------مجلة علوم الرافدين، المجلد 25، العدد 1، ص1-22، 2014------

بعض المؤشرات النوعية لمياه نهر دجلة في مدينة الموصل- دراسة استدلالية

إيمان سامي السراج **منى حسين جانكير** **ساطع محمود الراوي**

قسم علوم الحياة
كلية العلوم
جامعة الموصل

مركز بحوث البيئة
جامعة الموصل

(أستلم 23 / 10 / 2012 ؛ قُبل 8 / 4 / 2013)

الملخص

تمت دراسة بعض المؤشرات النوعية لمياه نهر دجلة ضمن مدينة الموصل ابتداء من موقع مشيرفة شمالا وحتى ألبوسيف جنوباً. تم اختيار خمسة مواقع على طول النهر لجمع المياه من هذه المواقع التي تبعد عن ضفاف النهر وذات تيار مستمر، تم قياس الخصائص الفيزيائية والكيميائية لمياه النهر وملاحظة تأثير المطروحات السائلة المدنية والصناعية والبشرية التي تجد طريقها إلى النهر بلا معالجة مباشرةً على الإحياء المائية وخاصة الأسماك وعلى استخدامات المياه.

ركزت الدراسة على الحمل العضوي بدلالة المتطلب الكيميائي الحيوي للأوكسجين BOD_5 والأوكسجين المذاب، فضلا عن دور المغذيات النباتية (النترات والفوسفات) في حمل التلوث في مياه النهر. وبالمقارنة مع مؤشرات التلوث للعناصر والمركبات أعلاه يتبين إن مياه النهر نظيفة وتمتلك نسبة عالية من الإشباع بالأوكسجين. إما قيم النترات والفوسفات قد كانت ضمن الحدود المسموح بها دوليا خلال أشهر السنة. أظهرت نتائج الدراسة الحالية وجود تبايناً في درجات الحرارة، التوصيلية وألاس الهيدروجيني خلال فصول السنة، كما لوحظ ارتفاع الكدرة خلال فصل الربيع نتيجة لسيول الإمطار. وأظهرت جميع الفحوصات أن مياه النهر بحالة جيدة وان تأثير الملوثات يتلاشى بسبب عاملي الانتشار والتخفيف إضافة إلى سرعة الجريان والتنقية الذاتية وهذه جميعها قادرة على إدامة تنوع الحياة المائية ولا سيما الأسماك.

الكلمات الدالة: نوعية المياه، تلوث المياه، نهر دجلة، الخصائص الفيزيائية والكيميائية للماء الخام، الملوثات.

Some Indicators of Water Quality of the Tigris in Mosul City an Inferential Study

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

Muna H. Jankeer *Department of Biology College of Science University of Mosul*

Sati M. Al-Rawi *Environmental Research Center University of Mosul*

ABSTRACT

Some water quality indicators of the Tigris within Mosul city were studied. Five sites starting from Mushairfa to Albosaif were covered. Sampling sites were selected at points faraway from riverbanks and at running stream.

Some physical, chemical and biological parameters were measured to detect the influence of untreated outfall discharges upon river water quality and on aquatic life particularly fishes.

The study particularly focused on organic load in term of BOD_5, Dissolved Oxygen as well as on nutrients. Comparing the obtained results with authorized guidelines of pollution indicators showed that the Tigris River water is clean, and possesses high percent of saturation with Oxygen. The levels of nutrients were with in recommended values. Throughout the period of study, EC, pH, temperature values showed some relative low variations. Turbidity showed distinctive rise in spring due to rainfall run off. All tests evidently showed that Tigris river water is good and the pollutants vanish with dispersion and dilution of upstream dam discharges. Flow velocity and self-purification may contribute to support water life particularly fishes.

Keywords: Water quality, water pollution, Tigris River, chemical and physical characteristics, pollutants.

المقدمة

تعد الأنهار واحدة من أهم مصادر الموارد المائية للبشرية، إذ أدرك الإنسان منذ فجر التـاريخ أهميـة الأنهار لحياته لكي يتزود منها بحاجته إلى الماء ويستعين بها في تحديد موقعه في الكون. كان تأثير الإنسان على الأنهار في الحقب الماضية قليلا ويتناسب مع قلة عدد السكان وبدائية وبساطة الأنشطة التي يمارسونها. أما في الوقت الحاضر فان الزيادة السـكانية وتوسع الأنشطة والممارسات المختلفة قد أدت مجتمعـة إلـى تعريض الأنهار- عن قصد أو من دون قصد– إلى خطر تلوثها.

يعد نهر دجلة في مدينة الموصل المصدر المائي السطحي الوحيد، إذ تستخدم مياهه لشتى الأغـراض البشرية والخدمية والصناعية فضلا عن إدامة وتنوع الحياة المائية. يمر هذا النهر في المدينـة مـن جهتهـا الشمالية الغربية ليقسمها إلى جانبين، حيث تطرح فيه كافة أنواع المطروحات كمياه فضلات الدور الـسكنية والمطروحات الصناعية والمستشفيات ومطروحات المؤسسات الخدمية والزراعية والمنتشرة علـى ضـفتي

النهر وبذلك فهو بمثابة المستودع الرئيس لهذه المطروحات نظرا لافتقار المدينة إلى شبكة مجاري ومحطات معالجة.

كما يتعرض هذا النهر إلى عدد غير قليل من مصادر التلوث المحددة وغير المحددة (Point and Non-point sources) والتي تعود إلى أسباب عديدة منها حصر المياه في السدود أعالي النهر أو بسبب النشاط البشري والتوسع الحضاري والعمراني في حين تعزى أسباب أخرى إلى الأنشطة الزراعية والصناعية. كما يحدث التلوث جراء بعض الممارسات غير المسؤولة والاستخدام غير السليم للنهر وأن بعض المصادر يعود سببها إلى دول المنبع وإلى مصادر طبيعية أيضا.

تكمن الخطورة في حالة نهر دجلة ضمن مدينة الموصل إلى أن كميات المطروحات التي تصل النهـر عالية اذ تصل معدلاتها الى350 الف م^3/ يـوم حـسب (Al-Rawi, 2005) و400 الـف م^3/ يـوم حـسب (مصطفى و جانكير، 2007) ولا تخضع لأي نوع من المعالجة، وتحتوي هذه المطروحـات علـى مـواد عضوية، لا عضوية، زيوت، دهون، صوابين، منظفات ومواد عالقة فضلا عـن المطروحـات الحراريـة وغيرها. من جهة أخرى تلعب نوعية المياه وما تشتمل عليه من صفات فيزيائية وكيميائية دورا" مباشرا فـي توزيع وسلوك وتكيف الأحياء المائية (Weinnr, 2000). كذلك تعتمد هذه الصفات كمعيـار لتقـدير وتقيـيم نوعية المياه Water Quality وبالتالي تحديد مدى صلاحيتها للاستخدامات المختلفة (موسى، 2006).

شهدت مدينة الموصل تغييرات جذرية في سلوكية المجتمع وزيادة الوعي بمخاطر تلوث الميـاه. ومـن جملة هذه التغييرات تقييد عمل بعض الصناعات في المدينة وتوقف البعض الآخر منها عن الإنتاج.

تم إنجاز العديد من البحوث والدراسات حول نوعية مياه نهر دجلة في مدينة الموصل، والاسـتعراض التالي يمثل جزءا يسيرا منها حيث تبين من بعض هذه الدراسات وجود 23 مصباً كبيراً فضلا عن عـدد لا يستهان به من المصبات الصغيرة تلقي مطروحاتها إلى مجرى النهر. يضاف لذلك أربع منـاطق صـناعية للسيارات والمكائن المتنوعة ومعدات البناء، والمجمع الطبي الكبير الذي يضم خمسة مستشفيات كبيرة وعدد من المراكز الطبية على ضفة النهر، كما أشارت هذه الدراسات عن إلقاء مخلفات طبية في النهـر مباشـرة (حنا ومصطفى، 1997؛ الطائي، 2011). إن الفضلات السائلة والصلبة بمصادرها المتعـددة ومـستوياتها المتفاوتة في الخطورة، تجد طريقها أخيرا إلى النهر بدون معالجة. وتضيف مصادر أخرى أن منطقة بادوش التي يمر فيها نهر دجلة قبيل الموصل تلقي ما يقارب 10 طن من الروث الجاف لحيوانات الجاموس يوميـا مما يمثل مشكلة كبيرة عند العمل على تنقية مياه الشرب (Mustafa, 2000).

تم إنجاز العديد من الدراسات والبحوث في المؤسسات الأكاديمية والعلمية في مدينة الموصل وجـرى أنجاز العديد من الرسائل الجامعية في هذا المجال، ومعظم هذه الدراسات خرجت بنتائج متغايرة فيما يخـص نوعية مياه النهر وتركيز العناصر الثقيلة المدروسة، ولعل هذا الاختلاف يعود إلى حالـة النهـر وأسـلوب

النمذجة ومواقعها والظروف السائدة في فترة الدراسة (طليع وآخـرون، 1994؛ الـراوي، 1999 ؛ طليـع والبرهاوي، 2000؛ السنجري، 2001a؛ مصطفى وجانكير،2007 ؛ الطائي، 2012).

الهدف من الدراسة

يهدف البحث إلى مراجعة تقييم واقع نوعية مياه نهر دجلة ضمن مدينة الموصل في ظـل المتغيـرات أعلاه ومقارنتها بالمحددات والضوابط المقرة من قبل الجهات البيئة الرسمية.

طرائق العمل

تم اختيار خمسة مواقع لإجراء هذه الدراسة على امتداد نهر دجلة ضمن مدينة الموصل لجمع عينـات المياه واجراء بعض الفحوصات النوعية الفيزيائية والكيميائية التي تمثل مؤشرات لحالة تلوث النهر كما مبين في الشكل (1) والجدول (1).

الشكل1: مواقع نمذجة المياه

الجدول 1: مواقع جمع عينات المياه للدراسة الحالية

الموقع الأول	مياه نهر دجلة عند منطقة مشيرفة– بداية دخول نهر دجلة الى مدينة الموصل
الموقع الثاني	مياه نهر دجلة بعد التقائه بمطروحات وادي عكاب وعلى بعد 100 متر تقريبا من نقطة الالتقاء مع مياه الوادي
الموقع الثالث	مياه نهر دجلة بعد التقائه بمطروحات نهر الخوصر وعلى بعد 100 متر تقريبا من نقطة الالتقاء مع نهر الخوصر
الموقع الرابع	مياه نهر دجلة بعد الجسر الرابع بحدود 400 متر وبعيدا عن المسلخ
الموقع الخامس	مياه نهر دجلة عند منطقة ألبوسيف

جمعت عينات الماء من المواقع الخمسة المذكورة مسبقا بواقع عينة واحدة شهرياً، وتمت النمذجة من مناطق بعيدة عن ضفاف النهر لتجنب ركود المياه وتراكم الملوثات عند وقرب الضفاف (بودقجي وكمال، 1999). جرت النمذجة ابتداء من فصل الربيع لعام 2011 ولغاية فصل الربيع لعام 2012 وبواقع ثلاث مكررات لكل موقع واخذ المعدل الفصلي للقراءات. جمعت عينات المياه من عمق 30 سم عن الطبقة السطحية للنهر، اذ استخدمت القناني المصنوعة من مادة البولي أثيلين سعة خمسة لتر لجمع عينات المياه الخاصة بالفحوصات النوعية، وتم غلق فوهات القناني بصورة محكمة لمنع دخول الهواء بعد أن تمت مجانستها قبل ملئها وإضافة بضع قطرات من مادة الكلوروفورم كمادة حافظة وسجلت المعلومات اللازمة على كل قنينة. وعند الانتهاء من الفحوصات غُسلت القناني جيدا وجففت لحين أخذ عينات أخرى (WHO, 2003). اما العينات الخاصة بقياس الاوكسجين المذاب والمتطلب الكيميائي الحيوي للأوكسجين BOD_5 فقد جمعت في قناني خاصة وبحجم 250 ملليتر وبأقل تهوية ممكنة وتم تثبيت الاوكسجين المذاب حقليا بإضافة كبريتات المنغنيز وايوديد البوتاسيوم القاعدي مع الرج للأعلى والاسفل، ثم حفظت العينات في صندوق مظلم لحين الوصول الى المختبر واجراء الفحوصات الخاصة بتحديد نوعية المياه.

الفحوصات الفيزيائية والكيميائية للمياه

تم اتباع الطرق القياسية الواردة في المصدر (APHA, 1998).

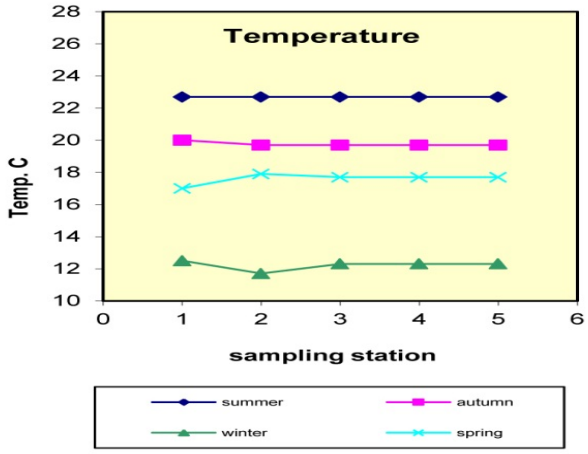
النتائج والمناقشة

إن السبب الرئيس لاحتمال تباين تركيز الملوثات التي قد تظهر وتحصل خلال فترة الدراسة هو التغايرات الزمنية التي تحصل بالدقائق والساعات والأيام والفصول جراء امتزاج الملوثات مع مياه النهر، وتذبذب إطلاق كميات المياه من سد الموصل، وبالتالي دور التخفيف في هذا الجانب، فضلا عن تباين مقادير مطروحات مياه الفضلات عبر المصبات المنتشرة على جانبي النهر جراء غلق بعض المصانع والمعامل او اقتصار عمل بعضها جزئيا، فضلا عن ذلك ما يرتبط بالظروف الجوية وحجم المسطح المائي سواء كان النهر أو البحيرة المغذية له.

درجة الحرارة

إن مصدر حرارة المياه في معظم المسطحات المائية هو الإشعاع الشمسي إذ تتراكم مباشرة بوساطة الامتصاص وفي بعض الظروف تصبح الحرارة متاحة عن طريق تكثيف بخار الماء قرب السطح. بالمقابل تؤثر درجة الحرارة على العمليات الفيزيائية ونسبة الإشباع بالأوكسجين المذاب وعلى التفاعلات الكيميائية في هذه المسطحات وعلى تراكيز العناصر والمركبات فيها وعلى استخدامات الماء لشتى الأغراض (Chapman, 1992). اظهرت النتائج في الشكل (2) ان درجة الحرارة في نهر دجلة

تراوحت بين (9.5-12) م˚ في فصل الشتاء وبين (21-23) م˚ في فصل الصيف أما في أشهر فصلي الربيع والخريف فقد تراوحت درجة الحرارة بين (16-19) و (17-21) م ˚ على التوالي.

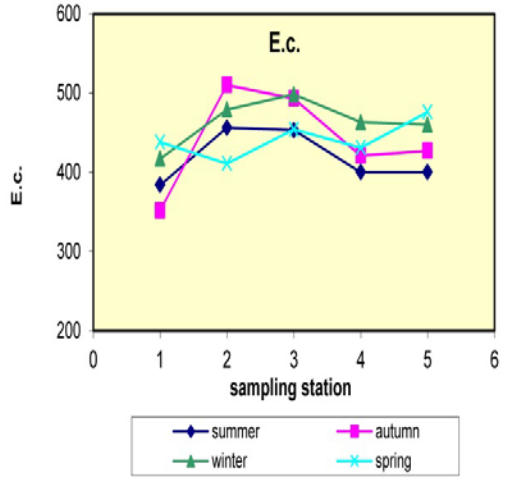


الشكل 2: قيم درجات الحرارة للمواقع المدروسة خلال فصول السنة

تتفق نتائج هذه الدراسة مع الدراسات التي توصل اليها كل من (النعمه وآخرون، 2000؛ السنجري، 2001). وأشار طليع والبرهاوي (2000) الى انخفاض قيم العليا لدرجات حرارة مياه نهر دجلة في مدينة الموصل بسبب تصريف المياه التحتية الباردة من سد الموصل، مما سيؤدي الى زيادة تركيز الأوكسجين المذاب مع قلة نشاط الأحياء المجهرية في عملية التحليل أو التنقية الذاتية نتيجة للانخفاض العمليات الايضية عند انخفاض درجات الحرارة.

التوصيلية الكهربائية

يبين الشكل (3) إن قيم التوصيلية الكهربائية لموقعي الدراسة الأول والثاني قد بلغت 384 و 510 مايكروسيمنز/ سم على التوالي. وهذه النتائج تتوافق مع ما توصل إليه كل من (الراوي، 1999؛ السنجري، 2001) في الدراسات البيئية لنهر دجلة ضمن مدينة الموصل. ويعزى التركيز العالي في قيمة التوصيلية الكهربائية إلى طبيعة المطروحات الحاوية على أنواع عديدة من الأملاح.



الشكل 3: قيم التوصيلة الكهربائية للمواقع المدروسة خلال فصول السنة

على صعيد آخر تتراوح قيمة التوصيلية لمعظم المياه العذبة بين (150- 500) مايكروسمنز/ سم كما مبين في الجدول (2). وتساعد قيم التوصيلية الكهربائية في النهر على تحديد المناطق المتأثرة أو الملوثة نظرا لأن مثل هذه المناطق تمتلك قيم توصيلية كهربائية أعلى من المناطق غير الملوثة. وبقدر تعلق الأمر بهذا الجانب تصنف نهر دجلة بانه يقع ضمن المناطق متوسطة التأثير بحسب الجدول (2)، (NHVRAP, 2011).

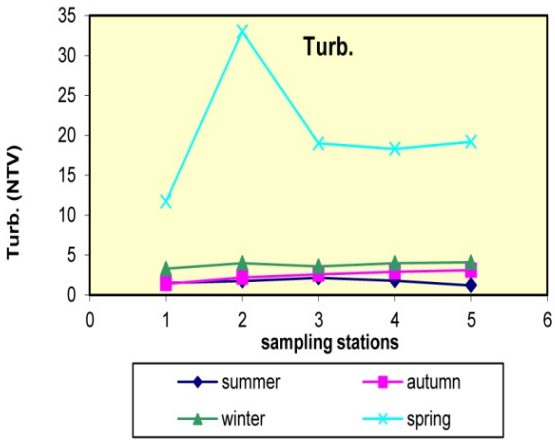
الجدول 2: تصنيف مياه الانهار بحسب التوصيلية الكهربائية (NHVRAP, 2011)

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

العكـــورة

تشير العكورة إلى كمية المواد العالقة في الماء سواء كانت معدنية مثل دقائق التربة أو عضوية مثل الطحالب، وقياس العكورة هو مقياس لكمية أشعة الضوء المبعثرة بفعل الدقائق العالقة في الماء، وكلما كانت الدقائق العالقة أكثر كان التبعثر أكثر اعتمادا على الشحنة الكهربائية. إن المواد التي تسبب العكورة مختلفة ومتنوعة وهي تشمل المواد الغروية، الغرويات وأشباهها، الغرين، الطين، الفتات العضوي والنباتات والحيوانات المختلفة، وتكون هذه المواد إما منتجة داخل النهر Autochthonous أو قادمة إليه من الخارج Allochthonous، (غليم، 2001).

اظهرت النتائج في الشكل (4) ان قيم العكورة تراوحت على نطاق فصلي (باستثناء فصل الربيع) بين 1.2 إلى 5.1 وحدة وازدادت الكدرة من أصل عضوي (حيث انخفضت الكدرة من أصل لا عضوي اثر حصر مياه النهر في بحيرة سد الموصل)، وأدى ذلك إلى ظهور الغرويات وأشباهها وضبابية في ماء النهر (Mustafa, 2000). وقد شهد فصل الربيع بعض الارتفاع جراء سيح الأمطار.



الشكل 4: قيم العكورة للمواقع المدروسة خلال فصول السنة

أما على نطاق أشهر الدراسة فقد تراوحت العكورة في حدها الأدنى في شـهر تمـوز، إذ بلغـت 1.5 وحدة ووصلت كحد أعلى في شهر نيسان 44.3 وحدة، ترتبط العكورة بعلاقة طرديه مع كميـة الأمطـار الساقطة وتصريف النهر وسرعة التيار (الوتار، 2009؛ Al-Ni'ma,1982). ويعزى الانخفاض الواضح في قيم العكورة إلى حصر المياه في سد الموصل في اعلى النهر والذي يعمل بمثابة حوض ترسيب كبير. تتفـق هذه القراءات مع نتائج الدراسات السابقة (الراوي، 1999؛ السنجري، 2001a؛ الطائي، 2012).

وصنفت أحدى الهيئات الأمريكية المحلية ذات الصلة بنوعية مياه الأنهار حسب محتواها من العكـورة إلى عدد من الفئات كما مبين في الجدول (3) والتي يمكن الاستدلال من نتائجها على أن مياه نهر دجلة تقـع ضمن الفئة الممتازة بحسب عكورتها القليلة (Waterwatch, 1997).

الجدول 3: تصنيف مقياس صفاء مياه الأنهار بدلالة قيم العكورة (Waterwatch, 2009)

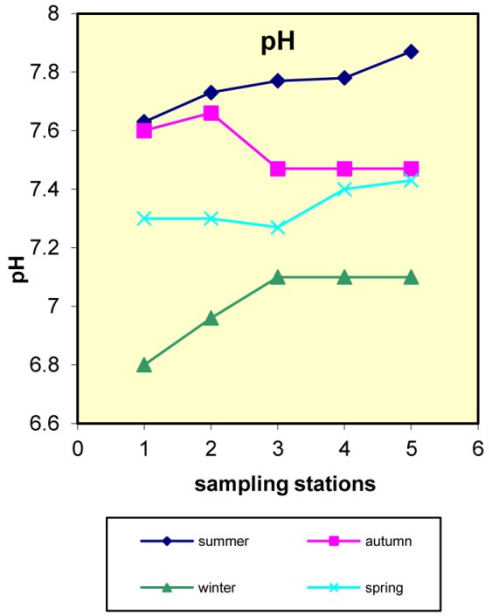
الفئة	العكورة (NTU)
ممتاز	اقل من 10
جيد	15 -30
سيء	اكثر من 30

الدالة الحامضية (pH)

تعد الدالة الحامضية وسيلة للتعبير عن نشاط وفعالية أيـون الهيـدروجين فـي المـاء (Sawyer and McCarty, 1978)، وبصورة عامة فإن أغلب المياه الطبيعية تميل نحو القاعديـة قلـيلاً (APHA, 1998)، ويعود ذلك بشكل أساسي إلى أيونات الكاربونـات والبيكاربونـات المتواجـدة فـي الـصخور العراقيـة، (Al-Ni'ma, 1982).

كانت قيم الدالة الحامضية لمياه نهر دجلة في جميع أشهر سنة الدراسة تقع ضمن القيم الطبيعية للمياه السطحية وتراوحت بين (6.8 –8.0). وأظهرت النتائج أن أعلى قيمة للدالة الحامضية كانت في الموقعين الرابع والخامس في شهر أب لعام 2011، وقد يعزى ذلك الى ($CaCO_3$, CO_2) حيث أن استهلاك CO2 من قبل الطحالب، وترسيب كاربونات الكالسيوم يعمل على رفع قيمة الدالة الحامضية، فضلا عن أن غاز ثنائي اوكسيد الكربون يحقق حالة من الموازنة، ويمكن لمعظم الأسماك أن تتحمل قيمة الدالة الحامضية بين (5– 9).

تبين النتائج في الشكل (5) انخفاضا في الدالة الحامضية من 7.9 إلى 6.8 وتتفق هذه النتائج مع ما توصل إليه كلٌ من (طليع والبرهاوي، 2000؛ السنجري، 2001a)، وقد يعزى هذا الانخفاض نتيجة لتصريف مياه الفضلات السائلة بمختلف مصادرها، فضلا عن النفايات الصلبة التي تلقى في النهر.



الشكل 5: قيم الدالة الحامضية للمواقع المدروسة خلال فصول السنة

وقد أشار كلٌ من (Sawyer and McCarty, 1978) إلى إمكانية تحلل المواد العضوية الموجودة في هذه التصاريف والمطروحات الصناعية بوساطة الأحياء المجهرية اللاهوائية، لتنتج غاز كبريتيد الهيدروجين والذي يتأكسد هوائياً الى ثنائي أوكسيد الكبريت والذي بدوره يتحول إلى حامض الكبريتيك، مما يؤدي إلى خفض الدالة الحامضية، ولولا السعة ألتنظيمية Buffering capacity لمياه النهر لكان الانخفاض أكثر من ذلك، مما يزيد في فرصة الإذابة وتردي نوعية المياه أكثر فأكثر. يظهر تأثير الدالة الحامضية بشكل واضح على مختلف الفعاليات أعلاه حسب الجدول (4) (NHVRAP, 2011).

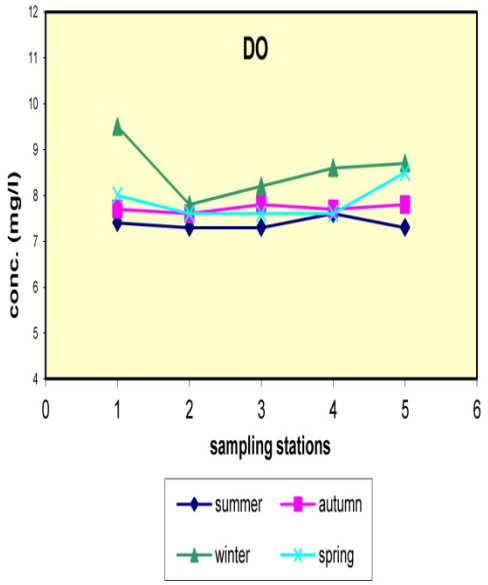
الجدول 4: تصنيف المياه بحسب تأثير قيمة الدالة الحامضية على الفعاليات (NHVRAP, 2011)

فئة التأثير	قيمة الدالة الحامضية
عالي التأثير	اقل من 5
متوسط- عالي التأثير	بين 5-5.9
اعتيادي- قليل التأثير	بين 6-6.4
اعتيادي التأثير	بين 6.5- 8
مقبول	بين 6.1- 8

الأوكسجين المذاب (D.O)

يعد تركيز الأوكسجين المذاب مؤشراً مهماً على حالة التلوث في المياه العذبة نظرا لضرورة الأوكسجين المذاب في الماء لتنفس ومعيشة الاسماك والأحياء المائية الاخرى، فضلاً عن أهميته في عملية التنقية الذاتية التي تحدث طبيعياً بوساطة الأحياء المجهرية ومنع تكوين الروائح الكريهة. يعد هذا المعيار من أهم العوامل التي تؤثر في نوعية المياه كونه أساسيا في التوازن الطبيعي.

أظهرت تراكيز الأوكسجين المذاب تغايرا قليلاً نسبياً بين مواقع الدراسة إذ تراوحت التراكيز بين (6.8- 9.50) ملغم/ لتر على مدار أشهر سنة الدراسة كما مبين في الشكل (6) الذي يوضح المعدلات الفصلية لتركيز الأوكسجين المذاب لكل المواقع خلال فصول السنة.



الشكل 6: قيم الأوكسجين المذاب للمواقع المدروسة خلال فصول السنة

تتفق نتائج هذه الدراسة مع ما تصل اليه (السنجري، 2001a؛ المشهداني والسنجري، 2007؛ الوتـار، 2009؛ الحمداني، 2010). ويعزى تذبذب تراكيز الأوكسجين المذاب إلى تغاير درجات الحـرارة وتركيـز الأيونات المختلفة في الماء وهذا يتفق مـع مـا اشـار اليـه (Wetzel, 2001) كمـا يـنجم التبـاين فـي تراكيز الأوكسجين المذاب عادة جراء الانتشار من الهواء المحيط ومن التهوية الجيـدة والخلـط المـستمر وسرعة التيار في مواقع الدراسة فضلاً عن نشاط الهائمات والنباتات المائية ويؤكد هـذا مـا توصـل إليـه (اللامي وآخرون، 2002). تحتاج الحياة المائية ومنها الأسماك إلى مقادير معينة من الأوكسجين المذاب لكي تعيش في المياه العذبة بحسب الجدول (5) (Sharon, 1997).

الجدول 5: تراكيز الأوكسجين المذاب التي تحتاجها الأسماك والأحياء المائية لتبقى حية (Sharon, 1997)

0-2 ملغم/ لتر غير كاف لإدامة الحياة في المياه العذبة
2-4 ملغم/ لتر فقط بعض أنواع الأسماك والحشرات المائية بإمكانها العيش في هذه المياه
4-7 ملغم/ لتر جيد لمعظم الحياة المائية لكنه يبقى غير كاف لحياة أسماك المياه الباردة
7-11 ملغم/ لتر جيد لمعظم الحياة السمكية في المياه العذبة

وعلى هذا الأساس فان محتوى نهر دجلة من الأوكسجين المذاب يعد مقبولا لهذا الغـرض كمـا فـي الجدول (6).

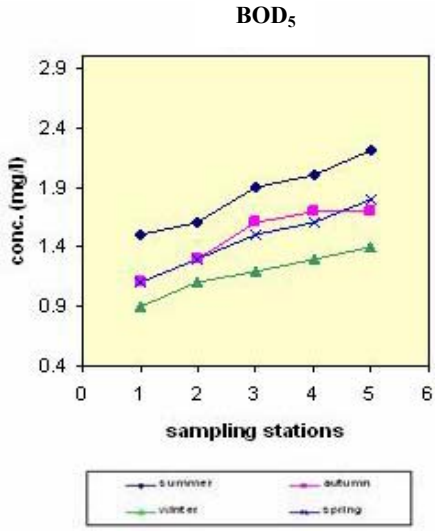
الجدول 6: نسبة الإشباع للأوكسجين في مياه نهر دجلة خلال فصول سنة الدراسة

الفصل	معدل درجة الحرارة مئوية	معدل تركيز الأوكسجين المذاب (ملغم/لتر)	نسبة الإشباع%
الصيف	22.7	6.8	77.53
الخريف	19.7	7.73	83.38
الشتاء	12.3	9.5	89.36
الربيع	17.7	7.86	84.78

ويعزى سبب ارتفاع نسبة الإشباع للأوكسجين المذاب إلى زيادة تخفيف المطروحـات جـراء اطـلاق تدفقات عالية من التصاريف المائية من السد وبسرعة جريان عالية نسبيا، مما أثر علـى تركيـز الملوثـات المستنزفة للأوكسجين حيث تراوحت تصاريف سد الموصل في شهر أيار للعام 2011- لغاية شهر أيار للعام 2012 بين 400- 1040 م^3/ ثا مقارنـة بأقـل مـن 250 م^3/ ثـا للـسنوات مـا قبـل الفتـرة أعـلاه (سجلات دائرة كهرباء سد الموصل، أيلول 2012).

الحمل العضوي بدلالة المتطلب الكيميائي الحيوي للاوكسجين (BOD_5)

تزامن هذا الارتفاع النسبي في قيم الأوكسجين المذاب مع انخفاض نسبي أيضا في قيم المتطلب الكيميائي الحيوي للأوكسجين BOD_5 في كل المواقع المدروسة كما مبين في الشكل (7) إذ تراوحت بين 0.87 ملغم/ لتر في الموقع الاول في فصل الشتاء و1.66 ملغم/ لتر في الموقع الرابع كحد اعلى في فصل الصيف لعام 2011، كما بلغ بين (0.6–2.2) ملغم/ لتر خلال أشهر سنة الدراسة.



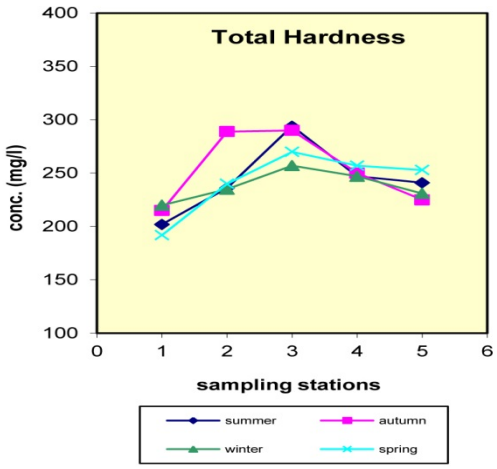
الشكل 7: قيم BOD_5 للمواقع المدروسة خلال فصول السنة

تعزى زيادة تراكيز الحمل العضوي إلى الإضافات المباشرة للفضلات العضوية إلى مياه النهر من المصبات المنتشرة على الجانب الأيمن والايسر من ضفة النهر وهذا التبرير يتناسب مع ما أشار اليه (Hassan and Al -saadi, 1995). على الصعيد نفسه شهدت مواقع الوديان القريبة من بعض مواقع الدراسة والتي تطرح محتوياتها في النهر بالقرب من الضفاف مثل (وادي عكاب و نهر الخوصر) انخفاضا واضحا في تركيز الأوكسجين المذاب عند منطقة جمع النماذج، اذ بلغ 2.3 و2.6 ملغم/ لتر على التوالي بسبب ارتفاع الحمل العضوي في المصبين 70 و 73 ملغم/ لتر قبل الامتزاج مع مياه النهر على التوالي مما أثر قليلا على تركيز الأوكسجين المذاب في الموقعين الثاني والرابع. ينعكس انخفاض أو زيادة الحمل العضوي مباشرةً على اللون والطعم والرائحة والعكورة، فضلاً عن استهلاك الأوكسجين المذاب، (Sharon, 1997). تتفق نتائج هذه الدراسة مع ماتوصلت اليه الدراسات السابقة (السنجري، 2001b؛ المشهداني والسنجري،2007؛ الحمداني، 2009). يعزى الانخفاض في قيمة الـ BOD_5 الى ان مياه نهر دجلة تكون ذات درجات حرارية منخفضة وارتفاع مستوى الاوكسجين المذاب فيها اضافة الى التخفيف الحاصل بسبب تصريف المياه التحتية الباردة من اسفل سد الموصل خلال فترة الدراسة مترافقا مع سرعة

التيار في النهر. ومن الجدير بالذكر ان جميع قياسات الـ BOD_5 وغيرها قد جرت في مواقع بعيـدة عـن الضفة ويكون التيار المائي فيها مستمرا لذا تعد هذه المياه ملائمة لمعظم الاستخدامات.

العسرة الكلية

تراوح معدل العسرة الكلية في المناطق المدروسة بين (192- 294) ملغـم/ لتـر كمـا مبـين فـي الشكل (8) وعند مقارنة هذه النتائج مع المواصفات العالمية يظهر أن مياه النهر عسرة جدا، ويعزى ذلك إلى وصول جزء من تربة الضفاف الى النهر خلال مواسم الأمطار وما تحمله من أيونات ذائبة لأملاح العـسرة أو بسبب ما يضاف إلى النهر من المخلفات الصناعية والبشرية والزراعية وهذا يتفق مع العديد من الدراسات المذكورة أعلاه والتي أشارت إلى ارتفاع العسرة الكلية في المياه العراقية. تكون المياه عسره نتيجة لوجـود الأيونات الثنائية الموجبة والمتمثلة غالباً في الكالسيوم والمغنيسيوم، والتي تعد من أكثر الأيونـات المـسببة للعسرة شيوعاً في المياه الطبيعية (Sawyer and McCarty, 1978). من الجدير بالذكر أن قياسات العـسرة في الدراسة الحالية تجاوزت مثيلتها في نهر دجلة قبل اكثر من نصف قرن أي قبل إنـشاء سـد الموصـل ويعزى سبب ذلك إلى عمليات التبخر بسبب حجز المياه في بحيرة السد وإذابة الصخور الجبسية فضلا عن زيادة طرح الفضلات بنوعيها السائلة والصلبة إلى النهر (الراوي، 1991).

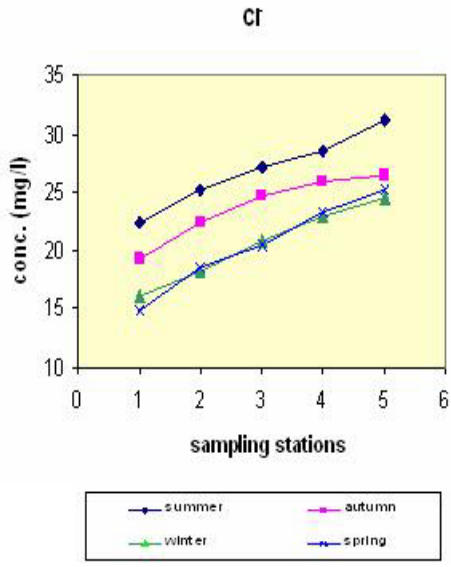


الشكل 8: قيم العسرة الكلية للمواقع المدروسة خلال فصول السنة

تسبب العسرة بعض المشاكل والإزعاج للإنسان منها عدم تكوين رغوة فـي الـصوابين والمنظفـات وتسبب المشاكل الحسية الملموسة كالطعم والقاعدية إذ تسبب الطعم اللاذع في القهوة وتتراكم هذه العناصـر في الأجهزة الصحية، كما تؤثر على أنابيب نقل المياه والأجهزة الصحية وتسبب تقليل الـضغط فيهـا كمـا تترسب على الأواني وأحواض الغسيل وتؤدي الى خفض كفاءة السخانات الكهربائية (Wellcare, 2004).

أيون الكلوريد (Cl^-)

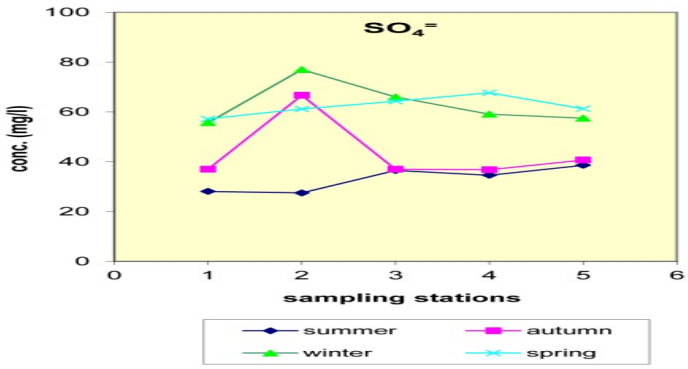
يعد أيون الكلوريد من الأيونات السالبة المهمة الموجودة في المياه الطبيعية، اذ يكسب المـاء الطعـم المالح عند ارتباطه مع أيون الصوديوم مكوناً كلوريد الصوديوم (ملح الطعام). تتصف أمـلاح الكلوريـدات بقابليتها العالية على الذوبان في الماء (السعدي وآخرون، 1986) وتحتوي فضلات المياه المنزليـة وبعـض الاستخدامات الصناعية على نسبة عالية من الكلوريد وهذا ينعكس على زيادة تركيز الأيون في نهر دجلـة (عند المصبات). إذ تراوحت قيم الكلوريد بين أقل قيمة 17.9 ملغم/ لتر وأعلى قيمة 31.3 ملغم/ لتر كمـا مبين في الشكل (9). ويعزى سبب هذا التغاير إلى ارتفاع درجات الحرارة صيفاً وانخفاض نـسبة الأمطـار شتاء.



الشكل 9: قيم الكلوريد للمواقع المدروسة خلال فصول السنة

أيون الكبريتات (SO_4^{-2})

تعد الكبريتات من المواد المسببة للعسرة الدائمية في الماء وخاصة عند وجودها على شـكل كبريتـات الكالسيوم او المغنيسيوم وتدخل ضمن المواد المسببة للملوحة، كما تعد عاملاً مهماً في تحديد صلاحية المـاء للري (عباوي وحسن، 1990). تشير النتائج المستحصلة إلى ارتفاع تركيز الكبريتات في مياه نهردجلة بشكل نسبي خلال العقود الثلاثة المنصرمة. ويعزى هذا إلى عمليات الحقن الجارية في بحيرة السد التي يستمد نهر دجلة مياهه منها. تراوح تركيز الكبريتات في المياه السطحية بين(28- 80) ملغم/ لتر خلال فصول الـسنة الدراسية كما مبين في الشكل (10). ويزداد عند وصول التصاريف الصناعية العالية الى هذا النهـر، ومـن الجدير بالملاحظة هنا ان معظم المعامل الصناعية متوقفة او شبه متوقفة. يتداخل أيون الكبريتات مع عمـل محطات التصفية حيث يساعد وجوده في الماء على تآكل أنابيب نقل المياه.



الشكل 10: قيم أيون الكبريتات للمواقع المدروسة خلال فصول السنة

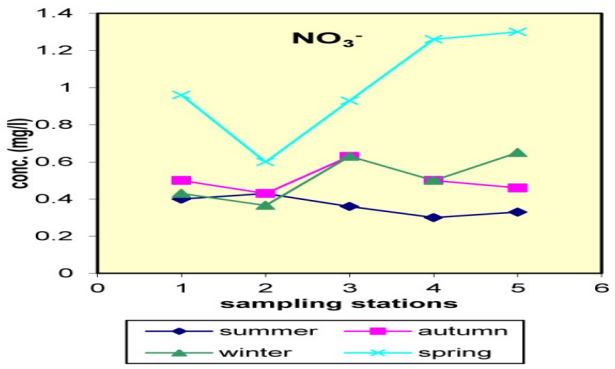
المغذيات Nutrients

تعد المغذيات من المتطلبات الأساسية لنمو النبات جنبا إلى جنب مع المـاء وأشـعة الـشمس. وتعـد الفوسفات PO_4^{-3} والنترات NO_3^{-1} اهم أنواع المغذيات. ويكون مصدر هذين الجذرين بشكل رئيس في المياه العذبة هو الأنشطة البشرية والصناعية مما يؤدي إلى حصول ظاهرة الإثـراء الغـذائي ونمـو الطحالـب بشكل كبير.

أيون النترات NO_3^-

سجلت النترات تباينا في قيمها تبعا لتغاير فصول الدراسة، ويعزى ذلـك الـى الإضـافات الزراعيـة والبشرية إذ تراوحت قيم النترات على مدى أشهر سنة الدراسة بين (0.4– 1.3) ملغم/ لتر. تم تسجيل القيمة الدنيا في كل المواقع وفي كل الفصول أما القيمة العليا فقد سجلت في فصل الربيع فـي المـوقعين الثالـث والخامس.

وقد يعزى هذا إلى زيادة الأنشطة أعلاه وتحول الأحماض الأمينية إلى أمونيا ثم الى نترات بفعل عملية النترجة Nitrification. أن قيم النترات المحسوبة تقع ضمن المدى المسموح به أقل من 10 ملغم/ لتر وهذا يتفق مع ما اشار اليه (Sharon, 1997) في جميع أشهر الدراسة ولجميع المواقع كما في الشكل (11).



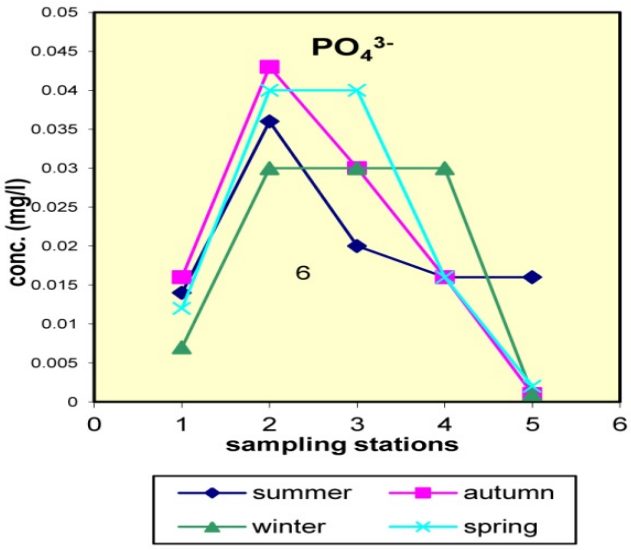
الشكل 11: قيم أيون النترات للمواقع المدروسة خلال فصول السنة

تعد النترات الحالة المؤكسدة للنتروجين وهي الأكثر استقراراً. وان وجود النترات مع الفوسفات في المياه يؤديان إلى نمو سريع للطحالب ولكن في بعض النظم البيئية المائية يكون النيتروجين هو المحدد الأول لنمو الطحالب (Graneli, 1984)، وان تلوث المياه بالنترات له تأثير كبير في تردي نوعية المياه. تعد النترات من المغذيات المهمة للنبات والطحالب إلا أنها تصبح سامة للأطفال الرضع عند تجاوز تركيزها 45 ملغم/ لتر (مرض زرقة الأطفال) كما أنها تؤثر على الانسان والحيوانات المائية في التراكيز العالية ومما يساعد على ذلك أنها تكون بصورة ذائبة ولا يحصل لها امتزاز على المعادن أو سطح التربة.

الاورثوفوسفات PO_4^{-3}

غالبا ما تحتوي الأسمدة والمبيدات والمطروحات الصناعية ومواد التنظيف على مقدار وافر من الفوسفات كما تحتوي المصادر الطبيعية كالصخور على هذا العنصر فضلا عن الفضلات السائلة والصلبة. يدخل الفوسفات إلى نهر دجلة ضمن المطروحات البشرية والحيوانية اذ يطرح الجسم البشري ما يقرب نصف كيلوغرام سنويا ومن خلال طرح مخلفات محلات غسل الملابس وأعمال التنظيف والعمليات الصناعية ومن الأسمدة الفوسفاتية وغيرها.

بلغت تراكيز الاورثوفوسفات على مدى أشهر السنة بين (0.001- 0.04) ملغم / لتر في حين تعذر تسجيل تركيز الاورثوفوسفات في بعض الأشهر وكما مبين في الشكل (12).



الشكل 12: قيم الأورثوفوسفات للمواقع المدروسة خلال فصول السنة

وعادة يتراوح تركيز الفوسفات في المياه السطحية بين (0.005– 0.02) ملغم/ لتر لقدرتها على الترسيب بشكل فوسفات الكالسيوم مما يؤكد ان تركيز الفوسفات في نهر دجلة هو ضمن المحددات المقرة كما مبين في الجدول (7) (Waterwatch, 1997).

لكن حصل ارتفاع في تركيز الفوسفات لذا تصنف على انها قليلة التأثير وتجاوزت الحدود المسموح بها 0.02 ملغم/ لتر في عدد من المواقع المدروسة، وقد يعزى سبب هذا الارتفاع إلى طرح المزيد من الفضلات الحيوانية وإلى تلوث الماء بمساحيق الغسيل والمنظفات (ذات التراكيز العالية من الفوسفات) والتي تطرح من التجمعات السكنية الواقعة على جانبي النهر والتي تعد من أهم مصادر الفوسفات،(WHO, 2003). كما لوحظ من النتائج التي توصلت اليها الدراسة الحالية أن هناك تراكيز قليلة للفوسفات في المياه تصل إلى (0.003- 0.001) ملغم/ لتر أو حتى انعدام قياسها وهذا أمر طبيعي بسبب قابلية الفوسفات العالية على الترسيب بشكل فوسفات الكالسيوم.

الجدول 7: تصنيف مياه الأنهار بحسب تركيز الاورثوفوسفات (Waterwatch, 1997).

الفئة	تركيزالاورثوفوسفات (ملغم/ لتر)
قليل	اقل من 0.06
متوسط	0.06- 0.15
عال	0.15- 0.45
عالٍ جداً	اكبر من 0.45

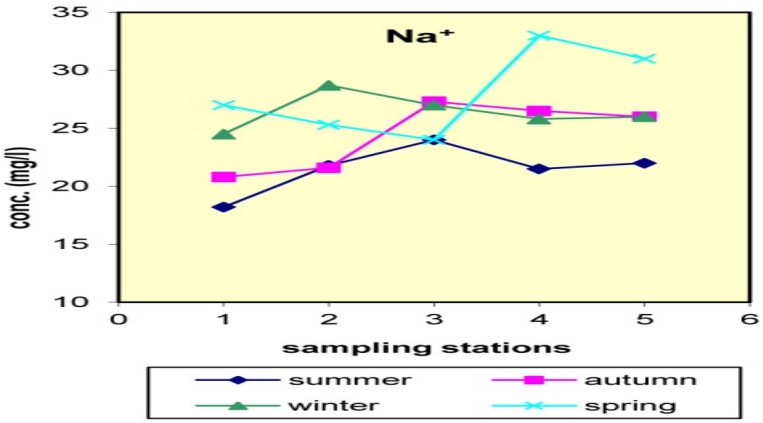
من أخطر المشاكل التي تنجم عن زيادة الفوسفات في المياه العذبة ما يعرف بظاهرة الإثراء الغذائي أو زيادة نمو الطحالب وما يرافقها من تبعات تحصل في حوض النهر أو عند إجراء عملية تصفية المياه حيث تتواجد بعض انواع الطحالب وخصوصا السبايروجيرا في مياه النهر وتسبب انسداد مأخذ محطات التصفية.

يزيد من فرصة تواجد الفوسفات هنا اطلاق المياه من السد الموصل الذي تعاني المياه المحصورة فيه من ظاهرة الاثراء الغذائي (الطيار، 1988؛ الراوي، 1991). ولحسن الحظ فان مياه نهر دجلة لا تتعرض إلى هذه الظاهرة الا ما ندر لانخفاض تركيز الفوسفات الذي يقف وراء حصولها.

أيون الصوديوم Na^+

يوجد الصوديوم بشكل أيوني وتحتوي كل المياه على الصوديوم لان أملاحه تذوب في المياه. تزيد مطروحات المجاري والتصاريف الصناعية من تراكيز هذا العنصر في المياه. تحتوي المياه السطحية على اقل من 50 ملغم/ لتر.

يتغير تركيز أيون الصوديوم بشكل واضح حسب الطبيعة الجغرافية وتصاريف مياه الفضلات والاستخدام الفصلي واستخدام الأملاح لإذابة الثلج وخاصة في الدول الاوربية. يتراوح تركيز ايون الصوديوم في المياه العذبة بين (1-10) ملغم/ لتر والمستوى المحدد في مواصفات الصحة العالمية 200 ملغم/لتر وتصل أحيانا إلى 50 ملغم/ لتر (Chapman,1992). اما في الدراسة الحالية لمياه نهر دجلة في مدينة الموصل فقد تراوح تركيز ايون الصوديوم بين (18.2-33) ملغم/ لتر وكما موضح في الشكل (13).



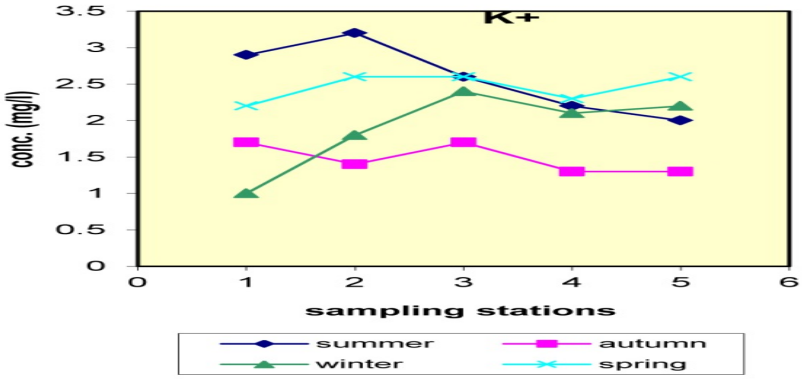
الشكل 13: قيم أيون الصوديوم للمواقع المدروسة خلال فصول السنة

ان محتوى الماء من ايون الصوديوم ضروري لإمكانية استخدام ذلك الماء للأغراض الزراعية من خلال تحقيق نسبة امتصاص الصوديوم والنسبة المئوية للصوديوم.

وكلا المعيارين يمكن احتسابهما بمعادلات رياضية. ومن خلال النتائج المستحصلة في الدراسة الحالية يمكن القول ان مياه نهر دجلة الخام يمكن استخدامها للزراعة.

أيون البوتاسيوم K^+

يوجد أيون البوتاسيوم بكميات قليلة في المياه السطحية نظرا لان الصخور التي تحتويه مقاومة للتجوية ويكون تركيزه عادة اقل من 10 ملغم/ لتر، إذ تراوحت تراكيز البوتاسيوم في نهر دجلة خلال فصول السنة بين (1- 3.2) ملغم/ لتر كما موضح في الشكل (14).



الشكل 14: قيم أيون البوتاسيوم للمواقع المدروسة خلال فصول السنة

ومن معرفة تركيز البوتاسيوم في المياه يمكن الاستدلال على صلاحية استخدامها للأغراض المختلفة.

الاستنتاجات

خلصت الدراسة الحالية بجملة حقائق منها:

1. يعد محتوى نهر دجلة من الأوكسجين المذاب أعلاه مقبولا يتيح استخدام الماء لشتى الأغراض، وميـاه هذا النهر تتميز ببرودتها النسبية وحصول تيارات تساعد في مزج الأوكسجين الجوي بالماء وقد بلغـت نسبة إشباع المياه بالأوكسجين بين (80- 84)% مما يجعل النهر صحيا وقادرا على إدامة تنوع الحيـاة المائية، ولعبت زيادة التخفيف للمطروحات وسرع التيار دورها في تحقيق هذه النسبة من الإشباع.
2. تندرج مياه نهر دجلة في منطقة الدراسة ضمن فئة المياه النظيفة نسبيا بقدر تعلق الأمـر بمتطلبـات الكيميائي الحيوي للأوكسجين إذ لم تتجاوز تركيز BOD_5 في معظم مواقع الدراسة وعلى مـدار سـنة الدراسة عن 2.2 ملغم / لتر.
3. كانت تراكيز المغذيات طوال فترة الدراسة ضمن المحددات البيئية مع ملاحظة تباين نسبي في فـصلي الربيع والصيف. كذلك كانت تراكيز وقيم معايير التوصيلية الكهربائية والدالة الحامـضية والـصوديوم والبوتاسيوم والعكورة والكبريتات ضمن المحددات النوعية لاستخدامات المياه الخام لشتى الأغـراض. وتوصف عسرة هذه المياه بانها عسرة جداً حسب محددات المنظمات العالمية لكنها تبقى أقل من الحـد الأقصى في المحددات العراقية.

التوصيات

1. الحالة النوعية لمياه النهر جيدة وبمكن استخدام هذه المياه لشتى الأغراض. ومن الضروري اتخاذ كافـة الاحتياطات التي تمنع حصول التلوث في النهر وحمايته من كافة مصادر التلوث.
2. تجهيز مدينة الموصل والأقضية والنواحي والقرى التابعة لها وبشكل خاص تلك الواقعة شمال المدينـة بمنظومات مجاري لمياه الفضلات مع محطات معالجة لهذه المياه قبل طرحها في نهر دجلة.
3. المعالجة عند المصدر أو المعالجة المركزية لمياه الفضلات وبشكل كفوء يجيز طرحها الى النهـر بعـد مطابقتها للشروط البيئية العراقية والزام الصناعات والأنشطة التجاريـة الكبيـرة بـضرورة معالجـة مطروحاتها في موقع الانتاج قبيل طرحها الى النهر. وفي حال تعذر انشاء مثل هذه المحطـات– فـي الوقت الحاضر- يصار الى مقترح تنفيذ خندق او قناة موازية لمسار النهر تعمل على تجميـع ميـاه الفضلات المطروحة ونقلها خارج مركز المدينة (خلف موقع البوسيف) لتأخذ عمليات التنقية الطبيعيـة في النهر دورها لتخليصه من الملوثات.

المصادر العربية

بودقجي، عامر ؛ كمال، محمود (1999). "التلوث والامن الصناعي". مديرية الكتب والمطبوعات الجامعيـة، كلية العلوم، جامعة حلب، سوريا، ص 163.

الحمداني، عبد الودود شاكر محمود (2010). دراسة بيئية وتشخيصية للطحالب في مقدمة السد ونهر دجلـة قبل دخوله مدينة الموصل. رسالة ماجستير، كلية العلوم، جامعة تكريت، العراق، ص 32- 40.

الحمداني، علي أحمد جاسم (2009). إزالة الملوثات من بعض مياه مجاري مدينة الموصل باستخدام بعـض النباتات المائية. رسالة ماجستير، كلية العلوم، جامعة الموصل، العراق، ص 30- 35.

حنا، غيداء خضر ؛ مصطفى، معاذ حامد (1997). دراسة تحليلية لمخلفات المستـشفى العـام والجمهـوري والولادة. مجلة علوم الرافدين، **1**(8)، 33-41.

دائرة كهرباء سد الموصل، أيلول 2012.

الراوي، ساطع محمود (1991). التأثيرات الجانبية لأنشاء سد صدام على البيئة والمجتمع. سري، العراق.

الراوي، ساطع محمود (1999). بعض مظاهر التلوث في نهر دجلة في مدينة الموصل. مجلة أبحاث البيئـة المستدامة، **2**، 96- 86.

السعدي، حسين والدهام؛ نجم قمر ؛الحصان، ليث عبد الجليل (1986). "علـم البيئـة المائيـة". دار الكتـب للطباعة والنشر، مركز بحوث البحار، جامعة البصرة- العراق.

السنجري، مازن نزار فضل (2001a). دراسة بيئية لنهر دجلة ضمن مدينة الموصل. رسالة ماجستير، كليـة العلوم، جامعة الموصل، العراق، ص 38- 49.

السنجري، مازن نزار فضل (2001b). التأثيرات السلبية لنهر الخوصر على نهر دجلة في منطقة المـصب. المجلة العراقية لعلوم الأرض،**1**(8)، 41- 45.

الطائي، أمان عادل (2012). دراسة بعض الملوثات الكيميائية والعناصر الثقيلة المطروحة في نهـر دجلـة ضمن مدينة الموصل وتأثيراتها البيئية. رسالة ماجستير، كلية الزراعة، جامعة الموصل، العـراق، ص 9- 19.

الطائي، نور ضياء صالح (2011). دراسة بيئية وبكتريولوجية للفضلات الـسائلة مـن مستـشفيات مدينـة الموصل. رسالة ماجستير، كلية التربية، جامعة الموصل، العراق، ص 36- 38.

طليع، عبد العزيز يونس ؛ البرهاوي، نجوى إبراهيم (2000). تلوث نهر دجلة بالفضلات السكنية شمال مدينة الموصل. مجلة التربية والعلم، **21**، 60- 68.

طليع، عبد العزيز؛ القزاز، خالد لقمان؛ خليل، محمد علي ؛ سليم، محمد مسلم (1994). دراسة تلوث مياه نهر الخوصر وتأثيره في نوعية مياه نهر دجلة. مجلة هندسة الرافدين، **2**(3)، 56- 45.

الطيار، طه أحمد طه (1988). تأثير سد صدام على نوعية المياه وانعكاس ذلك على كفاءة محطات تـصفية المياه في مدينة الموصل. رسالة ماجستير، كلية الهندسة، القسم المدني، جامعة الموصل، العراق.

عباوي، سعاد عبد ؛ حسن، محمد سليمان (1990). الهندسة العملية للبيئة فحوصـات المـاء. وزارة التعلـيم العالي والبحث العلمي - جامعة الموصل، العراق، ص 32- 113.

غليم، جليل ضمد (2001). "تركيز ايون النترات في المياه الطبيعية في العراق ودراسة مقارنة". ملخـصات بحوث المؤتمر العلمي لبيئة اسماك غرب الخليج العربي، البصرة 15- 16 كانون الثاني 2001.

اللامي، علي عبد الزهرة؛ صبري، انمار وهبي؛ محسن، كاظم عبد الأمير والدليمي، عامر عارف (2002). التأثيرات البيئية لذراع الثرثار على نهر دجلة أ- الخصائص الفيزيائية والكيميائية. المجلة العلميـة لمنظمة الطاقة الذرية العراقية، **2**(3)، 122- 136.

المشهداني، يحيى داؤد؛ السنجري، مازن نزار (2007). بعض الخصائص النوعية لمياه نهر دجلـة ضـمن مدينة الموصل. في وقائع المؤتمر العلمي الاول لمركز بحوث البيئة والسيطرة على التلوث، جامعة الموصل، ص 56- 66.

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

موسى، علي حسن (2006). "التلوث البيئي". الطبعة الثانية، دار الفكر المعاصر، بيروت، لبنان، ص 132.

النعمة، بشير علي ؛ نصوري، غادة ابلحد ؛ الدباغ ،عمار غانم (2000). تأثير شحة التساقط المطري علـى نوعية مياه دجلة ضمن محافظة نينوى. مجلة علوم الرافدين، **2**(2)، 79-93.

الوتار، مي طه حامد (2009). دراسة بيئية وتصنيفية للجنس. *Potamogeton* L فـي نهـر دجلـة المـار بمحافظة نينوى. أطروحة دكتوراه، كلية العلوم، جامعة الموصل، العراق، ص 26- 62.

المصادر الأجنبية

Al- Ni'ma, B.A.B (1982). A study on limnology of the Tigris and Euphrates rivers. MSc. Thesis, University of Salahddin, Iraq. pp. 20- 30.

Al- Rawi, S.M (2005). Contribution of man- made activities on pollution of the Tigris within Mosul City. IJERPH, USA, 2(2), 245- 250.

APHA (American Puplic Health Association), (1998). "Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water", Washington DC, U.S.A, pp.594- 610.

Chapman, D.E. (1992). "Water Quality Assessment". Paris, Chapman and Hall Ltd. USA, 1995.

Graneli, E. (1984). Algae growth potential and limiting nutrients for phytoplankton production. *Limnological*, **15**(2), 563-569.

Hassan, F.M.; Al-Saadi, H.A. (1995). On the seasonal variation of 4 phytoplankton population in Hilla river. *Iraq J. Coll. Educ. For woman*, Univ. Baghdad, **6**(2), 55 – 61.

Mustafa, M.H. (2000). Tigris River water Quality within Mosul Area. *Raf. J. Sci.*, **11**(4), 26-39.

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

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

Sharon, B. (1997). Testing the Waters: Chemical and Physical Vital Signs of a River. Montpelier, VT: River Watch Network, 1997. ISBN-0-782-3492-3 India.

Waterwatch, (1997). Water quality parameters and indicators phosphorus. Namoi Catchment Management Authority, Australian Government, 1-6.

Wellcare (2004). Info. on hardness in drinking water. NSF International, University of Nebraska U.S.A., July, 1-2.

Wetzel, R.G. (2001). "Limnology, Lake and River Ecosystems". 3rd ed. Acadimicpres, An Elsevier imprint, Sanfrancisco, New York, London.

WHO, (2003). "Guidelines for Drinking Water Quality". 3rd ed. World Health Organization. 40p.

Winner, E.R (2000). "Application of Environmental Chemistry". Lewis Publishers, USA, 99 p.