Levels of Heavy Metal Pollution in the Tigris River Waters in Maysan Governorate

Researcher: Diaa Saeed Ouda
University of Basrah / College of Humanities Sciences
E-mail: dsyd851@gmail.com

Prof. Safaa Abdul Amir Rashm
University of Basrah / College of Humanities Sciences
E-mail: safaa.al_asadi@uobasrah.edu.iq

Abstract:

This study aims to diagnose the levels of heavy metal pollution in the waters of the Tigris River in Maysan Governorate. Three stations along the Tigris River were selected to determine spatial variation along the course of the river. Water quality was measured over four seasons to understand the temporal variation in heavy metal concentrations in the study area. To obtain more accurate results regarding heavy metal concentrations, the researcher relied on measuring the physicochemical properties of the river water, as these properties are crucial in determining water quality. These properties also have a clear relationship with the concentration of heavy metals in the river's course through the activation of dissolution and transportation processes. The study focused on ten heavy metal elements, including manganese, nickel, chromium, zinc, vanadium, copper, lead, arsenic, cadmium, and mercury. The results showed that all dissolved heavy metal concentrations in the water were low, particularly cadmium and lead. The study also found that the distribution pattern of most metals in the water tends to decrease from north at the Ali Al-Gharbi station to the south at the Al-Ammara station, then levels slightly increase at the Qal'at Salih station.

Key words: Heavy metals, physicochemical properties, Maysan Governorate.

مستويات التلوث بالمعادن الثقيلة في مياه نهر دجلة في محافظة ميسان(*)

الباحث: ضياء سعيد عودة أ.د صفاء عبد الأمير رشم
جامعة البصرة / كلية التربية للعلوم الإنسانية
E-mail: dsyd851@gmail.com E-mail: safaa.al_asadi@uobasrah.edu.iq

الملخص:-

تهدف الدراسة إلى تشخيص مستويات التلوث بالمعادن الثقيلة في مياه نهر دجلة في محافظة ميسان، تم اختيار ثلاث محطات على نهر دجلة لمعرفة التباين المكاني على امتداد مجرى نهر دجلة، كما تم قياس نوعية المياه خلال أربعة مواسم وذلك من أجل معرفة التباين الزماني في تركيز المعادن الثقيلة في منطقة الدراسة، ومن أجل التوصل إلى نتائج أكثر دقة عن تركيز المعادن الثقيلة اعتمد الباحث على قياس الخصائص الفيزيوكيميائية لمياه النهر وذلك لأهمية هذه الخصائص في تحديد جودة المياه، كما أن لتلك الخصائص علاقة واضحة بتركيز المعادن الثقيلة في مجرى النهر من خلال تنشيط عمليات الإذابة والنقل، كما اعتمدت الدراسة(١٠) عناصر من المعادن الثقيلة وهي(المنغنيز والنيكل والكروم والزنك والفاناديوم والنحاس والرصاص والزرنيخ والكادميوم والزئبق)، أظهرت النتائج إن جميع تراكيز المعادن الثقيلة المذابة في الماء منخفضة، وبصفة خاصة الكادميوم والرصاص، كما توصلت الدراسة إلى أن نمط توزيع معظم المعادن في المياه يتجه نحو الانخفاض من الشمال في محطة علي الغربي إلى الجنوب بمحطة العمارة، ثم تعود المستويات إلى زيادة طفيفة في محطة قلعة صالح.

الكلمات المفتاحية : المعادن الثقيلة، الخصائص الفيزيوكيميائية، محافظة ميسان.

* بحث مستل من أطروحة الدكتوراه الموسومة: **التلوث بالمعادن الثقيلة لمياه ورواسب نهر دجلة في محافظة ميسان جنوبي العراق دراسة (هيدرولوجية بيئية)**

المقدمة :

تعد العناصر الثقيلة من أهم الملوثات التي لها تأثيرات خطيرة على الكائنات الحية في مياه ورواسب الأنهار التي أخذت مؤخرا اهتماما متزايداً بسبب تأثيراتها الضارة بالبيئة وهذه التأثيرات الضارة للعناصر الثقيلة ناتجة عن كونها شديدة السمية وغير قابلة للتحلل، كما تصنف بأنها طويلة الأمد فضلا عن قابليتها على التراكم الحيوي في البيئة المائية، وفي الوقت الحاضر أصبح تدهور جودة المياه مشكلة تعاني منها معظم دول العالم ولا سيما البلدان النامية بسبب زيادة سكان العالم وما ينجم عنها من تعدد الأنشطة البشرية التي تخلف كميات كبيرة من النفايات المنزلية والصناعية والزراعية وغيرها التي تنتقل بوساطة الجريان السطحي والزراعي والمحلي إلى المصادر المائية،وبعد القلق المتزايد من ندرة جودة المياه الملائمة، سلطت بعض الدراسات الضوء على مفهوم المعادن الثقيلة، إذ أصبحت العناصر النزرة من الاهتمامات ذات الأولوية لما تسببه من ميزات عالية السمية في البيئة المائية (Ahmed،2021 : 2).

أولا: هدف الدراسة Study Aims :

تهدف الدراسة إلى الكشف عن مستوى التلوث المكاني والزماني بالعناصر الثقيلة في مياه نهر دجلة، فضلا عن تحديد أهم مصادر تلوث مياه نهر دجلة بالمعادن الثقيلة في محافظة ميسان .

ثانيا: مشكلة الدراسة The Study Problem :

١. ما دور التغيرات الزمانية والمكانية في تباين مستويات المعادن الثقيلة بين محطات الدراسة في مجرى نهر دجلة في محافظة ميسان.

٢. هل تسجل تراكيز المعادن الثقيلة بمستويات متقاربة في جميع محطات منطقة الدراسة.

ثالثا : فرضية الدراسة Theory of Study :

١. للتغيرات الزمانية والمكانية دور واضح في تباين مستويات المعادن الثقيلة بين محطات الدراسة في مجرى نهر دجلة في محافظة ميسان .

٢. تسجل مستويات المعادن الثقيلة تبايناً واضحاً في معدلاتها إذ تسجل بعضها تركيزا مرتفعا في مياه نهر دجلة بالمقارنة مع المحددات العراقية والعالمية بينما تسجل الأخرى مستويات منخفضة جدا.

رابعا: منهجية الدراسة اعتمدت الدراسة المنهج التحليلي في تحليل الظاهرة المدروسة وذلك للوصول إلى أفضل النتائج.

خامسا : هيكلية الدراسة :

تضمنت الدراسة الخصائص الفيزيوكيميائية لمياه نهر دجلة في محافظة ميسان التي تمثلت بالخصائص الفيزيائية والخصائص الكيميائية والأيونات الرئيسة لمياه نهر دجلة، كما تضمنت الدراسة مستويات المعادن الثقيلة في مياه نهر دجلة في محافظة ميسان، وختمت الدراسة بالاستنتاجات التي عرضت الحصيلة النهائية لموضوع البحث، واعتمدت الدراسة اختيار ثلاثة مواقع لجمع عينات المياه هي محطة علي الغربي والعمارة وقلعة صالح وتحليلها مختبريا وإسقاطها على الخريطة(خريطة ٢) للوصول إلى أفضل النتائج المرجوة من البحث.

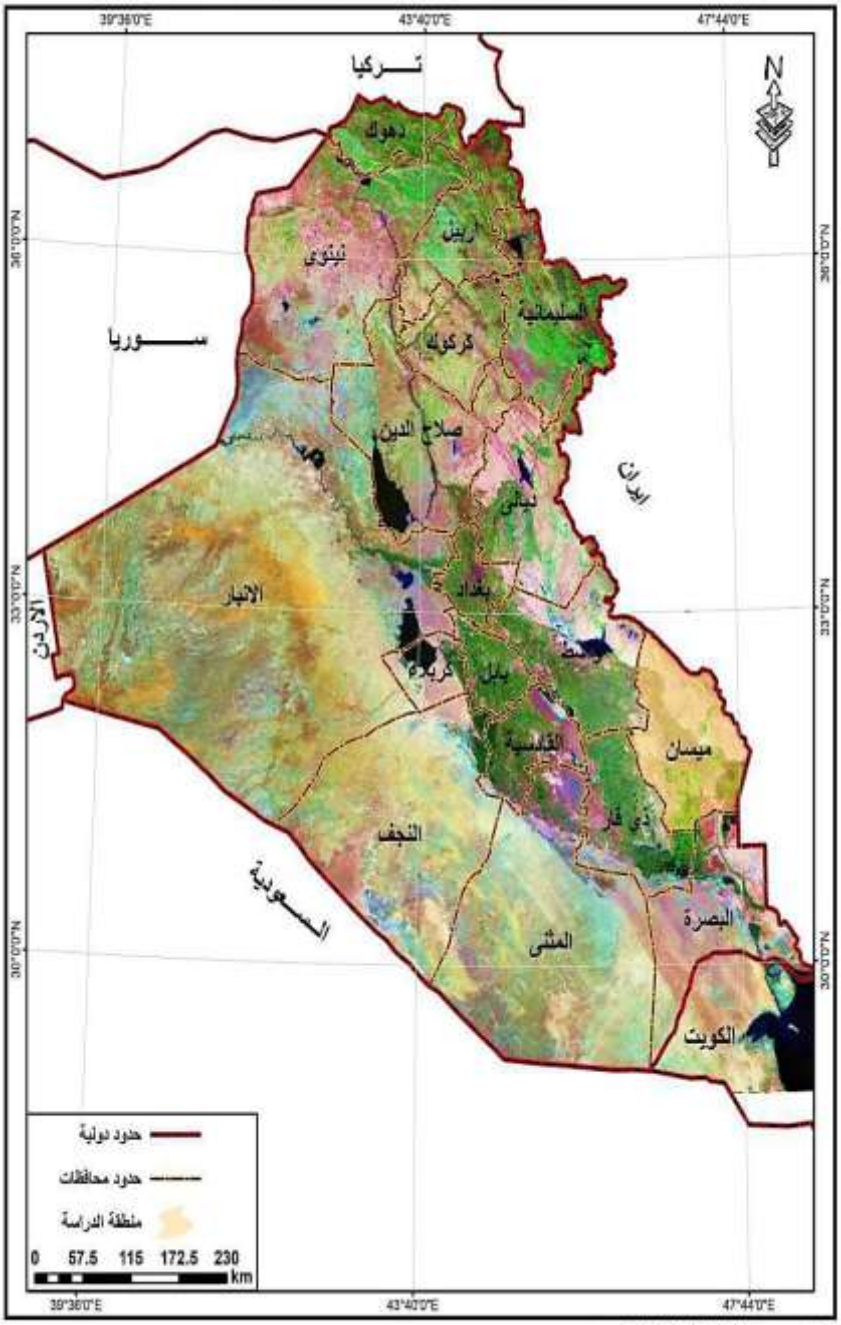
سادسا: طريقة العمل :

تضمنت طريقة العمل الجانب المكتبي المتمثل بجمع المصادر العربية والإنكليزية الصادرة من المجلات العلمية الرصينة، أما الجانب العملي فاعتمد على القياسات الميدانية المتمثلة بجمع عينات المياه من محطات القياس الثلاث(محطة علي الغربي، محطة العمارة، محطة قلعة صالح) إذ تم أخذ هذه النماذج من وسط مجرى النهر وبعمق٣٠ سم وكان مجموع هذه العينات١٢ عينة موزعة على أربعة فصول، تمت عملية جمع عينات المياه باستخدام عبوات بلاستيكية خاصة وبحجم١ لتر وإضافة حامض النتريك بمقدار٥ ملم لكل عبوة وخزنها في صندوق مبرد من أجل ضمان عدم تغير خواص المياه أثناء عملية النقل إلى مختبر التحليل في جمهورية إيران الإسلامية باستخدام جهازICP المعتمد عالميا في تحليل المعادن الثقيلة في المياه.

سابعا: حدود منطقة الدراسة :

تقع محافظة ميسان في القسم الجنوبي الشرقي من العراق وتنحصر بين دائرتي عرض (١٥_٣١° – ٤٥_٣٢°) شمالا وبين خطي طول (٣٠_٤٦° – ٣٠_٤٧°) شرقا ، وتحد المحافظة من الشمال الغربي محافظة واسط ومن الجنوب والجنوب الغربي محافظتا البصرة وذي قار اما من الشرق فتحدها جمهورية إيران الإسلامية، يدخل نهر دجلة محافظة ميسان في حدودها الشمالية الغربية عند مدينة علي الغربي ويتجه نحو الجنوب ويبلغ طوله ٢٠١ كم خريطة(١).

خريطة (١) موقع منطقة الدراسة من العراق



المصدر : من عمل الباحث بالاعتماد على :-
١-جمهورية العراق ، وزارة الموارد المائية مديرية المساحة العامة ، خريطة العراق الادارية ، مقياس ١ : ١٠٠٠٠٠٠ ، لعام ٢٠١٠ .
٢-المرئية الفضائية للعراق (موزائيك) للقمر الصناعي لاندسات ، لعام ٢٠٠٧ .

الخريطة (٢) موقع محطات القياس على مجرى نهر دجلة في محافظة ميسان

المصدر:(وزارة الموارد المائية، الهيئة العامة للمساحة، بمقياس رسم ١: ٥٠٠٠٠٠ : ٢٠١٦) .

١.الخصائص الفيزيوكيمائية لمياه نهر دجلة في محافظة ميسان :

للتعرف على مدى صلاحية المياه للاستخدام البشري في منطقة الدراسة اعتمدت المحددات العراقية ومحددات منظمة الصحة العالمية(WHO) لمياه الشرب الجدول(١)،ومعيار (CERCLA 2005) للمعادن الثقيلة(ملغم /لتر) لمياه الشرب، كمقياس لمعرفة الحد الأعلى والأدنى، لبعض التراكيز الأساسية في مياه دجلة ضمن محافظة ميسان وكانت النتائج كالآتي:-

يظهر من الجدول(٢) أن المعدل العام الأس الهيدروجيني(ph) في مياه نهر دجلة في منطقة الدراسة بلغ(٧.٦٦)، ويعد هذا المعدل مقبولا عند مقارنته مع المحددات العراقية ومحددات منظمة الصحة العالمية (WHO) الذي يتراوح بين(6.5-8.5) الشكل(١) ، سجلت أعلى قيمة(٨.١١) خلال فصل الخريف في محطة العمارة وتعد مقبولة بحسب المحددات العراقية ومنظمة الصحة العالمية، وقد سجلت أدنى قيمة وهي (٧.٢٠)خلال فصل الشتاء في محطة العمارة وتعد مقبولة بحسب المحددات العراقية ومنظمة الصحة العالمية الجدول(١) .

أما فيما يخص التوصيلة الكهربائية(EC) فيتضح من الجدول(٢) أن المعدل العام للتوصيلة الكهربائية (EC)في مياه نهر دجلة في منطقة الدراسة بلغ(١.٣٩) ويعد هذا المعدل مقبولا عند مقارنته مع المحددات العراقية ومحددات منظمة الصحة العالمية (WHO) الذي يبلغ(1.5) الشكل(٢) ، سجلت أعلى قيمة (١.٨٦) خلال فصل الخريف في محطة قلعة صالح وتعد غير مقبولة بحسب المحددات العراقية

ومنظمة الصحة العالمية، وسجلت أدنى قيمة كانت(٠.٩٤) خلال فصل الصيف في محطة علي الغربي وتعد مقبولة بحسب المحددات العراقية ومنظمة الصحة العالمية الجدول(١) .

بلغ المعدل العام لدرجات الحرارة في مياه نهر دجلة في منطقة الدراسة(21.82 م°) الجدول(٢)، ويعد هذا المعدل مقبولا عند مقارنته مع المحددات العراقية والمحددات لدى منظمة الصحة العالمية (WHO) الشكل(٣)، سجلت أعلى قيمة(35.5 م°) خلال فصل الصيف في محطة العمارة وتعد غير مقبولة بحسب المحددات العراقية ومنظمة الصحة العالمية، وسجلت أدنى قيمة وكانت(١٢.٥ م°) خلال فصل الشتاء في محطة العمارة وتعد مقبولة بحسب المحددات العراقية ومنظمة الصحة العالمية، و يعزى ذلك إلى ميلان زاوية سقوط الاشعاع الشمسي وما ينجم عنها من قلة كمية الاشعاع الشمسي الواصلة إلى الأرض الأمر الذي يعمل على انخفاض درجة حرارة الهواء فضلا عن المياه السطحية ، يبلغ مقدار الفارق في معدلات درجات حرارة المياه بين المحطات بحدود(٠.٣)، إذ إن انخفاض مقدار الفارق المكاني قد انعكس على قيمة الانحراف المعياري S.D وقد بلغ بحدود(٠.٣٤) مما أدى إلى انخفاض قيمة معامل الاختلاف C.V بين محطات القياس إلى ٤.٣٩ الجدول(١).

الجدول (١) المحددات العراقية والعالمية لبعض المعاملات الفيزيوكيميائية لمياه الشرب

الخاصية	وحدة القياس	المحددات العراقية	محددات منظمة الصحة العالمية (WHO)لمياه الشرب
الأس الهيدروجيني PH	-	8.5-6.5	8.5-6.5
التوصيلةالكهربائية EC	دي سيمنز / متر	1.6	1.6
درجة الحرارة	درجه مئوية	أقل من	35-15
الكالسيوم Ca	ملغم / لتر	200	200
المغنيسيوم Mg	ملغم / لتر	150	150
البوتاسيوم k	ملغم /لتر	10	10
الصوديوم Na	ملغم / لتر	200	200
الكلور Cl	ملغم / لتر	200	250
الكبريتات SO4	ملغم / لتر	200	250
البيكربونات HCO3	ملغم / لتر	-	500
النترات NO3	ملغم / لتر	50	50
المواد الصلبة الذائبة TDS	ملغم / لتر	1500	1000

١.المصدر: بالاعتماد على: (الشريفي، ٢٠١٤ : ٤٥).

(WHO ، 2017: 541)

يتبين من الجدول(٢) إن المعدل العام لسرعة التيار المائي بلغ (٠.٥٥ م/ثا) ، مسجلا أعلى معدل لسرعة التيار المائي في فصل الصيف من محطة قلعة صالح بلغ(٠.٨٣م/ثا)، بينما سجل أدنى معدل لسرعة التيار المائي في محطة العمارة خلال فصل العمارة بلغ(٠.١٧م/ثا) الشكل(٤)، ويعزى سبب ارتفاع سرعة التيار المائي في قلعة صالح إلى ضمان الاطلاقات المائية المقررة بين محافظتي ميسان والبصرة الأمر الذي يتطلب زيادة سرعة الجريان في هذه المحطة، كما أظهرت القياسات الميدانية أن قيمة الانحراف المعياريS.D لسرعة التيار المائي سجلت انخفاضا ملحوظا بين محطات الدراسة بلغ (٠.٢٠) ، أما قيمة معامل الاختلاف C.V بين محطات الدراسة فسجلت ارتفاعا ملحوظا بلغ ٣٧.٣٣.

الجدول (٢) المعاملات الفيزيوكيميائية لمياه نهر دجلة في محافظة ميسان (٢٠٢١-٢٠٢٢)

المحطات	المواسم	الاس الهيدروجيني PH	التوصيلة الكهربائية EC	درجة الحرارة درجة مئوية	سرعة التيار م/ثا	الاملاح الذائبة الكلية TDS ملغم/لتر	التصريف م٣/ثا
علي الغربي	الخريف	7.89	1.13	28	0.5	1680	202.07
	الشتاء	7.55	1.19	13.4	0.52	1192.3	191.5
	الربيع	7.25	1.17	26.5	0.49	1178.2	176.88
	الصيف	7.44	0.94	33.5	0.51	937	172.24
العمارة	الخريف	8.01	1.74	25.5	0.54	1835	170.8
	الشتاء	7.2	1.54	12.5	0.17	1542.4	112.31
	الربيع	7.36	1.68	25	0.2	1683.2	159.96
	الصيف	7.89	0.95	31.5	0.66	954	110.5
قلعة صالح	الخريف	8.11	1.86	27.5	0.65	1961	75.12
	الشتاء	7.32	1.56	13	0.8	1561.6	90.6
	الربيع	7.92	1.79	25	0.69	1792	65.14
	الصيف	7.98	1.05	35.5	0.83	1056	87.57
المعدل العام		137.05	50.35	241.45	5.09	533.09	145.77
الانحراف المعياري		37.02	6.61	107.97	1.5	152.75	29.19
معامل الاختلاف C.v		27.01	13.13	44.72	29.56	28.65	20.03

المصادر:١. التحليلات المختبرية، قسم الرسوبيات والقيعان البحرية، مركز علوم البحار ، جامعة البصرة ، ٢٠٢٢.
٢. مديرية الموارد المائية، محافظة ميسان، شعبة السيطرة والخزن ، ٢٠٢٢.

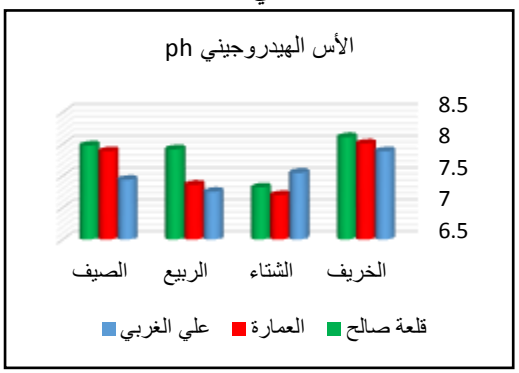
كما يظهر من الجدول(٢)إن المعدل العام للأملاح الذائبة الكلية(TDS) في مياه نهر دجلة في منطقة الدراسة(١٤٤٧.٧٣ ملغم/لتر)، ويعد هذا المعدل مقبولا عند مقارنته مع المحددات العراقية(١٥٠٠ ملغم/لتر) وغير مقبول بحسب محددات منظمة الصحة العالمية(WHO) الذي يبلغ(1000ملغم/لتر) الشكل(٥)، وقد سجلت أعلى قيمة(١٩٦١)خلال فصل الخريف في محطة قلعة صالح وتعد غير مقبولة بحسب المحددات العراقية ومنظمة الصحة العالمية، وسجلت أدنى قيمة وهي(٩٣٧) خلال فصل الصيف في محطة علي الغربي وتعد مقبولة بحسب المحددات العراقية ومنظمة الصحة العالمية الجدول(١) .

يتضح من الجدول(٢) المعدل العام لتصريف مياه نهر دجلة بلغ(١٤٥.٧٧ م٣/ثا)، مسجلا أعلى معدل للتصريف في محطة علي الغربي خلال فصل الخريف بلغ(٢٠٢.٠٧ م٣/ثا) ، بينما سجل أدنى معدل في محطة قلعة صالح خلال فصل الربيع بلغ (٦٥.١٤ م٣/ثا) الشكل(٦) .

إن انخفاض مقدار الفارق المكاني بين معدلات التصريف المائي قد انعكس على قيمة الانحراف المعياري S.D إذ بلغ بحدود(29.19) مما أدى إلى انخفاض قيمة معامل الاختلاف C.V بين محطات القياس إلى (20.03) .

الشكل(١)

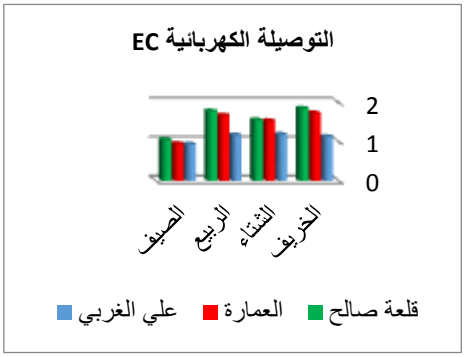
المعدلات الفصلية لقيم الاس الهيدروجيني (ph) لمياه نهر دجلة في محافظة ميسان



المصدر: الباحث بالاعتماد على جدول (٢).

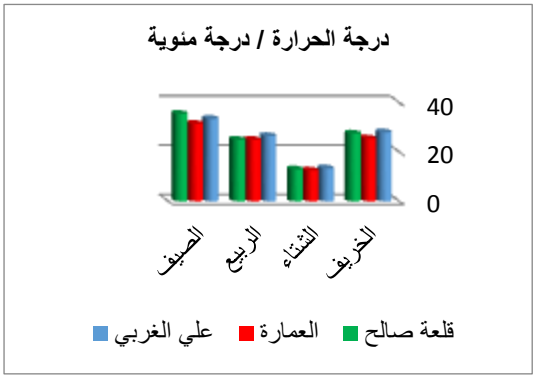
الشكل(٢)

المعدلات الفصلية لقيم التوصيلة الكهربائية (Ec) لمياه نهر دجلة في محافظة ميسان



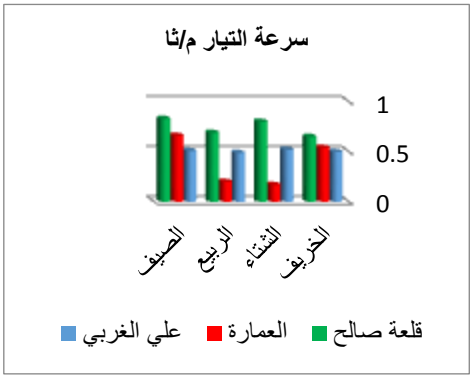
المصدر: الباحث بالاعتماد على جدول (٢).

الشكل (٣) المعدلات الفصلية لقيم درجة حرارة مياه /م° لنهر دجلة في محافظة ميسان



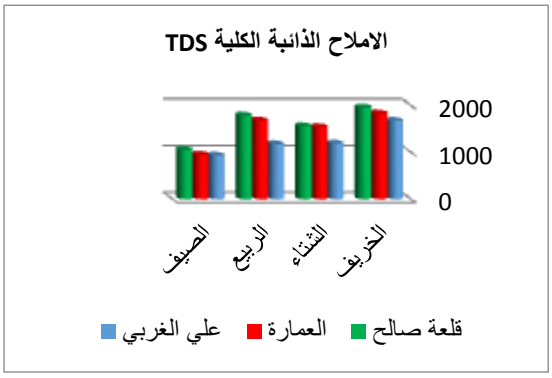
المصدر: الباحث بالاعتماد على جدول (٢).

الشكل (٤) المعدلات الفصلية لسرعة التيار المائي م/ثا لنهر دجلة في محافظة ميسان



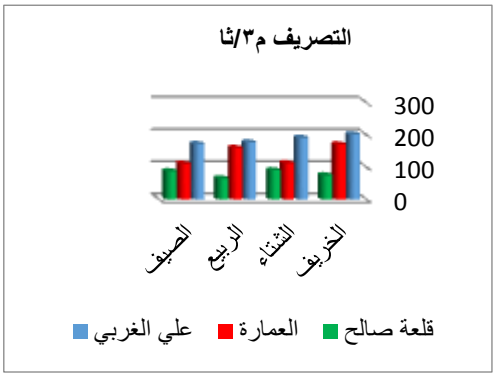
المصدر : الباحث بالاعتماد على جدول (٢).

الشكل (٥) المعدلات الفصلية لقيم الاملاح الذائبة الكلية (TDS) لمياه نهر دجلة في محافظة ميسان



المصدر: الباحث بالاعتماد على جدول(٢).

الشكل (٦) المعدلات الفصلية لتصريف مياه نهر دجلة في محافظة ميسان م٣/ثا



المصدر: الباحث بالاعتماد على جدول(٢).

٢.الأيونات الرئيسة Major Elements : يوصف الماء بأنه مذيب عالمي، وغالبًا ما تعتمد قوة ذوبان المياه على طبيعة الخصائص الفيزيائية والكيميائية، إذ تعد الايونات والأنيونات من الخصائص الكيميائية المؤثرة على جدوى المياه، وبما أنها تعتبر من المذيبات المهمة في المياه لذا فأن ارتفاعها يرتبط بتركيز المعادن الثقيلة ويرتبط بتركيز الأيونات والأنيونات في مياه الأنهار(١ : ٢٠٢٠ ، Verla) ، لذلك تناولت الدراسة الحالية الايونات والانيونات في مياه نهر دجلة في محافظة ميسان وعلى النحو الاتي:

١.٢. الأيونات الموجبة:

سجل المعدل العام للكالسيوم(Cl) في مياه نهر دجلة في منطقة الدراسة(١٣٧.٠٥ ملغم/لتر) الجدول(٣)، ويعد هذا المعدل مقبولا عند مقارنته مع المحددات العراقية ومنظمة الصحة العالمية(WHO) الذي يبلغ (200 ملغم/لتر) جدول(١) والشكل(٧)، مسجلة أعلى قيمة (٢٣٦.٠٣) خلال فصل الصيف في محطة علي الغربي وتعد غير مقبولة بحسب المحددات العراقية ومنظمة الصحة العالمية ويعزى سبب هذا الارتفاع إلى عوامل طبيعية تتمثل بالخصائص النوعية لصخور وراسب قاع النهر التي يزداد فيها تركيز الكالسيوم، وسجلت أدنى قيمة وهي (٩٨.٥٦ ملغم /لتر) خلال فصل الخريف في محطة العمارة وتعد مقبولة بحسب المحددات العراقية ومنظمة الصحة العالمية ، وبذلك يبلغ مقدار الفارق في معدلات أيون الكالسيوم بين المحطات بحدود٣١.٠٩ ملغم/لتر، إذ إن مقدار الفارق المكاني قد انعكس على قيمة الانحراف المعياري S.D بلغ بحدود(٣٧.٠٢) مما أدى إلى انخفاض قيمة معامل الاختلاف C.V بين محطات القياس إلى(٢٧.٠١).

أما بالنسبة للمغنيسيوم فيقدر المعدل العام للمغنسيوم(Mg) في مياه نهر دجلة في منطقة الدراسة بـ (٥٠.٣٥ ملغم/لتر) (جدول٣)، ويعد هذا المعدل مقبولا عند مقارنته مع المحددات العراقية ومنظمة الصحة العالمية(WHO) الذي يبلغ(١٥٠ملغم/لتر)جدول(١) والشكل(٨)، وقد سجلت أعلى قيمة (٦١.٨٧) خلال فصل الشتاء في محطة علي الغربي وتعد مقبولة بحسب المحددات العراقية ومنظمة الصحة العالمية (WHO) ، وسجلت أدنى قيمة وهي (٤٠.٩٧ ملغم /لتر) خلال فصل الخريف في محطة العمارة وتعد مقبولة بحسب المحددات العراقية ومنظمة الصحة العالمية الجدول(١) إذ إن انخفاض مقدار الفارق المكاني لأيون المغنيسيوم Mg لمياه نهر دجلة قد انعكس على قيمة الانحراف المعياري S.D إذ بلغ بحدود(٦٦.٦١) مما أدى إلى انخفاض قيمة معامل الاختلاف C.V بين محطات القياس إلى(١٣.١٣).

بلغ المعدل العام للصوديوم(Mg) في مياه نهر دجلة في منطقة الدراسة (٢٤١.٤٥ ملغم/لتر) (جدول٣)، ويعد هذا المعدل غير مقبولٍ عند مقارنته مع المحددات العراقية ومنظمة الصحة العالمية (WHO) الذي يبلغ (٢٠٠ملغم/لتر) جدول (١) والشكل(٩) ، سجلت أعلى قيمة (٤٥٣.٩٥) خلال فصل الربيع في محطة علي الغربي وتعد غير مقبولة بحسب المحددات العراقية ومنظمة الصحة العالمية (WHO) ، وسجلت أدنى قيمة وكانت(١٤٠.٨٨ملغم /لتر) خلال فصل الخريف في محطة علي الغربي وتعد مقبولة بحسب المحددات العراقية ومنظمة الصحة العالمية الجدول(١) . وبذلك يبلغ مقدار الفارق المكاني بين محطات القياس بحدود ٥٦.٢٦ ملغم/لتر، إذ إن مقدار الفارق المكاني لأيون الصوديوم Na

لمياه نهر دجلة قد انعكس على قيمة الانحراف المعياري S.D وقد بلغ بحدود (107.97) ، مما أدى إلى انخفاض قيمة معامل الاختلاف C.V بين محطات القياس إلى (44.72).

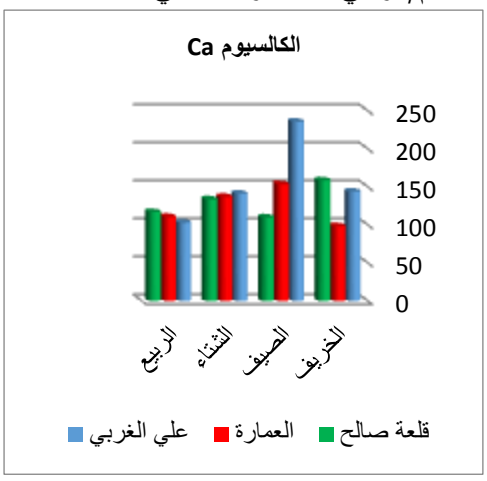
يقدر المعدل العام للبوتاسيوم(K) في مياه نهر دجلة في منطقة الدراسة(٥.٠٩ ملغم/لتر) (جدول٣)، ويعد هذا المعدل مقبولا عند مقارنته مع المحددات العراقية ومنظمة الصحة العالمية(WHO) الذي يبلغ (١٠ملغم/لتر) جدول(١) والشكل(١٠)، وقد سجلت أعلى قيمة(٧.٢٤ ملغم/لتر) خلال فصل الشتاء في محطة علي الغربي وتعد مقبولة بحسب المحددات العراقية ومنظمة الصحة العالمية (WHO)، وسجلت أدنى قيمة وهي(٢.٨٦ ملغم /لتر)خلال فصل الخريف في محطة علي الغربي وتعد مقبولة بحسب المحددات العراقية ومنظمة الصحة العالمية الجدول(١).ويرجع سبب انخفاض تركيز أيون البوتاسيوم إلى سهولة انحلاله في الماء الأمر الذي يسهم في انخفاض تركيزه، إن انخفاض مقدار الفارق المكاني لأيون البوتاسيوم k لمياه نهر دجلة قد انعكس على قيمة الانحراف المعياريS.D فبلغ بحدود (1.50) ، مما أدى إلى انخفاض قيمة معامل الاختلافC.V بين محطات القياس إلى (29.56) .

الجدول(٣) الأيونات الموجبة والأيونات السالبة لمياه نهر دجلة في محافظة ميسان

المحطات	المواسم	الأيونات الموجبة				الأيونات السالبة			
		كالسيوم Ca	مغنيسيوم Mg	صوديوم Na	بوتاسيوم K	الكلور Cl	بيكربونات HCO3	كبريتات SO4	نترات NO3
	الصيف	236.03	52.05	140.90	3.48	736.0	109,0	83,0	1.58
علي الغربي	الخريف	144.12	43.66	140.88	4.38	402.1	151.1	278.1	1.89
	الشتاء	141.44	61.87	306.95	7.24	441.9	119.0	57.48	1.91
	الربيع	103.12	56.30	453.95	6.36	412.51	175.68	147.82	1.60
	المعدل	156.18	53.47	260.67	5.37	498.13	138.82	141.6	1.74
	الصيف	153.59	43.09	154.67	2.86	229.0	142,0	78,0	1.48
العمارة	الخريف	98.56	47.95	166.73	4.62	505.1	173.2	181.13	1.53
	الشتاء	137.16	60.34	299.17	6.86	530.3	119.8	73.91	1.60
	الربيع	110.73	51.80	416.45	6.16	559.84	187.87	185.53	1.41
	المعدل	125.01	50.79	259.26	5.13	456.06	155.64	129.64	1.50
	الصيف	110.02	46.33	162.31	2.89	796.0	115,0	64.0	1.91
قلعة صالح	الخريف	158.77	49.41	175.04	4.88	576.2	144.12	282,0	1.92
	الشتاء	133.91	50.47	220.07	6.19	589.3	124.4	135.5	1.87
	الربيع	117.09	40.97	260.24	5.16	618.77	187.89	174.97	1.63
	المعدل	129.94	46.79	204.41	4.78	645.07	142.85	164.12	1.83
	المعدل الكلي	137.05	50.35	241.45	5.09	533.09	145.77	145.12	1.69
	الانحراف المعياري S.D	37.02	6.61	107.97	1.50	152.75	29.19	78.65	0.19
	معامل الاختلاف c.v	27.01	13.13	44.72	29.56	28.65	20.03	54.19	11.26

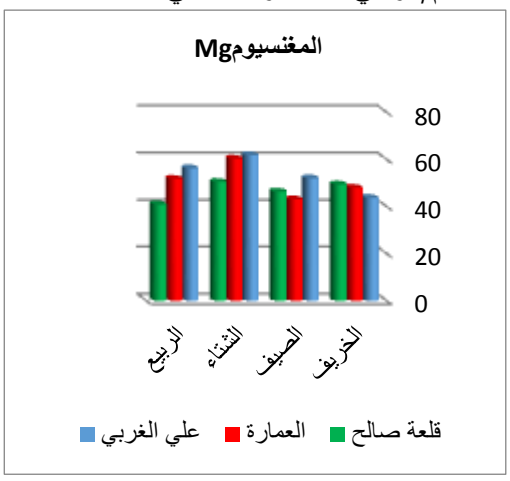
المصدر: نتائج التحليلات المختبرية ، قسم الرسوبيات والقيعان البحرية ، مركز علوم البحار ، جامعة البصرة .

الشكل(٧) المعدلات الفصلية لتركيز الكالسيوم (Cl) ملغم/لتر في مياه نهر دجلة في محافظة ميسان



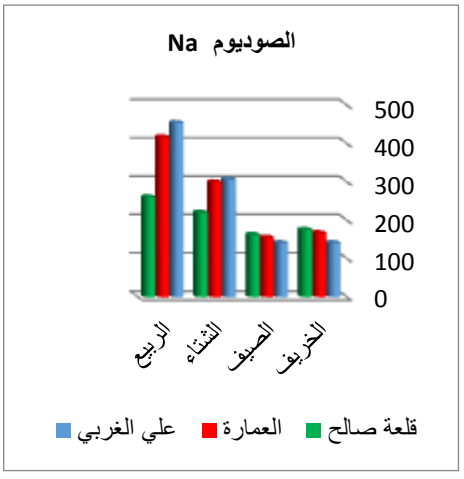
المصدر: الباحث بالاعتماد على جدول (٣).

الشكل(٨) المعدلات الفصلية لتركيز المغنسيوم(Mg) ملغم/لتر في مياه نهر دجلة في محافظة ميسان



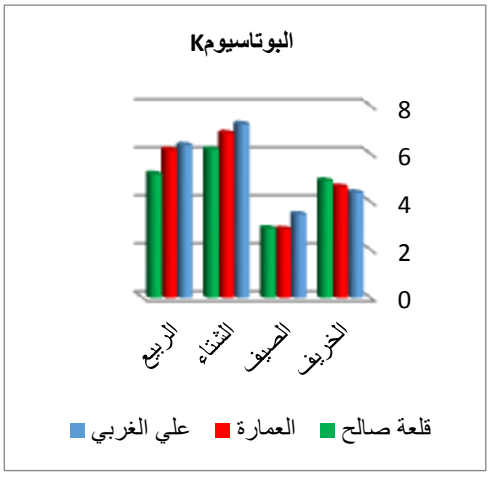
المصدر: الباحث بالاعتماد على جدول(٣).

الشكل (٩) المعدلات الفصلية لتركيز الصوديوم(Na) ملغم/لتر في مياه نهر دجلة في محافظة ميسان



المصدر : الباحث بالاعتماد على جدول(٣).

الشكل (١٠) المعدلات الفصلية لتركيز البوتاسيوم(K) ملغم/لتر في مياه نهر دجلة في محافظة ميسان



المصدر: الباحث بالاعتماد على جدول (٣).

٢.٢. الأنيونات السالبة:

يبلغ المعدل العام للكلور(Cl)في مياه نهر دجلة في منطقة الدراسة(٥٣٣.٠٩ ملغم/لتر) الجدول(٣)، ويعد هذا المعدل غير مقبول عند مقارنته مع المحددات العراقية البالغ(٢٠٠ ملغم/لتر) ومحدد منظمة

الصحة العالمية(WHO) الذي يبلغ(٢٥٠ملغم/لتر) جدول(١)،سجلت أعلى قيمة (٧٩٦ ملغم/لتر) خلال فصل الصيف في محطة قلعة صالح وتعد غير مقبولة بحسب المحددات العراقية ومنظمة الصحة العالمية(WHO)، وسجلت أدنى قيمة وهي(٢٢٩ ملغم /لتر)خلال فصل الصيف في محطة العمارة وتعد مقبولة بحسب المحددات العراقية وغير مقبولة بحسب محددات منظمة الصحة العالمية الشكل (١١).

وبذلك يبلغ مقدار الفارق في معدل أيون الكلور للمياه بين المحطات بحدود ١٨٩.٠١ ملغم /لتر ، ويعزى سبب ارتفاع تركيز أيون الكلور في مياه نهر دجلة إلى تصريف مياه المجاري فضلا عن مياه الصرف الصناعي والزراعي ، لأن ارتفاع مقدار الفارق المكاني لأيون الكلور لمياه نهر دجلة قد انعكس على قيمة الانحراف المعياري S.D إذ بلغ بحدود 152.75 مما أدى إلى انخفاض قيمة معامل الاختلاف C.V بين محطات القياس إلى 28.65 .

أما البيكربونات(HCO3) فقد بلغ المعدل العام للبيكربونات(HCO3) في مياه نهر دجلة في منطقة الدراسة (١٤٥.٧٧ ملغم/لتر) الجدول(٣)، ويعد هذا المعدل مقبولا عند مقارنته مع محددات منظمة الصحة العالمية(WHO) الذي يبلغ(٢٠٠ ملغم/لتر)جدول(١)، سجلت أعلى قيمة (١٨٧.٨٩ملغم/لتر) خلال فصل الربيع في محطة قلعة صالح وتعد مقبولة بحسب محددات منظمة الصحة العالمية (WHO) . وسجلت أدنى قيمة وكانت (١٠٩.٠ملغم /لتر) خلال فصل الصيف في محطة علي الغربي وتعد مقبولة بحسب محددات منظمة الصحة العالمية الشكل (١٢) .

وبذلك يبلغ مقدار الفارق في معدل أيون البيكربونات المياه بين محطات القياس ١٦.٨٢ ملغم/لتر، إذ إن انخفاض مقدار الفارق المكاني لأيون البيكربونات لمياه نهر دجلة قد انعكس على قيمة الانحراف المعياري S.D فبلغ بحدود (29.19) ، مما أدى إلى انخفاض قيمة معامل الاختلاف C.V بين محطات القياس إلى 20.03 .

كما بينت النتائج أن المعدل العام بلغ للكبريتات(SO4) في مياه نهر دجلة في منطقة الدراسة (١٤٥.١٢ ملغم / لتر) الجدول(٣) ، ويعد هذا المعدل مقبـولا عند مقارنته مع المحـددات العراقية البالغ (٢٠٠ ملغم/لتر) ومحدد منظمة الصحة العالمية(WHO) الذي يبلغ (٢٥٠ملغم/لتر) جدول (١) ، وقد سجلت أعلى قيمة(٢٨٢.٠ ملغم/لتر) خلال فصل الخريف في محطة قلعة صالح وتعد غير مقبولة بحسب المحددات العراقية ومحددات منظمة الصحة العالمية(WHO)، وسجلت أدنى قيمة وهي (٥٧.٤٨ ملغم /لتر) خلال فصل الشتاء في محطة علي الغربي وتعد مقبولة بحسب محددات منظمة الصحة العالمية الشكل(١٣) .

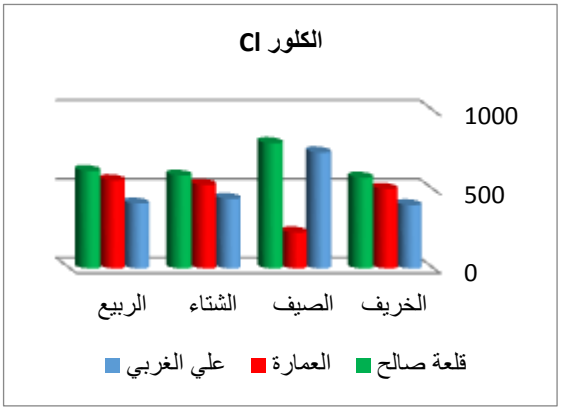
وبذلك يبلغ مقدار الفارق في معدل أيون الكبريتات SO4 لمياه نهر دجلة بين محطات الدراسة بحدود ٣٤.٤٨ ملغم/لتر ، وأن ارتفاع مقدار الفارق المكاني لأيون الكبريتات لمياه نهر دجلة قد انعكس على قيمة

الانحراف المعياريS.D إذ بلغ بحدود 78.65 ، مما أدى إلى انخفاض قيمة معامل الاختلافC.V بين محطات القياس إلى 45.19 .

يتضح من الجدول ٢ أن المعدل العام لأيون النترات No3 بلغ في مياه نهر دجلة في منطقة الدراسة (١.٦٩ ملغم/لتر) الجدول(٣)، ويعد هذا المعدل مقبولا عند مقارنته مع المحددات العراقية ومحدد منظمة الصحة العالمية (WHO) الذي يبلغ (٥٠ملغم/لتر) جدول(١)، وقد سجلت أعلى قيمة (١.٩٢ ملغم/لتر) خلال فصل الخريف في محطة قلعة صالح وتعد مقبولة بحسب المحددات العراقية و محددات منظمة الصحة العالمية (WHO)، وسجلت أدنى قيمة وهي (١.٤١ ملغم /لتر) خلال فصل الربيع في محطة العمارة وتعد مقبولة بحسب المحددات العراقية ومحددات منظمة الصحة العالمية الشكل(١٤) .

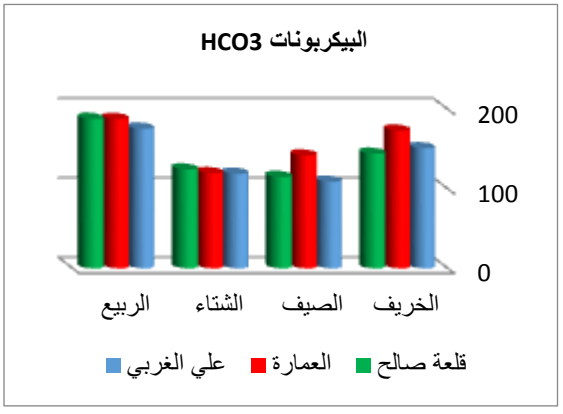
وبذلك يبلغ مقدار الفارق في معدل أيون النتراتNo3 لمياه نهر دجلة بين محطات القياس بحدود(٣٤.٤٨) ملغم/لتر، إذ إن انخفاض مقدار الفارق المكاني لأيون النتراتNo3 لمياه نهر دجلة قد انعكس على قيمة الانحراف المعياري S.D فبلغ بحدود (0.19) ، مما أدى إلى انخفاض قيمة معامل الاختلاف C.V بين محطات القياس إلى ١١.٢٦ .

لشكل (١١) المعدلات الفصلية لتركيز الكلور(Cl) ملغم/لتر في مياه نهر دجلة في محافظة ميسان



المصدر : الباحث بالاعتماد على جدول (٣).

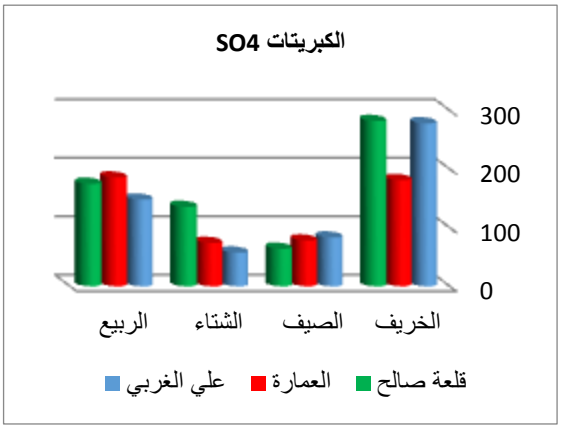
الشكل (١٢) المعدلات الفصلية لتركيز البيكربونات(HCO3) ملغم/لتر في مياه نهر دجلة في محافظة ميسان



المصدر : الباحث بالاعتماد على جدول (٣).

الشكل (١٣)

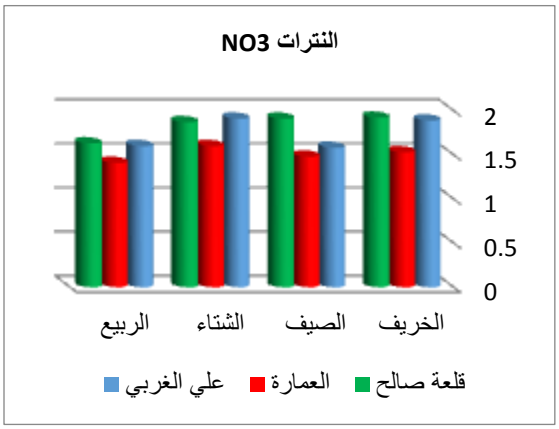
المعدلات الفصلية لتركيز الكبريتات (SO4) ملغم/لتر في مياه نهر دجلة في محافظة ميسان



المصدر : الباحث بالاعتماد على جدول(٣).

الشكل(١٤)

المعدلات الفصلية لتركيز النترات (NO3) ملغم/لتر في مياه نهر دجلة في محافظة ميسان



المصدر : الباحث بالاعتماد على جدول(٣).

٣. مستويات المعادن الثقيلة في المياه السطحية للنهر :

تم تلخيص التوزيع المكاني لمستويات المعادن الثقيلة خلال الفصول الأربعة في المياه السطحية لنهر دجلة في الجدول(٤) والشكل(١٥) وقد اتخذت الاختلافات في متوسط التركيزات الإجمالية للمعادن التي تم تحليلها الترتيب التالي معدن المنغنيز Mn (٠.٠٧٤) ملغم/لتر > معدن النيكل NI (٠.٠٠٧) ملغم/ لتر > الفاناديومV ، الزنك Zn ، الزرنيخAs ، الكروم Cr النحاس Cu 0.003 ملغم / لتر > الزئبق Hg بلغ (٠.٠٠٢) ملغم/ لتر،> الرصاص Pb والكادميوم Cd الذي سجل أدنى تركيز نحو (٠.٠٠١) ملغم/ لتر الشكل (١١)، إذ كانت جميع تركيزات المعادن الثقيلة المذابة في الماء منخفضة ، وبخاصة الكادميوم والرصاص. ويمكن أن تعزى التركيزات المنخفضة لهذه المعادن في المياه السطحية للنهر إلى عدة عوامل ، تؤدي إلى انخفاض قابلية ذوبان المعادن الثقيلة في الماء وارتباطها بالجسيمات العالقة عن طريق الامتزاز إلى زيادة ترسبها في قاع النهر (Mimba et al. 2017؛ Al- Asadi et ، 2016 ، Asadi et، 2020 Al) فضلا عن ذلك ، تسهم البيئة القلوية للنهر في انخفاض قابلية ذوبان النهر المعادن المدروسة (الأسدي ، ٢٠١٦ ؛ الأسدي وآخرون ، ٢٠١٩ ؛ Al-Asadi)، وقد تكون هذه المستويات مؤشرات على التأثير المحدود للأنشطة البشرية والصناعية على المعادن الثقيلة في مجرى النهر، وعلى الرغم من الاختلاف الضئيل في تركيزات المعادن الثقيلة على امتداد مجرى النهر خلال الفصول الأربعة ، فإن الاختلافات المكانية لمستويات المنغنيز Mn والنيكل Ni والفاناديوم V والنحاس Cu

والكروم Crوالزئبق Hg و الرصاص pb تميل عموماً إلى الزيادة في محطة علي الغربي بمتوسط (٠.١٦٩ ، ٠.٠١٣ ، ٠.٠٠٣ ، ٠.٠٠٨ ، ٠.٠٠٦ ، ٠.٠٠٣ و ٠.٠٠٢) ملغم / لتر على التوالي. وربما يرجع ارتفاع نسب هذه المعادن في محطة علي الغربي إلى زيادة مياه الصرف الزراعي والتقاء نهر الجباب بنهر دجلة شمال المحطة، حيث تتميز مياهها باحتوائها على نسبة عالية من بعض المعادن الثقيلة، بالإضافة إلى ارتفاع نسب المعادن الثقيلة في مياه نهر دجلة المتدفقة من محافظة واسط شمال منطقة الدراسة على وجه الخصوص، كما لوحظ أن أكبر قيمة في مستويات الزنك(٠.٠٢ ملجم / لتر) كانت في فصل الشتاء في محطة قلعة صالح ، بينما كانت مستويات As و Cd ثابتة تقريبًا.

جدول(٤)

المحددات العراقية والعالمية ومعيار CERCLA للمعادن الثقيلة ملغم / لتر لمياه الشرب لنهر دجلة في محافظة ميسان

المعايير الدولية	المحددات العراقية ١٩٦٧	منظمة الصحة العالمية WHO 2006	معيار CERCLA ٢٠٠٥
الرصاص pb	0.05	0.05	0.015
المنغنيز Mn	0.5	0.5	0.5
النيكل Ni	0.1	0.5	–
الكروم Cr	0.05	0.05	0.01
الزنك Zn	5.3	5	5
النحاس Cu	0.05	0.1	1.3
الزرنيخ As	0.05	0.03	0.01
الكادميوم Cd	0.005	0.005	0.005
الفاناديوم V	٠.٥	٠.٠٠٢	–
الزئبق Hg	0.001	0.006	0.03

1-. Wafur , 2014 : 200 .
2- Chandler, Harry ,1998:26.
3.Kinuthia , Levels of heavy metals in wastewater and soil samples from open drainage channels in Nairobi, Kenya: community health implication , 2020 : 5.

إجمالاً يظهر نمط توزيع معظم المعادن في المياه أن مستوياتها تتجه نحو الانخفاض من الشمال في محطة علي الغربي إلى الجنوب بمحطة العمارة ، ثم تعود المستويات إلى زيادة طفيفة في محطة قلعة صالح ، بسبب تدفق المياه العادمة من محطة الصرف الصحي بالبتيرة ، فضلا عن تجمع معظم الملوثات في محطة قلعة صالح باعتبار أن هذه المحطة هي آخر محطات منطقة الدراسة .

يتسبب التباين الجغرافي لمستويات المعادن الثقيلة في اختلاف قيمة معامل الاختلاف بين ٠.٠٠٠ و ١٧٦.٥٢٦ لجميع المعادن المدروسة، وقد أظهرت مستويات المعادن الثقيلة في مياه مجرى نهر دجلة خلال الفصول الأربعة فرقًا طفيفًا مع موقع أخذ العينات ومع ذلك ، هناك اتجاه عام لزيادة مستويات غالبية المعادن الثقيلة في الصيف وقد يكون سبب هذه الزيادة في التركيزات هو الترسب العالي لملوثات معامل الطابوق في الغلاف الجوي، حيث يزداد إنتاجها بشكل كبير خلال فصل الصيف ، وبمقارنة تراكيز المعادن الثقيلة في مياه نهر دجلة مع المحددات العراقية والعالمية في الجدول(٤) نجد أن جميع هذه التراكيز كانت أدنى من مستوى المحددات باستثناء معدن المنغنيز.

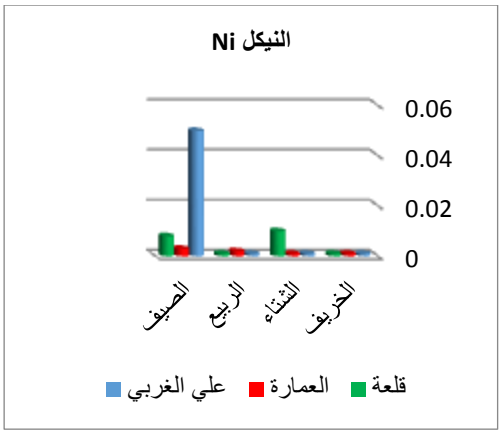
الجدول(٥)

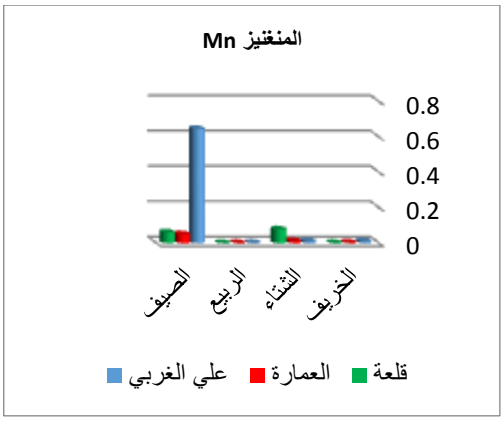
معدل تراكيز المعادن الثقيلة ملغم/لتر في مياه نهر دجلة في محافظة ميسان ٢٠٢١-٢٠٢٢

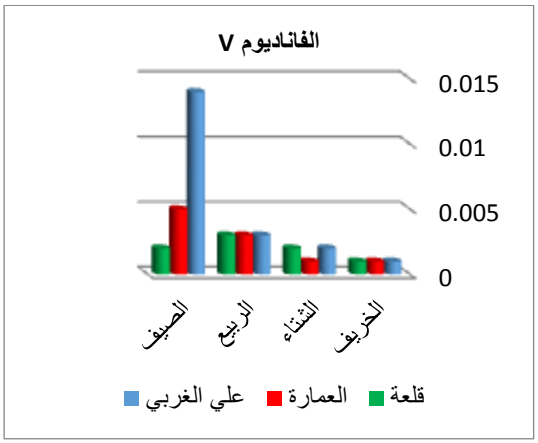
محطات الدراسة	المواسم	المنغنيز Mn	النيكل Ni	الزئبق Hg	الفاناديوم V	الزنك Zn	الزرنيخ As	الكروم Cr	النحاس Cu	الرصاص Pb	الكادميوم Cd
	الخريف	0.012	0.001	0.009	<0.001	<0.001	0.005	<0.001	0.022	0.005	<0.001
علي الغربي	الشتاء	0.012	0.001	<0.001	0.002	<0.001	0.001	0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	الربيع	0.003	0.001	<0.001	0.003	<0.001	0.002	<0.001	0.008	<0.001	<0.001
	الصيف	0.647	0.050	<0.001	0.014	<0.001	0.003	0.019	<0.001	<0.001	<0.001
	المعدل	0.169	0.013	0.003	0.005	<0.001	0.003	0.006	0.008	0.002	<0.001
	الخريف	0.004	0.001	0.005	<0.001	<0.001	0.005	<0.001	0.001	<0.001	<0.001
العمارة	الشتاء	0.012	0.001	<0.001	0.001	<0.001	0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	الربيع	0.002	0.002	<0.001	0.003	<0.001	0.002	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	الصيف	0.051	0.003	<0.001	0.005	<0.001	0.002	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	المعدل	0.017	0.002	0.002	0.002	<0.001	0.003	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	الخريف	0.002	0.001	0.001	<0.001	<0.001	0.005	<0.001	0.002	<0.001	<0.001
قلعة صالح	الشتاء	0.079	0.010	<0.001	0.002	0.020	0.001	0.001	0.001	<0.001	<0.001
	الربيع	0.001	0.001	<0.001	0.003	<0.001	0.002	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	الصيف	0.061	0.008	<0.001	0.002	<0.001	0.002	0.003	<0.001	<0.001	<0.001
	المعدل	0.036	0.005	<0.001	0.003	0.020	0.003	0.001	0.001	<0.001	<0.001
	المعدل العام	0.074	0.007	0.002	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.001	0.001
	الانحراف المعياري S.D	0.182	0.014	0.003	0.004	0.005	0.002	0.005	0.006	0.001	0.000
	معامل الاختلاف C.V	40.465	47.678	176.526	91.418	47.100	165.145	51.523	55.233	115.470	0.000

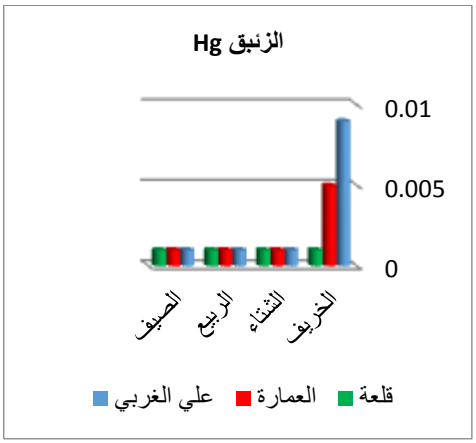
المصدر: شركة تابان للتحليلات المختبرية، طهران، الجمهورية الإسلامية الإيرانية، ٢٠٢٢.

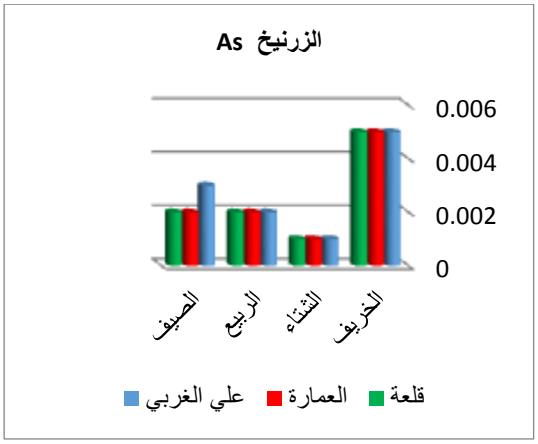
الشكل(١٥) مستويات المعادن الثقيلة في مياه نهر دجلة في محافظة ميسان

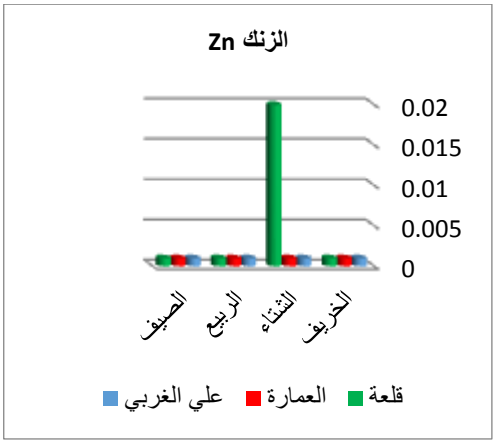


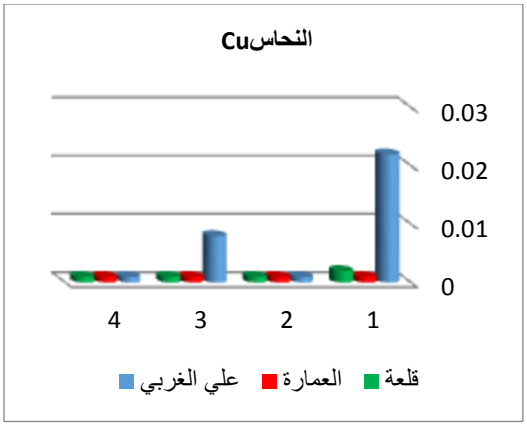


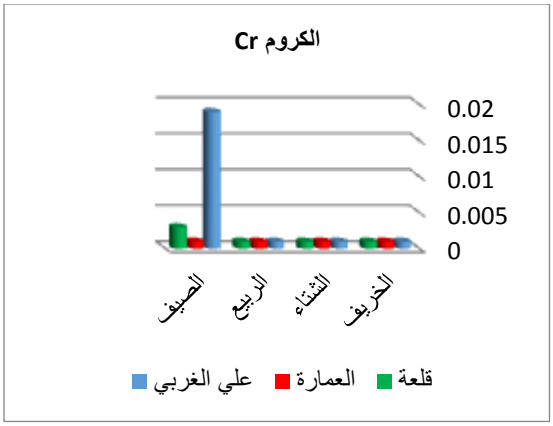


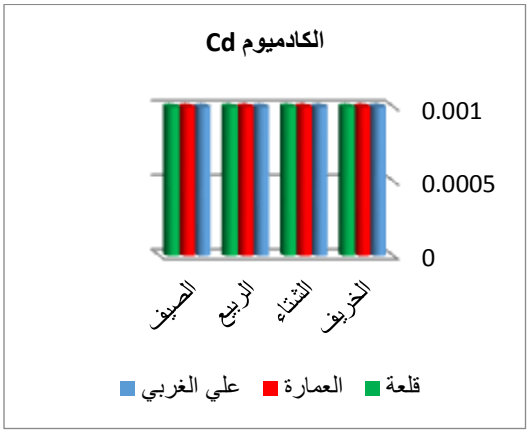


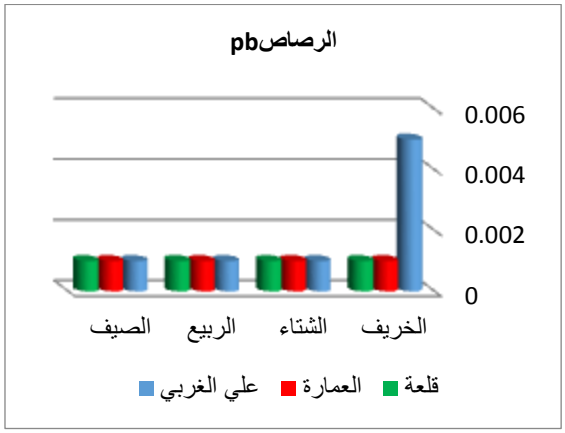












المصدر: الباحث بالاعتماد على جدول (٥) .

الاستنتاجات Conclusion: توصلت الدراسة إلى النتائج الآتية :

١. توصلت الدراسة إلى أن الخصائص الفيزيائية لمياه نهر دجلة في محافظة ميسان لم تختلف عن مستوى المحددات العراقية والعالمية (WHO) فقد سجلت معظم درجات حرارة المياه مستويات بضمن المحددات باستثناء فصل الصيف في محطة العمارة الذي سجل ٣٥.٣م° ، أما فيما يخص الأس الهيدروجيني فقد سجل معظم الأس الهيدروجيني مستويات مقبولة بالمقارنة مع المحددات المعتمدة في الدراسة ، أما بالنسبة للتوصيلة الكهربائية فسجلت معظم النتائج مستويات مقبولة باستثناء فصل الخريف في محطة قلعة صالح سجل الذي سجلت فيه مستوى(١.٨٦) وهي نسبة غير مقبولة بحسب المحددات العراقية ومنظمة الصحة العالمية، كما توصلت الدراسة إلى أن تراكيز الأملاح الذائبة جاءت معظمها في ضمن المحددات العراقية والعالمية ماعدا فصل الخريف في محطة قلعة صالح الذي سجل أعلى قيمة بلغت(١٩٦١) وتعد غير مقبولة بحسب المحددات العراقية ومنظمة الصحة العالمية .

٢. أظهرت الدراسة أن الخصائص الكيميائية للأيونات الموجبة سجلت أغلب مستوياتها أنها بضمن المحددات العراقية والعالمية باستثناء فصل الصيف الذي سجل فيه مستوى الكالسيوم (٢٣٦.٠٣) في محطة علي الغربي وتعد غير مقبولة بحسب المحددات العراقية ومنظمة الصحة العالمية، وكذلك فيما يخص أيون الصوديوم الذي سجل فيه فصل الربيع(٤٥٣.٩٥) في محطة علي الغربي وتعد غير مقبولة بحسب المحددات العراقية ومنظمة الصحة العالمية(WHO)، اما فيما يخص أيوني المغنيسيوم والبوتاسيوم فقد جاءت مستوياتهما بضمن محددات الدراسة .

٣. جاءت مستويات الأنيونات السالبة لتؤكد أن معدل أيون الكلور(Cl) بلغ في مياه نهر دجلة في منطقة الدراسة (٥٣٣.٠٩ ملغم/لتر) ويعد هذا المعدل غير مقبول عند مقارنته مع المحددات العراقية البالغة(٢٠٠ ملغم/لتر) ومحدد منظمة الصحة العالمية(WHO) الذي يبلغ (٢٥٠ملغم/لتر) كما سجلت أعلى قيمة (٧٩٦ ملغم/لتر) خلال فصل الصيف في محطة قلعة صالح وتعد غير مقبولة بحسب المحددات العراقية ومنظمة الصحة العالمية(WHO)، وبالنسبة لأيوني البيكربونات والنترات فقد سجلت مستوياتهما أنهما في ضمن المحددات المعتمدة في الدراسة، وفيما يخص الكبريتات فقد سجل فصل الخريف في محطة قلعة صالح أعلى قيمة بلغت(٢٨٢,٠ ملغم/لتر) وتعد غير مقبولة بحسب المحددات العراقية و منظمة الصحة العالمية (WHO).

٤. بينت الدراسة الحالية إن تركيز المعادن الثقيلة المذابة في مياه نهر دجلة في محافظة ميسان منخفضة، ولاسيما معدني الكادميوم والرصاص أي أنهما بضمن المحددات العراقية والعالمية لتراكيز المعادن الثقيلة في مياه الأنهار.

٥. كما بينت النتائج إن الاختلافات المكانية لمستويات المنغنيز (Mn) والنيكل (Ni) والفاناديوم (V) والنحاس (Cu) والكروم(Cr) والزئبق (Hg) والرصاص (pb) تميل عمومًا إلى الزيادة في محطة علي الغربي حيث يظهر نمط توزيع الأغلبية للمعادن في المياه أن مستوياتها تتجه نحو الانخفاض من الشمال في محطة علي الغربي إلى الجنوب بمحطة العمارة ، ثم تعود المستويات إلى زيادة طفيفة في محطة قلعة صالح .

٦. بينت الدراسة إن مستويات المعادن الثقيلة تتباين زمانيا إذ لوحظ أكبر قيمة في مستويات الزنك (٠.٠٢ ملجم / لتر) في فصل الشتاء في محطة قلعة صالح ، بينما كانت مستويات As و Cd ثابتة تقريبًا، كما يظهر بوضوح اتجاه عام لزيادة مستويات غالبية المعادن الثقيلة في الصيف. قد يعود سبب هذه الزيادة في التركيزات إلى الترسب العالي لملوثات معامل الطابوق في الغلاف الجوي، حيث يزداد إنتاجها بشكل كبير خلال فصل الصيف.

المصادر العربية:

الأسدي، صفاء عبد الأمير رشم(٢٠١٧) جغرافية الموارد الطبيعية، الطبعة الاولى، الفيحاء للطباعة والنشر والتوزيع ، لبنان .

الأسدي، صفاء عبد الأمير رشم(٢٠١٤) ، جغرافية الموارد المائية ،ط١ ، شركة الغدير للطباعة والنشر ، البصرة .

الأسدي، كفاح صالح بجاي (١٩٨٩)، نظم الري والبزل على كتوف الأنهار في محافظة ميسان دراسة جغرافية ، رسالة ماجستير، غير منشورة ، كلية الآداب، جامعة البصرة

التحليلات المختبرية ، قسم الرسوبيات والقيعان البحرية ، مركز علوم البحار ، جامعة البصرة : ٢٠٢٢) .

السالم، عصام طالب عبد المعبود، من خصائص ترب محافظة ميسان دراسة في جغرافية التربة ، رسالة ماجستير، غير منشورة ، كلية الآداب ، جامعة البصرة ، ١٩٨٩ .

الشريفي، عقيل عباس حمد (٢٠١٤) ،التلوث المحتمل لبعض العناصر الثقيلة وبعض العوامل البيئية لمياه جدول بني حسن في محافظة كربلاء المقدسة – العراق ، رسالة ماجستير، كلية التربية ' جامعة كربلاء.

وزارة الموارد المائية ، الهيئة العامة للمساحة ، بمقياس رسم ١: ٥٠٠٠٠٠ : ٢٠١٦.

المصادر الأجنبية :

Al-Asadi SAR, Al Hawash AB, Alkhlifa N-HA, Ghalib HB (2019)

Ahmed, A. S., Hossain, M. B., Babu, S. O. F., Rahman, M. M., & Sarker, M. S. I. (2021). Human health risk assessment of heavy metals in water from the subtropical river, Gomti, Bangladesh. Environmental Nanotechnology, Monitoring & Management, 15, 100416.

Al-Asadi , Safaa A.R. ,A. Alhello, Abdulzahra(2019) General assessment of Shatt Al-Arab River, Iraq, 360 Int. J. Water, Vol. 13, No. 4,

Al-Asadi SAR (2016) A study of ph values in the Shatt Al-Arab River (southern Iraq). Int J Mar Sci 29:1–8.

Al-Asadi SAR, Al-Qurnawi WS, Al Hawash AB, Alkhlifa N-H (2020) Water quality and impacting factors on heavy metals levels in Shatt Al-Arab River, Basra, Iraq. Applied Water Science 10:1-15.

Chandler, Harry ,1998:26.

Kinuthia , Levels of heavy metals in wastewater and soil samples from open drainage channels in Nairobi, Kenya: community health implication , 2020 : 5.

Verla, E. N., Verla, A. W., & Enyoh, C. E. (2020). Finding a relationship between physicochemical characteristics and ionic composition of River Nworie, Imo State, Nigeria. Peerj Analytical Chemistry, 2, e5.

World Health ،Organization (WHO) (2017) Guidelines For drinking water quality : fourth edition incorporating first addendum 4 th ed + 1st add . World Organization ،p 541.