التغيرات الموسمية في بعض عناصر نوعية مياه نهر دجلة بين قبر العبد والقيارة

طه احمد الطيار عبد المحسن سعد الله شهاب
مركز بحوث البيئة والموارد المائية
جامعة الموصل

تاريخ الاستلام 2004/2/15 تاريخ القبول 2004/7/28

ABSTRACT

Surface water is the main source of water in Mosul city. Wastes including liquid and solid is finally reach the surface waters like rivers. As the length of the river increases, the utilization of the river water increases also and therefore the quantity of wastes and pollution increases. This research is conducted on a stretch of Tigris river south Mosul city up to Qayara city, to study the variation in cations like calcium, magnesium, sodium and potassium. In addition, to the total hardness, pH, electrical conductivity and temperature were also recorded in three locations along a period of year.

The results showed higher concentrations in the studied parameters than Mosul city due to the effect of rainfall, surface soil erosion and surface runoff. Also, there was a clear effect of flood season on ions concentration. In addition, the mixing of Tigris river and Al-Zab river waters contribute in ions concentration variations.

The statistical analysis showed a significant variation in ion concentration with time.

الخلاصة

تعد المياه السطحية بما فيها الأنهار المصدر المائي عند توفرها وهي الملاذ الأخير للفضلات السائلة والصلبة وحتى الغازية. وكلما زاد طول النهر زادت كمية المياه المسحوبة منه وبالتالي زادت احتمالية تعرضه وتأثره بالملوثات . تمت الدراسة على نهر دجلة جنوب مدينة الموصل والى القيارة لمعرفة التغير في تراكيز بعض الايونات وخصوصا الموجبة مثل ايون الكالسيوم والمغنيسيوم

مواقع وعلى مدار سنة كاملة . أثبت النتائج حصول زيادة واضحة في التراكيز عن مثيلاتها في مدينة الموصل وحصول تأثير مباشر لمياه الأمطار وانجراف الترب السطحية ومياه السيح السطحي . ظهر تأثير واضح لموسم الفيضان على تراكيز الأيونات كما أن امتزاج مياه نهر دجلة مع نهر الزاب كان له الأثر الواضح في تغاير تراكيز الأيونات للمواقع القريبة منه ، نتيجة التخفيف الحاصل من مياه نهر الزاب وتأثيره الواضح على نهر دجلة في تلك المناطق.كما اثبت التحليل الاحصائي حصول تغيرات معنوية في قيم تراكيز الايونات مع الوقت .

المقدمة

يعد نهر دجلة من الأنهار المهمة ومورد مائي سطحي رئيسي في المناطق التي يمر بها لما يتميز به من طول كبير وتصريف جيد. حيث يبلغ معدل طوله في الأراضي العراقية (1415 كم). بينما يبلغ طوله من المنبع في الأراضي التركية وإلى المصب في البصرة (1850 كم). يتراوح معدل التصريف في مدينة الموصل بين (200-2000) م^3/ثانية ومعدل تصريفه (691 م^3/ثانية) مما يجعله مورد مائي سطحي رئيسي (1).

إن وجود مصدر مائي متيسر للاستخدام البشري وبأقل التكاليف وبشكل اقتصادي يزيد من النشاط البشري وزيادة السكان. وبالتالي زيادة الملوثات المطروحة اليه حيث يعد النهر الملاذ الأخير لفعاليات الإنسان المباشرة وغير المباشرة بما فيها الفضلات السائلة المعالجة وغير المعالجة ، بل وحتى الفضلات الصلبة والنفايات السامة وغير السامة قد تلقى فيه. أما الملوثات الهوائية فهي الأخرى تصل الى النهر عن طريق مياه الأمطار أو مياه السيل السطحي الجارفة للتربة السطحية وما تحويه من ملوثات. فضلاً عن الأملاح والأيونات التي يحملها المورد المائي نتيجة التأثير الجيولوجي للترب التي يمر بها (2).

يتعرض نهر دجلة إلى الملوثات في الأراضي التركية . وبعد مروره بالأراضي العراقية فإن أول مصدر للتلوث لهذا النهر هو بحيرة سد الموصل التي تعمل على تغيير كثير من خصائص النهر المورفولوجيه والهيدرولوجية التي تؤدي إلى تغيير الصفات الفيزيائية والكيميائية والبايولوجية للنهر (3) . أما مركز محافظة نينوى فيعتبر أكبر تجمع سكاني في الشمال حيث تصب في النهر الفضلات المدنية Domestic wastewater والفضلات الصناعية Industrial wastewater إضافة إلى الفضلات الزراعية Agricultural wastewater المتمثلة بالأسمدة والمبيدات وبقايا النباتات. كما يمكن تقسيم هذه الفضلات من الناحية الكيميائية إلى الفضلات العضوية القابلة للتحلل والفضلات اللاعضوية والأملاح إضافة الى السموميات والبكتيريا .

أن طرح الملوثات إلى النهر بدون معالجة أو بمعالجة أولية بسيطة يزيد من تراكيز الأيونات والأملاح في النهر بشكل كبير والتي تؤدي إلى تردي نوعية المياه بشكل واضح. فقد بينت الحسين (4) أن نوعية مياه نهر دجلة كانت جيدة في أعالي مدينة الموصل اما في جنوب المدينة فتصل إلى النوعية المقبولة وهذا للأغراض المدنية. كما اثبتت الدراسة ان نوعية المياه كانت من النوعية المقبولة ايضا للاغراض الزراعية والتى تتطلب نوعية مياه اقل منها جوده.

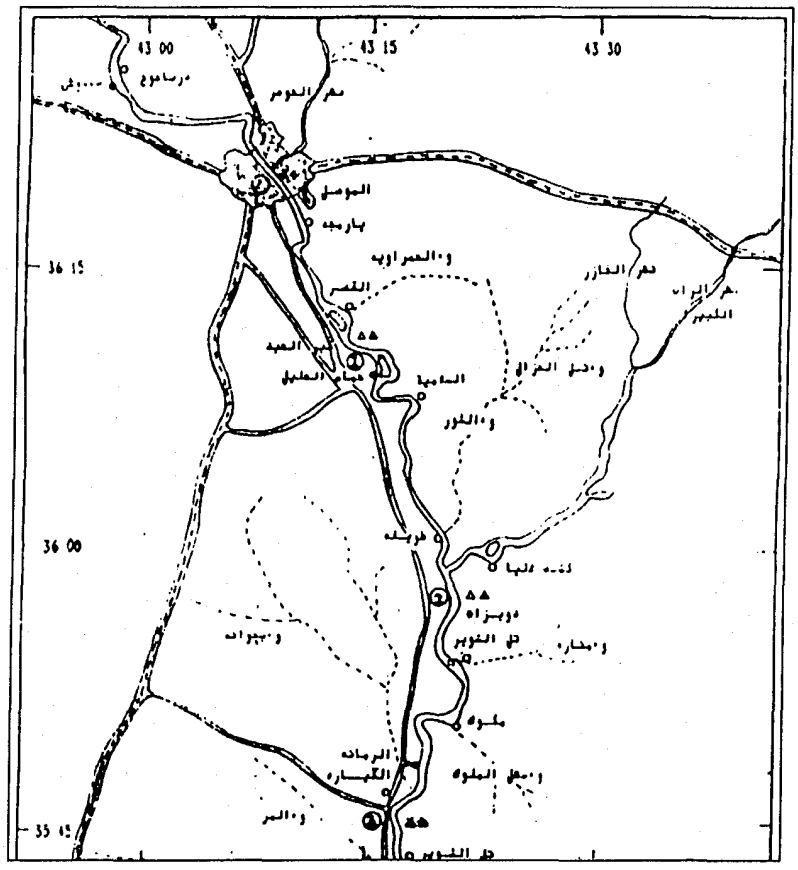
أن طول مجرى النهر يعرضه إلى الملوثات المختلفة مما يزيد من تراكيز الأيونات والأملاح غير القابلة للتحلل (5). فأيون الكالسيوم والمغنيسيوم وأملاح العسرة والقاعدية ازدادت وبشكل واضح عند المقارنة بين منطقة الموصل ومنطقة بيجي وهذا ما يوضحه محمد (6) في بحثه كما أن هذه الأملاح تزداد اكثر عند انحدار النهر جنوباً (7) . كما أثبت التحليل الإحصائي للمتغيرات الفيزيائية والكيميائية المؤثرة على نوعية مياه نهر دجلة في شمال العراق وجود علاقة مباشرة بين هذه المتغيرات (8). بينما اكد طليع(9) التاثير الواضح لمدينة الموصل وما تطرحه من فضلات صناعية ومدنية على زيادة تركيز الاملاح في مياه النهر . من ناحية أخرى فإن وجود الروافد والمصبات الطبيعية التي تغذي مياه النهر بالمياه النقية وذات التراكيز الأقل للمعادن والأيونات يؤدي الى انخفاض في تراكيز الأيونات نتيجة التخفيف الحاصل من مياه الروافد (10). ويعتمد التخفيف على الفرق في تراكيز الملوثات للنهر والروافد وعلى كمية التصريف في كل منهما.

يتضمن البحث دراسة نوعية مياه نهر دجلة جنوب مدينة الموصل الى منطقة القيارة لمعرفة التغيرات الحاصلة عليه بعد مدينة الموصل في تراكيز بعض الأيونات وخصوصاً الأيونات الموجبة وبعض الاملاح نتيجة لتعرض النهر الى فضلات معامل حمام العليل ومعمل كبريت المشراق والتجمعات السكانية على طول مجرى النهر .

تمت الدراسة بأخذ نماذج من المياه من عدة مواقع جنوب مدينة الموصل وبعد أن تصب فضلات المدينة المدنية والصناعية والزراعية في النهر . ثم اختيار الموقع الأول عند قرية قبر العبد جنوب مدينة الموصل بحوالي (25 كم) . وهذه المسافة كافية لكي يستعيد النهر عافيته وتحصل فيه التنقية الذاتية .يمر النهر بعدها بمنطقة حمام العليل وهي تجمع سكاني كبير ويحتوي على العديد من العيون الكبريتية التي تصب في النهر ، اضافة الى وجود معامل السمنت التى تطرح فضلاتها اليه . يقع الموقع الثاني عند قرية الدويزات بعد أن يلتقي نهر الزاب الكبير بنهر دجلة بمسافة (3 كم) ليتم امتزاج مياه نهر الزاب بنهر دجلة .كما تقع معامل كبريت المشراق شمال هذا الموقع وقبل مصب نهر الزاب وتطرح فضلاتها الى النهر والمحتوية على تراكيز عالية من الكبريت . يقع الموقع الثالث عند جسر القياره جنوب المدينة وبمسافة (33 كم)عن الموقع الثاني.

مواد وطرائق العمل

إن اختيار مناطق أخذ النماذج لتقييم المورد المائي وتحديد علاقة المواقع مع بعضها يعتمد على عدة عوامل منها ، طوبوغرافية المنطقة ، جيولوجية المكان ، التغاير في الظروف الجوية ، بيئة المنطقة ، التغيرات الهيدرولوجية والنشاط البشري في المنطقة (11). كل هذه العوامل أخذت بنظر الاعتبار عند تحديد مواقع أخذ النماذج والشكل رقم (1) يبين منطقة الدراسة.



الشكل (1) مواقع اخذ النماذج لمنطقة الدراسة .

ابتدأت عملية أخذ النماذج في شهر تشرين الثاني (1999) مع موسم سقوط الأمطار . واستمرت عملية النمذجة شهرياً من المواقع الثلاثة ولمدة سنة كاملة لدراسة التغيرات الحاصلة على نوعية المياه ولمختلف الظروف الجوية ومختلف التصاريف . تم سحب نماذج المياه باستخدام (Depth Integrating Sampler) وهو جهاز يشبه السمكة مجوف ويحتوي على فتحة أمامية لدخول الماء الى التجويف الذي يحتوي على حاوية لجمع نموذج المياه . يتناسب قطر الفتحة مع سرعة دخول الماء بحيث يتم ملء التجويف خلال نزول الجهاز الى الماء ووصوله الى قرب قاع النهر . يتم بعد

ذلك إجراء الفحوصات المختبرية المتضمنة املاح العسرة الكلية TH والأيونات الموجبة مثل الكالسيوم Ca^{+2} والمغنيسيوم Mg^{+2} والصوديوم Na^{+} والبوتاسيوم K^{+}.

وكما تم إجراء بعض الفحوصات الحقلية مثل درجة الحرارة والدالة الحامضية pH والتوصيلية الكهربائية EC. تم إجراء هذه الفحوصات بالاعتماد على الطرق القياسية المثبتة في كتاب APHA, Standard Method (12). كما تم دراسة التغاير الموسمي للعوامل المقاسة إحصائيا باستخدام اختبار (t-Test) لنموذج واحد وعند مستوى معنوية ($P \leq 0.05$).

النتائج والمناقشة

تعد درجة الحرارة من العوامل المؤثرة على نوعية المياه فهي إحدى أهم العوامل الفيزيائية التي تؤثر وبشكل مباشر على نوعية المياه والتي سينعكس تأثيرها على بقية العوامل الفيزيائية وكذلك على العمليات الكيميائية والبايولوجية التي تحدث في المورد المائي . فبارتفاعها تزداد قابلية الماء على استيعاب الأملاح الذائبة وبانخفاضها تزداد لزوجة الماء وبالتالي تقل قابليته على الاستيعاب (13). تتأثر درجة حرارة المورد المائي وخصوصا الأنهار بدرجة حرارة الجو وكذلك بأشعة الشمس وطول النهار وعمق المنطقة المضيئة للمورد المائي. هذه العوامل جعلت درجة الحرارة تتغير وبشكل واضح مع الوقت باختلاف اشهر السنة. فقد انخفضت درجة حرارة مياه النهر ووصلت الى (9.5 °م) في بداية شهر شباط واستمرت بالارتفاع التدريجي إلى أن وصلت إلى (31 °م) في شهر آب وكان الاختلاف في درجات الحرارة معنويا وبشكل واضح ($P \leq 0.01$). اما بين المواقع الثلاثة فقد كان الاختلاف طفيفا ولم يتجاوز درجتين مئوية في اشهر الصيف وذلك لمسار النهر وعدم وجود مصادر مؤثرة على درجة حرارته بشكل كبير. يبين شكل (2) التغاير في درجات الحرارة خلال أشهر السنة وفي المواقع الثلاثة.

الدالة الحامضية للمياه pH هو مقياس لتركيز أيون الهيدروجين الموجود ودرجة فعاليته. وهو عامل مهم لتحديد الفعاليات الكيميائية والبايولوجية التي تحدث في المورد المائي (13). وبصورة عامة فإن مياه الأنهار قاعدية وليست حامضية وتكون قيمة pH لها اكبر من (7) بسبب مرور المياه فوق صخور طبيعية جبسية او كلسية واحتواءها على الأيونات السالبة مثل الهيدروكسيد والكاربونات والبيكاربونات والمسببة للقاعدية وارتفاع قيمة الدالة الحامضية ، فضلا عن احتواء هذه الصخور على الايونات الموجبة مثل الكالسيوم والمغنيسيوم والصوديوم والبوتاسيوم (14). انخفضت قيمة pH إلى (7.65) في شهر تشرين الاول وهو بداية موسم سقوط الامطار حيث تكون قيمة الدالة الحامضية لمياه الامطار بحدود 7.0 او اقل بسبب الملوثات الهوائية ذات التاثير الحامضي التي تسبب خفض قيمة الدالة الحامضية لمياه الامطار (15). استمرت قيم pH في الارتفاع

خلال فصل الشتاء وبداية الربيع إلى أن وصلت إلى (8.75) خلال شهر نيسان بسبب ما تحمله مياه السيول والسيح السطحي من ملوثات قاعدية والموجودة على أكتاف النهر كما ان زيادة سرعة النهر وزيادة تصريفه يعني زيادة قابليته على استيعاب المواد العالقة والأتربة والتي تسبب زيادة قيمة pH. وبعد نهاية موسم الفيضان ومن ثم موسم الصيف أخذت قيم pH بالتراجع بسبب التخفيف الحاصل إضافة إلى عدم وجود مصدر مستمر للملوثات تكون قيم pH فيه مرتفعة. فضلا عن تاثير عملية التمثيل الضوئي التي تحصل داخل الجسم المائي من قبل الطحالب والنباتات المائية وماتستهلكه من غاز ثاني اوكسيد الكاربون الذي يكون حامض الكاربونيك المخفف في المياه . كان تغاير قيم pH معنويا ($p \leq 0.01$) خلال أشهر السنة. ومما يجدر ملاحظته من الشكل (3) أيضا زيادة قيمة pH في منطقة دويزات بحدود (0.2) عن بقية المواقع بسبب مياه نهر الزاب ، إضافة إلى الملوثات التي تصل إلى النهر.

التوصيل الكهربائي للمياه EC هو مقياس لنوعية وكمية الأملاح المذابة ويوجد علاقة طردية بين EC وتركيز الأملاح المذابة . ومن خلال الشكل (4) الذي يوضح تغاير قيمة EC مع الوقت وفي المواقع المختلفة تظهر نفس التغيرات الموجودة في قيمة الدالة الحامضية حيث يؤثر موسم الأمطار من خلال زيادة تصريف النهر ووجود مياه السيح السطحي وزيادة تصريف نهر الزاب الأثر الكبير في زيادة قيمة EC والتي بلغت (530 مليموز/سم) في شهر شباط .بينما انخفضت قيمة EC الى (200 مليموز/سم) خلال شهر آب وانخفاض التصريف الى اقل كمية وبشكل منتظم كما ان الملوثات المطروحة تكون منتظمة وغير متذبذبة . اثبت التحليل الإحصائي أن التغاير خلال اشهر السنة كان معنويا ($p \leq 0.01$).

تنجم العسرة في المياه عن وجود أيون الكالسيوم بالدرجة الأولى وأيون المغنيسيوم ويعبر عنها بالكمية المكافئة من كاربونات الكالسيوم. وهي ناتجة عن مرور المياه على صخور لها القابلية على الذوبان في المياه (16). تعد مياه نهر دجلة من ناحية أملاح العسرة من النوع العسرة إلى العسرة جدا . فتراكيز املاح العسرة كانت بين (200-250) ملغم/لتر في معظم اشهر السنة بيد انها اخذت بالانخفاض من شهر شباط ووصلت الى (170) ملغم/لتر في شهر ايار بسبب زيادة التصريف والتخفيف الحاصل فضلا عن ان مصدر مياه نهر دجلة والموجودة في بحيرة سد الموصل يكون تركيز املاح العسرة فيها قليلا نتيجة لذوبان الثلوج في تركيا (3). وكان تغاير قيم أملاح العسرة خلال فترة الدراسة معنويا وفي المواقع الثلاثة ($p \leq 0.01$) . ان الملوثات اللاعضوية التي تصل إلى النهر والصخور الرسوبية المكونة لحوض النهر يزيد من تركيز أملاح الكالسيوم والمغنيسيوم والكاربونات والبيكاربونات وهذه الأملاح غير قابلة

للتحلل. أي انه بزيادة مسار النهر تزداد الأملاح الموجودة فيه . ويوضح الشكل (5) تغاير كمية الأملاح المسببة للعسرة الكلية.

يوضح الشكل (6) التغاير في تركيز أيون الكالسيوم وهو المسبب الرئيس لاملاح العسرة . فأعلى تركيز لأيونات الكالسيوم كان خلال موسم الأمطار ووصول الترب السطحية للمناطق المجاورة والمحتوية على تراكيز عالية من املاح الكالسيوم حيث ان التركيب الجيولوجي لصخور المنطقة هو الاحجار الجيرية والكلسية ويدخل ايون الكالسيوم في التركيب الكيميائي لهذه الصخور (13). فضلا عن قابلية ايون الكالسيوم على الذوبان في الماء وخصوصاً عند زيادة التصريف وزيادة سرعة جريان المياه فقد تجاوز تركيز أيون الكالسيوم (80 ملغم/لتر) وانخفض الى ما بين (50-40) ملغم /لتر في بقية المواسم وبفرق معنوي ($p \leq 0.01$). بينما كان الاختلاف بين المواقع الثلاثة بسيط وبزيادة طول النهر يزداد تركيز أيون الكالسيوم.

تركيز أيون المغنيسيوم هو الآخر يتغاير خلال الفصول المختلفة. فقد وصل الى اعلى تركيز في شهر كانون الأول وفي بداية موسم سقوط الأمطار والانجراف الحاصل للفضلات المتجمعة في الوديان فضلاً عن انجراف الترب السطحية وما تحتويه من تراكيز لايون المغنيسيوم على الرغم من انها قليلة مقارنة بما تحويه هذه الصخور من ايون الكالسيوم حيث بلغ أعلى تركيز له (28 ملغم/لتر) . ثم اخذت تراكيز المغنيسيوم بالانخفاض الى أن وصلت الى اقل قيمة لها وهي (8 ملغم /لتر) خلال موسم الامطار وزيادة التصريف ثم موسم ذوبان الثلوج والتخفيف الحاصل من مياه نهر الزاب للمناطق بعد مصب نهر الزاب في نهر دجلة ، بعد ذلك وخلال فصل الصيف والخريف اخذت تراكيز ايون المغنيسيوم بالازدياد الى ان وصلت الى اعلى قيمة لها في بداية موسم سقوط الامطار . وإحصائياً كان الاختلاف خلال الفصول الأربعة معنوياً ($p \leq 0.01$). مما يجدر ملاحظته حصول تذبذب في التراكيز بين المواقع وخصوصاً في الدويزات حيث انخفض تركيز المغنيسيوم بسبب التخفيف الذي يحدثه مياه نهر الزاب خصوصاً في شهر كانون الثاني وشباط وكذلك في شهر أيلول (16). والشكل (7) يبين التغاير في تركيز المغنيسيوم.

يعتبر أيون البوتاسيوم K^+ من الأيونات المؤثرة على ملوحة المياه وهو يتواجد في المياه بشكل طبيعي نتيجة لذوبان الصخور . ففي المواقع الثلاثة وبسبب عدم وجود مطروحات ذات تراكيز عالية من هذا الأيون لذلك يعتمد وجود هذا الأيون على الصخور التي يمر عليها وعلى زيادة طول النهر حيث يكون شكل منحني تغاير التراكيز مشابهة الى منحني الكالسيوم . فأعلى التراكيز كانت خلال موسم سقوط الأمطار وجرف التربة السطحية حيث بلغ أعلى تركيز له (3.6 ملغم / لتر). بينما كانت اقل التراكيز خلال شهر تموز وآب وانخفاض تصريف النهر وكان أدنى تركيز له

(1.8 ملغم / لتر) ومما يجدر ملاحظته أن التركيز يكون اقل في الموقع الثاني والثالث بسبب التخفيف الذي تحدثه مياه نهر الزاب والشكل (8) يوضح ذلك.

أما أيون الصوديوم فتعد الملوثات الصناعية السبب الرئيس لزيادة التركيز خصوصاً وان منطقة الدراسة تقع جنوب مدينة الموصل وان الفضلات الصناعية الناتجة من معمل السكر ومعامل الدباغة والتي تستخدم ملح الطعام بكميات كبيرة في عمليات التبادل الايوني وعمليات التجفيف كان لها الاثر الواضح على زيادة التركيز ، فضلا عن التأثير الجيولوجي للمناطق التي يمر بها وجرف الترب السطحية لذلك يكون تركيز أيون الصوديوم عالي في منطقة قبر العبد وخلال موسم الأمطار وعمليات الجرف الحاصل للترب السطحية القريبة من جوانب النهر كذلك ما تحمله مياه الوديان قبل تلك المنطقة. بينما في بقية المواقع كانت التراكيز منخفضة خلال موسم الأمطار بسبب التخفيف الحاصل من مياه نهر الزاب ومرور النهر باراضي زراعية وتجمعات ريفية والشكل (9) يوضح ذلك .وكان التغاير معنوياً في قيم الصوديوم خلال الأشهر المختلفة ($p \leq 0.01$).

الاستنتاجات

1. تتأثر درجة حرارة مياه النهر بالظروف الجوية بشكل مباشر لعدم وجود مصب مائي على النهر تختلف درجة حرارته بشكل واضح عن درجة حرارة النهر. إن اختلاف درجات الحرارة لمياه النهر تؤثر على نوعية المياه نتيجة لتأثيرها على بقية العوامل الفيزيائية للنهر والتي ستنعكس بالتالي على الخصائص الكيميائية والبايولوجية للنهر.
2. تكون قيمة pH لمياه النهر مرتفعة واكبر من (7) وبمعدل سنوي (8.3) وتتغاير مع اختلاف الوقت لاختلاف البيئة المحيطة بالنهر من حيث سقوط الأمطار بشكل مباشر على النهر أو السيول المتسببة عنها وجرفها للترب السطحية وزيادة تصريف النهر. هذه العوامل ستؤثر كذلك على قيم التوصيل الكهربائي والتي أخذت قيمها شكل منحنيات pH .
3. تصنف مياه نهر دجلة في المنطقة على أنها من النوعية العسرة إلى العسرة جداً لزيادة تركيز أملاح العسرة عن (200 ملغم /لتر) وكلما كان مسار النهر اطول يزداد تعرضه للملوثات والأملاح. وحيث أن الملوثات غير العضوية لا تتحلل لذلك ستزداد قيم العسرة الكلية.
4. يتأثر أيون الكالسيوم والبوتاسيوم بالظروف الجوية وسقوط الأمطار لانجراف الترب السطحية ووصول مياه السيح السطحي بينما يصل الى اقل تركيز في نهاية موسم ذوبان الثلوج . ويستمر خلال موسم الصيف بتراكيز متقاربة.
5. يقل تركيز آيون المغنيسيوم والصوديوم خلال موسم الأمطار والفيضانات بسبب التخفيف التي تحدثه هذه المياه لعدم تأثره بالترب السطحية المنجرفة وعدم وجود مصدر لأيون المغنيسيوم والصوديوم

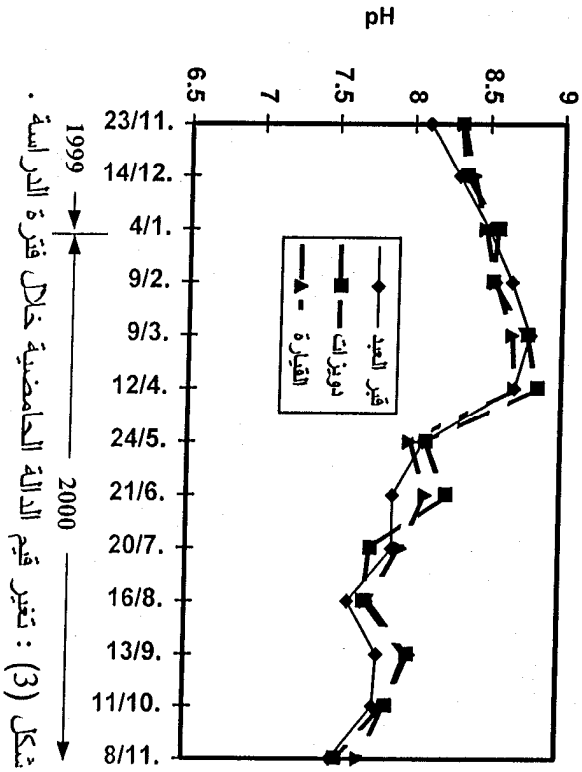
فيها. بينما يزداد بعد ذلك بسبب الملوثات المطروحة على طول النهر وزيادة التركيز عن مثيلاتها في مدينة الموصل.

6. نتيجة للتغاير في قيم وتراكيز العوامل المقاسة خلال أشهر السنة وفي المواقع المختلفة. فقد بين التحليل الإحصائي لها وجود اختلاف معنوي واضح ($p \leq 0.01$).

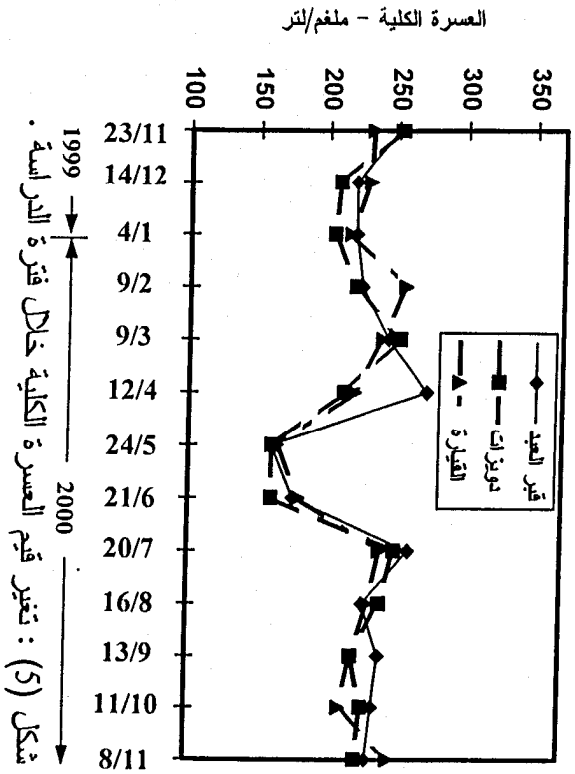
7. لمياه السيح السطحي الناتجة عن مياه الأمطار وانجراف الترب السطحية والملوثات إلى النهر تأثير مباشر على زيادة تراكيز الأيونات والأملاح فيه.

المصادر

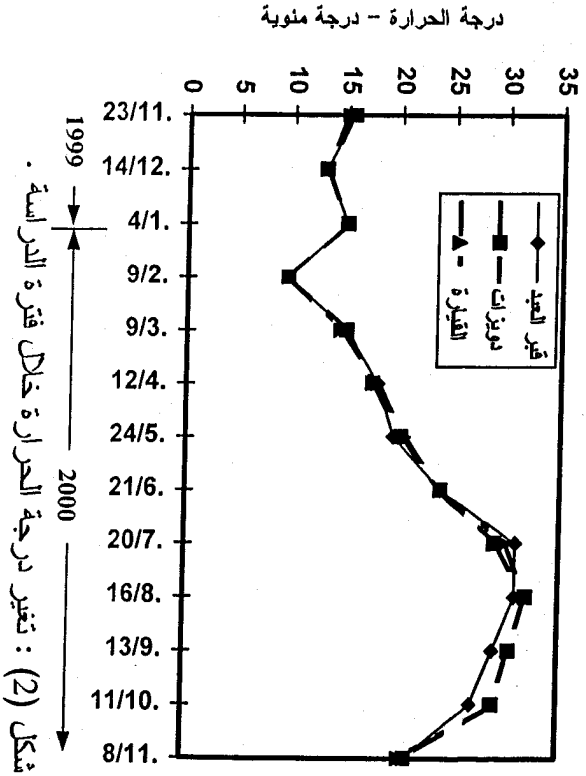
1. العبيدي ، فاتن محمود. رسالة ماجستير ، جامعة الموصل ، كلية الهندسة (1996).
2. UNDP, WHO, "Climate change: Impact, Adaptation & Vulnerability", 2nd edition, Word meteorulogical Organization (WMO), Geneva, (2001).
3. الطيار ، طه احمد. رسالة ماجستير ، جامعة الموصل (1988).
4. الحسين ، ميادة حازم. رسالة ماجستير ، جامعة الموصل (1998).
5. Saeki, K. & Matsumoto, S., Communication of soil science & plant analysis. Vol. 24, PP. 2375-2387, (1993).
6. محمد ، احمد بكر. رسالة ماجستير ، جامعة الموصل (1988).
7. اللامي ، علي عبد الزهرة وقاسم ، ثائر إبراهيم والدليمي ، عامر عارف. المجلة العلمية لمنظمة الطاقة الذرية ، العدد الأول ، ص 83 ــ 93 (1999).
8. Shihab, A. S., and Al-Tayyar, T. A., Al-Rafidain Engineering Journal, Vol. 4, No. 3, Page: 67-80, Oct. (1996).
9. طليع ، عبدالعزيز يونس. مجلة التربية والعلم ، العدد 35 ، ص51-59 (1999).
10. Barbeau, C., Serodes, J. B. & Paquet, M., Water Pollution Research J. of Canada, Vol. 28, No. 2, Page: 415-432, (1993).
11. Dunnette, D. A. "Assessing global river water quality: Overview & data collection" American chemical society, washing ton D.C. P. 240-259, (1992).
12. APHA, ASTM, "Standard Method for the Examination of Water and Wastewater", (1985).
13. Russell, E. Train "Quality criteria for water" Castle house publication LTD, (1989).
14. Al-Joubory, A., Ghazal, M. and Al-Naqib, S., Dirasat, Pure Science, Vol. 28, No. 2. Page. 245-259, (2001).
15. الراوي ، ساطع والطيار ، طه "قطاعات النقل البرية وتأثيرها على البيئة" وقائع الندوة الأولى لكلية المأمون ، بغداد (1996).
16. Katz, B. G., Hydrological processes Hypro. Vol. 3, No. 2, P. 185-202, April, (1989).



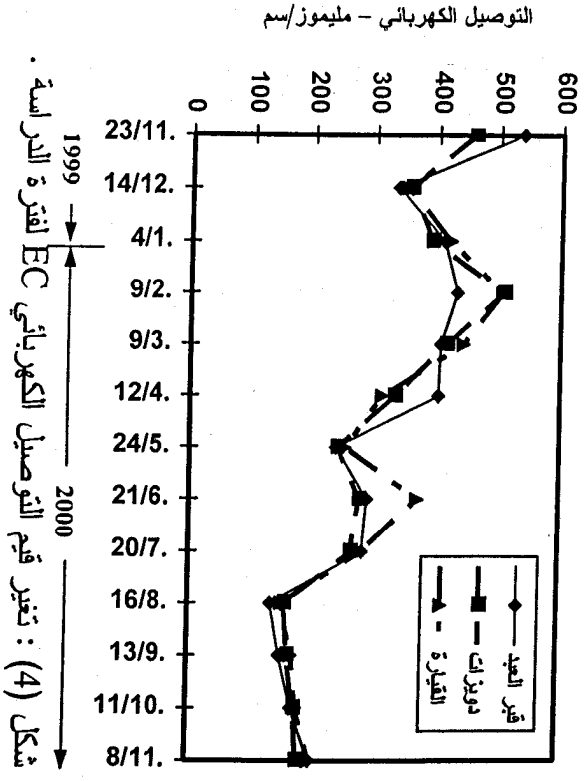
شكل (3) : تغير قيم الدالة الحامضية خلال فترة الدراسة .



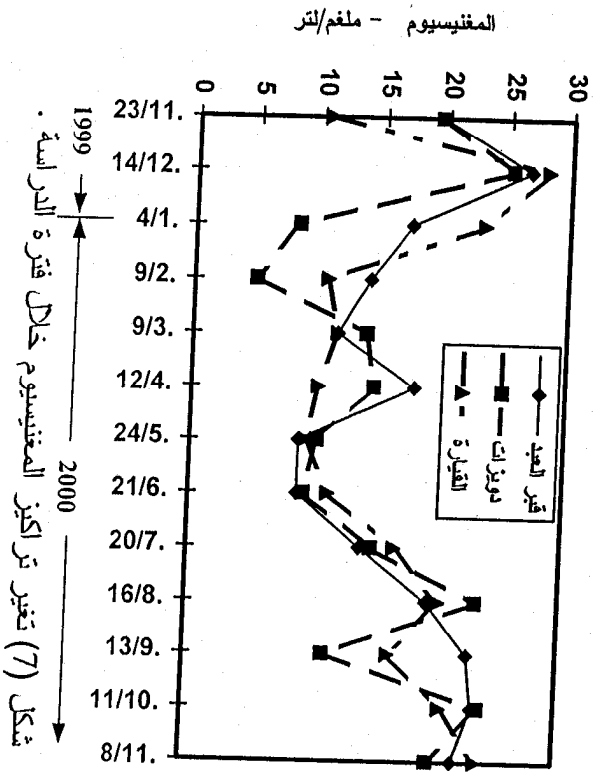
شكل (5) : تغير قيم العسرة الكلية خلال فترة الدراسة .



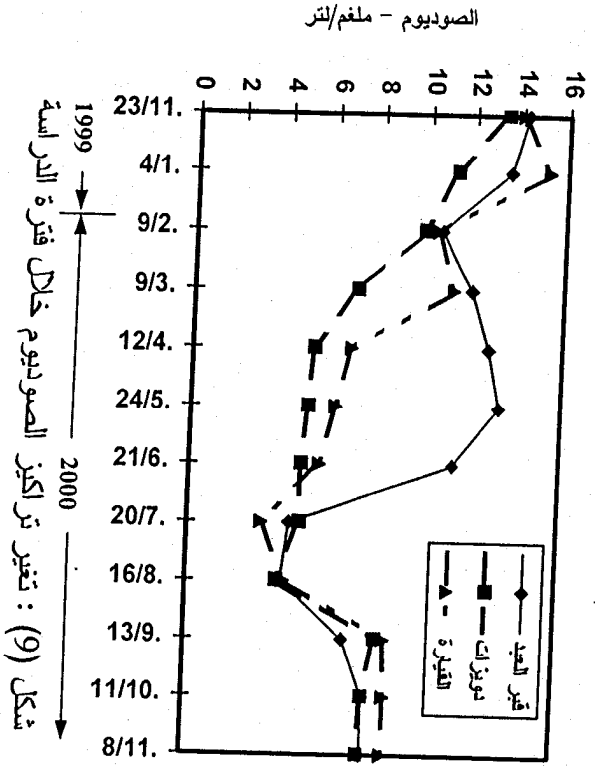
شكل (2) : تغير درجة الحرارة خلال فترة الدراسة .



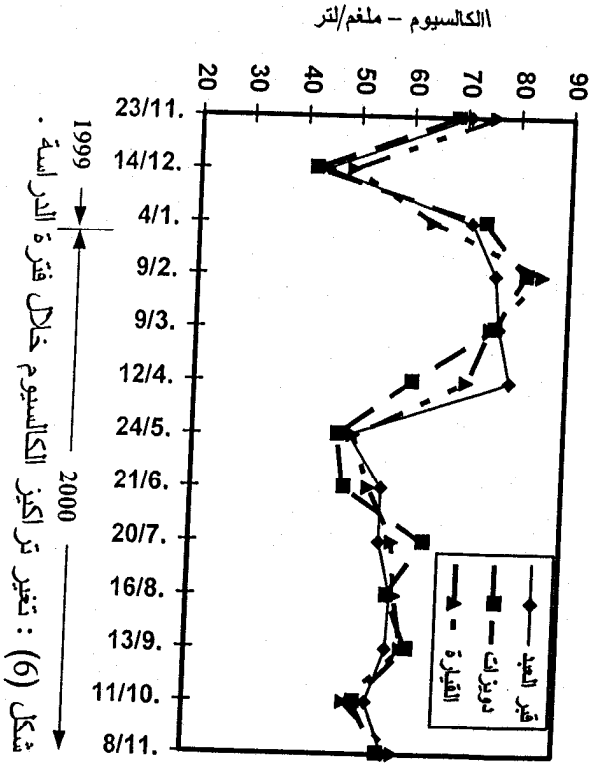
شكل (4) : تغير قيم التوصيل الكهربائي EC لفترة الدراسة .



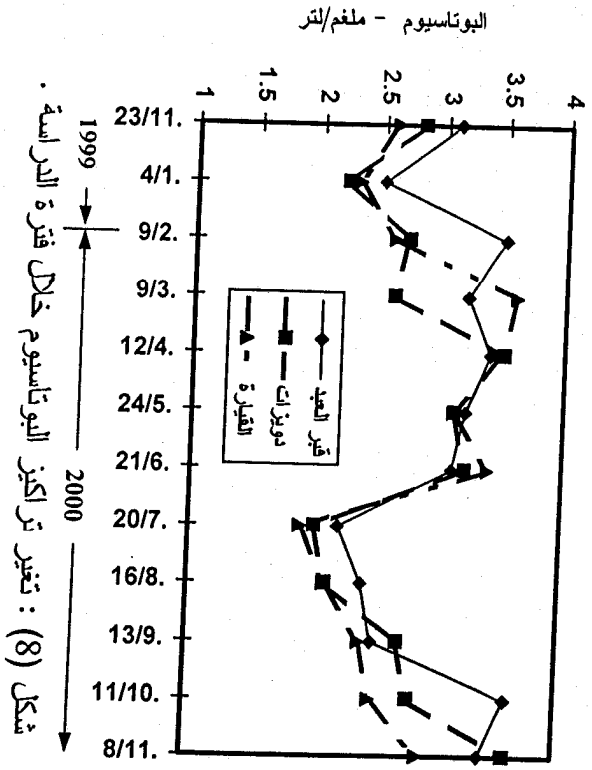
شكل (7) : تغير تراكيز المغنيسيوم خلال فترة الدراسة .



شكل (9) : تغير تراكيز الصوديوم خلال فترة الدراسة



شكل (6) : تغير تراكيز الكالسيوم خلال فترة الدراسة .



شكل (8) : تغير تراكيز البوتاسيوم خلال فترة الدراسة .