تراكيز العناصر الثقيلة في مياه الري الزراعي في قضاء الحسينية

علي كاظم جواد الخزاعي

أ.د . رياض محمد علي عودة المسعودي
أ.د. حسين فاضل عبد الشبلي

المستخلص:-

أستهدف البحث عشرة عينات من مياه الري سبعة منها في مناطق زراعية وثلاثة منها كانت من نهر الحسينية الذي يعد هو النهر الرئيس في تزويد الأراضي الزراعية في قضاء الحسنية لمحافظة كربلاء ،أذ تمثلت الدراسة أيجاد التباين في نسب العناصر الثقيلة في مياه الري الزراعي منها الرصاص (Pb) والزنك (Zn) والنيكل(Ni) والكادميوم(Cd) ، ومن خلال الفحص المختبري لعينات المياه ظهرت هناك تباين واضح في نسب العناصر الثقيلة خلال الفصلين الشتاء والصيف في (شباط ، أب) وكانت أعلى معدل لعنصر الكادميوم في العينات كانت (١،٢ ، ٢٧) جميعها بواقع (٠,٠٢٧، ٠,٠٢٣ ، ٠,٠٢٤%، ppm) على التوالي وتعتبر هذه النتائج أعلى من الحدود المسموح بها محلياً وعالمياً ، وهذا دليل على وجود نسب عالية في فصل الشتاء والصيف للمواقع العينات المذكورة بسبب ان هناك عمليات الري الزراعي المختلفة من المبازل الملوثة وكذلك مياه الابار في فترات قلة الحصص المائية لنهر الحسنية وخاصةً صيفاً ، وبانت ان نسبة عنصر الرصاص في عينات المياه قد تجاوز الحدود المسموحة للعناصر الثقيلة في ترب الأراضي الزراعية اتضح من خلال الفحص المختبري لشهر شباط بأن لا توجد هنالك نسب عالية للكادميوم في عينات المياه فسجلت اعلى معدل في العينات (١، ٢٧) بواقع (٠,٠٨% ، ٠,٠٧% ppm) اما باقي العينات كانت نتائجها سالبة ،أذ كانت مستويات الكادميوم بشكل عام قليلة جداً في فصل الشتاء وحتى في فصل الصيف .

Abstract:

The research targeted ten samples of irrigation water, seven of which were in agricultural areas, and three of them were from the Husseiniya River, which is the main river in supplying agricultural lands in the Hassaniya district of Karbala Governorate.), zinc (Zn), nickel (Ni) and cadmium (Cd), and through laboratory examination of water samples, there was a clear variation in the proportions of heavy elements during the winter and summer seasons in (February, August) and the highest rate of cadmium in the samples was (1,2 , 27) all by (0.027, 0.023, 0.024%, ppm) Respectively, these results are higher than the permissible limits locally and globally, and this is evidence of the presence of high percentages in winter and summer for the aforementioned sample sites because there are different agricultural irrigation operations from polluted drains, as well as well water during periods of lack of water quotas for the Hassaniya River, especially in summer. The percentage of lead in the water samples exceeded the permissible limits for the heavy elements in the soil of agricultural lands. It was clear through the laboratory examination for the month of February that there were no high levels of cadmium in the water samples, so the highest rate was recorded in the samples (1, 27) by (0.08%, 0.07). % ppm) As for the rest of the samples, the results were negative, as cadmium levels were generally very low in the winter and even in the summer.

المقدمة:-

تعد العناصر الثقيلة (Heavy Elements) من اهم الملوثات المائية اذ تنطلق بكميات كبيرة منها الى البيئة من المخلفات الصناعية ومياه الفضلات مسببة العديد من المشاكل البيئية، هي تلك الفلزات او اشباه الفلزات ذات الاستقرارية العالية التي تمتلك كثافة اعلى من(5 غم / سم^{3}) واعداد ذرية أكثر من 24 مثل الكادميوم والرصاص والزئبق وغيرها، وقد ازداد الاهتمام العالمي بهذه العناصر خلال العشرين سنة الماضية بسبب التلوث البيئي لبعضها ، وتعتمد سمية هذه العناصر في البيئة على قابلية العنصر الثقيل على اكتساب الكترون ، لذلك تعد كل العناصر الثقيلة سامة في التراكيز العالية ، وحتى الضرورية منها لنمو النبات والكائنات الحية الأخرى ، كما تتأثر سمية هذه العناصر على الكائن الحي بالعوامل البيئة مثل الدالة التفاعل والتركيب الكيمياوي لها والحالة الايونية للعنصر فضلاً عن قابليتها على اجراء اواصر تساهمية ، وتنشأ العناصر الثقيلة في بيئة التربة التي تكون مصادرها اما بصورة طبيعية او بشرية باستثناء ما موجود في التربة نتيجة عمليات التجوية الفزيائية والكيمائية لمادة الأصل التي تحتوي على مستويات مرتفعة من العناصر النذرة او الثقيلة ، وتتعرض التربة في العديد من التربة مناطق العالم ولاسيما منطقة الدراسة للتلوث بالعناصر الثقيلة السامة نتيجة النشاط البشري في العديد من المجالات لاسيما الصناعية والزراعية فضلاً عن المخصبات النباتية والتصنيع والتعدين وعمليات التخلص من المخلفات الصلبة والسائلة التي تعد مصدراً من مصادرها .

أولاً/ مشكلة البحث :-

١. ماهو اصل طبيعة وتواجد العناصر الثقيلة في مياه الري الزراعية ؟.
٢. هل هناك تباين مكاني للعناصر الثقيلة بين منطقة وأخرى في مياه الري الزراعية لمنطقة الدراسة ؟.

ثانياً / فرضية الدراسة :-

١. أن أصل العناصر الثقيلة تكونت من الأصل الطبيعي بنسب ضئيلة وأخرى من بفعل عوامل بشرية تكون أكثر تأثيراً على المياه والتربة .
٢. تتباين نسب بعض العناصر الثقيلة في مياه الري الزراعي لمنطقة الدراسة تاركة اثار عديدة تنعكس على مياه الري الزراعي والكائنات الحية الأخرى .

ثالثاً / هدف الدراسة :-

تهدف الدراسة الى معرفة تراكيز العناصر الثقيلة واثرها في الإنتاج الزراعي في قضاء الحسينية لمحافظة كربلاء للعينات الماخوذة من مياه الري الأراضي الزراعية ، ولمعرفة اكثر العناصر انتشاراً في المياه من جهة ، والوقوف على اهم الأسباب والنتائج من جهة أخرى .

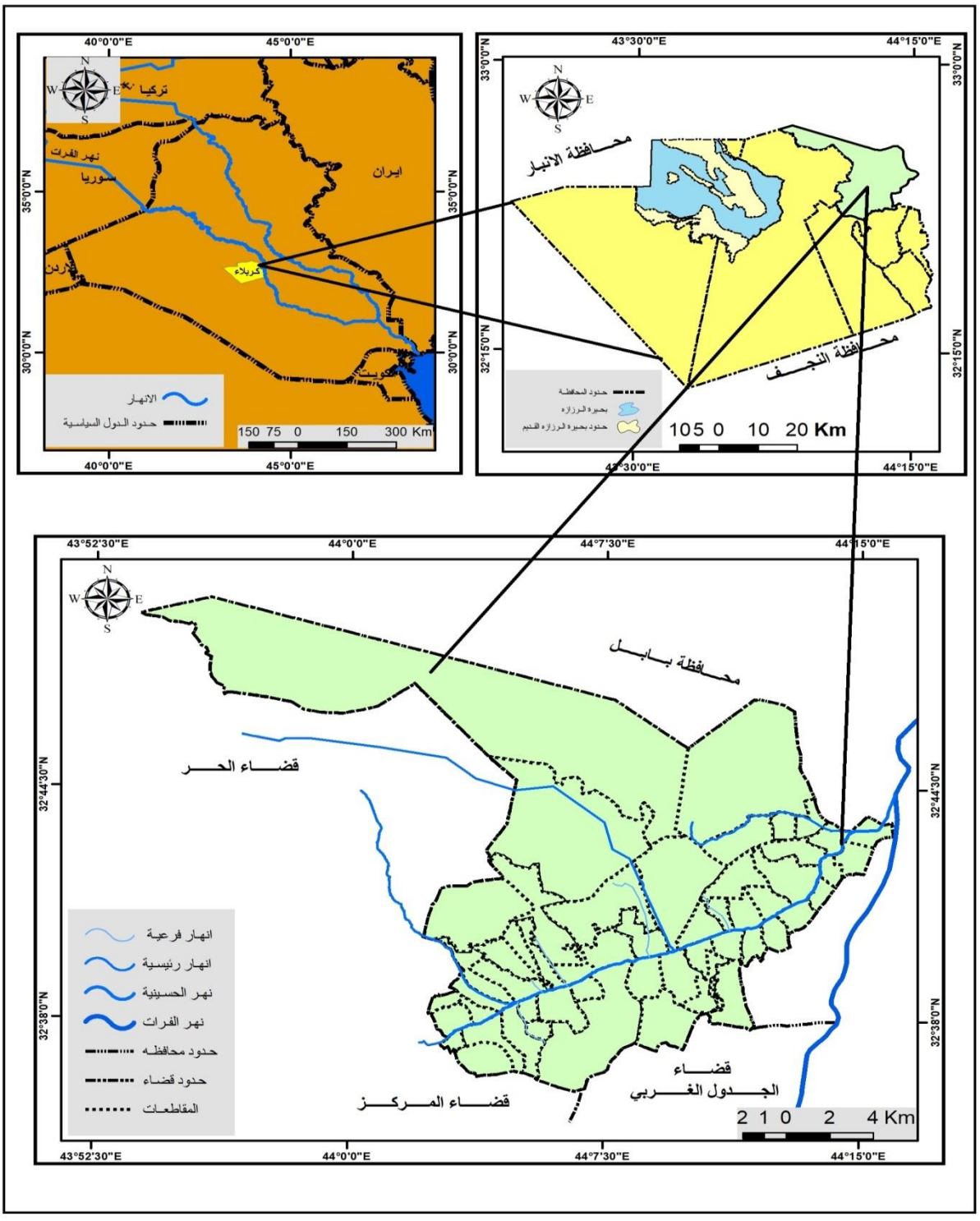
رابعاً / هيكلية الدراسة :-

لقد تضمنت الدراسة مبحثان ، تضمن المبحث الأول طبيعة اصل العناصر الثقيلة او المعادن في البيئة الطبيعية ، اما المبحث الثاني تضمن فحص والتحليل للعينات المأخوذة من منطقة الدراسة .

خامساً / حدود منطقة الدراسة :-

تعد الحدود المكانية لمنطقة الدراسة المتمثلة بالحدود الإدارية لقضاء الحسينية التي تعد أحد أقضية محافظة كربلاء ، ويقع قضاء الحسينية فلكياً بين دائرتي عرض (٣٢ ً ٣٥ ْ- ٥٠ ً ٣٢ ْ) شمالاً، وخطي طول (٥٣ ً ٤٣ ْ- ١٥ ً ٤٤ ْ) شرقاً، وبذلك يحتل قضاء الحسينية موقعاً جغرافياً في جهة الشمال الشرقي لمحافظة كربلاء أذ وهي بذلك تمثل الحافة الشرقية للمحافظة المجاورة لمحافظة بابل ، وتكون محافظة كربلاء حدودها الإدارية مشتركة مع ثلاث محافظات ، محافظة الأنبار من الشمال والغرب ، وكذلك من الشرق محافظة بابل أذ جنوباً تحدها محافظة النجف ، ينظر خريطة (١) المحافظة من العراق ومن ضمنها منطقة الدراسة البالغة مساحتها (٣٣٤كم^{٢}) .

خريطة (١)
موقع قضاء الحسينية من محافظة كربلاء المقدسة



المصدر: الباحث اعتماداً على : ١- جمهورية العراق، وزارة الموارد المائية، الهيئة العامة للمساحة، خريطة العراق بمقياس رسم (١ / ١٥٠٠٠٠٠ لسنة ٢٠٢١.
٢ - جمهورية العراق، وزارة الموارد المائية، الهيئة العامة للمساحة، خريطة محافظة كربلاء الادارية، بمقياس رسم (١ / ٢٥٠٠٠٠ لسنة ٢٠٢١.
٣ - جمهورية العراق، وزارة الموارد المائية، مديرية الموارد المائية في محافظة كربلاء المقدسة، شعبة الأراضي، خريطة قضاء الحسينية وبمقياس رسم (١ / ٢٥٠٠٠) لسنة ٢٠٢١.

المبحث الأول

طبيعة اصل العناصر الثقيلة في مياه الري الزراعي

اولاً/ المعدن (Metal) :-

يعد المعدن بانه العنصر الذي يمثل مجموعة من المواد العضوية في حالته الصلبة او السائلة او الغازية ، او هو مادة صلبة في الطبيعية تكونه بطرق غير عضوية وبترتيب داخلي منظم للذرات، كما ان للمعادن تركيبا كيميائياً فيزيائياً في طبيعته وقد يكون ثابتة تماماً او متغيرة لحد ما داخل اطار محدود، وكذلك يتكون من مادة غير عضوية يكون في شكل بلوري ولها خصائص طبيعية معينة، وله تركيب كيميائي معين ويختلف في حدود معينة وهو يتكون طبيعياً او بشكل صناعي [٤] ، ان هناك (٥٩) عنصراً يصنف على انها معادن ثقيلة ، غير ان البعض منها يمتاز بالسمية الشديدة والتأثير الخطر على البيئة والكائنات الحية ، مما ينبغي التأكيد عليه في هذا الصدد هو ان جميع العناصر او المعادن تصبح سامة للأحياء اذا كانت موجودة بتراكيز عالية، غير أنها تكون سامة حتى وان كانت بتراكيز منخفضة جدا، وجرت العادة في الدراسات الكيميائية والبيئية ان يطلق مصطلح المعادن الثقيلة على جميع المعادن السامة، بغض النظر عن وزنها الذري وكثافتها[٥] .

ثانياً/ طبيعة المعادن او العناصر :- تعد المواد التي تتكون من صخور القشرة الأرضية وعلى هذا الأساس تعتبر المعادن اهم صلة طبيعية متيسرة بين أيدينا لمعرفة تاريخ الأرض، ويعتبر الجيولوجيين ان العناصر او المعادن التي يجدها في الصخور والعروق تعتبر منتجات نهائية لعمليات طبيعية كثيرة ومتشعبة، ووظيفته الأولى هي الكشف وازاحة الستار عن غوامض هذه العمليات وأول ما يقوم به جيولوجيين المعادن في هذه الوظيفة هو دراسة خواص انواع هذه المعادن (بلورية، فيزيائية، كيميائية) ونشاتها، وعلاقتها الزمانية وتسلسلها الزمني لتكونها او ما نسميه بالنشأة التتابعية. ان معظم أنواع الصخور تتكون من مخاليط عدة ولكن قلة من الصخور مثل الصخر الجيري الذي يتكون أساسا من معدن واحد والغالبية العظمى من المعادن التي توجد في الطبيعة مكونة من الصخور المختلفة، اما الباقي في الطبيعة يكون العروق ومالئا الفجوات، وتعرف هذه المعادن باسم الخاماتOres ، ومنها استخراج الفلزات المختلفة التي تستفيد منها الحضارة البشرية [٦] ، أذ تم تسمية العناصر الثقيلة بالعناصر الغذائية الصغرى او بالعناصر الثانوية مما يوحي بان دورها في تغذية النبات ذو أهمية ثانوية مقارنة بالعناصر الغذائية الرئيسة او الكبرى ، ان زيادة تراكم المعادن الثقيلة في التربة يكون ساما على الانسان والنبات والحيوان وكذلك فان التعرض لمدة طويلة للمعادن الثقيلة يؤدي الى مشاكل عديدة من نوعية المعدن والكمية، فأن العناصر المذكورة تعد أكبر الملوثات البيئية اذ يؤدي استمرار انبعاثاتها من العمليات الطبيعية والبشرية الى زيادة تركيزها في التربة، اذ توجد المعادن كمكونات في النظام البيئي وتشمل قشرة الأرض والمحيط الحيوي والوقود الاحفوري من حرق وقود السيارات وعمليات التعدين[٤] ، أن البعض هذه العناصر تدخل في انتاج مبيدات زراعية مثل النحاس وتنتشر ملوثات هذه العناصر في الأجزاء البيئية الهواء والماء والتربة وهذه الأجزاء ترتبط بصورة مباشرة بصحة الانسان و الحيوان وغير مباشرة عن طريق تأثيرها في نمو النباتات التي تتغذى عليها الكائنات الحية، اذ ان تحلل هذه العناصر بفعل عدد من المؤثرات البيئية كيميائية كانت كالحرارة والرطوبة واشعة الشمس او بفعل مؤثرات حيوية أخرى يؤدي في اغلب الأحيان الى خفض درجة تأثيرها وسميتها اذ انها تدخل في دورة الطبيعة.

ثالثاً/ اشكال تواجد العناصر الثقيلة في بيئة التربة [٧] :-

ان وجود العناصر الثقيلة في بيئة التربة يكون في صور متعددة اهمها :

١. ذائب في محلول التربة . ٢- متبادل او مدمص على سطوح مكونات التربة غير العضوية .

٣- مرتبط مع المادة العضوية غير الذائبة . ٤- مترسب في هيئة رواسب نقية او خليطة .

٥- جميعها تدخل في تركيب المعادن الاولية او الثانوية .

رابعاً / خصائص العناصر الثقيلة :- تتراكم العناصر الثقيلة في الاحياء والنباتات والمياه والتربة كما يمكن لهذه العناصر ان تبقى لمدة طويلة مدمصة على الغرويات العضوية قبل ان تصبح متاحة للكائنات الحية ومن المعروف ان هذه العناصر غير قابلة للتحلل والاضمحلال مع الوقت لذلك فأنها تصبح خطرة على الكائنات الحية والبيئة بسبب كثافتها العالية بغض النظر عن امتلاكها للكثافة العالية لا انها تتواجد بالقرب من اسفل الجدول الدوري للعناصر الكيميائية وقد بين العلماء ان العناصر السامة توصف كملوثات للبيئة بسبب امتلاكها الخصائص الاتية [٨] :-

١. ان معدلات تراكمها من خلال دورات من صنع الانسان اكثر سرعة من تكونها في الطبيعة.
٢. إمكانية نقلها الى مواقع عشوائية بحيث يصبح بالإمكان التعرض لها بشكل مباشر.
٣. النوع والشكل الكيميائي او الصورة الكيميائية التي يتواجد فيها المعدن في النظام البيئي قد يتوافر بيولوجيا وبصورة كبيرة.

رابعاً / وجود العناصر في الطبيعة:- توجد العناصر في الطبيعة اما بهيئة بلورات مفردة ملتصقة مع بلورات أخرى من نفس المعدن او مع بلورات من معدن اخر، وفي العادة تكون هذه البلورات الملتصقة منتهية بأوجه بلورية من احد طرفيها. لكن في معظم الأحيان توجد المعادن منتشرة او مبعثرة في معادن أخرى، لتكون في هيئة مخاليط المعادن المعروفة باسم الصخور. في هذه الحالة توجد المعادن في هيئة حبيبات او جسيمات غير منتظمة، ولكن في بعض الأحيان تظهر أوجه بلورية وتكون بلورة المعدن منتهية بأوجه من الطرفين تختلف هذه العروق من حيث اتساعها وأنواع معادنها وترتيب هذه المعادن فيها من مكان لأخر ومن منطقة الى أخرى، اما بالنسبة لمكان وجود المعادن في الطبيعة فقد توجد المعادن في نفس المكان الذي تكونت فيه وتعرف هذه الحالة باسم المعادن الاصلية (Primary) او معادن محلية او معادن موضعية (in Site)وهذه المعادن لم تنتقل من مكان نشأتها اما اذا انتقل المعدن من مكان نشأته الى مكان جديد لم ينشأ فيه وذلك بفضل الرياح او الأنهار ....الخ فيعرف باسم معدن ثانوي او منقول (Secondary)[٩] .

خامساً / وجود العناصر الثقيلة في المياه :- تتواجد العناصر الثقيلة في المياه إما بشكل ذائب أو مرتبط مع الجزيئات العالقة في عمود المياه (التي تشمل دقائق طينية و غرينية أو مركبات السليكا أو أجزاء حية كالدايتومات و الطحالب و الهائمات النباتية و الحيوانية و البكتيريا و الفطريات) ، ويعد النشاط البشري من أهم مصادر العناصر الثقيلة في البيئة المائية و إن أغلب الأنهار العالمية و المياه السطحية باتت تحت تأثير نشاطات الإنسان المؤدية للتدهور السريع لهذه البيئات بسبب التصريف المستمر للمتدفقات الملوثة ، و يمكن دخول العناصر الثقيلة إلى البيئة المائية نتيجة التبادل الأيوني (Ion Exchange) أو الأمصاص (Adsorption) على السطح الخارجية لحبيبات العوالق من مواد طينية و عضوية أو عن طريق الترسيب المشترك(Co – Precipitation) من خلال تجوية الصخور إذ إن بعض العناصر تترسب و ترتبط مع الرواسب وعند ذوبانها تنطلق من طبقة الرواسب إلى عمود المياه عند ظروف اختزالية [١٠] .

سادساً / مصادر العناصر الثقيلة (Heavy elements sources): -

١. **المصادر الطبيعية (Natural sources) :** توجد هذه العناصر بشكلها الطبيعي من كافة العمليات الجيولوجية في التربة وكذلك عمليات التعرية وتكون هذه العناصر مصدرها الأصلي هي الصخور والترسبات التي تحدث في قشرة الأرض وقد تكون هذه المعادن ذائبة او عالقة في مياه الامطار المنجرفة على سطح الأرض او عالقة بين ذرات الهواء وتنتقل بفعل الرياح من مكان واخر على سطح الأرض ، كذلك الأنشطة البركانية ايضاً تعتبر من المصادر الطبيعية التي تساهم في انتشار العناصر الثقيلة وقد يمكن ان تكون عن طريق الامطار الحامضية التي تعمل على اذابة أجزاء من التربة وتحرير العناصر الى المياه والنبات [١١] .

فهذه العناصر توجد ضمن تركيب القشرة الأرضية بتراكيز متفاوته بالرغم من ندرتها وتؤدي التجوية الكيميائية والفيزيائية والحيوية لصخور القشرة الأرضية الى انطلاق بعض مكونات هذه الصخور أذ يحدث انحلال للعناصر الثقيلة بالماء خلال الدورة الطبيعية للماء عبر الصخور او من خلال التربة التي تحتوي على العناصر مثل الرصاص والزنك والنيكل والكادميوم والكروم والنحاس والحديد وغيرها ان هذه الظاهرة تحدث في جميع بقاع العالم وقد يحدث التلوث الطبيعي بهذه العناصر في باطن الأرض بسبب تفاعلات المعادن ومنها

الكبريتيتة مع مواد مؤكسدة وهذه العناصر توجد في جميع الترب لأنها جزء من مكوناتها [١٢] . ينظر الجدول (١) يبين محتوى بعض المعادن الخام من العناصر الثقيلة والنادرة .

٢. **المصادر البشرية (Human resources):** هي الأنشطة البشرية وخصوصاً الإنمائية التي لم تضع الاعتبارات البيئية في حسابها بألحاق الضرر بمكونات البيئة كافة وذلك بسبب رمي المخلفات الصناعية ونواتج الاحتراق للوقود وغيرها في الوسط المحيط كما في منطقة الدراسة ، وقد أدى تمركز الصناعة في المدن وما يلحقها من نشاطات علمية وتجارية وزيادة وسلائل النقل وغيرها الى تحول البيئة في كثير من المدن وخاصة الصناعية منها الى بيئة ملوثة بالغازات والعناصر المعدنية ، اذ تعتبر العناصر الثقيلة واحدة من اخطر الملوثات على الكائنات الحية ومنها النبات [١٣] ، تكون النواتج البشرية للعناصر الثقيلة الناتجة من مياه الصرف الصحي المنزلي والصناعي والزراعي من خلال استخدام المساحيق والاسمدة الكيماوية والمبيدات فضلا عن ذلك الانبعاثات من الحركة المرورية التي تشمل عمليات احتراق وقود السيارات لا سيما الحاوية على الرصاص وزيت المحركات واستهلاك الإطارات[١٤] ، وان تأثر البيئة الطبيعية بهذه العناصر نتيجة الزيادة السكانية السريعة وتنامي الصناعات والتقنيات الزراعية وكثرت طرح الفضلات المختلفة الصلبة والسائلة والصرف الصحي والتي اثرت في ارتفاع نسب هذه العناصر وانتشار الآفات الزراعية المختلفة التي أدت الى ارتفاع التلوث العضوي والكيمياوي .

الجدول (١) محتوى بعض العناصر الخام من العناصر الثقيلة والنادرة

العنصر	المعدن الخام	العناصر الثقيلة به
الرصاص(Pb)	PbS	Ag, Zn, Cu, Cd, Sa
الزنك(Zn)	ZnS	Cd, Cu, Pb, As, Sa
الكادميوم (Cd)	ZnS	Zn, Pb, Cu
النيكل (Ni)	(Ni,Fe)9, S8, Ni As	Co, Cr, As, Se

المصدر/ عصام محمد عبد المنعم ، احمد بن إبراهيم التركي ، العناصر الثقيلة مصادرها واضرارها على البيئة ، مركز الأبحاث الواعدة في المكافحة الحيوية والمعلومات الزراعية ، جامعة القصيم ، المملكة العربية السعودية ، ٢٠١٢ ، ص٦ .

ماهية العناصر الثقيلة:-

أولاً / الرصاص (Pb): - يعد عنصر الرصاص من العناصر الكيميائية الشائعة في الطبيعة وهو من العناصر الثقيلة الأكثر كثافة من العناصر الأخرى ، وهو ايضاً معدن غير انتقالي ذو طبيعة معدنية ضعيفة اذ يتفاعل مع الاكسدة والاحماض والقواعد ، ويعد الرصاص من المعادن الغير ضرورية للكائنات الحية لذا فهو من المعادن السامة الملوثة للبيئة بشكل عامة وحتى لو كان تراكيزه منخفضة ، اذ يعد الرصاص حالة خاصة لمادة كثيرة الانتشار في أجواء المدن وخاصة الكبرى منها وذلك كنواتج من عوادم السيارات، وذلك بعد غسله بواسطة الامطار يعود الرصاص الى مياه الأنهار والبحيرات ومنه الى التربة بشكل مباشر عند سقوط الامطار او عن طريق عمليات الري للمحاصيل الزراعية بالمياه الملوثة ومن ثم يدخل في السلاسل الغذائية وتستخدم التكنولوجيا الحديثة الرصاص بكثير من استخداماتها بعد فعاليات الاستخراج والتعدين وكذلك في صناعة المبيدات والدهان (أكسيد الرصاص الاحمر) وكذلك صناعة البطاريات الكهربائية التي تستخدم وحدها ثلث الإنتاج العالمي من الرصاص كذلك يستخدم رابع مثيل رصاص في وقود السيارات كمانع للفرقعة الذي يعتبر مصدرا للتلوث[١٦]، ان تأثير الرصاص على الكائنات الحية التي تعيش في الماء او التربة التي تتكاثر وتنمو ضمن هذا المجال والتي تعتبر أعضاء السلاسل الغذائية التي يستمد الانسان منها غذائه وعامل مهم من عوامل خصوبة التربة .

ثانياً / الزنك (Zn): - يوجد عنصر الزنك (الخارصين) في الترب بمعدلات تتراوح بين ١٠-٣٠٠ جزء بالمليون في المعادن المختلفة للتربة ، كذلك يوجد الزنك بالإضافة الى وجوده في المعادن الأولية في معادن

الطين الثانوية او المادة العضوية بصورة متبادلة. ان تحلل الزنك من المعادن الأولية والمعادن الثانوية ومادة التربة العضوية هو الذي يكون زنك محلول التربة، ان كمية الزنك في محلول التربة أي الزنك الذائب الناتج من عمليات التجوية للمعادن الأولية او المتحرر من المعادن الثانوية قليلة جدا مقارنة بكمية الزنك الكلي الموجود في التربة، وهذا يعود الى وجود عوامل كثيرة تقلل من كمية الزنك الجاهز للامتصاص من لدن النبات [17]، أوضحت عدة دراسات ان الكمية الكلية للزنك ليست كلها صالحة للنبات ولكن الكمية من الزنك التي يمكن استخلاصها بمحلول (DTPA ثنائي الاثلين ثلاثي الأمين خماسي حامض الخليك) تعتبر هي الكمية الصالح بالنسبة للنباتات والتي تكون عادة مرتبطة بالمادة العضوية بالتربة التي تتركز في الطبقة السطحية من التربة[18] ، يدخل عنصر الزنك في بعض معادن الطين من خلال عملية الاحلال المتماثل او قد يكون على شكل مركبات مترسبة او مركبات معقدة معدنية او عضوية ، ومن هذا ان توفير كمية مناسبة للزنك الجاهز في التربة يتطلب معرفة درجة تفاعل التربة (ph) يؤدي الى زيادة تركيزه وهذا يعني ان العلاقة عكسية بين الاثنين ، ودرجة تفاعل التربة تكون تأثيرات إضافية اذ تعد عاملا هاما ومحددا في نفس الوقت من امتصاص الزنك بهيئة اكاسيد وترسبه بهيئة مركبات مختلفة لذلك فان درجة تفاعل التربة لها دور في ترسيب وقدرة جذور النبات على الامتصاص لهذا العنصر ثم نقله الى الأجزاء العلية في النبات لتأثيره على المعقدات العضوية الذائبة وغير الذائبة [19].

ثالثاً/ النيكل(Ni): - يكون عنصر النيكل في بعض الأراضي الى (١٠٠٠) جزء في المليون كما يصل محتوى النيكل الكلي في الأرضي الناشئة والحديثة حيث تتواجد الصخور القاعدية فيكون محتواه (٣٤١٠) جزء بالمليون ويكون محتواه الأراضي الجافة وشبه الجافة ما بين (٥-٣٠٠) جزء بالمليون ويوجد النيكل في مختلف المحاصيل ويؤخذ من التربة على صورة (Ni^{+2}) ويتنافس الكاتيونات الأخرى بما لفيها الكالسيوم والمغنيسيوم والحديد والزنك ولذلك فوجود مستويات مرتفعة من النيكل في [20] ، يكون عنصر النيكل للنباتات حتى لو كان تراكيز منخفضة نسبياً حوالي (٤٠جزء /مليون) بينما المجموع الكلي لمحتوى التربة الزراعية يتراوح غالباً ما بين (١٠-٤٠ جزء/مليون) ويمكن ان يكون النيكل اعلى نسبة في الأراضي المشتقة من الصخور السربنتين (Serpentine) ان الاعراض التي يسببها سمية هذا العنصر تشبه اعراض نقص المنجنيز ، اذ تظهر الأوراق في شحوب على الحواف وبين العروق وتظهر بعض البقع والتحلل ، ويكون الحد القياسي لعنصر النيكل وفق المواصفات الاوربية هو (٠,٠٥ ملجم/لتر) ، بينما اقصى حد مسموح به في مياه الري هو(٠,٢ملجم/لتر)[21] ، أذ يتواجد هذا العنصر في البيئة من مجموعة متنوعة من المصادر الطبيعية والبشرية منها مياه الصرف الصحي في محطات المعالجة ، وكذلك تلوث المياه بعنصر النيكل عن طريق الانابيب المياه المطلية بالنيكل وكذلك الخلايا الصناعية المحتوية على النيكل وكذلك بعض تجهيزات المطابخ من اواني وغيرها المصنوعة من عنصر النيكل ، ويعتبر النيكل من المركبات القابلة للذوبان في التربة والنبات ويؤثر بشكل سلبي من خلال نظام الكاتيون اذ يتم نقل المركبات عبر خليط بواسطة وسائل ثانوية أذ يدخل النيكل من خلالها الى أعماق النبات ثم ينتقل الى البراعم عبر النسيج الخشبي من خلال المجموعة الجذرية في التربة وان وجوده في التربة والنباتات يؤدي الى تشوه النبات ويقلل من انتاجيته [٢٢].

رابعاً / الكادميوم(Cd): - يكون مصدر عنصر الكادميوم في الطبيعة من تجوية معادن الكادميوم مثل معادن (Cadmoselite)، الاطيان ايضا بإمكانها ان تحرر هذا العنصر وذلك لاحتوائها على نسبة (19 ppm)، من الكادميوم الممتز كذلك ان قابلية هذا العنصر في الذوبان في البيئات المؤكسدة الحامضية اذ يشكل تجمعات مع المادة العضوية كما يوجد في معادن (Sphalerite)، او كبريت الكادميوم (CdS) ، ويوجد عنصر الكادميوم في البيئة المائية وخاصة في مياه الصرف الصحي مسببا انتشارا في تلوث المياه والتربة الناتج من الأسمدة وانتشار الملوثات عن طريق الهواء كما ان إضافة الأسمدة والمخصبات للأراضي الزراعية قد تضيق كميات إضافية كبيرة م عنصر الكادميوم الى التربة والمياه[23] ، اذ يتداخل مع امتصاص العناصر المغذية الضرورية لنمو النبات كالصوديوم ، والكالسيوم ، والحديد ،والزنك ويؤدي بالتالي الى انخفاض تركيزها في النبات ان تراكم عنصر النيكل في انسجة أوراق الحنطة يؤدي الى تقليل سمك خلايا الطبقة الوسطى وحجم الحزم الوعائية وقطر الاوعية الموجودة في الحزم الرئيسة والجانبية وعرض خلايا [24] ، يتم التحكم في قابلية الذوبان للكادميوم في الماء بشكل رئيسي عن طريق الامتزاز على مواقع تبادل الايونات الموجبة والترسيب المشترك مع اكاسيد المنغنيز . ومع ذلك فان الكادميوم يميل الى ان يكون اقل امتزازا من المعادن ثنائية التكافؤ الأخرى،

وبالتالي فهو غير مستقر اكثر في التربة والرواسب واكثر توافر بيولوجيا، وان هذا العنصر فلز شديد السمية وليس له اثار مفيدة للنباتات والانسان ، وان المصدر الطبيعي لهذا العنصر البيئة العامة من حرق الوقود الاحفوري وحرق نفايات البلدية ويمكن ان يطلق الكادميوم من مصادر الزنك او الرصاص او النحاس ويصبح متطاير في درجة حرارة اعلى من (٤٠٠ْ) ، ويكون اكبر مصدر للكادميوم السلسلة الغذائية البشرية من جراء استخدام الاسمدة الفوسفاتية التي يوجد بها الكادميوم كشائبة ويساهم في انتشار حمأة المجاري الملوثة في الاراضي الزراعية في امتصاص الكادميوم البشري[25] .

اما طرق معالجة التربة المتأثرة بالمواد الثقيلة الاتية [26] :-

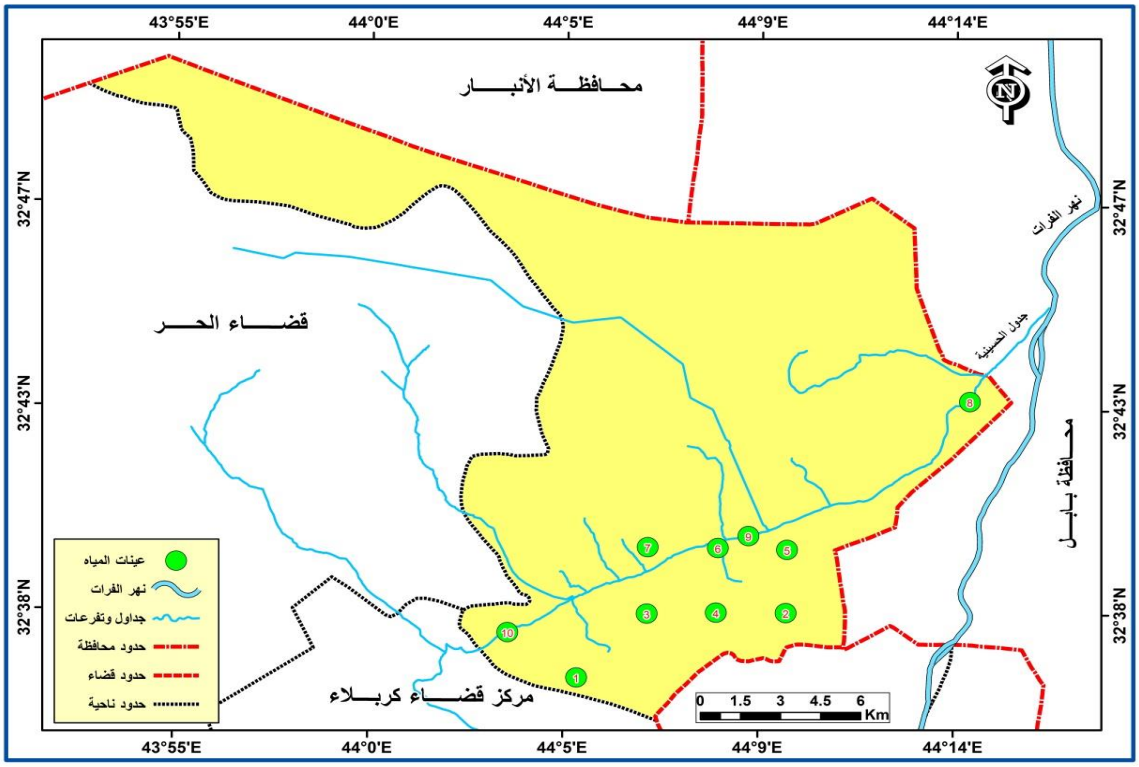
١. إضافة الجير الى التربة الذي يمنع النبات من امتصاص المعادن الثقيلة.
٢. إضافة المواد العضوية للتربة لها نفس أثر الجير.
٣. تحسين ظروف الصرف للتربة التي تساعد على امتصاص المعادن الثقيلة وصرفها.
٤. العمل على زراعة النباتات التي تتحمل وجود المواد الثقيلة في التربة.
٥. إضافة طبقة تربة سطحية غير ملوثة فوق التربة الملوثة.

المبحث الثاني

(تراكيز العناصر الثقيلة في مياه الري الزراعي في قضاء الحسينية)

أن الكثير من المياه السطحية قد مرت سابقاً من خلال التربة (سطحياً او جانبياً) او بالمياه الجوفية فأن العديد من مصادر تأثر التربة والمياه بالعناصر الثقيلة قد تكون مصادر تأثر سطحي أيضاً ، يحتوي الجريان السطحي في المناطق الحضرية على وجه الخصوص على مستويات متزايدة من الملوثات بالعناصر والمركبات العضوية وخاصة المناطق الزراعية القريبة او المتاخمة من المناطق الحضرية ، وكذلك مناطق استهلاك الوقود ومناطق تصريف مياه الفضلات البلدية والصناعية المعالجة وغير المعالجة [27] كما في منطقة الدراسة ، ويمكن معرفة نسب تركيز العناصر الثقيلة في البيئة المائية لمياه السقي لمنطقة الدراسة ونهر الحسينية الرئيس ومقارنتها مع الحدود المسموحة بها ضمن المواصفات العالمية من خلال التحليل المختبري لعينات المياه ينظر خريطة (٢) لعينات المياه الري من الأراضي الزراعية لقضاء الحسينية المأخوذة خلال شهر شباط واب، وكذلك ينظر الى جدول (٢)،(٣) عينات مياه الري من الأراضي الزراعية وكذلك ينظر جدول (٤)،(٥) لعينات نهر الحسينية بداية النهر ووسط ونهاية النهر فضلاً عن ذلك ينظر جدول (٦) الذي يمثل المحددات المحلية والعالمية لنوعية مياه الري.

خريطة (٢) مواقع عينات المياه المأخوذة من منطقة الدراسة



المصدر: مديرية الموارد المائية في محافظة كربلاء ، شعبة انتاج الخرائط ، بيانات غير منشورة ، خريطة بمقياس ١:٥٠٠,٠٠٠، لسنة ٢٠٢١.

أولاً / العناصر الثقيلة في البيئة المائية:-

تعتمد تجمعات المعادنِ الثقيلة في المياهِ الطبيعية على عوامل طبيعية وغير طبيعية فالعوامل الطبيعية تكون من خلال عمليات تعرية الصخور أو عمليات غسل التربة التي تسيطر على جاهزية العناصر الثقيلة للماء، أما العوامل غير الطبيعية فتكون ناجمة عن النشاطات البشرية كالفضلات الصناعية والزراعية ومن عمليات تكرير النفط إضافة إلى ما يطرح من مياه الصرف الصحي وفضلات منزلية [28] .

ثانياً/ العناصر الثقيلة الذائبة في الماء:-

تعد أيونات العناصر الذائبة أوهي بعض مركباتها الكيميائية ، أو هي المعقدات العضوية واللاعضوية التي تختلف في جاهزيتها الحيوية وتأثير سميتها، أذ أن بعضها متصل بالجزيئات الغروية والتي لها القابلية على المرور خلال مرشحات قطر فتحاتها (٠,٤٥مايكرومتر)، وإن من أهم العوامل التي تؤثر على ذائبية العناصر وانطلاقها هي قيمة درجة التفاعل للوسط، إذ إن قيمة الأس الهيدروجيني من العوامل المؤثرة في قابلية ذوبان العنصر، وإن ارتفاع وحدة واحدة نحو القاعدية يؤدي إلى خفض قابلية ذوبان كل من النحاس والكادميوم والحديد والمنغنيز بمقدار مئة مرة ويحدث العكس عند انخفاض قيمة الأس الهيدروجيني وحدة واحدة مما كانت عليه[29] ،أذ أن فإن تغير في قيم الأس الهيدروجيني يؤثر على انطلاق وترسيب العناصر الاخرى في البيئة المائية.

ثالثاً / العناصر الثقيلة العالقة في الماء: -

تمثل الجزيئات الغروية المنتزه على أسطح المواد العالقة والأحياء المائية والتي ليس لها القابلية على المرور من خلال المرشحات قطر فتحاتها(٠,٤٥ مايكرو متر)، وتقسم إلى نوعين النوع الاول الأحيائي ويشمل الأحياء المجهرية كالعوالق النباتية والعوالق الحيوانية والبكتيريا والفطريات وبعض نواتج الفعاليات الحيوية، أما النوع الثاني فهو غير الإحيائي الذي يتمثل بجزيئات الطينِ الدراسة.

١- الرصاص (Pb):-

يعد عنصر الرصاص من العناصر الذي يكون تركيزها في الصخور النارية اكثر مما عليه في الصخور الرسوبية ويصل تركيزه في المياه الجوفية الى (٣) جزء بالمليار ، ويزداد ترسبه في الرسوبات اكثر مما في المياه وذلك لان الرصاص المتنقل بهيئة مواد عالقة في المياه يتم ترسيبه في الرسوبات بامتزاز من قبل المعادن الطينية ويترسب ايضاً في الظروف الاختزالية عندما يكون مرافقاً للكبريت ، ويتواجد الرصاص في المياه القذرة ومياه المجاري ويأتي في البوليميرات وعمليات الطباعة والوقود وهو عنصر سام يؤثر في المياه ليسرة اكثر من المياه العسرة [٣٠] ، سجل اعلى تركيز عنصر الرصاص في مياه الري لمنطقة الدراسة في عينه (٢) بواقع (ppm٠,٠٢٠) وادنى تركيز له في عينه (٣) هي (NILL) في فصل الشتاء ، أما في فصل الصيف فقد سجل أعلى نسبة لعنصر الرصاص لموقع العينة (٧) بواقع (0.017 ppm) وادنى نسبة سجلة في عينة (٣) بواقع (٠,٠٠٢ ppm) ينظر الجدول (٢) ، وينظر الخريطة(٣) عينات الرصاص لمياه الري لشهر شباط ، كذلك الخريطة (٤) لشهر أب وهذه النسب للعينات المأخوذة تكون هي أدنى من المحددات العراقية والعالمية لعنصر الرصاص في مياه الري لمنطقة الدراسية كما في الجدول (٣) ، ويعود السبب في زيادة تركز النسبي لعنصر الرصاص لبعض العينات لوجود بعض المخلفات ورش السيارات ووجود النفايات الصلبة المنزلية والصناعية المطروحة لبعض معامل منطقة الدراسة والوحدات السكنية القريبة من المناطق الزراعية على الرغم من الاختلاف العشوائي الغير منظم لمستويات المعادن في مياه الري سواء كانت النهر الرئيس او استخدام مياه البزل للري باعتبارها صاحبة النشاط الزراعي الأكبر في مساهمة لنقل وتزويد الأراضي الزراعية او مياه الابار بسبب شحة المياه ، بالتالي قد يؤثر هذا العنصر على نمو المحاصيل الزراعية او تغير في نظام نموها .

أما المواقع الرئيسة المأخوذة من نهر حسينية هي من بداية ووسط ونهاية النهر ، وكانت أعلى نسبة لعنصر الرصاص (Pb) هي من وسط النهر بواقع (٠,٠١٠٤ ppm) وكان المعدل العام بواقع (٠,٠٠٩ ppm) لشهر شباط كما في الجدول (٤) وهذه النسبة أقل من المحددات العراقية والعالمية لصيانة مياه الأنهار ينظر الجدول (٦) ،اما نسبة عنصر الرصاص (Pb) للعينات المأخوذة لشهر اب كانت أعلى نسبة هي من ووسط النهر بواقع (ppm٠,٠١٣٢) والمعدل العام بواقع (0.036 ppm) ينظر الى الجدول (٥) ، وكذلك تعتبر هذه النسبة أقل من المحددات العراقية والعالمية لنظام صيانة مياه الأنهار الجدول (٦) .

الجدول (٢) نسب العناصر الثقيلة في عينات مياه الري الزراعي(ppm) في شهر شباط لمنطقة الدراسة

مواقع العينات	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧
الاحداثيات	٤٥ ً ٣٦ ً ٣٢ ˚ شمالاً ٠ ً ٥ ً ٤٤ ˚ شرقاً	١٠ ً ٣٨ ً ٣٢ ˚ شمالاً ٠ ً ١٠ ً ٤٤ ˚ شرقاً	١٠ ً ٣٨ ً ٣٢ ˚ شمالاً ٤٠ ً ٦ ً ٤٤ ˚ شرقاً	١٠ ً ٣٨ ً ٣٢ ˚ شمالاً ٠ ً ٥٠ ً ٤٤ ˚ شرقاً	٣٥ ً ٣٩ ً ٣٢ ˚ شمالاً ٠ ً ١٠ ً ٤٤ ˚ شرقاً	٣٥ ً ٣٩ ً ٣٢ ˚ شمالاً ٢٠ ً ٨ ً ٤٤ ˚ شرقاً	٣٥ ً ٣٩ ً ٣٢ ˚ شمالاً ٤٠ ً ٦ ً ٤٤ ˚ شرقاً
الرصاص (Pb)	0.009	0.020	Nill	0.008	0.012	0.009	0.014
الزنك (Zn)	0.191	1.341	0.106	0.190	0.191	0.184	0.089
النيكل (Ni)	0.017	0.034	Nill	0.030	0.032	0.021	0.022
الكادميوم (Cd)	0.001	0.021	0.016	0.001	0.004	0.002	0.002

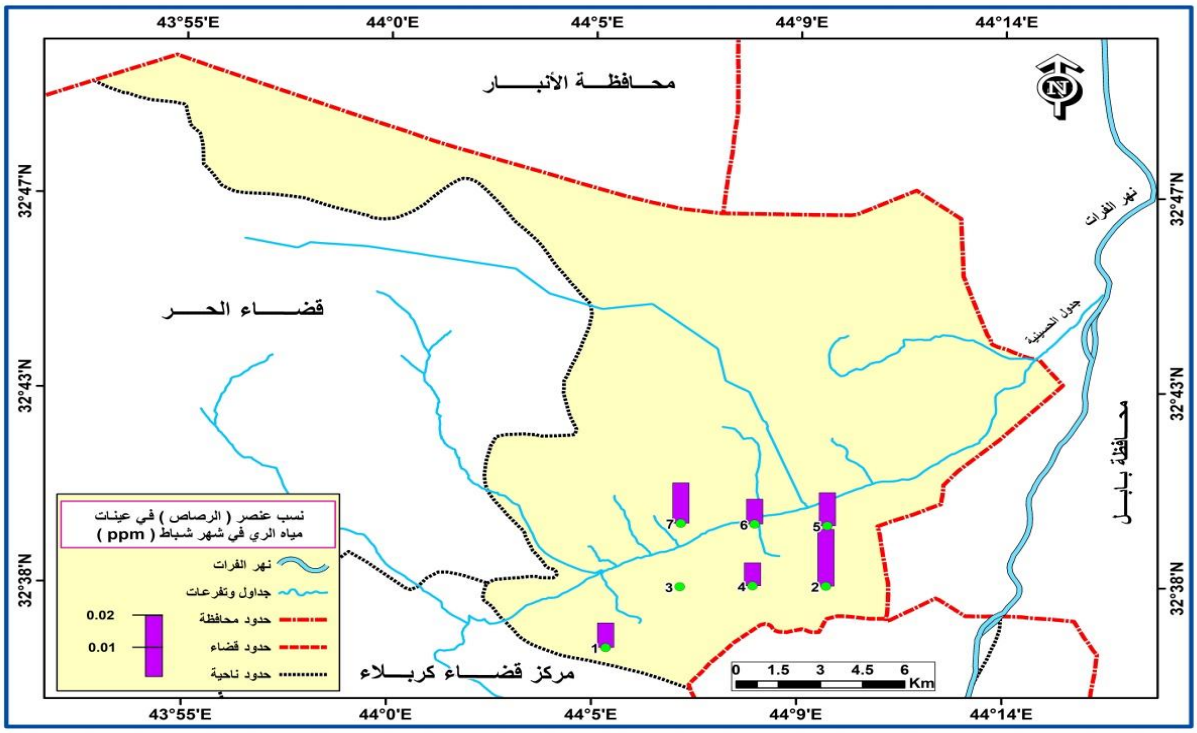
المصدر:- من عمل الباحث بالاعتماد على نتائج الفحص المختبري لعينات المياه ، مختبرات البحوث والدراسات العلمية ، الديوانية ،لسنة ٢٠٢١.

الجدول (٣)نسب العناصر الثقيلة في عينات مياه الري الزراعي(ppm) في شهر اب لمنطقة الدراسة.

مواقع العينات	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧
الاحداثيات	٤٥ ً ٣٦ ً ٣٢ ˚ شمالاً ٠ ً ٥ ً ٤٤ ˚ شرقاً	١٠ ً ٣٨ ً ٣٢ ˚ شمالاً ٠ ً ١٠ ً ٤٤ ˚ شرقاً	١٠ ً ٣٨ ً ٣٢ ˚ شمالاً ٤٠ ً ٦ ً ٤٤ ˚ شرقاً	١٠ ً ٣٨ ً ٣٢ ˚ شمالاً ٠ ً ٥٠ ً ٤٤ ˚ شرقاً	٣٥ ً ٣٩ ً ٣٢ ˚ شمالاً ٠ ً ١٠ ً ٤٤ ˚ شرقاً	٣٥ ً ٣٩ ً ٣٢ ˚ شمالاً ٢٠ ً ٨ ً ٤٤ ˚ شرقاً	٣٥ ً ٣٩ ً ٣٢ ˚ شمالاً ٤٠ ً ٦ ً ٤٤ ˚ شرقاً
الرصاص(Pb)	0.013	0.024	0.002	0.011	0.015	0.012	0.017
الزنك (Zn)	0.198	1.354	0.115	0.196	0.198	0.195	0.097
النيكل(Ni)	0.018	0.035	0.009	0.032	0.034	0.022	0.024
الكادميوم(Cd)	0.002	0.023	0.017	0.002	0.005	0.002	0.004

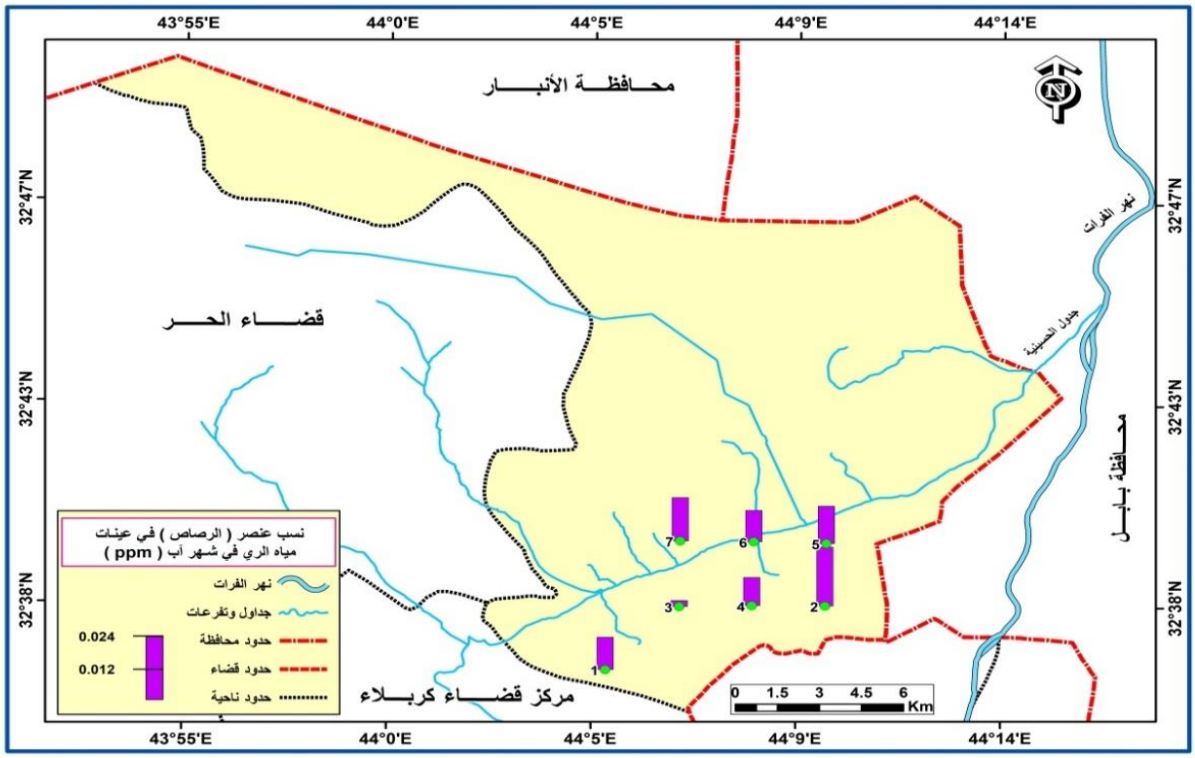
المصدر:- من عمل الباحث بالاعتماد على نتائج الفحص المختبري لعينات المياه ، مختبرات البحوث والدراسات العلمية ، الديوانية ، لسنة٢٠٢١.

خريطة (٣) تراكيز عنصر الرصاص (Pb) لعينات مياه الري لمنطقة الدراسة لشهر شباط ٢٠٢١.



المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على بيانات الجدول(٢).

خريطة (٤) تراكيزعنصرالرصاص (Pb) لعينات مياه الري لمنطقة الدراسة لشهر أب ٢٠٢١.



المصدر : من عمل الباحث بالاعتماد على بيانات الجدول(٣).

٢- عنصر الزنك (Zn) :-

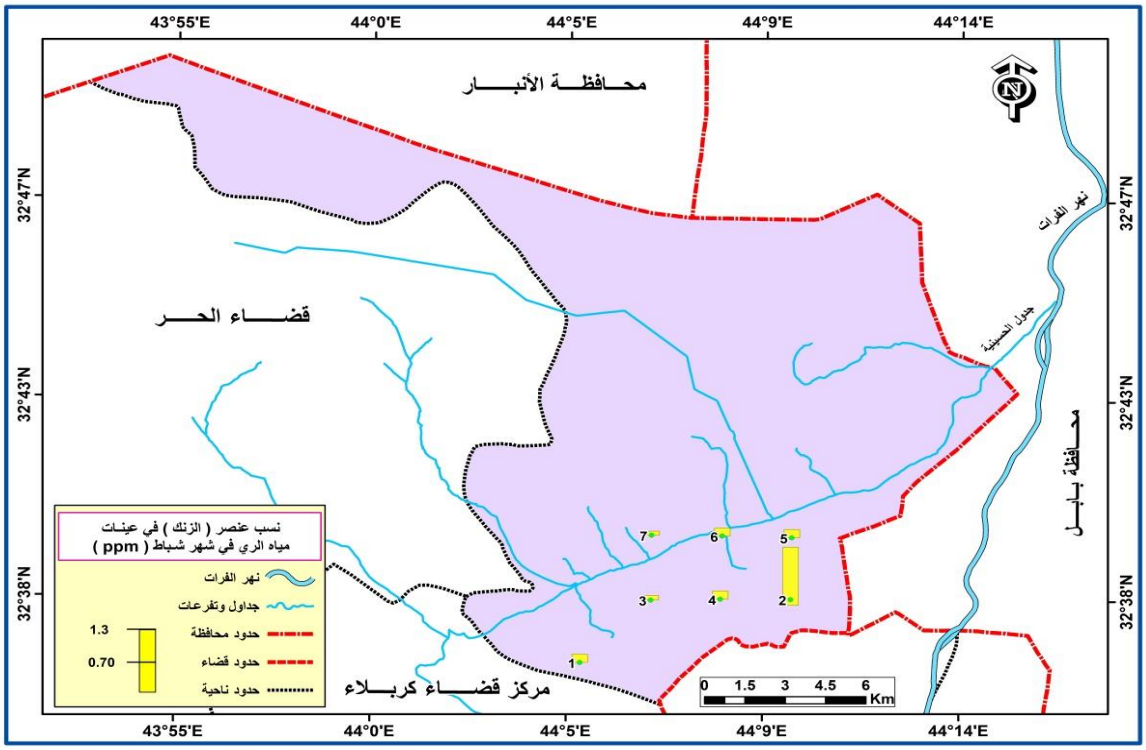
يعد عنصر الزنك أساسي في اجسام جميع الكائنات الحية من نبات وحيوان وانسان ، أذ يتواجد الزنك في المعادن الطينية والاكاسيد الفلزية وكبريتات الكالسيوم ، وهو ناتج أيضاً من الفعاليات البشرية ورمي الفضلات الثقيلة التي لها تأثير في زيادة عنصر الزنك في التربة والمياه ، وتقل قابلية ذوبان الزنك بوجود الكبريت في البيئة المختزلة ، أذ يؤثر ذوبانه في قلوية المياه والعسرة والاس الهيدروجيني ليصل تركيزه في المياه الجوفية (٩) جزء بالمليار[٣١] .

لقد تباينت معدلات تركيز العناصر الثقيلة في عينات مياه الري ومن ضمنها عنصر الزنك ، أذ أظهرت نتائج التحليل ان أعلى تركيز له في عينة (٢) بواقع (١,٣٤١ ppm) وقد سجلت ادنى تركيز له في عينة (٧) بواقع (٠,٠٨٩ ppm) وكانت العينات المتقاربة من التركيز للزنك عينة (٤،٥) بواقع (٠,١٩٠ ppm) و(٠,١٩١ ppm) على التوالي لفصل الشتاء ينظر الى الجدول(٢) جاءت جميع العينات ادنى من المحددات العراقية والعالمية لصيانة مياه الري للأنهار ينظر الجدول(٦) وخريطة (٥) لشهر شباط .

أما تركيز عنصر الزنك في عينات فصل الصيف كانت أعلى تركيز في عينة (٢) بواقع (١,٣٥٤ ppm) ،وادنى تركيز له في عينة (٧) بواقع (٠,٠٩٧ppm) وكانت العينات المتقاربة كل من (١، ٥) بواقع (٠,١٩٨ppm) و(٠,١٩٨ppm) ينظر الجدول (٣) وكانت جميع العينات ادنى من المحددات العراقية والعالمية لمياه الري للأنهار ينظر الجدول (٦)، كذلك ينظر الى خريطة (٦) لعينات تراكيز الزنك في مياه الري لشهر أب .

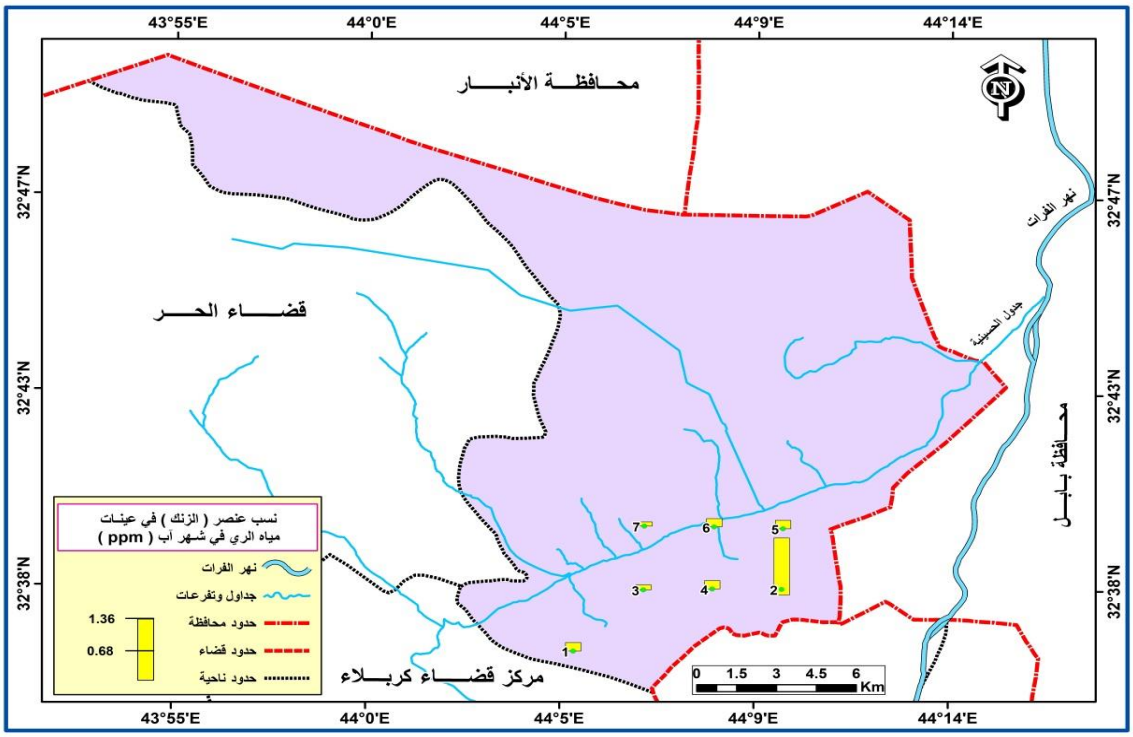
فهناك ثلاثة مواقع عينات أخرى لنهر الحسينية مأخوذة من النهر الرئيس لمنطقة الدراسة هي من بداية ووسط ونهاية النهر ، وكانت أعلى نسبة لعنصر الزنك (Zn)هي من وسط النهر بواقع (٠,١٨٧٧ ppm) وكان المعدل العام بواقع (٠,١٨٦ ppm) لشهر شباط كما في جدول (٤) وهذه النسبة أقل من المحددات العراقية والعالمية لصيانة مياه الأنهار ينظر الجدول (٦) ،اما نسبة عنصر الزنك (Zn) للعينات المأخوذة لشهر اب كانت أعلى نسبة هي من نهاية النهر بواقع (٠,١٩٤٥ppm) والمعدل العام بواقع (١,٢٨٦ ppm) ينظر الى الجدول (٥) ، وكذلك تعتبر هذه النسبة أقل من المحددات العراقية والعالمية لنظام صيانة مياه الأنهار الجدول (٦) .

خريطة (٥) تراكيز عنصر الزنك (Zn) لعينات مياه الري لمنطقة الدراسة لشهر شباط٢٠٢١ .



المصدر : من عمل الباحث بالاعتماد على بيانات الجدول(٢).

خريطة (٦) تراكيز عنصر الزنك (Zn) لعينات مياه الري لمنطقة الدراسة لشهر أب ٢٠٢١ .



المصدر : من عمل الباحث بالاعتماد على بيانات الجدول(٣).

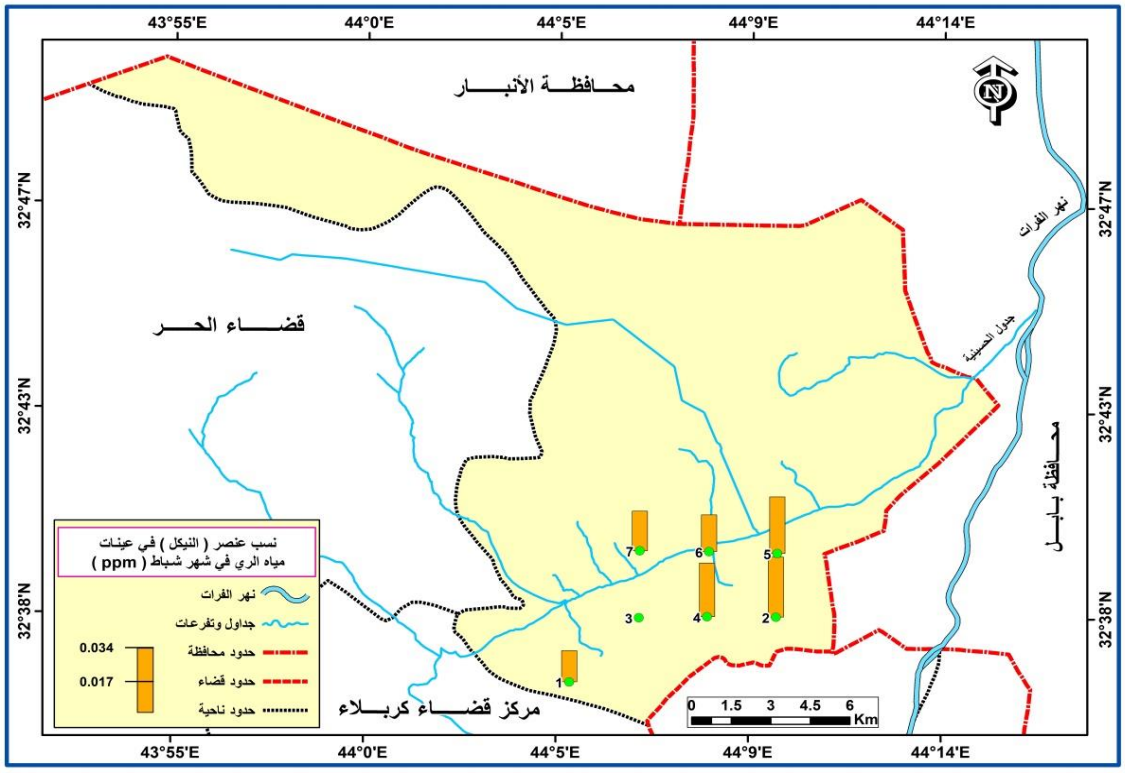
٣- عنصر النيكل(Ni) :- يعد النيكل من المصادر الرئيسة في عملية تلوث التربة والمياه اذا زاده تركيزه اعلى من الحد المقرر اذ يؤثر في الخصائص الطبيعية للتربة من المواد العضوية ومحتوى الطين ودرجة الحموضة وكذلك تاثره في الخصائص البيولوجية والكيميائية والحيوية ، تتراوح تراكيز النيكل في مياه البحار

(٠,٠٠٠١ــــ٠,٠٠٠٥ ملغم /لتر) في حين مستوياته تركيزه في المياه الأنهار العذبة تبلغ (٠,٠٠٠٥ــــ٠,٦ ملغم /لتر) اما في المياه الجوفية فيبلغ (٠,٠١ ملغم /لتر) ويعد من المصادر التي تدخل في الصناعة ومياه الصرف الصحي [٣٢] .

لقد سجلت نتائج التحليل للعينات لعنصر النيكل في فصل الشتاء اعلى نسبة سجلت في عينة (٢) بواقع (٠,٠٣٤ ppm) وادنى عينة (٣) بواقع (Nill) جدول (٢) ، وقد تباينة النتائج مع فصل الصيف في جدول (٢) لعنصر النيكل التي كانت اعلى نسبة في عينة (٢) بواقع (٠,٠٣٥ppm) وادنى تركيز له في عينة (٣) بواقع (٠,٠٠٩ppm) وكان نسب العينات المتقاربة في (٤،٥،٦،٧) بواقع (٠,٠٣٢ ، ٠,٠٣٤ ، ٠,٠٢٢ ، ٠,٠٢٤ppm) على التوالي الجدول (٣) ينظر الى خريطة (٦) نسبة تركيز عنصر النيكل لشهر شباط وخريطة (٧) لشهر أب ، أذ النتائج ادنى من المحددات المسموحة العراقية والعالمية لصيانة الأنهار الجدول (٦) .

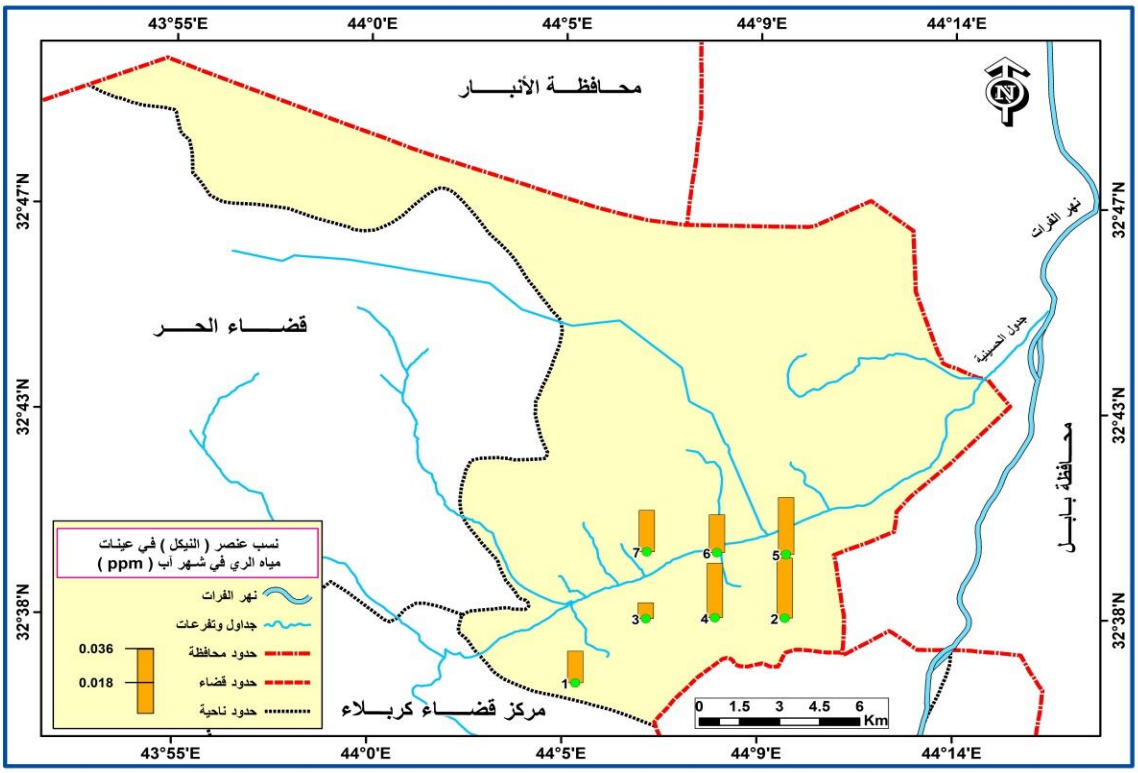
أما العينات الثلاثة المأخوذة من نهر الحسينية من بداية ووسط ونهاية النهر ، وكانت أعلى نسبة لعنصر النيكل(Ni) هي من نهاية النهر بواقع (٠,٠٣٠٥ ppm) وكان المعدل العام بواقع (٠,٠٢٦ ppm) لشهر شباط كما في الجدول (٤) وهذه النسبة أقل من المحددات العراقية والعالمية لصيانة مياه الأنهار ينظر الجدول (٦) ،اما نسبة عنصر النيكل(Ni) للعينات المأخوذة لشهر اب كانت أعلى نسبة هي من نهاية النهر أيضاً بواقع (٠,٠٣٢٤ppm) والمعدل العام بواقع (٠,٠٢٨ ppm) ينظر الى الجدول (٥) ، وكذلك تعتبر هذه النسبة أقل من المحددات العراقية والعالمية لنظام صيانة مياه الأنهار الجدول (٦) .

خريطة (٦) تراكيز عنصر النيكل (Ni) لعينات مياه الري لمنطقة الدراسة لشهر شباط٢٠٢١ .



المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على بيانات الجدول(٢).

خريطة (٧) تراكيز عنصر النيكل (Ni) لعينات مياه الري لمنطقة الدراسة لشهر أب ٢٠٢١ .



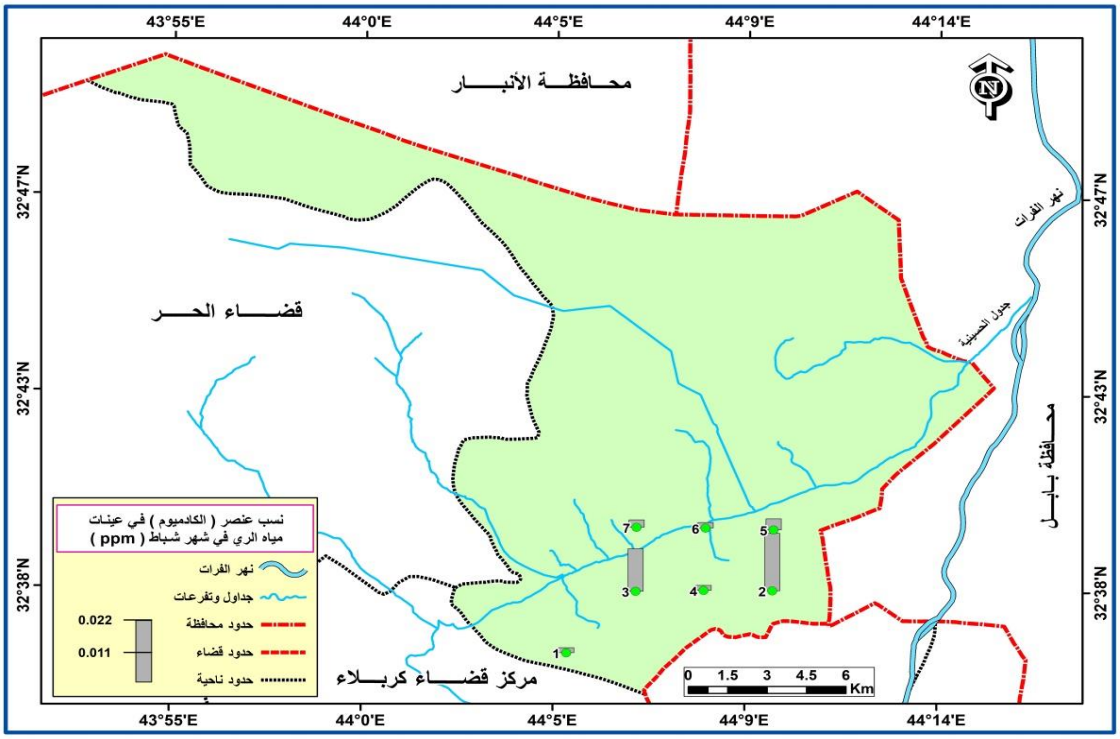
المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على بيانات الجدول(٣).

٤- عنصر الكادميوم (Cd) :- يعد الكادميوم ذات التكوين المعقد الذي يتواجد مع الكلوريد في المياه الطبيعية ويتواجد في القشرة الأرضية بنسبة ضئيلة جداً ويصل تركيزه في مياه البحر بحدود (٠,٠٠٠١١ملغم /لتر) وفي المياه الأنهار العذبة بين (٠,٠٠٠٠١- ٠,٠٠٣ملغم /لتر)ويعد الكادميوم من العناصر السامة جداً للكائنات الحية ويكون تركيزه في مياه الشرب بحدود (٠,٠٠٣ملغم /لتر)[٣٣] ، لقد أظهرت نتائج الفحص المختبري لعينات مياه الري لعنصر الكادميوم في موسم الشتاء لأعلى عينة كانت لعينه (٢) و(٣) بواقع (ppm٠,٠٢١) و(ppm٠,٠١٦) جدول (٢) يكون السبب القرب المعامل الصناعية كمغلفات معمل الكارتون والبيبسي والاعلاف فضلاً عن معامل الغسل للسيارات والسجاد التي قد تطرح هذه السموم ، وكانت النتائج اعلى بقليل من المحددات المسموحة العراقية والعالمية بهذا تكون ، فأن وجود عنصر الكادميوم حتى لوكان بكميات صغيرة يمكن ان يسبب خطر على النظام الحيوي وذلك لسميته العالية ، فأن دخوله الترب والمياه يمكن ان يخلق مشكلات بيئية أذ ما سمح له بالدخول الى السلسلة الغذائية فهو من العناصر الغير ضرورية ، قد سجلت أدنى نسبة للكادميوم للعينات (١، ٤) بواقع (ppm٠,٠٠١) ،(ppm٠,٠٠١) الجدول (٢) وكانت النتائج ادنى من المحددات العراقية والعالمية المسموحة لصيانة الأنهار لجدول (٦) في شهر شباط ،اما العينات المتقاربة في نفس النسبة لعنصر الكادميوم للعينات (٦،٧) بواقع (ppm٠,٠٠٢) ،(ppm٠,٠٠٢) ، اما نسب العينات للكادميوم في فصل الصيف لشهر اب كانت اعلى نسبة للعينة (٣،٢) بواقع (ppm٠,٠٢٣) ،(ppm0.017) فقد زادة نسبة الكادميوم لشهر اب بسب ارتفاع درجات الحرارة وانخفاض مناسيب المياه لنهر الحسينية وجداوله.

فضلاً عن التأثيرات من الاستعمالات البشرية الأخرى كالمعمل ومحطات الغسل اما اقل نسبة سجلت خلال التحليل للعينات (١،٤،٦) بواقع (ppm٠,٠٠٢) لكل عينة وهي متقاربة من حيث النسبة للعينات المذكورة في الجدول(٢) ينظر الى خريطة (٨) تركيز عنصر الكادميوم لعينات المياه لشهر شباط وخريطة (٩) لشهر أب وبذلك تكون اقل من المحددات العراقية والعالمية لصيانة مياه الأنهار ينظر الى جدول (٦) ، أما المواقع عينات نهر الحسينية مأخوذة من بداية ووسط ونهاية النهر ، وكانت أعلى نسبة لعنصر الكادميوم (Cd)هي من وسط النهر بواقع (ppm ٠,٠٠٢٥) وكان المعدل العام بواقع (٠,٠٠٢ ppm) لشهر شباط كما في الجدول (٤) وهذه النسبة أقل من المحددات العراقية والعالمية لصيانة مياه الأنهار ينظر الجدول (٦) ،اما نسبة عنصر الكادميوم (Cd) للعينات المأخوذة لشهر اب كانت أعلى نسبة

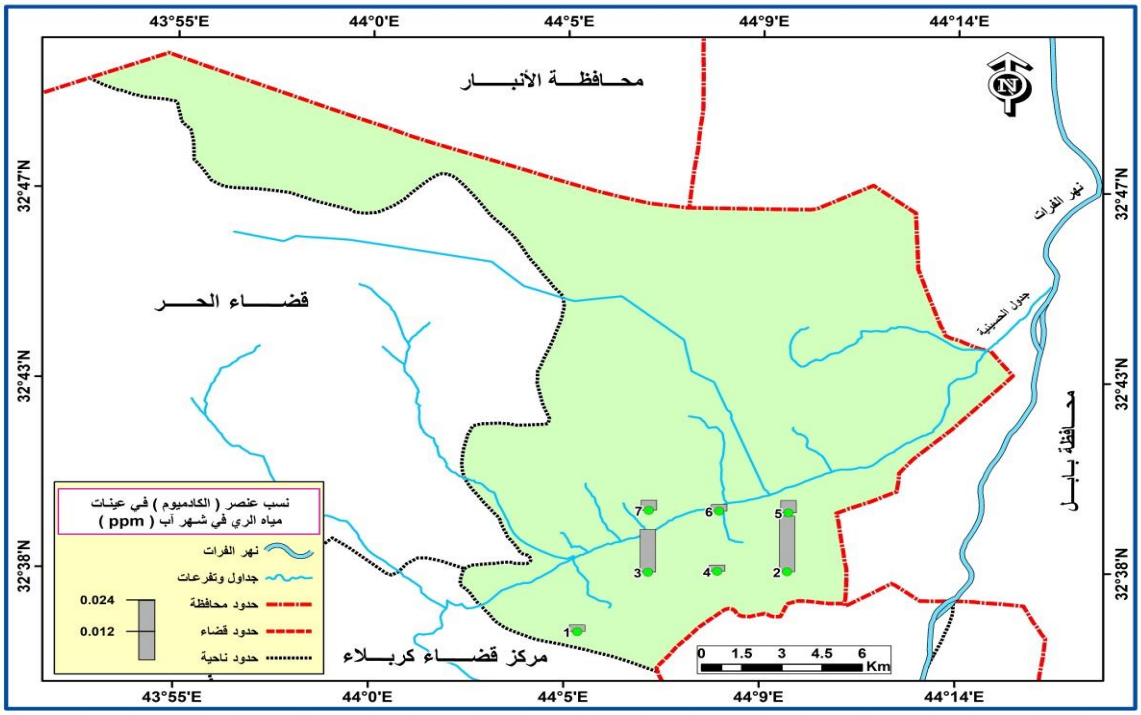
هي من بداية النهر بواقع (ppm٠,٠٠٣٣) والمعدل العام بواقع (٠,٠٠٣ ppm) ينظر الى الجدول (٥) ، وكذلك تعتبر هذه النسبة أقل من المحددات العراقية والعالمية لنظام صيانة مياه الأنهار الجدول (٦) .

خريطة (٨)تراكيز عنصر الكادميوم (Cd) لعينات مياه الري لمنطقة الدراسة لشهر شباط ٢٠٢١.



المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على بيانات الجدول(٢).

خريطة (٩)تراكيز عنصر الكادميوم (Cd) لعينات مياه الري لمنطقة الدراسة لشهر شباط ٢٠٢١.



المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على بيانات الجدول(٣).

الجدول (٤)نسب العناصر الثقيلة في عينات مياه نهر الحسينية(ppm) في شهر شباط لمنطقة الدراسة

مواقع العينات	بداية النهر	وسط النهر	نهاية النهر	المعدل
الاحداثيات	٠ ً ٤٣ ً ٣٢ ˚ شمالاً ٠ ً ١٤ ً ٤٤ ˚ شرقاً	٠ ً ٤٠ ً ٣٢ ˚ شمالاً ٠ ً ٩ ً ٤٤ ˚ شرقاً	٤٠ ً ٣٧ ً ٣٢ ˚ شمالاً ٢٠ ً ٣ ً ٤٤ ˚ شرقاً	
الرصاص (Pb)	0.0087	0.0104	0.0096	٠,٠٠٩
الزنك (Zn)	0.1861	0.1877	0.1869	٠,١٨٦
النيكل (Ni)	0.0215	0.0261	0.0305	٠,٠٢٦
الكادميوم (Cd)	0.0023	0.0025	0.0021	٠,٠٠٢

المصدر:- من عمل الباحث بالاعتماد على نتائج الفحص المختبري لعينات المياه ، مختبرات البحوث والدراسات العلمية ، الديوانية ، لسنة ٢٠٢١.

الجدول (٥)نسب العناصر الثقيلة في عينات مياه نهر الحسينية (ppm) في شهر أب لمنطقة الدراسة

مواقع العينات	بداية النهر	وسط النهر	نهاية النهر	المعدل
الاحداثيات	٠ ً ٤٣ ً ٣٢ ˚ شمالاً ٠ ً ١٤ ً ٤٤ ˚ شرقاً	٠ ً ٤٠ ً ٣٢ ˚ شمالاً ٠ ً ٩ ً ٤٤ ˚ شرقاً	٤ ً ٣٧ ً ٣٢ ˚ شمالاً ٢٠ ً ٣ ً ٤٤ ˚ شرقاً	
الرصاص (Pb)	0.0113	0.0132	0.0120	٠,٠٣٦
الزنك (Zn)	0.1921	0.1939	0.1945	١,٢٨٦
النيكل (Ni)	0.0238	0.0281	0.0324	٠,٠٢٨
الكادميوم (Cd)	0.0033	0.0029	0.0031	٠,٠٠٣

المصدر:- من عمل الباحث بالاعتماد على نتائج الفحص المختبري لعينات المياه ، مختبرات البحوث والدراسات العلمية ، الديوانية ، لسنة ٢٠٢١.

الجدول (٦)المحددات العراقية والعالمية لقيم المعادن الثقيلة بوحدة القياس (ppm)في مياه الري

ت	العناصر	المحددات العراقية لسنة ١٩٦٧لتلوث مياه الانهار	المحددات لمنظمة الصحة العالمي Who ٢٠٠٦
١	الرصاص (Pb)	٠,٠٥	٠,٠٥
٢	الزنك (Zn)	٥,٣	٥,٠
٣	النيكل (Ni)	٠,١	٠,٥
٤	الكادميوم (Cd)	٠,٠٠٥	٠,٠٠٥

المصدر/ ١- عقيل عباس حمد الشريفي ، التلوث المحتمل لبعض العناصر الثقيلة وبعض العوامل البيئية لمياه جدول بني حسن في محافظة كربلاء المقدسة - العراق، رسالة ماجستير (غ.م)، كلية التربية ، جامعة كربلاء ، ٢٠١٤ ،ص ٦٧.

١- دائرة البيئة محافظة كربلاء ، شعبة صيانة الأنهار من التلوث ، بيانات غير منشورة ، ٢٠٢١ .

3 - World health organization (WHO) guidelines for drinking water quality first addendum to third edition(vol 1).2006; pp187.

الاستنتاجات :-

١. أن من أسباب تأثر مياه الري الزراعية بالعناصر الثقيلة وانعكاسها على الإنتاج الزراعي يعود السبب في ذلك الى النشاط الزراعي له أثر في زيادة تراكيزها من استخدام الأسمدة العضوية والكيمياوية وكذلك المبيدات الزراعية التي قد تزيد من حدة العناصر الثقيلة في الماء والتربة بشكل دوري لتلك العمليات .
٢. لقد سجلت أعلى معدل لعنصر الكادميوم في العينات كانت (١،٢ ، ٢٧) جميعها بواقع (٠,٠٢٧، ٠,٠٢٣ ، ٠,٠٢٤%، ppm) على التوالي وتعتبر هذه النتائج أعلى من الحدود المسموح بها محلياً وعالمياً ، وهذا دليل على وجود نسب عالية في فصل الشتاء والصيف للمواقع العينات المذكورة بسبب ان هناك عمليات الري الزراعي المختلفة من المبازل الملوثة وكذلك مياه الابار في فترات قلة الحصص المائية لنهر الحسنية وخاصةً صيفاً.
٣. اتضحت أيضاً ان نسبة عنصر الرصاص في عينات المياه قد تجاوز الحدود المسموحة للعناصر الثقيلة في ترب الأراضي الزراعية ،أذ بلغت اعلى نسبة معدل لها في لبعض العينات بواقع (٢,٠٨% ، ٢,١١%، ppm) لان هاتين العينتين يقعان في منطقة متأثرة بالمخلفات البشرية منها الصناعية والمنزلية فضلاً عن طرق النقل التي تزيد من ترسب عنصر الرصاص من عوادم السيارات وورش الغسل وتبديل دهان المحركات او أمور قد تتعلق بالتسميد او المكافحة الزراعية .
٤. اتضح من خلال الفحص المختبري لشهر شباط بأن لاتوجد هنالك نسب عالية للكادميوم في عينات المياه فسجلت اعلى معدل في عينتين فقط (١، ٢٧) بواقع (٠,٠٨% ، ٠,٠٧% ppm) اما باقي العينات كانت نتائجها سالبة ،أذ كانت مستويات الكادميوم بشكل عام قليلة جداً في فصل الشتاء وحتى في فصل الصيف .

المقترحات :-

١. معرفة الفلاح بالاحتياجات المائية للمحاصيل الزراعية التي قد تقلل من حدة وخطورة تراكيز العناصر الثقيلة في المياه وكذلك التربة ، فضلاً عن وضع غرامات رقابية من قبل الجهات الحكومية في سبيل معالجة المخلفات التي ترمى في النهر والجداول والمبازل بصورة مباشرة .
٢. الاهتمام من قبل الجهات المختصة بأجراء معالجة علمية لمياه الصرف الصحي التي تطرح في مبازل منطقة الدراسة من المناطق الحضرية المجاورة فضلاً عن التخلص من النفايات المنزلية والصناعية القريبة من المناطق الزراعية ، ومعالجتها لتلافي التخلص من جميع السموم الى المياه والتربة .
٣. القيام من قبل الجهات المختصة بأنشاء مشاريع استصلاح كبرى في منطقة الدراسة والمناطق الأخرى من المحافظة من خلال أنشاء نظام ري وبزل متكامل لتلافي زيادة نسب تراكيز العناصر الثقيلة والاملاح على الأمد القادم وخفض مستوى المياه الجوفية وتحسين خواص التربة بالطرق العلمية .

قائمة الهوامش :-

١. جمهورية العراق، وزارة الموارد المائية، الهيئة العامة للمساحة، خريطة العراق بمقياس رسم (١ / ١٥٠٠٠٠٠ لسنة ٢٠٢١.
٢. جمهورية العراق، وزارة الموارد المائية، الهيئة العامة للمساحة، خريطة محافظة كربلاء الادارية، بمقياس رسم (١ / ٢٥٠٠٠٠ لسنة ٢٠٢١.
٣. جمهورية العراق، وزارة الموارد المائية، مديرية الموارد المائية في محافظة كربلاء المقدسة، شعبة الأراضي، خريطة قضاء الحسينية وبمقياس رسم (١ / ٢٥٠٠٠) لسنة ٢٠٢١.
٤. علي احمد هارون ، جغرافيا المعادن ومصادر الطاقة ، ط ١ ، دار الفكر العربي للطبع والنشر ، القاهرة ، مصر ، ٢٠٠٧ ، ص ١٩.
٥. نور الهدى عبد الرحمن حبيب الخليفة ، تقييم التلوث بالمعادن السامة في مياه ورواسب نهر شط العرب (جنوب العراق) ، رسالة ماجستير(غ، م) ، اداب جغرافية ، كلية التربية للعلوم الإنسانية ، جامعة البصرة ، ٢٠١٨ ، ص٣١.
٦. عمار محمد إبراهيم خليل ، علم المعادن ، ط١ ، مطبعة كلية العلوم ، جامعة الزقازيق ، مصر ، ٢٠١٤ ، ص ٦.
٧. ماهر جورجي نسيم ، خصوبة الأراضي والاسمدة ، ط١ ، مطبعة عصام جابر، الإسكندرية، ٢٠٠٥ ، ص١١١.
٨. سعاد عبد الكاظم الزهيري ، تلوث التربة الزراعية في محافظة ميسان ،خصائصه وعلاقاته المكانية ، أطروحة دكتوراه (غ.م) ، قسم الجغرافية ، كلية التربية – أبن رشد ، جامعة بغداد ،٢٠١٠،ص١٩٦ .
٩. نور الهدى عبد الرحمن حبيب الخليفة ، المصدر السابق ، ص ٣١.
١٠. عمار محمد إبراهيم خليل ، علم المعادن ، ط١ ، مطبعة كلية العلوم ، جامعة الزقازيق ، مصر ، ٢٠١٤ ، ص١٤٢ .
١١. حسين علاوي حسين الغانمي ، أستخدام النباتات المائية أدلة حياتية عن التلوث بالعناصر الثقيلة في نهر الفرات – العراق ، رسالة ماجستير (غ،م)، قسم علوم حياة ، كلية العلوم ، جامعة بابل ، ٢٠١١، ص١٠.
١٢. عقيل عباس حمد الشريفي ، التلوث لبعض العناصر الثقيلة وبعض العوامل البيئية لمياه جدول بني حسن في محافظة كربلاء المقدسة ، رسالة ماجستير (غ. م) ، كلية التربية للعلوم الصرفة ، جامعة كربلاء ، ٢٠١١ ، ص١٠.
١٣. عصام محمد عبد المنعم ، احمد بن إبراهيم التركي ، ، العناصر الثقيلة مصادرها واضرارها على البيئة ، مركز الأبحاث الواعدة في المكافحة الحيوية والمعلومات الزراعية ، جامعة القصيم ، السعودية ، ٢٠١٢ ، ص٦ .
١٤. عصام محمد عبد المنعم ، احمد بن إبراهيم التركي ، المصدر السابق ، ص٤ .
١٥. علي ناصر عبدالله الصرايفي ، اثار التلوث البيئي في التنوع الاحيائي في محافظة البصرة ، رسالة ماجستير (غ.م) ، كلية التربية للعلوم الانسانية ،قسم الجغرافية ، جامعة البصرة ، ٢٠١٩ ، ص١٢٤.
١٦. نور الهدى عبد الرحمن حبيب الخليفة ، المصدر السابق ، ص٣٥ .
١٧. سعد الله نجم عبدالله النعيمي ، الأسمدة وخصوبة التربة ، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي ، جامعة الموصل ، ١٩٨٧، ص ٢٤١.
١٨. احمد الخطيب، اساسيات خصوبة الأراضي والتسميد ، ط١ ، كلية الزراعة ، جامعة الإسكندرية ، مصر ، ٢٠٠٧ ، ص ٢٥٨-٢٦٣.
١٩. كاظم مشحوت عواد، الأسمدة وخصوبة التربة ، جامعة البصرة ، البصرة ، ١٩٨٦ ، ص٢٦٢ .
٢٠. ماهر جورجي نسيم ، خصوبة الأراضي والاسمدة ، ط١ ، مطبعة عصام ، الإسكندرية ،٢٠٠٥ ، ص ١٣١.
٢١. نور الهدى عبد الرحمن حبيب خليفة ، المصدر السابق ، ص٣٤ – ص٧٠ .
٢٢. علي خليل عبد الكاظم بادي الخفاجي ، الكشف عن حالة التلوث لتربة ومياه منطقة بحيرة ساوة باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد ، رسالة ماجستير (غ.م)، كلية الزراعة ، قسم الإنتاج النباتي ، جامعة المثنى ، ٢٠١٦ ، ص ٦٨ .
٢٣. علي ناصر عبدالله الصرايفي ، المصدر السابق ، ص٢٠٠ .
٢٤. محمود فاضل الجميلي، سلوى هادي احمد، تلوث التربة والمياه ، دار الكتي والوثائق ببغداد ، العراق، ٢٠١٨ ، ص١٨٥ .
٢٥. محمد عبد الله موالي ، جغرافية التربة ، ط١ ، مكتبة المجتمع العربي للنشر والتوزيع ، القاهرة ، مصر ، ٢٠١٠ ، ص٥٧ .

٢٦. محمود فاضل الجميلي ، سلوى هادي احمد ، المصدر السابق ، ص٨٣.
٢٧. غسان عدنان كامل النجار، تغيرات الفصلية لبعض العناصر الثقيلة في عضلات ثلاثة أنواع من عائلة الشبوطيات في هور الحويزة وشرق الحمار، رسالة ماجستير (غ.م) ، كلية الزراعة ، جامعة البصرة ، ٢٠٠٩، ص٧ .
٢٨. Lindsay, W. L. Chemical equilibra in soils, John wiley and sons. Lnc New York. P.D, 1979,P , 449.
٢٩. حسين موسى حسين ، "، تقييم تلوث المياه الجوفية في نكرة السلمان في الجزء الجنوب والجنوب الغربي لمدينة السماوة – العراق " ، مجلة البحوث الجغرافية ، العدد (١٦) ، ٢٠٠٣، ص٢٨٨ .
٣٠. حسين مِوسى حسين ، المصدر السابق ، ص٢٩٠ .
٣١. حيدر مزهر عبد عون الكفاري ، تقييم التلوث بالمعادن الثقيلة في مياه ورواسب نهر الديوانية – العراق ، رسالة ماجستير (غ.م) ، قسم الجغرافية ، كلية التربية للعلوم الإنسانية ، جامعة البصرة ، ٢٠٢١ ، ص٥٣ .
٣٢. زهراء مهدي صالح القرغولي ، تأثير مخلفات الحقول النفطية في خصائص تربة محافظتي واسط وميسان ، أطروحة دكتوراه (غ.م) ، كلية الاداب ، جامعة القادسية ، ٢٠١٩ ، ص٢٣٤ .
33. World health organization (WHO) guidelines for drinking water quality first addendum to third edition(vol 1).2006; pp187.

المصادر :-

١. علي احمد هارون ، جغرافيا المعادن ومصادر الطاقة ، ط ١ ، دار الفكر العربي للطبع والنشر ، القاهرة ، مصر ، ٢٠٠٧ .
٢. نور الهدى عبد الرحمن حبيب الخليفة ، تقييم التلوث بالمعادن السامة في مياه ورواسب نهر شط العرب (جنوب العراق) ، رسالة ماجستير(غ، م) ، اداب جغرافية ، كلية التربية للعلوم الإنسانية ، جامعة البصرة ، ٢٠١٨ .
٣. ماهر جورجي نسيم ، خصوبة الأراضي والاسمدة ، ط١ ، مطبعة عصام جابر، الإسكندرية، ٢٠٠٥.
٤. سعاد عبد الكاظم الزهيري ، تلوث التربة الزراعية في محافظة ميسان ،خصائصه وعلاقاته المكانية ، أطروحة دكتوراه (غ.م) ، قسم الجغرافية ، كلية التربية – أبن رشد ، جامعة بغداد ،٢٠١٠.
٥. نور الهدى عبد الرحمن حبيب الخليفة ، تقييم التلوث بالمعادن السامة في مياه ورواسب نهر شط العرب (جنوب العراق) ، رسالة ماجستير (غ.م) أداب جغرافية ، كلية التربية للعلوم الإنسانية ، جامعة البصرة، ٢٠١٨.
٦. عمار محمد إبراهيم خليل ، علم المعادن ، ط١ ، مطبعة كلية العلوم ، جامعة الزقازيق ، مصر ، ٢٠١٤ .
٧. حسين علاوي حسين الغانمي ، أستخدام النباتات المائية أدلة حياتية عن التلوث بالعناصر الثقيلة في نهر الفرات – العراق ، رسالة ماجستير (غ،م)، قسم علوم حياة ، كلية العلوم ، جامعة بابل ، ٢٠١١.
٨. عقيل عباس حمد الشريفي ، التلوث لبعض العناصر الثقيلة وبعض العوامل البيئية لمياه جدول بني حسن في محافظة كربلاء المقدسة ، رسالة ماجستير (غ. م) ، كلية التربية للعلوم الصرفة ، جامعة كربلاء .
٩. عصام محمد عبد المنعم ، احمد بن إبراهيم التركي ، العناصر الثقيلة مصادرها واضرارها على البيئة ، مركز الأبحاث الواعدة في المكافحة الحيوية والمعلومات الزراعية ، جامعة القصيم ، السعودية ، ٢٠١٢ .
١٠. علي ناصر عبدالله الصرايفي ، اثار التلوث البيئي في التنوع الاحيائي في محافظة البصرة ، رسالة ماجستير (غ.م) ، كلية التربية للعلوم الانسانية ،قسم الجغرافية ، جامعة البصرة ، ٢٠١٩.
١١. نور الهدى عبد الرحمن حبيب الخليفة ، تقييم التلوث بالمعادن السامة في مياه ورواسب نهر شط العرب (جنوب العراق) ، رسالة ماجستير (غ.م) ، جامعة البصرة ، كلية التربية للعلوم الإنسانية ، قسم الجغرافية ، ٢٠١٨ .
١٢. سعد الله نجم عبدالله النعيمي ،الأسمدة وخصوبة التربة ، وزرارة التعليم العالي والبحث العلمي ، جامعة الموصل ، ١٩٨٧.
١٣. احمد الخطيب، اساسيات خصوبة الأراضي والتسميد ، ط١ ، كلية الزراعة ، جامعة الإسكندرية ، مصر ، ٢٠٠٧ .
١٤. كاظم مشحوت عواد، الأسمدة وخصوبة التربة ، جامعة البصرة ، البصرة ، ١٩٨٦ ، ص٢٦٢
١٥. ماهر جورجي نسيم ، خصوبة الأراضي والاسمدة ، ط١ ، مطبعة عصام ، الإسكندرية ،٢٠٠٥

١٦. علي خليل عبد الكاظم بادي الخفاجي ، الكشف عن حالة التلوث لتربة ومياه منطقة بحيرة ساوة باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد ، رسالة ماجستير (غ.م) ، كلية الزراعة ، قسم الإنتاج النباتي ، جامعة المثنى ، ٢٠١٦ .
١٧. محمود فاضل الجميلي، سلوى هادي احمد، تلوث التربة والمياه ، دار الكتي والوثائق ببغداد ، العراق، ٢٠١٨ .
١٨. محمد عبد الله موالي ، جغرافية التربة ، ط١ ، مكتبة المجتمع العربي للنشر والتوزيع ، القاهرة ، مصر ، ٢٠١٠ .
١٩. غسان عدنان كامل النجار، تغيرات الفصلية لبعض العناصر الثقيلة في عضلات ثلاثة أنواع من عائلة الشبوطيات في هور الحويزة وشرق الحمار، رسالة ماجستير (غ.م) ، كلية الزراعة ، جامعة البصرة ، ٢٠٠٩.
٢٠. Lindsay, W. L. Chemical equilibra in soils, John wiley and sons. Lnc New York. P.D, 1979,P.
٢١. حسين موسى حسين ،" تقييم تلوث المياه الجوفية في نكرة السلمان في الجزء الجنوب والجنوب الغربي لمدينة السماوة – العراق " ، مجلة البحوث الجغرافية ، العدد (١٦) ، ٢٠٠٣.
٢٢. حيدر مزهر عبد عون الكفاري ، تقييم التلوث بالمعادن الثقيلة في مياه ورواسب نهر الديوانية – العراق ، رسالة ماجستير (غ.م) ، قسم الجغرافية ، كلية التربية للعلوم الإنسانية ، جامعة البصرة ، ٢٠٢١ .
٢٣. زهراء مهدي صالح القرغولي ، تأثير مخلفات الحقول النفطية في خصائص تربة محافظتي واسط وميسان ، أطروحة دكتوراه (غ.م) ، كلية الاداب ، جامعة القادسية ، ٢٠١٩ .
24 . World health organization (WHO) guidelines for drinking water quality first addendum to third edition(vol 1).2006;.

٢٥. جمهورية العراق، وزارة الموارد المائية، الهيئة العامة للمساحة، خريطة العراق بمقياس رسم (١ / ١٥٠٠٠٠٠ لسنة ٢٠٢١.
٢٦. جمهورية العراق، وزارة الموارد المائية، الهيئة العامة للمساحة، خريطة محافظة كربلاء الادارية، بمقياس رسم (١ / ٢٥٠٠٠٠ لسنة ٢٠٢١.
٢٧. جمهورية العراق، وزارة الموارد المائية، مديرية الموارد المائية في محافظة كربلاء المقدسة، شعبة الأراضي، خريطة قضاء الحسينية وبمقياس رسم (١ / ٢٥٠٠٠) لسنة ٢٠٢١.
٢٨. علي احمد هارون ، جغرافيا المعادن ومصادر الطاقة ، ط ١ ، دار الفكر العربي للطبع والنشر ، القاهرة ، مصر ، ٢٠٠٧ ، ص ١٩.