

دراسة الخصائص النوعية والعناصر الأثرية لمياه نهر دجلة في مدينة الموصل

ياسر ميسر اليازجي حازم جمعة محمود

مركز بحوث السدود والموارد المائية

جامعة الموصل

(تاريخ الاستلام ٢٨/٤/٢٠٠٨، تاريخ القبول ٨/١٠/٢٠٠٨)

الملخص

تهتم الدراسة الحالية بتحديد خصائص ونوعية مياه نهر دجلة خلال مروره بمدينة الموصل. حيث تم جمع (١٢) أنموذجا من مياه النهر موزعة على المنطقة الواقعة بين بداية دخول النهر مدينة الموصل والى حد خروجه منها جنوب المدينة. وبواقع (٦) نماذج في فصل الصيف و(٦) نماذج في فصل الشتاء فضلا عن جمع أنموذج من مياه الأمطار المتساقطة على المدينة. أظهرت نتائج التحاليل الفيزيائية والكيميائية ارتفاع نسبي لمعظم خصائص وتركيز المكونات الرئيسة للنهر فضلا عن ارتفاع تركيز العناصر الأثرية خلال مرور النهر بمدينة الموصل، نتيجة لطرح كميات كبيرة من الفضلات السائلة باتجاه النهر تقدر بحدود (٥٠٠٠٠٠) م^٣/يوم. كما أظهرت النتائج أن تراكيز الايونات خلال فترة تصريف الماء المرتفع (فصل الشتاء) تكون اقل من تركيزها خلال تصريف الماء المنخفض (فصل الصيف) بسبب عامل التخفيف والانتشار بمياه الأمطار ذات التراكيز المنخفضة من الايونات وكذلك انخفاض عمليات التبخر خلال هذا الفصل من السنة. كما بينت النتائج أن مياه نهر دجلة بشكل عام تقع ضمن الحدود القياسية العالمية لمياه الشرب.

The Qualitative Characteristics and the Trace Elements for Tigris River Water in Mosul City

Yasir M. Al-yazichi

Hazim J. Mahmood

Dams and Water Resources Research Center

Mosul University

ABSTRACT

The present study is concerned with the characteristics and quality of Tigris water passing through in Mosul city. Twelve samples were collected from the river in the area between upstream and down stream of the city. Six samples in Summer and (6) samples in Winter, as well as, sample of the rain water falling on the city were collected. The

physical and chemical analyses showed relative increase in most of the concentrations of the principle components of the river, as well as high concentrations of the trace elements through downstream Mosul city, where a large quantities waste water is drained to (around 500000 m³/day) the river. The results also show that chemical major ions concentrations during rainy season is less from there than dry one this because of the lightening factor and the spreading of falling rain water with low concentrations of ions and also the slightness of the evaporation processing during this season. Results shows that Tigris water is generally are not within the world standard levels of drinking water.

المقدمة

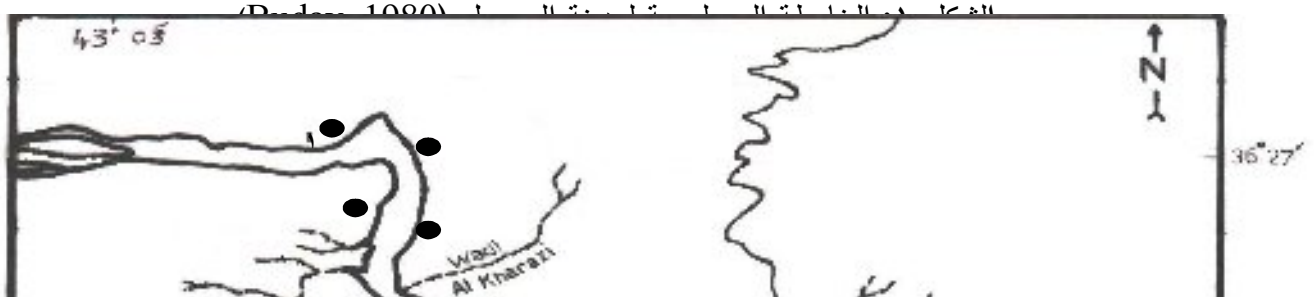
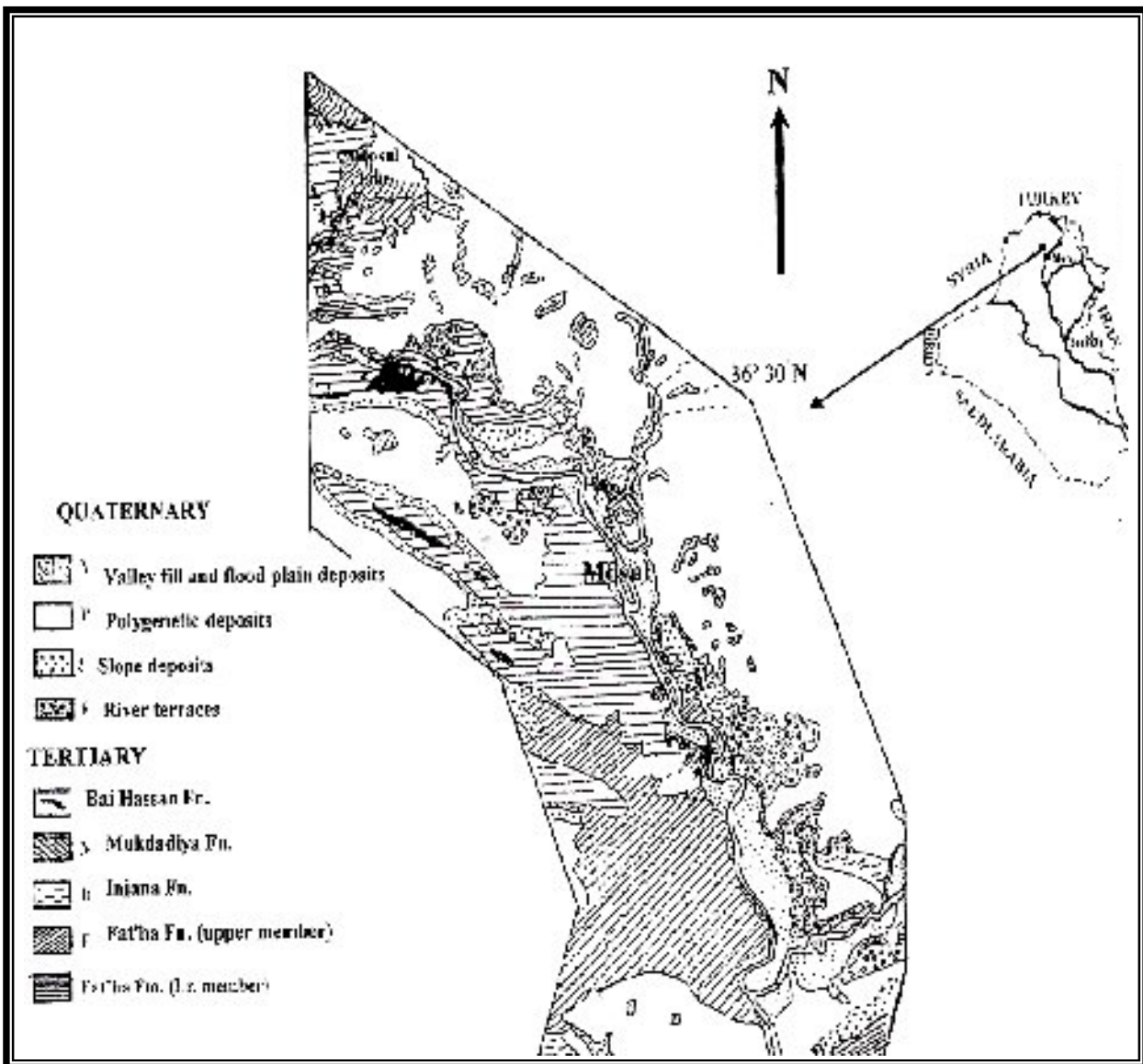
يعد نهر دجلة أحد الموارد المائية العذبة المهمة في العراق. إذ تقع عليه مدينة الموصل كبرى مدن الشمال العراقي التي تتخذ دجلة المورد المائي الرئيسي في الاستخدامات اليومية، إذ تقدر كمية تصريف مياه نهر دجلة في مدينة الموصل حوالي (300) م³/ثا (دائرة الري، ٢٠٠٦). يتعرض النهر خلال مروره بالمدينة (منطقة الدراسة الحالية) إلى تصريف كميات كبيرة من الفضلات السكنية والصناعية السائلة عبر العديد من المصببات المنتشرة على ضفتي النهر، وتقدر كمية الفضلات المطروحة بـ (500000) م³/يوم (Mustafa and Jankeer, 2007) مما قد يؤدي إلى تغيير خواص النهر الفيزيائية والكيميائية والحياتية مسببة زيادة في كمية المواد العالقة، وتغيرات في كمية الأوكسجين المذاب وزيادة في تراكيز العناصر الكيميائية. إذ تعتمد على نوعية وكمية الملوثات المطروحة ومنها المركبات العضوية والتي تأتي من الفعاليات المنزلية والمركبات اللاعضوية والمعدنية التي تأتي من الفعاليات الصناعية التي تشمل الحوامض والعناصر الثقيلة والسامة مثل الرصاص والكروم وغيرها.

يقطع نهر دجلة عدد من التكاوين والطبقات الجيولوجية ابتداءً بدخول النهر الأراضي العراقية وحتى التقائه بالزباب الأعلى جنوب الموصل، حيث يقطع في البداية تكوين المقدادية وباي حسن ثم تكوين انجانة وترسبات المصاطب النهرية والترسبات المتبقية ثم تكوين الفتحة إلى أن يصل النهر ناحية وانه، ثم يمر خلال الرواسب النهرية الحديثة وطبقات تكوين الفتحة إلى أن يصل مدينة الموصل (البياتي، ١٩٨٠) وكما مبين في الشكل (١).

تهدف الدراسة الحالية إلى قياس التغيير في الصفات الفيزيائية والكيميائية لمياه نهر دجلة عند مروره بمدينة الموصل لغرض معرفة مدى تأثير مطروحات مدينة الموصل على نوعية وخصائص نهر دجلة.

جمع وتحليل النماذج :

شملت منطقة الدراسة نهر دجلة ابتداءً من دخوله مدينة الموصل في منطقة الرشيدية (شمالاً) إلى منطقة يارمجة (جنوباً). حيث تم جمع النماذج المائية خلال فترتين الأولى تمثل فترة انخفاض تصريف مياه النهر (شهر تموز) والثانية فترة ارتفاع تصريف مياه النهر (شهر شباط) لسنة (٢٠٠٧) وبواقع (٦) نماذج لكل فترة وعلى بعد (٢) م من ضفة النهر الشرقية، (الشكل ٢). كما تم جمع أنموذج يمثل مياه الأمطار المتساقطة على مدينة الموصل في (منطقة حي المثنى) في بداية شهر الثاني (شباط). تم إجراء مجموعة من التحاليل الفيزيائية والكيميائية للنماذج وتشمل قياس الدالة الحامضية pH meter بجهاز نوع (HANNA 211) والايصالية الكهربائية (E.C) بجهاز نوع (HANNA 214) وقياس كمية الأملاح الذائبة الكلية (T.D.S).



أما عنصر الكالسيوم والمغنيسيوم فقد تم حسابهما بالطريقة التسحيح مع (EDTA) وعنصر الكلور بالتسحيح بنترات الفضة والبيكاربونات بالتسحيح مع حامض الكبريتيك المخفف. أما الكبريتات فقد تم حساب تركيزها باستخدام جهاز Spectrophotometer نوع (Nephelometer Turner TD-40) (عباوي وحسن، ١٩٩٠) وتم إجراء هذه التحاليل في مختبر الجيوتكنيك / مركز بحوث السدود والموارد المائية. أما عنصر الصوديوم والبوتاسيوم فقد تم قياسهما باستخدام جهاز Flame photometer نوع (Corning 400) الموجود في قسم الكيمياء / كلية التربية وجميع النتائج معبر عنها بوحدة الملي غرام / لتر (ppm).

أما العناصر الأثرية (Cr، Co، Ni، Zn، Cu، Pb) فقد تم قياسها بجهاز الامتصاص الذري نوع (Pye Unicon Sp.) في قسم علوم الحياة / كلية العلوم و جهاز (Buck Scientific Model 210 VGA) في مديرية بيئة نينوى. بعد أن تم تركيز النماذج (٢٠) مرة براتنج التبادل الأيوني (Ion Exchange Resin) نوع Dowex 50 لتركيز النموذج ليصل إلى مدى تحسس الجهاز، والنتائج معبر عنها بوحدة المايكرو غرام / لتر (ppb).

النتائج والمناقشة

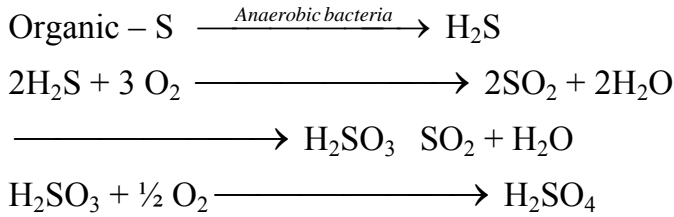
الخصائص النوعية:

يوضح، الجدولين (١) و (٢) نتائج القياسات الفيزيائية والتحليل الكيميائية للايونات الرئيسية فضلا عن تحاليل العناصر الأثرية خلال فصل الصيف (تصريف الماء المنخفض) وفصل الشتاء (تصريف الماء المرتفع).

الدالة الحامضية pH:

بشكل عام فان اغلب المياه الطبيعية تميل نحو القاعدية قليلا وذلك لوجود ايونات الكربونات والبيكاربونات (APHA, 1998).

تراوحت قيم pH لمنطقة الدراسة بين (٦.٩ - ٨.١) وبمعدل (٧.٤) ومن (٦.٩ - ٧.٨) وبمعدل (٧.٢) خلال تصريف الماء المنخفض والمرتفع على التوالي، الجدول (١ و ٢)، وكانت قيمة pH لمياه الأمطار (6.4) كما مبين في الجدول (٣). وقيم pH هذه ضمن المدى الملائم لمعيشة الإنسان والكائنات الحية والتي تتراوح بين (٦.٥-٨.٥)، (WHO, 2003). أشار كل من (Al-Sawaf, 1977) و (Manahan, 2004) إلى أن المواد العضوية في مياه المجاري تتحلل بواسطة البكتريا اللاهوائية مما يؤدي إلى إنتاج غاز كبريتيد الهيدروجين الذي يتأكسد هوائيا إلى ثنائي اوكسيد الكبريت الذي بدوره يتحول إلى حامض الكبريتيك كما في المعادلات التالية :



فضلا عن تكوين بعض المركبات الحامضية الأخرى التي تؤدي إلى انخفاض شديد لقيم الدالة الحامضية إلا أن وجود ايونات الكربونات والبيكاربونات سوف تعمل على معادلة المحيط الحامضي لتجعله ضمن الحدود الطبيعية (٦-٩).

الايصالية الكهربائية (E.C) Electrical Conductivity :

تراوحت قيم الايصالية الكهربائية لمياه نهر دجلة بين (450-512) وبمعدل (٤٨٧) مايكروسيمنز / سم وبين (٤١٢-٤٤٣) وبمعدل (٤٢١) مايكروسيمنز/سم خلال تصريف الماء المنخفض والمرتفع على التوالي، الجدول (١ و ٢)، وبلغت قيمة الايصالية الكهربائية لمياه الأمطار (٤٥) مايكروسيمنز/سم، الجدول (٣)، وهذا يتفق مع ما أشار إليه (Sanders,1998) بان قيم الايصالية الكهربائية لمياه الأمطار تتراوح بين (٢ - ١٠٠) مايكروسيمنز/سم.

الجدول ١: تراكيز المكونات الرئيسية بوحدة الـ (ppm) والعناصر الأثرية بوحدة الـ (ppb) خلال التصريف المنخفض (شهر تموز).

النماذج المكونات	١	٢	٣	٤	٥	٦	المعدل
pH Unit.	8.1	7.7	7.2	6.9	7.5	7.1	7.4
E.C (μhos / cm)	450	472	486	510	492	512	487
T. D. S	3٥٠	٤٠٣.٦	٤٢٤	٣٩٦.٥	٤١٠.١	٣٧٢.٢	٣٩٢.٧
TH	204.4	228.8	247	245	243	234.5	233.7
Ca ⁺²	55	60	64	66	61	62	61.0
Mg ⁺²	16.3	19.2	21.2	19.5	22.2	19.4	19.6
Na ⁺	12.7	15.2	17.3	18.2	16.5	16.6	16
K ⁺	1.2	2.0	3.7	2.6	3.5	3.1	2.6
HCO ₃	170	193	177	182	175	166	177.0
SO ₄ ⁻²	80	95	120	85	109	81	95
Cl ⁻	15.7	19.2	20.8	23.2	22.9	24.1	20.9
Pb ⁺²	4.9	5.9	7.7	10.2	14.3	8.7	8.5
Cu ⁺²	14	17	22	28	26	24	22
Zn ⁺²	22.4	19	35.2	32	35.5	24.7	28.1
Co ⁺²	2.4	2.2	6.8	4.6	5.8	5.2	4.5
Ni ⁺²	12.9	15.4	17.9	18.8	10.2	17.2	15.4
Cr ⁺³⁺⁶	17.9	13.4	9.8	22.6	19.1	15.3	16.3

المواد الصلبة الذائبة الكلية (T.D.S):

تراوحت قيم T.D.S لمياه نهر دجلة بين (٣٥٠-٤٢٤) وبمعدل (٣٩٢.٧ ppm) وبين (١٠٩-٢٩٦.٥) وبمعدل (٢٥٦.٢ ppm) خلال تصريف الماء المنخفض والمرتفع على التوالي، الجدول (١ و ٢)، بينما بلغت قيمة TDS لمياه الأمطار (٢٥ ppm)، الجدول (٣).

الجدول ٢: تراكيز المكونات الرئيسية بوحدة الـ (ppm) والعناصر الأثرية بوحدة الـ (ppb) خلال التصريف المرتفع (شهر شباط).

النماذج المكونات	١	٢	٣	٤	٥	٦	المعدل
pH Unit .	7.8	6.9	7.1	6.9	7.2	7.3	7.2
E.C (μhos / cm)	412	425	443	434	420	413	421
T. D. S	257.9	109	285.2	294.4	294.4	296.5	256.2
TH	176.6	191.7	195.7	192.8	179.8	188.6	187.5
Ca ⁺²	49	57	55	52	51	50	53
Mg ⁺²	13.2	12.0	14.2	15.3	12.7	15.5	13.8
Na ⁺	6.1	7.2	6.9	8.4	7.1	7.5	7.2
K ⁺	1.5	1.1	1.3	1.0	1.6	1.9	1.4
HCO ₃ ⁻	97	109	115	122	129	108	113
SO ₄ ⁻²	77.0	78.0	74.6	80.2	76.4	72	76.3
Cl ⁻	14.1	20.9	18.2	15.5	16.6	14.6	16.6
Pb ⁺²	2.2	2.5	2.6	2.1	4.9	3.5	2.9
Cu ⁺²	9.0	7.0	11.0	12.0	11.0	10.0	10.0
Zn ⁺²	12.7	17.2	15.6	20.1	18.0	16.5	16.6
Co ⁺²	1.6	2.1	2.4	5.0	6.3	5.6	4.3
Ni ⁺²	8.6	9.5	10.2	8.3	11.6	9.2	9.5
Cr ^{+3,+6}	٦.٠	8.17	5.2	6.1	4.0	7.2	6.2

العسرة الكلية (TH) :Total Hardness

تراوحت قيم العسرة الكلية لمياه نهر دجلة بين (204.4-247) وبمعدل (٢٣٣.٧ ppm) وبين (176.6 - 195.7) وبمعدل (١٨٧.٥ ppm) خلال تصريف الماء المنخفض والمرتفع على التوالي، الجدول (١، ٢)، وكانت قيمة TH لمياه الأمطار (٣٦.٢ ppm)، الجدول (٣). وتعد العسرة إحدى المشكلات الشائعة في مياه الشرب والتي لها علاقة بصحة الإنسان، والتي لها آثار سلبية على أمراض الكلى ومشاكل التكلس (أحمد، ٢٠٠٧).

وحسب تصنيف (Todd and Mays, 2005) تعد مياه نهر دجلة ضمن المياه العسرة لأنها تقع ضمن مدى (١٥٠ - ٣٠٠).

الجدول ٣ : يمثل معدل تراكيز المكونات الرئيسية للفضلات السائلة ومعدل تراكيز المكونات الرئيسية في مياه نهر دجلة ومعدل تراكيز المكونات الرئيسية لمياه الأمطار والنتائج معبر عنها بوحدة

الصفات المياه	pH	E.C μhos/ cm	T.D.S	TH	Ca ⁺²	Mg ⁺²	Na ⁺	K ⁺	Cl ⁻	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ⁻²
الفضلات السائلة*	7.4	1600	655	352	-	-	-	-	70.5	-	254.4
مياه نهر دجلة**	7.3	445.5	٣٢٤.٤	210.7	56.8	16.7	11.6	2.0	18.7	145.2	85.6
مياه الأمطار**	6.4	45	٢٥	36.2	14	0.32	1.6	0.35	0.7	2.1	6.4

.(ppm)

*: المصدر (طبيع، ٢٠٠٧)

** : الدراسة الحالية

- : لم تحلل

الايونات الموجبة:

الكالسيوم والمغنيسيوم (Mg^{+2} and Ca^{+2}) :

يعد هذان الايونان شائعان في مياه الأنهار، ومصدرهما تجوية الحجر الجيري والجبسوم المتواجدة ضمن التكوينات الجيولوجية التي يقطعها النهر. ويلاحظ أن ايون الكالسيوم أكثر وفرة من ايون المغنيسيوم بسبب قابلية ذوبان صخور الكالسايت والجبسوم مقارنة بصخور الدولومايت.

يتراوح تركيز الكالسيوم في مياه نهر دجلة بين (٥٥ - ٦٦) وبمعدل (٦١.٠ ppm) وبين (٤٩ - 57) وبمعدل (٥٣ ppm) خلال تصريف الماء المنخفض والمرتفع على التوالي وتركيز المغنيسيوم بين (١٦.٣-٢٢.٢) وبمعدل (١٩.٦ ppm) وبين (١٢-١٥.٥) وبمعدل (١٣.٨ ppm) خلال تصريف الماء المنخفض والمرتفع على التوالي، الجدول (١ و ٢) بينما كان تركيزهما في مياه الأمطار (14 ppm) و(0.32 ppm) على التوالي، الجدول (٣).

الصوديوم والبوتاسيوم (K^{+} and Na^{+}) :

يوجد ايون الصوديوم في المياه الطبيعية بنسبة اكبر من تركيز ايون البوتاسيوم ومصدره المعادن الطينية ومعدن الهاليت والفلدسبار. حيث تراوحت قيم ايون الصوديوم في مياه نهر دجلة بين (١٨.٢-١٢.٧) وبمعدل (١٦ ppm) وبين (٦.١-٨.٤) وبمعدل (٧.٢ ppm) خلال تصريف الماء

المنخفض والمرتفع على التوالي، ولقد كان ايون البوتاسيوم بين (١.٢-٣.٧) وبمعدل (٢.٦ ppm) وبين (١.٠ - ١.٩) وبمعدل (١.٤ ppm) خلال تصريف الماء المنخفض والمرتفع على التوالي. بينما كان تركيزهما في مياه الأمطار (١.٦ ppm) و (٠.٣٥ ppm) على التوالي، الجدول (٣).

الايونات والجذور السالبة :

البيكاربونات (HCO_3^-) :

تعد ايونات البيكاربونات إحدى المكونات الرئيسية للمياه الطبيعية، وتشتق البيكاربونات من تجوية صخور الحجر الجيري المنتشرة والتي يقطعها النهر أثناء مسيره. ويتراوح تركيز ويتراوح تركيز HCO_3^- في مياه نهر دجلة بين (١٦٦-١٩٣) وبمعدل (١٧٧ ppm) وبين (٩٧-١٢٩) وبمعدل (١١٣ ppm) خلال فترتي تصريف الماء المنخفض والمرتفع على التوالي، الجدول (١ و ٢)، كما يبلغ تركيز HCO_3^- في مياه الأمطار (٢.١ ppm)، الجدول (٣)، وتعمل ايونات البيكاربونات على تنظيم وموازنة الدالة الحامضية (Buffering action) في الأنهار وإبقائها ضمن الحدود الطبيعية (٦ - ٩)، (طليع و البرهاوي، ٢٠٠٠).

الكبريتات (SO_4^{2-}) :

توجد الكبريتات في جميع أنواع المياه الطبيعية ويتحرر جذر SO_4^{2-} نتيجة للتجوية الكيميائية للتكوينات الجيولوجية الحاوية على صخور المتبخرات أو من أكسدة الكبريت بواسطة البكتريا. ويبلغ تركيز الـ SO_4^{2-} في مياه نهر دجلة بين (٨٠-١٢٠) وبمعدل (٩٥ ppm) وبين (٧٢-٨٠.٢) وبمعدل (٧٦.٣ ppm) خلال تصريف الماء المنخفض والمرتفع على التوالي، الجدول (١ و ٢). بينما كانت قيمة الكبريتات في مياه الأمطار (٦.٤ ppm)، الجدول (٣)، ويزداد تركيز الكبريتات خلال مرور النهر بمدينة الموصل نتيجة لطرح مياه الفضلات السائلة (Mustafa and Jankeer, 2007) وكذلك بسبب وجود بعض عيون المياه الكبريتية قرب ضفة نهر دجلة وفي وسط النهر أيضا (Baghdadi, ١٩٧٣).

الكلوريد (Cl^-) :

ويتراوح تركيز Cl^- في مياه نهر دجلة بين (١٥.٧-٢٤.١) وبمعدل (٢٠.٩ ppm) وبين (١٤.١ - ٢٠.٩) وبمعدل (١٦.٦ ppm) خلال فترتي تصريف الماء المنخفض والمرتفع على التوالي، الجدول (١ و ٢) وكان تركيزه في مياه الأمطار (٠.٧ ppm)، الجدول (٣).

العناصر الأثرية: Trace Elements

توجد العناصر الأثرية في المياه الطبيعية بتركيز واطئة جداً وغالباً لا يزيد تركيزها على (1 ppm) واغلب العناصر الأثرية هي عناصر ثقيلة ومصدرها تجوية الصخور والترب التي يقطعها النهر أو من الفعاليات البشرية والصناعية والزراعية (Drever, 1997) وتتأثر تراكيزها ومعاملات أغنائها بعدة عوامل منها الدالة الحامضية وجهد الأكسدة والاختزال ودرجة الانتقالية وكذلك مدى امتزاجها على اسطح المعادن الطينية. ورغم انخفاض وجودها في الطبيعة (Allent, et al, 1973) إلا أنها تعد شديدة الخطورة على صحة الإنسان لأنها تكون سامة حتى عند التراكيز الواطئة جداً (WHO, 2003) كما أنها لا تتفسخ أو تتحلل بفعل البكتريا على عكس المواد العضوية القابلة للتفسخ وحتى عند دخولها السلسلة الغذائية للنبات أو الحيوان فلها القابلية التراكمية وهذا مايزيد من خطورتها. وتتباين تراكيز العناصر الأثرية من نهر إلى آخر بالاعتماد على نوعية وكمية الملوثات المطروحة إلى النهر سواء كانت منزلية أو صناعية أو مياه بزل.

الرصاص (Pb²⁺) : الرصاص

يوجد الرصاص في المياه الطبيعية بتركيز لا يتجاوز (10 ppb) (WHO, 2003) ومصادره الطبيعية من المعادن الحاوية على عنصر الرصاص مثل Cerussite (PbCO₃) ومعدن Galena (PbS) ومعدن Anglesite (PbSO₄) حيث يتراوح تركيز الرصاص في مياه نهر دجلة بين (٤.٩ - ١٤.٣) وبمعدل (٨.٥ ppb) وبين (٢.١-٤.٩) وبمعدل (٢.٩ ppb) خلال تصريف فترتي الماء المنخفض والمرتفع على التوالي الجدول (١، ٢) ويلاحظ الزيادة النسبية في تركيز الرصاص خلال مرور النهر بمدينة الموصل نتيجة لطح مياه الفضلات المنزلية والصناعية والزراعية و مياه الصرف الصحي باتجاه النهر، فضلا عن استخدام رباعي اثيرات الرصاص (Tetra Ethyl Lead) في وقود السيارات والذي يعد اخطر أنواع مركبات الرصاص (Morris, et al., 1992) إذ تتحد دقائق الرصاص مع دقائق الماء الموجود في الهواء وتترسب في النهر مكونا ظاهرة الضباب الدخاني وهذه الظاهرة يمكن ملاحظتها على النهر خلال غروب الشمس. أن زيادة تركيز Pb في مياه الشرب تقود إلى مشاكل صحية منها تلف الدماغ والتهاب الكلى (UNISCO, 1983).

النحاس (Cu²⁺) : النحاس

يبلغ تركيز النحاس في مياه الأنهار العذبة (21 ppb) (WHO, 2003) والحد المسموح به في مياه الشرب هو (3 ppm)، ويوجد النحاس في الطبيعة في معادن عدة منها (Chalcosite Cu₂S) و

Chalcopyrite (CuFeS_2) والمعادن السلكاتية مثل Chrysocolla (CuSiO_3) أو قد يكون ممتزاً على اسطح المعادن الطينية والمواد العضوية.

يتراوح تركيز عنصر النحاس في مياه نهر دجلة بين (١٤-٢٨) وبمعدل (٢٢ ppb) وبين (٩٠٠-١٢٠٠) وبمعدل (١٠٠٠ ppb) خلال فترتي تصريف الماء المنخفض والمرتفع، الجدول (١ و ٢) ويكون النحاس أكثر سمية في المياه العسرة والواطئة القلوية (Fetter, 1980) ويسبب امراضا كثيرة منها التقيوء والإسهال وأمراض القلب.

الخاصين (Zn^{+2}) Zinc :

يبلغ تركيز الخاصين في مياه الأنهار (٢٠ ppb) (Benoit and Rozon, 1998) ويوجد في الطبيعة في عدة معادن منها Smithsanitie (ZnCO_3) و Zinicite (ZnO) و Sphalarite (ZnS) أو قد يدخل في التركيب البلوري للمعادن كما هو الحال في المعادن الطينية أو قد يكون مترافقا مع معادن أخرى كالاكاسيد والكبريتيدات (Picouet, et al., 2001) يتراوح تركيز الخاصين في مياه نهر دجلة بين (١٩ - ٣٥.٥) وبمعدل (٢٨.١ ppb) وبين (١٢.٧ - ٢٠.١) وبمعدل (١٦.٦ ppb) خلال فترتي تصريف الماء المنخفض والمرتفع على التوالي، الجدول (١ و ٢).

ويعد عنصر الخاصين أساسيا في جميع أجسام الكائنات الحية، وعند زيادة تركيزه إلى (٣ ppm) في مياه الشرب يصبح ضارا بصحة الإنسان إذ يؤدي إلى التهاب الأمعاء (WHO, 2003).

الكوبلت (Co^{+2}) Cobalt :

يبلغ تركيز الكوبلت في مياه الأنهار (٥٠ ppb) (Benoit and Rozon, 1998) ويوجد في عدد من المعادن الكربوناتيية والاكاسيد، ويكون غالباً عالقا في الجو أو في الطبقات العليا من المياه الجارية (Yilmaz et al., 2003) يتراوح تركيز الكوبلت في نهر دجلة بين (٢.٢ - ٦.٨) وبمعدل (٤.٥ ppb) وبين (١.٦ - ٦.٣) وبمعدل (٤.٣ ppb) خلال فترتي تصريف الماء المنخفض والمرتفع على التوالي الجدول (١ و ٢).

النيكل (Ni^{+2}) Nickel :

يبلغ تركيز النيكل في مياه الأنهار (٢٧ ppb) (Benoit and Rozon, 1998) ويوجد على شكل اكاسيد وكاربونات وسليكات مع الحديد (Morris, et al., 1992) وكذلك يمتاز على المعادن الطينية واكاسيد وهيدروكسيدات الحديد، ويسبب زيادة تركيز النيكل عن (٢٠ ppm) مشاكل صحية للإنسان مثل السرطان

الرئوي (WHO, 2003) ويتراوح تركيز النيكل بين (١٠.٢-١٨.٨) وبمعدل (١٥.٤ ppb) وبين (٨.٣-١١.٦) وبمعدل (٩.٥ ppb) خلال فترتي تصريف الماء المنخفض والمرتفع على التوالي، الجدول (١ و ٢).
الكروم ($Cr^{+٦,٣}$) : Chromium

يبلغ تركيز الكروم الكلي في مياه الأنهار (50 ppb) (Benoit and Rozon, 1998) ويوجد في عدد من المعادن مثل الباروكسين والامفيبول وكذلك المعادن الطينية ويتواجد Cr في حالتي تأكسد Cr^{+6} , Cr^{+3} ، والكروم ثلاثي التكافؤ يكون بهيئة ايون موجب ويميل للاتحاد بجذر (OH) الهيدروكسيل ليكون هيدروكسيد الكروم $Cr(OH)_3$ غير الذائب أما الكروم سداسي التكافؤ فيكون بهيئة انيون (مركب سالب الشحنة) ويميل الاتحاد مع (H) الهيدروجين (Faust and Aly, 1998) ويكون Cr^{+3} أكثر استقراراً في البيئات المختزلة ويكون غير ذائب في البيئات القلوية والمعتدلة وقابلية امتزازه قوية، أما Cr^{+6} فيكون مستقراً في البيئات المؤكسدة وقابلية امتزازه قليلة وسمية Cr^{+6} أكثر من Cr^{+3} بـ (١٠٠-١٠٠٠) مرة (Drever, 1997).

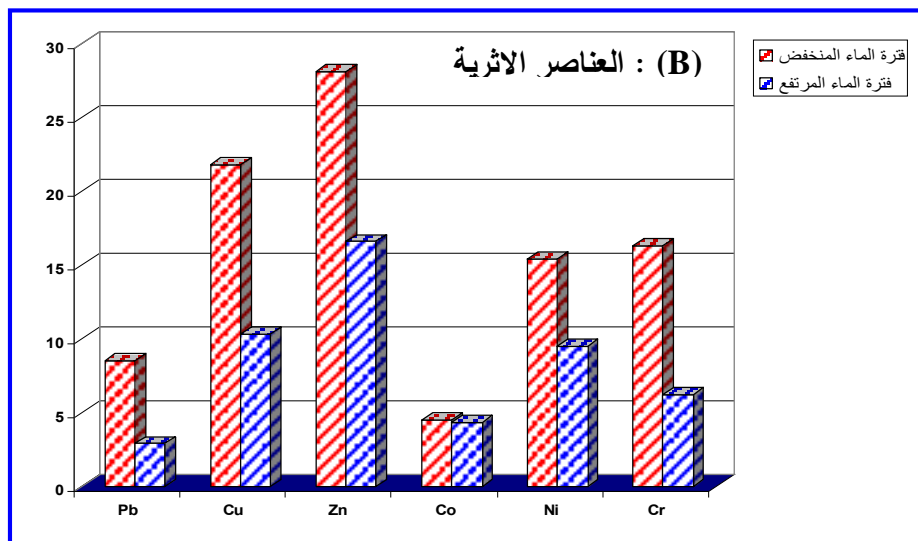
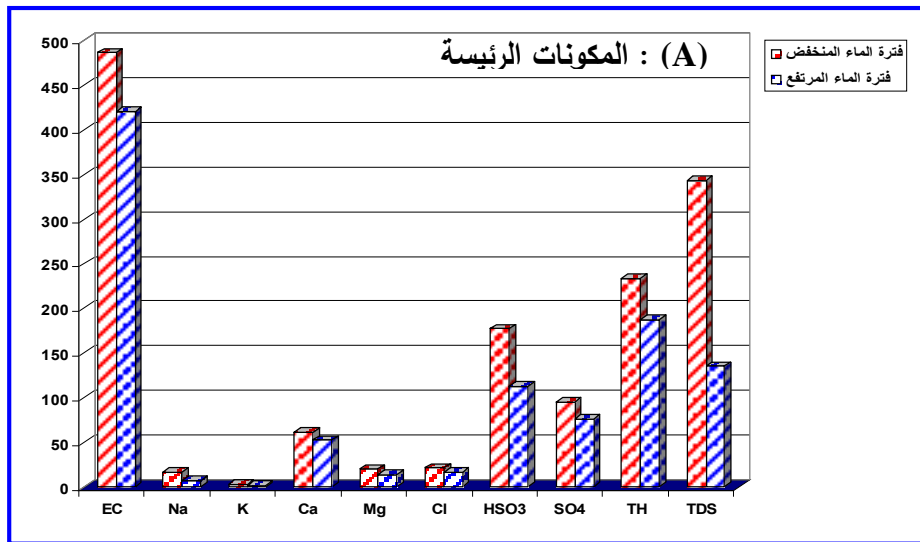
ويتراوح تركيز الكروم الكلي في مياه نهر دجلة بين (٩.٨-٢٢.٦) وبمعدل (١٦.٣ ppb) وبين (٤.٠ - ٨.١) وبمعدل (٦.٢ ppb) خلال فترتي تصريف الماء المنخفض والمرتفع على التوالي، الجدول (١ و ٢).

مناقشة تغاير هيدروكيميائية نهر دجلة

أظهرت النتائج بشكل عام زيادة في تراكيز العناصر الكيميائية الرئيسية والأثرية في فصل الصيف مقارنة بتراكيزها في فصل الشتاء الشكل (٣)، وان السبب في ذلك يعود إلى تخفيف تراكيز العناصر بوساطة مياه الأمطار ذات المحتوى الواطئة جداً من العناصر الكيميائية، الجدول (٣)، عامل التخفيف والانتشار (Dilution and Dispersion) وكما يبين الشكل (٤) أن هناك زيادة في تراكيز المكونات الكيميائية في النموذج رقم (٤) بسبب قرب موقع النموذج من مصب مياه نهر الخوصر والذي يبعد عنه حوالي (٤٥٠) م. كما أن عمليات التبخر العالية في فصل الصيف تساعد على زيادة تراكيز الايونات الكيميائية في مياه نهر دجلة.

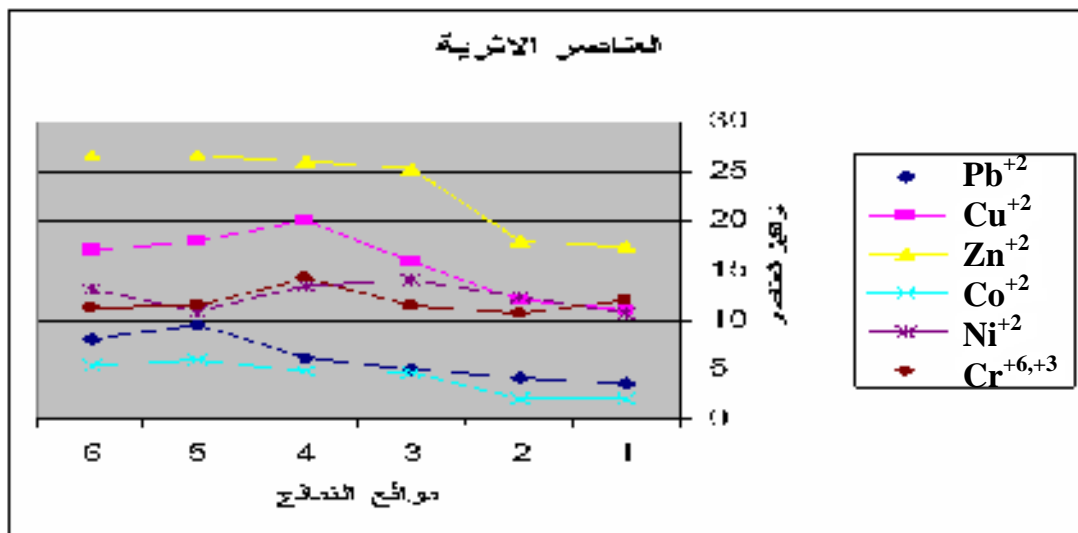
كما بينت نتائج التحاليل الكيميائية أن هناك ارتفاع نسبي في تراكيز العناصر الكيميائية في مياه نهر دجلة بعد دخولها إلى مدينة الموصل الشكل (٤)، وان السبب في هذه الزيادة يعود إلى التأثير الكبير لنشاط المدينة على النهر، حيث تقوم المدينة بطرح قسم من الفضلات الصلبة واغلب فضلاتها السائلة مباشرة إلى النهر دون أي معالجة.

وقد بلغت كمية الفضلات السائلة المطروحة باتجاه النهر (٥٠٠٠٠٠) م^٣/يوم (Mustafa and Jankeer, 2007) وتمتاز بارتفاع نسب الملوثات فيها وارتفاع تراكيز العناصر الكيميائية الجدول (٣) وهذا يفسر الارتفاع الواضح في تراكيز العناصر الكيميائية بعد دخول النهر إلى مدينة الموصل ألا أن مياه نهر دجلة لا تزال ضمن الحدود الطبيعية لمياه الشرب وفق الموصفات العالمية الجدول (4).



الشكل ٣: معدل تراكيز المكونات الرئيسية والعناصر الأثرية خلال فترتي تباين التصريف.





الشكل ٤ : تراكيز العناصر الرئيسية والعناصر الأثرية خلال مرور النهر بمدينة الموصل.

الجدول 4 : جدول يمثل المواصفات القياسية لمياه الشرب حسب منظمة الصحة العالمية (WHO) لسنة 2003 والمواصفات الكندية لسنة ١٩٨٩.

المكونات	WHO 2003	مواصفات كندية	نهر دجلة (الدراسة الحالية)
Turbidity NTU	٥	< 5	-
E.C(μhos/ cm)	١٣٥٠	-	٤٤٥.٥
pH Unit	٦.٥ - ٨.٥	٦.٥ - ٨.٥	٧.٣
T.D.S	١٠٠٠	< 5000	٣٢٤.٤
TH	-	-	٢١٠.٧
Ca ⁺²	٧٥	-	٥٦.٨
Mg ⁺²	125	-	١٦.٧
Cl ⁻	250	< 250	١٨.٧
SO ₄ ⁻²	٢٥٠	< 500	٨٥.٦
Pb ⁺²	10 ppb	10 ppb	5.7 ppb
Cu ⁺²	2 ppm	1 ppm	16 ppb
Zn ⁺²	3 ppm	5 ppm	22.3 ppb
Ni ⁺²	20 ppb	-	14.2 ppb
Co ⁺²	50 ppb	-	4.4 ppb
Cr ^{+3,+6}	50 ppb	50 ppb	11.2 ppb

الاستنتاجات

- ١- تكون المكونات الرئيسية واغلب العناصر الأثرية (التي تم تحليلها) في مياه نهر دجلة ضمن الحدود الطبيعية والمقبولة عالمياً قبل دخول النهر المدينة.
- ٢- تزداد العسرة الكلية لمياه نهر دجلة خلال مرور النهر بمدينة الموصل.

- ٣- ارتفاع معظم تراكيز المكونات الرئيسية والعناصر الأثرية خلال مرور النهر بمدينة الموصل ويتعدى قسم منها الموصفات العالمية.
- ٤- انخفاض تراكيز المكونات الرئيسية والعناصر الأثرية خلال فترة تصريف الماء المرتفع (فصل الشتاء) مقارنة بفترة الماء المنخفض (فصل الصيف) نتيجة ارتفاع تصريف النهر (عامل التخفيف والانتشار) نتيجة لسقوط مياه الأمطار او زيادة تصريف سد الموصل وقلة عمليات التبخير.

المصادر العربية

- أحمد، فلاح محمد، ٢٠٠٧. دراسة جيوكيميائية وهيدروكيميائية لمياه وترسبات نهر دجلة ومقارنتها مع مياه وترسبات أحواض التصفية ضمن مدينة الموصل. رسالة ماجستير غير منشورة، كلية العلوم، جامعة الموصل، ٩٠ صفحة.
- البياتي، هشام جاسم، ١٩٨٠، هيدروكيميائية وجيوكيميائية نهر دجلة والتلوث المحتمل من القيارة إلى بغداد، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية العلوم، جامعة بغداد، ٢١١ صفحة.
- طليح، عبد العزيز يونس والبرهاوي، نجوى إبراهيم، ٢٠٠٠، تلوث مياه نهر دجلة بالفضلات السكنية شمال مدينة الموصل. مجلة التربية والعلم، العدد ٤١، ص ٤-١٣.
- عباوي، سعاد عبد وحسن، محمد سليمان، ١٩٩٠، الهندسة العملية للبيئة - فحوصات الماء - دار الحكمة للطباعة والنشر - جامعة الموصل، ٢٦٩ صفحة.
- مديرية الموارد المائية، سجل معلومات تصريف مياه نهر دجلة، ٢٠٠٦.

المصادر الاجنبية

- Allent, S.E., Grimshw, H.W., Parkinson J.A. and Guarmby, C., 1973. Chemical Analysis of Ecological Materials. Blackwell. Scientific Publication, Oxford. England.
- Al-Sawaf, F.D., 1977. Sulfate Reduction and Sulfur Deposition in the Lower Fars Formation, Northern Iraq. Economic Ecology Vol. 72, pp. 608-616.
- APHA, 1998. Standard Method for the Examination of Water and Waste Water. 18th ed. APHA, AWWA WDGE, United States of America.
- Benoit, G. and Rozon, T.F., 1998. The Influence of Size Distruntion on the Practice Concentration Effect and Trace Metal Partitioning in Rivers Geochem. Cosmochim. Acta. Vol. 63, No. 1, pp. 113-127.
- Baghdadi, A.I., 1973. Water Spring in Iraq, their Geological Characteristics and Utilization, Seminar on Ground Water, 10-15 March 1973, Foundation of Scientific Research and UNE SCO, Baghdad, Iraq. 14p.
- Buday, 1980. The Regional Geology of Iraq, Unpublished. Repot, Sum. Library.
- Drever, J.I., 1997. Geochemistry of Natural Waters. 3rd ed., prentice-Hall Engle Wood Cliffs. 436p.

- Faust, S.D. and Aly, O.M., 1998. Chemistry of Water Treatment. 2nd ed., Lewis publisher, 581p.
- Fetter, C.W., 1980, Applied Hydrogeology. Bell and Howell Co., London, 488p.
- Hem, J.D., 1985, Study and Interpretation of the Chemical Characteristic of Natural Water U.S.G.S Water supp. Paper, 2254, 263p.
- Manahan, S.E., 2004, Environmental chemistry, CRC press, 8th ed., Washington DC, USA.
- Morris, R.D., Audet, A.M., Angelillo, I.F., Chalmers, T.C. and Mostell, F., 1992. Chlorination By-products and Cancer. Ameta- Analysis- American Jour. of Public Health, Vol. 82, No. 7, pp. 955-963.
- Mustafa M.H. and Jankeer M.H., 2007. Quality Difference Between Tow Location on Tigris River Within Mosul City. Vol18, No1., pp. 111-124.
- Picouet, C., Dupre, B., Orange, D. and Valladon, M., 2001. Major and Trace Elements Geochemistry of the upper Niger (Mail). Physical and Chemical Weathering Rates and CO₂ Consumption. Chem. Geo. Vol. 181, pp. 93-124.
- Sanders, L.L., 1998. A Manual of Filed Hydrogeology. Prentice-Hall, 381p.
- Todd, D.K. and Mays, L., 2005. Ground Water Hydrology, (3rd ed.) John Wiley and Sons, Inc, 636p.
- UNISCO, 1983. Study of the Relationship Between Water Quality and Sediment Transport, Tech. paper in Hydrology. France, 231P.
- WHO, 2003. Guide Lines for Drinking Water Quality. World Health Organization (3rd). Vol. 1., 623p.
- Yilmaz, Q., Kahraman, V. and Eral, C., 2003. Solidification /Stabilization of Hazardous Waste Containing Metals and Organic Contaminates. Jour. Environmental Engineering, Vol. 129, pp. 366-376.