تقويم العناصر الثقيلة للمياه الجوفية في منطقة ام رحّل جنوب غرب مدينة السماوة(*)

م.م. سيف مجيد حسين
جامعة المثنى – كلية التربية للعلوم الانسانية
saif.majeed@mu.edu.iq

أ.د. كفاح صالح الاسدي
جامعة الكوفة – كلية الآداب
Kifah.almusa@uokufa.edu.iq

أ.م.د. علي عبد الرحيم العزاوي
الهيأة العامة للمياه الجوفية – بغداد
ali.obeed67@gmail.com

المستخلص:

تضمنت هذه الدراسة تحديد مدى تلوث المياه الجوفية بالعناصر الثقيلة (النادرة) في منطقة ام رحل الواقعة في شمال غرب محافظة المثنى، تضمن العمل الحقلي جولات ميدانية للمنطقة و جمع وتحليل (٤٠) نموذج من المياه وذلك من (٢٠) موقعاً ،اذ تم أخذ نماذج المياه خلال موسمين: الموسم الاول خلال شهر شباط، والموسم الثاني خلال شهر آب من عام ٢٠١٨ ، وقد تم اجراء التحاليل للعناصر الثقيلة (Cu, Cd, Co, Cr, Fe, Mn, Pb, Ni, As, pb)، اما التحليلات المكانية لخصائص المياه فقد اجريت بأستخدام تقنيات نظم المعلومات الجغرافية ومنها مؤشر (Moran's Index) ضمن بيئة برنامج (Arc GIS 10.5) الذي يحدد نمط انتشار العناصر (متجمع او مشتت). اوضحت نتائج الدراسة عدم صلاحية المياه الجوفية للاستخدامات البشرية، وذلك بسبب التلوث الكبير لمياه المنطقة بعنصر(Fe)، و زيادة تراكيز العناصر (Cu ، Cd، Pb، Mn) عن الحدود المسموح بها، وبدرجة اقل لعنصر (Ni)، وكذلك بينت الدراسة عدم وجود تلوث بالعناصر (As، Cr ،Co) حسب المواصفات القياسية. وقد توزعت

(*) بحث مستل من أطروحة الدكتوراه (التقويم الهيدروبيئي للمياه الجوفية وإمكانات استثمارها في منطقة (أم رحل) غرب محافظة المثنى)، كلية الآداب، جامعة الكوفة.

العناصر (Cu، Zn ،Pb ، Ni، Mn) بشكل متجمع، فيما اخذت العناصر (Fe ، Cd ، As) نمطاً عشوائياً في انتشارها في مياه منطقة الدراسة.

الكلمات المفتاحية:

ام رحل، المياه الجوفية، الآبار، العناصر الثقيلة، بادية المثنى، مؤشر موران، الارتباط الذاتي المكاني

Evaluation of the Heavy Elements of Groundwater in the UM-Rahal Area, Southwest of Samawah

Saif Majeed Hussain
College of Education for Human Sciences

Prof. Dr. Kifah Salih Al-Assady
College of Arts - University of Kufa

Assistant Prof. Dr. Ali Abdelrahim Al-Azawi
General Commission for Groundwater, Baghdad

Abstract:

This study included determining the extent of groundwater contamination in heavy elements in the Um-Rahal area, located in the northwest of AL-Muthanna Governorate.The field work analysis of (40) samples of water from (20) sites, as water samples were taken during two seasons: The first season during February, and the second season during August of 2018, analyzes were heavy elements (Cu, Cd, Co, Cr, Fe, Mn, Pb, Ni, As, pb). As for spatial analyzes of water properties, they were using GIS techniques, including the Moran's Index within the Arc GIS 10.5, which the pattern of elements. Groundwater for human uses due to the large pollution of with the element (Fe), and it was also found to exceed the permissible limits for the elements (Cu, Cd, Pb, Mn), as well as the absence of pollution in terms of the elements (As, Cr ,Co) according to standard specifications.

Keywords:

UM-Rahal, groundwater, Wells, Heavy elements, AL-Muthanna Desert, Moran's Index, Spatial autocorrelation.

المقدمة :

تعد المياه الجوفية أكبر مورد للمياه العذبة المتاحة في المناطق ذات المياه السطحية المحدودة أو النادرة ، ولأن الماء عصب الحياه البشرية كان محل اهتمام الحضارات منذ القدم، ففي بابل سن حمورابي تشريعات تحدد سبل استخدام الماء بهدف ترشيد استهلاكه ، لاسيما في المناطق الجافة وشبه الجافة ،لانها تعمل على تعويض النقص الحاصل في المياه السطحية و احياء البيئة من حولها ومساعدة بقاء التنوع البيولوجي والاحيائي لهذه المناطق ، لذلك فإن مراقبة الخصائص النوعية والكمية للمياه الجوفية في هذه المناطق ضروري جدا للمحافظة عليها من الاستنزاف والتلوث وادارتها ضمن برامج التخطيط والتنمية المستدامة.

إن دراسة الخصائص الكيميائية للمياه الجوفية تعد من الدراسات المهمة التي تعكس حجم التفاعلات تحت السطحية للمياه الجوفية مع المحتوى المعدني للصخور الحاوية على المعادن المختلفة، اذ أن للمياه الجوفية مدى واسع من التركيب الكيميائي ، وهذا المدى ناجم عن الاختلاف في أصل تلك المياه بحري، وجوي، و ازلي،...الخ ، وكذلك التباين الحاصل في الظروف الطبيعية، اذ تعتمد نوعيتها على مصادر تغذيتها وطبيعة الصخور المارة خلالها فضلا عن سرعة حركتها، فكلما ازدادت سرعة حركتها قل الزمن اللازم للتبادل الايوني بينها وبين الصخور فتكتسب بذلك اقل المعادن، على العكس من حركتها البطيئة التي تجعلها اكثر ملوحة ، كما ان هنالك بعض العوامل التي تتحكم بانتقال الايونات من الصخور الى المياه مثل الاكسدة والاختزال ودرجة الحرارة.

مشكلة الدراسة:

تتلخص مشكلة الدراسة في الاجابة على السؤال الاتي :

– ما مدى تلوث المياه الجوفية في منطقة ام رحل بالعناصر الثقيلة؟

فرضية الدراسة:

للتحقق من مشكلة الدراسة ، جاءت الفرضية على النحو الاتي:

– تتباين نسبة تلوث المياه الجوفية في منطقة ام رحل بالعناصر الثقيلة مكانياً وزمانياً.

هدف الدراسة :

تسعى الدراسة الى انشاء قاعدة بيانات جغرافية ، وإنتاج خرائط التباينات المكانية للعناصر الثقيلة باستخدام برنامج (Arc GIS 10.5) ، فضلا عن تحديد صلاحية المياه الجوفية لإمكانية استثمارها بسبب قلة المياه السطحية وتلوثها وانخفاض مناسيبها وجفاف المنطقة .

منطقة الدراسة:

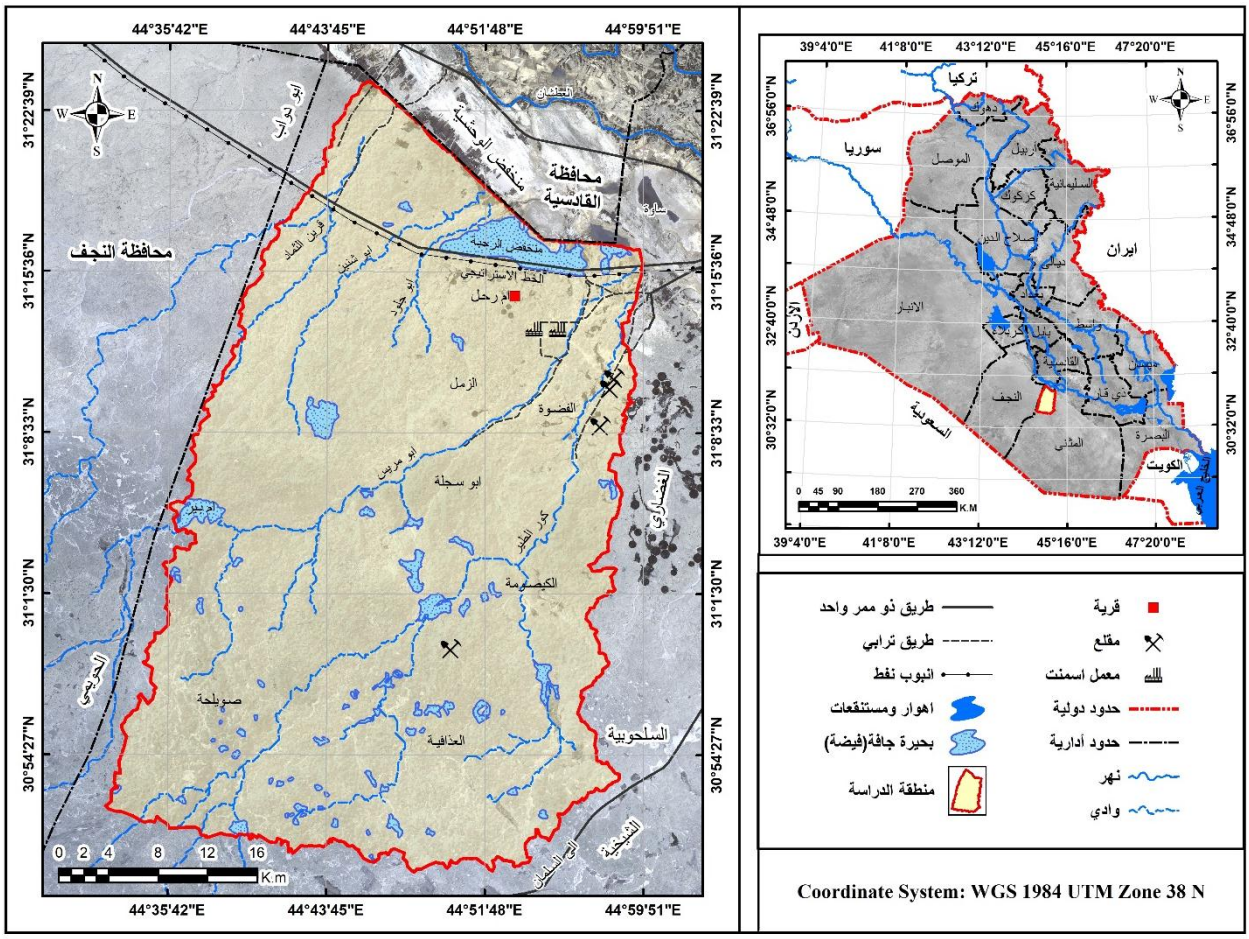
تقع منطقة ام رحل[*] (UM-Rahal) في الجزء الجنوبي الغربي من العراق –ضمن النطاق التكتوني المستقر– شمال غرب محافظة المثنى في قضاء السلمان ، على بعد حوالي(٣٢ كم) جنوب غرب مدينة السماوة ، يحدها من جهة الشمال والشمال الشرقي منخفض الوحشية وبحيرة ساوة ومن جهة الشرق والجنوب الشرقي وادي الغضاري ووادي الشيخية وقرية السلحوبية اما من جهة الغرب والشمال الغربي فيحدها وادي الحويمي ووادي أبو دواب. يلحظ الخريطة(١–١). تمتد فلكيا بين قوسي طول('32 °44 "16 – "٥١ '٥٩ °٤٤) شرقا ، ودائرتي عرض ("٠٦ '٤٩ °٣٠ –"٣٨ '٢٤ °٣١) شمالا ،ويبلغ طول منطقة الدراسة من الجنوب الغربي الى الشمال الشرقي حوالي(٦٢.٨ كم) ، اما اقصى اتساع لها فيبلغ نحو (٣٧.٧٦ كم) عند قرية السلحوبية ، اذ تمتد بشكل طولي شبه مستطيل ، في حين تبلغ مساحتها حوالي (١٨٣٧.٦ كم^{٢}) (Arc Gis 10.5). يبلغ عدد سكان منطقة ام رحل حوالي (٢٨٧٠) نسمة وفقاً لتقدير سنة (٢٠٢٠) ، ويبلغ عدد المساكن حوالي (٢٨٧ مسكن) ويعتمد سكان المنطقة على استخدام مياه الابار المحفورة للغسل والارواء الزراعي.

العمل الحقلي والمختبري:

تم الاعتماد على نتائج التحاليل الكيميائية للمياه الجوفية للآبار المحفورة من قبل الهياة العامة للمياه الجوفية/ فرع المثنى ، اذ تم جمع وتحليل (٤٠) نموذج من المياه وذلك من (٢٠) موقعا عشوائياً ، توزعت مكانيا في عموم منطقة الدراسة ، يلحظ الخريطة (١–٢) ، وقد تم أخذ نماذج المياه في موسمين : الأول في شهر (شباط /٢٠١٨) والذي يمثل الموسم الشتوي، والثاني في شهر (اب /٢٠١٨) والذي يمثل الموسم الصيفي ، نقلت هذه النماذج الى مختبر كيمياء التربة، في كلية الزراعة/ جامعة الكوفة ، والمختبر المركزي في مديرية بيئة القادسية ، وتم تقدير العناصر الاتية : (Cu, Cd, Co, Cr, Fe, Mn, Pb, Ni, As pb) وبذلك بلغت عدد تحاليل العناصر الثقيلة (٤٠٠) فحصا وتحليلا ، تم باستخدام جهاز الامتصاص الذري (Atomic Absorption Spectrophotometer) نوع (Shemazo) ياباني الصنع، قيست النتائج بوحدة (PPM)، وحسب الطرق المعتمدة في المختبرات (USGS,2010) & (APHA,2012)).

(*) (ام رحل) :وهي قرية قديمة تقع شمال منطقة الدراسة، و(ام رحل) مشتقة من كلمة (الرَّاحِلَةُ) أي الابل الصالحة للأسفار والاحمال، و(الرَّحْلُ) ما يوضع على ظهر البعير للركوب .للمزيد ينظر الى : (إبراهيم انيس واخرون، ٢٠٠٤:ص ٣٣٤).

الخريطة (١-١) الموقع الجغرافي لمنطقة الدراسة



المصدر: بالاعتماد على :

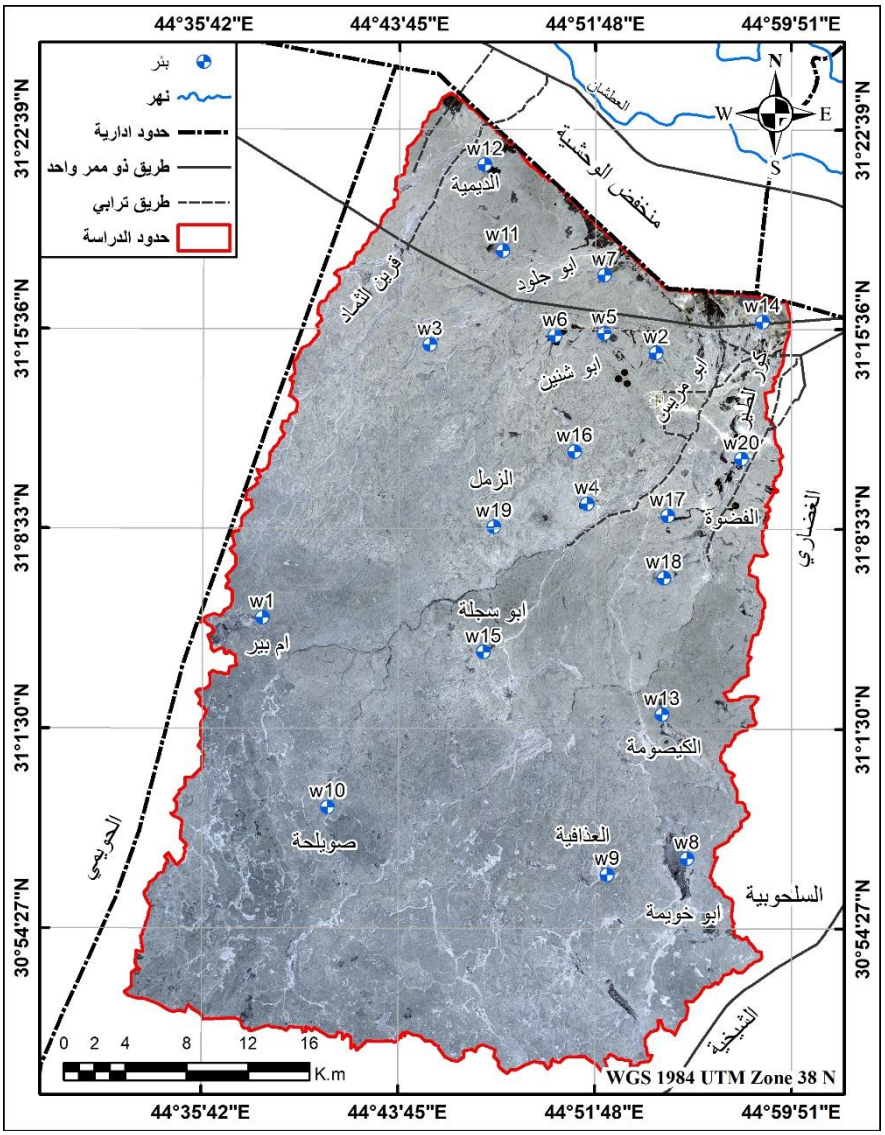
١-وزارة الموارد المائية ، الهيأة العامة للمساحة ، قسم انتاج الخرائط ، خريطة العراق الإدارية ، مقياس ١:٠٠٠٠٠٠ ، بغداد ، ٢٠١٦ .

٢-القمر الأمريكي (LAND SAT -8) مرئية (OLI) الحزم (٢-٣-٤) لسنة ٢٠١٨.

١-العناصر الثقيلة (Heavy Elements):

يشير مصطلح العناصر النادرة او الثقيلة (Trace Elements) من الناحية الجيوكيميائية الى تلك العناصر التي يكون تركيزها في اغلب المكونات اقل من (١) PPM ، والتي تتميز بقلة تراكيزها الموجودة في المياه، ولكن تنبع اهميتها من تأثيرها في صحة الانسان ومعيشة الحيوان والنبات على حد سواء وان كانت بكميات قليلة (Sen, 2015,P209) .و يتأثر وجودها بعوامل مختلفة منها: درجة الحامضية (pH)، وجهد التأكسد، والاختزال، والامتزاز على سطوح الأطيان، فضلاً عن تأثير الانشطة الزراعية والصناعية والحياتية (الشمري ، ٢٠٠٦،ص٧٦). يلحظ الجدول (١-١).

الخريطة (١-٢) مواقع الابار المائية المدروسة في منطقة الدراسة



المصدر: استخدام جهاز الـ (GPS) في تعيين مواقع النماذج ، والمرئية الفضائية لمنطقة الدراسة (Land Sat-8)

١-١ ايون الحديد (Fe^{+3}) Iron :

يعد الحديد من العناصر الشائعة الانتشار في الصخور وترب القشرة الارضية وهو أحد العناصر الغذائية الأساسية للإنسان والنباتات والحيوانات ، الا ان زيادته عند الحد المسموح به تكون مضرة للصحة اذا زاد عن (٠.٣) PPM (Boyd,٢٠٠٠,P212) . يوجد الحديد على شكل ايونات ذائبة مثل (Fe^{+2}) في المياه الطبيعية وخاصة الينابيع الحارة عند الظروف الاختزالية للأوكسيجين ويتحول الى آيون الحديديك (Fe^{+3}) عند الظروف المؤكسدة (Weiner,2013,p129) . وان المصدر الرئيس للحديد في المياه

الجوفية ناتج عن تجوية الصخور النارية مثل (المغنتايت، البايروكسين ، الامفيبول ،البايوتايت، الكلورايت) فضلا عن المعادن الرسوبية او الطينية، كما قد يأتي من تأكسد المواد العضوية ، والأنشطة البشرية (Todd, 2007,272) . يبلغ متوسط تركيز الحديد في المياه السطحية (٠.٧ PPM) ، وبين(٠.١-١٠ PPM) في المياه الجوفية ، وحوالي (٠.٠١ PPM) في مياه البحر(Eaton et al., 2005,P151).

الجدول (١-١) نتائج تحليلات العناصر الثقيلة (PPM) للمياه الجوفية في منطقة ام رحل للموسمين الشتوي والصيفي (٢٠١٨)، ومقارنتها مع المواصفات القياسية

Co		Cr		As		Mn		Ni^{+2}		Pb^{+4}		Cd^{+2}		Zn^{+2}		Cu^{+2}		Fe^{+3}		رقم العينة
الموسم الصيفي	الموسم الشتوي	الموسم الصيفي	الموسم الشتوي	الموسم الصيفي	الموسم الشتوي	الموسم الصيفي	الموسم الشتوي	الموسم الصيفي	الموسم الشتوي	الموسم الصيفي	الموسم الشتوي	الموسم الصيفي	الموسم الشتوي	الموسم الصيفي	الموسم الشتوي	الموسم الصيفي	الموسم الشتوي	الموسم الصيفي	الموسم الشتوي	
ND	ND	ND	ND	0.003	0.003	0.070	0.150	ND	0.013	0.145	0.493	0.006	0.008	1.060	2.865	1.250	1.574	0.320	2.776	w1
ND	ND	ND	ND	0.002	0.002	0.050	0.150	ND	0.013	0.156	0.511	0.025	0.020	1.040	2.060	1.030	1.530	1.250	0.832	w2
ND	ND	ND	ND	0.003	0.002	0.140	0.250	0.002	0.013	0.015	0.476	ND	0.021	1.230	1.930	0.690	1.574	1.150	1.858	w3
ND	ND	ND	ND	0.002	0.002	0.690	0.350	0.003	0.012	0.145	0.464	0.005	0.011	0.990	1.735	0.470	1.523	1.070	2.688	w4
ND	ND	ND	ND	0.002	0.003	0.040	0.150	0.005	0.013	0.191	0.491	0.014	0.009	1.040	1.930	0.250	1.542	4.250	1.832	w5
ND	ND	ND	ND	0.002	0.002	0.360	0.250	0.001	0.014	0.129	0.511	0.089	0.009	1.480	0.735	0.320	1.638	1.220	0.664	w6
ND	ND	ND	ND	0.001	0.002	0.010	0.250	0.008	0.013	0.146	0.476	0.001	0.011	1.450	1.865	1.250	1.523	3.540	0.664	w7
ND	ND	ND	ND	0.008	0.003	0.240	0.350	ND	0.013	0.136	0.495	0.004	0.024	1.360	2.995	1.470	1.555	2.070	2.720	w8
ND	ND	ND	ND	0.004	0.001	0.180	0.400	0.014	0.013	0.156	0.484	ND	0.013	1.250	2.190	1.510	1.600	0.360	1.056	w9
ND	ND	ND	ND	0.004	0.002	0.330	0.300	0.025	0.013	0.019	0.468	0.009	0.009	1.350	1.865	0.420	1.510	0.780	1.888	w10
ND	ND	ND	ND	0.008	0.002	0.200	0.250	0.007	0.023	0.360	0.470	0.003	0.023	1.120	1.800	0.410	1.555	3.550	0.776	w11
ND	ND	ND	ND	0.003	0.004	0.350	0.200	0.019	0.013	0.478	0.478	0.005	0.022	1.050	1.165	0.180	1.549	1.280	0.776	w12
ND	ND	ND	ND	0.004	0.005	0.170	0.400	0.003	0.013	0.140	0.495	ND	0.013	1.640	2.995	0.240	1.523	4.320	0.988	w13
ND	ND	ND	ND	0.002	0.002	0.230	0.250	0.011	0.001	0.870	0.029	ND	0.009	2.360	0.975	1.470	0.160	1.250	1.672	w14
ND	ND	ND	ND	0.002	0.002	0.040	1.050	ND	0.001	0.004	0.014	0.007	0.010	1.010	1.040	0.110	0.064	0.970	0.728	w15
ND	ND	ND	ND	0.004	0.001	0.047	0.950	0.004	0.001	0.368	0.012	0.045	0.012	1.250	1.235	0.360	0.090	2.140	0.672	w16
ND	ND	ND	ND	0.003	0.002	0.220	1.000	0.012	ND	0.047	0.010	ND	0.008	1.980	0.585	0.640	0.026	2.340	1.120	w17
ND	ND	ND	ND	0.004	0.005	0.090	0.400	0.004	ND	0.166	0.004	0.005	0.009	1.240	1.170	0.140	0.051	1.080	0.560	w18
ND	ND	ND	ND	0.001	0.001	0.360	0.400	0.014	0.001	0.022	0.008	0.009	0.011	1.250	1.105	0.290	0.032	1.530	0.560	w19
ND	ND	ND	ND	0.005	0.004	0.015	0.300	0.002	ND	0.042	0.006	ND	0.010	1.080	0.910	1.250	0.058	4.250	0.392	w20
ND	ND	ND	ND	0.001	0.001	0.010	0.150	0.001	0.001	0.004	0.004	0.001	0.008	0.990	0.585	0.110	0.026	0.320	0.392	ادنى
ND	ND	ND	ND	0.008	0.005	0.690	1.050	0.025	0.023	0.870	0.511	0.089	0.024	2.360	2.995	1.510	1.638	4.320	2.776	اعلى
ND	ND	ND	ND	0.003	0.003	0.192	0.390	0.008	0.011	0.187	0.320	0.016	0.013	1.312	1.658	0.688	1.034	1.936	1.261	المعدل
٠.٠٠٣		٠.٠١		٠.٠١		٠.٤		٠.٠٢		٠.٠١		٠.٠٠٣		٣		٢		٠.٣		WHO ٢٠١٦
٠.٠٠٥		٠.٠٥		٠.٠١		٠.١		٠.٠٢		٠.٠١		٠.٠٠٣		٣		١		٠.٣		IQS ٢٠١٤

المصدر: بالاعتماد على التحليلات المختبرية التي أجريت في : ١- مختبر كيمياء التربة - كلية الزراعة / جامعة الكوفة، بتاريخ (شباط /٢٠١٨) ، (اب /٢٠١٨)

٢- المختبر المركزي في مديرية بيئة محافظة القادسية، بتاريخ (شباط /٢٠١٨) ، (اب /٢٠١٨)

3-WHO.,(2016) ,Guidelines for drinking – water quality – 4th Edition.

4-IRQS., Drinking water standards,(2014),Cental Organization for Standardization and Quality Control, Min. of Planning.

يلاحظ من الجدول (١-١) تباين موسمي في معدلات تراكيز ايون الحديد في مياه منطقة الدراسة ، اذ تراوحت في الموسم الشتوي بين (٠.٣٩٢ -٢.٧٧٦ PPM) وبمعدل (١.٢٦١ PPM) وللآبار (W20) و(W1) على التوالي، اما في الموسم الصيفي فقد تراوحت التراكيز بين (٠.٣٢٠-٤.٣٢٠ PPM)، وبمعدل (1.936 PPM) في الابار (W1) و(W13) على التوالي، يتضح من ذلك ارتفاع تركيز الحديد في الموسم الصيفي وذلك بسبب تجوية المعادن الطينية في رواسب العصر الرباعي التي تغطي مناطق هذه الابار، وبالنسبة للتباين المكاني سجل مقدار الارتباط الذاتي المكاني حسب مؤشر موران (Moran's Index)[•] (٠.١٩-)، بينما سجلت قيمة (z-score) مقدار (١.٢٨-) ، ويشير ذلك الى النمط العشوائي (random) في انتشار ايون الحديد ، ومن تحليل الخرائط (١-٣) سجلت اقل التراكيز في قرية (وادي كور الطير) شمال شرق منطقة الدراسة للعينة (W20) وبلغت (١.٠٥٦ -٠.٣٦ PPM) للموسمين الشتوي والصيفي على التوالي، اما اعلى التراكيز فقد سجلت في قرية (وادي أبو شنين) شمال منطقة الدراسة للعينة (W5) وبلغت (1.832-٤.٢٥٠ PPM) للموسمين الشتوي والصيفي على التوالي، ويعود سبب هذا الارتفاع الى وجود نسبة من المخلفات العضوية و بقايا النباتات المتحللة في التربة ، اذ تعمل الكائنات العضوية المجهرية على اكسدة و اختزال الحديد، وعموما تجاوزت تراكيز نماذج المياه المدروسة لآيون الحديد جميعها المواصفات القياسية العالمية (WHO,2016) والمواصفات العراقية (IQS,2014) لمياه الشرب والبالغة (٠.٣ PPM).

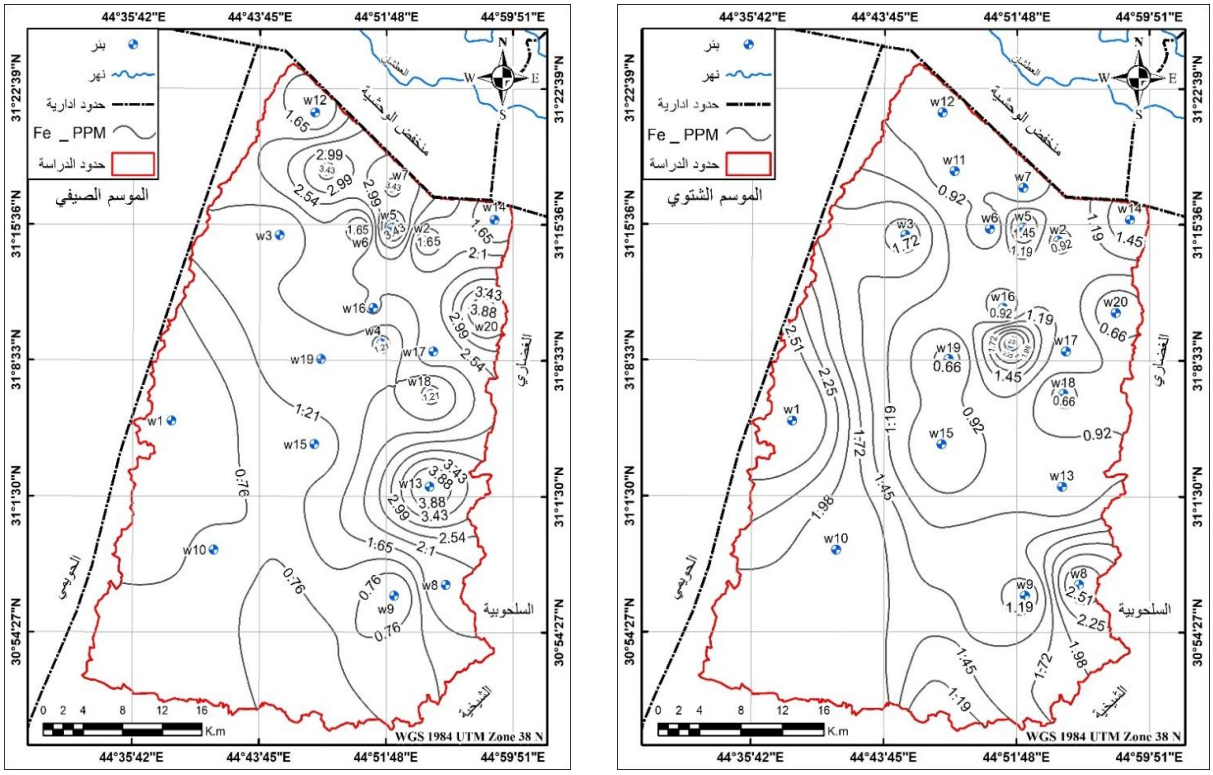
١-٢ ايون النحاس (Cu^{+2}) Copper :

يعد النحاس ضروريا للأنسان و الحيوان اذ يدخل في عمليات الايض الغذائي (Metabolism) و يوجد في قشرة الأرض بشكل حر و بأعداد تأكسد (Cu^{+1}, Cu^{+2}) او بشكل معادن كبريتيدية (Hem 1991,P226,). ان الظروف الذوبانية والحركية للنحاس هي ظروف مؤكسدة وحامضية، اذ أن تركيز النحاس في الظروف القاعدية والمختزلة تكون قليلة، علاوة على ذلك يؤدي وجود الكبريت في البيئة المؤكسدة الى تكوين مركب كبريتيد النحاس الذي يكون غير ذائب وغير متحرك ويكوّن معقدات مع المواد العضوية أكثر من العناصر (Pb,Cd,Zn) ، ويزداد تركيزه بازدياد درجة الحرارة وزيادة الحامضية للمياه

(•) مؤشر موران(Moran's Index): هو احد اشهر المؤشرات لقياس نمط الانتشار لعنصر معين من خلال (ارتباط متغير مع نفسه) أي تشابه الخصائص على مستوى مكان محدد، ويستند على مواقع الخاصية وقيمتها معا ، ويقع معامل الارتباط الذاتي لـ (Moran's) بين (+١ و-١) ، فاذا كانت قيمة دليل (Moran's) قريبة من (+١) فهذا يعني ان المناطق القريبة اكثر تشابها ويوصف النمط بـ(التجمع) ، واذا كانت قريبة من (-١) فهذا يشير الى عدم تشابه المناطق القريبة ويوصف النمط بـ (التشتت) ،اما اذا كانت قيمة (Moran's) صفرا لن يكون هناك ارتباط ذاتي مكاني ويسمى النمط بالعشوائي، وتشير نتيجة (Z) الى ان نمط التجمع او التشتت يمكن ان يكون نتيجة الفرصة العشوائية او المعنوية . للمزيد يراجع: (حسين ،٢٠١١ ، ص١١١-١١٢).

الجوفية (Drever,1997,P351) . يتراوح تركيز ايون النحاس في المياه العذبة بين (2– ٣٠ ppm) وفي مياه البحر بين (٠.٠٠٥–١٢ ppb) ، اما في مياه الانهار يبلغ حوالي (٧ ppb) وفي المياه الجوفية يبلغ(ppb3) (Crompton, 1997).

الخرائط (١–٣) التباين المكاني لآيون الحديد(Fe)(PPM) في المياه الجوفية لمنطقة الدراسة

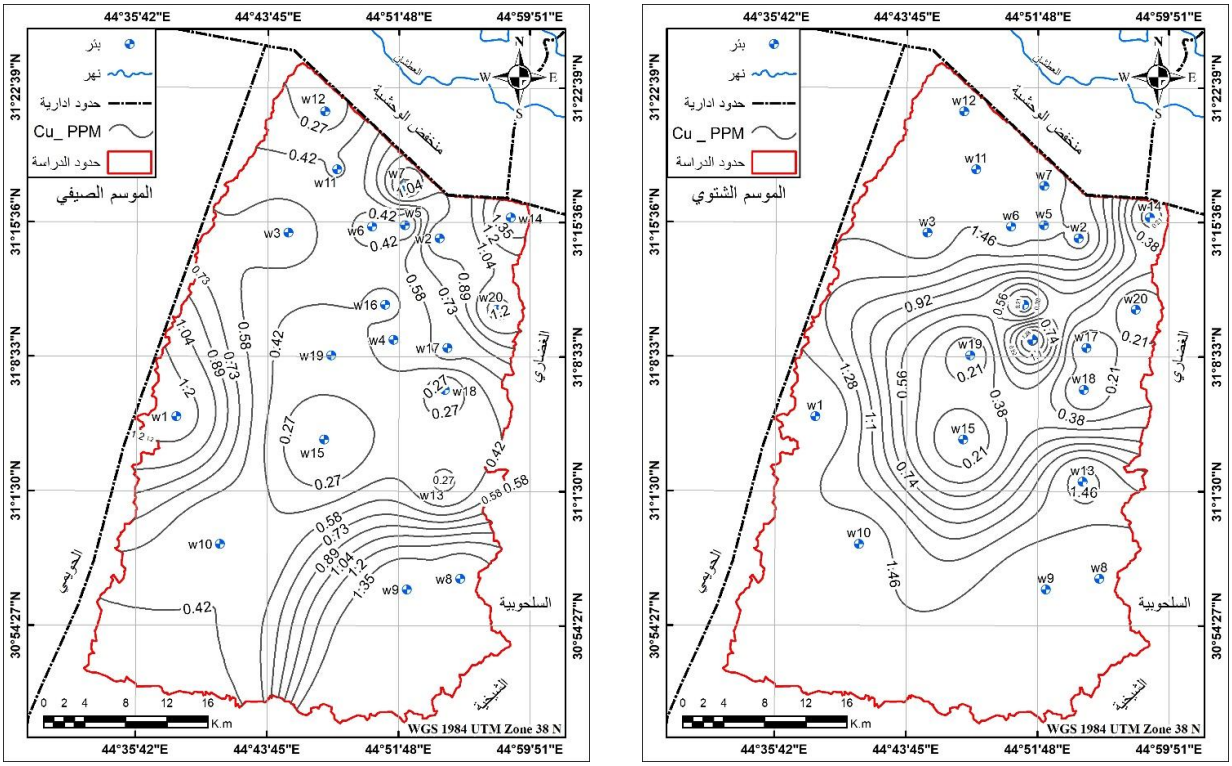


المصدر: بالاعتماد على بيانات الجدول (١–١) باستخدام برنامج (Arc GIS 10.5) .

يلاحظ من الجدول (١–١) وجود تباين فصلي في معدلات تركيز ايون النحاس، اذ تباينت بين (٠.٠٢٦ –١.٦٣٨ PPM) في الموسم الشتوي وبمعدل (١.٠٣٤ PPM) وللآبار (W17) و(W6) على التوالي ، بينما انخفضت التراكيز في الموسم الصيفي وتراوحت بين (٠.١١٠–١.٥١٠ PPM)، وبمعدل (0.688 PPM) في الابار (W15) و(W9) على التوالي، اذ يتضح من أعلاه ارتفاع تراكيز النحاس في الموسم الشتوي وهذا يرجع الى استخدام الأسمدة الفوسفاتية في النشاط الزراعي ، فضلا عن ترسب النحاس الى كبريتات وهو من المحاليل الحاملة له، ناهيك عن انخفاض منسوب المياه الجوفية خلال هذه المدة، وهذا ما يفسر العلاقة الطردية بين النحاس و الكبريتات في تراكيزهما ضمن مياه منطقة الدراسة، اما من حيث التباين المكاني فقد بلغ مقدار الارتباط المكاني السنوي حسب مؤشر موران (٠.٢٩٤)، فيما سجلت قيمة (z–score) مقدار (٣.٢٠) ، وهذا دليل للنمط المتجمع (clustered) في

انتشار هذا الايون، وعند تحليل الخرائط (١-٤) ، سجلت اقل التراكيز في قرية(أبو سجلة) وسط منطقة الدراسة للعينة (W15) وبلغت (0.064 -٠.١١٠ PPM) للموسمين الشتوي والصيفي على التوالي اما اعلى التراكيز فقد سجلت في قرية (العذافية) جنوب شرق منطقة الدراسة للعينة (W9) وبلغت (١.٦٠٠-١.٥١٠ PPM) للموسمين الشتوي والصيفي على التوالي، ويعزى هذا الارتفاع الى استخدام الأسمدة الفوسفاتية في هذا الموقع ، وعند مقارنة تراكيز ايون النحاس لمياه منطقة الدراسة مع المواصفات القياسية، لم تتجاوز نماذج المياه ولكلا الموسمين المواصفات العالمية (WHO,2016) لمياه الشرب (٢ PPM) ،اما وفق المواصفات العراقية فقد كانت النماذج (W14-W15- W16-W17- W18 - W19-W20) ضمن الحدود المسموح بها خلال الموسم الشتوي، فيما تجاوزت النماذج (W1-W2-W7-W8-W9-W14-W20) الحدود القياسية في الموسم الصيفي وهي (١ PPM) .

الخرائط (١-٤) التباين المكاني لآيون النحاس (Cu)(PPM) في المياه الجوفية لمنطقة الدراسة



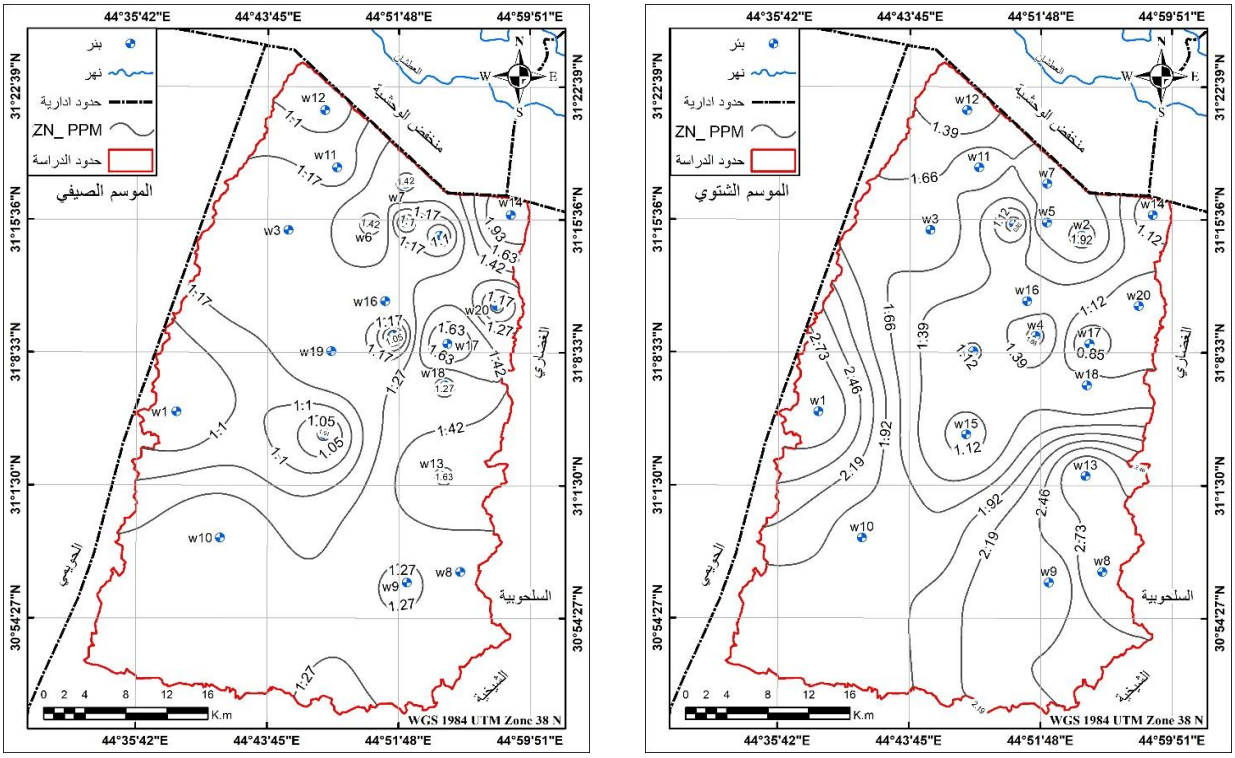
المصدر: بالاعتماد على بيانات الجدول (١-١) باستخدام برنامج (Arc GIS 10.5) .

١-٣ ايون الزنك (الخارصين) (Zn^{+2}) Zinc :

يتواجد الزنك مرافقا في خامات الكبريت والفضة والباريوم والكادميوم والنحاس والزئبق والمنغنيز والرصاص ويتواجد في المستلزمات الزراعية والاسمدة الصناعية والحيوانية وفضلات الدواجن والفضلات الصلبة ، فضلا عن نواتج احتراق الوقود(Alloway & Ayers, 1997,P167). ان تركيز أيون الخارصين في القشرة الأرضية قليل ؛ وذلك لأنَّ المعادن التي تتضمن أيون الخارصين تكون ذات ذوبانية قليلة، ولأيون الخارصين علاقة بالأس الهيدروجيني (pH) للمياه الطبيعية ؛ إذ إنَّ له أثراً مهماً في عملية إذابة أيون الخارصين في المياه، كما يترسب عندما تصبح قيمة الـ(pH) بين (٩-٧) على شكل كبريتيد الخارصين عند وجود ترسبات الكبريت (Boyd,٢٠٠٠,P219),(Drever,1997,P355). يتراوح تركيز ايون الخارصين في المياه العذبة بين (٠.٢ – ١٠٠ epm) وفي مياه البحر(٠.٢ – ٤٨ epm) وفي مياه الانهار فتبلغ (٢٠ epm) والمياه الجوفية (8.9 epm) (Crompton, 1997,P310) .

يتضح من الجدول (١-١) وجود تباين زماني في معدلات تراكيز ايون الزنك في مياه منطقة الدراسة ، اذ تراوحت في الموسم الشتوي بين (٠.٥٨٥ -٢.٩٩٥ PPM) وبمعدل (١.٦٥٨ PPM) وللآبار (W17) و(W13) على التوالي ، اما في الموسم الصيفي فقد تراوحت التراكيز بين (٠.٩٩٠-٢.٣٦٠ PPM)، وبمعدل (1.312 PPM) في الابار (W4) و(W14) على التوالي، يلاحظ من ذلك ارتفاع تركيز الخارصين في الموسم الشتوي وذلك بسبب استخدام الأسمدة الفوسفاتية ، فضلا عن ذلك ان ارتفاع الخارصين كان متزامناً مع ارتفاع املاح الكبريتات والكلوريدات الذائبة في المياه في هذا الموسم، اضف الى ذلك وجود الفضلات العضوية الحيوانية التي تترشح مع المياه السطحية الى داخل الخزان الجوفي. اما على مستوى التباين المكاني وعند تحليل الخرائط(١-٥) فقد سجل مقدار الارتباط الذاتي المكاني حسب مؤشر موران (٠.١٩٤)، فيما سجلت قيمة (z-score) مقدار (٢.٣١) ، ويشير ذلك الى النمط المتجمع (clustered) في انتشار ايون الخارصين، ان اقل التراكيز سجلت في قرية وادي (كور الطير) شمال شرق منطقة الدراسة في العينة (W20) وبلغت (0.910 -1.080 PPM) للموسمين الشتوي والصيفي على التوالي ، فيما سجلت اعلى التراكيز في قرية (الكيصومة) جنوب شرق منطقة الدراسة للعينة(W13) وبلغت (٢.٩٩٥-١.٦٤٠ PPM) للموسمين الشتوي والصيفي على التوالي، ويعزى هذا الارتفاع الى استخدام الأسمدة الفوسفاتية بشكل واسع في هذا الموقع. وعند مقارنة نتائج التحليل الموسمي لآيون الزنك مع المحددات القياسية العالمية والمحلية، يتضح صلاحية مياه الآبار المدروسة جميعها لأغراض الشرب.

الخرائط (١-٥) التباين المكاني لآيون الزنك(Zn)(PPM) في المياه الجوفية لمنطقة الدراسة



المصدر: بالاعتماد على بيانات الجدول (١-١) باستخدام برنامج (Arc GIS 10.5) .

١-٤ ايون الكادميوم (Cd) Cadmium:

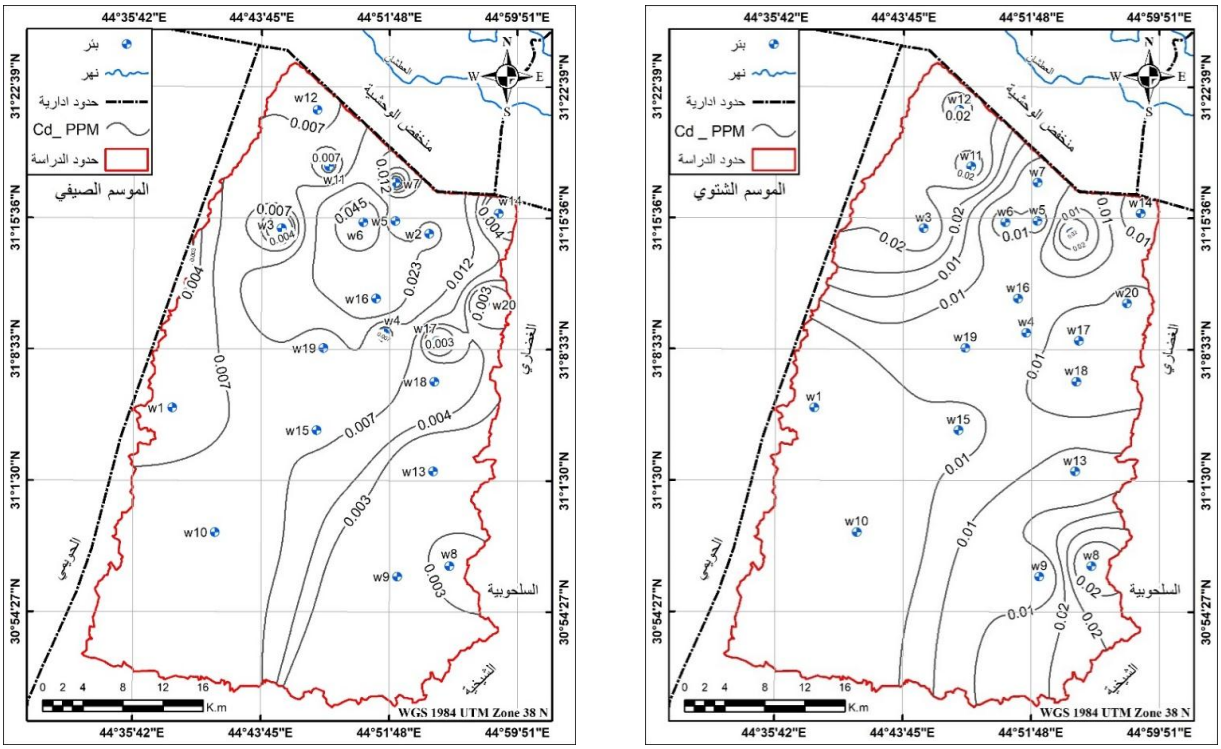
يوجد الكادميوم مصاحباً للزنك في خاماته من الكاربونات والكبريتيدات كما يتواجد كشوائب في خامات الفلزات الاخرى وفي التربة والحجر الرملي وخامات النفط (Faust & Aly,1981,P165). كما يعد الكادميوم من العناصر المصاحبة للكبريتات وان صفاته الجيوكيميائية مشابه لأيون الخارصين (Zn) ولكنه يختلف عن الخارصين من ناحية قلة تواجده في الطبيعة ، اذ يكون مذابا في البيئة المؤكسدة الحامضية ، كما يكوّن معقدات مع المواد العضوية ويتميز على ايونات هيدروكسيد الحديد والمنغنيز ويتأثر بالامتزاز مع الكالسيات (Drever,1997,P358) . وهناك مصادر اخرى للكادميوم ، اذ يتواجد في مخلفات الصناعة التي يدخل فيها الكادميوم مثل (صناعة الطلاء الكهربائي ،الاصباغ ، و حبر الطباعة) والتي تطرح مخلفاتها الى البيئة وتسهم في زيادة تركيز الكادميوم كعنصر سام فيها. يتواجد ايون الكادميوم في القشرة الارضية بنسبة (٠.١ ppm) وفي الحجر الجيري يبلغ (0.09 ppm) والحجر الرملي(0.028 ppm) وفي السجيل (Black Shale) يبلغ (19 ppm) ، اما في المياه العذبة فيصل

تركيزه بين (0.01- ppm) ، في حين تتراوح تراكيزه في المياه السطحية بين (٤-١٣٠ ppb) وفي المياه الجوفية يتراوح تركيزه بين (100- ٢٦٠٠ ppb) (Boyd,2000,P119) .

يتضح من الجدول (١-١) وجود تباين فصلي في معدلات تراكيز ايون الكادميوم في مياه منطقة الدراسة ، اذ تتراوح التراكيز في الموسم الشتوي بين (٠.٠٠٨ -٠.٠٢٤ PPM) وبمعدل (٠.٠١٦ PPM) وللآبار (W1) و(W8) على التوالي، اما في الموسم الصيفي فقد تراوحت التراكيز بين (0.001-0.089 PPM)، وبمعدل (0.011 PPM) في الابار (W7) و(W6) على التوالي ، في حين لم تسجل الابار (W3-W9- W13- W14- W17- W20) أي تركيز في هذا الموسم ، وبصورة عامة يلاحظ ارتفاع تراكيز ايون الكادميوم في مياه منطقة الدراسة سيما في الموسم الشتوي، ويعزى ذلك لوجود حجر (السجيل) ضمن الطبقات السفلى من تكوين الدمام والذي يتميز باحتوائه على نسبة عالية من الكادميوم (السياب واخرون، ١٩٨٢، ص٧٣)، علاوة على ذلك ينتقل ايون الكادميوم من الأراضي الزراعية التي تستخدم الاسمدة الفوسفاتية الحاوية على نسبة منه، والتي تتراوح بين (٩-٢٠ ppm) (الشمري ،٢٠٠٦ ،ص٤٧).

ويلاحظ من الخرائط (١-٦) وجود تباين مكاني في انتشار تراكيز ايون الكادميوم ، اذ بلغ مقدار الارتباط الذاتي المكاني السنوي حسب مؤشر موران (٠.٠٠٤)، فيما سجلت قيمة (z-score) مقدار (١.٠١) ، وهذا يدل على النمط العشوائي (random) في انتشار ايون الكادميوم ، ويتضح من الخرائط المشار اليها أعلاه ، ان اقل التراكيز سجلت في قرية (الفضوة) شمال شرق منطقة الدراسة في العينة (W17) وبلغت (0.008 -٠ PPM) للموسمين الشتوي والصيفي على التوالي، اما اعلى التراكيز فقد سجلت في قرية وادي (أبو شنين) شمال منطقة الدراسة للعينة (W6) وبلغت (0.009-٠.٠٨٩ PPM) للموسمين الشتوي والصيفي على التوالي، ويعزى ارتفاع تراكيز ايون الكادميوم الى استخدام الأسمدة الفوسفاتية بشكل موسع خلال الموسم الزراعي، فضلا عن وجود مركبات عضوية ناتجة عن المخلفات الحيوانية علاوة على وجود مصدر للصرف الصحي في هذا الموقع ، وعند مقارنة تراكيز ايون الكادميوم مع المواصفات العالمية والمحلية يتضح تلوث مياه منطقة الدراسة بعنصر الكادميوم في الموسم الشتوي ولجميع النماذج ،اما في الموسم الصيفي فقد سجلت اغلب العينات تراكيز تجاوزت الحدود المسموح بها محلياً وعالمياً، ما عدا المواقع (W3-W7- W9- W11- W13- W14-W17-W20) سجلت تراكيز ضمن الحدود المسموح بها والبالغة (٠.٠٠٣ PPM).

الخرائط (١-٦) التباين المكاني لآيون الكادميوم(Cd)(PPM) في المياه الجوفية لمنطقة الدراسة



المصدر: بالاعتماد على بيانات الجدول (١-١) باستخدام برنامج (Arc GIS 10.5) .

١-٥ ايون الرصاص (Pb^{+4}) Lead :

يوجد الرصاص في معظم أنواع الصخور و يوجد بكميات قليلة في المياه الجوفية و السطحية بسبب قلة ذوبانية مركباته ، مثل كاربونات الرصاص (PbSO4) وكبريتات الرصاص(PbCO3) ، اذ يتواجد في صخور (البازلت والجرانيت و صخور الحجر الجيري والرملي) (الشمري،٢٠١٢:ص٢٨٨). ويدخل الى البيئة المائية عن طريق فضلات التعدين والفضلات الصناعية ومياه البزل والفضلات المدنية، ويتجمع في جذور النباتات ويتراكم في انسجة جسم الانسان والحيوان معا في الكبد والكلى ويتوزع في العظام والاسنان والدماغ (Alloway & Ayers, 1997,P173) . يبلغ معدل ايون الرصاص في القشرة الارضية (١٤ ppm) وفي الحجر الجيري (٥.٧ ppm) والحجر الرملي (١٠ ppm) وفي صخور السجيل (٢٣ ppm) ، ويبلغ تركيز الرصاص في المياه العذبة (٠.٠٦ – ١٢٠ ppb)، اما في المياه الجوفية فيبلغ (٣ ppb) (السعدي،٢٠٠٤ ،ص٩٦).

يتضح من الجدول (١-١) وجود تباين موسمي في معدلات تراكيز ايون الرصاص في مياه منطقة الدراسة، اذ تراوحت التراكيز في الموسم الشتوي بين (٠.٠٠٤ –٠.٥١١ PPM) وبمعدل (٠.٣٢٠

PPM) وللآبار (W18) و(W6) على التوالي، و في الموسم الصيفي تراوحت التراكيز بين (0.004-0.870 PPM)، وبمعدل (0.187 PPM) في الابار (W15) و(W14) على التوالي ،و يتبين من ذلك ان تراكيز الرصاص كانت اقل خلال مدة ارتفاع المنسوب في الموسم الصيفي من تراكيزه خلال مدة انخفاضه في الموسم الشتوي وذلك بسبب التخفيف ، اما ارتفاع التراكيز عموما فيعود الى استخدام الأسمدة الكيمياوية في النشاط الزراعي والتي تحتوي على نسبة كبيرة من الرصـاص تتراوح بين (١٧-٤٢ PPM) (القره غولي،١٩٨٧، ص٧٠)، لذلك تجاوزت اغلب النماذج الحدود المسموح بها لآيون الرصاص عالميا ومحليا، ما عدا الآبار (W15-W16- W17- W18- W19- W20) كانت صالحة لأغراض الشرب ضمن الموسم الشتوي، اما في الموسم الصيفي فقد تجاوزت النماذج جميعها الحدود المسموح بها محلياً وعالمياً، ما عدا المواقع (W3-W15) كانت اقل من الحد الأقصى للثلوث، و البالغة (٠.٠١ PPM) .

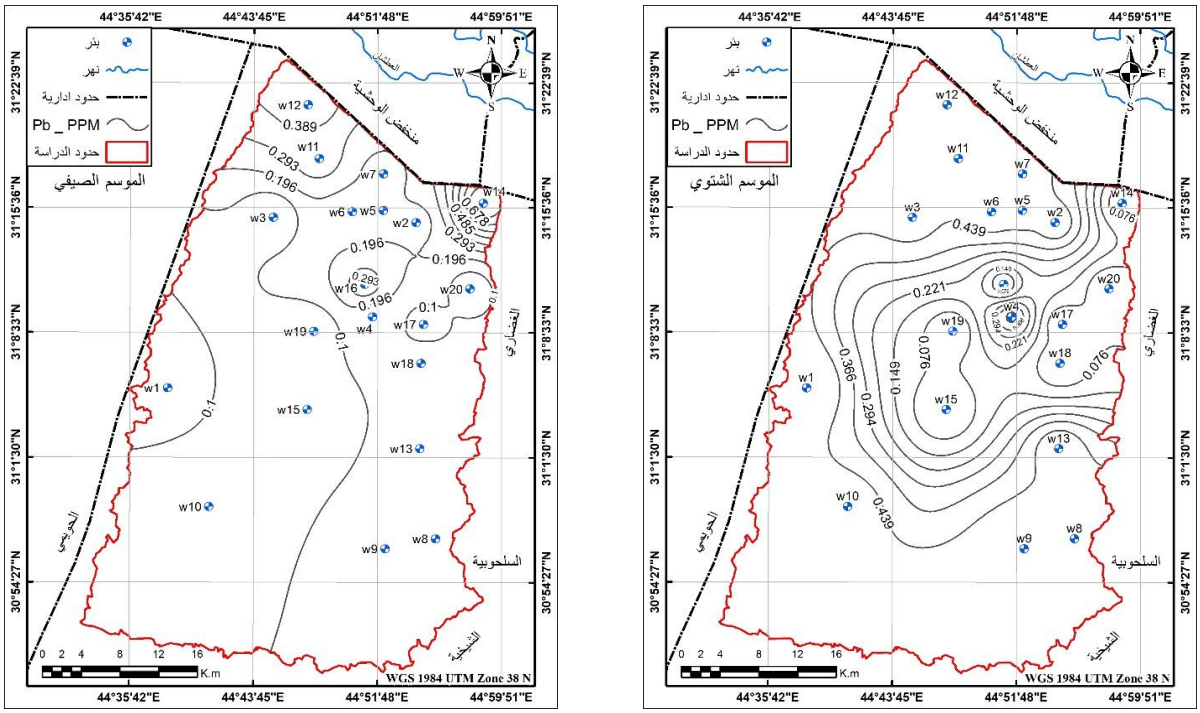
يلحظ من الخرائط (١-٧) وجود تباين مكاني في انتشار ايون الرصاص، اذ بلغ مقدار الارتباط الذاتي المكاني السنوي حسب مؤشر موران (٠.٣١)، فيما سجلت قيمة (z-score) مقدار (٣.٤٠) ، وهذا يدل على النمط المتجمع (clustered) في توزيع هذا الايون. سجلت اقل التراكيز في قرية (أبو سجلة) وسط منطقة الدراسة ضمن العينة (W15) وبلغت (0.014 -0.004 PPM) للموسمين الشتوي والصيفي على التوالي، اما اعلى التراكيز فقد سجلت في قرية (الديمية) شمال غرب منطقة الدراسة للعينة (W12) وبلغت (0.478 PPM) للموسمين الشتوي والصيفي على التوالي ، ويرجع ارتفاع تراكيز الرصاص في هذا الموقع الى وجود الصخور الكاربونية ضمن طباقية البئر واحتواءها على نسب كبيرة من عنصر الرصاص بشكل كاربونات الرصاص ($PbCO_3$).

١-٦ ايون النيكل (Ni^{+2}) Nickel :

يتواجد النيكل في خاماته الكبريتيدية والمعادن السليكية ومعادن الاكاسيد ويترافق مع الكوبلت في خامات الكروم والنحاس والمنغنيز ويعد قاع البحر المصدر المستقبلي للنيكل والنحاس والكوبلت اذ تترسب مع حبيبات المنغنيز ويتواجد في المعادن الطينية والاسمدة الحيوانية والفضلات المنزلية الصلبة (الجبوري،٢٠٠٤، ص٨٨). يعد النيكل من العناصر السامة للإنسان وان ازدياد تركيزه عن الحد المسموح به (٠.٠٢) ملغم/لتر، يؤدي الى الاصابة بالغثيان والاضطرابات المعوية و سرطان الرئة (WHO ,2011,p70). يبلغ تركيزه في القشرة الأرضية (٨٠ PPM)، وفي المياه العذبة (٠.٢-٢٧ PPb) وفي مياه البحر (٠.١٣- ٤٣ PPb) (مانع،٢٠٠٣، ص٦٩). يتضح من الجدول (١-١) وجود تباين زماني في معدلات تراكيز ايون النيكل في مياه منطقة الدراسة ، اذ تراوحت التراكيز في الموسم الشتوي بين

(٠.٠٠١ PPM) في البئر (W14) ،وبين (٠.٠٢٣ PPM) في البئر (W11) وبمعدل (٠.٠١١ PPM)،

الخرائط (١-٧) التباين المكاني لآيون الرصاص(Pb)(PPM) في المياه الجوفية لمنطقة الدراسة



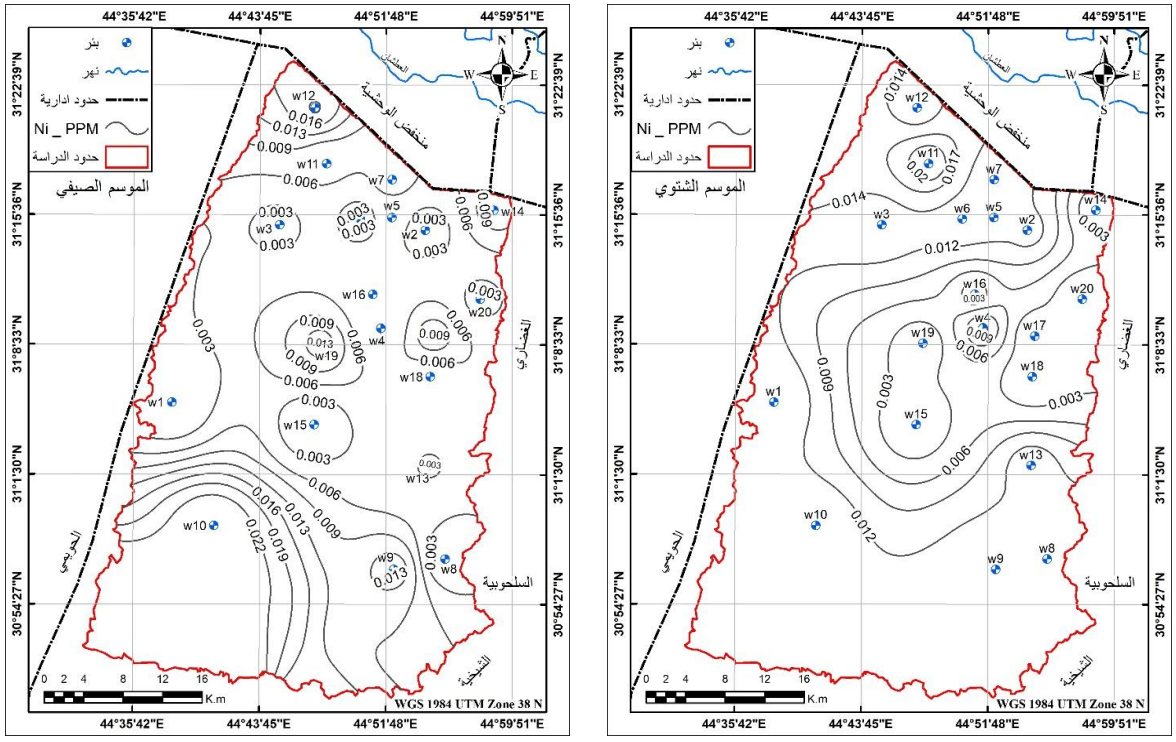
المصدر: بالاعتماد على بيانات الجدول (١-١) باستخدام برنامج (Arc GIS 10.5) .

فيما لم تسجل الابار (W17-W18-W20) أي تركيز، اما في الموسم الصيفي فقد تراوحت بين (0.001 PPM) ، في البئر (W6) وبين (٠.٠٢٥ PPM) في البئر (W10) وبمعدل (0.008 PPM) ، كما لم تسجل الابار (W1-W2-W8-W15) أي قيمة في هذا الموسم، سيما مع ارتفاع منسوب المياه، ويعود ذلك لعدم امكانية الجهاز لتحسس التراكيز القليلة جداً. ونلاحظ من ذلك ان تركيز النيكل للموسم الشتوي اعلى نسبياً من الموسم الصيفي ويرجع ذلك الى علاقة الربط الطردية بينه وبين عنصر الكالسيوم والمغنيسيوم التي ترتفع في موسم الشتاء ، علاوة على ذلك يتم استعمال الاسمدة العراقية كما هو الحال في بقية الايونات السابقة ، اذ يتواجد النيكل في جميع انواع الأسمدة الفوسفاتية بنسبة تتراوح بين (٣٤-٧٦ PPM) (القره غولي،١٩٨٧، ص٧١)، ومع ذلك لم تتجاوز تراكيز ايون النيكل المواصفات القياسية (٠.٠٢ PPM) لنماذج المياه عالمياً ومحليا، اذا كانت جميعها صالحة لأغراض

الشرب ما عدا الموقع (W11) كان ملوثاً في الموسم الشتوي ، والموقع (W10) ملوثاً في الموسم الصيفي .

يلحظ من الخرائط (١-٨) وجود تباين مكاني في توزيع ايون النيكل ، اذ بلغ مقدار الارتباط الذاتي المكاني السنوي وفقا لمؤشر موران (٠.٢٠)، بينما سجلت قيمة (z-score) مقدار (٢.٣٨) ، وهذا يدل على النمط المتجمع (clustered) في انتشار ايون النيكل . سجلت اقل التراكيز في قرية (أبو سجلة) وسط منطقة الدراسة ضمن العينة (W15) وبلغت (0.001 -٠ PPM) للموسمين الشتوي والصيفي على التوالي، اما اعلى التراكيز فقد كانت في قرية (صويلحة) جنوب غرب منطقة الدراسة للعينة (W10) وبلغت (0.013 -0.025 PPM) للموسمين الشتوي والصيفي على التوالي، ويعود ارتفاع التراكيز في هذا الموقع الى وجود نسبة عالية من المعادن السلكية والأكاسيد ، فضلا عن استخدام الاسمدة الفوسفاتية بكثرة وهذا يدل على تواجد ايون النيكل مع الرصاص والكادميوم والزنك .

الخرائط (١-٨) التباين المكاني لآيون النيكل(Ni)(PPM) في المياه الجوفية لمنطقة الدراسة



المصدر: بالاعتماد على بيانات الجدول (١-١) باستخدام برنامج (Arc GIS 10.5) .

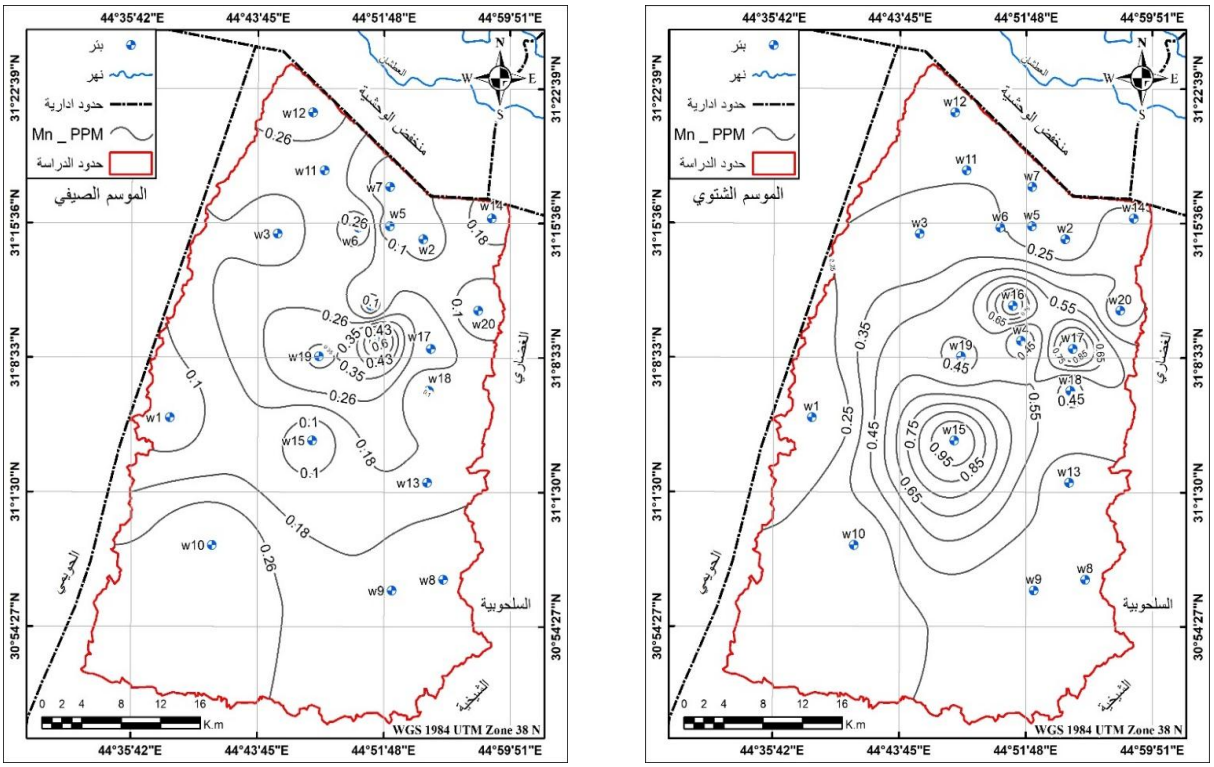
١-٧ ايون المنغنيز(Mn^{+2}) Manganese :

المنغنيز هو أحد العناصر الفلزية واسعة الانتشار في الصخور والتربة والمياه، ويشبه المنغنيز الحديد في صفاته الكيميائية والفيزيائية لكنه أكثر صلابة منه، و ان مصادره تأتي من تفكك الترب والرسوبيات خاصة ترب المناطق الزراعية وينتقل في البيئة المائية على شكل اكاسيد، كما يتواجد في الرسوبيات الناعمة والكاربونات (Weiner,2013,p221). ان بعض المياه الجوفية التي يوجد فيها تراكيز عالية من الحديد ، تحتوي أيضًا على كميات كبيرة من المنغنيز .

يتضح من الجدول (١-١) وجود تباين فصلي في معدلات تراكيز ايون المنغنيز في مياه منطقة الدراسة ، اذ تراوحت التراكيز في الموسم الشتوي بين (٠.١٥٠ -١.٠٥٠ PPM) وبمعدل (٠.٣٩٠ PPM) وللآبار (W1) و(W15) على التوالي، اما في الموسم الصيفي فقد تراوحت التراكيز بين (0.010- 0.690 PPM)، وبمعدل (0.192 PPM) في الابار (W7) و(W4) على التوالي ، يلاحظ من التحليل أعلاه ارتفاع تراكيز ايون المنغنيز في الموسم الشتوي وهذا يتفق مع ارتفاع غالبية الايونات السابقة ، فضلا عن استخدام الأسمدة الفوسفاتية بدرجة متباينة سيما في موسم الزراعة الشتوي ، يرافقه في ذلك انخفاض منسوب المياه الجوفية في هذه المدة ، وعند مقارنة تراكيز ايون المنغنيز مع المحددات العالمية، لم تتجاوز النماذج المدروسة جميعها الحدود المسموح بها لمياه الشرب، عدا المواقع (W15-W16-W17) كانت ملوثة بآيون المنغنيز للموسم الشتوي ، اما في الموسم الصيفي فقد كانت جميع النماذج ضمن الحدود المسموح بها عالمياً ، عدا الموقع (W4) تجاوز الحد الأقصى للتلوث وهو (٠.٤ PPM) ، اما على مستوى المواصفات المحلية فقد تجاوزت النماذج المدروسة جميعها الحدود المسموح بها، عدا المواقع (W1-W2-W5) لم تتجاوز الحد الأقصى للتلوث في الموسم الشتوي ، اما في الموسم الصيفي فقد تجاوزت اغلب النماذج المدروسة الحدود المسموح بها ، عدا النماذج (W1-W2 -W3 -W5 - W7-W15-(W18 -W20) لم تتجاوز الحد الأقصى للتلوث وبذلك فهي صالحة لأغراض الشرب .

وعند تحليل التباين المكاني لتراكيز هذا الايون في الخرائط (١-٩)، بلغ مقدار الارتباط الذاتي المكاني

الخرائط (١-٩) التباين المكاني لآيون المنغنيز(Mn)(PPM) في المياه الجوفية لمنطقة الدراسة



المصدر: بالاعتماد على بيانات الجدول (١-١) باستخدام برنامج (Arc GIS 10.5) .

السنوي لمؤشر موران (٠.٢٣)، بينما سجلت قيمة (z-score) مقدار (٢.٦٤) ، وهذا يدل على النمط المتجمع (clustered) في انتشار هذا الايون. سجلت اقل التراكيز في قرية (وادي أبو شنين) شمال منطقة الدراسة ضمن العينة (W5) وتراوحت بين (0.150 -0.040 PPM) للموسمين الشتوي والصيفي على التوالي، اما اعلى التراكيز فقد سجلت في قرية (الفضوة) شمال شرق منطقة الدراسة للعينة (W17) وبلغت (1.00 -0.220 PPM) للموسمين الشتوي والصيفي على التوالي، ويعود ارتفاع تراكيز هذا الموقع الى وجود مصدر للصرف الصحي بالقرب من البئر، فضلا عن استخدام الأسمدة الفوسفاتية للمحاصيل المزروعة.

١-٨ آيون الزرنيخ (As) Arsenic:

الزرنيخ هو أحد العناصر الكيميائية ذات الأهمية الصحية الكبيرة في المياه الطبيعية، و يوجد على نطاق واسع في القشرة الأرضية و بشكل حالات تأكسد (As^{-3})، (As^{+3})، (As^{+5})، وغالبًا ما يكون في صورة كبريتات الزرنيخ او زرنيخ معدني ، اما في الماء فيكون بحالة التأكسد (As^{+5}) سيما في الظروف اللاهوائية، ومن المحتمل أن يكون موجودًا بشكل (As^{+3})، وعادة ما يوجد في المياه الطبيعية بتراكيز

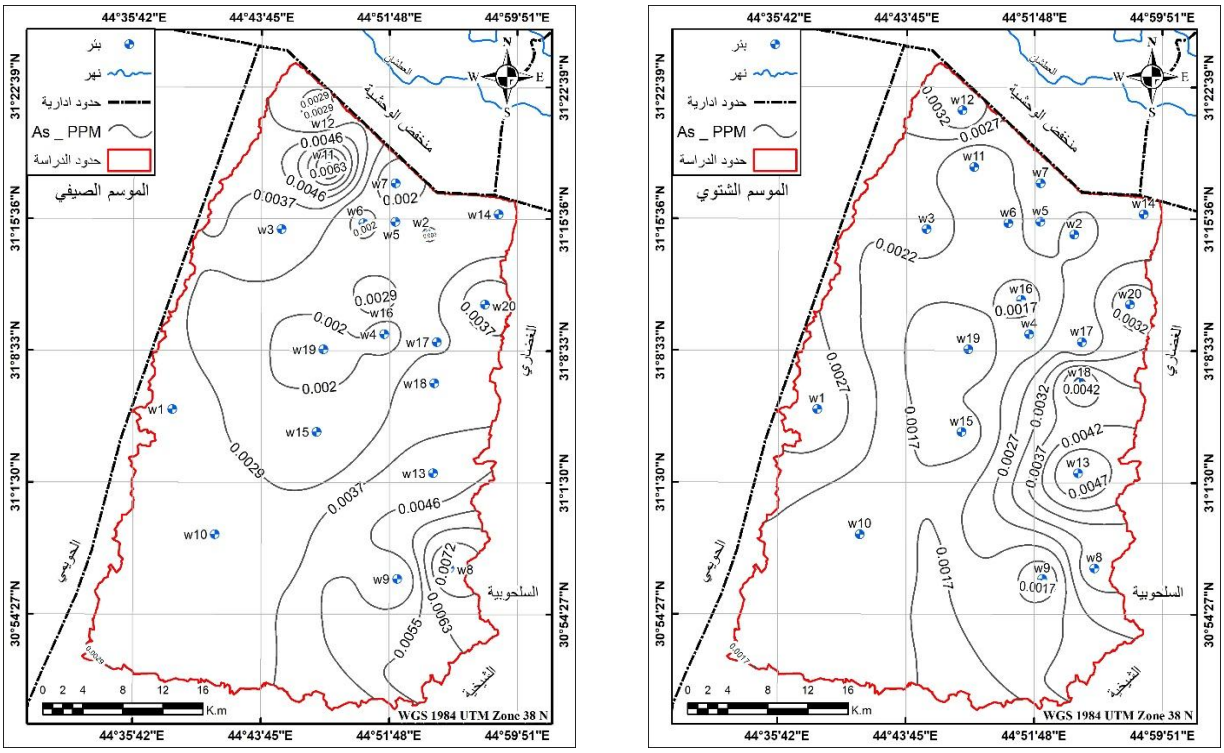
تتراوح بين(٠.٠٠١-٠.٠٠٢ PPM)، اما في المياه الجوفية فتوجد رواسب معدنية لكبريتيد الزرنيخ ورواسب رسوبية مشتقة من الصخور البركانية، لذلك من الممكن أن ترتفع تراكيز الزرنيخ بشكل كبير في هذا النوع من الترسبات، اذ أن كمية الزرنيخ في الصخور الرسوبية اعلى من كمية الزرنيخ في الصخور النارية (Appelo & Postma,2013,P209) . ان المصادر الرئيسية للتلوث من هذا العنصر هي الاسمدة الكيميائية الزراعية وكذلك مبيدات الفطريات وسموم الفئران والمبيدات الحشرية (Smith, et al, 2000, P:1095)

يتضح من الجدول (١-١) وجود تباين موسمي في معدلات تراكيز ايون الزرنيخ في مياه منطقة الدراسة ، اذ تراوحت التراكيز في الموسم الشتوي بين (٠.٠٠١٢ -٠.٠٠٥٢ PPM) وبمعدل (٠.٠٠٢٥ PPM) وللآبار (W19) و(W13) على التوالي، اما في الموسم الصيفي فقد تراوحت التراكيز بين (0.0012-0.0080 PPM)، وبمعدل (0.0033 PPM) في الابار (W7) و(W11) على التوالي ، عموما يتبين ان تراكيز عنصر الزرنيخ تكاد لا تذكر في مياه منطقة الدراسة ، اذ انها اقل بكثير من المحددات العالمية (WHO,2016) والمحددات العراقية (IQS,2014) لمياه الشرب والبالغة (0.01 PPM)، اما على مستوى التباين المكاني وعند تحليل الخرائط (١-١٠) ، بلغ مقدار الارتباط الذاتي المكاني السنوي لمؤشر موران (٠.٠٠٨)، بينما سجلت قيمة (z-score) مقدار (١.٣٠) ، وهذا يدل على النمط العشوائي (random) في انتشار هذا الايون. سجلت اقل التراكيز في قرية (وادي أبو شنين) وسط منطقة الدراسة ضمن العينة (W19) وتراوحت بين (0.0012 -0.040 PPM) للموسمين الشتوي والصيفي على التوالي، اما اعلى التراكيز فقد سجلت في قرية (أبو خويمة) جنوب شرق منطقة الدراسة للعينة (W8) وبلغت (٠.٠٠٣٤ -0.0080 PPM) للموسمين الشتوي والصيفي على التوالي، يعزى هذا الارتفاع الطفيف في تراكيز البئر (W8) الى استخدام الأسمدة والمبيدات الزراعية بكثرة ضمن هذا الموقع.

١-٩ آيون الكروم (Cr) Chromium:

يعد عنصر الكروم من العناصر الشائعة الوجود في القشرة الارضية والذي يكون بعدة حالات من الاكسدة ،اذ يوجد الكروم بنوعين من التكافؤ هي ثلاثي التكافؤ Cr^{+3} وسداسي التكافؤ Cr^{+6} في المياه (Boyd, 2000,P189). اذ يعد الشكل (Cr^{+3}) أكثر استقراراً في البيئة المختزلة في حين ان(Cr^{+6}) يكون مستقراً في البيئة المؤكسدة وقابلية امتزازه قليلة (Drever, 1997,P361).

الخرائط (١-١٠) التباين المكاني لآيون الزرنيخ(As)(PPM) في المياه الجوفية لمنطقة الدراسة



المصدر: بالاعتماد على بيانات الجدول (١-١) باستخدام برنامج (Arc GIS 10.5) .

تبلغ نسبة آيون الكروم في القشرة الارضية بحدود (١٠٠ epm) وفي صخور السجيل (٣٩ epm) ، أما في المياه العذبة تبلغ نسبة ايون الكروم (0.1-6 ppb) وفي مياه البحر يتراوح بين (٠.٣-50 ppb) ، و في مياه الانهار فيتراوح بين (٢٦٠٠-١٠٠ ppb) ، بينما يبلغ تراكيزه في المياه الجوفية (1 ppb) (Crompton,1997,P234). أن المصدر الاساسي للكروم هي الفضلات وخاصة مياه الصرف الصحي والمخلفات الصناعة الاصباغ والطباعة والاسمدة الكيمياوية والدباغة (السعدي،٢٠٠٤ ، ص١٠٢) . لم يتم الكشف عن تراكيز ايون الكروم في نماذج المياه الجوفية في منطقة الدراسة ولجميع المواسم، ويعزى ذلك لعدم امكانية جهاز القياس لتحسس التراكيز القليلة جداً ، الجدول (١-١).

١-١٠ آيون الكوبلت (Co) Cobalt:

يوجد الكوبلت مصاحباً للنيكل في خامات الكروم ويعاد ترسيبهما مع اكاسيد المنغنيز ويمتز على كاربونات الكالسيوم والمعادن الطينية (Alloway & Ayers, 1997,P171) ، ان اهم مصادره هي الاسمدة الصناعية وصناعة الاصباغ والكاربونات و اكاسيد المنغنيز والمعادن الطينية (المنمي، 2002،

ص١٥٦). وأن نسبة الكوبلت في الرسوبيات والتربة اقل من نسبة الحديد، وذلك لان أغلب معادن الكوبلت الموجودة في القشرة الارضية أقل من كاربونات الكوبلت التي تكون متوازنة في المياه (Boyd, 2000,P218) ، ويدخل الكوبلت الى البيئة المائية من خلال افراز انزيمات الكائنات الحية المجهرية ومن التفاعلات البايوكيميائية وهو من العناصر السمية للنباتات (Alloway & Ayers, 1997,P172). لم يتم الكشف عن تراكيز الكوبلت في نماذج المياه الجوفية ولجميع المواسم، و ذلك لعدم امكانية جهاز التحليل تحسس تراكيزه في المياه ، يلحظ الجدول (١-١).

الاستنتاجات :

١- يتضح من خلال ما تقدم وجود تلوث كبير في المياه الجوفية لمنطقة الدراسة بعنصر الحديد (Fe) ، اذ تجاوزت تراكيز نماذج المياه المدروسة جميعها المواصفات القياسية لمياه الشرب والبالغة (٠.٣ PPM).

٢-اظهرت الدراسة الحالية زيادة عن الحدود المسموح بها للشرب عالمياً ومحلياً لعناصر (Cu ، Cd، Pb، Mn) في مياه منطقة الدراسة، تتباين هذه الزيادة في تراكيز العناصر زمانياً خلال مواسم التحليل، ومكانياً اعتماداً على تركيز الملوثات في مواقع الآبار.

٣-لم يسجل ايون النيكل (Ni) تجاوزا عن الحدود المسموح بها عالمياً ومحلياً، ما عدا الموقع (W11) كان ملوثاً في الموسم الشتوي، والموقع (W10) ملوثاً في الموسم الصيفي.

٤- ان تراكيز آيون الزرنيخ(As) كانت ضمن الحدود المسموح، اذ انها اقل بكثير من المحددات القياسية لمياه الشرب والبالغة (PPM 0.01)، اما بالنسبة لعنصري (Cr ، Co) ليس هنالك مؤشر على تلوث مياه المنطقة بهما.

٥-كشفت الدراسة ان تلوث المياه الجوفية ببعض العناصر الثقيلة يعزى الى تأثير عمليات التجوية والإذابة لصخور خزان الدمام الجوفي، فضلا عن وجود معظم هذه العناصر ضمن تركيبة الأسمدة العراقية المستعملة في الزراعة لا سيما في الموسم الشتوي والتي ستنتقل مع التغذية السطحية او من خلال التصريف الجوفي القادم من مناطق التغذية.

٦- توزعت العناصر (Cu، Zn ،Pb ، Ni، Mn) بشكل متجمع في مياه منطقة الدراسة، وفقاً لمؤشر (Moran's Index)، فيما اخذت العناصر (Fe ، Cd ، As) نمطاً عشوائياً في انتشارها .

المقترحات :

١-ضرورة إجراء تحاليل دورية لمياه الآبار وذلك لتقويم مقدار التغيير الحاصل في تركيبها الكيميائي، ولاسيما في المناطق ذات النشاط الزراعي والتأكيد على قياس العناصر الثانوية والثقيلة(النزرة)، بالإضافة الى تحليل الخصائص البكتريولوجية للمياه والتربة.

٢- مراقبة التذبذب الحاصل في مستوى المياه الجوفية من خلال حفر مجموعة من آبار المراقبة، يفترض ان تكون ذات أعماق متباينة حسب عمق الخزان الجوفي، وذلك لغرض تسجيل التغيرات الفيزيائية والكيميائية في هذه الابار وتقويم الظروف الهيدرولوجية.

٣-عدم استخدام مياه الابار الملوثة بالعناصر الثقيلة لأغراض الاستخدام المنزلي أو لأغراض ارواء الحيوانات والزراعة، والتي من الممكن ان تنتقل الى الانسان بصورة غير مباشرة .

المصادر والمراجع :

١-الجبوري ، جابر حميد عليوي(٢٠٠٤)،هيدروجيوكيميائية خزان سد العظيم، أطروحة دكتوراه، كلية العلوم، جامعة بغداد.

٢-السعدي ،محمود عبد الامير (٢٠٠٤)، التقييم البيئي للمياه الجوفية في منطقة الرحالية – محافظة الانبار، رسالة ماجستير ، كلية العلوم ، جامعة بغداد .

٣-الشمري ، حسين موسى ،(٢٠١٢) ، تقييم تلوث المياه الجوفية في منطقة نكرة السلمان في الجزء الجنوبي والجنوب الغربي لمدينة السماوة – العراق، مجلة البحوث الجغرافية ، العدد (١٦) ،جامعة الكوفة.

٤-الشمري ، علاء ناصر ،(٢٠٠٦) ، هايدروجيولوجية وهايدروكيميائية، منطقة الرّحاب / جنوب وجنوب غرب مدينة السماوة ، رسالة ماجستير،كلية العلوم، جامعة بغداد.

٥-القره غولي ، ناهدة ،(١٩٨٧)، محتوى العناصر المغذية للنبات من الاسمدة العراقية المنتجة من القائم-العراق، المجلة العراقية للعلوم الزراعية ، العدد(٥).

٦-المنمي، دياري علي محمد امين(٢٠٠٢)، دراسة كيميائية وبيئية للمياه الجوفية لمدينة السليمانية وضواحيها، رسالة ماجستير، كلية العلوم، جامعة بغداد.

٧-انيس، إبراهيم ، منتصر، عبد الحليم ، الصوالحي، عطية ، أحمد، محمد خلف الله،(٢٠٠٤)، المعجم الوسيط ، ط٤، مكتبة الشروق الدولية ،مجمع اللغة العربية ، مصر.

٨-حسين ، شوان عثمان (٢٠١١) ، الخصائص النوعية للمياه الجوفية بأستخدام نظم المعلومات الجغرافية GIS، الطبعة الاولى ، دار غيداء للنشر، عمان.

٩-مانع، جواد كاظم (٢٠٠٣)، هيدروكيميائية المياه الجوفية ومعدنية رسوبيات المكمن المفتوح لمناطق مختارة في محافظة بابل، رسالة ماجستير، جامعة بغداد، كلية العلوم.

١٠-وزارة الموارد المائية ، الهيأة العامة للمساحة ، قسم انتاج الخرائط ، خريطة العراق الإدارية ، مقياس ١:٠٠٠٠٠٠، بغداد ،٢٠١٦ .

١١-القمر الأمريكي (LAND SAT -8) مرئية (OLI) الحزم (٢-٣-٤) لسنة ٢٠١٨.

12- Alloway B., And Ayres D.C., (1997) Chemical Principle of Environmental Pollution (2ed). Chapman & Hall, London, uk.

13- APHA, (American Public Health Association), 2012: Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water, 22th edition, American Public Health Association, Washington DC, USA.

14- Appelo and Postma, 2013: Geochemistry, Groundwater and Pollution , 2end edition. CRC Press ,NW, USA or A.A. Balkema Publishers ,AK, Leiden, The Netherlands

15- Boyd, C.E., 2000, Water quality an introduction, Kluer Academic Publishers, USA

16- Crompton, T.R. (1997) : Toxicants the aquieous ecosystem. John Wiley and Sons. USD.

17- Drever, J. I., (1997) : The Geochemistry of Natural of water surface and ground water environments (3rd ed.) Prentice Hall, USA.

18- Eaton, A. D., Clersceri, L.S., Rice ,E.W., Greenberg, A.E., and Frason.M.A.H., 2005: Standard method for Exmination of water and wastewater , Washington, D.C: America Public Health Association.

19- Faust S. D. and Aly O. M. 1981; Chemistry of Natural Water; AMN ARBOR Science Publishers Inc. the Butter Worth Group.

20- Hem, J.D. ,1991: Study and Interpretation of the Chemical Characteristics of Natural Water. USGS Water Supp.

21- IRQS., Drinking water standards,(2014),Cental Organization for Standardization and Quality Control, Min. of Planning.

22- Sen,A.Z., 2015: Practical and Applied Hydrogeology, Elsevier, Inc. First edition.

23- Smith, A. H., Lingas, E. O., & Rahman, M. (2000). Contamination of drinking-water by arsenic in Bangladesh: a public health emergency. Bulletin of the World Health Organization, 78.(٩)،

24- Todd, D. K., 2007: Groundwater hydrology second edition, John Wiley and Sons, Third Reprint. Inc. India

25- USGS, 2010: Fundamentals of Regional Groundwater Studies & Groundwater Project Planning Workshop, Erbil.

26- Weiner, E.R. 2013:Applications of Environmental Aquatic Chemistry, A Practical Guide, 3rd edition, CRC Press, Taylor and Francis Group, Boca Raton, FL.

27- WHO.,(2016) ,Guidelines for drinking – water quality – 4th Edition.