

تقييم نوعية المياه الخام والمعاملة لعدد من محطات الإسالة في مدينة تكريت باستخدام مؤشر نوعية المياه

وليد محمد شيب سظام، محمد مثني نعمان، نادية نزهت صبيح، تمارا سمير بشير

استلام: ٢ مارس، ٢٠١٤ قبول: ٦ أبريل، ٢٠١٤

الخلاصة

يعتبر مؤشر نوعية المياه جزء أساسي في نظام إدارة نوعية المصادر المائية المختلفة، وذلك من خلال استعماله كمقياس عددي لتقييم وتصنيف نوعية المصدر المائي للاستعمالات المتنوعة (الشرب والصناعة والري). شملت الدراسة الحالية تقييم نوعية المياه الخام الداخلة والمعاملة الخارجة لمشروع ماء تكريت (الموحد) – العوجة) ومجمعي ماء (القادسية – القادسية (الفارس) ضمن مدينة تكريت في محافظة صلاح الدين. إذ تم استعمال مؤشر نوعية المياه المعتمد على النموذج الكندي (Canadian Council of Ministers of the Environment) عند تقييم نوعية المياه، إذ ساهمت ثمان متغيرات في حساب المؤشر وهي: درجة حرارة الماء (°C)، العكورة (NTU)، المواد الصلبة الذائبة (mg/L)، الرقم الهيدروجيني، العسرة (mg/L as CaCO₃)، الكالسيوم (mg/L)، المغنيسيوم (mg/L)، الكلوريد (mg/L). أخذت العينات الخاصة بتقييم نوعية المياه الخام من مأخذ المحطة ومن الماء المعامل الخارج من المحطة ابتداءً من شهر تشرين الأول ٢٠١٠ ولنهاية كانون الثاني ٢٠١١. أوضحت الدراسة بأن قيم مؤشر نوعية المياه الخام لجميع المحطات المدروسة كان يصنف ضمن الفئة الثالثة (معتدلة) (٦٥,٥٦ – ٧٥,٦) طيلة فترة الدراسة. بينما شهدت قيم مؤشر نوعية المياه المعاملة تحسناً ملحوظاً في مشروع ماء تكريت (الموحد) (٨٩,٧٧ – ٧٩) والعوجة (٨٩,٧٣ – ٧٩,١) أي صنفت ضمن الفئة الثانية (جيدة). أما فيما يخص مجمعي القادسية والقادسية (الفارس) فقد شهدت قيم المؤشر فيهما تحسناً إذ تراوحت ما بين (٨٩,٥٦ – ٧٩,٥٦) و(٨٩,٦ – ٧٩,٠٤) على التوالي خلال الأشهر (تشرين الأول وكانون الأول وكانون الثاني) أي صنف ضمن الفئة الثانية (جيدة).

الكلمات الدالة: مؤشر نوعية المياه الكندي، محطات معاملة المياه.

المقدمة

و (Abdul-Razak et al., 2009) و (Alobaidy et al., 2010) و (Eassa and Mahmood, 2012). تهدف الدراسة الحالية إلى إيجاد قيمة مؤشر نوعية المياه لأغراض الشرب للماء الخام الداخل والمعامل لبعض مشاريع ومجمعات الإسالة ضمن مدينة تكريت وذلك بالاعتماد على عدد من المتغيرات الفيزيائية والكيميائية وبالتالي تصنيف نوعية مياه النهر الخام كمصدر لتجهيز هذه المشاريع والمجمعات، كما يتم تصنيف صلاحية المياه المجهزة للمدينة لأغراض الشرب.

الجانب العملي:

وصف منطقة الدراسة:

شملت منطقة الدراسة اختيار أربع محطات لمعاملة المياه في قضاء تكريت مركز محافظة صلاح الدين في المنطقة المحصورة ما بين خطي عرض (34° 43' 19") و (34° 34' 01") شمالاً وبين خطي طول (43° 41' 34") و (43° 40' 18") شرقاً. جاء هذا الاختيار لكون هذه المحطات من أهم محطات تجهيز مياه الشرب في مدينة تكريت ولكون منطقة الدراسة تتضمن أراض زراعية على طول الضفة اليسرى للنهر وتتركز أعداد كثيفة من السكان على ضفتي النهر، فضلاً عن وجود بعض النشاطات الصناعية مثل مقالع للحصى والرمل، هذا بالإضافة إلى وجود عدد من المنازل ومصبات لمياه الفضلات المدنية التي تنتزع على جانبي النهر والتي تصب بمخلفاتها إلى مجرى نهر دجلة مما يوجب إلى وجود أخطار التلوث المختلفة الإحيائية والكيميائية والفيزيائية والتي ستؤثر على

تعاين مصادر المياه المختلفة في الوقت الحاضر تلوئاً كبيراً نتيجة للزيادة السكانية الكبيرة والتوسع الصناعي والزراعي وانعدام التخطيط السليم في بناء المدن مما أدى إلى تضاعف كمية الفضلات الصناعية والبشرية والزراعية الداخلة إليها. لذا أصبح برنامج مراقبة نوعية المياه ضروري لإعادة تقويم عمل محطات الإسالة الواقعة عليها بسبب التبدل النوعي المستمر الذي يحصل في مياه الجسم المائي (Pesce & Wundrelin, 2000).

توصل علماء وخبراء نوعية المياه إلى تطوير مؤشر كفاءة لنوعية المياه (مؤشر نوعية المياه Water Quality Index) حيث عد هذا المؤشر الطريقة العلمية المفضلة لكونه يستخدم العديد من متغيرات نوعية المياه وصياغتها بشكل تعبير رقمي وصفي يتضمن التأثير المتكامل لتلك المتغيرات على نوعية المياه ويكون له الدور الفعال في عمليات السيطرة على نوعية المياه والإدارة الإستراتيجية لها بحيث يمكن من خلاله تصنيف المياه نوعياً لمختلف الأنشطة ضمن فئات محددة وبطريقة علمية بسيطة ونافعة (مويل، ٢٠١٠).

استعمل مؤشر نوعية المياه لأول مرة من قبل Horton عام 1965 وطورت بعده العديد من نماذج مؤشر نوعية المياه منها ما قام به (Brown et al., 1970) و (Deininger and Maciunas, 1971) و (Shihab and Al – Rawi, 1994) و (Avvannavar and Shrihari, 2007) و (Mojahedi and Attari, 2009).

* Corresponding author:

Dr. Waleed M. Sh. Alabdraba

✉ walabdraba@yahoo.com

ثلاث مرات أو أكثر قبل تعبئتها بالعينة كما ورد في الطرائق القياسية لفحص المياه ومياه الفضلات (APHA: AWWA: WEF, 1998). استغرقت مدة الدراسة أربعة أشهر ابتداءً من تشرين الأول ٢٠١٠ وحتى نهاية كانون الثاني ٢٠١١، تم خلال هذا البحث اختيار ثمانية محددات وبقاوع ثلاث عينات لكل شهر، بعد ذلك تم أخذ معدل القراءات لكل محطة.

العمل المختبري:

أجريت بعض الفحوصات الفيزيائية والكيميائية على العينات التي تم أخذها من الموقع وهي (درجة الحرارة والعكورة والمواد الصلبة الذائبة والرقم الهيدروجيني والكلوريد والعسرة الكلية والكالسيوم والمغنيسيوم) وبموجب ما ورد في الطرائق القياسية لفحص المياه ومياه الفضلات (APHA:AWWA:WEF, 1998). إذ تم قياس درجة الحرارة والعكورة والمواد الصلبة الذائبة والرقم الهيدروجيني موقعا عند موضع اخذ العينات أما باقي الفحوصات فقد تم إجراؤها في المختبر، وكما موضح في الجدول (١).

نوعية مياه النهر كمصدر لتجهيز المياه لمحطات معاملة المياه في منطقة الدراسة، وكما موضح في الشكل (١).



شكل (١): يوضح منطقة الدراسة ومشاريع ومجمعات الإسالة تحت الدراسة.

العمل الحقلّي:

أخذت العينات الخاصة بتقييم محطات الإسالة من مأخذ المحطة (بالنسبة للمياه الخام الداخلة) ومن الماء المعامل الخارج من المحطة، وذلك باستعمال قناني بلاستيكية سعة (٥,٥) لتر بعد غسلها بالماء الخارج من وحدة المعالجة

الفحص	وحدة القياس	طريقة وجهاز الفحص
درجة الحرارة	درجة حرارة مئوية	استخدم محرار زئبقي مدرج (٠ - ٥٠) درجة مئوية طريقة (APHA : AWWA : WEF , 1998) الفقرة (B. 2550).
العكورة	NTU	استخدم جهاز Turbidity meter 2020e (APHA : AWWA : WEF ,) الفقرة (B. 2130).
المواد الصلبة المذابة	ملغرام/لتر	تم القياس حقليا باستخدام جهاز Mettler Toledo MX300 .
الرقم الهيدروجيني	-----	تم القياس حقليا باستخدام جهاز Mettler Toledo MX300 . (APHA: AWWA: WEF, 1998) الفقرة (B. 4500-H ⁺).
الكلوريد	ملغرام/لتر	استخدمت طريقة التسحيح بواسطة نترات الفضة والموضحة في (APHA:AWWA:WEF,1998) الفقرة (B. 4500-Cl ⁻).
العسرة الكلية	ملغرام/لتر بدلالة CaCO ₃	استخدمت طريقة التسحيح بواسطة EDTA والموضحة في (APHA : AWWA : WEF , 1998) الفقرة (C. 2340).
الكالسيوم	ملغرام/لتر	استخدمت طريقة التسحيح بواسطة EDTA والموضحة في (APHA:AWWA:WEF,1998) الفقرة (B. 3500-Ca).
المغنيسيوم	ملغرام/لتر	استخدمت الطريقة الحسابية الموضحة في (APHA:AWWA:WEF,1998) الفقرة (B. 3500-Mg).

جدول (١): أنواع المحددات ووحداتها وطريقة قياسها.

الأهداف الموضوعية للنموذج (Objective)، والعدد الكلي للمتغيرات ويحسب من المعادلة أدناه.

$$F_1 = \frac{\text{عدد المتغيرات (Variables) التي لم تتطابق مع الأهداف (Objective)}}{\text{عدد المتغيرات الكلي}} \times 100 \text{ ----- معادلة (1)}$$

العامل الثاني (F₂) (التردد) (Frequency): يمثل النسبة ما بين عدد الاختبارات (Tests) التي لم تتلقى مع قيم الأهداف الموضوعية للنموذج (Objectives)، والعدد الكلي للاختبارات. ويحسب من المعادلة أدناه.

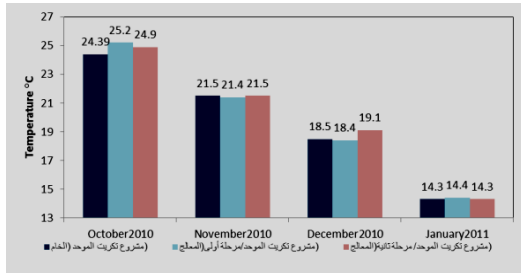
$$F_2 = \frac{\text{عدد الاختبارات (tests) التي لم تتطابق مع الأهداف (Objective)}}{\text{عدد الاختبارات الكلي}} \times 100 \text{ ----- معادلة (2)}$$

تطبيق مؤشر نوعية المياه لأغراض الشرب:

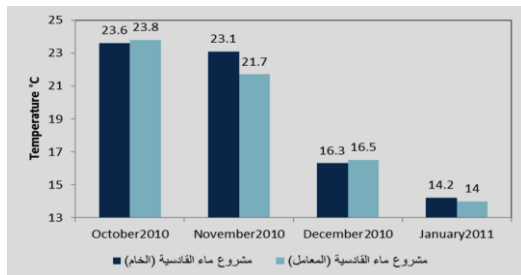
بعد جمع النتائج وتبويبها حسب الزمان والمكان في مصفوفة تم استخدام نموذج مؤشر نوعية المياه الكندي (CCME-WQI) والموصوف حسب (Canadian Council of Ministers of the Environment, 2001). إن مؤشر نوعية المياه الكندي يتيح للباحثين حرية اختيار المتغيرات الداخلة في النموذج وحرية وضع الحدود القياسية والتي عندها تكون مواصفات المياه مقبولة (مويل، ٢٠١٠). يعتمد النموذج على الخلط بين ثلاث عوامل رياضية في حساب الرقم النهائي المعبر عن حالة نوعية المياه هي المجال والتردد والغزارة حيث تحسب من معادلات خاصة بكل متغير، ثم إن الرقم النهائي المستحصل يعبر عن حالة نوعية المياه وكما يلي:

العامل الأول (F₁) (المجال) (Scope): يمثل النسبة ما بين عدد المتغيرات التي لا تتطابق قيمها مع

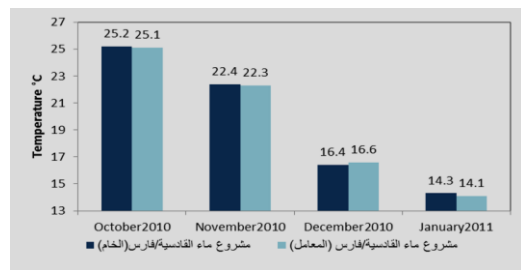
التباين في قيم درجات حرارة المياه الخام والمعاملة لجميع المحطات كان قليلاً، كما لوحظ خلال الأشهر الثلاثة الأولى بأن درجة حرارة المياه الداخلة للمحطات والخارجة منها غير مطابقة للمواصفات العراقية (IQS 417, 2001) الخاصة بتجهيز مياه الشرب والتي تنص على أن لا تتجاوز درجة حرارة مياه الشرب عن 15 درجة مئوية، بينما كانت درجة حرارة المياه مطابقة للمواصفات العراقية خلال شهر كانون الثاني وذلك بسبب انخفاض درجة حرارة الماء الخام للنهر.



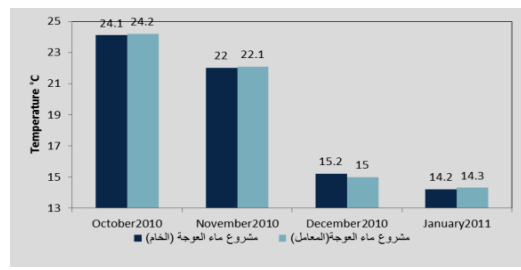
شكل (٢-أ): قيم درجة حرارة الماء الخام والمعامل لمشروع ماء تكريت (الموحد).



شكل (٢-ب): قيم درجة حرارة الماء الخام والمعامل لمجمع ماء القادسية.



شكل (٢-ج): قيم درجة حرارة الماء الخام والمعامل لمجمع ماء القادسية (الفارس).



شكل (٢-د): قيم درجة حرارة الماء الخام والمعامل لمشروع ماء العوجة.

- العامل الثالث (F3) (Amplitude): يمثل قيم الاختبارات الفاشلة والتي لا تتطابق مع الاهداف (Objective) وتحسب بالخطوات التالية:
١- قياس الانحراف Excursion: والذي يعني عدد المرات التي تتعد فيها قيمة الاختبار أعلى عن الهدف المطلوب فتحسب من المعادلة التالية:

$$Excursion_i = \frac{\text{قيمة الاختبار الفاشل Failed test value}}{\text{قيمة الهدف Objective value}} - 1 \text{ ----- معادلة (3)}$$

أو تتعد قيمة الاختبار اقل من قيمة الهدف فتحسب من المعادلة التالية:

$$Excursion_i = \frac{\text{قيمة الهدف Objective value}}{\text{قيمة الاختبار الفاشل Failed test value}} - 1 \text{ ----- معادلة (4)}$$

٢- الكمية المترجمة للاختبارات التي لم تتطابق مع المواصفات تحسب عن طريق مجموع الانحرافات (excursion) لهذه الاختبارات مقسومة على المجموع الكلي للاختبارات (وتشمل المتطابقة وغير المتطابقة) والناتج هو ما يعرف excursions, or Normalized sum of nse) ويحسب كما يلي:

$$\text{مجموع الانحرافات المعيارية } nse = \frac{\sum \text{excursion}(i)}{\text{عدد الاختبارات الكلية No. of tests}} \text{ ----- معادلة (5)}$$

بعد ذلك تحسب من المعادلة التالية:

$$F_3 = \frac{\text{مجموع الانحرافات المعيارية } nse}{0.01 \times nse + 0.01} \text{ ----- معادلة (6)}$$

وبحساب الخطوات الرئيسية الثلاثة يكون حساب مؤشر نوعية المياه من المعادلة التالية:

$$WQI = 100 - \frac{\sqrt{F_1^2 + F_2^2 + F_3^2}}{1.732} \text{ ----- معادلة (7)}$$

حيث ان القسمة على 1.732 للحفاظ على القيمة الناتجة بين ٠-١٠٠، ويعبر عن نوعية المياه كما في الجدول (٢).

الفئة	مديات المقياس	النوعية	المعاملة المطلوبة للمياه
I	95 - 100	ممتازة	تقييم فقط
II	80 - 94	جيدة	معاملة بسيطة
III	65 - 79	معتدلة	معاملة تقليدية
IV	45 - 64	سيئة	معاملة متقدمة
V	0 - 44	سيئة جداً	غير مقبول

جدول (٢): تصنيف مقياس مؤشر نوعية المياه بالاعتماد على (CCME, 2001).

النتائج والمناقشة:

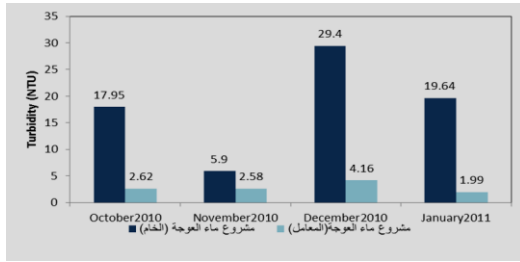
المتغيرات المشاركة في حساب المؤشر:

درجة الحرارة :

بينت النتائج بأن القيم المرتفعة لدرجات حرارة عينات المياه الخام الداخلة والمعاملة الخارجة لجميع محطات الإسالة ظهرت عند فصل الخريف وبداية الشتاء (تشرين الأول وتشرين الثاني وكانون الأول)، ثم بدأت القيم بالانخفاض عند شهر (كانون الثاني) كما موضح في الأشكال (٢-أ، ب، ج، د) التباين. كما أظهرت النتائج بأن

العكورة:

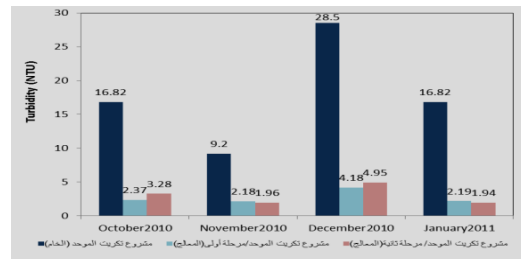
يلاحظ من الأشكال (٣- أ، ب، ج، د) بأن قيم العكورة في نهر دجلة تراوحت ما بين (٢٩,٢ - ٥,٩) NTU، إذ ظهرت القيم المرتفعة في شهر كانون الأول ٢٠١٠ بسبب ارتفاع منسوب ماء النهر بالإضافة إلى هطول الأمطار، وعند مقارنة قيم العكورة في المياه الداخلة للمحطات جميعاً نلاحظ بأن مشروعي ماء (تكريت والعوجة) قد كانت قيم العكورة فيهما أعلى من مجمعي ماء (القادسية (الفارس) - القادسية) ويعزى السبب إلى وجود عدد من المقالع الواقعة شمال مشروع ماء تكريت والتي تتسبب في زيادة قيم عكورة الماء وخاصة عند زيادة منسوب ماء النهر فضلاً عن وجود عدد من مصبات مياه الفضلات المدنية لمدينة تكريت والتي تقع شمال مشروع ماء العوجة. أما فيما يخص قيم العكورة في المياه المعاملة لجميع المحطات، فقد كانت جميع العينات التي تم فحصها مطابقة للمواصفات العراقية (IQS 417, 2001) (< 5 NTU) ماعدا العينة الخاصة بمجمع ماء القادسية (الفارس) خلال شهر كانون الأول ٢٠١٠ فأنها كانت غير مطابقة للمواصفات، ويعود السبب في ذلك إلى تقليل زمن البقاء في أحواض الترسيب والترشيح وذلك لسد الحاجة المتزايدة للطلب على الماء من قبل المستهلكين سواء للأغراض المنزلية أو الصناعية أو الري، وبالتالي سيؤدي ذلك إلى تقليل كفاءة عمل وحدات المحطة في إزالة العكورة من الماء المجهز للمدينة .



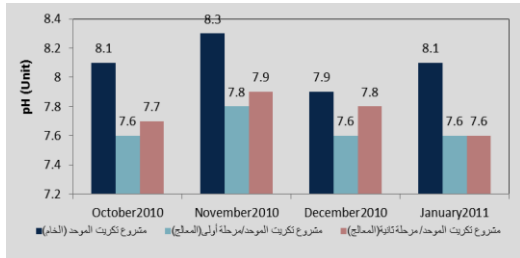
شكل (٣-د): قيم العكورة للماء الخام والمعامل لمشروع ماء العوجة.

الرقم الهيدروجيني:

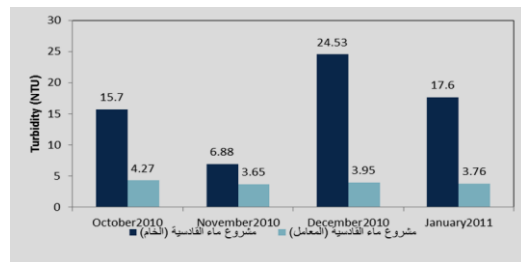
لوحظ خلال فترة الدراسة بأن قيم الرقم الهيدروجيني في مياه نهر دجلة كانت تميل إلى القاعدية إذ تراوحت ما بين (٧,٩ - ٨,٣) كما موضح في الأشكال (٤- أ، ب، ج، د). ويعود السبب في ذلك إلى نوع التربة في منطقة الدراسة والمتمثلة بالتربة الكلسية ($CaCO_3$) التي تعد أحد أهم المصادر الرئيسية في زيادة قيم الرقم الهيدروجيني في منطقة الدراسة (Taka et al., 2001) وتتفق هذه النتيجة مع ما ذكره (Al-Jeboory, 2005) من أن المياه السطحية في العراق هي من المياه القاعدية. أما فيما يخص المياه المعاملة، فقد كانت قيم الرقم الهيدروجيني في العينات المفحوصة مطابقة للمواصفات العراقية (IQS 417, 2001) (٨,٥ - ٦,٥) إذ تراوحت ما بين (٧,٩ - ٧,٤). كما يلاحظ انخفاض قيم الرقم الهيدروجيني في عينات المياه المعاملة مقارنة بعينات مياه النهر الخام وذلك بسبب المواد التي يتم إضافتها إلى المياه الداخلة للمحطة مثل (الشب والكلور) والتي ستؤدي إلى تقليل قيم الرقم الهيدروجيني بعد إضافتها (Steel and McGhee, 1979).



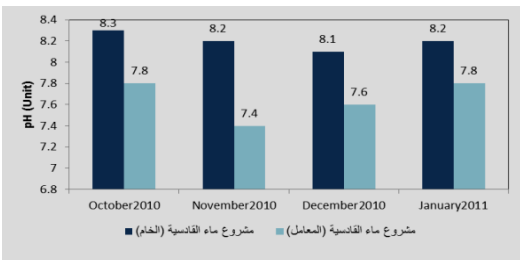
شكل (٣-أ): قيم العكورة في الماء الخام والمعامل لمشروع ماء تكريت (الموحد).



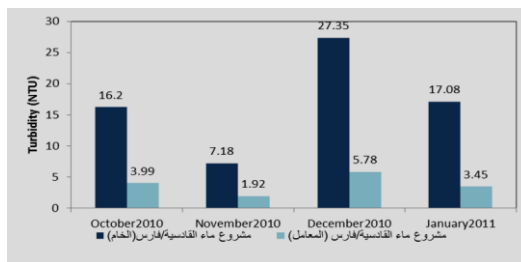
شكل (٤-أ): قيم الرقم الهيدروجيني للماء الخام والمعامل لمشروع ماء تكريت (الموحد).



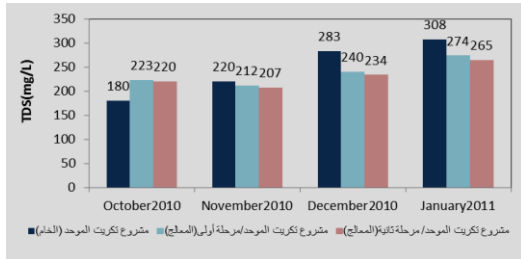
شكل (٣-ب): قيم العكورة للماء الخام والمعامل لمجمع ماء القادسية.



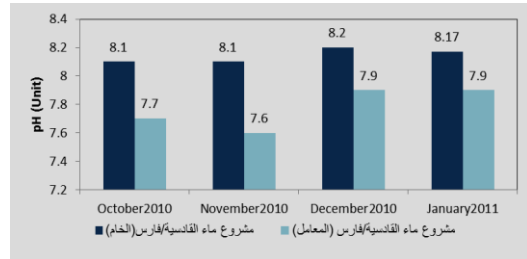
شكل (٤-ب): قيم الرقم الهيدروجيني للماء الخام والمعامل لمجمع ماء القادسية.



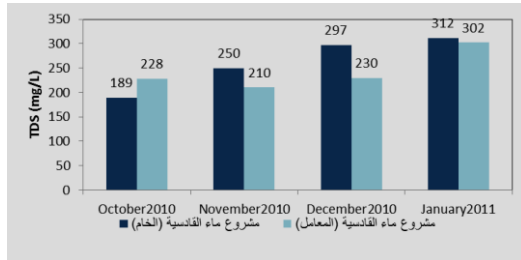
شكل (٣-ج): قيم العكورة للماء الخام والمعامل لمجمع ماء القادسية (الفارس).



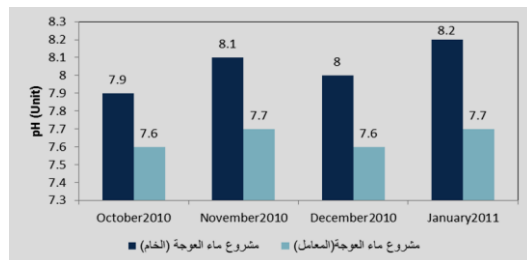
شكل (أ.٥): تركيز المواد الصلبة الذائبة للماء الخام والمعامل لمشروع ماء تكريت (الموحد).



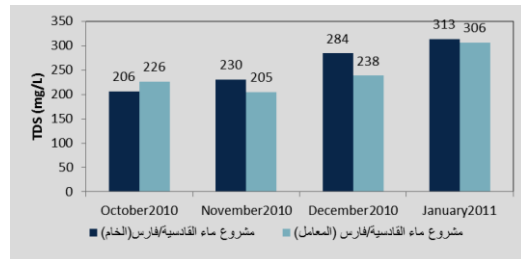
شكل (ب.٤): قيم الرقم الهيدروجيني للماء الخام والمعامل لمجمع ماء القادسية (الفارس).



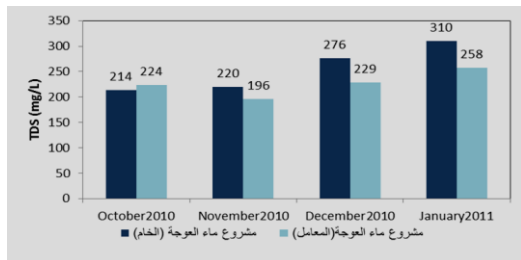
شكل (ب.٥): تركيز المواد الصلبة الذائبة للماء الخام والمعامل لمجمع ماء القادسية.



شكل (د.٤): قيم الرقم الهيدروجيني للماء الخام والمعامل لمشروع ماء العوجة.



شكل (ج.٥): تركيز المواد الصلبة الذائبة للماء الخام والمعامل لمجمع ماء القادسية (الفارس).



شكل (د.٥): تركيز المواد الصلبة الذائبة للماء الخام والمعامل لمشروع ماء العوجة.

العسرة:

تراوحت قيم العسرة في عينات المياه الداخلة الخام ما بين (٢٥٣-٢١٢) ملغرام/لتر كـ (CaCO₃) كما موضح في الأشكال (٦- أ، ب، ج، د). بينت النتائج بأن قيم العسرة كانت أعلى ما يكون في شهر كانون الثاني ٢٠١١ ويعود السبب في ذلك إلى هطول الأمطار وإرتفاع منسوب ماء النهر اللذان يجرفان معهما التربة الكلسية (CaCO₃) والتربة الجبسية (CaSO₄) الموجودة على جانبي النهر ضمن منطقة الدراسة، كذلك فإن وجود عدد من مقالع الحصى والرمل سيزيد من كمية الكربونات والكالسيوم المسببة للعسرة (Taka et al., 2001). بينما تراوحت قيم

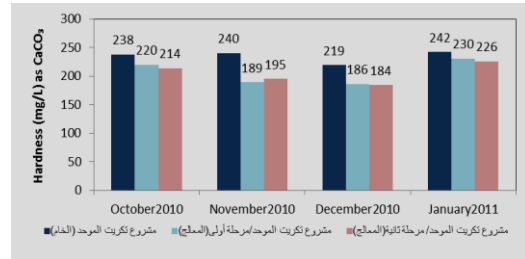
المواد الصلبة المذابة:

تراوحت قيم المواد الصلبة الذائبة لعينات المياه الداخلة الخام لجميع المحطات ضمن منطقة الدراسة ما بين (٣١٣- ١٨٠) ملغرام/لتر كما موضح في الأشكال (٥- أ، ب، ج، د) بالنسبة للمياه الخام. كما تبين من خلال الدراسة بأن قيم المواد الصلبة الذائبة في مياه نهر دجلة قد إزدادت مع تقدم الزمن وذلك بسبب هطول الأمطار وإرتفاع منسوب ماء النهر خلال موسم الفيضان الأمر الذي أدى إلى إذابة بعض التربة المحيطة بحوض النهر والتي تحتوي على بعض الأملاح والمعادن في تركيبها الكيميائية، بالإضافة إلى ذلك فإن للمبازل الزراعية دور رئيسي في زيادة قيم المواد الصلبة الذائبة في ماء النهر بسبب ما تطرحه من مياه البزل ذات التركيز العالي للأملاح. وهذه النتائج كانت تتطابق مع كل من (الدوري، ٢٠٠٠) (Taka et al., 2001) (Al-Numaan, 2008) (Jeboory, 2005). بينما تراوحت قيم المواد الصلبة الذائبة في عينات المياه المعاملة ما بين (٣٠٦-١٩٦) ملغرام/لتر وهي تكون بذلك مطابقة للمواصفات العراقية (IQS 417, 2001) التي تنص على أن لا تتجاوز قيم المواد الصلبة المذابة في مياه الشرب عن (١٠٠٠) ملغرام/لتر. كما أوضحت النتائج بأن الفرق ما بين قيم المواد الصلبة الذائبة في المياه الداخلة الخام والخارجة المعاملة كان قليلاً وذلك لكون هذه المجمعات والمشاريع غير مصممة على إزالة المواد الصلبة المذابة من المياه. أشارت النتائج إلى أن قيم المواد الصلبة الذائبة للمياه الخام كانت أقل من حيث التركيز من عينات المياه المعاملة لكافة المحطات خلال شهر تشرين الأول ٢٠١٠ وذلك بسبب ضخ جرعات أكبر من الشب والكلور نتيجة لزيادة عكورة ماء النهر خلال هذا الشهر.

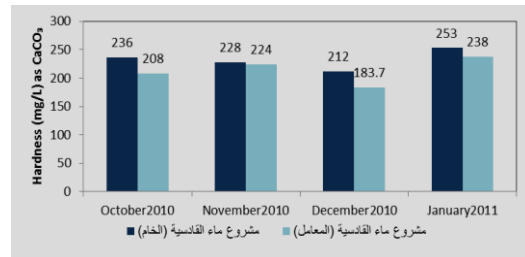
الكالسيوم:

توضح الأشكال (٧-أ، ب، ج، د) التراكيز المتباينة لأيون الكالسيوم في جميع المحطات، إذ تراوحت القيم ما بين (٧٠-٤٢) ملغرام/لتر بالنسبة لعينات المياه الخام. بينت الدراسة أن تراكيز أيون الكالسيوم إزدادت خلال شهري تشرين الثاني ٢٠١٠ وكانون الثاني ٢٠١١، يعود سبب الإرتفاع إلى زيادة منسوب ماء النهر وهطول الأمطار خلال هذين الشهرين والتي تؤدي إلى إذابة التربة والصخور الحاوية على الكالسيوم مثل التربة والصخور الكلسية والجبسية المنتشرة في منطقة الدراسة. كما أظهرت النتائج تبايناً في تركيز أيون الكالسيوم (٢-٦٨، ٣٩) ملغرام/لتر لعينات المياه المعاملة وكما موضح بالأشكال (٧-أ، ب، ج، د)، إذ يلاحظ من خلال النتائج المستحصلة ولبعض الحالات ارتفاع تراكيز أيون الكالسيوم في عينات المياه المعاملة عما هي في عينات المياه الخام، ويعزى السبب في ذلك إلى أن هذه المحطات تقوم بتقليل زمن البقاء في أحواض الترسيب والترشيح وذلك لسد الحاجة المترتبة للطلب على الماء من قبل المستهلكين سواء للأغراض المنزلية أو الصناعية ولأغراض الري بالإضافة إلى تأخر غسل المرشحات، وبالتالي سيؤدي ذلك إلى تقليل كفاءة عمل وحدات المحطة في إزالة العكورة التي تحتوي على كاربونات أو بيكاربونات أو أملاح الكالسيوم من الماء المجهز للمدينة. كما أشارت النتائج إلى أن معظم قيم أيون الكالسيوم في عينات المياه الخارجة المعاملة كانت غير مطابقة للمواصفات العراقية (IQS 417, 2001) والتي تنص على أن لا تتجاوز قيم أيون الكالسيوم في مياه الشرب عن (٥٠) ملغرام/لتر.

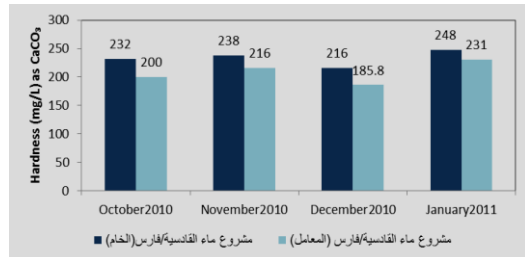
العسرة في عينات المياه الخارجة المعاملة ما بين (٢٣٨-١٨٣,٧) ملغرام/لتر كـ ($CaCO_3$). نلاحظ من الأشكال (٦-أ، ب، ج، د) بأن قيم العسرة في عينات المياه الخارجة المعاملة أقل نوعاً ما من عينات المياه الداخلة الخام ويعود السبب في ذلك إلى أن جزءاً من كاربونات الكالسيوم سوف يزال في وحدتي الترسيب والترشيح وبالتالي سوف يقلل من قيمة العسرة الخارجة من المحطة. كما أشارت النتائج إلى أن قيم العسرة في عينات المياه الخارجة المعاملة كانت مطابقة للمواصفات العراقية (IQS 417, 2001) والتي تنص على أن لا تتجاوز قيم العسرة في مياه الشرب عن (٥٠٠) ملغرام/لتر كـ ($CaCO_3$).



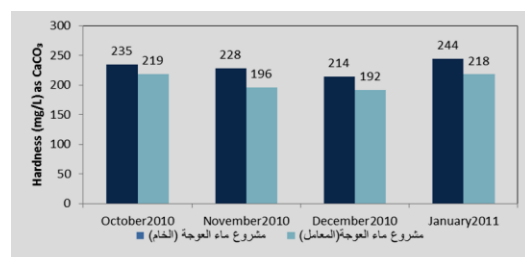
شكل (٦-أ): تركيز العسرة للماء الخام والمعامل لمشروع ماء تكتير (الموحد).



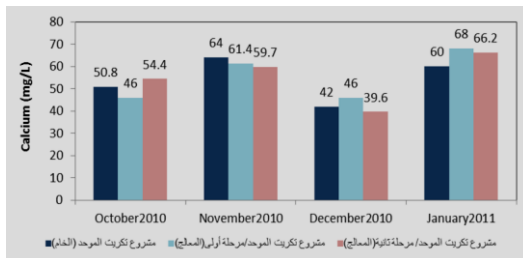
شكل (٦-ب): تركيز العسرة للماء الخام والمعامل لمجمع ماء القادسية.



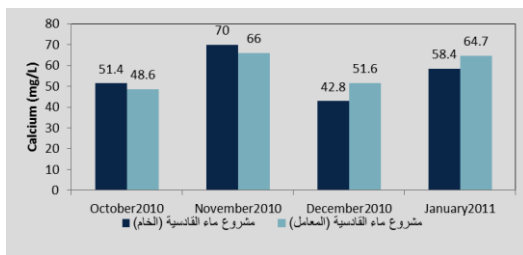
شكل (٦-ج): تركيز العسرة للماء الخام والمعامل لمجمع ماء القادسية (الفراس).



شكل (٦-د): تركيز العسرة للماء الخام والمعامل لمشروع ماء العوجة.



شكل (٧-أ): تركيز أيون الكالسيوم للماء الخام والمعامل لمشروع ماء تكتير (الموحد).



شكل (٧-ب): تركيز أيون الكالسيوم للماء الخام والمعامل لمجمع ماء القادسية.

المغنيسيوم:

تبين الأشكال (٨-أ، ب، ج، د) قيم أيون المغنيسيوم في مياه نهر دجلة إذ تراوحت ما بين (١٦، ٣٤-١٨,٩٨) ملغرام/لتر. أوضحت النتائج بأن قيم العليا لأيون المغنيسيوم قد ظهرت في شهر تشرين الأول ٢٠١٠ ثم بدأت بالإنخفاض في الأشهر (تشرين الثاني وكانون الأول ٢٠١٠) وكانون الثاني ٢٠١١) ويعود سبب الأرتفاع إلى

بالإضافة إلى هطول الأمطار، كما يعزى السبب إلى وجود عدد من المقالع الواقعة شمال مشروع ماء تكريت والتي تتسبب في زيادة قيم عكورة الماء. بينما يعود سبب ارتفاع قيم المؤشر خلال شهر (كانون الثاني ٢٠١١) إلى انخفاض درجة حرارة ماء النهر. أشارت النتائج الخاصة بمشروع ماء تكريت (الموحد) والموضحة في الشكل (١٠- أ) بأن قيم مؤشر نوعية المياه المعاملة تراوحت ما بين (٧٩,٧٧ - ٧٩) أي صنفت ضمن الفئة الثانية (جيدة) طيلة فترة الدراسة. نستنتج من ذلك بأن نوعية مياه الشرب قد تحسنت من خلال ارتفاع قيم المؤشر من الفئة الثالثة (معتدلة) بالنسبة للمياه الخام إلى الفئة الثانية (جيدة) للمياه المعاملة وهذا يدل على التزام نسبي للمشروع بتطبيق المواصفات الخاصة بنوعية مياه الشرب.

بينت النتائج الخاصة بجمع ماء القادسية والموضحة في الشكل (١٠، ب) بأن قيم مؤشر نوعية المياه المعاملة للأشهر (تشرين الأول وكانون الأول ٢٠١٠ وكانون الثاني ٢٠١١) تراوحت ما بين (٧٩,٥٩ - ٧٩,٥٦) أي صنف ضمن الفئة الثانية (جيدة)، ولكن في شهر تشرين الثاني بلغت قيمة المؤشر (٧٨,٩٧) أي صنف ضمن الفئة الثالثة، وبالتالي فإن نوعية مياه الشرب قد تحسنت ضمن الأشهر (تشرين الأول وكانون الأول ٢٠١٠ وكانون الثاني ٢٠١١) من خلال ارتفاع قيم المؤشر من الفئة الثالثة (معتدلة) بالنسبة للمياه الخام إلى الفئة الثانية (جيدة) للمياه المعاملة. بالرغم من إن قيمة المؤشر في شهر تشرين الثاني ٢٠١٠ لم ترتفع إلى الفئة الثانية إلا أنه كان قريباً منها، ويعود السبب إلى ارتفاع تركيز أيون الكالسيوم في المياه المعاملة. بينما شهد مجمع ماء القادسية (الفراس) ارتفاعاً في قيم مؤشر نوعية المياه المعاملة خلال الأشهر (تشرين الأول وكانون الأول ٢٠١٠ وكانون الثاني ٢٠١١) إذ تراوحت ما بين (٨٩,٦ - ٧٩,٠٤) أي ضمن الفئة الثانية (جيدة)، بينما بلغت قيمة المؤشر في شهر (تشرين الثاني) (٧٨,٨٤) أي ضمن الفئة الثالثة (معتدلة) وكما موضحة في الشكل (١٠، ج). يعود سبب بقاء المؤشر ضمن الفئة الثالثة (معتدلة) إلى زيادة تركيز أيون الكالسيوم في الماء الخارج للمجمع عن المواصفات العراقية الخاصة بمياه الشرب (IQS 417, 2001) وتعزى هذه الزيادة إلى تأخر غسل المرشحات التي ستمر كمية من الشوائب والأيونات إلى حوض التجميع وبالتالي ضحه إلى المستهلك.

يظهر الشكل (١٠، د) التغيرات في قيم مؤشر نوعية المياه المعاملة لمشروع ماء العوجة. فقد تراوحت القيم بين (٧٩,٧٣ - ٧٩,١) أي صنفت ضمن الفئة الثانية (جيدة). نستنتج من ذلك بأن نوعية مياه الشرب قد تحسنت من خلال ارتفاع قيم المؤشر من الفئة الثالثة (معتدلة) بالنسبة للمياه الخام إلى الفئة الثانية (جيدة) للمياه المعاملة وهذا يدل على التزام نسبي للمشروع بتطبيق المواصفات الخاصة بنوعية مياه الشرب.

الإستنتاجات:

- ١- تراوحت قيم مؤشر نوعية المياه لأغراض الشرب للماء الخام ما بين (٧٥,٥٦ - ٧٥,٦) أي صنف ضمن الفئة الثالثة (معتدلة) طيلة فترة الدراسة.
- ٢- تراوحت قيم المؤشر للماء المعامل لمشروع ماء تكريت (الموحد) ما بين (٧٩,٧٧ - ٧٩) أي صنف ضمن الفئة الثانية (جيدة). بينما تراوحت قيم المؤشر لمجمع ماء القادسية في الأشهر (تشرين الأول وكانون

تأخر هطول الأمطار وزيادة التبخر، أما أهم مصادر تواجد أيون المغنيسيوم في مياه نهر دجلة فهي الصخور الدولوميتية والمعادن الطينية (Taka et al., 2001). النتائج التي تم الحصول عليها مقارنة إلى ماتوصل إليه (الدوري، ٢٠٠٠) و(Taka et al., 2001) لنفس المقطع. كما يتضح في الأشكال (٨- أ، ب، ج، د) قيم أيون المغنيسيوم في عينات المياه المعاملة إذ تراوحت القيم ما بين (٨,٦٦-٢٧,٢١) ملغرام/لتر. أظهرت النتائج تبايناً بين قيم أيون المغنيسيوم للماء الخام والمعامل وهذا يتطابق مع الدراسة التي قام بها (Al-Khafaji, 2006) على محطة تصفية ماء الحسين في مدينة كربلاء. أشارت النتائج التي تم الحصول عليها بأن قيم أيون المغنيسيوم في عينات المياه الخارجة المعاملة كانت مطابقة للمواصفات العراقية (IQS 417, 2001) والتي تنص على أن لا تتجاوز قيم أيون المغنيسيوم في مياه الشرب عن (٥٠) ملغرام/لتر.

الكلوريد:

الأشكال (٩- أ، ب، ج، د) توضح قيم أيون الكلوريد في مياه نهر دجلة والتي تراوحت بين (١٧-٢٩,٩) ملغرام/لتر. إذ أشارت النتائج إلى ارتفاع في قيم أيون الكلوريد خلال شهري (تشرين الأول وتشرين الثاني ٢٠١٠) بسبب عامل التبخر وتأثير مياه البزل المالحة وما تطرحه مصبات مياه الفضلات المدنية. كما نلاحظ تغيرات شهرية طفيفة في قيم أيون الكلوريد وهذا يدل على أن الكلوريدات تتحد مع الأيونات الموجبة كالصوديوم أو مع عناصر موجبة أخرى غير الصوديوم وهذا ما أكدته الطرق القياسية لفحص المياه ومياه الفضلات (APHA:AWWA:WEF,1998) إذ أنه من الممكن أن يتحد الكلوريد مع الكالسيوم أو المغنيسيوم والتي سجلت بتركيز عالية خلال هذين الشهرين وكانت السبب الرئيس في العسرة (الدوري، ٢٠٠٠).

أما بالنسبة لعينات المياه المعاملة فتراوحت القيم فيها ما بين (١٣,٩-٣٠) ملغرام/لتر. يلاحظ في بعض الحالات ارتفاع قيم أيون الكلوريد في المياه المعاملة مقارنة بالمياه الخام ويعزى السبب الرئيسي في ذلك إلى إضافة غاز الكلور إلى المياه أما الأسباب الثانوية فهي تأخير عملية غسل المرشحات وتقليل زمن البقاء في أحواض الترسيب والترشيح والتي ستؤدي إلى عدم أخذ وحدات المعاملة وقتها الكافي في تصفية المياه الخام.

قيم مؤشر نوعية المياه:

بعد إكمال المرحلة الأولى في حساب مؤشر نوعية المياه والتي تضمنت الحصول على قيم المتغيرات وتبويبها، بدأت بعدها المرحلة الثانية التي تتضمن حساب قيم العوامل الثلاثة وهي (المجال) (F_1) Scope - التردد (F_2) Frequency - الغزارة (F_3) Amplitude)) ليتم بعدها إنجاز المرحلة الأخيرة وهي حساب مؤشر نوعية المياه لأغراض الشرب. تراوحت قيم مؤشر نوعية المياه الخام طيلة فترة الدراسة ما بين (٦٥,٥٦ - ٧٥,٦) أي صنف ضمن الفئة الثالثة (معتدلة) وكما موضح في الأشكال (١٠- أ، ب، ج، د). إن قيم المؤشر انخفضت في شهر تشرين الأول ٢٠١٠، إذ وصلت أقل قيمة له إلى (٦٥,٥٦) في مشروع ماء تكريت (الموحد)، بينما ارتفعت قيم المؤشر خلال شهر كانون الثاني ٢٠١١ حيث وصلت أعلى قيمة له إلى (٧٥,٦) في مشروع ماء تكريت (الموحد)، ويعود سبب انخفاض قيم المؤشر خلال شهر تشرين الأول ٢٠١٠ إلى ارتفاع درجة حرارة ماء النهر وقيم العكورة وتركيز أيون الكالسيوم نتيجة الطقس وارتفاع منسوب ماء النهر

- and Treated Water Quality of Tigris River within Baghdad by Index Analysis". Journal of Water Resource and Protection, Vol. 2, p.p. 629-635.
- APHA: AWWA: WEF (1998). "Standard Method for the Examination of Water and Wastewater", 20th ed., Published by American Public Health Association, Washington, DC 20005-2605
- Avvannavar, Santosh M. and Shrihari, S. (2007). " Evaluation of Water Quality Index for Drinking Purposes for River Netravathi, Mangalore, South India", Environment Monitoring and Assessment , Vol. (143), No. (1-3).
- Brown, R.M., McClelland, N.I., Deininger, R.A. and Trozer, R.G. (1970) " A Water Quality Index - Do we dare ? ", Water and Sewage Works, Vol.(117), No.(10), pp.(339-343).
- CCME, Canadian Council of Ministers of the Environment. (2001). "Canadian Water Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life", CCME Water Quality Index 1.0 User's Manual. Winnipeg, Canada.
- Deininger, R.A. and Maciunas, J. (1971). "A Water Quality Index for Public Water Supplies", Department of Environmental and Industrial Health, The University of Michigan, USA .
- Eassa, Amal M. and Mahmood, Amal A. (2012). "An Assessment of the treated water quality for some drinking water supplies at Basrah". Journal of Basrah Researches ((Sciences)). Volume 38. Number 3.
- Horton, R.K. (1965). "An Index Number System for Rating Water Quality", Journal of Water Pollution Control Fed., Vol.(37), No.(3), pp.(300 – 306).
- IQS 417, (2001), "A compendium of drinking-water quality standards in the Eastern Mediterranean Region". World Health Organization, Regional Office for the Eastern Mediterranean, Regional Centre for Environmental Health Activities, CEHA 2006.
- الأول ٢٠١٠ وكانون الثاني ٢٠١١) ما بين (٨٩,٥٩-٧٩,٥٦) أي صنف ضمن الفئة الثانية (جيدة)، ولكن في شهر تشرين الثاني بلغت قيمة المؤشر (٧٨,٩٧) أي صنف ضمن الفئة الثالثة. بينما شهد مجمع ماء القادسية (الفراس) ارتفاعاً في قيم المؤشر خلال الأشهر (تشرين الأول وكانون الأول ٢٠١٠ وكانون الثاني ٢٠١١) إذ تراوحت ما بين (٨٩,٦-٧٩,٠٤) أي ضمن الفئة الثانية (جيدة)، بينما بلغت قيمة المؤشر في شهر (تشرين الثاني) (٧٨,٨٤) أي ضمن الفئة الثالثة (معتدلة). تباينت قيم مؤشر نوعية المياه المعاملة لمشروع ماء العوجة ما بين (٨٩,٧٣-٧٩,١) أي صنفت ضمن الفئة الثانية (جيدة).
- ٣- إن نوعية مياه الشرب قد تحسنت في مشروع (تكريت) (الموجد) - العوجة) طيلة فترة الدراسة وهذا يدل على التزام نسبي للمشروعين بتطبيق المواصفات الخاصة بنوعية مياه الشرب.
- ٤- إن نوعية مياه الشرب قد تحسنت في مجع (القادسية - القادسية) (الفراس)) خلال الأشهر (تشرين الأول وكانون الأول ٢٠١٠ وكانون الثاني ٢٠١١) ، بينما لم تتحسن قيمة المؤشر في شهر (تشرين الثاني)، وهذا يدل على وجود خلل في عمل هذين المجمعين عند معاملة المياه خلال هذا الشهر.

المصادر:

- الدوري، أيمن عوني سليم (٢٠٠٠). " تأثير المتدفقات الناتجة عن النشاط الصناعي والزراعي على طبيعة مياه نهر دجلة ضمن محافظة صلاح الدين ". رسالة ماجستير، كلية التربية/ علوم الحياة (البيئة)، جامعة تكريت .
- مويل، محمد سالم (٢٠١٠). " تقييم نوعية مياه الجزء الشمالي من شط العرب باستخدام دليل نوعية المياه (النموذج الكندي) ". رسالة ماجستير، كلية العلوم، جامعة البصرة.
- Abdul-Razak, A., Asiedu, A.B., Entsua-Mensah, R.E.M. and deGraft-Johnson, K.A.A. (2009). " Assessment of the Water Quality of the Oti River in Ghana", West African Journal of Applied Ecology, Vol. (15).
- Al-Jeboory, Muhsin Hamad Edham (2005). "A Study of Bacterial Indicators of Biological Pollution and Some Related Physical and Chemical Factors on River Tigris and Lower River Al-Zab in Al - Hawija and Tikrit Districts", M.Sc. Thesis, University of Tikrit, Iraq.
- Al-Khafaji, Talib Abud Zebala (2006). " An Evaluation of the Performance of Al - Hussain City Water Treatment Plant at Karbala", M.Sc. Thesis, University of Technology, Iraq.
- Alobaidy, Abdul Hameed, M. Jawad; Maulood, Bahram K. and Kadhem, Abass J. (2010). " Evaluating Raw

- Shihab, A.S. and Al-Rawi, S.M. (1994). "Application of Water Quality Index to Tigris River Within Mosul City", Journal of Al-Rafidain Eng. Vol.(4), No.(3), pp.(80 – 92).
- Steel, E.W. and McGhee, Terence J. (1979). "Water Supply and Sewerage", 5th edition, McGraw-Hill International book company, USA.
- Taka, A.S., Kadem, L.S. and Ulaiwi, J.H. (2001). "Hydrochemistry of Tigris River Between Hammam Al-Alil and Baghdad", Journal of Tikrit University for Scientific Engineering, Vol.(8), No.(2), pp.(21-37).
- Mojahedi, S. Ali and Attari, J. (2009). "A Comparative Study of Water Quality Indices for Karun River", ASCE, World Environmental and Water Resources Congress: Great Rivers. <http://www.ascelibrary.org>
- Numaan, Muhammed M. (2008). "Development of Water Quality Index for Tigris river water between Alsharqat and Alboajeel". M.Sc. Thesis, Engineering Collage, University of Tikrit.
- Pesce, Silvia F. and Wunderlin, Daniel A. (2000). "Use of Water Quality Indices to Verify The Impact of Cordoba City (Argentina) on Suquia River", Water Resources Journal, Vol. (34), No. (11), pp. (2915-2926).

Abstract

Evaluating of raw and treated water quality for some water treatment plants in Tikrit by Water Quality Index

Waleed M. Sh. Alabdriba, Mohammed M. Numaan, Nadia N. Sabeeh Tamara S. Basher

A water quality index is an essential part in the management system of water resources through to its use as a numerical scale to evaluate and classify the quality of water body for various beneficial uses (drinking, industry and irrigation). The present study used the Water Quality Index (WQI) based on Canadian Council of Ministers of the Environment, 2001 as a tool to evaluate the quality of raw and treated water for four water treatment plants in Salah Alddin province - Tikrit City form October 2010 to the end of January 2011. For this purpose, Eight variables were chosen which are: water temperature (°C), turbidity (NTU), total dissolved solids (mg/L), pH, hardness (mg/L as CaCO₃), calcium (mg/L), magnesium (mg/L) and chloride (mg/L). The study showed that the WQI values for raw water in all plants were classified as Category III (moderate) (65.56 - 75.6). Significant improvement in treated water was noticed for consecutive months (October and December and January). For Tikrit and Ouja water plant the WQI values are ranging between (79 – 89.77) and (79.1 – 89.73) respectively. The corresponding values for Al-Qadisiyah and Al-Qadisiyah (Al-Faris) are (79.56 – 89.59) and (79.04 – 89.6) which means that the classification of water is within the second Category (good).

Key Words:- Canadian Water Quality Index, Water Treatment Plants.