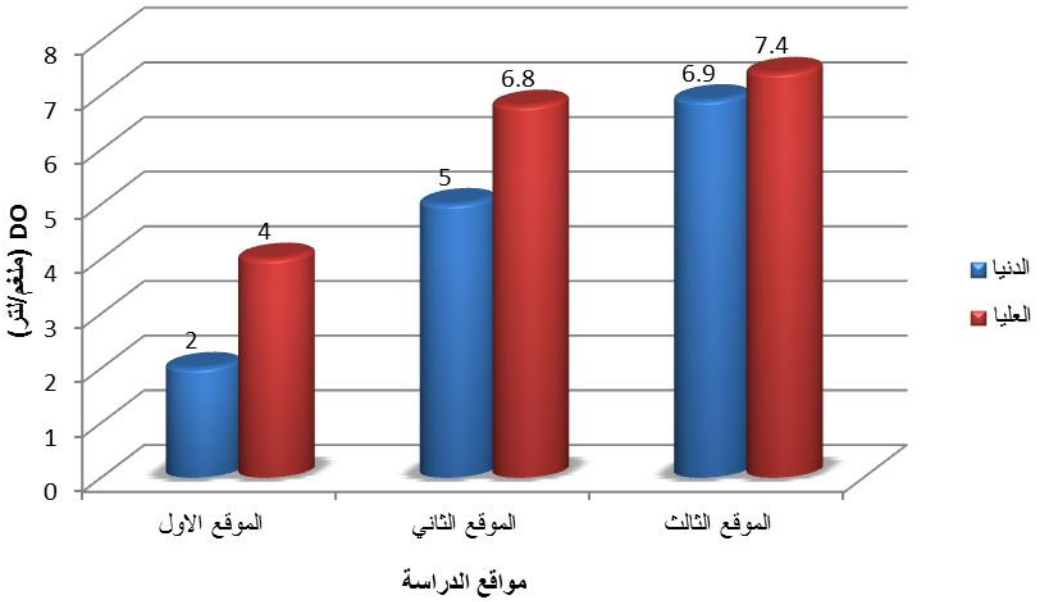
أظهرت النتائج انخفاض قيمة pH لمياه نهر الخوصر (الجدول 1) والشكل (5) ولوحظت اقل قيمها 6.9 عند الموقع الأول ويعزى هذا الانخفاض إلى وجود مستوى عالٍ من المواد العضوية في مياه نهر الخوصر التي ينتج عن تحللها مواد حامضية تعمل على خفض الأس الهيدروجيني، بينما ارتفعت قيمة الأس الهيدروجيني في الموقع الثالث 7.8 وكانت ضمن القيم الطبيعية للمياه السطحية وربما يكون ذلك بسبب فعالية ايون (H^+) المنفصل عن حامض الكاربونيك وكذلك جذر الهيدروكسيل (OH^+) الذي ينتج عن تحلل البيكاربونات وهذا ما أشار إليه (Wetzel, 2001)، تتفق هذه الدراسة مع ما توصل إليه (الصفاوي والعساف، 2014) من خلال دراستهما البيئية والبايولوجية على مياه وادي الدانفيلي وكذلك في دراسة (الصفاوي، 2017) في التقييم النوعي للفضلات السائلة لوادي عكاب شمال مدينة الموصل، إذ أشار إلى أن قيم الدالة الحامضية لمياه الوادي التي تراوحت بين 6.1– 7.4 تؤثر نسبياً على قيمة الدالة الحامضية لمياه نهر دجلة.



الشكل 5: الحدود الدنيا والعليا لقيم الأس الهيدروجيني للمواقع خلال فترة الدراسة

الأوكسجين المذاب في الماء

ظهر أقل تركيز للأوكسجين المذاب في الموقع الأول خلال شهر حزيران هي 2 ملغم/لتر الشكل (6) بسبب انخفاض منسوب المياه وزيادة الملوثات الأمر الذي ينتج عنه انخفاض في قيم الأوكسجين المذاب في الماء كنتيجة لتحلل الملوثات بفعل الكائنات المائية المحللة للمواد العضوية وبالتالي خلق ظروفاً غير ملائمة لحياة بعض الأحياء المائية (Alam *et al*., 2007)، بينما لوحظ ارتفاع تركيز الأوكسجين المذاب إلى 7.4 ملغم/لتر في الموقع الثالث بسبب التهوية الجيدة والخلط المستمر وسرعة التيار إضافة إلى كثافة الهائمات والنباتات المائية (اللامي، 2002؛ Hassan, 2004).

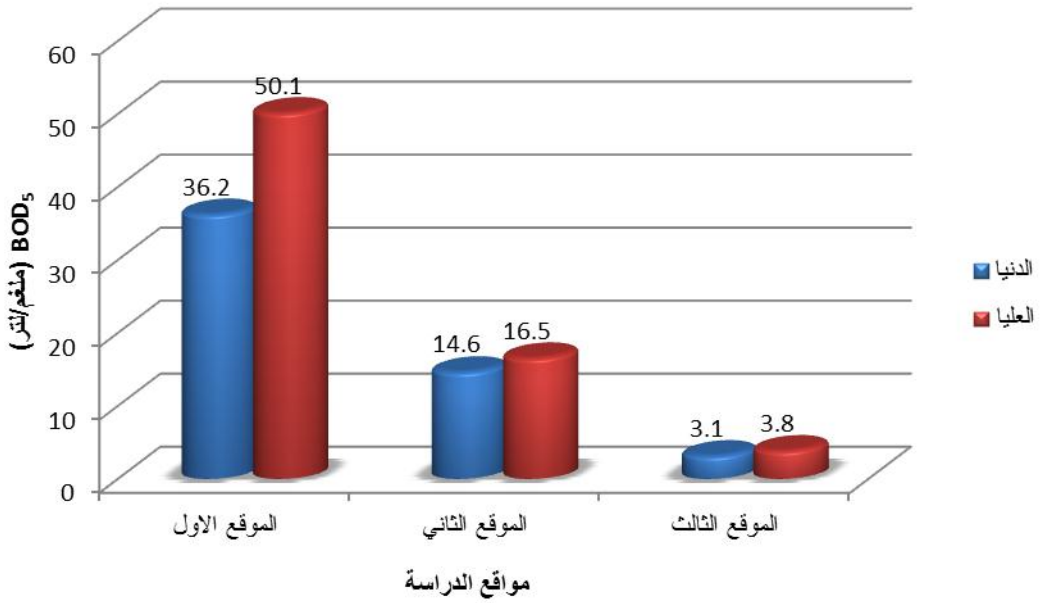


الشكل 6: الحدود الدنيا والعليا لتراكيز الاوكسجين المذاب للمواقع خلال فترة الدراسة

وهنا لابد من الإشارة إلى أن الاوكسجين المذاب في الماء يعد من العوامل التي تؤثر على نوعية مياه أي مصدر مائي إذ يؤدي دوراً مهماً في تسريع عمليات التحلل العضوي (Viggori and Hellat, 2003)، ويعتمد تركيز الأوكسجين المذاب في الماء على درجة حرارة المياه والضغط الجزيئي للغاز وتركيز الاملاح الذائبة في الماء (Wetzel and Linkens, 2000)، ان الارتفاع في درجة حرارة الماء يعمل على تقليل قابلية الأوكسجين على الذوبان إضافة إلى زيادة نشاط الأحياء الدقيقة في تحليل المواد العضوية وبالتالي زيادة استهلاكه (Sawyer and Mecarty, 1978).

المتطلب الحيوي للأوكسجين

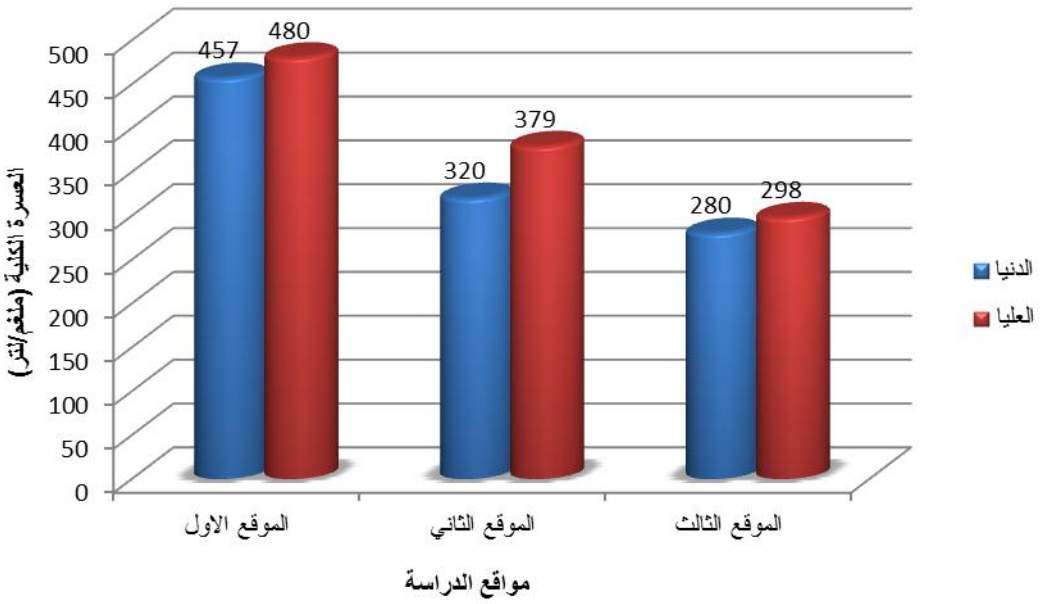
إن انخفاض تراكيز الأوكسجين المذاب عند الموقع الأول أدى إلى ارتفاع تراكيز المتطلب الحيوي للاوكسجين BOD_5 الشكل (7) إذ سجلت اعلى قيمة 50 ملغم/لتر في الموقع الاول خلال شهر حزيران وربما يكون ذلك بسبب الإضافات المباشرة للفضلات العضوية إلى مياه نهر الخوصر وتتفق هذه النتائج مع ما توصل إليه كل من (حسن وحسن، 2004؛ السراج، 2013؛ التمر، 2014) في دراستهما على تأثير التلوث العضوي للمطروحات على مياه النهر من ناحية أخرى أظهرت نتائج الدراسة الحالية انخفاض تركيز BOD_5 عند الموقع الثالث إلى 3.1 ملغم/لتر بسبب الخلط المستمر للمياه والظروف الجيدة للتهوية فضلاً عن عملية التنقية الذاتية لمياه نهر دجلة.



الشكل 7: الحدود الدنيا والعليا لتراكيز المتطلب الحيوي للاوكسجين للمواقع خلال فترة الدراسة

العسرة الكلية

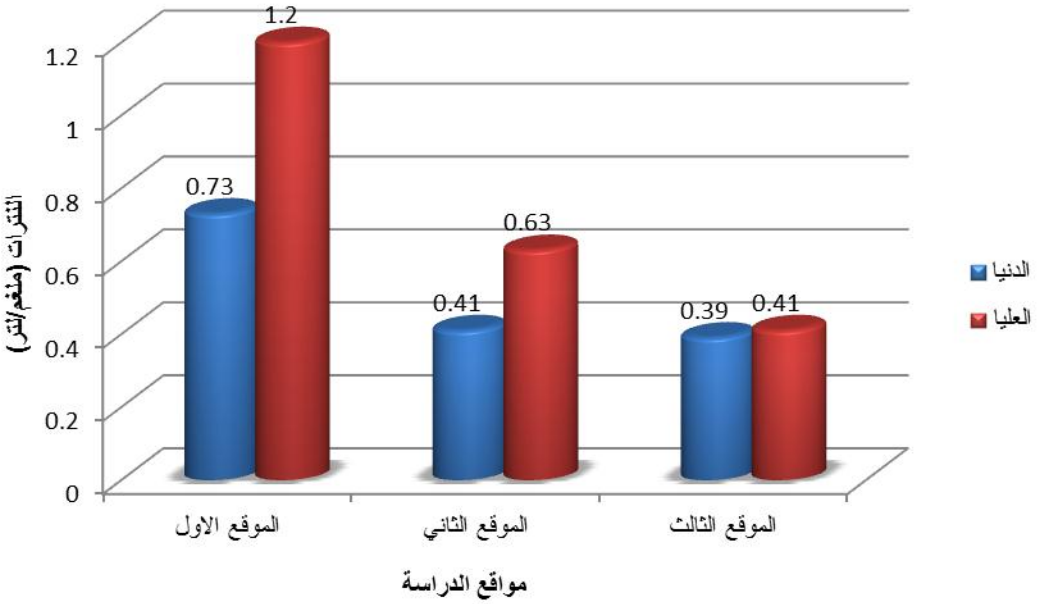
أظهرت نتائج الدراسة الحالية ان مياه نهر الخوصر مياه عسرة جداً (الجدول 3) والشكل(8) إذ وصلت إلى الحد الأعلى 480 ملغم/لتر في الموقع الأول ويعزى ذلك إلى ما ينجرف إلى المياه من مخلفات صناعية وبشرية وزراعية ومياه الصرف الصحي وكذلك بسبب السيول الناقلة للتربة السطحية وذوبان الصخور الجبسية والكلسية إضافة إلى استخدام الاسمدة الفوسفاتية في الأراضي الزراعية، تتفق هذه النتائج مع ما توصل إليه (سعد الله وآخرون، 2000؛ السراج، 2013) من أن معدل قيم العسرة الكلية لمياه المصبات تزيد عن قيمتها في مياه النهر.



الشكل 8: الحدود الدنيا والعليا لتراكيز العسرة الكلية بدلالة كاربونات الكالسيوم للمواقع خلال فترة الدراسة

أيون النترات NO_3^{-1}

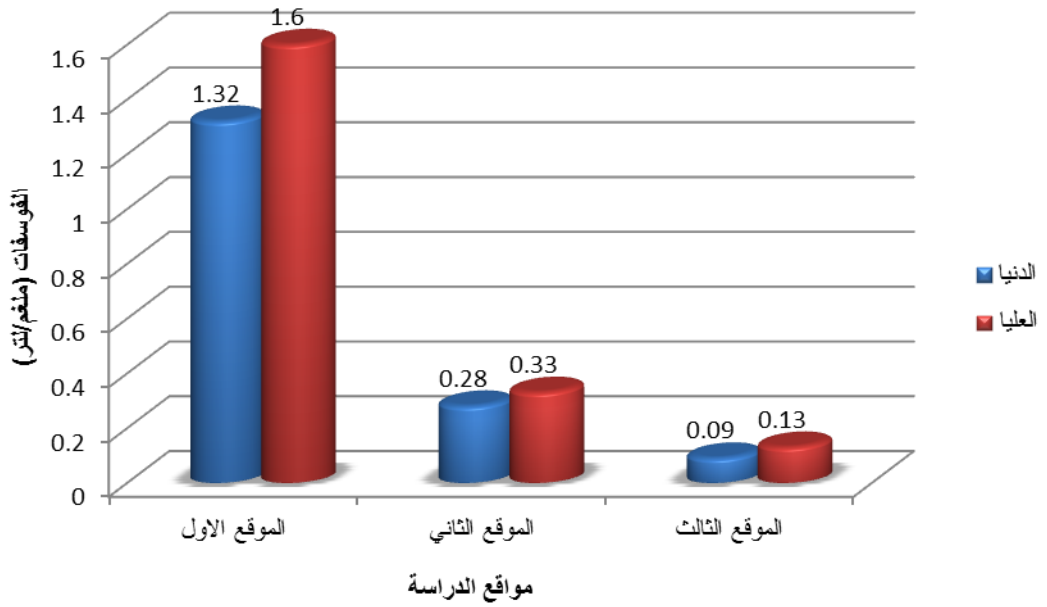
أما أيونات النترات فأظهرت تبايناً في تراكيزها خلال اشهر الدراسة الشكل(9) وقد يكون ذلك نتيجة للنشاط الزراعي والمدني، إذ تراوحت تراكيز النترات بين 1.32 ملغم/لتر عند الموقع الأول و 0.39 ملغم/لتر عند الموقع الثالث، أن ارتفاع تراكيز النترات ربما يكون بسبب زيادة التحلل العضوي (الزاملي، 2007؛ Al- Lami *et al*., 1999)، فضلاً عن ذلك فإن نهر الخوصر يمر بمناطق ذات طابع زراعي يتم فيها استخدام الأسمدة النتروجينية، وهذا يتفق مع ما أشار إليه (Gachter *et al*., 2004) في دراستهِ على انتقال النترات من التربة إلى المياه السطحية.



الشكل 9: الحدود الدنيا والعليا لتراكيز أيونات النترات للمواقع خلال فترة الدراسة

أيون الاورثوفوسفات PO_4^{-2}

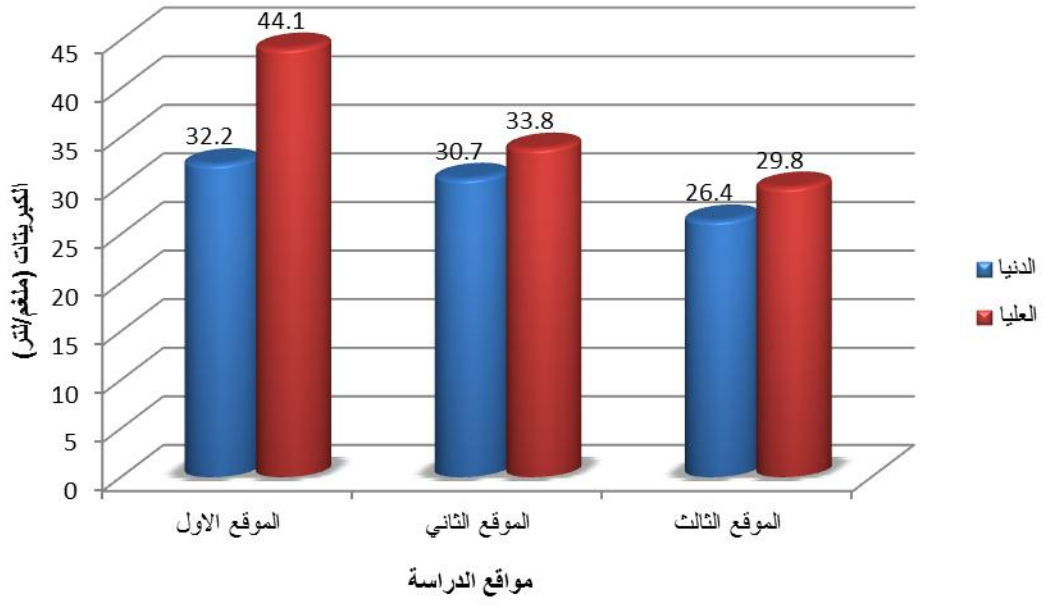
أما أيونات الفوسفات الذائبة فكان اعلى تركيز لها هو 1.6 ملغم/لتر عند الموقع الأول الشكل (10)، واقل تركيز كان في الموقع الثالث 0.09 ملغم/ لتر ويعزى ذلك إلى مرور نهر الخوصر بمناطق زراعية واسعة تستخدم فيها الأسمدة الفوسفاتية لتسميد الأراضي الزراعية إضافة إلى المغذيات النباتية والفضلات البشرية والصناعية ومساحيق الغسيل التي ترمى من التجمعات السكنية، تتفق هذه النتائج مع ما توصل إليه (السنجري وآخرون، 2008) عند دراستهم للتأثيرات السلبية لمياه نهر الخوصر على مياه نهر دجلة.



الشكل 10: الحدود الدنيا والعليا لتراكيز أيونات الفوسفات الذائبة للمواقع خلال فترة الدراسة

أيون الكبريتات SO_4^{-2}

أظهرت نتائج الكبريتات الشكل (11) ارتفاع تركيزها عند الموقع الأول إذ بلغت 44.1 ملغم/ لتر وربما يعزى ذلك إلى الطبيعة الجبسية للصخور الرسوبية التي تعد مصدراً مباشراً للكبريتات الذائبة في المياه الطبيعية، إضافة إلى استخدام الأسمدة الحاوية على الكبريتات وخصوصاً في موسم الزراعة، أما في الموقع الثاني والثالث فقد كان تركيزها30.7، 26.4 ملغم/ لتر على التوالي، تتفق هذه النتائج مع ما أشار إليه كل من (طلك، 2004؛ سلمان، 2006؛ Hassan, 2004) إن ارتفاع تركيز الكبريتات سببه الطبيعة الجبسية للصخور الذائبة في الماء.



الشكل 11: الحدود الدنيا والعليا لتراكيز أيونات الكبريتات للمواقع خلال فترة الدراسة

الاستنتاجات

1- تجاوزت تراكيز الملوثات في نهر الخوصر عن مثيلاتها في مياه نهر دجلة للمواصفات العراقية رقم (25- ب1) لسنة 1967 حيث ازدادت المواد العالقة والمتطلب الحيوي للأوكسجين إضافة إلى كونها مياهاً عسرة وبذلك صنفت على أنها مياه رديئة وضعيفة.

2- لاتزال مياه نهر دجلة في مدينة الموصل ضمن المواصفات العراقية لحماية الموارد المائية ورقم (25- أ1) لسنة 1967.

التوصيات

1- العمل على إنهاء الممارسات الخاطئة التي تتم في فصل الصيف كتربية الحيوانات على جانبي نهر الخوصر ولاسيما الجاموس إذ تعمل على زيادة تراكيز الملوثات.

2- إجراء دراسات إضافية حول المعالجة الحيوية لغرض الاستفادة من مياه نهر الخوصر في المجالات المختلفة.

3- معالجة مياه نهر الخوصر قبل طرحها إلى المسطحات المائية لإزالة الملوثات غير المرغوب فيها.

4- نشر الوعي البيئي بين المواطنين من خلال دوائر البيئة في المحافظة وكذلك وسائل الإعلام.

المصادر العربية

بلال، عادل علي؛ التمر، مصعب عبد الجبار؛ سعيد، محمد احمد (2007). تقييم نوعية مطروحات فضلات وادي عكاب وتأثيرها على نهر دجلة في مدينة الموصل. مجلة هندسة الرافدين. **15**(1)، 46-60.

التمر، مصعب عبد الجبار (2014). تقييم نوعية مطروحات فضلات وادي الدنفيلي وتأثيرها على نهر دجلة في مدينة الموصل. مجلة علوم الرافدين. **22**(4)، 82-93.

حسن، سعد عزيز؛ حسن، حسين حميد (2004). تقييم التلوث العضوي لنهر الفرات/ منطقة الكوفة- محافظة النجف. مجلة جامعة بابل/ العلوم الصرفة والتطبيقية. **9(3)**، 775-782.

الراوي، ساطع محمود (1999). بعض مظاهر التلوث في نهر دجلة في مدينة الموصل، مجلة ابحاث البيئة والتنمية المستدامة. **2**(1)، 86-96.

رفيق، حميد رشيد؛ رشيد، انس محمود (2002). تقدير كمية الرسابات المتأينة من حوض الخوصر. مجلة الرافدين الهندسية. **2**(10)، 1-10.

الزاملي، طالب فليح حسن (2007). التغيرات الشهرية لبعض العوامل البيئية لمياه نهر الغراف. مجلة جامعة ذي قار. **3**(3)، 19-26.

السراج، ايمان سامي ياسين (1988). بعض نواحي التأقلم الكيميائي الحياتي للحرارة في سمكة البعوض *Gambusa Affinis*، رسالة ماجستير، كلية العلوم- جامعة الموصل.

السراج، إيمان سامي ياسين (2013). دراسة تلوث نهر دجلة بالمخلفات المختلفة ضمن مدينة الموصل وتأثيرها في عدد من الأسماك المحلية. أطروحة دكتوراه كلية العلوم، جامعة الموصل، العراق.

سعدالله، حسن علي أكبر؛ باصات، صباح فرج ؛ المختار، عماد الدين عبدالهادي (2000). دراسة تأثير خزان حمرين على ضعف خصائص المياه في نهر ديالى. مجلة ديالى. **1**(2)، 272-296.

السعدي، حسن علي (2006). اساسيات علم البيئة والتلوث، دار اليازوردي- عمان، الاردن.

سلمان، جاسم محمد (2006). دراسة بيئية لبعض الملوثات المحتملة في نهر الفرات بين سدة الهندية ومدينة الكوفة- العراق. اطروحة دكتوراه، كلية العلوم- جامعة بابل.

السنجري، مازن نزار؛ خطاب، محمد فوزي؛ النعيمي، حازم جمعة (2008). التأثيرات السلبية لمياه نهر الخوصر على نهر دجلة في منطقة المصب. المجلة العراقية لعلوم الأرض. **8**(1)، 41-55.

الصفاوي، عبد العزيز يونس طليع (2007). دراسة كمية ونوعية للفضلات السائلة المطروحة من مدينة الموصل وتأثيرها على نوعية مياه نهر دجلة. وقائع المؤتمر العلمي الأول لمركز بحوث البيئة والسيطرة على التلوث، جامعة الموصل 5-6 حزيران.1-10.

الصفاوي، عبد العزيز يونس طليع؛ العساف، ازهار يونس (2014). دراسة بيئية وبيولوجية للفضلات السائلة في وادي الدانفيلي وتأثيره على نوعية مياه نهر دجلة جنوب مدينة الموصل. مقبول للنشر في مجلة التربية والعلم.

الصفاوي، عبد العزيز يونس طليع؛ المعاضيدي، علاء طلعت حسين (2017). التقييم النوعي للفضلات السائلة لوادي عكاب شمال مدينة الموصل لأغراض الري. مجلة تكريت للعلوم الصرفة. **22**(12)، 14-20.

طلك، محمد عبد الكريم (2004). تحديد الملوثات في مياه ينابيع وادي حقلان ودراسة تأثيرها على نهر الفرات. مجلة العلوم والهندسة. **5**، 61-75.

عباوي، سعاد عبد وحسن، محمد سليمان (1990). "الهندسة العملية للبيئة- فحوصات الماء". وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، جامعة الموصل، العراق.

علي، ميادة حازم (2009). تأثير نوعية مياه نهر الخوصر على نهر دجلة والمعالجة الأولية له. مجلة هندسة الرافدين. **17**(4)، 17-27.

العمر، مثنى عبد الرزاق (2000). التلوث البيئي. دار وائل للنشر، عمان، الاردن، 223.

مشكور، سامي كاظم (2002). تأثير المياه الثقيلة والصناعية لمدينة السماوة على تلوث مياه نهر الفرات. مجلة القادسية. **7**(2)، 29-38.

مصطفى، معاذ حامد؛ جانكير، منى حسين (2007). التباين النوعي لموقعين على نهر دجلة ضمن مدينة الموصل، مجلة علوم الرافدين. **18**(1)، 111-124.

نعوم، جوزيف زكي (1985). تأثير مطروحات مدينة الموصل على نهر دجلة. رسالة ماجستير، كلية الهندسة، جامعة الموصل، 136.

المصادر الأجنبية

Al- Lami, A.A.; Kassim, T.I.; Al- Dylmei, A.A. (1999). A Limnological study on Tigris river, Iraq. *The Scientific J. Iraqi Atomic Energy Commission*, **1**.

Alam, M.J.B., Islam, M.R., Muyen, Z., Mamun, M., Islam, S. (2007). Water quality parameters along rivers. *Int. J. Environ. Sci. Technol*., **4**(1), 159-167.

APHA (1998). "Standard Methods for Examination of Water and Waste Water". 16th ed., U.S.A.

Gachter, R.; Steingruber, S.M.; Reinharadt, M.; Wehrli, B. (2004). Nutrient transfer from soil to surface water: Differences between Nitrate and Phosphate. *Aquat. Sci*, **66**,117- 122.

Hassan, F.M. (2004). Limnological future of Diwanyia river. *Iraq. J. Um- Salama for Sci*., **1**(1), 119-124.

Manhan, S.E. (2004). "Environmental Chemistry CRC Press". 8th ed., Washington DC, USA.

NHVRAP (New Hampshire Volunteer River Assessment Program), (2011). "Interpreting VRAP Water Quality Monitoring Parameters Chemical Parameters". UK.

Sawyer, C.N.; McCarty, P.L. (1978). "Chemistry for Environmental Engineering". 3rd ed. McGraw Hill book Company, United States of American and Health organization, 532 p.

Viggori, S.; Hellat, K. (2003). "Oxygen Dissolved Process in Waste Water Treatment". Institute of physical chemistry, University of Tarta Jakobi 2, Tarta, E 2400, Estonia, 1p.

Waterwatch, (1997). "Water Quality Parameters and Indicators Phosphorus". Namoi Catchment Management Authority, Australian Government, 1-6.

Weiner, E.R. (2000). "Application of Environmental Chemistry". Lewis publishers, London, New York.

Wetzel, R.G. (2001). "Limnology, Lake and River Ecosystem". 3ed. Academic press, An Elsevier imprint, Sanfrancisco, New York, London.