Study of Water Quality of Diyala River in some regions of Middle-Lower Basin

دراسة نوعية مياه نهر ديالى في بعض مناطق الحوض الأوسط و الحوض الأسفل

م.د. رعد محمود نصيف * ،م.د. انعام جمعة عبد الله ** ، جيولوجي اقدم علي عبد الرحيم العزاوي ***
* قسم علوم الحياة، كلية التربية ابن الهيثم، جامعة بغداد
** قسم علم الارض، كلية العلوم، جامعة بغداد
*** الهيئة العامة للمياه الجوفية، وزارة الموارد المائية

المستخلص:

تمت دراسة هيدروكيميائية نهر ديالى (الحوض الأوسط و الأسفل) حيث تم تحديد الخواص الفيزيائية و الكيميائية و تحديد نوعية المياه و تأثير التلوث و الفعاليات البشرية و العمليات الطبيعية على نوعية مياه نهر ديالى و مدى صلاحيته للأستخدامات المختلفة. تم جمع 10 نماذج مياه موزعة على طول نهر ديالى من قضاء كالار الى مصب نهر ديالى في نهر دجلة جنوب مدينة بغداد. شملت الخصائص الفيزيائية الدالة الحامضية (pH) والمواد الصلبة الذائبة الكلية (TDS) و التوصيلية الكهربائية (EC) ، و تمثل الخواص الكيميائية بتحليل النماذج للأيونات الرئيسية الموجبة و السالبة (NO_3^{-1},HCO_3^{-1}, SO_4^{-2}, Cl^{-1}, K^{+1}, Na^{+1}, Mg^{+2}, Ca^{+2}).

أظهرت النتائج بالنسبة للخصائص الفيزيائية أن pH كان ضمن الحدود المقبولة في محددات المواصفة العراقية 2009 و منظمة الصحة العالمية WHO,2006 لمياه الشرب، بينما كانت قيم TDS EC , قد تجاوزت هذه المحددات.

كما أن معدل تراكيز الأيونات الرئيسية الموجبة و السالبة الاتية: (SO_4^{-2}, Cl^{-1}, Na^{+1}, Ca^{+2}) كان قد تجاوز الحدود المقبولة في محددات المواصفة العراقية 2009 و منظمة الصحة العالمية WHO,2006 لمياه الشرب ،أما (NO_3^{-1},HCO_3^{-1}, K^{+1}, Mg^{+2}) فقد كان ضمن الحدود المقبولة.

كانت الأيونات الموجبة السائدة في مياه نهر ديالى هي Na^{+1}, Ca^{+2} بينما الأيونات السالبة السائدة هي Cl^{-1}, SO_4^{-2} حيث كانت عمليات التبخر هي السائدة في نهر ديالى، أما نوعية المياه فقد كانت Na-Ca-Mg-SO_4-Chloride.

وتبين من النتائج أن مياه نهر ديالى في منطقة الدراسة عسرة جداً، وأن معظم الخواص الفيزيائية و الكيميائية للمياه قد تجاوزت الحدود المسموحة للمواصفة العراقية 2009 و منظمة الصحة العالمية WHO,2006 لمياه الشرب و بذلك تكون غير مناسبة لأغراض الشرب.

ومن حساب نسبة امتزاز الصوديوم SAR تبين ان مياه نهر ديالى صالحة لأغراض الري و الزراعة و تصنف ضمن المستوى S1 أي لا يوجد تأثير ضار للصوديوم. تبين مما سبق أن الاستعمال الخاطيء للمياه في حوض نهر ديالى و الأستعمال الغير مبرمج للأسمدة و تأثير المبازل و مطروحات المصانع و المجاري و الفعاليات البشرية قد أدى الى تردي نوعية مياه نهر ديالى.

Abstract:

Hydrochemistry of Diyala River (Middle-Lower Basin) was studied in order to determine the physical, chemical properties, water quality, pollution, the influence of human activities and natural processes. Ten water samples were collected along Diyala River from Kelar region to the meeting point of Diyala river and Tigris river southern Baghdad city. The physical properties included hydrogen number (pH), total dissolved solids (TDS) and electrical conductivity (EC), but in term of chemical properties, samples were chemically analyzed for cations and anions (Ca^{+2}, Mg^{+2}, Na^{+1}, K^{+1}, Cl^{-1}, HCO_3^{-1}, SO_4^{-2}, NO_3^{-1}). The results of physical properties had been shown that the pH is within acceptable limits according to the WHO, 2006 guideline and Iraqi guideline, 2009 for drinking water, while the TDS, EC values are higher than the acceptable limits of the mentioned guidelines.

The average concentrations of the following cations and anions: (Ca^{+2}, Na^{+1}, Cl^{-1}, SO_4^{-2}) are higher than acceptable limits, but the average concentrations of anions (Mg^{+2}, K^{+1},HCO_3^{-1},NO_3^{-1}) are within acceptable limits of WHO, 2006 guideline and Iraqi guideline, 2009 for drinking water. The dominated cations in Diyala River are Na^{+1}, Ca^{+2} and the dominated anions are Cl^{-1}, SO_4^{-2}

whereas the evaporation process is dominating in the river. The water quality is Na-Ca-Mg-SO_4-Chloride, the results showed that the river water is very hard and most of the physical and chemical properties are higher than acceptable limits, so it is unsuitable for drinking. From calculating sodium adsorption ratio (SAR) the river water appear to be suitable for irrigation and it is appear to be classified as S1 Level, which is no harmful regarding sodium.

It appears that the wrong use of water in Diyala basin and unprogrammed use of fertilizes, effect of trocars, the influences of industrial wastes, sewage sludge, human activities, all these factors contributed for worsen the quality of Diyala river water.

-المقدمة :

مما لا شك فيه ان النشاط الزراعي و الصناعي و الاستعمالات المنزلية كل ذلك يؤثر على نوعية المياه سواء كانت سطحية أم جوفية، و من الروافد الاساسية التي تتعرض للعديد من الفعاليات البشرية هو نهر ديالى، ذلك الرافد المهم الذي يصب في نهر دجلة و تغذي مياهه حوضاً زراعياً خصباً ضمن حدود حوض و ادي الرافدين.

إن حوض نهر ديالى هو أحد هذه الاحواض التي تغطي أجزاء مهمة من العراق ولها تاثير في نوعية مياه نهر دجلة حيث يلتقي بالاخير جنوب مدينة بغداد (1). يقع حوض نهر ديالى بين دائرتي عرض (13 ° 33 – 50 °35) و بين خطي طول (30° 44 – 50 ° 47) ويمر النهر في محافظة ديالى شمال شرق مدينة بغداد شكل (1).

تم تقسيم حوض نهر ديالى اعتماداً على الاختلاف في طوبوغرافية المنطقة الى اربع مناطق كما اقترحها (3) : 1- أعلى سد دربندخان 2- ديالى الاعلى 3- ديالى الاوسط 4- ديالى الاسفل. و ان الدراسة الحالية شملت حوض ديالى الاوسط و الاسفل، حيث يشمل ديالى الاوسط الجزء الواقع بين قضاء كلار و سد حمرين و تبلغ مساحته 8850 كم^2، ويصب فيه رافد الوند الذي ينبع من الجبال الايرانية ، اما رافد نارين جاي فيصب في نهر ديالى شمال جبل حمرين. ويمثل ديالى الاسفل المنطقة الواقعة اسفل سد حمرين و حتى مصب نهر ديالى في نهر دجلة و تبلغ مساحة حوض ديالى الاسفل 1940كم ^{2} حيث يجري النهر ضمن السهل الرسوبي حيث تعد هذه المنطقة من اجود المناطق الزراعية في العراق (1 و 4).

- الهدف من الدراسة :

تهدف الدراسة الى تحديد الخواص الفيزياوية و الكيمياوية لنهر ديالى الحوض الاوسط و الاسفل و دراسة توزيع العناصر الرئيسية و دراسة نوعية المياه و تأثير الفعاليات البشرية و الطبيعية على نوعية مياه نهر ديالى و مقدار التلوث الذي تتعرض له و كذلك تقييم نوعية المياه و مدى صلاحيتها للاستهلاك البشري و ملائمته للنشاط الزراعي.

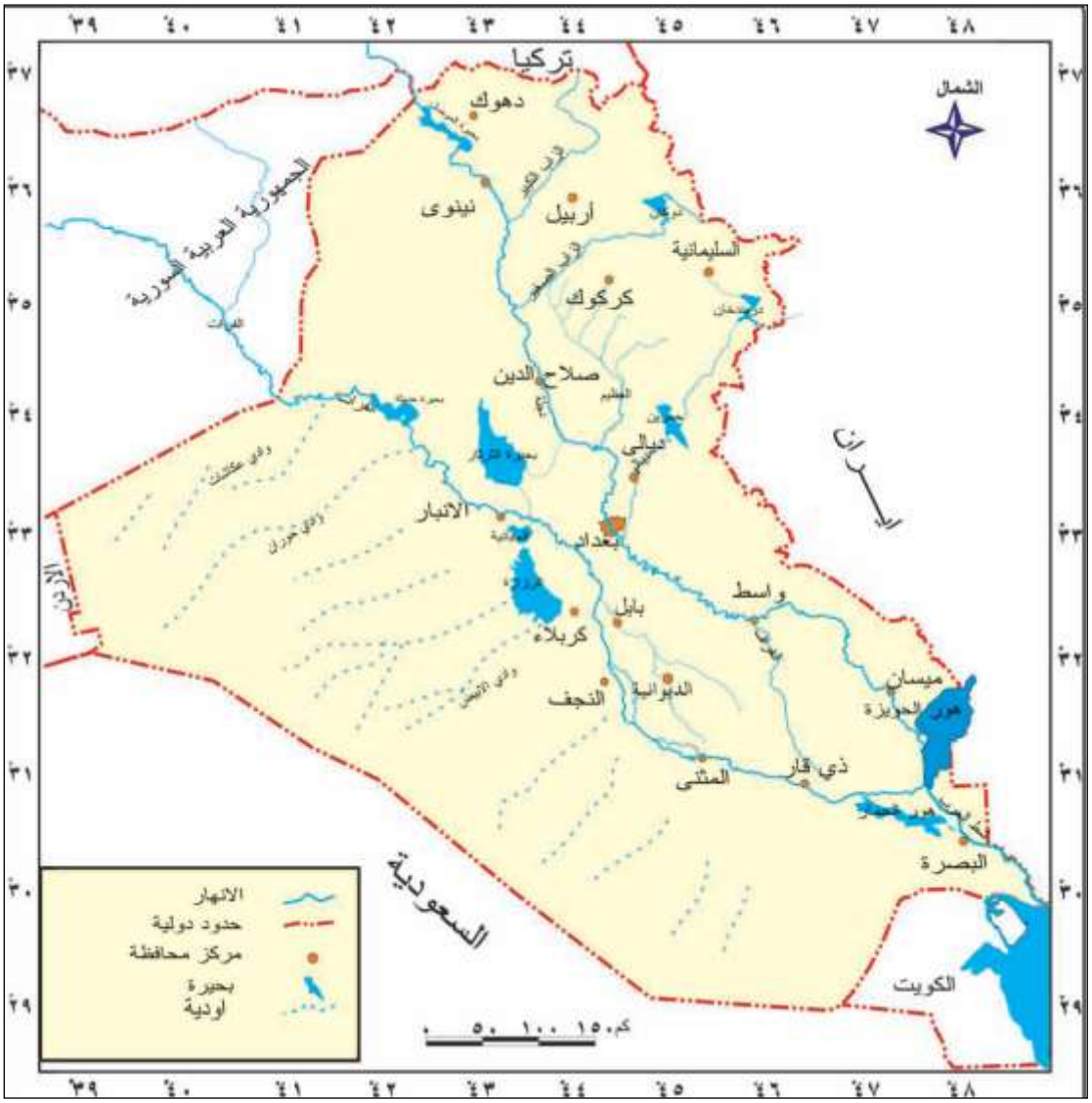
- جيولوجية حوض نهر ديالى:

تأثرت منطقة حوض نهر ديالى كغيرها من الاحواض المجاورة لها بالحركة الالبية التي بدأت أواخر العصر الترياسي (4) وتبين أن حوض النهر تقع في الرصيف غير المستقر حسب التقسيم الثنائي ممتدة ضمن الانطقة التالية:

1- التقعر الاقليمي/ نطاق الاندفاعات (Geosyncline/ Thrust zone)
2- نطاق الطيات العالية (High Folded Zone)
3- نطاق اقدام الجبال (Foot Hill Zone)
4- نطاق السهل الرسوبي (Mesopotamian Zone)

إن امتداد حوض النهر عبر هذه الانطقة المختلفة فيزيوغرافيا و تركيبيا يعني أن هناك إختلافاً في الوحدات التكتونية إبتداءاً من حوض الجيوسنكلاين الالبي و انتهاءاً بقطاع ما بين النهرين ضمن الرصيف غير المستقر (5).

يقع الجزء الشمالي (الحوض الاعلى) ضمن قطاع الاندفاعات و الفوالق الانزلاقية التي تتصف بشدة الطيات، وتضهر في هذا القطاع أقدم صخور الحوض التي تعود الى العصر الترياسي. أما قطاع الطيات فيضم الجزء الاوسط و اجزاء من المنطقة العليا لحوض النهر (5). ان أقدم صخور قطاع الطيات العليا المنكشفة تعود الى العصر الطباشيري ، اما الجزء الاسفل من حوض النهر فيقع ضمن المنطقة المستوية و هو يغطي ترسبات العصر الرباعي (6).



شكل (1): خارطة توضح مواقع انهار العراق وموقع نهر ديالى منها (2)

إن التكوينات الجيولوجية المنكشفة في منطقة الدراسة تعود الى حقبة الحياة المتوسطة Mesozoic Era و التي تظهر في اجزاء الحوض العليا متمثلة بتكوين افرومان ضمن العصر الترياسي و انتهاءاً بتكوين تانجيرو لذي يمثل نهاية الحقبة المتوسطة. أما حقبة الحياة الحديثة Cenozoic Era فتبدأ بتكوين الكولوش الذي يمثل بداية العصر الثلاثي Tertiary) (period و انتهاءاً بتكوين باي حسن نهاية العصر الثلاثي، فيما تمثل مدملكات البامو و رواسب العصر الرباعي نهاية حقبة الحياة الحديثة (1).

- طريقة العمل:

لغرض معرفة المتغيرات التي تطرأ على مواصفات مياه نهر ديالى تمت عملية النمذجة في تشرين الثاني /2010 حيث تم جمع عشرة عينات مياه من نهر ديالى موزعة على طول النهر من قضاء كالار الى التقاء نهر ديالى بنهر دجلة شكل (2)، حيث تم أخذ 2عينة من مجرى النهر في قضاء كالار؛ 1 عينة قبل مشروع الرستمية ؛ 2 عينة بعد مشروع الرستمية بمسافة 10 كم و 2 عينة قبل مصب نهر ديالى في نهر دجلة بمسافة 5 كم و 3 عينة عند المصب (التقاء نهر ديالى بنهر دجلة).

تم جمع النماذج في قناني مصنوعة من البولي أثيلين بعد أن تغسل القنينة بماء النهر مرتين، ثم تؤخذ العينة على عمق 20 سم و تغلق باحكام بعد إجراء القياسات الحقلية لجميع العينات و التي شملت (pH, TDS, EC) و بعدها أخذت العينات لإجراء الفحوصات لقياس تراكيز المكونات الرئيسية (Ca^{+2}, Mg^{+2}, Na^{+1}, K^{+1}, Cl^{-1}, HCO_3^{-1}, SO_4^{-2}, NO_3^{-1}) في مختبرات دائرة المياه الجوفية/ قسم الجيولوجي،تم حساب Ca^{+2},Mg^{+2} بإستخدام جهاز الامتصاص الطيفي الذري غير اللهبي Flameless Atomic Absorption Spectroscopy ، اما Na^{+1}, K^{+1} باستخدام جهاز الامتصاص الطيفي الذري اللهبي Flame Atomic Absorption Spectroscopy. تم حساب

SO_4^{-2} بواسطة جهاز الامتصاص الطيفي الذري باضافة BaCl ، اما Cl^{-1} فقد حسبت تراكيزه بعد تسحيحه مع محلول نترات الفضة، و حسبت HCO_3^{-1} بعد تسحيحه مع حامض الهيدروكلوريك.

- النتائج و المناقشة :

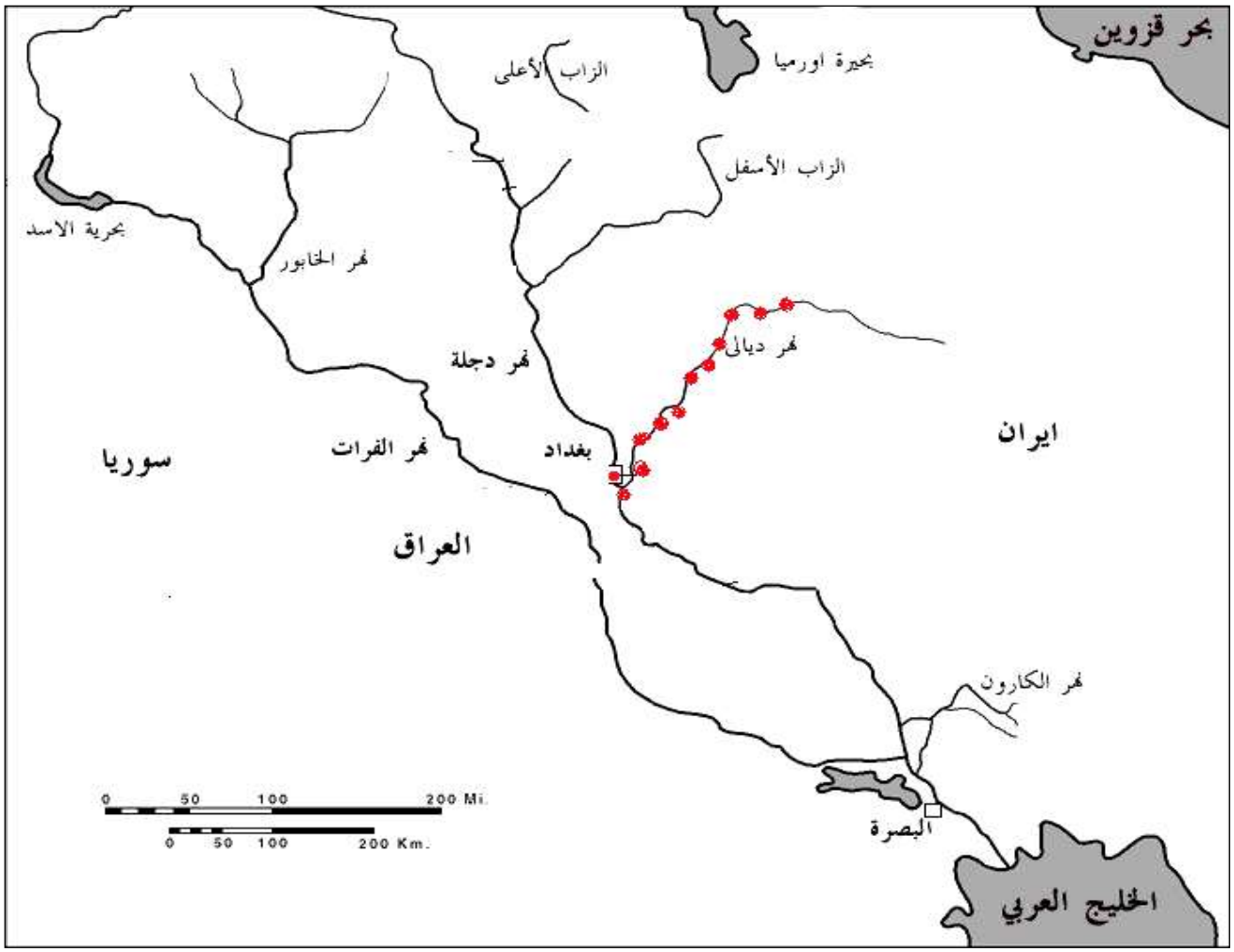
إن نتائج القياسات الحقلية (pH, TDS, EC) موضحة في جدول (1) ، حيث تم قياس pH مباشرةً بالحقل وكانت مياه نهر دجلة متعادلة الى قاعدية خفيفة حيث تراوحت pH من 7.15 الى 7.76 و بمعدل 7.4 ، علماً أن هناك عدة عوامل تؤثر على قيم pH منها درجة الحرارة، وجود البيكربونات و الكالسيوم و النباتات إذ أن عملية التركيب الضوئي تقلل من CO_2 و ثم تعمل على زيادة الاس الهيدروجيني (8).

تراوحت قيمة الاملاح الذائبة الكلية TDS من 335 mg/L الى 414 mg/L وبمعدل 1844.5 mg/L و هذا المعدل قد تجاوز الحدود المسموح بها في محددات المواصفة العراقية 2009 (9) و منظمة الصحة العالمية WHO,2006 لمياه الشرب (10)،جدول(1) ،شكل (3).

نلاحظ أن قيم TDS في محطات الدراسة تزداد باتجاه المصب حيث تبدأ القيم بالازدياد مع اتجاه النهر خصوصا في مصب مشروع الرستمية (محطة 5) لما لهذا المشروع أثر في طرح الملوثات الى نهر ديالى، ثم تنخفض القيم عند التقاء نهر ديالى مع نهر دجلة (محطة 8،9،10) مما يدل على حصول تخفيف للمياه بعد التقاء النهرين. و قد يرجع سبب زيادة قيم TDS الى الفعاليات البشرية و وجود بعض المنشأت الصناعية، اضافة الى عملية الغسل leaching للاملاح الناتجة من الفعاليات الزراعية المحيطة بالنهر (5).

تراوحت قيم التوصيلية الكهربائية EC بين 478 µs/cm الى 2670 µs/cm و بمعدل 2104 µs/cm و هذا المعدل قد تجاوز الحدود المسموح بها في محددات المواصفة العراقية 2009 (6) و منظمة الصحة العالمية WHO,2006 لمياه الشرب(10) ،جدول(1) شكل (4). و لوحظ ان قيم EC تزداد باتجاه المصب و تبلغ اعلى قيمة لها بعد مشروع الرستمية و قبل المصب (محطة 5،6،7).

ان هذه الزيادة باتجاه المصب قد تعود الى كون نسبة التخيف للمياه تكون قليلة بسبب التصريف الواطيء مما يؤدي الى زيادة تراكيز الايونات اضافة الى زيادة طرح مياه المبازل، و الى طرح المصانع للمياه الثقيلة و طرح مياه فضلات المنازل الى النهر. اما عند التقاء نهر ديالى مع نهر دجلة فتعود قيم EC للانخفاض مما يعني ان تخفيفاً للمياه قد حصل بسبب الالتقاء (4).

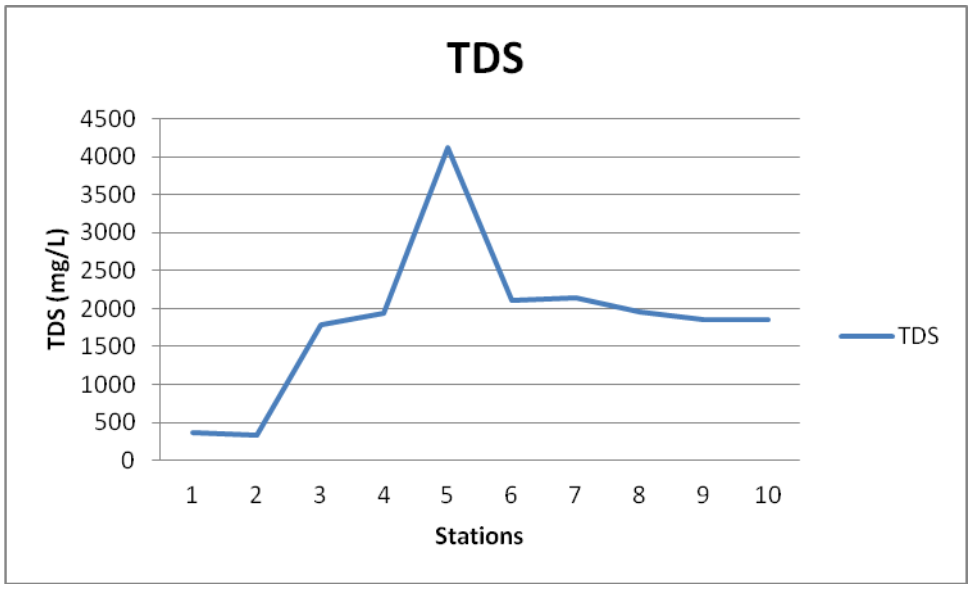


شكل (2): خارطة توضح اماكن جمع العينات من نهر ديالى (7).

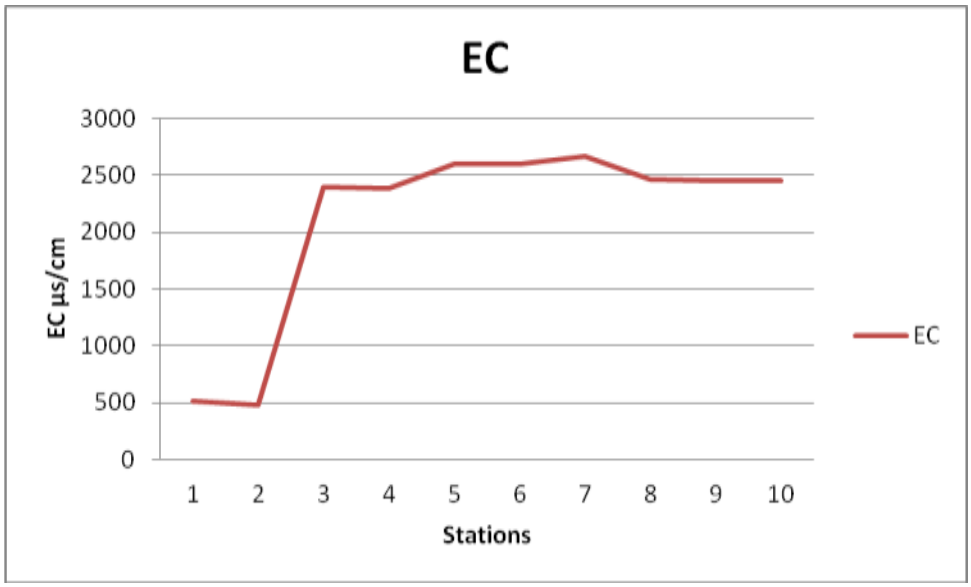
جدول 1 : نتائج تحاليل الدوال الهيدروكيميائية لمنطقة الدراسة

رقم العينة / المحطة	الدالة الحامضية pH	المواد الصلبة الذائبة الكلية TDS mg/L	التوصيلية الكهربائية EC µs/cm	الوحدة	Ca^{+2}	Mg^{+2}	Na^{+1}	K^{+1}	Cl^{-1}	$HCO3^{-1}$	$SO4^{-2}$	$NO3^{-1}$	العسرة الكلية TH	نسبة امتزاز الصوديوم SAR	الفرق النسبي R.D %	نوع المياه Water Type
1 كالار	7.23	365	515	ppm	32	16	43	0.4	80	14	107	1.6	145.6	1.5	0.32	Na-Ca-Mg-SO_4-Cl
				epm	1.6	1.3	1.8	0.01	2.25	0.22	2.2					
				epm%	34	28	38	0.2	48.9	4.9	47.8					
2 كالار	7.4	335	478	ppm	25	13	32	0.2	64	12.2	91.2	1.6	115.8	1.2	2.6	Na-Ca-Mg-Cl- SO_4
				epm	1.25	1	1.39	0.005	1.8	0.2	1.9					
				epm%	33.7	29	37.6	0.1	46	5	48.7					
3 قبل مشروع الرستمية	7.15	1789	2400	ppm	142	83	271	3.7	347	192	632	5.5	695	4.5	0.38	Na-Ca-Mg-Cl- SO_4
				epm	7	6.9	11.8	0.09	9.77	3.14	13					
				epm%	27.5	26.8	45.7	0.34	37.5	12	50.6					
4 بعد مشروع الرستمية	7.33	1939	2390	ppm	152	78	207	3.2	468	118	379	3.2	699.8	3.5	0.6	Na-Ca-Mg- SO_4 –Cl
				epm	7.6	6.5	9	0.08	13	1.9	7.8					
				epm%	33	28	39	0.34	57.5	8.3	34					
5 بعد مشروع الرستمية	7.76	4114	2600	ppm	160	100	286	3	470	240	660	4.5	810	4.4	0.59	Na-Mg-Ca-Cl- SO_4
				epm	8	8.3	12.4	0.07	13	3.9	13.7					
				epm%	28	29	43.5	0.25	42	12.7	45					
6 قبل مصب ديالى بدجلة	7.5	2103	2600	ppm	145	90	286	3	355	193	660	4	731.5	4.5	0.59	Na-Mg-Ca-Cl- SO_4
				epm	7.25	7.5	12.4	0.07	10	3.16	13.7					
				epm%	26.8	27.5	45.5	0.25	37	11.7	51					

$Na-Ca-Mg-HCO_3-SO_4-Cl$	0	3	855.9	3.1	398	281	480	7.1	208	102	175	ppm	2670	2150	7.49	7 قبل مصب ديالى بدجلة
					8.29	4.6	13.5	0.18	9	8.5	8.75	epm				
					31	17.5	51	0.68	34	32	33	epm%				
$Na-Mg-Ca-SO_4-Cl$	1	4.4	624	11	365	183	460	21	255	76	125	ppm	2470	1950	7.5	8 المصب
					7.6	3	12.9	0.5	11	6.3	6.25	epm				
					32	12.8	55	2	46	26	26	epm%				
$Na-Mg-Ca-SO_4-Cl$	1.28	4.5	610	11	360	181	450	20	250	75	121	ppm	2460	1850	7.72	9 المصب
					7.5	2.9	12.6	0.5	10.8	6.25	6	epm				
					32.6	12.6	55	2	46	26	25.6	epm%				
$Na-Mg-Ca-SO_4-Cl$	1.28	4.5	610	11	360	181	450	20	250	75	121	ppm	2460	1850	7.72	10 المصب
					7.5	2.9	12.5	0.5	10.8	6.25	6	epm				
					32.6	12.6	55	2	46	26	25.6	epm%				
	0-2.6			1.6-11	91.2-660	12-281	64-480	0.2-21	32-286	13-102	25-175		478-2670	335-4114	7.15-7.76	المدى
$Na-Ca-Mg-SO_4-Cl$	0.4	3.6	589.7	5.6	401.2	159.4	371.5	8.16	208.8	70.8	119.8	ppm	2104	1844.5	7.4	المعدل
					8.3	2.6	10	0.2	9	5.9	6	epm				
					40	12	47.8	0.9	43	28	29	epm%				
			500	50	400		350		200	100	150			1000	6.5-8.5	المواصفة العراقية لمياه الشرب 2009
			500	50	250	125-350	250	10-12	200	100	75		1530	1000	6.5-9.5	مواصفة منظمة الصحة العالمية لمياه الشرب WHO, 2006



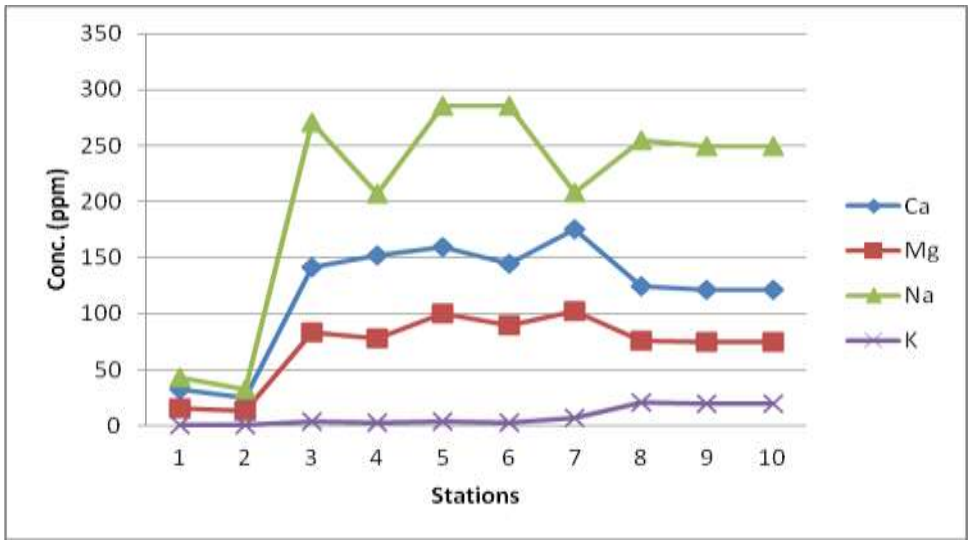
شكل (3): توزيع المواد الصلبة الذائبة الكلية في محطات الدراسة



شكل (4): التوصيلية الكهربائية في محطات الدراسة

- الأيونات الرئيسية:

أختيرت الأيونات الرئيسية الموجبة (Ca^{+2}, Mg^{+2}, Na^{+1}, K^{+1}) و الأيونات السالبة (Cl^{-1}, SO_4^{-2}, HCO_3^{-1}, NO_3^{-1}) لتحديد كيميائية نهر ديالى في منطقة الدراسة. يبين جدول (1) ،شكل (5) نتائج تحاليل الايونات الرئيسية الموجبة و السالبة. أظهرت نتائج التحاليل أن معدل تركيز أيون الكالسيوم 119.8 ppm يقع ضمن محددات مواصفة مياه الشرب العراقية 2009 (9)، و لكنه تجاوز الحدود المسموحة في مواصفة منظمة الصحة العلمية (WHO,2006) (10). و كذلك الحال بالنسبة لايون الصوديوم كان معدل تركيزه 208.8 ppm و قد تجاوز قليلاً الحدود المسموح بها في محددات المواصفة العراقية 2009(9) و منظمة الصحة العالمية WHO,2006 (10) لمياه الشرب.



شكل (5): توزيع الايونات الرئيسية الموجبة في محطات الدراسة

بينما كانت معدلات كل من المغنيسيوم و البوتاسيوم 70.8 ppm ، 8.16 ppm على التوالي و هذه المعدلات تقع ضمن الحدود المسموح بها في محددات المواصفة العراقية 2009 (9) و منظمة الصحة العالمية WHO,2006(10) لمياه الشرب. نلاحظ أن تراكيز كل من Ca, Na, Mg تزداد بإتجاه مصب نهر ديالى بنهر دجلة و خصوصاً بعد مشروع الرستمية لما لهذا المشروع دور في طرح الملوثات و مياه الفضلات في نهر ديالى ثم تنخفض التراكيز بعد إلتقاء نهر ديالى بنهر دجلة نتيجة للتخفيف الحاصل للمياه. أما أيون البوتاسيوم فتزداد تراكيزه بإتجاه المصب و تبلغ اعلى قيم عند إلتقاء نهر ديالى بنهر دجلة مما يدل على أن نهر ديالى قد زاد من تركيز البوتاسيوم في نهر دجلة.

إن عنصر الكالسيوم من الفلزات الارضية الاكثر انتشاراً في الطبيعة نتيجة عملية التجوية الكيمياوية للمعادن المحتوية على هذا العنصر(11). و تعود الزيادة في الكالسيوم الى تأثير الفعاليات البشرية ومطروحات المعامل الصغيرة المتواجدة في مناطق قريبة من النهر فضلاً عن تأثير الطبيعة الجيولوجية للمنطقة في اعالي نهر ديالى و التي تتميز بوجود صخور الجبسوم و الانهيدرايت التي تعمل على زيادة تركيز الكالسيوم و الكبريتات في مياه النهر من خلال عمليات الأذابة لتلك الصخور (1).

أما عنصر الصوديوم فهو أكثر الفلزات القلوية إنتشاراً في الطبيعة (11). و تعود الزيادة في تراكيز الصوديوم في منطقة الدراسة الى استعمال الاسمدة الكيمياوية في المزارع المنتشرة على جانبي النهر (4) و قد تعود الزيادة ايضاً الى عمليات غسل الاملاح leaching من الترب و التكاوين الجيولوجية بفعل مياه الامطار و مياه الزراعة و الري (5) .

إن عنصر المغنيسيوم هو عنصر أساسي مغذي للنبات و الحيوان و يتم غسله الى النهار من صخور الدولومايت و المغنيسايت. يمكن ان يطرح الى البيئة من الاسمدة و إطعام الماشية (14) اضافة الى المصادر الصناعية و مياه الجاري (4) و الاستخدامات المنزلية (15). أما عنصر البوتاسيوم فقد ترجع زيادة تركيزه في بعض نماذج الدراسة الى حدوث عمليات غسل الاملاح من الترب و التكاوين الجيولوجية في أو حول النهر خصوصاً عند غزارة الامطار، و كذلك فإن البوتاسيوم يدخل كعنصر أساسي في صناعة الاسمدة الكيمياوية و يدخل الى النهر عن طريق المبازل، إضافة الى التلوث الصناعي المباشر على مياه هذا النهر (4).

كان معدل العسرة الكلية (TH) 589.7mg/L و هذا المعدل قد تجاوز الحدود المسموح بها في محددات المواصفة العراقية 2009 (9) ومنظمة الصحة العالمية (WHO,2006) (10) لمياه الشرب ،جدول(1). تزداد قيم TH في عينات الدراسة باتجاه المصب و تبلغ اعلى قيم لها بعد مشروع الرستمية و قبل المصب (محطة 5، 7) ثم تنخفض قليلاً بعد إلتقاء نهر ديالى بنهر دجلة.

إن العسرة الكلية هو عامل أساسي لدراسة نوعية المياه. و أهم مصادرها وجود صخور اللايمستون، الدولومايت ، الجبسوم و الانهيدرايت في رسوبيات النهر (4). تحسب العسرة الكلية من الصيغة التالية: $TH = 2.5\ Ca + 4.1\ Mg$ و تصنف المياه

حسب تصنيف Todd, 1980 (16):

جدول 2: تصنيف Todd, 1980 لنوع المياه اعتمادا على العسرة الكلية.

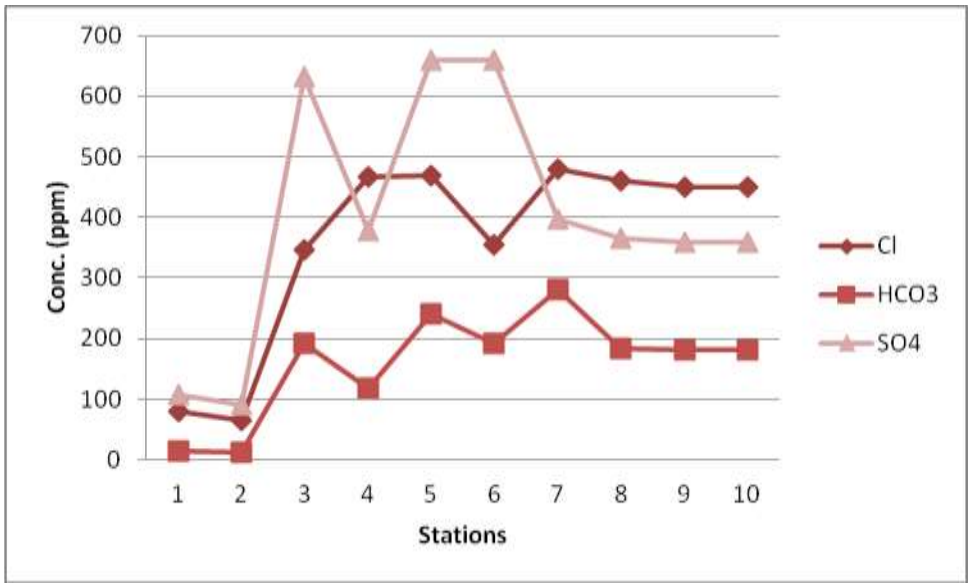
العسرة الكلية (mg/L)	نوع المياه
0-75	عذبة
75-150	متوسط العسرة
150-300	عسرة
> 300	عسرة جداً

و بهذا تكون مياه نهر ديالى في منطقة الدراسة عسرة جدا (Very Hard) حسب هذا التصنيف.

إن ارتفاع قيم TH يعود الى زيادة قيم Ca, Mg الناتج عن التبخر الحاصل و كثرة التلوث اضاف الى أن زيادة تركيزهما قد يأتي من فعل المبازل خصوصاً في المناطق الزراعية حيث أن هذين العنصرين اساسيان لنمو النبات و جسم الحيوان (11). لذلك قد نرى أن بعض محطات الدراسة ذات عسرة عالية بسبب وجود أراضي زراعية على جانبي النهر.

أما بالنسبة للأيونات السالبة كما موضح في جدول (1)، شكل (6) فقد كان معدل أيون الكلور Cl^{-1} 371.5 ppm و هذا المعدل يقع ضمن الحدود العليا من محددات المواصفة العراقية 2009 (6)ولكنه تجاوز محددات منظمة الصحة العالمية (WHO,2006) (10)لمياه الشرب. بينما كان معدل أيون الكبريتات SO_4^{-2} 401.2 ppm قد تجاوز المحددات المذكورة.

أما كل من أيون البيكاربونات HCO_3^{-1} و النترات NO_3^{-1} فقد كانت معدلات تركيزهما 159.4 ppm ، 5.6 ppm على التوالي. وبصورة عامة تزداد تراكيز الايونات السالبة باتجاه مصب النهر و تبلغ اعلى قيم قبل المصب و بعد مشروع الرستمية ثم تنخفض التراكيز بعد التقاء نهر ديالى بنهر دجلة نتيجة للتخفيف الحاصل للمياه، ما عدا أيون النترات فتبلغ اعلى قيمها عند التقاء نهر ديالى بنهر دجلة مما يدل على ان نهر ديالى يعمل على زيادة تراكيز NO_3^{-1} في نهر دجلة.



شكل (6): توزيع الايونات الرئيسية السالبة في محطات الدراسة

يتواجد أيون الكلور في كل المياه الطبيعية بتراكيز قليلة، و قد تعود الزيادة في تركيزه في مياه منطقة الدراسة الى مياه الصرف الصحي (المجاري) حيث يعتبر من اكثر الايونات السالبة تواجداً في هذه المياه و كذلك الفضلات المنزلية و الصناعية و يجب ان لا يتجاوز محتوى الكلور في المياه عن 250 ppm (11) . و قد يرتفع تركيز الكلور نتيجة التحلل العضوي لمواد الغابات و المناطق الزراعية ، اضافة الى تأثير المصانع وقد يكون بسبب التبخر الشديد (خصوصاً في فترة انخفاض المنسوب) و تاثير تغذية المياه الجوفية و نظام المبازل (4).

أما أيون الكبريتات فيتولد من عدة مصادر مثل أكسدة خامات الكبريتيدات، انحلال المتبخرات، المصادر البشرية الناتجة من الفعاليات و النشاطات الزراعية مثل الاسمدة و المبيدات (12) .اما ايون البيكربونات فيتولد من عدة مصادر اهمها ذوبان معادن الكاربونات و الصخور الكاربوناتية (12) ، و قد تعزى زيادة تراكيزه في بعض عينات الدراسة الى وجود الحجر الجيري الذي يعد مصدرا مهما له، كذلك الفعاليات الحياتية و تذبذب درجات الحرارة و شدة الاضاءة (التعرض للشمس) تزيد من كمية CO2 حيث

تكون الاشنات والدايتوم في اعلى مستوى لها من الفعالية مسببة زيادة في تركيز البيكربونات (20) في (4). اضافة الى كثرة الامطار عند نزولها على التربة الغنية بCO_2 و المبازل عند مصبها في النهر، كل هذه العوامل تزيد من تركيز HCO_3^{-1} (4).
إن ايون النترات يتواجد عادة بكميات قليلة في المياه السطحية و لكن زيادة تراكيزها يدل على التلوث و تسبب تأكسد الدم (13) . و قد تعزى زيادة تراكيز NO_3^{-1} في بعض عينات الدراسة الى عدة مصادر مثل الفعاليات الزراعية خصوصاً الاسمدة ، فضلات الحيوانات، بقايا النباتات، الفضلات الصناعية و مياه المجاري (11) .و كل هذه المصادر موجودة على طول حوض نهر ديالى خصوصا المناطق التي سجلت تراكيز عالية.
تم تحديد الصيغة الهيدروكيميائية و التي تبين نوعية المياه في منطقة الدراسة و حسب الصيغة التالية :

$$TDS\ mg/l\ \frac{\text{Anions (epm\%)in decreasing order}}{\text{Cations (epm\%)in decreasing order}}\ \text{pH}$$

و قد تراوحت الصيغة الهيدروكيميائية لمنطقة الدراسة كما في جدول (1)، و كان المعدل العام للصيغة الهيدروكيميائية هو

TDS(1844) $mg\ /l$ Cl (47.8) SO4(40) pH 7.4
Na (43) Ca (28) Mg (27.8)

و بذلك تكون نوعية المياه في منطقة الدراسة هي: Na-Ca-Mg-SO_4-Chloride

- دقة النتائج (Accuracy):

وتمثل مقياساً لمدى قرب النتائج من قيمها الحقيقة ويمكن ان تقاس بوساطة التوازن الأيوني لتراكيز الايونات الموجبة والسالبة بوحدة (epm)، يعين الفرق النسبي (Relative Difference) باحتساب الفرق المطلق بين مجموع تراكيز الايونات الموجبة والسالبة على مجموعة التراكيز بوحدة (epm) وكنسبة مئوية كما في المعادلة (17).

$$R.D\% = \left|\frac{r\sum Cat - r\sum Ana}{r\sum Cat + r\sum Ana}\right| \times 100$$

ثم يتم استخراج دقة النتائج A% كما يلي:

$$A\% = 100 - R.D$$

اذا كانت قيمة (R.D%) اقل من 5% فهذا يعني ان دقة التحليل الكيميائي عالية، ويمكن اعتماد النتائج بالتفسيرات الهيدروكيميائية. اما اذا كانت قيمة (R.D%) بين (5-10%) فتستخدم النتائج بحذرفي التفسيرات، إما إذا كانت قيمة (R.D%) اكبر من 10% فلا يمكن الاعتماد على النتائج في التفسيرات(17). تراوحت قيم (R.D%) بين (0 - 2.6%) كما يلاحظ ذلك في الجدول (1) مما يشير الى امكانية اعتماد نتائج التحليلات الكيميائية للنماذج المائية المختارة في التفسيرات الهيدروكيميائية المطلوبة والخاصة بظروف منطقة الدراسة.

تصنيف مياه نهر ديالى في منطقة الدراسة :

1- تصنيف المياه لاغراض الشرب:
بالنسبة للخواص الفيزياوية فقد كان معدل pH ضمن الحدود المسموح بها في محددات المواصفة العراقية 2009 (9)و منظمة الصحة العالمية (WHO,2006) (10)لمياه الشرب. اما قيمة الاملاح الذائبة الكلية و التوصيلية الكهربائية فقد تجاوز الحدود المسموح بها في محددات المواصفة العراقية 2009 و منظمة الصحة العالمية (WHO,2006) لمياه الشرب.
أما الخواص الكيمياوية فقد كانت معدل تراكيز كل من SO_4^{-2}, Cl^{-1}, Na^{+1}, Ca^{+2} فقد تجاوز الحدود المسموح بها في محددات المواصفة العراقية 2009 و منظمة الصحة العالمية WHO,2006 لمياه الشرب. أما كل من NO_3^{-1},HCO_3^{-1}, K^{+1}, Mg^{+2}+ فقد كانت ضمن الحدود المسموح بها في محددات المواصفة العراقية 2009 (9) و منظمة الصحة العالمية (WHO,2006) (10) لمياه الشرب.
و بذلك تعتبر مياه نهر دجلة غير صالحة للشرب.
2- تصنيف المياه لأغراض الري و الزراعة:
نسبة أمتزاز الصوديوم SAR : تم حساب نسبة أمتزاز الصوديوم (SAR) من الصيغة التالية:

$$SAR = \frac{\text{Na}}{\sqrt{(\text{Ca} + \text{Mg})/2}}$$

و يتضح من جدول 1 أن معدل SAR كان 3.6 و هذا يدل على أن المياه في منطقة الدراسة تعتبر ممتازة لأغراض الري و الزراعة حسب تصنيف Todd, 1963(18) :

جدول 3: تصنيف Todd, 1963 لصلاحية المياه لأغراض الري و الزراعة

نسبة امتزاز الصوديوم (SAR)	نوع المياه
<10	ممتازة
10-18	جيدة
18-26	مناسبة قليلا
> 26	غير مناسبة(فقيرة)

و تكون مياه منطقة الدراسة ذات نوع مستوىS1 (S1level) حسب تصنيف Turgeon,2000(19) أي لا يوجد تأثير ضار للصوديوم.

جدول 4: تصنيف Turgeon,2000 لصلاحية المياه لأغراض الري و الزراعة

المستوى (Level)	نسبة امتزاز الصوديوم (SAR)	المخاطر
S1	<10	لا توجد أي آثار ضارة للصوديوم
S2	10-18	خطر ملموس للصوديوم في تربة ناعمة النسيج ذات محتوى عاليEC ولكن يمكن استخدامه في تربة رملية ذات نفاذية جيدة
S3	18-26	تأثير متوقع للصوديوم لمعظم انواع الترب و التعديلات ضرورية مثل استخدام الجبسوم لتبادل ايونات الصوديوم
S4	> 26	غير مناسب للري

إن زيادة تراكيز الصوديوم في المياه يعتبر خطر بسبب قابلية تفاعل الصوديوم مع التربة و تقليل نفاذيتها (3).

الاستنتاجات:

من نتائج الدراسة الحالية نجد أنه فيما يخص الخواص الفيزياوية أن قيم pH تقع ضمن الحدود المسموح بها في محددات المواصفة العراقية 2009 و منظمة الصحة العالمية WHO,2006 لمياه الشرب وكانت المياه متعادلة الى قاعدية خفيفة، اما TDS, EC فقد تجاوزت الحدود المسموح بها في محددات المواصفة العراقية 2009 و منظمة الصحة العالمية WHO,2006 لمياه الشرب. ويعود سبب زيادة قيم TDS, EC باتجاه المصب الى العوامل الطبيعية الجيولوجية او بسبب الفعاليات البشرية وقذف المصانع للمياه الثقيلة و فضلات المبازل.

وفيما يخص الخواص الكيميائية نلاحظ بصورة عامة أن نهر ديالى في منطقة الدراسة تكون الايونات الرئيسية الموجبة السائدة هي Ca^{+2}, Na^{+1} ثم تأتي بعدهاMg^{+2} , K^{+1} بتراكيز قليلة هذا يعني ان نهر ديالى في منطقة الدراسة تكون فيه عملية التبخر هي السائدة, وبهذا يمكن ترتيب معدل الايونات الموجبة كما يلي:- $K^{+1} < Mg^{+2} < Ca^{+2} < Na^{+1}$ وتعود زيادة الصوديوم في منطقة الدراسة الى عملية غسل الاراضي المحاذية للنهر و استخدام الاسمدة. اما ايونات الكالسيوم و المغنيسيوم فيعود وجودها المصادر الجيولوجية الطبيعية من اذابة صخور الكالسايت و الجبسوم الموجودة في حوض نهر ديالى بالاضافة الى الفعاليات البشرية الملوثة للنهر. اما ايون البوتاسيوم فانه ناتج من عملية غسل الاملاح للاراضي على جانبي النهر أو نتيجة استعمال الاسمدة و المبازل و النشاط الصناعي.

أما بالنسبة للايونات الرئيسية السالبة فقد كانت Cl^{-1}، SO_4^{-2} هي السائدة ثم تأتي HCO_3^{-1},NO_3^{-1} بتراكيز قليلة. ويمكن ترتيب الايونات السالبة كما يلي:

$NO_3^{-1} < HCO_3^{-1} < SO_4^{-2} < Cl^{-1}$

إن سبب زيادة تركيز الكلور في منطقة الدراسة تاتي من الفعاليات البشرية حيث يضاف الكلور في محطات تصفية و تعقيم المياه، و كذلك من التكاوين الجيولوجية أو من الفضلات المنزلية و الصناعية مياه الصرف الصحي. و تأتي زيادة الكبريتات من اذابة الجبسوم و الانهيدرايت و النشاطات الزراعية و كالاسمدة و المبيدات. اما البيكربونات قد تكون بسبب الجريان السطحي للمياه الذي

يعمل على اذابة CO_2 الجوي و يكون حامض ضعيف من HCO_3 و هذا يساهم في اذابة الصخور المحيطة خاصة الحجر الجيري. تتولد النترات من الفعاليات الزراعية خصوصاً الاسمدة ، فضلات الحيوانات و بقايا النباتات، الفضلات الصناعية و مياه المجاري. و لوحظ من نتائج الدراسة لا يوحد تلوث بالنترات و هذا جيد حيث ان هناك تأثير خطير للنترات على الصحة.

يمكن ان نستنتج ان تركيب الايونات في نهر ديالى يسيطر عليه بصورة رئيسية بواسطة عمليات التجوية الكيميائية و الفعاليات البشرية (المنزلية، الصناعية، الزراعية، الطبية) و بعض المصادر الطبيعية. وبصورة عامة يمكن ترتيب المعدل المعتمد(Abundance Average) للايونات الموجبة و السالبة في نهر ديالى كما يلي:

$$K^{+1} < Mg^{+2} < Ca^{+2} < Na^{+1} < Cl^{-1} < SO4^{-2}$$

تعتبر مياه نهر ديالى في منطقة الدراسة عسرة جدا very hard و هذا يعود الى زيادة قيم Ca وMg الناتج عن التبخر الحاصل و كثرة التلوث و فعل المبازل.

كان معدل الصيغة الهيدروكيميائية لنهر ديالى في منطقة الدرسة هي:

***TDS* (1844)** $mg\ /l$ **Cl (47.8) SO4(40) pH 7.4**

Na (43) Ca (28) Mg (27.8)

وهذه الصيغة تشير الى أن نوعية المياه في منطقة الدراسة هو Na-Ca-Mg- SO_4- Chloride

بالنسبة للخواص الفيزيائية و الكيميائية لمنطقة الدراسة فان بعضها قد تجاوز الحدود المسموح بها في محددات المواصفة العراقية 2009 و منظمة الصحة العالمية WHO,2006 لمياه الشرب و البعض الاخر كان ضمن هذه الحدود،و بصورة عامة فأن معظم الخواص الفيزيائية و الكيميائية قد تجاوزت الحدود المسموحة لمياه الشرب و بذلك تكون غير مناسبة لأغراض الشرب. أما صلاحية مياه نهر ديالى للزراعة و الري تعتبر صالحة من ناحية القاعدية و نسبة امتزاز الصوديوم SAR و تصنف المياه ضمن المستوى S1 Level مما يعني انه لا يوجد تأثير ضار للصوديوم.

أخيراً نستنتج أن للتلوث بمختلف اشكاله تأثيرا مباشرا على نوعية مياه نهر ديالى حيث ان الصفات الفيزيائية و الكيميائية و البايولوجية للمياه تحدد صلاحية الماء للأستعمالات المختلفة، خصوصا في محطة الرستمية التي ترمي فضلات الصرف الصحي في نهر ديالى حيث تعمل هذه المحطة في معالجة مياه الصرف الصحي للعاصمة بغداد/الرصافة. اضافة الى الاستعمال الخاطيء للمياه في حوض ديالى و عمليات الهدر في المياه و استعمال الاسمدة غير المبرمج قد ساعد على تلوث مياه النهر اضافة الى تاثير مطروحات المصانع و المدن والفعاليات البشرية كل هذه العوامل قد ادت الى تردي نوعية مياه نهر ديالى، و يجب العمل على معالجة مطروحات المصانع و المنازل و المبازل قبل طرحها للنهر لما لهذا النهر من أهمية ليس فقط لمحافظة ديالى و الاراضي الزراعية الموجودة في حوض النهر و إنما لكونه من الأنهار المغذية لنهر دجلة.

المصادر:

1- التميمي، عمر صباح ابراهيم (2007): تقييم الموارد المائية في حوض نهر ديالى-الجزء الاوسط، اطروحة دكتوراه (غير منشورة)، جامعة بغداد-كلية العلوم، 165 صفحة.

2- السنوي، غيدة طارق (1985): هيدرولوجية و هيدروكيميائية نهر ديالى الاسفل، رسالة ماجستير (غير منشورة)، جامعة بغداد-كلية العلوم، 212 صفحة.

3- العادلي، عقيل شاكر (1992): تأثير الفعاليات البشرية على نوعية مياه نهر ديالى، رسالة ماجستير (غير منشورة)، جامعة بغداد-كلية العلوم، 108 صفحة.

4- Al-Ansari, N.A; Al-Jabbari, M.H., Al-Sinawi, G.T. (1987): Hemrin Reservoir, geological & hydrological investigation,J. WaterRes., Special publication, No 2.

5-Buday, T. (1980): The regional geology of Iraq, Vol I: Stratigraphy and Paleogeography. I.I.M. Kassab and S.Z. Jassim (eds). Som, b Baghdad, Dar El-Kutib Publ.House,Univ. of Mosul.,445 p. - 6 http://www.iraqwho.com/ArchaeologicalSite/meso_map_ar.gif.

7- البيداوي، ازهار و البصام، خلدون (1997): هيدروجيوكيميائية عينات من المياه الجوفية و السطحية في منطقة النجف-الرزازة. المؤتمر العلمي الاول للمياه الجوفية/ جامعة بابل.

8- وزارة التخطيط و التعاون الانمائي، الجهاز المركزي للتقييس و السيطرة النوعية، المواصفة القياسية رقم (417) ، مياه الشرب، 2009، 9 صفحة.

9-WHO, 2006: Guideline for Quality, 3rd ed. Vol. 1: Recommendations, Geneva:515pp.

10- Hem, J.D. (1985): Study and interpretation of the chemical characteristics of natural water (3rd ed) . USGS water supply. Paper 2254, 253pp.

11-Ahmed, R.M. (2011): Hydrochemistry of the Euphrates River from Hit to Al-Saqlawiya in Al-Anbar governorate, West Iraq,M.Sc.thesis, University of Baghdad, College of Science, Dept.of

Geology, 132pp.

12-Herman, F.M., Shabtai, R., Wallach, J. (1984): Encyclopedia of chemical technology , Awiley-inter secience pub. (3rd ed) New York , Vol.24, 917pp.

13-Greenwood, N.N. and Earnshaw, A. (2002): Chemistry of the elements, Butterworth-Heineman eds., Oxford.

14-Mustafa, O.M. (2006): Impact of sewage wastewater on the environment of Tanjero River and its Basin within Sulaimani city/ NE- Iraq, M.Sc. thesis, University of Baghdad, College of Science, Dept.of Geology, 144pp.

15-Todd, D.K. (1980): Ground water Hydrology. (2nd) ed. John Wiley and Sons, New York, USA, 533pp.

16-Hem, J.D. (1989): Study and interpretation of the chemical characteristics of natural water (2nd ed), U.S. water supply , Washington, 264 pp.

Inc., London, 336pp. 17-Todd, D.K. (1963): Ground water Hydrology. John Wiley and Sons,

18-Turgeon, A.J. (2000): Irrigation water quality, College of Agricultural Sciences, The Pennsylvania State University, USA, http://turfgrass.cas.psu,edu