مجلة تكريت للعلوم الهندسية/المجلد 16/العدد2/حزيران 2009، (66-81)

تأثير مصب نهر الزاب الأعلى على الخصائص النوعية لمياه نهر دجلة

م.م محمد أحمد سعيد

قسم الهندسة المدنية- جامعة الموصل

الخلاصة

يتأثر نهر دجلة أثناء مروره بالأراضي العراقية بما يصل إليه من مياه روافد وبتأثير الحصر بفعل السدود كسد الموصل أو الأنشطة البشرية في المناطق السكنية التي يخترقها كمدينة الموصل وبما يصله من مطروحات الأنشطة الزراعية غير المعالجة على ضفافه. يتصل بنهر دجلة عدة روافد داخل العراق ، تبدأ بنهر الخابور الذي يلتقي فيه في منطقة فيشخابور قرب الحدود الدولية العراقية التركية. أما ثاني الروافد فهو نهر الزاب الأعلى الذي يصب في نهر دجلة في منطقة المشراق (حوالي 45 كم) جنوب مدينة الموصل . والبحث الحالي هو دراسة لتأثير التقاء الرافد بالنهر على نوعية مياه نهر دجلة بفعل ما يحمله من ملوثات أو تعديل في خصائص النهر بفعل التصاريف الكبيرة أو نوعية مياه الرافد.

بينت النتائج أن الرافد يؤثر ايجابياً في تعديل بعض الخواص الفيزياوية أو الكيمياوية للنهر أوتحسينها، فقد ارتفعت التراكيز بنسبة 6% للدالة الحامضية و 56% للأوكسجين المذاب134.5% للقاعدية، فيما يؤثر في خفض التراكيز الأخرى وبنسبة 27.7% للتوصيل الكهربائي و23.6% للمواد الصلبة الكلية و40% للمواد الصلبة العالقة و16.5% لأيون الكالسيوم و20% لأيون الكلوريد و33% للكبريتات و40% للمتطلب الكيمياوي للاوكسجين و6% للحمل العضوي.

الكلمات الدالة :نهر الزاب الأعلى، نهر دجلة، نوعية المياه

Effect of Upper Zab River Confluence Point on The Quality Characteristics of Tigris River Water

Abstract

Many sources play a significant role in changing the Tigris river water quality within Iraqi territory, such as the river's tributaries receiving points, impounding like Mosul dam, the residential settlements as Mosul city, and the untreated discharge of agricultural activities.

The First river tributary is Khabbor which confluences the Tigris River at Feshkhaboor village, near the Iraqi-Turkish borders. The second one is Upper Zab which meeting the river at Mishraq, 45 Km south of Mosul. Upper Zab Tributary is characterized by high discharges rates, and high pollution content. The study aim to evaluate its effect on the Tigris river water quality.

The Study revealed that the Upper Zab river has buffering capacity that polishes or enhances the Tigris river water characteristics, with an adverse effect for the others. For example, the values increased by 6% for pH, 56% for Dissolved oxygen, and 134.5% for alkalinity, Whereas the other characteristics decreased by 27.7% for electrical conductivity, 23.6% for total solids, 40% for suspended solids,16.5% for calcium ion, 20% for chloride, 33% for sulfate, 50% for chemical oxygen demand, and 6% for biological oxygen demand.

Key words: Upper Zab river, Tigris river, Water quality

مقدمة

يقع نهر الزاب الأعلى وروافده بين خطي طول 35°59'N و 38°N وخطـــي عـــرض 43°18'E و.44°18'E ، ويمتد حوض النهر شرق دجلة ، إذ ينبع من المنطقة الجبلية جنوب تركيا[1]. تبلغ مساحة حوض النهر مع روافده حوالي 26473 كم^2، ويقع حوالي 62% منه (25810 كم^2) داخل العراق[2]. تسقط معظم الأمطار تسقط في حوضه في فصلي الشتاء والربيع ، ويبلغ معدل الساقط المطري السنوي له بين 350-1000ملم . أما طبيعة التربة في حوض النهر فهي 9% تربة رملية عالية النفاذية ، 26 % طينية إلى طينية غرينية ، 32% مناطق صخرية ، مع وجود تصدعات ، 9% منطقة جبلية صخرية ذات انحدار شديد ، 4% تربة صخرية ذات 9% حجر جيري. ويبلغ معدل تصريفه السنوي عند التقائه بدجلة حوالي 13.8كم^3 سنوياً[1] . يلتقي الرافد بنهر دجلة قرب قرية المشراق جنوب مدينة الموصل في الموقع المقابل لمعمل كبريت المشراق .

أما نهر دجلة فينبع من جنوب شرق تركيا ليدخل الحدود العراقية قرب قرية فيشخابور بعد أن يقطع 400 كم داخل الأراضي التركية الجبلية . تتأثر مياهه داخل العراق بفعل الحصر في سد الموصل، 50كم شمال الموصل[3، 4]. ويصل مدينة الموصل، أكبر تمركز سكاني وصناعي شمال العراق ليخترقها بعد أن يقطع 188كم داخل الحدود العراقية، لتتغير نوعية مياهه [5، 6]، ثم يتجه جنوباً ليظهر تأثير المياه الكبريتية في منطقة حمام العليل، 28كم جنوب الموصل[7].

إن المنطقة المحصورة بين جنوب مدينة الموصل وحتى موقع البحث، 45 كم جنوب الموصل، لم تشهد نشاطاً سكانياً على ضفافه، وإنما يغلب على استخداماتها طابعي الزراعة والإرواء. تتميز منطقة البحث بكونها منطقة ترسبات نهرية حديثة وتقع ضمن تكوين الفتحة الذي يضم ترسبات الكبريت الناتجة عن تحول وتمعدن طبقات الجبس والانهايدرايت مع وجود نسبة من الصخور ذات الطابع الجيري [8].

طريقة العمل

تم إجراء سلسلة من عمليات النمذجة الحقلية في حوض النهر، إذ تم اختيار أربعة مقاطع نمذجة، يمكن نمذجة وقياس الخصائص فيها بسهولة، اثنان منها يقعان قبل نقطة الملتقى والأخريان بعدها(الشكل 1). يمثل المقطع الأول حالة النهر الاعتيادية قبل مزجه بمطروحات الشركة العامة لكبريت المشراق ويبين المقطع الثاني سمات النهر بعد تأثره بمطروحات الفضلات الصناعية للشركة وقبيل موقع مصب الرافد، فيما يمثل المقطع الثالث خصائص النهر نتيجة امتزاجه بمياه الرافد بعد نقطة المصب بمسافة تقدر بحوالي 200م، والمقطع الأخير يبين حالة استقرار جريان مزيج النهر والرافد. تم سحب نماذج موقعية ممثلة لكل من جانبي النهر ووسطه واخذ معدل للمقطع . اختيرت أوقات النمذجة لتمثل خصائص مختلفة للنهر ولفترات مختلفة من السنة، إذ جرت النمذجة في أشهر أيلول وآذار وأيار. جرى فحص نماذج المياه للمجريين الصناعيين للشركة المذكورة، فضلاً عن سحب نماذج من آبار القرى المجاورة وفحصها. تم قياس بعض خصائص المياه موقعياً مثل درجة الحرارة والتوصيل الكهربائي (EC) والدالة الحامضية (pH) والأوكسجين المذاب (D.O) فيما تم قياس الخصائص الأخرى مختبرياً وفق ما ورد في مدونة المواصفات القياسية[9]. تم تحليل ومقارنة نتائج المقطعين الثاني والثالث إحصائيا باستخدام طريقة Paired t-test.

النتائج والمناقشة

يبين الجدول (1) خصائص المقاطع النهرية الأربعة لنهر دجلة أثناء دورات النمذجة، وتبين الجداول (2-5) نتائج الفحوصات للمقاطع النهرية الأربعة متضمنة نتائج فحوصات المواقع العرضية الجانبية والوسطية لكل مقطع مع المعدل. تؤشر الجداول عموماً اتساق خصائص النهر في نماذج كل مقطع في مواقع النمذجة لجانبي ووسط النهر وعدم وجود فروق جوهرية في خصائص المقاطع نفسها كافة، فيما عدا درجة الحرارة التي تتبع المواسم للسنة، ويسهم في ذلك سرعة النهر النسبية التي تمنع الترسيب أو تحد منه في مواقع المقاطع .

يلاحظ ارتفاع قيم التراكيز لشهر آذار وذلك بفعل الارتفاع الآني الملحوظ في تصريف نهر الزاب الأعلى غير مصحوب بارتفاع مماثل في تصريف مياه نهر دجلة وقت النمذجة والذي سبب ارتفاع منسوب المياه في المنطقة المجاورة بشكل ملحوظ، اذ كانت مياه الرافد محملة بالأطيان وبقايا النباتات والمواد الطافية. وهذا الارتفاع في تصريف الرافد عمل على ارتفاع قيم التراكيز لبعض الخصائص كالتوصيل الكهربائي والمواد الصلبة الكلية (TS) والعالقة (SS) والعسرة، فيما قلت التراكيز الأخرى كالمتطلب الكيموحيوي للاوكسجين (COD)، والمتطلب الحيوي للاوكسجين (BOD_5) وذلك للتخفيف الكبير الحاصل، وهذه الطفرة أدت إلى ارتفاع معدلات تراكيز مختلف الخصائص للمقاطع كافة ماعدا الأول لعدم تأثره بها.

توضح الأشكال (2-7) التغاير الحاصل في عدد من محددات نوعية مياه النهر، إذ أن اختلاف نوعية المياه بين المقطعين الأول والثاني للنهر يمكن عزوه إلى ما يصله من مطروحات مجاري الفضلات الصناعية السائلة المطروحة عن أنشطة الشركة العامة لكبريت المشراق عبر مجريين صناعيين (جدول (6))، إذ يؤثر المجريين بفعل قوة فضلاتهما في نوعية مياه نهر دجلة في المقطع الثاني عما هي عليه في المقطع الأول، فحامضيتهما الشديدة تقلل الدالة الحامضية لمياه النهر، وينحسر الأوكسجين المذاب فيه ليبلغ نصف تركيز الإشباع بتأثير وجود أيونات مختزلة كالكبريتيد (معدل تركيزه 178 ملغم / لتر)، مصحوبة بزيادة في قيم التوصيل الكهربائي وتراكيز المواد الصلبة الكلية والعالقة والكبريتات وأيون الكلوريد والمتطلب الكيموحيوي للأوكسجين والمتطلب الحيوي للأوكسجين. ويعمل المجريان كذلك على رفع قيم العسرة التي تتحول إلى عسرة دائمية غالباً بوجود أيون الكبريتات الذي يتحول الى كبريتات الكالسيوم مع قلة تركيز القاعدية أو شحتها في المجريين.

وترتفع نسبة المتطلب الكيموحيوي للأوكسجين إلى المتطلب الحيوي عن قيمتها الاعتيادية لمياه الأنهار وهذا يمكن عزوه إلى وجود مركبات أو مواد لا تتحلل بايولوجياً بسهولة أثناء فترة الأقلمة، أو وجود مواد تمنع الأكسدة البايولوجية والتي تشكل الجزء الأكبر من قيمة المتطلب الكيموحيوي للأوكسجين للنموذج[10] مثل مركبات الكبريت والمركبات الكيمياوية الأخرى ومصدرها مطروحات المجريين الصناعيين المذكورين ذات الطبيعة الكيمياوية الصرفة.

تعطى تراكيز الاشباع للأوكسجين المذاب في الماء كدالة لدرجة حرارة المياه في المصادر العلمية لحالة المياه النظيفة غير الحاوية على أي محتوى للكلوريد فيها، ولكن بوجود ايون الكلوريد فان قابلية ذوبان الاوكسجين في الماء تتأثر بوجوده حيث يقلل من تركيز الاشباع للاوكسجين واعتماداً على درجة حرارة الماء، كما يتأثر تركيز الأوكسجين المذاب أو يزال بسهولة في حال وجود طلب اوكسجيني من فضلات عضوية أو حمل عضوي[11]، ونظراً لوجود تراكيز عالية من أيون الكلوريد مترافقة مع وجود حمل

عضوي ومتطلب كيموحيوي للاوكسجين في فضلات المصبين الصناعيين (جدول (6)) ، لذا يتأثر محتوى الأوكسجين المذاب في الماء، كما يلاحظ وجود تراكيز من مركبات الكبريت غير كاملة التأكسد وبشكل جذر الكبريت وايون الكبريتيد والتي تحتاج الى اوكسجين لاكمال اكسدتها الى الكبريتات مقللة بالتالي من تركيز الأوكسجين المذاب، فيما تتأثر كمية الأوكسجين المذاب بزيادة محتوى المواد الصلبة الذائبة أو العالقة حيث تقل كمية الاوكسجين بزيادتها أو عند اضافة مواد صلبة الى الجسم المائي كما هو حاصل في المنطقة التي تلي منطقة المصب بتأثير مياه الرافد، لذا يمكن ملاحظة التباين في العلاقة بين قيم الأوكسجين المذاب ودرجة الحرارة في النهر.

أما التباين بين قيم التوصيل الكهربائي وقيم المواد الصلبة الكلية فيمكن تفسيره بما تحمله مياه الرافد من مواد طافية وأطيان ومواد عضوية والتي لا تساهم بنفس الدرجة في زيادة قيمة التوصيل الكهربائي الذي يعتمد على كمية الأملاح الذائبة الموجودة[11]. اذ أن التوصيل الكهربائي يعد دليلاً على تركيز المواد الصلبة الذائبة وليس المواد الصلبة الكلية، ويتأثر التوصيل الكهربائي بوجود المواد الصلبة الذائبة غير العضوية مثل أيونات الكلوريد والكبريتات والكالسيوم والمغنيسيوم وهذه الأيونات موجودة في مياه النهر وكما مبينة في الجدول(1).

أما تأثير نهر الزاب، وخصوصاً الفجائي أو الصدمي بفضل التخفيف الذي يحدثه في جسم نهر دجلة، وما يحمله دفقه الكبير من طمى ومواد طافية، وخصوصاً أثناء نمذجة شهر آذار، فيمكن إدراكه من نتائج التحليل الاحصائي (جدول (7))، حيث كان تأثير مصب نهر الزاب الأعلى احداث زيادة غير معنوية ($P\leq0.05$) في قيم الدالة الحامضية والأوكسجين المذاب والعسرة مترافقة بخفض غير معنوي ($P\leq0.05$) في قيم التوصيل الكهربائي والمتطلب الكيموحيوي للاوكسجين ($P\leq0.05$). وتأثرت النتائج الأخرى معنويا، فقد ارتفعت تراكيز المواد الصلبة الكلية والمواد الصلبة العالقة وأيون المغنيسيوم والقاعدية والكبريتات بصورة معنوية ($P\leq0.05$)، فيما انخفضت تراكيز أيون الكالسيوم وأيون الكلوريد والحمل العضوي بصورة معنوية ($P\leq0.05$).

ونظراً لتطرف نتائج نمذجة شهر آذار بفعل الفيض الكبير لنهر الزاب الذي رافق عمل النمذجة الموقعية حينها، فقد تم عمل مقارنة للتغاير النوعي في مياه نهر دجلة بين المقطعين الثاني والثالث (جدول (8)) باستبعاد نتائج هذا الشهر واعتماداً على أساس معدل النتائج لشهري أيلول وأيار فقط لتوازنهما وماً.

فعند ملاحظة الجدول (8) نرى أن تصريف نهر الزاب الأعلى عمل على رفع التراكيز بنسبة 6% للدالة الحامضية ، 56% للأوكسجين المذاب و 134.5% للقاعدية، فيما انخفضت التراكيز الأخرى في مزيج الرافد والنهر بنسبة 27.7% للتوصيل الكهربائي، 23.6% للمواد الصلبة الكلية، 40% للمواد الصلبة العالقة، 16.5% لأيون الكالسيوم، 20% لأيون الكلوريد، الذي هو عنصر محافظ ولا يفقد من تركيزه بتأثير الفعاليات البايولوجية والكيمياوية والفيزياوية بل يعد التخفيف الميكانيكية الوحيدة التي تؤثر على تركيزه [10]، 33% للكبريتات، 40% للمتطلب الكيميوحيوي للاوكسجين، و 6% للمتطلب الحيوي للاوكسجين، فيما لم تتأثر القاعدية كثيراً لانخفاض قيمها في المقاطع كافة وعدم وجود مصادر ملحوظة للكاربونات والبيكاربونات على مسار الشريط النهري قيد البحث.

إن اختلاف نتائج التحليل الاحصائي عما ورد في مقارنة التغاير، وخصوصاً بالنسبة لتأثير مصب نهر الزاب على تراكيز الكبريتات والمواد الصلبة

العالقة والكلية والعسرة، يمكن تفسيره باستبعاد نتائج فحوصات شهر آذار. عند عمل مقارنة تغاير النتائج التي تميزت بارتفاع في قيم بعض الخواص بنسب تتجاوز 3000% من قيمة معدل القراءتين لشهري أيلول وأيار كما في قيم المواد الصلبة العالقة وبدرجة أقل بالنسبة للمواد الصلبة الكلية، فضلاً عن ارتفاع معدل القيم للمقطع بنسبة كبيرة، بلغ التغاير 1200% بالنسبة للمواد الصلبة العالقة و 380% بالنسبة للمواد الصلبة الكلية .

وعند مقارنة نتائج الفحوصات للموقعين لدراسة سابقة[12] (جدول (9))، يمكن القول بأن هنالك تشابهاً بين الدراسة السابقة والبحث الحالي في تعيين تأثير نهر الزاب الأعلى على نوعية مياه نهر دجلة ، إذ تنخفض قيم الدالة الحامضية والعسرة الكلية وتراكيز أيونات الكالسيوم والمغنيسيوم والكلوريد.

أما المقطع الأخير فهو يمثل حالة النهر بعد امتزاجه بمياه الرافد واستقرار جريانه بعد موقع المصب، فبملاحظة الجدول (1) نلحظ عدم وجود فروق بين خصائص النهر بين المقطعين الثالث والرابع ماعدا تأثر بعض التراكيز كالمواد الصلبة التي ترتفع، وقد يكون سبب ذلك فعل النحت الذي يحدثه التقاء الرافد بالنهر في الضفة اليمنى للنهر مسبباً تآكل جوانب النهر. أما ارتفاع قيم بعض التراكيز كالعسرة وأيوني الكالسيوم والمغنيسيوم فيرجع إلى تأثر النهر بمكونات المياه الجوفية وخصوصاً على جانبه الأيمن، إذ بلغت تراكيز العسرة فيها بين (370-743 ملغم/لتر)، وتراكيز أيون الكالسيوم بين (84-166 ملغم/لتر)، وايون المغنيسيوم الى مابين (33-78.5 ملغم /لتر) ، والقاعدية بين (18.5-36 ملغم/لتر)، ومعظم هذه الآبار مكشوفة ومعرضة للعوامل الجوية مما يؤشر احتمال وجود شوائب عالقة فضلاً عن نمو الأشنات[13]. وهذه الحال تجعل هذه الآبار مصدر تلويث للنهر عبر التبادل النوعي بين المياه الجوفية والسطحية أو من جراء تسرب المياه إلى الطبقات السطحية، مما يتوجب ردم بعضها أو تغطيتها.

من ملاحظة الجداول عموماً يتبين أن تركيز العسرة في كافة المقاطع هو أقل مما متعارف عليه في نهر دجلة [13]، إذ تصل قيم العسرة ضمن شريط النهر في مدينة الموصل بين 234 إلى 318 ملغم/لتر[5]. أما زيادة تراكيز أيوني الكالسيوم والمغنيسيوم فسببه تحلل صخور الجبس والأنهايدرايت المتواجدة ضمن تكوين الفتحة في

المنطقة [8] ، مع تميز المياه عموماً بضعف القلوية عند ملاحظة قيم الدالة الحامضية، مع الأخذ بالحسبان تأثير المجريين الصناعيين في خفض قيم الدالة الحامضية وخصوصاً بين المقطعين الأول والثاني.

أما بالنسبة لتصنيف نهر دجلة حسب الحمل العضوي، فيمكن تصنيفه بأنه سيء ولا يصلح كموقع لإقامة محطة إسالة مياه في المقاطع النهرية

لأربعة لكون قيم الحمل العضوي تزيد عن 5 ملغم/لتر[14]. ونظراً لوقوع قيم الدالة الحامضية لمقاطع النهر بين (6.5-9.0)، فلا تؤثر التغيرات النوعية في المياه على قابلية الأحياء المائية على التكيف[15].

الاستنتاجات والتوصيات

1- يؤثر مصب نهر الزاب الأعلى تأثيراً ايجابياً في تحسين نوعية مياه نهر دجلة بفعل التخفيف الذي يحدثه دفقه الكبير نسبياً، إذ ارتفعت قيم التراكيز بنسبة 6% للدالة الحامضية، 56% للأوكسجين المذاب و 134.5% للقاعدية، فيما انخفضت التراكيز الأخرى في مزيج الرافد والنهر بنسبة 27.7% للتوصيل الكهربائي، 23.6% للمواد الصلبة الكلية ، 40% للمواد الصلبة العالقة، 16.5% لأيون الكالسيوم، 20% لأيون الكلوريد، 33% للكبريتات،

40% للمتطلب الكيموحيوي للاوكسجين، و 6% للمتطلب الحيوي.

2- تؤثر طبيعة المنطقة المتاخمة لموقع البحث (تركيب الفتحة) وكذلك الآبار الموجودة في القرى المجاورة في احداث تغيير نوعي في زيادة تراكيز بعض الخصائص كالكبريتات .

3- يؤثر وجود مجريين للمطروحات الصناعية من موقع الشركة العامة لكبريت المشراق في تغيير نوعية مياه نهر دجلة في المنطقة التي تسبق منطقة المصب مباشرة (المقطع الثاني).

4- أدى حدوث دفق غير طبيعي أثناء نمذجة شهر آذار الى رفع قيم تراكيز بعض الخصائص، كالمواد الصلبة الكلية والعالقة، بنسب كبيرة جدا، وسبب تفاوتاً في نتائج المقارنات بين المقطعين الثاني والثالث. إذ تفاوت التأثير عند مقارنة معدلات النتائج بين المقطعين الثاني والثالث، قبل المصب وبعده مباشرة، الذي أهمل قيم هذه النمذجة واعتمد معدلات نماذج شهري وأيلول عما هو عليه أثناء تنفيذ التحليل الاحصائي بطريقة Pair t-test.

5- بالرغم من التأثير الايجابي الذي يحدثه مصب نهر الزاب الأعلى في جسم نهر دجلة، فان كافة المقاطع قيد البحث أشرت عدم صلاحيتها للاستخدام كمأخذ لمياه الاسالة لتجاوز الحمل العضوي فيها عن 5 ملغم/لتر.

6- من مقارنة نتائج دراسة سابقة تبين حدوث نفس التغيير الايجابي في مياه نهر دجلة بفعل مصب نهر الزاب الأعلى .

7- ضرورة عمل محطات مراقبة مستمرة على طول حوضي نهري دجلة والزاب الأعلى وفي منطقة المصب لمراقبة التغاير الكمي والنوعي لمياه النهرين .

8- مراقبة الآبار القريبة ومحاولة ردم بعضها أو معالجته بما يحد أو يقلل من تأثيره السلبي على نوعية مياه نهر دجلة أو الزاب الأعلى .

المصادر

1-Abdullah, Fayez & Al-Badranih, Laith "Application of a rainfall-runoff model to three catchments in Iraq", Hydrological Sciences, 45(1) February 2000, pp. 13-25.

2- "Irrigation in the near east region in figures", Food and Agriculture Organization, 1997.

3- الطيار ، طه أحمد "تأثير سد الموصل على نوعية المياه وانعكاس ذلك على كفاءة محطات تصفية المياه في مدينة الموصل ، رسالة ماجستير ، كلية الهندسة / قسم الهندسة المدنية،1988ص 113.

4- القدو ، سلمى محمود، (1989) "دراسة ليمنولوجية وسايتولوجية ليرقات الجنس (*Chironomus*)في محافظة نينوى واتخاذها دلائل لتقدير نوعية المياه ، رسالة ماجستير، قسم علوم الحياة، كلية العلوم، جامعة الموصل.

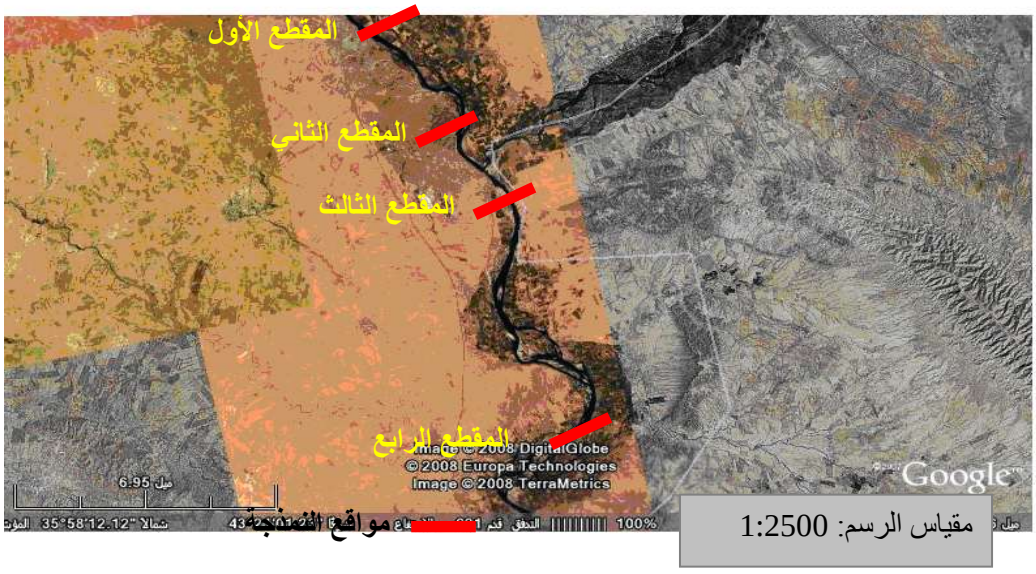
5- نعوم ، جوزيف زكي، (1985) "تأثير مطروحات مدينة الموصل على نهر دجلة" رسالة ماجستير ، قسم الهندسة المدنية، كلية الهندسة، جامعة الموصل.

6- بلال ، عادل علي والتمر ، مصعب عبد الجبار و سعيد ، محمد أحمد "تأثير مصب فضلات وادي عكاب وتأثيرها على نهر دجلة في مدينة الموصل" مجلة هندسة الرافدين، العدد الأول ، المجلد الخامس عشر ، ص 46-58، 2007 .

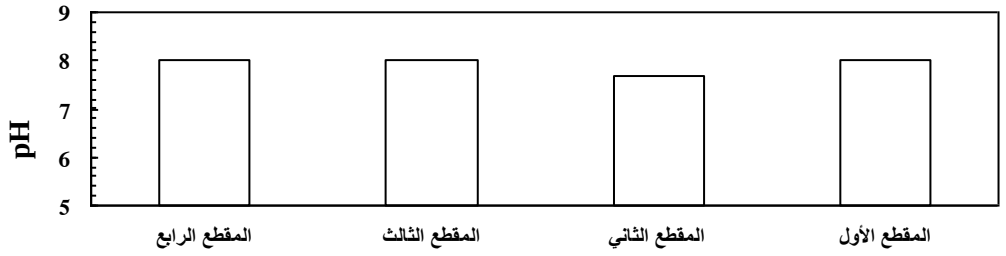
7- الحيالي ، عبد الله اسماعيل ، (2004) "دراسة المياه الكبريتية في مدينة حمام العليل خصائصها وتأثيراتها وامكانية معالجتها" رسالة ماجستير، قسم الهندسة المدنية، كلية الهندسة، جامعة الموصل.

8- الهسنياني ، زاهد عمر، (2003) "هيدرولوجية منطقة المشراق المحصورة بين نهري دجلة والزاب الأعلى" رسالة ماجستير، قسم علوم الأرض، كلية العلوم، جامعة الموصل.

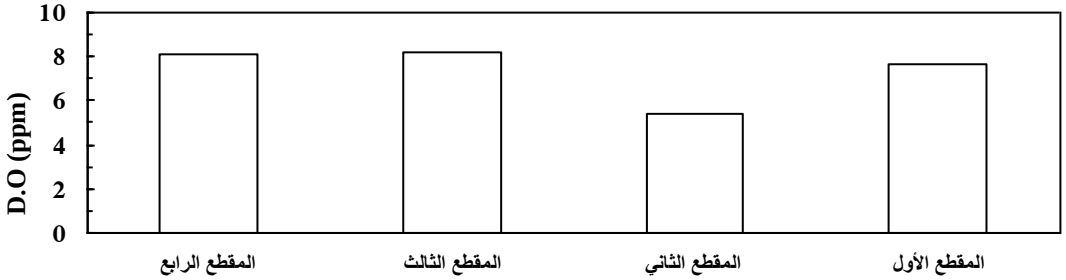
9- APHA, AWWA, WPCF "Standard Methods for Examination of Water and Wastewater", 16th. ed. New York, 1985, 1268p.
10- Chaudhury, Rajat R., Sobrinho, Jose. A. H., Wright, Raymond M., and Sreenivad, M. "Dissolved Oxygen Modeling of The Blackstone River (Northeastern United States), Wat. Res. Vol. 32, No. 8, pp. 2400-2412, 1998.
11- Tebbutt, T.H.Y. "Principles of Water Quality Control", 5th ed., Butterworth-Heinemann, 1998, 280p.
12- وثائق الشركة العامة لكبريت المشراق، 1998.
13- "تقرير الحالة البيئية في الشركة العامة لكبريت المشراق" مركز بحوث البيئة والسيطرة على التلوث ، جامعة الموصل ، 1998.
14- Hynes, H. B. "The Biology of Polluted Water", Liverpool Univ. Press, 1974, 202p.
15- Train, R. E., "Quality Criteria for Water", Castle House Publication Ltd. London, 1979, 213p.
16- Wahlin, K and Anders Grimvall "uncertainty in water Quality Data and its Implications for Trend Detection: Lessons From Swedish Environmental Data" Environmental science & Policy, 11 (2008), pp: 115-124.



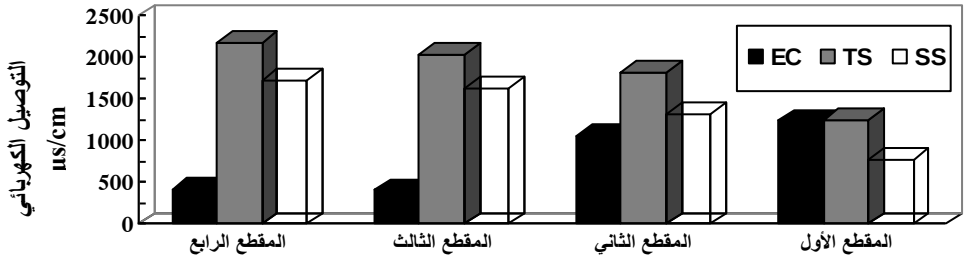
الشكل(1) : مواقع النمذجة على نهر دجلة



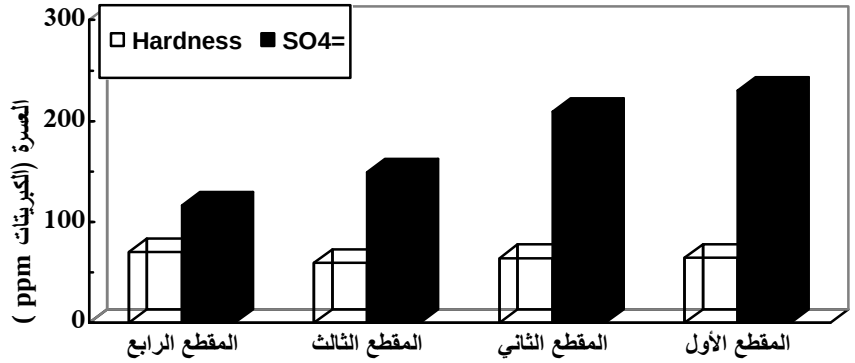
الشكل (2) : التغاير الحاصل في معدلات قيم الدالة الحامضية للمقاطع النهرية الأربعة



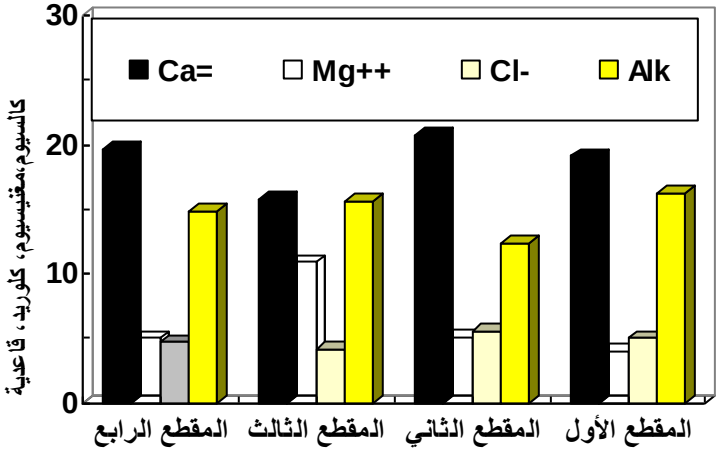
الشكل (3) : التغاير الحاصل في معدلات قيم الأوكسجين المذاب للمقاطع النهرية الأربعة



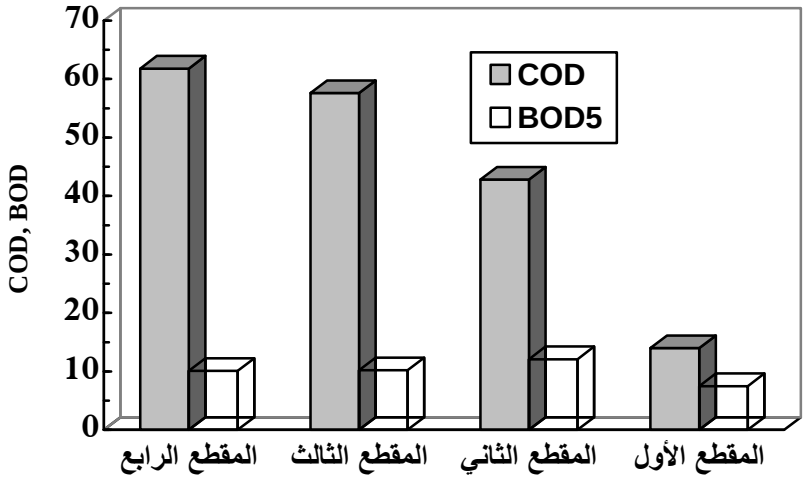
الشكل (4) : التغاير الحاصل في معدلات قيم التوصيل الكهربائي والمواد الصلبة الكلية والمواد الصلبة العالقة للمقاطع النهرية الأربعة



الشكل (5) : التغاير الحاصل في معدلات قيم العسرة والكبريتات للمقاطع النهرية الأربعة



الشكل (6) : التغاير الحاصل في معدلات قيم الكالسيوم والمغنيسيوم والكلوريد والقاعدية للمقاطع النهرية الأربعة



الشكل (7) : التغاير الحاصل في معدلات قيم المتطلب الكيمياوي للاوكسجين والحمل العضوي للمقاطع النهرية الأربعة

جدول (1): نتائج فحوصات المقاطع النهرية

الفحص	المقطع الأول			المقطع الثاني				المقطع الثالث				المقطع الرابع			
	أيلول	آذار	المعدل	أيلول	آذار	أيار	المعدل	أيلول	آذار	أيار	المعدل	أيلول	آذار	أيار	المعدل
pH	8.2	7.7	8.0	7.8	7.7	7.5	7.7	8.1	7.8	8	8	8.1	7.8	8.1	8
Temp. (°C)	10.2	12.9	11.6	10.5	13.5	20.5	14.8	12	12.4	19	14.1	11.3	12.5	19.3	14.4
EC µS/cm@25°C	567	1939	1238	640	1990	544	1058	524	364	332	407	509	420	331	420
DO (mg/l)	7.8	7.6	7.7	6.2	5.1	5	5.4	9	8.5	6.9	8.2	8.5	8.7	7.1	8.1
TS (mg/l)	527	1970	1245	803	4116	567	1829	537	5043	510	2030	560	5457	530	2182
SS (mg/l)	123	1430	777	277	3589	117	1328	123	4720	147	1633	183	4910	107	1734
Ca^{++} (mg/l)	12.1	26	19.1	13.7	25.4	22.7	20.7	10.3	17	20	15.8	10.4	17.5	31.3	19.7
Mg^{++} (mg/l)	2.49	5.5	4	3.1	7.3	5	5.1	9.9	13.6	9.1	10.9	2.6	2.6	9.7	3
Alk. (mg/l)	14	18.3	16.2	10.9	17.7	8.7	12.4	21.5	16.9	8.4	15.6	18.9	16.6	8.9	14.8
Hardness (mg/l)	40.8	87.9	64.4	50.7	93.5	78.1	74.1	36.2	54.7	86.4	59.4	37	54.7	118.4	70
Cl^- (mg/l)	5	5	5	8.3	5.3	2.9	5.5	5.8	3.2	3.2	4.1	5.8	3.4	4.9	4.7
$SO_4^=$ (mg/l)	149.5	310	230	191	302	133	209	141.6	217.3	75.8	144.9	134	136	78.2	116
COD (mg/l)	16	12.1	14	99	13	94.6	42.8	37	56.7	79	57.6	85.3	19	81	61.8
BOD_5 (mg/l)	8.6	6.3	7.5	11.25	8.7	16.3	12.1	9.9	5.7	15.1	10.2	9.63	8.6	12	10.1

جدول (2): معدل الخصائص النهرية للمقطع الأول

الفحص	أيلول				آذار			
	يمين	وسط	يسار	المعدل	يمين	وسط	يسار	المعدل
pH	8.1	8.2	8.2	8.2	7.6	7.8	7.7	7.7
EC µS/cm@25°C	572	560	565	567	1940	1930	1946	1939
DO (mg/l)	7.7	7.9	7.7	7.8	7.5	7.5	7.7	7.6
TS (mg/l)	530	525	526	527	1955	1982	1966	1970
SS (mg/l)	127	124	120	123	1419	1448	1422	1430
Ca^{++} (mg/l)	11.6	12.3	12.4	12.1	24.5	28	25	26
Mg^{++} (mg/l)	2.45	2.51	2.5	2.49	5.3	5.6	5.5	5.5
Alkalinity (mg/l)	13	15	13	14	18	19	18	18.3
Hardness (mg/l)	40	41	41.3	40.8	86	88.6	89	87.9
Cl^- (mg/l)	5	4.9	5	5	5	5	5.1	5
$SO_4^=$ (mg/l)	150	147.5	151	149.5	312	305	313	310
COD (mg/l)	16	15	17	16	11.5	12	12.6	12.1
BOD_5 (mg/l)	8.5	8.5	8.9	8.6	6.4	6.2	6.0	6.3

جدول (3): معدل الخصائص النهرية للمقطع الثاني

الفحص	أيلول				آذار				أيار			
	يمين	وسط	يسار	المعدل	يمين	وسط	يسار	المعدل	يمين	وسط	يسار	المعدل
pH	7.8	7.8	7.5	7.8	7.6	7.7	7.7	7.7	7.6	7.4	7.5	7.5
EC µS/cm@25°C	622	643	654	640	1960	1997	2012	1990	541	540	550	544
DO (mg/l)	4.9	5.0	5.1	5	5.0	5.1	5.1	5.1	6.1	6.2	6.2	6.2
TS (mg/l)	796	805	808	803	4080	4139	4134	4116	559	570	571	567
SS (mg/l)	270	279	280	277	2566	2599	4002	3589	112	119	121	117
Ca^{++} (mg/l)	13	14	14	13.7	26	25	25.1	25.4	21	23	24	22.7
Mg^{++} (mg/l)	2.6	3	3.6	3.1	7	8	7	7.3	4.9	5.5	4.7	5
Alkalinity (mg/l)	10.5	11.1	11.0	10.9	17	18.3	17.7	17.7	8.5	8.8	8.7	8.7
Hardness (mg/l)	51	51	50	50.7	92	94	94.5	93.5	70.6	71.9	72.9	78.1
Cl^{-} (mg/l)	8	8	9	8.3	5	6	5	5.3	2.7	3	3	2.9
$SO_4^{=}$ (mg/l)	196	186	190	191	32	28	30.5	302	135	130	134	133
COD (mg/l)	102	92	103	99	14	11	13	13	98	91	94	94.6
BOD_5 (mg/l)	11.45	11.1	11.2	11.25	8.8	8.5	8.7	8.7	16.6	15.8	16.5	16.3

جدول (4): معدل الخصائص النهرية للمقطع الثالث

الفحص	أيلول				آذار				أيار			
	يمين	وسط	يسار	المعدل	يمين	وسط	يسار	المعدل	يمين	وسط	يسار	المعدل
pH	8	8.1	8.1	8.1	7.7	7.9	7.8	7.8	8	8	8.1	8
EC µS/cm@25 °C	530	521	522	524	359	366	368	364	322	336	338	332
DO (mg/l)	8.2	8.9	8.4	8.5	6.8	7.1	6.9	6.9	8.9	9.1	9.0	9
TS (mg/l)	537	533	541	537	5060	5024	5044	5043	518	508	512	510
SS (mg/l)	123	120	125	123	4725	4706	5044	4720	140	149	152	147
Ca^{++} (mg/l)	10	10	11	10.3	16	17	17	17	21	18	20	20
Mg^{++} (mg/l)	9.8	9.9	10.1	9.9	13	14	14	13.6	9	9.2	9	9.1
Alkalinity (mg/l)	21	21.5	22	21.5	170	168	168	16.9	8.6	8	8.5	8.4
Hardness (mg/l)	36.3	35.0	37	36.2	54	55	55	54.7	88	84.1	88	86.4
Cl^{-} (mg/l)	5.5	5.9	5.9	5.8	3.0	3.3	3.1	3.2	3.0	3.3	3.1	3.2
$SO_4^{=}$ (mg/l)	143	136	145	141.6	218	214	220	217.3	76	74	77.3	75.8
COD (mg/l)	38	37	37	37	57	52	61	56.7	80	75	82	79
BOD_5 (mg/l)	9.8	9.8	10.0	9.9	5.6	5.6	5.8	5.7	15	15	15.2	15.1

جدول (5): معدل الخصائص النهرية للمقطع الرابع

الفحص	أيلول				آذار				أيار			
	يمين	وسط	يسار	المعدل	يمين	وسط	يسار	المعدل	يمين	وسط	يسار	المعدل
pH	8.1	8	8	8.1	7.7	7.8	7.8	7.8	8	8.1	8.1	8.1
EC µS/cm@25°C	500	508	520	509	412	421	427	420	318	335	340	331
DO (mg/l)	8.4	8.6	8.4	8.5	7	8.2	7.1	7.1	8.0	8.3	8.2	8.7
TS (mg/l)	566	550	563	560	5468	5545	5463	5457	532	527	531	530
SS (mg/l)	184	181	183	183	4915	4895	4920	4910	108	105	107	107
Ca^{++} (mg/l)	10	11	10.1	10.4	17	18	17.5	17.5	30	32	32	31.3
Mg^{++} (mg/l)	2.5	2.6	2.5	2.6	2.6	2.7	2.6	2.6	9.5	9.9	9.7	9.7
Alkalinity (mg/l)	18	18.5	19.5	18.9	16.6	16.4	16.7	16.6	8.8	8.9	9	8.9
Hardness (mg/l)	39	32	40	37	55	50	55	54.7	118.5	117.5	119.2	118.4
Cl^- (mg/l)	5.7	5.8	6	5.8	3.2	3.8	3.1	3.4	4.8	4.9	5	4.9
$SO_4^=$ (mg/l)	138	128	136	134	138	133	136	136	78	77	79.6	78.2
COD (mg/l)	85	83.8	86	85.3	19.5	17.4	20	19	80	81	81	81
BOD_5 (mg/l)	9.6	9.6	9.7	9.63	8.5	8.6	8.8	8.6	12	10	14	12

جدول (6): نتائج فحوصات عينات المجاري الصناعية

الفحص	المجرى (1) $Q=116m^3/hr$				المجرى (2) $Q=1m^3/hr$			
	أيلول	آذار	أيار	المعدل	أيلول	آذار	أيار	المعدل
pH	2.6	2.5	3.1	2.7	0.9	1.35	0.9	1.05
Temp. (°C)	13	14	25	17	14	21	26	20
EC µS/cm@25°C	4675	8581	364	4540	132750	61880	1000	65210
DO (mg/l)	8	7.9	8.6	8.2	8.7	8.6	3	6.8
TS (mg/l)	3570	26480	4210	11420	59590	36810	99940	65446
SS (mg/l)	140	21890	230	7420	2760	13340	7370	7823
Ca^{++} (mg/l)	78.7	169.9	443	230	120.2	200.4	441	254
Mg^{++} (mg/l)	8.7	19.6	36.8	21.7	14.6	22.4	34.7	23.9
Alkalinity (mg/l)	Nil	Nil	Nil	Nil	Nil	Nil	Nil	Nil
Hardness (mg/l)	231.7	506.2	1259	666	360	1017	1671	1016
Cl^- (mg/l)	94.3	6.4	928	343	10.6	6.4	14.1	10.4
$SO_4^=$ (mg/l)	1306	2019	1354	1559	23876	14938	23680	20831
COD (mg/l)	9	23	100	44	160	193	317	233
BOD_5 (mg/l)	6.95	11.8	17.3	12	3.25	27	19	16.4

مجلة تكريت للعلوم الهندسية/المجلد 16/العدد2/حزيران 2009، (66-81)

جدول (7): التحليل الإحصائي لمعدل الخصائص النهرية للمقطعين الثاني والثالث

الفحص	المقطع الثاني	المقطع الثالث	المعنوية (p≤0.05)
	المعدل ± الانحراف المعياري	المعدل ± الانحراف المعياري	
pH	0.44±7.62	0.14±7.96	0.704
EC	700.4±1057.6	89.36±406.9	0.432
DO	0.57±5.41	0.95±8.14	0.063
TS	1719.54±1829.1	2258.9±2030.7	0.000(معنوية)
SS	1488.6±1149.77	2347.0±1698.2	0.000(معنوية)
Ca^{++}	5.37±20.56	4.21±15.55	0.008(معنوية)
Mg^{++}	1.9±5.14	2.13±10.88	0.013(معنوية)
Alkalinity	4.08±12.4	77.07±66.17	0.000(معنوية)
Hardness	18.57±71.98	22.2±59.15	0.349
Cl^-	2.39±5.52	1.33±4.01	0.01(معنوية)
$SO_4^=$	70.47±117.94	61.42±144.81	0.05(معنوية)
COD	42.2±68.66	19.29±57.66	0.996
BOD_5	3.37±12.07	4.06±10.19	0.000(معنوية)

جدول (8): مقارنة تغاير النتائج بين المقطع الثالث والمقطع الثاني

الفحص	المقطع الثاني	المقطع الثالث	التغاير %
pH	7.65	8.05	6
EC µS/cm@25°C	592	428	-27.7
DO (mg/l)	5.6	8.75	56
TS (mg/l)	685	523.5	-23.6
SS (mg/l)	197	135	-40
Ca^{++} (mg/l)	18.2	15.2	-16.5
Mg^{++} (mg/l)	4.05	9.5	211
Alkalinity (mg/l)	9.8	15	134.5
Hardness (mg/l)	64.4	61.15	-5
Cl^- (mg/l)	5.6	4.5	-20
$SO_4^=$ (mg/l)	162	108.7	-33
COD (mg/l)	96.8	58	-40
BOD_5 (mg/l)	13.8	12.5	-9.4

جدول (9): مقارنة بين نتائج المقطعين الثاني والثالث (الشركة العامة لكبريت المشراق ،1982)

الفحص	pH	Hardness	Ca++	Mg+	Cl-
المقطع الثاني	7.8	233	58.6	21.5	21.2
المقطع الثالث	8.0	220	56.4	19.3	20.9