

تقويم العناصر الثقيلة لمياه آبار مشروع يا حسين بين مدينتي النجف والحيدرية

الأستاذ الدكتور

كفاح صالح الأسدي

جامعة الكوفة - كلية الآداب

الأستاذ المساعد الدكتور

قاسم كاظم محمد الأسدي

جامعة الكوفة - كلية العلوم

المدرس المساعد

حسن عبدالله حسن الكعبي

جامعة الكوفة - كلية التربية

المقدمة :-

تعد المياه الجوفية احد مصادر المياه المتوافرة على كوكب الأرض ، بل هي من المصادر الأكبر حجماً للمياه العذبة ، إذ إن حجم المياه الكلي على الأرض هو (١,٣٦٠,١٥٠,٣٠٤) كم ٣ ، منها ما يقارب نسبة (٩٧,٢) % مياه سطحية مالحة ، وهي مياه البحار والمحيطات . وحوالي نسبة (٢,٨) % هي مياه عذبة وتشمل مياهاً سطحيةً ومياهاً جوفيةً وأن نسبة (٩٧) % من المياه العذبة هي مياه جوفية ، والنسبة الباقية هي مياه عذبة سطحية كالأنهار (١) . تتجلى أهمية المياه الجوفية في المناطق الجافة وشبه الجافة ، لأنها المصدر الوحيد للمياه في الصحراء الغربية (كالعراق) ، ولهذا أصبحت مناطق تجميع المياه الجوفية ذات أهمية كبيرة في كبد الصحراء ، ففي العراق أخذ الناس يميلون إلى حفر الآبار من أجل الزراعة أو لأغراض الشرب ، كما هي الحال في المزارع المنتشرة على حافة الصحراء الغربية الواقعة بالقرب من الطريق التي تصل كربلاء بالنجف ، وطريق

تقويم العناصر الثقيلة لمياه آبار مشروع يا حسين..... (١٢٦)

بين الزبير وصفوان ، إذ تسود زراعة الخضروات وخاصة (الطماطة) ، وتقدر كمية المياه الجوفية المستخدمة في مجالات الري والاستخدامات الأخرى بحدود ٢.٤ مليار م^٣ سنوياً (٢) . وتشير الإحصاءات الصادرة من وزارة الموارد المائية ووزارة البيئة إلى أن المياه السطحية في العراق تواجه مشكلة حقيقية وخطيرة تتمثل بانخفاض مناسيبها ، وتدهور نوعيتها ، لأسباب بشرية تتجلى في مشاريع السيطرة والخزن المقامة من قبل دول الجوار ، فضلاً عن تعرضها للتلوث من مختلف الأنشطة (الزراعية ، والصناعية ، والمدنية) وهو ما يقلل من كفاءة استعمالاتها ، الأمر الذي يستوجب البحث عن مصادر مائية أخرى بديلة ، لذا جاءت هذه الدراسة لتقويم الخصائص النوعية لمياه آبار مشروع (يا حسين) في جزئه الممتد بين مدينتي النجف والحيدرية ، ومعرفة مدى صلاحيتها لمختلف الاستعمالات مثل (الشرب بالنسبة للإنسان والحيوان ، والري ، وللاستعمال الصناعي والإنشائي) .

مشكلة البحث :

هل تتلائم خصائص العناصر الثقيلة لمياه آبار مشروع يا حسين لشرب الانسان والحيوان ؟

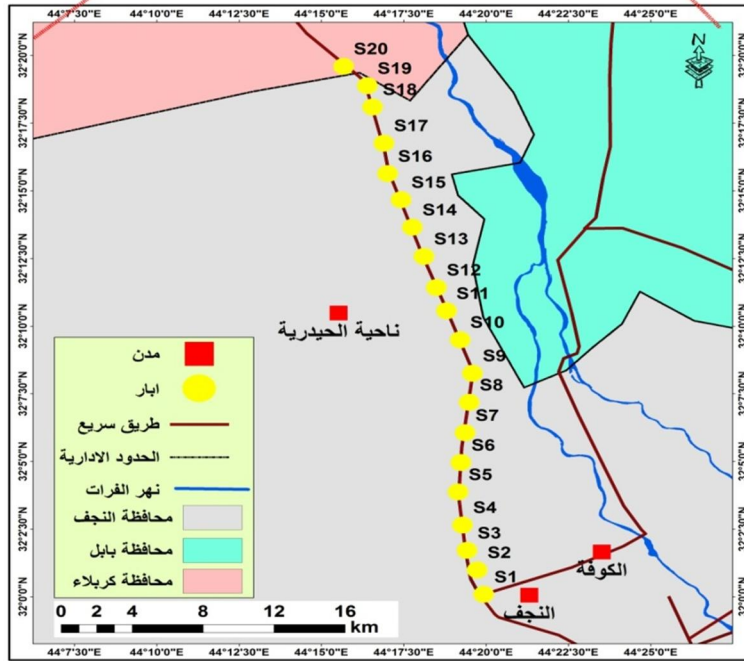
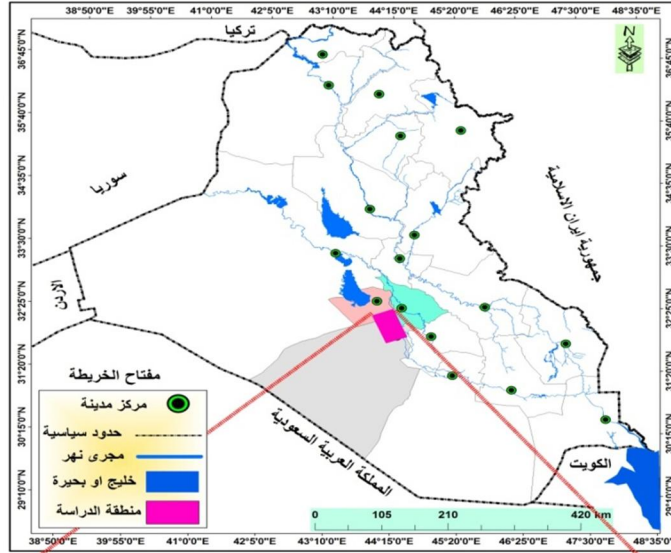
فرضية البحث :

تتلائم مياه آبار مشروع يا حسين كيميائياً من حيث خصائص العناصر الثقيلة لشرب الانسان والحيوان .

حدود منطقة الدراسة :

تمتد منطقة الدراسة بين دائرتي عرض (٣٢° ٠٠) و (٣٢° ٢٠) شمالاً ، وخطي الطول (٣٠ ١٢ ٤٤) و (٣٠ ٢٢ ٤٤) شرقاً الخريطة (١) ، أما جغرافياً فإن منطقة الدراسة تقع في وسط و شمال محافظة النجف ، اذ تحدها من الشمال محافظة كربلاء ، ومن الشرق محافظة بابل ، ومن الغرب هضبة النجف والجنوب قضاء المناذرة .

الخريطة (١) موقع منطقة الدراسة بالنسبة للعراق



المصدر // الهيئة العامة للمساحة ، خريطة العراق الادارية ، بمقياس رسم ١/١٠٠٠٠٠ ،
ومخرجات برنامج ArcGIS v 10.2 .

أولاً : العناصر الثقيلة Heavy Components

١- أيون الخارصين Zn^{+2} Zincion

إن تركيز أيون الخارصين في القشرة الأرضية قليل ؛ لأن المعادن التي تتضمن أيون الخارصين تكون ذات ذوبانية قليلة ، ولأيون الخارصين علاقة بالأس الهيدروجيني (pH) للمياه الطبيعية ؛ إذ إن له أثراً مهماً في عملية إذابة أيون الخارصين (Zn) في المياه (٣). يوجد أيون الخارصين بصورة مذابة في البيئة الحامضية المؤكسدة ، وتقل ذوبانيته بوجود الكبريت في بيئة مختزلة ، إذ يكون مركبات الكبريتيد الأقل ذوبانيته (٤).

يوجد الخارصين (Zn) في القشرة الأرضية بنسب (٧٥) ملغم ، وفي الصخور القاعدية (١٠٠) ملغم ، وفي الصخور غير القاعدية (٥٨) ملغم/كغم وفي الصخور الكرانيت (٥٢) ملغم/كغم والحجر الرملي (٣٠) ملغم/كغم والحجر الجيري (٢٠) ملغم/كغم والسجيل (١٢٠) ملغم ، أما نسبة الخارصين في المياه العذبة فتتراوح ما بين (٠,٢ - ١٠٠) مايكروغرام/لتر وفي مياه البحر (٠,٢ - ٤٨) مايكروغرام/لتر (٥). ففي مياه الانهار تبلغ (٢٠) مايكروغرام/لتر وفي المياه السطحية (١٠ - ٢٥٠) مايكروغرام/لتر وفي المياه الجوفية (٨,٩) مايكروغرام/لتر (٦) ، ويختلف محتوى الخارصين في الأسمدة العراقية كما ذكرها (السعدي ، 2004) ، ففي Tri Supper phosphate (TSP) و Monoammonium phosphate (MPN) والسماذ المركب الذي يحتوي على ثلاثة عناصر هي النايتروجين والفسفور والبوتاسيوم (NPK) إذ يحتوي على (٤٧٥) ، (٥٦٣ ، ٣٥٣ ، ٢٣٣) ملغم على التوالي (٧) .

ولعل المصدر الأساس لوجود أيون الخارصين هي الأسمدة الكيماوية ، والفضلات الحيوانية ، وتعد مياه المجاري مصدراً مهماً لوجود كميات كبيرة من أيون الخارصين ؛ لدخوله ضمن المنتجات البيئية ، مثل كريم الأطفال والغسول ودخوله في صناعة الاصبغ والمبيدات وصناعة البطاريات (٨) .

يتضح من الجدول (١) وشكل (١) أن معدل أيون الخارصين لشهر كانون الثاني ولجميع الآبار المدروسة قد بلغ (٠,٤٣٧٧٧٥) ملغم/لتر ، وتباينت تراكيز أيون الخارصين لشهر كانون الثاني مكانياً من بئر الى آخر ، فقد سجل أدنى تركيز له في البئر

(١٥) فبلغت (٠,٠٠٣١) ملغم/لتر ، فيما سُجِّل أعلى تركيز له وللشهر نفسه في البئر (١٠) ، (١٨) ، وبلغت (٢,٢٦٤٦ ، ٢,٢٣٨٢) ملغم/لتر على التوالي ، فيما سجلت الآبار (١) ، (٧) ، (٨) ، (٩) ، (١١) ، (١٢) ، (١٣) ، (١٦) ، (١٧) ، (١٩) ، (٢٠) تراكيز متفاوتة بلغت (٠,٦٩٦) ، (٠,١٣٢٤) ، (٠,٣٩٧٣) ، (٠,٠١٤٩) ، (١,٦٣٨٩) ، (٠,٥٣١) ، (٠,١٩٤) ، (٠,٢٣٤٢) ، (٠,٨٠٠٨) ، (٠,٠٨٧٤) ، (٠,٨٠١٦) ملغم/لتر على التوالي ، أما الآبار (٢) ، (٣) ، (٤) ، (٥) ، (٦) ، (١٤) فلم تسجل أي قيمة لأيون الخارصين في شهر كانون الثاني .

ومن تحليل نتائج تركيز الخارصين نلاحظ أن هناك تبايناً بين الآبار المدروسة خلال شهر كانون الثاني ، إذ سجلت بعض الآبار تراكيز مرتفعة كما في البئر (١٠) ، (١٨) ويعزى سبب ارتفاع تراكيز هذين البئران عن غيرهما الى تلوثهما بمياه المجاري الثقيلة المطروحة من المواقب القريبة من البئر (١٠) ، والوحدات السكنية القريبة من البئر (١٨) ؛ لأن هذا البئر يقع داخل مدينة الحيدرية .

ويتضح من الجدول (٢) وشكل (١) أن معدل أيون الخارصين لشهر تموز ولجميع الآبار المدروسة قد بلغ (٠,١٠٢٦١٥) ملغم/لتر ، وتباينت تراكيز أيون الخارصين لشهر تموز مكانياً من بئر الى آخر ؛ إذ سُجِّل أدنى تركيز له في البئر (٤) فبلغ (٠,٠١١٤) ملغم/لتر ، فيما سُجِّل أعلى تركيز له وللشهر نفسه في البئر (١) الذي بلغ (٠,٤١٥٤) ملغم/لتر ، فيما سجلت الآبار (٣) ، (٦) ، (٧) ، (٨) ، (٩) ، (١٠) ، (١١) ، (١٢) ، (١٣) ، (١٤) ، (١٥) ، (١٦) ، (١٧) ، (١٨) ، (١٩) ، (٢٠) تراكيز متفاوتة بلغت (٠,٢٧٢) ، (٠,٣٩٤) ، (٠,٣٢١) ، (٠,٦٤٢) ، (٠,٢٥٢) ، (٠,٧١٥) ، (٠,٣١٣) ، (٠,١٩٧٥) ، (٠,٣٥٤) ، (٠,٢١١) ، (٠,٤٩٦) ، (٠,٢٣٦) ، (٠,٢٤٤) ، (٠,٣٧٠٧) ، (٠,٧٨٩) ، (٠,٢٨٨٦) ملغم/لتر على التوالي ، أما البئر (٢) ، (٥) فلم يسجلا أي تركيز لأيون الخارصين في شهر تموز .

ومن تحليل نتائج تركيز الخارصين نلاحظ أن هناك تبايناً بين الآبار المدروسة خلال شهر تموز ؛ فقد سجلت بعض الآبار تراكيز مرتفعة ، كما في البئر (١) ؛ ويعزى سبب ارتفاع تراكيز هذا البئر عن غيره الى تلوثه بمياه المجاري الثقيلة المطروحة من الوحدات السكنية القريبة منه ؛ لأن هذا البئر داخل مدينة النجف .

الجدول (١)

تراكيز العناصر الكيميائية الثقيلة لشهر كانون الثاني لمياه آبار مشروع (يا حسين)

رقم العينة	Zn ملغم/لتر	Cr ملغم/لتر	Cd ملغم/لتر	Cu ملغم/لتر	Co ملغم/لتر	Pb ملغم/لتر	Mn ملغم/لتر
١	٠,٠٦٩٦	٠	٠	٠	٠	٠	٠,٠٣٠٢
٢	٠	٠	٠	٠	٠,٠٠٣١	٠	٠,٠٣٠٢
٣	٠	٠	٠	٠	٠,٠٠٣٧	٠	٠
٤	٠	٠,٠٠٢٢	٠	٠	٠,٠٠٤٩	٠	٠,٠٠٨٧
٥	٠	٠,٠٠٨٢	٠	٠	٠	٠	٠
٦	٠	٠,٠٠٥٥	٠,٠٠٠٣	٠	٠,٠٠٦١	٠	٠
٧	٠,١٣٢٤	٠,٠٠٧٦	٠	٠,٠٠٢٨	٠,٠٠١٢	٠,٠٠١٣	٠
٨	٠,٣٩٧٣	٠,٠٠٧١	٠	٠	٠,٠٠٢٥	٠,٠٠٢٠	٠
٩	٠,٠١٤٩	٠,٠١٠٤	٠	٠	٠,٠٠١٨	٠,٠٠٤٠	٠
١٠	٢,٢٦٤٦	٠,٠٠٤٩	٠	٠	٠,٠٠٧٤	٠,٠٠٢٠	٠,٠١٨١
١١	١,٦٣٨٩	٠,٠١٦٩	٠	٠,٠٠٣٧	٠,٠٠٠٦	٠,٠٠١٣	٠
١٢	٠,٠٥٣١	٠,٠١٦٤	٠,٠٠٥٢	٠,٠٠٣٧	٠,٠٠٧٤	٠	٠,٠٠٨٠
١٣	٠,٠١٩٤	٠,٠١٦٩	٠,٠٠٤٩	٠,٠٠٣٧	٠,٠٠٨٦	٠	٠
١٤	٠	٠,٠١٠٤	٠,٠٠٣١	٠	٠,٠٠٣٧	٠,٠٠٢٠	٠,٠٠٤٧
١٥	٠,٠٠٣١	٠,٠١٠٤	٠,٠٠٤٠	٠	٠,٠٠١٨	٠,٠٠٤٠	٠,٠٠٦٧
١٦	٠,٢٣٤٢	٠,٠٠٤٤	٠,٠٠٢٧	٠	٠,٠٠٣٧	٠,٠٠٢٧	٠,٠٠٧٤
١٧	٠,٨٠٠٨	٠,٠٠٩٨	٠,٠٠٥٤	٠	٠,٠٠٨٦	٠,٠٠٥٤	٠,٠١٠٧
١٨	٢,٢٣٨٢	٠,٠٠٤٩	٠,٠٠٢٧	٠,٠٠٣٧	٠,٠١٢١	٠,٠٠٢٧	٠,٠٧٢٤
١٩	٠,٠٨٧٤	٠,٠٠٦٠	٠,٠٠٤٠	٠	٠,٠٠٤٣	٠,٠٠٤٠	٠,٠٠٢٠
٢٠	٠,٨٠١٦	٠,٠٠٧٦	٠,٠٠١٣	٠,٠٠٠٩	٠,٠١٠٤	٠,٠٠١٣	٠,٢٠٩٨
المعدل	٤,٣٧٧٧٥	٠,١٢١٦	٠,٠٠٩٢٥	٠,٠٠٩٢٥	٠,٠٠٤٥٩٥	٠,٠١٦٣٥	٠,٦٠٤٤٥
WHO(PL)201 4 **	٠,١	٠,٥	٠,٠١	٠,٠١	٠,٥	٠,٥	٠,٢٣
IRQ-S2014**	٣	٠,٥	٠,٠٠٣	١	٠,٥	٠,١	٠,١

المصدر: تمت القياسات (العمل المخبري) في مختبر البايوكيميائي ، كلية الصيدلة ، جامعة الكوفة .

** WHO.,Guidelines for drinking – water quality – 4th Edition , 2014

**IRQS., Drinking water standards, Cental Organization for Standardization and Quality Control, Min. of Planning, 2014

ملاحظة //اللون الاسود : اللون الازرق : ضمن الحد المسموح به ، اللون الاحمر : تجاوز الحد الاقصى للتلوث .

الجدول (٢)

تراكيز العناصر الكيميائية الثقيلة لشهر تموز لمياه آبار مشروع (يا حسين)

رقم العينة	Zn ملغم/لتر	Cr ملغم/لتر	Cd ملغم/لتر	Cu ملغم/لتر	Co ملغم/لتر	Pb ملغم/لتر	Mn ملغم/لتر
١	٠,٤١٥٤	٠,٠١٤	٠,٠٦٤٠	٠,٠١٠٣	٠	٠,٠٢٣٦	٠,٠٣٢٠
٢	٠	٠,٠١٤	٠	٠,٠٠٩٠	٠	٠,٠٠٣٩	٠
٣	٠,٠٢٧٢	٠	٠,٠٢٣٦	٠,٠٠٣٩	٠	٠	٠,٠٢٣٢
٤	٠,٠١١٤	٠,٠١٤	٠,٠١٢٣	٠,٠١٠٣	٠,٠١٣٦	٠,٠١٢٨	٠,٠١٩٢
٥	٠	٠	٠,٠٠٢٣	٠,٠٠٧٧	٠,٠٠٤٢	٠,٠٠٧٩	٠,٠١٣٢
٦	٠,٠٣٩٤	٠	٠,٠٣٤٥	٠,١٢٣٣	٠,٠٠٥٢	٠,٠٨١٥	٠,٠٣٧٥
٧	٠,٠٣٢١	٠,٠٠٥	٠,٠٠٥٤	٠,٠١٦٧	٠	٠,٠٠٩٨	٠,٠١٥٤
٨	٠,٠٦٤٢	٠,٠٠٣٧	٠,٠٠٣٦	٠,٠٠٩٠	٠,٠٠٥٢	٠,٠٠٤٩	٠,٠٠٧٧
٩	٠,٠٢٥٢	٠,٠٠٠٩	٠,٠٠٣٢	٠,٠١٦٧	٠	٠,٠٠٢٩	٠,٠١٥٤
١٠	٠,٠٧١٥	٠,٠٠٤٢	٠,٠٠١٨	٠,٠١٥٤	٠	٠,٠١١٨	٠,٠٠٦٦
١١	٠,٠٣١٣	٠,٠٠٣٣	٠,٠٠٦٨	٠,٠١٨٠	٠	٠,٠٠٥٩	٠,٠٠٥٥
١٢	٠,١٩٧٥	٠,٠٠٧٩	٠,٠٠٦٤	٠,٠٥١٤	٠	٠,٠١٦٧	٠,٠٢٧٦
١٣	٠,٠٣٥٤	٠,٠٠٧٠	٠,٠١١٣	٠,٠٢٠٦	٠	٠,٠٠٥٩	٠,٠٢٥٤
١٤	٠,٠٢١١	٠,٠٠٦١	٠,٠٠٥٩	٠,٠٣٣٤	٠	٠,٠١٠٨	٠,٠٢٤٣
١٥	٠,٠٤٩٦	٠,٠٠٣٣	٠,٠٠٢٧	٠,٠٢٧٠	٠	٠	٠,٠١٨٨
١٦	٠,٠٢٣٦	٠,٠٠٣٧	٠,٠١٣٢	٠,٠١٢٨	٠	٠,٠٠٤٩	٠,٠١٦٦
١٧	٠,٠٢٤٤	٠,٠٠٤٢	٠,٠٠٤١	٠	٠	٠,٠٠٣٩	٠,٠٢١٠
١٨	٠,٣٧٠٧	٠,٠٠٣٧	٠,٠٠٩١	٠,٠١٥٤	٠	٠,٠١٣٧	٠,٠٨٣٩
١٩	٠,٠٧٨٩	٠,٠٠٦١	٠,٠٠٧٣	٠,٠٢٤٤	٠	٠,٠٠٩٨	٠,٠٨٧٢
٢٠	٠,٢٨٨٦	٠,٠٠٣٣	٠,٠٠٥٤	٠,٠٠٧٧	٠,٠٢٨٢	٠,٠١٥٧	٠,١٩٥٣
المعدل	٠,١٠٢٦١٥	٠,٠٠٣١	٠,٠١١٩	٠,٠٢١٦٥	٠,٠٠٢٨٢	٠,٠١٢٣٢	٠,٠٣٨٢٩
WHO(PL)2014 **	٠,١	٠,٠٥	٠,٠٠١	٠,٠١	٠,٠٠٥	٠,٠٥	٠,٠٢٣
IRQ-S2014**	٣	٠,٠٥	٠,٠٠٣	١	٠,٠٠٥	٠,٠١	٠,٠١

المصدر: تمت القياسات (العمل المختبري) في مختبر البايوكيميائي ، كلية الصيدلة ، جامعة الكوفة .

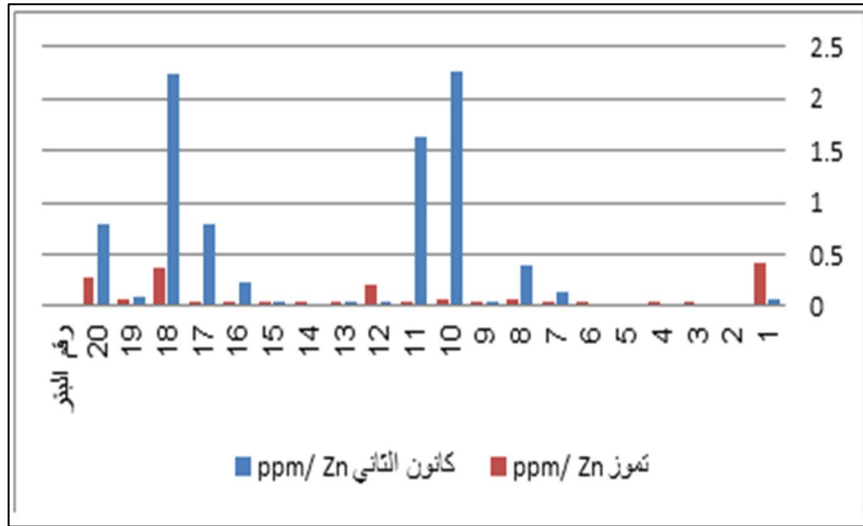
** WHO.,Guidelines for drinking – water quality – 4th Edition , 2014.

**IRQS., Drinking water standards, Cental Organization for Standardization and Quality Control, Min. of Planning, 2014

ملاحظة //اللون الاسود : اللون الازرق : ضمن الحد المسموح به ، اللون الاحمر : تجاوز الحد الاقصى للتلوث

الشكل (١٩)

تركيز أيون الخارصين لمياه آبار مشروع (يا حسين)



المصدر : بالاعتماد على بيانات الجدولين (١ ، ٢) .

ويعزى تواجد تركيز الخارصين (Zn) في مياه منطقة الدراسة الى وجود الحجر الجيري والرملي ضمن المكان المائية لهذه الآبار ، وكذلك نتيجة استعمال الأسمدة الفوسفاتية المختلفة في منطقة الدراسة ، فضلاً عن فضلات مياه المجاري الثقيلة المطروحة من الوحدات السكنية لمدينتي النجف والحيدرية والمواكب الحسينية .

٢- أيون الكروم Chromium Cr

يُعدّ عنصر الكروم من العناصر الشائعة الموجودة في القشرة الأرضية ، ويكون بعدة حالات من الأكسدة ؛ إذ يوجد الكروم بنوعين من التكافؤ . هما: ثلاثي التكافؤ Cr+3 وسداسي التكافؤ Cr+6 في المياه (٩) . ويُعدّ Cr+3 أكثر استقراراً في البيئة المختزلة ، في حين أنّ Cr+6 يكون مستقرّاً في البيئة المؤكسدة ، وتكون قابلية امتزازه قليلة (١٠) .

إنّ نسبة أيون الكروم في القشرة الأرضية هي (١٠٠) مايكروغرام ، وفي الصخور فوق القاعدية (٢٩٨٠) مايكروغرام ، وفي الصخور القاعدية (٢٠٠) مايكروغرام ، وصخور الكرافيت (٤) مايكروغرام ، والسجيل (٣٩) مايكروغرام ، أمّا في المياه العذبة تبلغ نسبة أيون الكروم (Cr) (٠,١-٦) مايكروغرام/لتر ، وفي مياه البحر (٠,٣-٠,٣)

(٥٠) مايكروغرام/لتر (١١) ، وفي مياه الأنهار (١٠٠ - ٢٦٠٠) مايكروغرام/لتر والمياه السطحية (١٨٠) مايكروغرام/لتر ، أما المياه الجوفية فهي (١) مايكروغرام/لتر (١٢) . إن محتوى أيون الكروم الموجود في الأسمدة العراقية بأنواعها و TSP و MAP و NP و NPK هي (٢٢٤ ، ٤٦٧ ، ٨٢٨ ، ٦١٢) ملغم على التوالي . ولعل المصدر الرئيس للكروم السداسي التكافؤ Cr+6 هي الفضلات وخاصة مياه الفضلات (Wast Water) ، وفضلات صناعة الأصباغ ، والطباعة ، والاسمدة الكيماوية ، والدباغة (١٣) .

يتضح من الجدول (١) والشكل (٢) أن معدل أيون الكروم لشهر كانون الثاني ولجميع الآبار المدروسة قد بلغ (٠,٠١٢١٦) ملغم/لتر ، وتباينت تراكيز أيون الكروم لشهر كانون الثاني مكانياً من بئر الى آخر ؛ إذ سُجِّلَ أدنى تركيز له في البئر (٤) إذ بلغت (٠,٠٠٢٢) ملغم/لتر ، فيما سُجِّلَ أعلى تركيز له وللشهر نفسه في الآبار (١١ ، ١٢ ، ١٣) بلغت (٠,٠١٦٩ ، ٠,٠١٦٤ ، ٠,٠١٦٩) ملغم/لتر على التوالي ، بينما سجل البئر (٧) ، (٢٠) التركيز نفسه الذي بلغ (٠,٠٠٧٦) ملغم/لتر ، وسجل البئر (١٠ ، ١٨) التركيز نفسه وبلغ (٠,٠٠٤٩) ملغم/لتر ، فيما سجلت الآبار (٩ ، ١٤ ، ١٥) أيضاً التركيز نفسه إذ بلغت (٠,٠١٠٤) ملغم/لتر ، بينما سجلت الآبار (٥ ، ٦ ، ٨ ، ١٦ ، ١٧ ، ١٩) تراكيز متفاوتة بلغت (٠,٠٠٨٢ ، ٠,٠٠٥٥ ، ٠,٠٠٧١ ، ٠,٠٠٤٤ ، ٠,٠٠٩٨ ، ٠,٠٠٦٠) ملغم/لتر على التوالي ، أما الآبار (١ ، ٢ ، ٣) فلم تسجل أي تركيز لأيون الكروم في شهر كانون الثاني .

ومن تحليل نتائج تركيز الكروم نلاحظ أن هناك تبايناً بين الآبار المدروسة خلال شهر كانون الثاني ؛ إذ سجلت بعض الآبار تراكيز مرتفعة ، كما في الآبار (١١ ، ١٢ ، ١٣) ، ويعزى سبب ارتفاع تراكيز هذه الآبار عن غيرها الى تلوثها بمياه المجاري الثقيلة المطروحة من المواكب القريبة من تلك الآبار ، ومن الأسمدة الفوسفاتية المستخدمة في المزارع القريبة منها .

يتضح من الجدول (٢) وشكل (٢) أن معدل أيون الكروم لشهر تموز ولجميع الآبار المدروسة قد بلغ (٠,٠٠٣١) ملغم/لتر ، وتباينت تراكيز أيون الكروم لشهر تموز مكانياً من بئر الى آخر ، فسُجِّلَ أدنى تركيز له في البئر (٧ ، ٩) إذ بلغ (٠,٠٠٠٥ ، ٠,٠٠٠٩) ملغم/لتر على التوالي ، فيما سُجِّلَ أعلى تركيز له وللشهر نفسه في البئر (١٢) بلغ (٠,٠٠٧٩) ملغم/لتر ، بينما سجلت الآبار (١ ، ٢ ، ٤) التركيز نفسه فبلغت (٠,٠٠١٤)

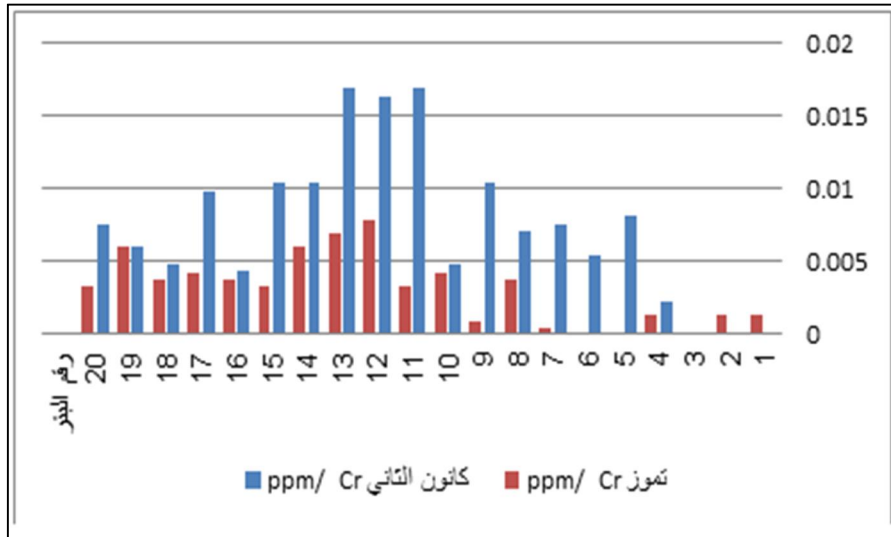
تقويم العناصر الثقيلة لمياه آبار مشروع يا حسين..... (١٣٤)

ملغم/لتر ، وسجل البئر (١٠ ، ١٧) التركيز نفسه ، فبلغ (٠,٠٠٤٢) ملغم/لتر ، فيما سجلت الآبار (١١ ، ١٥ ، ٢٠) أيضاً التركيز نفسه ، إذ بلغت (٠,٠٠٣٣) ملغم/لتر ، وسجل البئر (١٤ ، ١٩) التركيز نفسه وبلغ (٠,٠٠٦١) ملغم/لتر ، وسجل البئر (١٦) ، (١٨) التركيز نفسه وهو (٠,٠٠٣٧) ملغم/لتر ، بينما سجل البئر (٨ ، ١٣) تراكيز متفاوتة بلغت (٠,٠٠٣٧ ، ٠,٠٠٧٠) ملغم/لتر على التوالي . ، اما الآبار (٣ ، ٥ ، ٦) فلم تسجل أي تركيز لأيون الكروم في شهر تموز .

ومن تحليل نتائج تركيز الكروم نلاحظ أن هناك تبايناً بين الآبار المدروسة خلال شهر تموز ؛ إذ سجلت بعض الآبار تراكيز مرتفعة كما في البئر (١٢) ؛ ويعزى سبب ارتفاع تراكيز هذا البئر الى تلوثه بمياه المجاري الثقيلة المطروحة من المواكب القريبة منه ، ومن استخدام الأسمدة الفوسفاتية التي تستخدم في المزارع القريبة منه .

الشكل (٢)

تركيز أيون الكروم في مياه آبار مشروع (يا حسين)



المصدر : بالاعتماد على بيانات الجدولين (١ ، ٢) .

ويعزى تواجد تراكيز أيون الكروم (Cr) في مياه منطقة الدراسة الى استعمال الأسمدة الفوسفاتية المختلفة في منطقة الدراسة ، وكذلك فضلات المجاري التي تحتوي كميات من أيون الكروم .

٣- أيون الكاديوم Cadmium Cd

يُعد الكاديوم أيوناً نادر التواجد في الترسبات الجيولوجية ، ويظهر بشكل أساس في الكربونات والهيدروكسيدات ، أما قابلية ذوبان كربونات الكاديوم فتتضح في المعادلة الآتية :



والكاديوم من العناصر المحبة للكبريت (Sulfophilic) فصفاته الجيوكيميائية مشابهة لأيون الخارصين (Zn) ، لكنه يختلف عن الخارصين من ناحية قلة تواجده في الطبيعة (١٤) . إن عنصر الكاديوم يكون مذاباً في البيئة المؤكسدة الحامضية ، ويكون في صورة معقدات مع المواد العضوية ، ويتميز عن أيونات هيدروكسيد الحديد والمنغنيز ، ويتأثر بالامتزاز مع الكالسيات (١٥) ، إن تواجده أيون الكاديوم في القشرة الأرضية يكون بنسبة (٠,١) ملغم ، وفي الصخور فوق القاعدية (٠,١) ملغم ، والصخور القاعدية (٠,١٢) ملغم ، وصخور الكرانيت (٠,١٣) ملغم ، والحجر الجيري (٠,٠٩) ملغم ، والحجر الرملي (٠,٠٢٨) ملغم ، والسجيل (١٩) ملغم (١٦) ، وفي المياه العذبة (٠,٠١ - ٣) مايكروغرام/لتر ، وفي المياه السطحية من (٤ - ١٣٠) مايكروغرام/لتر ، والمياه الجوفية (١٠٠ - ٢٦٠٠) مايكروغرام/لتر (١٧) ، أما المعادن التي تحتوي على الكاديوم فهي (cadmoselite) و (Greenockite) و (Otarite) (١٨) . وتعد الأسمدة الفوسفاتية هي المصدر الرئيس لأيون الكاديوم في تلوث المياه التي تشتق من الخامات غير النقية للفوسفات ، وهناك مصادر أخرى لتلوث المياه ، مثل مياه المجاري ، وصناعة البطاريات ، والاصباغ ، وتثبيت البولييمير (١٩) . وتحتوي الأسمدة العراقية على أيون الكاديوم ؛ إذ إن (TSP) و (MAP) و (NB) و (NBK) تكون فيها نسبة الكاديوم (٩ ، ١١ ، ١٩ ، ٢٠) ملغم على التوالي (٢٠) .

يتضح من الجدول (١) والشكل (٣) أن معدل أيون الكاديوم لشهر كانون الثاني ولجميع الآبار المدروسة قد بلغ (٠,٠٠٠٩٢٥) ملغم/لتر ، وتباينت تراكيز أيون الكاديوم لشهر كانون الثاني مكانياً من بئر الى آخر ؛ إذ سُجِّلَ أدنى تركيز له في البئر (٦) بلغت (٠,٠٠٠٣) ملغم/لتر ، فيما سُجِّلَ أعلى تركيز له وللشهر نفسه في البئر (١٧) فبلغ (٠,٠٠٥٤) ملغم/لتر ، بينما سجل البئران (١٥ ، ١٩) التركيز نفسه بواقع (٠,٠٠٤٠)

ملغم/لتر ، وسجل البئران (١٦ ، ١٨) التركيز نفسه فبلغ (٠,٠٠٢٧) ملغم/لتر ، بينما سجلت الآبار (١٢ ، ١٣ ، ١٤ ، ٢٠) تراكيز متفاوتة بلغت (٠,٠٠٥٢ ، ٠,٠٠٤٩ ، ٠,٠٠٣١ ، ٠,٠٠١٣) ملغم/لتر على التوالي ، أما الآبار (١ ، ٢ ، ٣ ، ٤ ، ٥ ، ٧ ، ٨ ، ٩ ، ١٠ ، ١١) فلم تسجل أي تركيز لأيون الكاديوم في شهر كانون الثاني .

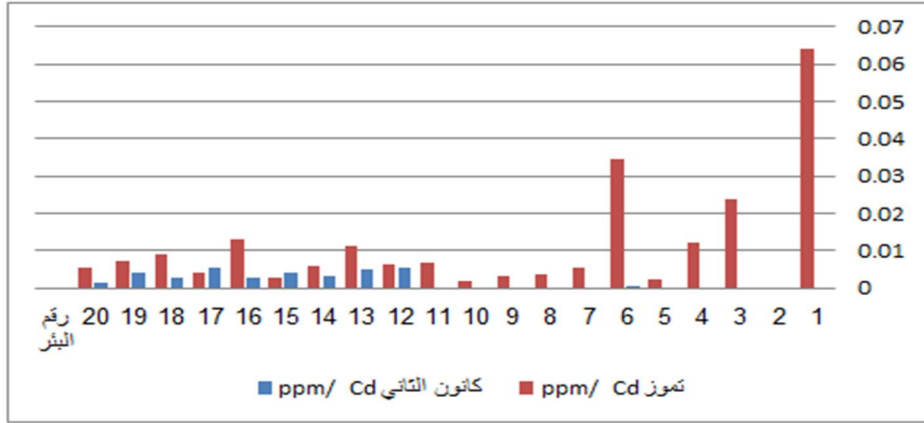
ومن تحليل نتائج تركيز الكاديوم نلاحظ وجود تباين مكاني بين الآبار المدروسة خلال شهر كانون الثاني ؛ فهناك آبار سجلت تراكيز مرتفعة وأخرى لم تسجل أي تركيز ، ويعزى سبب ذلك الى تلوث الآبار التي سجلت تراكيز مرتفعة بالأسمدة الفوسفاتية لاستخدامها بشكل واسع في منطقة الدراسة ، فضلاً عن مياه المجاري الثقيلة المطروحة من الوحدات السكنية والمواكب الحسينية المنتشرة على طول الآبار المدروسة .

ويتضح من الجدول (٢) والشكل (٣) أن معدل أيون الكاديوم لشهر تموز ولجميع الآبار المدروسة قد بلغ (٠,٠١١٩) ملغم/لتر ، وتباينت تراكيز أيون الكاديوم لشهر تموز مكانياً من بئر الى آخر ؛ إذ سجل أدنى تركيز له في البئر (١٠) وقد بلغ (٠,٠٠١٨) ملغم/لتر ، فيما سجل أعلى تركيز له وللشهر نفسه في البئر (١) الذي بلغ (٠,٠٦٤٠) ملغم/لتر ، بينما سجل البئران (٧ ، ٢٠) التركيز نفسه إذ بلغ (٠,٠٥٤) ملغم/لتر ، بينما سجلت الآبار (٣ ، ٤ ، ٥ ، ٦ ، ٨ ، ٩ ، ١١ ، ١٢ ، ١٣ ، ١٤ ، ١٥ ، ١٦ ، ١٧ ، ١٨ ، ١٩) تراكيز متفاوتة بلغت (٠,٠٢٣٦ ، ٠,٠١٢٣ ، ٠,٠٠٢٣ ، ٠,٠٣٤٥ ، ٠,٠٠٣٦ ، ٠,٠٠٣٢ ، ٠,٠٠٦٨ ، ٠,٠٠٦٤ ، ٠,٠١١٣ ، ٠,٠٠٥٩ ، ٠,٠٠٢٧ ، ٠,٠١٣٢ ، ٠,٠٠٤١ ، ٠,٠٠٩١ ، ٠,٠٠٧٣) ملغم/لتر على التوالي ، أما البئر (٢) فلم يسجل أي تركيز لأيون الكاديوم في شهر تموز .

ومن تحليل نتائج تركيز الكاديوم نلاحظ وجود تباين مكاني بين الآبار المدروسة خلال شهر تموز ، فهناك آبار سجلت تراكيز مرتفعة كما في الآبار (١ ، ٣ ، ٦) ويعزى سبب ذلك الى تلوث هذه الآبار بمياه المجاري الثقيلة المطروحة من الوحدات السكنية القريبة منه ؛ لأن هذه الآبار تقع داخل مدينة النجف . وعلى الرغم من أن نسبة الضئيلة لتراكيز أيون الكاديوم في آبار منطقة الدراسة فإن وجوده يعود الى استخدام الأسمدة الفوسفاتية الحاوية لهذا العنصر بشكل قابل للذوبان مع المياه ومياه المجاري الثقيلة المطروحة من الوحدات السكنية والمواكب الحسينية .

الشكل (٣)

تركيز أيون الكاديوم لمياه آبار مشروع (يا حسين)



المصدر : بالاعتماد على بيانات الجدولين (١، ٢) .

٤- النحاس Copper Cu

يتميز تركيز أيون النحاس (Cu) في المياه الطبيعية عادة بقلته ؛ وذلك بسبب تزامن ترسيبه بوساطة الأكاسيد أو الامتزاز على أسطح المعادن الطينية ، ويُعد النحاس من الأيونات الضرورية لتغذية النبات والحيوان ، ويكون موجوداً على القشرة الأرضية بشكل أيون حر (٢١) .

إن ظروف ذوبان النحاس وحركيته هي ظروف مؤكسدة وحامضية ؛ إذ إن تركيز النحاس في الظروف القاعدية والمختزلة تكون قليلة ، ويؤدي وجود الكبريت في البيئة المؤكسدة الى تكوين مركب كبريتيد النحاس الذي يكون غير ذائب وغير متحرك ، ويكون معقدات مع المواد العضوية أكثر من العناصر (Pb, Cd, Zn) (٢٢) . يتواجد النحاس في البيئة المائية بشكل ثلاثي المجاميع أما بشكل دقائق (Particulate) أو غرويات (Colloides) أو مذاب (Soluble) . وفي غياب المواد العضوية والدقائق والغرويات فإن معقدات الكربونات والهيدروكسيدات تحتوي أكثر من 98% من النحاس في مياه البحر (٢٣) .

إن معدل تركيز أيون النحاس في القشرة الأرضية هو (٥) ملغم ، وفي الصخور فوق القاعدية (٤٢) ملغم ، والصخور القاعدية (٩٠) ملغم ، وفي صخور

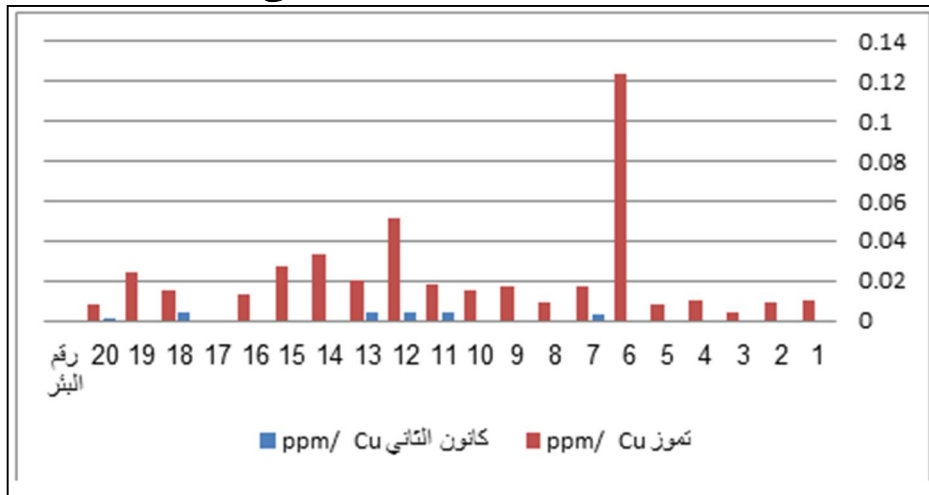
الكرانيت (١٣) ملغم ، والحجر الجيري (٥,٥) ملغم ، والحجر الرملي (٣٠) ملغم ، والسجيل (٣٩-٢) ملغم ، ويتراوح تركيز أيون النحاس في المياه العذبة ما بين (٢ - ٣٠) ملغم/لتر ، وفي مياه البحر (٠,٥ - ١٢) مايكروغرام/لتر ، ومياه الانهار (٧) مايكروغرام/لتر ، والمياه الجوفية (٣) مايكروغرام/لتر (٢٤) . يتراوح تركيز أيون النحاس في الأسمدة العراقية بأنواعها (TSP و MPN و Np و NPK) وبكمية (٣٧ ، ٣٧ ، ١٨ ، ١٠) ملغم/كغم (٢٥) ، فضلاً عن ذلك فإن أيون النحاس يأتي من مصادر أخرى الى جانب الأسمدة ، وهي الفضلات الصناعية ، ومياه المجاري ، ويتواجد أيون النحاس ضمن المعادن الآتية (Chalcopyrite, Chakocite, Chalconthite, Brochathites, Bornit Azurite) (٢٦) . ويعد أيون النحاس عنصراً ساماً فيما إذا زاد تركيزه عن الحد المسموح به .

يتضح من الجدول (١) والشكل (٤) أن معدل أيون النحاس لشهر كانون الثاني ولجميع الآبار المدروسة بلغ (٠,٠٠٠٩٢٥) ملغم/لتر ، وتباينت تراكيز أيون النحاس لشهر كانون الثاني مكانياً من بئر الى آخر ؛ إذ سُجِّلَ أدنى تركيز له في البئر (٢٠) فبلغ (٠,٠٠٠٩) ملغم/لتر ، فيما سُجِّلَ أعلى تركيز له وللشهر نفسه في الآبار (١١ ، ١٢ ، ١٣ ، ١٨) التركيز نفسه بلغ (٠,٠٠٣٧) ملغم/لتر ، فيما سجل البئر (٧) تركيزاً بلغ (٠,٠٠٢٨) ملغم/لتر ، أما الآبار (١ ، ٢ ، ٣ ، ٤ ، ٥ ، ٦ ، ٨ ، ٩ ، ١٠ ، ١٤ ، ١٥ ، ١٦ ، ١٧ ، ١٩) فلم تسجل أي تركيز لأيون النحاس في شهر كانون الثاني .

ومن تحليل نتائج تركيز النحاس خلال شهر كانون الثاني نلاحظ وجود تباين مكاني بين الآبار المدروسة ؛ إذ سجلت بعض الآبار تراكيز مرتفعة واخرى لم تسجل أي تركيز ، ويعزى سبب ذلك الى تلوث الآبار التي سجلت تراكيز مرتفعة بالأسمدة الفوسفاتية لاستخدامها بشكل واسع في منطقة الدراسة ، فضلاً عن مياه المجاري الثقيلة المطروحة من الوحدات السكنية والمواكب الحسينية المنتشرة على طول الآبار المدروسة ، أما الآبار التي لم تسجل تراكيز خلال هذا الشهر فيعود ذلك الى ارتفاع مناسيب المياه الجوفية فيها عن طريق تساقط الأمطار ، فضلاً عن قلة سحب المياه منها ، وهو ما أدى الى تخفيف تراكيز بعض العناصر الثقيلة في تلك المياه .

ويتضح من الجدول (٢) والشكل (٤) أن معدل أيون النحاس لشهر تموز ولجميع الآبار المدروسة قد بلغ (٠,٠٢١٦٥) ملغم/لتر ، وتباينت تراكيز أيون النحاس لشهر تموز مكانياً من بئر الى آخر ؛ إذ سُجِّل أدنى تركيز له في البئر (٣) وبلغ (٠,٠٠٣٩) ملغم/لتر ، فيما سُجِّل أعلى تركيز له وللشهر نفسه في البئر (٦) إذ بلغ (٠,١٢٣٣) ملغم/لتر ، فيما سجل البئر (١) ، (٤) التركيز نفسه فبلغ (٠,٠١٠٣) ملغم/لتر ، وسجل البئر (٥) ، (٢٠) أيضاً التركيز نفسه وبلغ (٠,٠٠٧٧) ملغم/لتر ، فيما سجل البئر (٢) ، (٨) التركيز نفسه أيضاً ، بواقع (٠,٠٠٩٠) ملغم/لتر ، وسجل البئر (٧) ، (٩) التركيز نفسه الذي بلغ (٠,٠١٦٧) ملغم/لتر ، فيما سجل البئر (١٠) ، (١٨) التركيز نفسه بلغ (٠,٠١٥٤) ملغم/لتر ، بينما سجلت الآبار (١١) ، (١٢) ، (١٣) ، (١٤) ، (١٥) ، (١٦) ، (١٩) تراكيز متباينة ومختلفة بلغت (٠,٠١٨٠) ، (٠,٠٥١٤) ، (٠,٠٢٠٦) ، (٠,٠٣٣٤) ، (٠,٠٢٧٠) ، (٠,٠١٢٨) ، (٠,٠٢٤٤) ملغم/لتر على التوالي ، اما البئر (١٧) فلم يسجل أي تركيز لأيون النحاس في شهر تموز .
ومن تحليل نتائج تركيز النحاس نلاحظ وجود تباين مكاني بين الآبار المدروسة خلال شهر تموز ، فهناك آبار سجلت تراكيز مرتفعة كما في البئر (٦) ؛ ويعزى سبب ذلك الى تلوث هذا البئر بمياه المجاري الثقيلة المطروحة من الوحدات السكنية القريبة منه ؛ لأن هذه البئر يقع داخل مدينة النجف .

الشكل (٤) تركيز أيون النحاس في مياه آبار مشروع (يا حسين)



المصدر : بالاعتماد على بيانات الجدولين (١) ، (٢) .

ويُعزى سبب تواجد أيون النحاس في مياه منطقة الدراسة الى قلة الظروف المختزلة ؛ إذ يترسب النحاس الى كبريتات من المحاليل الحاملة له ، وهذا ما يفسر العلاقة الطردية بين النحاس و الكبريتات ، وكذلك استخدام الأسمدة الفوسفاتية في الزراعة بشكل واسع .

٥- أيون الكوبلت Cobalt Co

إن نسبة الكوبلت في الرسوبيات والتربة هي اقل من نسبة الحديد ؛ لأن أغلب معادن الكوبلت الموجودة في القشرة الأرضية أقل من كاربونات الكوبلت التي تكون متوازنة في المياه (٢٧) .

إن الكوبلت مرافق قوي للنكل ؛ ذلك بأن صفاتهما متشابهة ويميلان الى إعادة ترسيبهما مع أكاسيد الحديد وخاصةً أكسيد المنغنيز ، ويكون الكوبلت مركبات مع الهيدروكسيد والكاربونات مثل $Co(OH)_2$ و $CoCO_3$ حيث يمتاز $CoCO_3$ بقابلية ذوبانية قليلة ، ويكون الكوبلت العنصر الثانوي للصخور الكاربونية (٢٨) .

يبلغ معدل أيون الكوبلت في القشرة الأرضية (٢٠) ملغم/كغم ، وفي الصخور فوق القاعدية (١١٠) ملغم/كغم ، والصخور القاعدية (٣٥) ملغم/كغم ، وصخور الكرانيت (١) ملغم/كغم ، والحجر الجيري (٠,١) ملغم/كغم ، والحجر الرملي (٠,٣) ملغم/كغم ، والسجيل (١٩) ملغم/كغم (٢٩) ، وفي مياه الأنهار (٠,٢) مايكروغرام/لتر ، وفي مياه البحر (٠,٠٣) مايكروغرام/لتر ، وفي المياه الجوفية (٠,١١) مايكروغرام/لتر (٣٠) .

يتركز أيون الكوبلت في الأسمدة العراقية المتمثلة بـ (TSP) و (MPN) و (NP) و (NPK) فيبلغ على التوالي (١٧ ، ٩ ، ١٣ ، ١٠) ملغم/كغم على التوالي (٣١) ، ولعل أهم المعادن التي يتواجد فيها الكوبلت هي (Skutterudik, Linnacite, Glaucodot, Erthrite, Cobaltite) ، ومن أهم مصادر التلوث بهذا الأيون هي الأسمدة الكيماوية ، وصناعة الالصابغ ، ويُعد الكوبلت مصدراً مهماً في تغذية الحيوان ، ولكن في حال زيادة تركيزه عن الحد المسموح به فإنه يكون ساماً (٣٢) .

يتضح من الجدول (١) والشكل (٥) أن معدل أيون الكوبلت لشهر كانون الثاني ولجميع الآبار المدروسة قد بلغ (٠,٠٠٤٥٩٥) ملغم/لتر ، وتباينت تراكيز أيون الكوبلت لشهر كانون الثاني مكانياً من بئر الى آخر ، إذ سجل أدنى تركيز له في البئر (١١) فبلغ

(٠,٠٠٦) ملغم/لتر ، فيما سُجِّل أعلى تركيز له وللشهر نفسه في البئر (١٨) إذ بلغ (٠,٠١٢١) ملغم/لتر ، بينما سجلت الآبار (٣ ، ١٤ ، ١٦) التركيز نفسه فبلغ (٠,٠٠٣٧) ملغم/لتر ، وسجل البئر (٩ ، ١٥) التركيز نفسه ، إذ بلغ (٠,٠٠١٨) ملغم/لتر ، وسجل البئر (١٠ ، ١٢) التركيز نفسه بواقع (٠,٠٠٧٤) ملغم/لتر ، وسجل البئر (١٣ ، ١٧) التركيز نفسه وبلغ (٠,٠٠٨٦) ملغم/لتر ، بينما سجلت الآبار (٢ ، ٤ ، ٦ ، ٧ ، ٨ ، ١٩ ، ٢٠) تراكيز متباينة ومختلفة بلغت (٠,٠٠٣١ ، ٠,٠٠٤٩ ، ٠,٠٠٦١ ، ٠,٠٠١٢ ، ٠,٠٠٢٥ ، ٠,٠٠٤٣ ، ٠,٠١٠٤) ملغم/لتر على التوالي ، أما البئر (١ ، ٥) فلم يُسجلا أي تركيز لأيون الكوبلت في شهر كانون الثاني .

ومن تحليل نتائج تركيز الكوبلت نلاحظ أن هناك تبايناً مكانياً بين الآبار المدروسة خلال شهر كانون الثاني ؛ فهناك آبار سجلت تراكيز مرتفعة كما في البئر (١٨) ؛ ويعزى سبب ذلك الى تلوث هذا البئر بمياه المجاري الثقيلة المطروحة من الوحدات السكنية القريبة منه ، لأن هذه البئر تقع داخل مدينة الحيدرية .

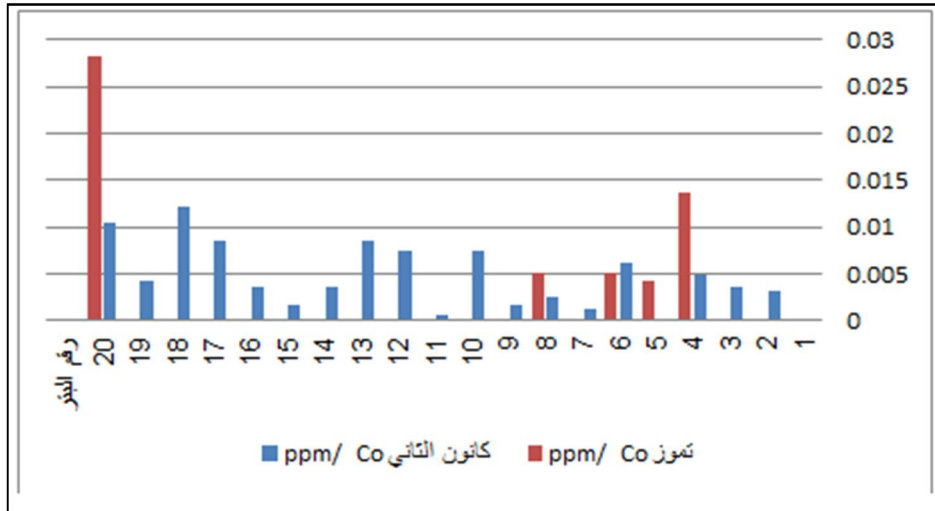
ويتضح من الجدول (٢) والشكل (٥) أن معدل أيون الكوبلت لشهر تموز ولجميع الآبار المدروسة قد بلغ (٠,٠٠٢٨٢) ملغم/لتر ، وتباينت تراكيز أيون الكوبلت لشهر تموز مكانياً من بئر الى آخر؛ إذ سُجِّل أدنى تركيز له في البئر (٥) ؛ فبلغ (٠,٠٠٤٢) ملغم/لتر ، فيما سُجِّل أعلى تركيز له وللشهر نفسه في البئر (٢٠) ، وبلغ (٠,٠٢٨٢) ملغم/لتر ، بينما سجلت الآبار (٤ ، ٦ ، ٨) تراكيز مختلفة بلغت (٠,٠١٣٦ ، ٠,٠٠٥٢ ، ٠,٠٠٥٢) ملغم/لتر على التوالي ، أما الآبار (١ ، ٢ ، ٣ ، ٧ ، ٩ ، ١٠ ، ١١ ، ١٢ ، ١٣ ، ١٤ ، ١٥ ، ١٦ ، ١٧ ، ١٨) فلم تسجل أي تراكيز لأيون الكوبلت في شهر تموز.

ومن تحليل نتائج تركيز الكوبلت خلال شهر تموز نلاحظ وجود تباين مكانياً ؛ إذ سجلت بعض الآبار تراكيز متباينة ، والبعض الآخر لم يسجل أي تركيز ؛ ويعزى سبب ذلك الى تلوث تلك الآبار بمياه المجاري الثقيلة التي تحتوي هذا العنصر ، فتلك الآبار تقع داخل المدن .

ويعتقد أن مصدر تواجد أيون الكوبلت في مياه آبار منطقة الدراسة ناتج عن استعمال الأسمدة الكيماوية الفوسفاتية المختلفة من قبل المزارعين ، فضلاً عن مياه المجاري الثقيلة المطروحة من الوحدات السكنية الموجودة ضمن منطقة الدراسة .

الشكل (٥)

تركيز أيون الكوبلت في مياه آبار مشروع (يا حسين)



المصدر : بالاعتماد على بيانات الجدولين (١ ، ٢) .

٦- أيون الرصاص Lead Pb

يتواجد أيون الرصاص في كثير من صخور القشرة الأرضية ، ويتحرر في اثناء عملية التجوية الكيميائية للمعادن الحاوية عليه مثل Galena (pbS) ، وتكون كمية أيون الرصاص في المياه الجوفية والسطحية قليلة ؛ بسبب قلة ذوبان مركبات الرصاص مع المياه ، وتُعدّ كاربونات الرصاص من أكثر المركبات استقراراً في الطبيعة (٣٣) .
إنّ السلوك الجيوكيميائي للرصاص يشبه الى حد كبير سلوك العناصر القلوية الأرضية ذات الشحنة الثنائية خاصة Ca+2 عدا الذوبانية القليلة للأملاح Pb+2 ، ويدخل جسم الإنسان وكأنه كالسيوم (٣٤) .

يبلغ معدل أيون الرصاص في القشرة الأرضية (١٤) ملغم/كغم ، وفي الصخور فوق القاعدية (١٤) ملغم/كغم ، والصخور القاعدية (٣) ملغم/كغم ، والكرانيت (٢٤) ملغم/كغم ، والحجر الجيري (٥,٧) ملغم/كغم ، والحجر الرملي (١٠) ملغم/كغم ، والسجيل (٢٣) ملغم/كغم ، ويبلغ تركيز الرصاص في المياه العذبة (٠,٠٦ - ١٢٠) مايكروغرام/لتر ، وفي مياه البحر (٠,٠٣ - ١٣) مايكروغرام/لتر ، أما في مياه الأمطار

فيبلغ معدل أيون الرصاص (١) مايكروغرام/لتر ، وفي المياه الجوفية (٣) مايكروغرام/لتر (٣٥) . أما تركيز أيون الرصاص في الأسمدة العراقية (NPK, NP, MPN, TSP) فهي (٤٢ ، ١٧ ، ١٧ ، ١٧) ملغم/كغم على التوالي (٣٦) . يتواجد الرصاص أيضاً في كثير من المعادن التي تتضمن الكالينا (pbs Galena) (Cerussite,PbCO3) و (Anglesite,PbSO4) و (Pyromorphite) و (Lead Chlorophosphate) ، والمعادن الشائعة في المياه هي كاربونات الرصاص . يتواجد أيون الرصاص في المياه الطبيعية نتيجة للنشاط البشري ، مثل استخدام الأسمدة الكيماوية ، والمبيدات ، والوقود المرخص ، وفي مياه المجاري ، وصناعة البطاريات ، والاصباغ ، ومن عمليات الطباعة والمزيتات (٣٧) .

يتضح من الجدول (١) والشكل (٦) أن معدل أيون الرصاص لشهر كانون الثاني ولجميع الآبار المدروسة قد بلغ (٠,٠٠١٦٣٥) ملغم/لتر ، وتباينت تراكيز أيون الرصاص لشهر كانون الثاني مكانياً من بئر الى آخر ، فسُجِّل أدنى تركيز له في الآبار (٧ ، ١١ ، ٢٠) إذ بلغت التركيز نفسه بواقع (٠,٠٠١٣) ملغم/لتر ، فيما سُجِّل أعلى تركيز له وللشهر نفسه في البئر (١٧) ، إذ بلغ (٠,٠٠٥٤) ملغم/لتر ، بينما سجلت الآبار (٨ ، ١٠ ، ١٤) التركيز نفسه بلغ (٠,٠٠٢٠) ملغم/لتر ، وسجلت الآبار (٩ ، ١٥ ، ١٩) التركيز نفسه ، إذ بلغت (٠,٠٠٤٠) ملغم/لتر ، وسجل البئران (١٦ ، ١٨) التركيز نفسه أيضاً، إذ بلغ (٠,٠٠٢٧) ملغم/لتر ، أما الآبار (١ ، ٢ ، ٣ ، ٤ ، ٥ ، ٦ ، ١٢ ، ١٣) فلم تسجل أي تركيز لأيون الرصاص في شهر كانون الثاني .

ومن تحليل نتائج تركيز الرصاص خلال شهر كانون الثاني نلاحظ وجود تباين مكاني ؛ إذ سجلت بعض الآبار تراكيز وبعضها الآخر لم يسجل أي تركيز ؛ ويعزى سبب ذلك الى تلوث تلك الآبار بمياه المجاري الثقيلة التي تحتوي هذا العنصر ، فضلاً عن تلوثها بالأسمدة الكيماوية ، والمبيدات المستخدمة في المزارع المنتشرة بالقرب من تلك الآبار .

ويتضح من الجدول (٢) وشكل (٦) أن معدل أيون الرصاص لشهر تموز ولجميع الآبار المدروسة قد بلغ (٠,٠١٢٣٢) ملغم/لتر ، وتباينت تراكيز أيون الرصاص لشهر تموز مكانياً من بئر الى آخر ، إذ سُجِّل أدنى تركيز له في البئر (٩) ، وبلغ (٠,٠٠٢٩) ملغم/لتر

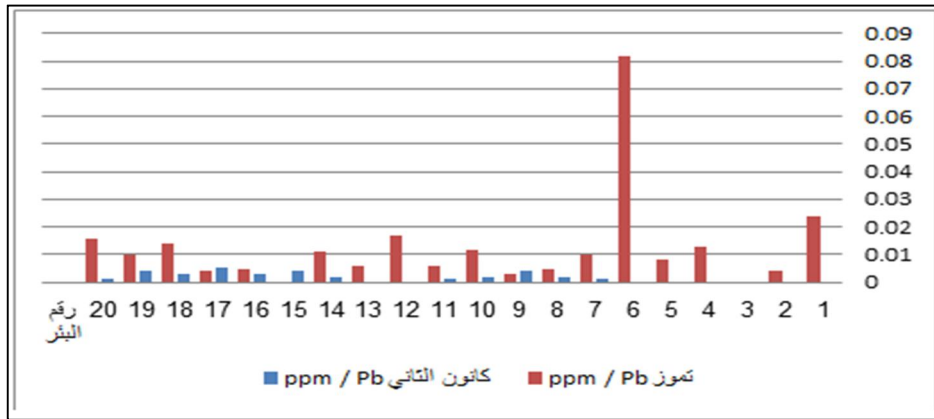
تقويم العناصر الثقيلة لمياه آبار مشروع يا حسين..... (١٤٤)

، فيما سُجِّل أعلى تركيز له وللشهر نفسه في البئر (٦) إذ بلغ (٠,٠٨١٥) ملغم/لتر ، بينما سجل البئر (٢) ، (١٧) التركيز نفسه بلغ (٠,٠٠٣٩) ملغم/لتر ، وسجل البئر (٧) ، (١٩) التركيز نفسه الذي بلغ (٠,٠٠٩٨) ملغم/لتر ، وسجل البئر (٨) ، (١٦) التركيز نفسه أيضاً بلغ (٠,٠٠٤٩) ملغم/لتر ، وسجل البئر (١١) ، (١٣) التركيز نفسه ؛ إذ بلغ (٠,٠٠٥٩) ملغم/لتر ، بينما سجلت الآبار (١) ، (٤) ، (٥) ، (١٠) ، (١٢) ، (١٤) ، (١٨) ، (٢٠) تراكيز متباينة بلغت (٠,٠٢٣٦) ، (٠,٠١٢٨) ، (٠,٠٠٧٩) ، (٠,٠١١٨) ، (٠,٠١٦٧) ، (٠,٠١٠٨) ، (٠,٠١٣٧) ، (٠,٠١٥٧) ملغم/لتر على التوالي ، اما الآبار (٣) ، (٥) فلم تسجل أي تركيز لأيون الرصاص في شهر تموز .

ومن تحليل نتائج تركيز الرصاص نلاحظ تبايناً مكانياً بين الآبار المدروسة خلال شهر تموز ؛ فهناك آبار سجلت تراكيز مرتفعة كما في البئر (٦) ؛ ويعزى سبب ذلك الى تلوث مياه هذه البئر بمياه المجاري الثقيلة المطروحة من الوحدات السكنية القريبة منه ، لأن هذه البئر تقع داخل مدينة النجف .

الشكل (٦)

تركيز أيون الرصاص في مياه آبار مشروع (يا حسين)



المصدر : بالاعتماد على بيانات جدولي (١) ، (٢) .

ويعتقد أن مصدر تواجد أيون الرصاص في مياه آبار منطقة الدراسة ناتج عن استعمال الأسمدة الكيماوية الفوسفاتية المختلفة من قبل المزارعين ، فضلاً عن النشاط البشري مثل مياه المجاري والصناعات المختلفة .

٧- المنغنيز Manganese Mn

يتضح من الجدول (١) والشكل (٧) أن معدل أيون المنغنيز لشهر كانون الثاني ولجميع الآبار المدروسة بلغ (٠,٠٦٠٤٤٥) ملغم/لتر ، وتباينت تراكيز أيون المنغنيز لشهر كانون الثاني مكانياً من بئر الى آخر ، إذ سُجِّل أدنى تركيز له في البئر (١٩) وبلغ (٠,٠٢٠) ملغم/لتر ، فيما سُجِّل أعلى تركيز له وللشهر نفسه في البئر (٢٠) ؛ إذ بلغ (٠,٢٠٩٨) ملغم/لتر ، فيما سجل البئران (١ ، ٢) التركيز نفسه البالغ (٠,٠٣٠٢) ملغم/لتر ، بينما سجلت الآبار (٤ ، ١٠ ، ١٢ ، ١٤ ، ١٥ ، ١٦ ، ١٧ ، ١٨) تراكيز متباينة ومختلفة بلغت (٠,٠٠٨٧ ، ٠,٠١٨١ ، ٠,٠٠٨٠ ، ٠,٠٠٤٧ ، ٠,٠٠٦٧ ، ٠,٠٠٧٤ ، ٠,٠١٠٧ ، ٠,٠٧٢٤) ملغم/لتر على التوالي ، أما الآبار (٣ ، ٥ ، ٦ ، ٧ ، ٨ ، ٩ ، ١١ ، ١٣) فلم تسجل أي تركيز لأيون المنغنيز في شهر كانون الثاني . ومن تحليل نتائج تركيز المنغنيز نلاحظ تبايناً مكانياً بين الآبار المدروسة خلال شهر كانون الثاني ؛ فهناك آبار سجلت تراكيز مرتفعة كما في البئر (٢٠) ، ويعزى سبب ذلك الى تلوث مياه هذا البئر بمياه المجاري الثقيلة المطروحة من الوحدات السكنية القريبة منه ، فهذه البئر تقع داخل مدينة الحيدرية .

ويتضح من الجدول (٢) والشكل (٧) أن معدل أيون المنغنيز لشهر تموز ولجميع الآبار المدروسة بلغ (٠,٠٣٨٢٩) ملغم/لتر ، وتباينت تراكيز أيون المنغنيز لشهر تموز مكانياً من بئر الى آخر ؛ إذ سُجِّل أدنى تركيز له في البئر (١١) وقد بلغ (٠,٠٠٥٥) ملغم/لتر ، فيما سُجِّل أعلى تركيز له وللشهر نفسه في البئر (٢٠) إذ بلغ (٠,١٩٥٣) ملغم/لتر ، فيما سجل البئران (٧ ، ٩) التركيز نفسه الذي بلغ (٠,٠١٥٤) ملغم/لتر ، بينما سجلت الآبار (١ ، ٣ ، ٤ ، ٥ ، ٦ ، ٨ ، ١٠ ، ١٢ ، ١٣ ، ١٤ ، ١٥ ، ١٦ ، ١٧ ، ١٨ ، ١٩) تراكيز متباينة ومختلفة بلغت (٠,٠٣٢٠ ، ٠,١٠٩٢ ، ٠,٠١٣٢ ، ٠,٠٣٧٥ ، ٠,٠٠٧٧ ، ٠,٠٠٦٦ ، ٠,٠٢٧٦ ، ٠,٠٢٥٤ ، ٠,٠٢٤٣ ، ٠,٠١٨٨ ، ٠,٠١٦٦ ، ٠,٠٢١٠ ، ٠,٠٨٣٩ ، ٠,٠٨٧٢) ملغم/لتر على التوالي ، أما الآبار (٢ ، ٥ ، ٦ ، ٧ ، ٨ ، ٩ ، ١١ ، ١٣) فلم تسجل اي قيمة لأيون المنغنيز في شهر تموز .

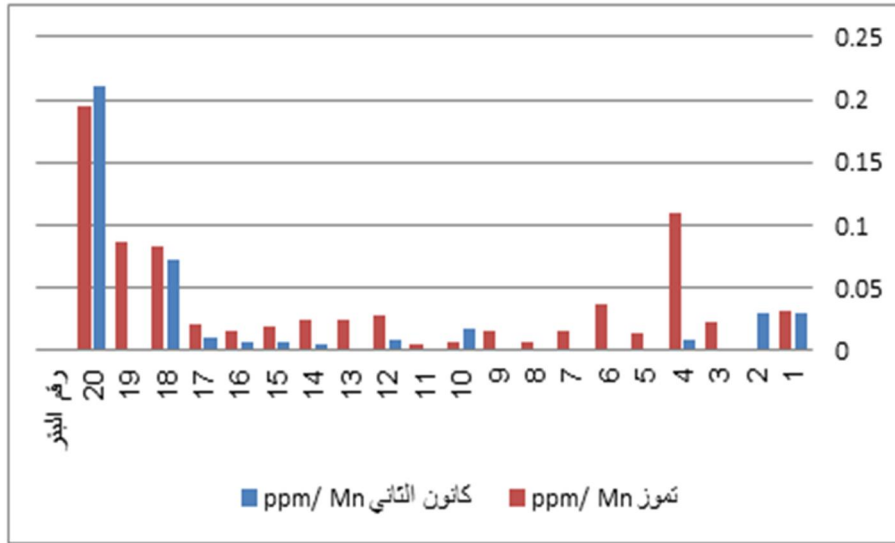
ومن تحليل نتائج تركيز المنغنيز نلاحظ وجود تباين مكانياً بين الآبار المدروسة خلال شهر تموز ؛ فثمة آبار سجلت تراكيز مرتفعة كما في البئر (٢٠) ، ويعزى سبب ذلك الى

تقويم العناصر الثقيلة لمياه آبار مشروع يا حسين..... (١٤٦)

تلوث مياه هذه البئر بمياه المجاري الثقيلة المطروحة من الوحدات السكنية القريبة منه ؛ ذلك بأن هذه البئر تقع داخل مدينة الحيدرية .

الشكل (٧)

تركيز أيون المنغنيز في مياه آبار مشروع (يا حسين)



المصدر : بالاعتماد على بيانات جدولي (١ ، ٢) .

ثانياً : تقويم العناصر الثقيلة :

١- عنصر الكوبلت :

تعد العناصر الثقيلة والنادرة من القياسات الكيميائية المهمة في تحديد مدى صلاحية المياه لأغراض الشرب ، سجلت نتائج التحليل لعنصر الكوبلت (Co) في عينات مواقع مياه الآبار المدروسة لشهر كانون الثاني تراكيز تجاوزت الحد المسموح والمستوى الأعلى للتلوث ، ما عدا الآبار (١ ، ٥ ، ١١) ، فكانت ضمن الحد المسموح به ، أما خلال شهر تموز فقد سجلت تراكيز لم تتجاوز الحد الأقصى للتلوث ، ما عدا العينات (٤ ، ٥ ، ٦ ، ٨ ، ٢٠) ، فقد بلغت تراكيزها (٠,١٣٦ ، ٠,٠٠٤٢ ، ٠,٠٠٥٢ ، ٠,٠٠٥٢ ، ٠,٠٠٥٢ ، ٠,٠٢٨٢) ملغم/لتر على التوالي ، وهي بذلك غير صالحة لأغراض الشرب ، الجدولين (١ ، ٢) ، الخريطة (٢ ، ٣) .

٢- عنصر المنغنيز :

سجلت نتائج التحليل لعنصر المنغنيز (Mn) في عينات مواقع مياه الآبار المدروسة لشهر كانون الثاني تراكيز لم تتجاوز الحد الأقصى للتلوث ، ما عدا العينات (١ ، ٢ ، ١٠ ، ١٧ ، ١٨ ، ٢٠) ؛ إذ بلغت تراكيزها (٠,٠٣٠٢ ، ٠,٠٣٠٢ ، ٠,٠١٨١ ، ٠,٠١٠٧ ، ٠,٠٧٢٤ ، ٠,٢٠٩٨) ملغم/لتر على التوالي ، فقد تجاوزت الحد المسموح به محلياً وعالمياً ، أما خلال شهر تموز فقد سجلت أغلب عينات مواقع مياه الآبار المدروسة تراكيز تجاوزت الحد المسموح والمستوى الأعلى للتلوث ، ما عدا الآبار (٢ ، ٨ ، ١٠ ، ١١) فكانت ضمن الحد المسموح به ، وهي بذلك غير صالحة لأغراض الشرب ، الجدولين (١ ، ٢) ، الخريطة (٤ ، ٥) .

٣- عنصر الرصاص :

يعد عنصر الرصاص (Pb) من العناصر السامة ، إذ سجلت نتائج التحليل تراكيز لم تتجاوز الحد المسموح ولا الحد الأقصى للتلوث في شهر كانون الثاني محلياً وعالمياً ، وهي بذلك صالحة لأغراض الشرب ، أما خلال شهر تموز فقد سجلت أغلب عينات مواقع مياه الآبار المدروسة تراكيز لم تتجاوز الحد المسموح والمستوى الأعلى للتلوث ، ما عدا الآبار (١ ، ٤ ، ٦ ، ١٠ ، ١٢ ، ١٤ ، ١٨ ، ٢٠) ؛ إذ بلغت تراكيزها (٠,٠٢٣٦ ، ٠,٠٢٢٨ ، ٠,٠٨١٥ ، ٠,٠١١٨ ، ٠,٠١٦٧ ، ٠,٠١٠٨ ، ٠,٠١٣٧ ، ٠,٠١٥٧) ملغم/لتر ، وتكون بذلك قد تجاوزت الحد المسموح والحد الأقصى ، وهي بذلك غير صالحة لأغراض ، الجدولين (١ ، ٢) ، الشرب الخريطة (٦ ، ٧) .

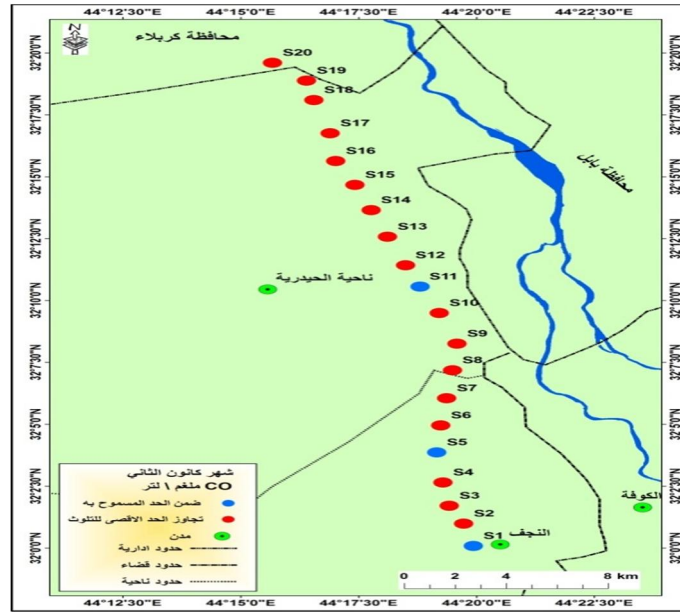
٤- عنصر الكاديوم :

سجلت نتائج التحليل لعنصر الكاديوم (Cd) في شهر كانون الثاني ولأغلب عينات مواقع مياه الآبار المدروسة تراكيز لم تتجاوز الحد المسموح والحد الأقصى للتلوث ، ما عدا الآبار (١٢ ، ١٣ ، ١٤ ، ١٥ ، ١٦ ، ١٧ ، ١٨ ، ١٩ ، ٢٠) فقد سجلت تراكيز مرتفعة تجاوزت الحد الأقصى للتلوث بلغت (٠,٠٠٥٢ ، ٠,٠٠٤٩ ، ٠,٠٠٣١ ، ٠,٠٠٤٠ ، ٠,٠٠٢٧ ، ٠,٠٠٥٤ ، ٠,٠٠٢٧ ، ٠,٠٠٤٠ ، ٠,٠٠١٣) ملغم/لتر على التوالي ، أما خلال شهر تموز فقد سجلت الدراسة الحالية تراكيز تجاوزت الحد المسموح والحد الأقصى للتلوث ولجميع

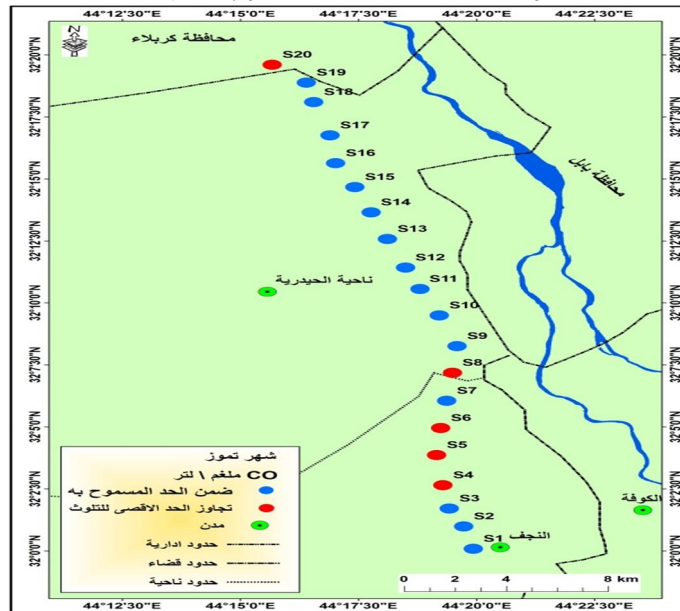
تقييم العناصر الثقيلة لمياه آبار مشروع يا حسين..... (١٤٨)

مواقع عينات مياه الآبار المدروسة ، باستثناء البئر (٢) ، وهي بذلك غير صالحة لأغراض الشرب ، الجدولين (١ ، ٢) ، الخريطة (٨ ، ٩) .

الخريطة (٢) صلاحية Co للشرب (كانون الثاني) .



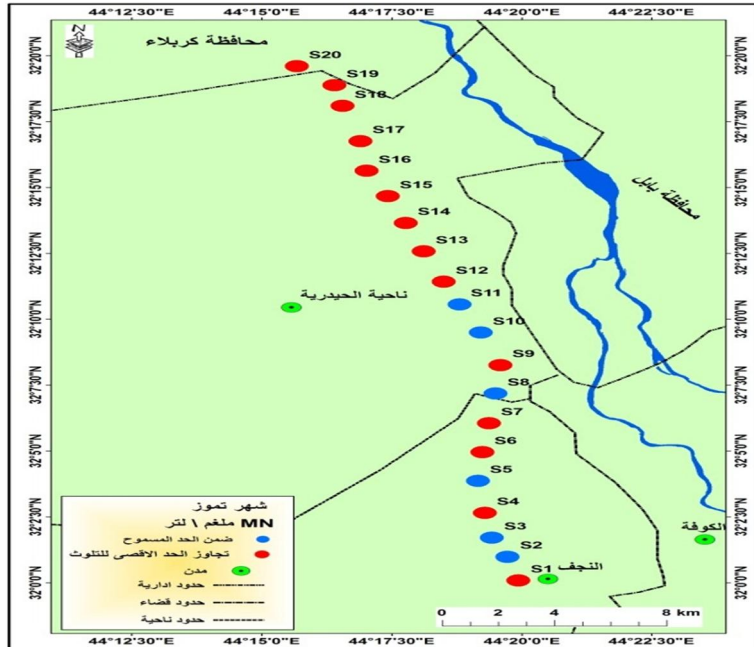
الخريطة (٣) صلاحية Co للشرب (تموز)



الخريطة (٤) صلاحية Mn للشرب (كانون الثاني).

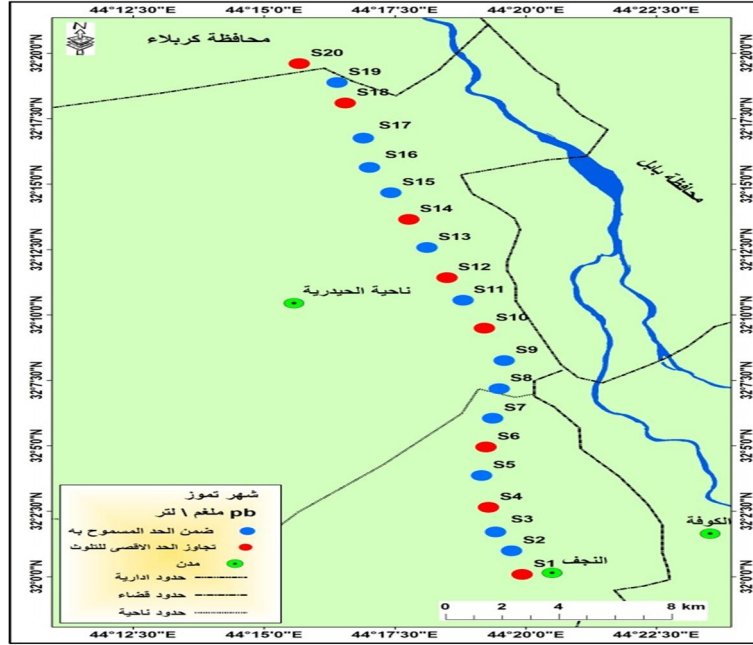


الخريطة (٥) صلاحية Mn للشرب (تموز).



المصدر: بالاعتماد على الجدولين (١ ، ٢) ، وباستخدام برنامج (ArcGIS v. 10.2) .

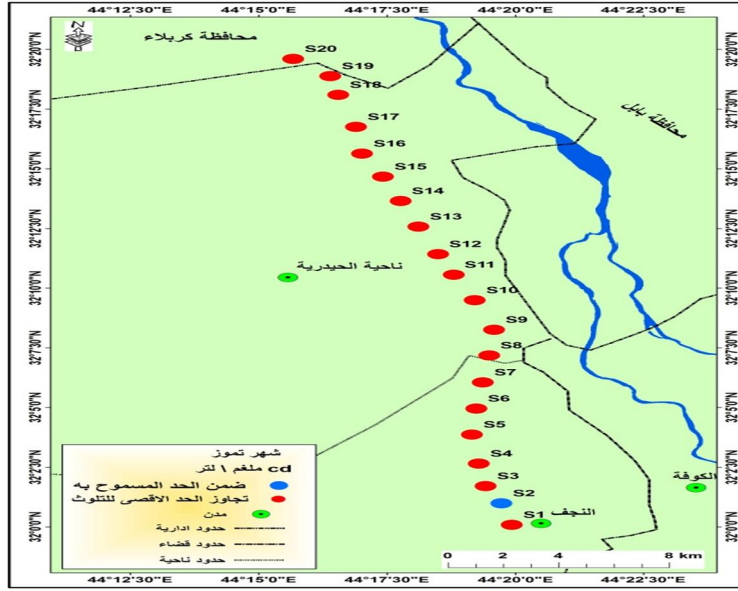
الخريطة (٦) صلاحية Pb للشرب (كانون الثاني).



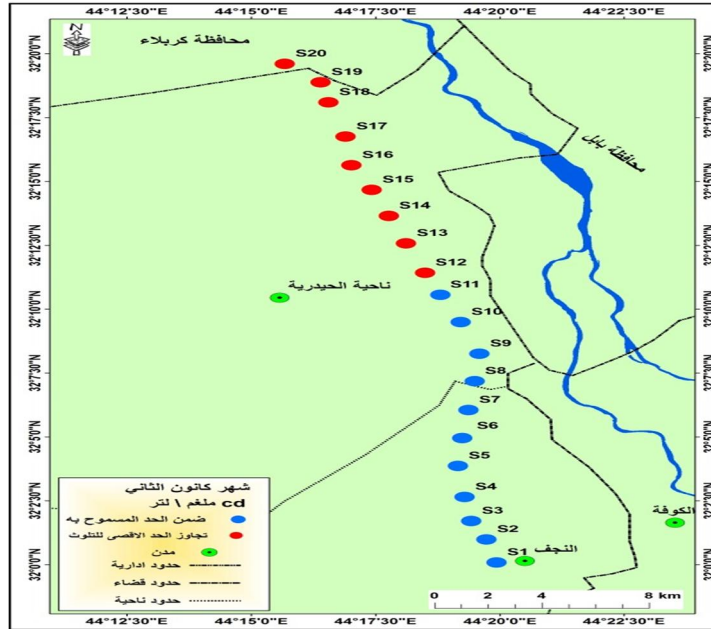
الخريطة (٧) صلاحية Pb للشرب (تموز).



الخريطة (٨) صلاحية Cd للشرب (كانون الثاني) . .



الخريطة (٩) صلاحية Cd للشرب (تموز)



المصدر: بالاعتماد على الجدولين (١ ، ٢) ، وباستخدام برنامج (ArcGIS v. 10.2)

٥- عنصر النحاس :

سجلت نتائج التحليل لعنصر النحاس (Cu) في شهر كانون الثاني ولجميع عينات مواقع مياه الآبار المدروسة تراكيز لم تتجاوز الحد المسموح والحد الأقصى للتلوث محلياً وعالمياً ، وهي بذلك صالحة لأغراض الشرب ، أما خلال شهر تموز فقد سجلت الدراسة الحالية ولأغلب عينات مواقع مياه الآبار المدروسة تراكيز تجاوزت الحد الأقصى للتلوث عالمياً ، ما عدا الآبار (٢ ، ٣ ، ٥ ، ٨ ، ١٧ ، ٢٠) فلم تتجاوز الحد الأقصى للتلوث عالمياً ، أما محلياً فهي جميعها ضمن الحدود المسموح بها في شهر تموز ، وهي بذلك غير صالحة لأغراض الشرب عالمياً وصالحه محلياً ، الجدولين (١ ، ٢) ، الخريطة (١٠ ، ١١) .

٦- عنصر الزنك :

سجلت نتائج التحليل لعنصر الزنك (Zn) في شهر كانون الثاني ولأغلب عينات مواقع مياه الآبار المدروسة تراكيز تجاوزت الحد المسموح والحد الأقصى للتلوث عالمياً ، ما عدا الآبار (٢ ، ٣ ، ٤ ، ٥ ، ٦ ، ١٤ ، ١٥) ، وهي بذلك صالحة لأغراض الشرب ، أما محلياً فجميع المواقع لم تتجاوز الحد الأقصى للتلوث ، أما في شهر تموز ، فقد سجلت الدراسة الحالية ولأغلب عينات مواقع مياه الآبار المدروسة تراكيز تجاوزت الحد الأقصى للتلوث عالمياً ، ما عدا الآبار (٢ ، ٥) فلم تتجاوز الحد الأقصى للتلوث عالمياً ، أما محلياً فهي جميعها ضمن الحدود المسموح بها ، وهي بذلك غير صالحة لأغراض الشرب عالمياً ، الجدولين (١ ، ٢) ، الخريطة (١٢ ، ١٣) .

٧- عنصر الكروم :

سجلت نتائج التحليل لعنصر الكروم (Cr) في شهر كانون الثاني ولأغلب عينات مواقع مياه الآبار المدروسة تراكيز لم تتجاوز الحد المسموح والحد الأقصى للتلوث عالمياً ومحلياً ، ما عدا الآبار (٩ ، ١١ ، ١٢ ، ١٣ ، ١٤ ، ١٥) وهي بذلك صالحة لأغراض الشرب ، أما خلال شهر تموز فقد سجلت الدراسة الحالية ولجميع عينات مواقع مياه الآبار المدروسة تراكيز لم تتجاوز الحد الأقصى للتلوث عالمياً ومحلياً ، وهي بذلك صالحة لأغراض الشرب عالمياً ، الجدولين (١ ، ٢) ، الخريطة (١٤ ، ١٥) .

الخريطة (١٠) صلاحية Cu للشرب (كانون الثاني).



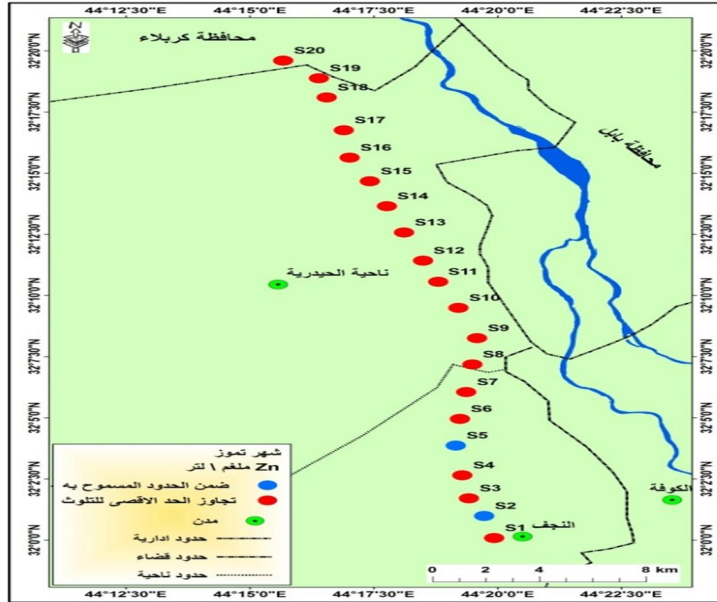
الخريطة (١١) صلاحية Cu للشرب (تموز).



الخريطة (١٢) صلاحية Zn للشرب (كانون الثاني) .

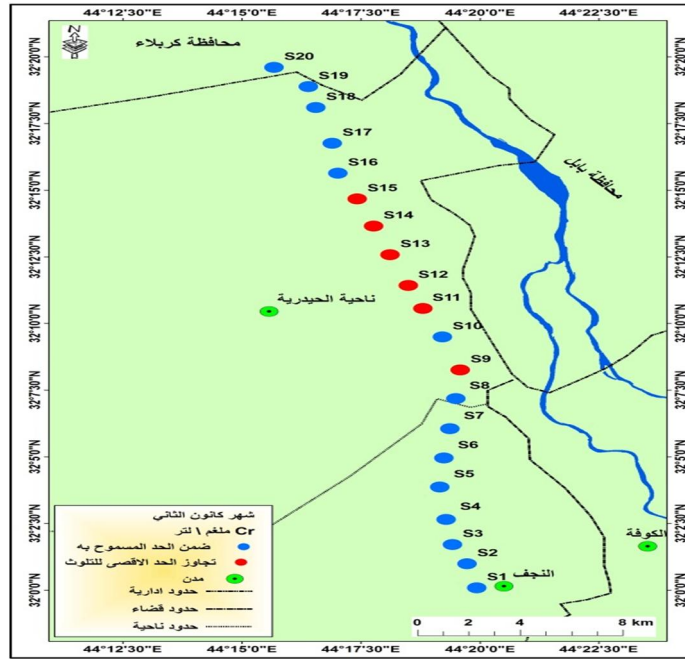


الخريطة (١٣) صلاحية Zn للشرب (تموز) .

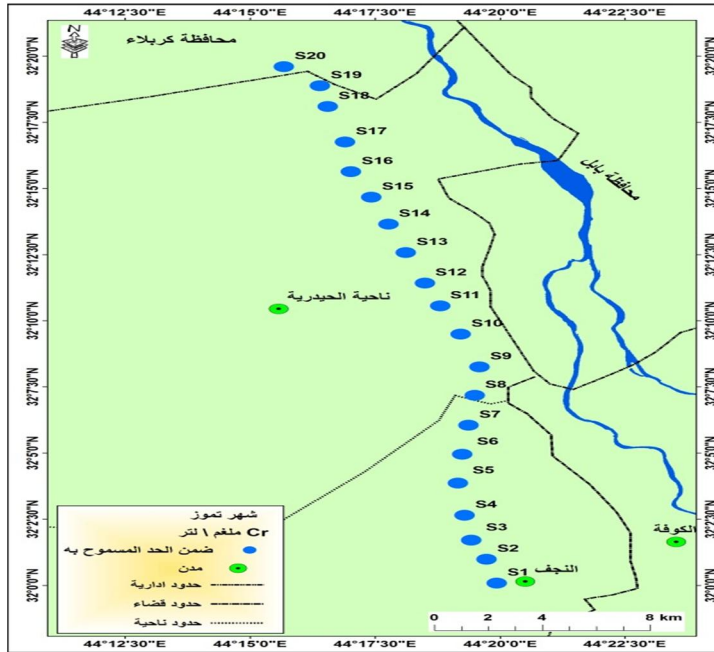


المصدر: بالاعتماد على الجدولين (١ ، ٢) ، وباستخدام برنامج (ArcGIS v. 10.2)

الخريطة (١٤) صلاحية Cr للشرب (كانون الثاني)



الخريطة (١٥) صلاحية Cr للشرب (تموز).



المصدر: بالاعتماد على الجدولين (١ ، ٢) ، وباستخدام برنامج (ArcGIS v. 10.2) فيما سجلت نتائج التحليل للعناصر الثقيلة والحدود المسموحة بها ، اعتمادا على تصنيف (Ayres & west Cot, 1989) في الجدول (٣) ومقارنتها مع النتائج التي توصلت لها الدراسة في الجدولين (١ ، ٢) أن جميع الآبار المدروسة صالحة للاستهلاك الحيواني وملدتي الدراسة (كانون الثاني وتموز) بالنسبة للعناصر الثقيلة .

الجدول (٣)

الحدود المسموحة بها للمواد السامة لمياه شرب الحيوانات .

Ions	الحدود المسموحة بها ملغم/لتر
Cd	٠,٠٥
Cr	١
Co	١
Cu	٠,٥
Pb	٠,١
Zn	٢٤
NO3-N+NO2-N	١٠٠
NO2-N	١٠

Abstract

Ground water (GW) quality were evaluated by dtermining Heavy metals (HMs) for Alhussain project on July and December 2014 .

Heavy metals (zn,cu,cr,co,pb,cd,mn) for the wells under study has been examined . The results showed great variations among the analyzed samples . However most values were higher the maximum permissible levels recommended by world health organization (WHO) drinking water standard . The harvests of metallic contents except (zn,cu,cr) were higher the maximum permissible levels recommended by world health organization (WHO) for drinking and irrगतational purposes .

هوامش البحث :

- ١- طارق أحمد محمود . علم وتكنولوجيا البيئة ، مطابع مديرية دار الكتب للطباعة والنشر - جامعة الموصل ، ١٩٨٨ ص٢٢.
- ٢- المنظمة العربية للتنمية الزراعية ، دراسة أساليب وسياسات استرداد تكلفة مياه الري في الدول العربية ، الخرطوم ، ١٩٩٩ ، ص٢٠.
- 3- Claud E., Water quality and introduction, Kluwer Academic Publishers , USA ,2000,345 .
- 4- Drever J. I., The Geochemistry of Natural of water surface and ground water environments (3rd ed.) Prentice Hall, USA ,1997, p436.
- 5- Alloway B., And Ayres D.C., Chemical Principle of Environmental Pollution (2ed). Chapman & Hall, London,uk1997, p395.
- 6- Cromoptons T.R., Toxicants the aquieous ecosystem. John Wiley and Sons. USD,1997, p382.
- ٧- محمود عبد الامير سلمان السعدي ، التقييم البيئي للمياه الجوفية في منطقة الرحالية /الانبار ، مصدر سابق ، ص٨٦ .
- 8- Alloway B., and Ayres, D.C., Chemical Principle of Environmental Pollution (2ed). Chapman & Hall, London,uk1997, p395.
- 9- Boyd Claud E., Water quality and introduction, Kluwer Academic Publishers , USA, 2000,p348 .
- 10- Drever J. I., The Geochemistry of Natural of water surface and ground water environments (3rd ed.) Prentice Hall, USA ,1997, p438.
- 11- Alloway B., And Ayres D.C., Chemical Principle of Environmental Pollution (2ed). Chapman & Hall, London,uk1997, P396.
- 12- Cromoptons T.R., Toxicants the aquieous ecosystem. John Wiley and Sons. USD, uk1997, p382.
- ١٣- محمود عبد الامير سلمان السعدي ، التقييم البيئي للمياه الجوفية في منطقة الرحالية /الانبار ، مصدر سابق ، ص٨٧-٨٨ .
- 14- Hem J.D., Study and Interpretation of the chemical characteristic of Natural Water U.S.G.S water supp. Paper, 1985 , 2254,p275.
- 15- Drever J. I., The Geochemistry of Natural of water surface and ground water environments (3rd ed.) Prentice Hall, USA ,1997, p440.
- 16- Alloway B., and Ayres D.C., Chemical Principle of Environmental Pollution (2ed). Chapman & Hall, London,1997, P398.
- 17- Cromoptons, T.R., Toxicants the aquieous ecosystem. John Wiley and Sons. USD,1997, p384.

تقويم العناصر الثقيلة لمياه آبار مشروع يا حسين..... (١٥٨)

- 18- Emsley J., The Elements (3rd ed.) Clavendonpress, Oxford, London,uk 1998 , p292.
- 19- Haton M.,The Environmental Implication of Cadmium in Phosphate Fertilizers phosphors and Potasium,1983 , p33.
- ٢٠- محمود عبد الامير سلمان السعدي ، التقييم البيئي للمياه الجوفية في منطقة الرحالية /الانبار ، مصدر سابق ، ص٨٧ ، ٨٨ .
- 21- Hem J.D., Study and Interpretation of the chemical characteristic of Natural Water U.S.G.S water supp. Paper, 1985 , p276.
- 22- Drever J. I., The Geochemistry of Natural water surface and ground water environments (3 ed.) Prentice Hall, USA ,1997, p442.
- 23- Cromoptons T.R., Toxicants the aqueous ecosystem. John Wiley and Sons. USD,1997, p386.
- 24- Alloway B., and Ayres D.C., Chemical Principle of Environmental Pollution (2ed). Chapman & Hall, London,uk1997, P399.
- ٢٥- محمود عبد الامير سلمان السعدي ، التقييم البيئي للمياه الجوفية في منطقة الرحالية /الانبار ، مصدر سابق ، ص٩١ .
- 26- Emsley J., The Elements (3rd ed.) Clavendonpress, Oxford, London,uk 1998 , p294.
- 27- Boyd Claud E., Water quality and introduction, Kluwer Academic Publishers , USA ,2000,p353 .
- 28- Hem J.D., Study and Interpretation of the chemical characteristic of natural Water U.S.G.S water supp. Paper, 1985 , 2254, p279.
- 29- Alloway B., and Ayres D.C., Chemical Principle of Environmental Pollution (2ed). Chapman & Hall, London,uk1997, p399.
- 30- Cromoptons T.R., Toxicants the aqueous ecosystem. John Wiley and Sons. USD,uk1997, p387.
- ٣١- محمود عبد الامير سلمان السعدي ، التقييم البيئي للمياه الجوفية في منطقة الرحالية /الانبار ، مصدر سابق ، ص٩٣ .
- 32- Emsley J., The Elements (3rd ed.) Clavendonpress, Oxford, London,uk 1998 , p296.
- 33- Drever J. I., The Geochemistry of Natural of water surface and ground water environments (3rd ed.) Prentice Hall, USA ,1997, p445.
- 34- Moore J.W., and Ramamorthy S., Heavy Metals in natural waters applied monitoring and impact assessment. Springer, NewYork,USA,1984, p286 .

35- Longmuir D., Aqueous Environmental Geochemistry, prentice Hall, USA, 1997, p613.

٣٦- محمود عبد الامير سلمان السعدي ، التقييم البيئي للمياه الجوفية في منطقة الرحالية /الانبار ، مصدر سابق ، ص٩٤ .

37- Alloway B., and Ayres D.C., Chemical Principle of Environmental Pollution (2ed). Chapman & Hall, London,uk1997, p403.

قائمة المصادر والمراجع

- ١- السعدي، محمود عبد الامير سلمان ، التقييم البيئي للمياه الجوفية في منطقة الرحالية \ الانبار ، رسالة ماجستير (غير منشورة) ، كلية العلوم ، جامعة بغداد ، ٢٠٠٤ .
- ٢- محمود، طارق أحمد ، علم وتكنولوجيا البيئة ، مطابع مديرية دار الكتب للطباعة والنشر - جامعة الموصل ، ١٩٨٨ .
- ٣- المنظمة العربية للتنمية الزراعية ، دراسة أساليب وسياسات استرداد تكلفة مياه الري في الدول العربية ، الخرطوم ، ١٩٩٩ .
- 4- Alloway B., And Ayres D.C., Chemical Principle of Environmental Pollution (2ed). Chapman & Hall, London,uk1997.
- 5- Boyd Claud E., Water quality and introduction, Kluwer Academic Publishers , USA, 2000.
- 6- Claud E.,Water quality and introduction, Kluwer Academic Publishers , USA ,2000.
- 7- Cromoptons T.R., Toxicants the aqueous ecosystem. John Wiley and Sons. USD,1997.
- 8- Drever J. I., The Geochemistry of Natural of water surface and ground water environments (3rd ed.) Prentice Hall, USA ,1997.
- 9- Emsley J., The Elements (3rd ed.) Clavendonpress, Oxford, London,uk 1998.
- 10- Haton M.,The Environmental Implication of Cadmium in Phosphate Fertilizers phosphors and Potasium,1983 .
- 11- Hem J.D., Study and Interpretation of the chemical characteristic of Natural Water U.S.G.S water supp. Paper, 1985 .
- 12- IRQS., Drinking water standards, Cental Organization for Standardization and Quality Control, Min. of Planning, 2014.

- 13- Longmuir D., Aqueous Environmental Geochemistry, prentice Hall, USA, ,1997.
- 14- Moore J.W., and Ramamorthy S., Heavy Metals in natural waters applied monitoring and impact assessment. Springer, NewYork,USA,1984.
- 15- WHO.,Guidelines for drinking – water quality – 4th Edition , 2014.