دراسة الأثر البيئي لمياه الصرف الصحي الغير معالج على خواص التربة في ناحية اللطيفية

أ.م.د. علي عبد الوهاب مجيد محمد
الجامعة العراقية / كلية الآداب / قسم الجغرافية
ali.al-abbaseen@aliraqia.edu.iq

Environmental Impact Study of Untreated Sewage on Soil Properties in Al-Latifiyah District

Assistant Professor Dr. Ali Abdul Wahhab Majeed Mohammad
Al-Iraqia University / College of Arts / Department of Geography
ali.al-abbaseen@aliraqia.edu.iq

المستخلص

يعد تلوث التربة من اهم المخاطر الحالية بسبب انتقال التلوث للنبات وخاصة المحاصيل الزراعية اذ تتلوث بالمعادن الثقيلة التي تمتاز بالتراكمية وعدم إمكانية تحللها ولا سيما الترب التي يتم ريها بمياه الصرف الصحي الغير معالج ، ويهدف هذا البحث الى دراسة مدى التلوث الحاصل للتربة الزراعية ببعض العناصر الكيميائية والثقيلة مثل (الاس الهيدروجيني ، التوصيلة الكهربائية ، الكالسيوم ، المغنيسيوم ، الكادميوم ، النيكل ، الرصاص ، النحاس) حيث تم تقسيم منطقة الدراسة الى ثلاث مواقع وهي (البطين ، م. ناحية اللطيفية ، بزايز اللطيفية) من اجل اخذ العينات الخاصة بالترب من الأفق السطحي الذي يمتد من عمق (٠ – ٣٠) سم وهو العمق المناسب لنمو المحاصيل الزراعية وامتداد الجذور ، وقد تم استخدام معادلة عامل التلوث في تقييم الأثر البيئي لتراكم الملوثات ومن خلال تطبيقها تبين ان مقاطعة البطين سجلت تلوث منخفض بسبب اعتمادها على مياه نهر الفرات في ري الأراضي الزراعية ، اما موقعي م. ناحية اللطيفية و بزايز اللطيفية فقد سجلت قيم تلوث متوسط ماعدا عنصر Ni فقد سجل تلوث منخفض ، وقد ختم البحث ببعض الاستنتاجات والتوصيات التي بدورها تعمل على التخلص او تقليل تلوث الترب في منطقة البحث .

الكلمات المفتاحية :. (التلوث ، تلوث الترب ، الأثر البيئي ، مياه الصرف الصحي غير المعالج ، معادلة عامل التلوث).

Abstract

Soil pollution is one of the most important current risks due to the transmission of pollution to the plant, especially agricultural crops, as they are contaminated with heavy metals that are characterized by accumulation and the inability to decompose them, especially soils that are irrigated with untreated wastewater, and this research aims to study the extent of contamination of agricultural soil with some chemical and heavy elements such as (pH, electrical conductivity, calcium, magnesium, cadmium, nickel, lead, copper). The study area was divided into three sites (Al-Bateen, M. Latifiya district, Bzaiz Al-Latifiya) in order to take soil samples from the surface horizon that extends from (0 - 30) cm depth, which is the appropriate depth for the growth of agricultural crops and the extension of roots, and the pollution factor equation was used in assessing the environmental impact of the accumulation of pollutants, and through its application it was found that Al-Bateen province recorded low pollution due to its dependence on Euphrates River water in irrigating agricultural lands, while the sites of M. The research concluded with some conclusions and recommendations that work to eliminate or minimize soil pollution in the research area. The research was concluded with some conclusions and recommendations that work to eliminate or minimize soil pollution in the research area.

Keywords: (Pollution, soil contamination, environmental impact, untreated wastewater, pollution factor equation) .

بسم الله الرحمن الرحيم

المقدمة :.

أدى التطور الذي شهدته معظم دول العالم إضافة لزيادة عدد السكان وارتفاع مستوى المعيشة الى ارتفاع ملحوظ في الطلب على المياه ، و نظرا لقلة الموارد المائية تتجه أساليب الزراعة الحديثة الى استخدام مياه الصرف الصحي لري الأراضي الزراعية بأنواع مختلفة من المحاصيل ، وتعتبر مياه الصرف الصحي من المصادر الحديثة التي تستغل في الري وقد بدء استخدامها في العراق حيث تمت زراعة العديد من الأراضي في مناطق مختلفة بطريقة الري بمياه الصرف الصحي ، حيث تتميز مياه الصرف الصحي الغير معالجة بخصائص التلوث منها وجود أنواع مختلفة من الفيروسات والبكتريا وتراكيز عالية من المواد الكيميائية والعضوية المختلفة الامر الذي قد يؤدي الى تلوث المياه الجوفية والمحاصيل الزراعية وبالتالي يؤثر سلبا على صحة الانسان ، حيث تؤثر مياه الصرف الصحي على الخصائص الفيزيائية والكيميائية للتربة مثل التوصيل الهيدروليكي ومعدل الترشيح واحتباس الماء والكاربون العضوي ، وخلال العقدين الماضيين زاد استخدام مياه الصرف الصحي في الزراعة بصورة كبيرة نظرا لزيادة الكثافة السكانية مع محدودية موارد المياه المتاحة ، وذلك محاولة لتقليل استنزاف مصادر المياه التقليدية خاصة المستخدمة في الزراعة حيث ان معظم دول العالم تستهلك ما بين ٦٠ – ٩٠ % من استهلاك المياه في الزراعة وكذلك لتقليل الاثار البيئية للتخلص من مياه الصرف الصحي .

مشكلة البحث :.

تتمثل مشكلة البحث بالأثار السلبية والخطيرة لمياه الصرف الصحي الغير معالجة المستخدمة في ري الأراضي الزراعية مما يؤثر على جودة انتاجها ، لذا يمكن صياغة مشكلة البحث بالسؤال الاتي :.

(هل تتسبب مياه الصرف الصحي الغير معالج في رفع تراكيز بعض الملوثات في الترب الزراعية) .

فرضية البحث :.

يفترض البحث ان مشكلة الاثار السلبية التي تسببها استخدام مياه الصرف الصحي في ري الأراضي لها تأثير كبير على جودة الأراضي الزراعية ، لذا يمكن صياغتها على الشكل التالي :.

(تتسبب مياه الصرف الصحي الغير معالج في رفع تراكيز بعض الملوثات في الترب الزراعية) .

هدف البحث :.

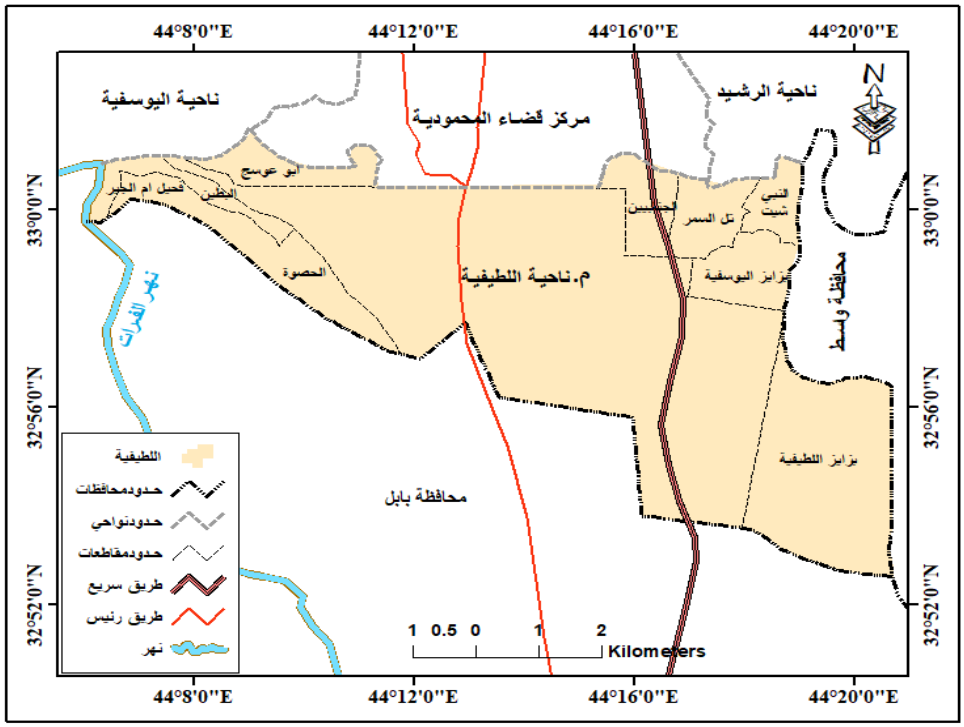
يهدف البحث الحالي إلى تسليط الضوء على الاثار السلبية لمياه الصرف الصحي الغير معالجة المستخدمة في ري الأراضي الزراعية اذ انها تعمل على تغير خواصها فضلا عن إضافة مواد وعناصر جديدة خطيرة اليها ، مما يؤدي ذلك الى تقليل جودتها في الإنتاج الزراعي .

الحدود المكانية والزمانية للبحث :.

تقع ناحية اللطيفية جنوب محافظة بغداد وهي تابعة إداريا الى قضاء المحمودية ، وتمتد منطقة الدراسة فلكيا بين خط طول (٠ ٠٦ ° ٤٤) و (٠ ٢١ ° ٤٤) شرقا ودائرة عرض (٠ ٥٢ ° ٣٢) و (٠ ٢ ° ٣٣) شمالا ، يحدها من الشمال قضاء

المحمودية ومن الجنوب ناحية الإسكندرية التابعة الى محافظة بابل ومن الغرب ناحية اليوسفية وناحية جرف النصر التابعة الى محافظة بابل ومن الشرق ناحية الرشيد وقضاء الصويرة التابع الى محافظة واسط وتبلغ مساحتها (٥١٩ كم ^{٢}) كما موضح في الخريطة (١) ، اما الحدود الزمانية للبحث فتمثلت في عام ٢٠٢٣م.

خريطة (١) موقع منطقة الدراسة .



المصدر :. الباحث بالاعتماد على:.

١. وزارة الموارد المائية ، الهيئة العامة للمساحة ، خريطة محافظة العراق الإدارية بمقياس ١ / ١٠٠٠٠٠٠ ، ٢٠٢٠ .

مفهوم الصرف الصحي .

تعتبر مياه الصرف الصحي واحدة من اخطر المشاكل على الصحة العامة في معظم دول العالم وخصوصاً دول العالم الثالث ، وذلك بسبب أن اغلب هذه الدول ليس لديها شبكة صرف صحي متكاملة ، بل وحتى في بعض المدن الكبيرة لا توجد شبكة صرف صحي ، والمشكلة الكبرى عندما تلقى مياه الصرف الصحي في مياه الأنهار بصورة مباشرة وبدون معالجة تذكر مما تسبب مشكلة صحية خطيرة ، كما أن استخدام الحفر الأرضية في الأماكن التي لا يتوفر فيها شبكة صرف صحي له أضراره على الصحة العامة خاصة إذا تركت مكشوفة أو ألقيت مخلفاتها في الأماكن القريبة من المساكن ، وذلك لكون مياه الصرف الصحي تحتوي على كمية كبيرة من المواد العضوية وإعداد هائلة من الكائنات الحية الدقيقة الهوائية واللاهوائية ، ومن هنا يمكن تعريف مياه الصرف الصحي على أنها (**سائل عكر يحتوي على قرابة (٩٩,٩٪) ماء والباقي خليط من مواد عضوية وغير عضوية في صورة جزيئات صلبة معلقة مرئية دقيقة جداً وجزيئات غروية ومركبات منحلة وكائنات حية دقيقة كالبكتريا والفيروسات**) [١] ،

أما بالنسبة لمياه الصرف الصحي المعالجة فتعرف على أنها (**المياه الخارجة من محطة معالجة مياه الصرف الصحي بعد معالجتها بطريقة سليمة طبقاً للمعايير القياسية لنوعية مياه الصرف الصحي المعالجة وحسب الغرض من استخدامها**) [٢] .

أن عملية صرف ومعالجة مياه الصرف الصحي لابد وان تواكب أو تلي عملية إمداد المياه بل أنها أكثر ضرورة لما يمثله عدم صرفها ومعالجتها من أثار بيئية

خطيرة ، كونها تعد مصدراً لانتشار الأوبئة والأمراض وتلويث لمصادر المياه السطحية والجوفية .

مصادر مياه الصرف الصحي .

أن من ابرز مصادر مياه الصرف الصحي هي[٣] :.

١-المخلفات المائية المنزلية والتجارية :. وهذه تضم التصاريف المنزلية والتجارية و تصاريف المؤسسات والمنشآت ومثيلاتها مثل المدارس والفنادق والمطاعم ، إذ تحتوي مخلفاتها على بقايا الطعام والمنظفات الصناعية والصابون وباقي المواد العضوية وغير العضوية .

٢-المخلفات المائية للأنشطة الصناعية :. تشمل المياه المتخلفة عن المصانع المختلفة في المدينة وهي تختلف في كمياتها وفي محتوياتها من مصنع لأخر ، إذ يتطلب في بعض الأحيان معالجة مياه صرف بعض الصناعات نظراً لطبيعة وخطورة محتواها .

٣-مخلفات مياه الأمطار :. هذه المياه تجد طريقها إلى شبكة الصرف الصحي عن طريق بالوعات الشوارع حاملة معها ما تجرفه من الملوثات العضوية والأتربة والأملاح من الشوارع والمزارع .

٤-مخلفات مياه المستشفيات (النفايات السائلة الطبية) :. تشتمل على مياه المستشفيات والمستوصفات الصحية ، ولخطورة اثر تلك المخلفات لذا يجب إقامة محطات خاصة لمعالجتها .

٥-التسرب والانصباب :. وهذا ما يتعلق بالمياه التي تجد طريقها من الأرض إلى شبكة المجاري عبر طرق متعددة

٦-مياه الرشح :. وهي المياه الجوفية التي يمكن أن تصل إلى المجاري إذا كان منسوب المياه الجوفية أعلى من منسوب المجاري ، وتتوقف كمية هذه المياه على مسامية التربة ودرجة نفاذية المياه فيها وعلى المواد التي تصنع أنابيب وجدران فحص المجاري [٤] .

مكونات مياه الصرف الصحي . تتمثل مكونات مياه الصرف الصحي بما يأتي[٥] :.

١- مواد عضوية قابلة للتحلل .
٢- كائنات حية دقيقة مسببه للأمراض .
٣- مواد مغذية للنبات (نتروجين ، فسفور ، بوتاسيوم) .
٤- مواد عضوية مقاومة للتحلل .
٥- معادن ثقيلة و أملاح معدنية ذائبة .

خصائص مياه الصرف الصحي .

تقوم شبكات الصرف الصحي بتصرف مياه مخلفات المدن إلى مواقع التجميع ومحطات المعالجة ومن ثم تصرف إلى مواقع التصريف المخصصة لها ، إذ تتوقف طبيعة معالجة مياه الصرف الصحي على طبيعة المخلفات والموقع المراد تصريفها إليه ، لذا تجرى مجموعة من التحاليل المطابقة لمعايير (NPDES) [*] من اجل تحديد مصادر وخصائص تلك الفضلات ، ومن أهم خصائص مياه الصرف الصحي ما يأتي :.

أولاً / الخصائص الفيزيائية :.

وهي الخصائص التي تشمل على (اللون ، الرائحة ، الحرارة ، العكورة ، مواد عضوية ، مواد غير عضوية) ، وتكون الفضلات المنزلية الحديثة ذات رائحة صابونية أو زيتية وهي غير شفافة وتحتوي على مواد صلبة ظاهرة وتكون غالباً ذات قطر كبير نسبياً ، أما المخلفات الأسنة فتكون ذات رائحة قريبة لكبريتيد الهيدروجين وتكون ذات لون رمادي مائل إلى السواد [٦] ، وتبدأ مياه الفضلات بالتغير بعد مرور مدة (٢ – ٦) ساعات عند درجة حرارة (٢٠ مْ) ، وذلك بسبب تحلل وتفسخ المواد العضوية الموجودة فيها .

ثانياً / الخصائص الكيميائية :.

تحدد الخصائص الكيميائية لمياه الصرف الصحي على أساس محتوى تلك المياه من المواد العضوية وغير العضوية السامة ، فإذا كان محتوى تلك المياه عضوياً شملت الخصائص الكيميائية على (المتطلب الحيوي للأوكسجين ، المتطلب الكيمياوي للأوكسجين ، الكاربونات العضوية) ، أما إذا كانت محتويات تلك المياه غير عضوية فتشمل الخصائص الكيميائية على (الدالة الحامضية PH ، القاعدية ، العسرة الكلية ، المنغنيز ، الكبريت ، النترات ، الفوسفات ، الحديد ، ...الخ) [٧] ، وتعتبر الصناعة من أهم مصادر المواد الكيميائية الموجودة في مخلفات الصرف والمتولدة خلال عمليات التصنيع المختلفة ، التي قد تخضع موادها إلى معالجة قبل أن تصرف أو لا تخضع [٨] .

ثالثاً / الخصائص البايولوجية :.

تحدد الخصائص البايولوجية لمياه الصرف الصحي على أساس وجود عدد من الكائنات الحية المجهرية الناتجة عن تصريف الفضلات البشرية والحيوانية وبعض المواد العضوية ، ومن أهمها (البكتريا ، الفيروسات ، الإحياء المجهرية وحيدة الخلية ، الديدان) ، فضلاً عن وجود المسببات المرضية والطفيليات المعوية (التي تنتقل على شكل بيوض أو أطوار أخرى) وأحياء عديدة أخرى ، ولا سبيل لقياس جميع هذه المؤشرات دورياً في المياه لتنوع القياسات ولكثرة ما تتطلبه من وقت وجهد ، لذلك يستعاض عن ذلك بالاكتفاء بقياس تعداد مجموع البكتريا القولونية (Total coliform) وبكتريا الايشريكية القولونية (Escherichia coli) ، والتي تعتبر بمثابة دليل بايولوجي ، ففي حالة العثور على هذه البكتريا فان ذلك يعتبر دليل على وجود فضلات بشرية أو حيوانية [٩] .

تربة منطقة البحث :.

تعرف التربة انها الطبقة الهشة التي تغطي صخور القشرة الارضية على ارتفاع يتراوح ما بين بضع سنتمترات الى عدة امتار ، وهي بذلك مزيج او خليط من المواد المعدنية والعضوية وعناصر الهواء والماء [١٠]، يعد عامل التربة من العوامل المهمة التي اثرت على المياه لان نوعية التربة ونسجتها وعمقها هي التي تحدد درجة نفاذها واحتفاظها بالمياه هذا الى جانب التأثير الواضح لمكونات التربة ، وتؤثر نسجه التربة على القدرة بالاحتفاظ بالماء والعناصر الضرورية وتحدد حركة المياه وانسيابها في التربة حيث تختلف هذه الحركة باختلاف النسجة [١١]، ويمكن تصنيف ترب منطقة البحث الى :

١. ترب احواض الانهار المطمورة :.

تتكون ترب دورية الانغمار من رواسب الانهار الموسمية التي تجري خلال مواسم معينة ثم تنحسر تاركة خلفها الرواسب ، وتكون نسجه هذا النوع من الترب ناعمة ويتصف نسيجها بكونه رملي او غريني رملي [١٢]، تمتد تربة احواض الانهار المطمورة في معظم ارجاء منطقة البحث عدا الاجزاء الغربية والشرقية منها في كل من المقاطعات (مقاطعة م. ناحية اللطيفية ، مقاطعة الجنابيين) وتبلغ مساحتها الكلية (354 كم^2) وبنسبة (69.5 %) من مجموع التربة في منطقة الدراسة ، وتتكون هذه الترب من تجمع الارسابات الناعمة التي حملتها مياه الفيضانات بعيداً عن مجاري الانهار اذ تكون غالبية نسجتها ناعمة وتتكون من (50 – 70) من نسجه مزيجيه طينية واحياناً مزيجيه غرينيه [١٣] .

2. ترب دورية الاغمار :.

هي عبارة عن احواض كبيرة نسبياً يكون انحدارها من اطرافها باتجاه وسط المنخفض وتتجمع فيها مياه الامطار عن طريق السيول الصغيرة التي تحدث نتيجة لتساقط الامطار على شكل زخات سريعة وغالبا ما تحمل هذه السيول الرواسب لتلقي بها في هذه المنخفضات ، تحتوي ترب المنخفضات على نسبة عالية من الجبس والكلس والرمل والغرين والطين ، وترتفع الاملاح في تربة المنخفضات بسبب عمليات التبخر الشديدة التي تحصل خلال فصل الصيف ، اذ تتدرج نسبة الاملاح بالارتفاع كلما اتجهنا نحو اوطأ نقطة في المنخفض ، ويطلق على هذه الترب المتملحة اسم (السبخات) [١٤]، وتمتد هذه الترب في المناطق الشرقية من منطقة الدراسة في كل من المقاطعات (مقاطعة عركوب النبي شيت ، مقاطعة بزايز اليوسفية ، مقاطعة تل

السمر ، مقاطعة بزايز اللطيفية) بمساحة تبلغ (79 كم^2) بنسبة (15.5 %) من مجموع الترب في منطقة البحث .

3. ترب حصوية جبسيه :.

يقتصر وجود هذه الترب غرب ناحية اللطيفية عند المقاطعات (أبو عوسج ، الحصوة ، البطين) وتعود الى التكوينات القديمة الى عصر الميوسين متكونة من الرمل والغرين والطين بنسبة (57.1 ، 15.5 ، 27.40 %) ، اي انها ذات نسجه جبسيه حصوية ، تضم املاح (1.72) ملموز ، ومواد عضوية (0.7 %) ، ومعدل محتواها من الكلس والجبس بلغ (8.65 ، 69.5 %) على التوالي ، وتكاد تنعدم فيها الحياة النباتية بسبب قلة المواد العضوية ، وطبيعة التربة تكون شديدة النفاذية ولا تحتفظ بالمياه ، وتبلغ مساحتها (70 كم^2) وبنسبة (13.8) من مجموع الترب في منطقة الدراسة .

4. ترب كتوف الانهار :.

يتمثل هذا النوع من الترب في منطقة كتوف الانهار الطبيعية التي تمتد على الجانب الايمن لنهر الفرات في منطقة الدراسة عند مقاطعة (فحيل ام الجير) ويعد هذا النوع من الترب من افضل انواع الترب حيث تمتاز بخصوبتها العالية فضلا عن انها تربة ذات تصريف جيد ومسامية جيدة ونسيج طبقاتها بين الرمل الناعم والذرات الغرينية الطينية التي تكون مخلوطة مع الحصى ، ان محتوى ترب كتوف الانهار من الرمل (25 ، 25 ، 12 %) ومن الطين (23 ، 22 ، 30 %) ومن الغرين (52 ، 53 ، 58 %) فهي تعد مزيجيه او مزيجيه غرينيه ذات النسجة ما بين الخشنة الى المتوسطة الخشونة التي لها القابلية على حركة المياه اذ تؤثر نسجه التربة على الاحتفاظ بالمياه وتحديد معدل حركة المياه وانسيابه في التربة اذ تختلف تلك الحركة

باختلاف النسجة ، وتساعد نسجتها المتوسطة الخشونة على ارتفاع درجة مساميتها ونفاذيتها قياساً لأنواع الترب الاخرى[١٥]، وتبلغ مساحة هذه الترب في منطقة البحث (6 كم^2) وبنسبة (1.2 %) من مجموع الترب في منطقة .

الأثر البيئي والصحي لمياه الصرف الصحي غير المعالجة [١٦] :.

أولا / الأثر البيئي :.

- تلوث المياه الجوفية والأنهار المجاورة ، مما يضر بالكائنات المائية .
- فقدان خصوبة الأراضي الزراعية ، مما يقلل من الإنتاجية الزراعية .
- تطور الأمراض النباتية نتيجة تراكم الملوثات .

ثانيا / الأثر الصحي :.

- ينتقل في مياه الشرب والأغذية الملوثة مسببة أمراضاً معدية مثل الإسهال ، التيفوئيد ، والزحار .
- تراكم المعادن الثقيلة يُسبب أمراضًا مزمنة مثل تلف الكلى والكبد ، والاضطرابات العصبية .
- انتشار الميكروبيولوجي المسببة للأمراض مثل البكتيريا والفيروسات عن طريق التربة والمياه الملوثة .

الجزء العملي .

قام الباحث بتقسيم منطقة الدراسة إلى ثلاثة مواقع محددة وذلك وفقًا لما هو موضح في الجدول (١) والخريطة (٢) ، تم أخذ وجمع عينات من التربة التي تم ريها بمياه الصرف الصحي من الأفق السطحي الذي يمتد من عمق ٠ إلى ٣٠ سم من مواقع مختلفة وذلك خلال فترة الاستزراع ، و لضمان نقل العينة بطريقة سليمة والحفاظ على خصائصها الكيميائية وضعت العينات في أكياس بلاستيكية نظيفة ومعقمة مع مراعاة المعايير العلمية ليتم تحليلها لاحقا في المختبر البيئي بدقة وموثوقية .

طريقة العمل .

١- اختيار المكان المراد اخذ عينة التربة منه .

٢- نقوم بتنظيف سطح التربة من بقايا النباتات والمخلفات العضوية والاجسام الغريبة .

٣- نقوم بحفر التربة بواسطة أدوات خاصة بالحفر كما موضح في الصورة (١).

٤- تؤخذ العينة من الأفق السطحي الذي يمتد من عمق (٠ – ٣٠ سم) ، وتختلف هذه الابعاد على حسب طبيعة النبات سواء كان عشبي او شجري وعلى عمق جذوره حيث تؤخذ التربة من منطقة نشاط المجموع الجدري .

٥- توضع عينات التربة التي تم اخذها في أكياس نظيفة ومعقمة ومن ثم تنقل الى مختبر التحليل .

٦- يتم كتابة معلومات التربة على بطاقة وتوضع في الكيس مثل (اسم الناحية والمقاطعة ، مكان اخذ العينة ، تاريخ سحب العينة ، العمق الذي تم سحب التربة منه ، العناصر المراد تحليلها) .

صورة (١) تبين أداة سحب العينة والاكياس التي توضع فيه .

صورة (٢) تبين كيفية وضع عينات التربة في الكيس .

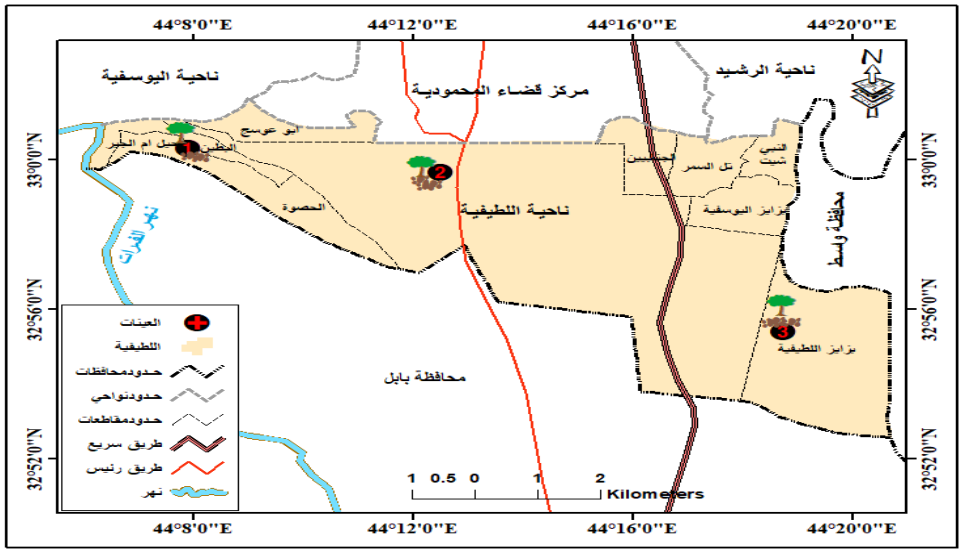
المصدر :. العمل الميداني

جدول (١) تبين مواقع العينات في منطقة الدراسة

ت	الموقع	الرمز	المنطقة	الاحداثيات
١	الأول	A	البطين	(٠ً ٨ً ٤٤ °) و (٠ً ٠ً ٣٣°)
٢	الثاني	B	م. ناحية اللطيفية	(٠ً ١٣ً ٤٤ °) و (٠ً ٠ً ٣٣°)
٣	الثالث	C	بزايز اللطيفية	(٠ً ١٨ً ٤٤ °) و (٠ً ٥٤ً ٣٢°)

المصدر :. العمل الميداني للباحث

خريطة (٢) موقع العينات في منطقة الدراسة



المصدر :. العمل الميداني للباحث

التحاليل المختبرية لعينة ترب منطقة البحث .

جدول (٢) التحاليل المختبرية (الكيميائية) لعينات ترب منطقة البحث .

العنصر	Aترب	Bترب	Cترب	المحددات البيئية
الاس الهيدروجيني PH	7.1	8.7	8.7	٦,٥ – ٨,٥
التوصيلة الكهربائية EC	٣	٨	١٠	٢ – ٤ مايكرو سيمنز / سم^{2}
الكالسيوم Ca	٥١٢	١٥٥٠	١٦١٠	٥٠٠ ـ ١٥٠٠ ملغم / كغم
المغنيسيوم Mg	٤٠٦	١٥١٠	١٥٢١	٥٠٠ ـ ١٥٠٠ ملغم / كغم
الكادميوم Cd	٠,١	٦,٥	٧	٣ ـ ٥ ملغم / كغم
النيكل Ni	٢٢	٣٩	٤١	50 - 200 ملغم / كغم
الرصاص Pb	١٥	٥٢	٥٤,٥	٥٠ ـ ١٠٠ ملغم / كغم
النحاس Cu	١٠	١٤٨	١٥٢	٣٠140 – ملغم / كغم

المصدر: الباحث بالاعتماد على عينات تم تحليلها في وزارة البيئة والصحة . المختبر البيئي المركزي .

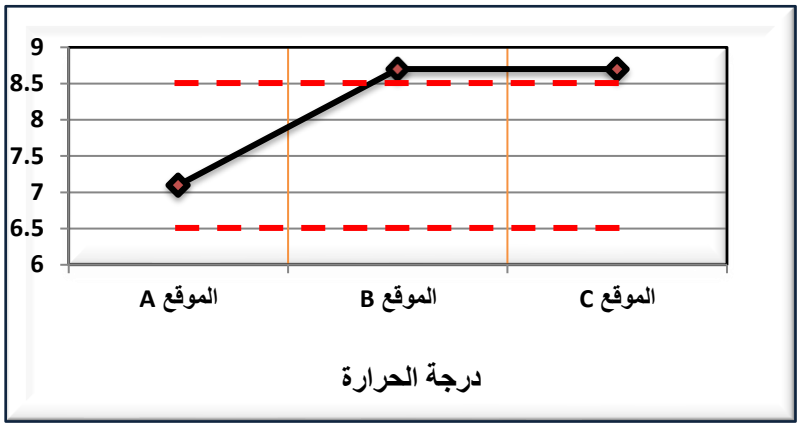
مناقشة نتائج التحاليل المختبرية الواردة في الجدول (٢) .

١ – **الاس الهيدروجيني PH :.** يسمى أحياناً بالدالة الحامضية الذي يمكن أن يعرف بأنه اللوغاريتم العشري السالب لنشاط أيون الهيدروجين ، والذي ينتج عن التوازن الحامضي والقاعدي المتحقق كنتيجة لتراكيز مختلفة من المركبات الذائبة [١٧] ، حيث أظهرت نتائج تحاليل الاس الهيدروجيني للمواقع الثلاثة من التربة التي تم سحبها وتحليلها من ناحية اللطيفية ، أن الموقع (A) كان ضمن الحدود المسموح

بها ولم يتجاوزها وذلك بسبب اعتماد الزراعة في تلك المقاطعة على مياه الري من النهر ، اما المواقع (B ، C) قد تجاوزت الحدود والمعايير المسموح بها وكما واضح في الجدول (٢) والشكل (١) وذلك بسبب تأثير مياه الصرف الصحي المستخدمة في ري الأراضي الزراعية حيث تعمل على رفع تراكيز الاس الهيدروجيني .

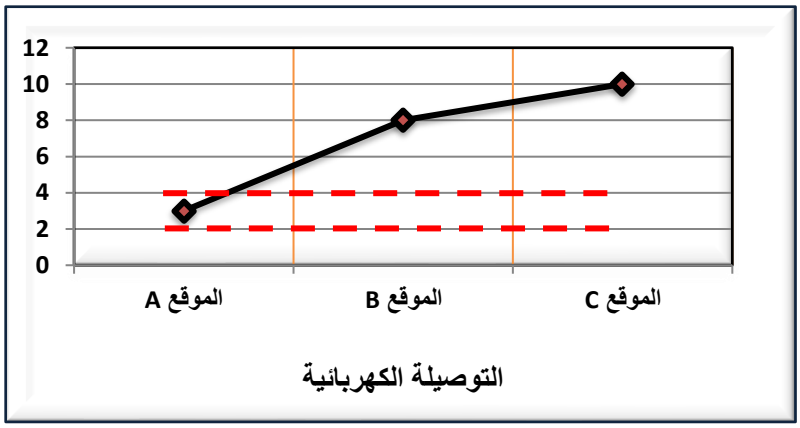
٢- **التوصيلة الكهربائية EC :.** وهي تعبير عن ما تحتويه التربة من الأملاح الذائبة وذلك بالاعتماد على قابليتها على التوصيل ، اذ تبين من خلال نتائج تحاليل التوصيلة الكهربائية الواردة في الجدول (٢) للمواقع الثلاثة من تربة منطقة الدراسة ، أن الموقع (A) كان ضمن الحدود المسموح بها والبالغة (٢ – ٤ مايكرو سيمنز / سم^{٢}) وذلك بسبب اعتماد الزراعة في تلك المقاطعة على مياه الري من النهر ، اما المواقع (B ، C) قد تجاوزت الحدود والمعايير المسموح بها وكما واضح في الشكل (٢) وذلك بسبب مياه الصرف الصحي المستخدمة في ري الأراضي الزراعية اذ انها تعمل على رفع قيم التوصيلة الكهربائية في التربة .

شكل (١) تراكيز درجة حرارة عينات الترب في منطقة الدراسة .



المصدر :. الباحث بالاعتماد على جدول (٢) .

شكل (٢) تراكيز التوصيلة الكهربائية في عينات الترب في منطقة الدراسة .

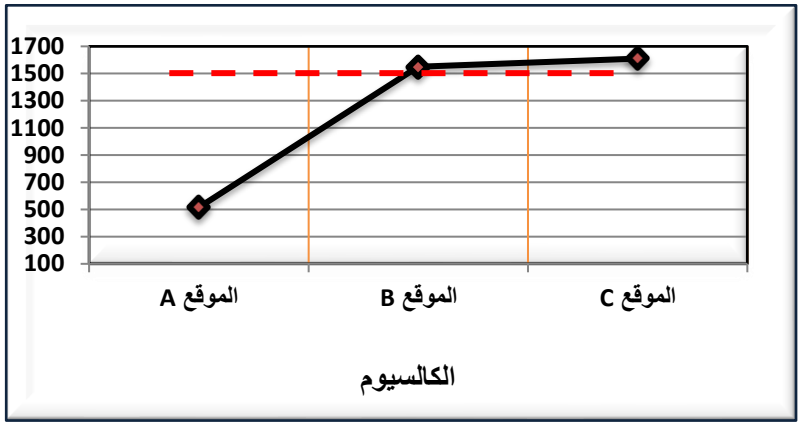


المصدر :. الباحث بالاعتماد على جدول (٢) .

٣- **الكالسيوم Ca** :. يعدُّ الكالسيوم من العناصر القلوية الأرضية وأكثر الأيونات انتشاراً في الترب ، وهو عنصر مهم جدا في تقدير خصوبة التربة ، لذا أظهرت نتائج تحاليل الكالسيوم للمواقع الثلاثة من التربة التي تم سحبها وتحليلها من ناحية اللطيفية ، أن الموقع (A) كان ضمن الحدود المسموح بها وذلك بسبب اعتماد

الزراعة في تلك المقاطعة على مياه الري من النهر ، اما المواقع (B ، C) قد تجاوزت الحدود المسموح بها وكما واضح في الجدول (٢) والشكل (٣) وذلك بسبب مياه الصرف الصحي المستخدمة في ري الأراضي الزراعية .

شكل (٣) تراكيز الكالسيوم في عينات الترب في منطقة الدراسة .

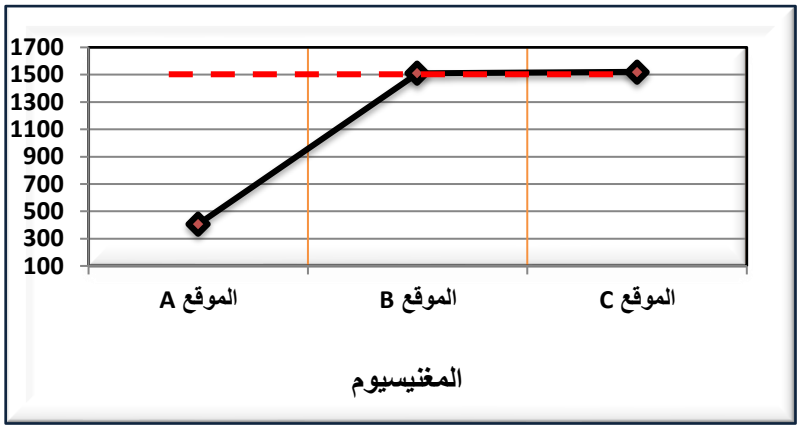


المصدر :. الباحث بالاعتماد على جدول (٢) .

٤- **المغنيسيوم Mg :.** يعُدُّ المغنيسيوم من العناصر القلوية الواسعة الانتشار في الترب وينتج بصورة طبيعية من ذوبان الصخور الجيرية والميكا وصخور المعادن والبيروكسيد في الماء وبصورة غير طبيعية من مخلفات المياه الصناعية وخاصة التي تستخدم مادة (Dolomatic Lime) ، وهو يعتبر عنصر مهم لرفع خصوبة التربة وحفظ التوازن الكيميائي لمكونات الترب، لذا تبين من خلال نتائج تحاليل المغنيسيوم الواردة في الجدول (٢) للمواقع الثلاثة من تربة منطقة الدراسة ، أن الموقع (A) كان ضمن الحدود المسموح بها والبالغة (٥٠٠ – ١٥٠٠ ملغم / كغم) رغم انه قد سجل انخفاض في تراكيز المغنسيوم اذ سجل (٤٠٦ ملغم / كغم) وذلك بسبب اعتماد الزراعة في تلك المقاطعة على مياه الري من النهر ،

اما المواقع (B ، C) قد تجاوزت الحدود والمعايير المسموح بها وكما واضح في الشكل (٤) وذلك بسبب مياه الصرف الصحي المستخدمة في ري الأراضي الزراعية اذ انها تعمل على رفع قيم المغنيسيوم في التربة .

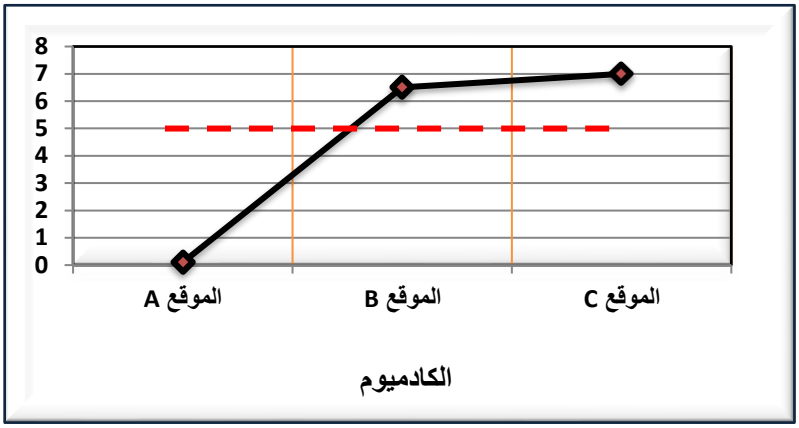
شكل (٤) تراكيز المغنيسيوم في عينات الترب في منطقة الدراسة .



المصدر :. الباحث بالاعتماد على جدول (٢) .

٥- **الكادميوم Cd :.** يعتبر الكادميوم مضر جدا عند تواجده بكميات كبيرة وذلك لسميته ويتأثر ذوبانه في الماء بحامضية الماء ، وقد تبين من خلال نتائج تحاليل الكادميوم الواردة في الجدول (٢) للمواقع الثلاثة من تربة منطقة الدراسة ، أن الموقع (A) كان ضمن الحدود المسموح بها والبالغة (٣ – ٥ ملغم / كغم) رغم انه قد سجل انخفاض في تراكيزه في ذلك الموقع حيث سجل (٠.١ ملغم / كغم) وذلك بسبب اعتماد الزراعة في تلك المقاطعة على مياه الري من النهر ، اما المواقع (B ، C) قد تجاوزت الحدود والمعايير المسموح بها وكما واضح في الشكل (٥) وذلك بسبب مياه الصرف الصحي المستخدمة في ري الأراضي الزراعية اذ انها تعمل على رفع قيمة الكادميوم في التربة .

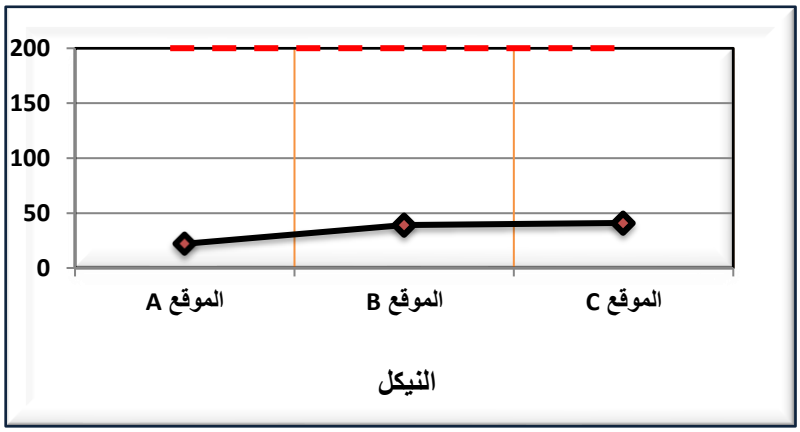
شكل (٥) تراكيز الكادميوم في عينات الترب في منطقة الدراسة .



المصدر :. الباحث بالاعتماد على جدول (٢) .

٦- **النيكل Ni :.** عرف هذا العنصر منذ حوالي ٢٠٠ عام وهو يوجد في الطبيعة متحدا مع الكبريت او الزرنيخ ، وتحتوي التربة الطبيعية على ٤٠ جزء بالمليون كمعدل عام ، يعتبر النيكل مضر جدا للنبات عند تواجده بكميات كبيرة وذلك لسميته فضلا عن تأثيره على الكائنات الحية الموجودة في التربة ، وقد تبين من خلال نتائج تحاليل النيكل الواردة في الجدول (٢) للمواقع الثلاثة من تربة منطقة الدراسة ، أن المواقع جميعها كان ضمن الحدود المسموح بها والبالغة (٢٠٠ – ٥٠ ملغم / كغم) ويعود السبب الى قلة وجوده في مياه الصرف الصحي المستخدم في ري الأراضي الزراعية في منطقة الدراسة .

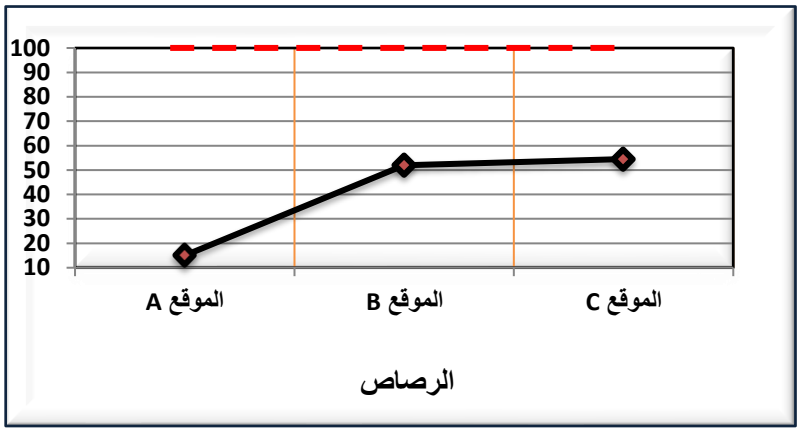
شكل (٦) تراكيز النيكل في عينات الترب في منطقة الدراسة .



المصدر :. الباحث بالاعتماد على جدول (٢) .

٧- **الرصاص Pb :.** يُعدُّ الرصاص من العناصر ذات الوجود الطبيعي في القشرة الأرضية ، يوجد هذا العنصر في الطبيعة على شكل خامات معدنية تعرف بالغالينا وهي كبريتيد الرصاص كما يوجد على شكل خامات كربونات وكرومات وكبريتات الرصاص ، وتعتبر هذه الخامات من المصادر الطبيعية الملوثة للبيئة بالرصاص ولكن أغلب الرصاص الموجود في البيئة هو بسبب النشاط الإنساني ، لذا يعتبر مضر جدا عند تواجده بكميات كبيرة وذلك لسميته فضلا عن تأثيره على الكائنات الحية الموجودة في التربة ، وقد تبين من خلال نتائج التحاليل الواردة في الجدول (٢) للمواقع الثلاثة من تربة منطقة الدراسة ، أن المواقع جميعها كانت ضمن الحدود المسموح بها والبالغة (٥٠ – ١٠٠ ملغم / كغم) كما واضح في الشكل (٧) ، اما ارتفاعه في الموقعين (B ، C) فيعود الى استخدام مياه الصرف الصحي والحاوية على نسب من الرصاص في ري الأراضي الزراعية .

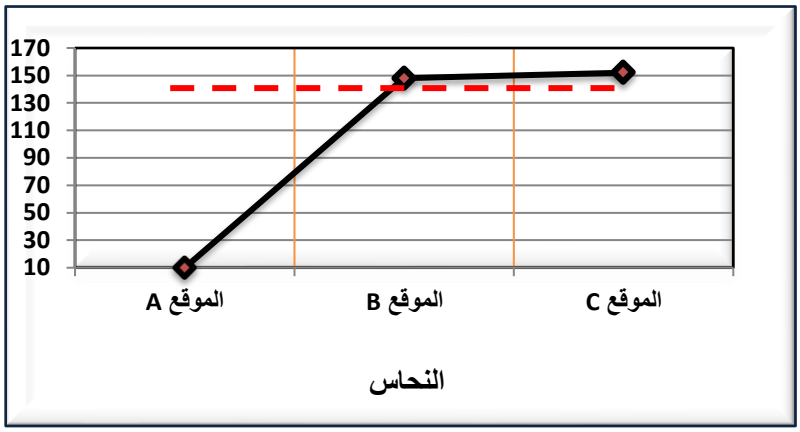
شكل (٧) تراكيز الرصاص في عينات الترب في منطقة الدراسة .



المصدر :. الباحث بالاعتماد على جدول (٢) .

٨- **النحاس Cu :.** . يعدُّ النحاس شائع الوجود في الطبيعة وتستخرج كميات كبيرة لتستخدم في العديد من الصناعات ، وهو ضروري بكميات قليلة ولكن سمي عند التراكيز العالية منه في التربة ، و ملاحظة نتائج تحاليل النحاس للمواقع الثلاثة من التربة التي تم سحبها وتحليلها من ناحية اللطيفية ، أن الموقع (A) كان ضمن الحدود المسموح بها مسجل (١٠ ملغم / كغم) وذلك بسبب اعتماد الزراعة في تلك المقاطعة على مياه الري من النهر ، اما المواقع (B ، C) قد تجاوزت الحدود المسموح بها وكما واضح في الجدول (٢) والشكل (٨) وذلك بسبب مياه الصرف الصحي المستخدمة في ري الأراضي الزراعية .

شكل (٨) تراكيز النحاس في عينات الترب في منطقة الدراسة .



المصدر :. الباحث بالاعتماد على جدول (٢) .

<u>استخدام معادلة عامل التلوث في تقييم الأثر البيئي لتراكم الملوثات في ترب ناحية اللطيفية .</u>

لقد تم استخدام معادلة عامل التلوث (CF Complex Frequency) لتحديد مقدار تراكيز الملوثات في ترب ناحية اللطيفية وذلك حسب مواقع العينات التي تم تحديدها ، ويمكن تطبيق هذه المعادلة على النحو الاتي :.

$$CF = \frac{C\ sample}{C\ Background}$$

حيث ان :.

CF = قيمة عامل التلوث .

C sample = تركيز العنصر المعين في التربة .

C Background = تركيز العنصر الأعلى المسموح به في التربة .

حيث يمكن تصنيف ترب ناحية اللطيفية ضمن عينات الدراسة التي تم ريها بمياه الصرف الصحي واخذ نموذج وتحليله في المختبر البيئي حسب درجة تلوثها على وفق محددات الجدول (٣) .

جدول (٣) تصنيف الترب حسب درجة تلوثها وفق معادلة عامل التلوث .

قيمة عامل التلوث	مستوى عامل تلوث الترب
اقل من ١	ترب ذات تلوث منخفض
١ – ٣	ترب ذات تلوث متوسط
٣ – ٦	ترب ذات تلوث كبير
اكثر من ٦	ترب ذات تلوث كبير جدا

Liu W H . Zhao JZ . Ouyang zy , Soderlu Guo , Impacts of sewage irrigation on novy metal distribution and Contamination in Beijing China , Environment international Volume 31 , Issu 6 , 2005 , p 80

ومن خلال تطبيق معادلة عامل التلوث على العناصر التي تم تحليها وتحديدها في تربة منطقة الدراسة نستنتج الجدول (٤) :.

جدول (٤) قيم عامل التلوث لتراكيز الملوثات في منطقة الدراسة .

المقاطعة	العينة	عامل تلوث PH	عامل تلوث EC	عامل تلوث Ca	عامل تلوث Mg	عامل تلوث Cd	عامل تلوث Ni	عامل تلوث Pb	عامل تلوث Cu
البطين	A	٠.٨٣	٠.٧٥	٠.٣٤	٠.٢٧	٠.٠٢	٠.١١	٠.١٥	٠.٢٠
م. ناحية اللطيفية	B	١.٠٢	٢	١.٠٣	١.٠١	١.٣	٠.١٩	٠.٥٢	٠.٥٥
بزايز اللطيفية	C	١.٠٢	٢.٥	١.٠٧	١.٠٢	١.٤	٠.٢٠	١.٠٥	١.٠٨

المصدر :. من عمل الباحث بالاعتماد على نتائج تطبيق معادلة عامل التلوث .

ومن خلال مقارنة قيم الجدول (٣) مع نتائج الجدول (٤) نستنتج الجدول (٥) والذي يبين مستوى التلوث في ترب منطقة الدراسة :.

جدول (٥) مستوى التلوث في ترب منطقة الدراسة .

المقاطعة	العينة	عامل تلوث PH	عامل تلوث EC	عامل تلوث Ca	عامل تلوث Mg	عامل تلوث Cd	عامل تلوث Ni	عامل تلوث Pb	عامل تلوث Cu
البطين	A								
م. ناحية اللطيفية	B								
بزايز اللطيفية	C								
دلالة اللون	تلوث منخفض (١>)					تلوث متوسط (> ١)			

المصدر :. من عمل الباحث بالاعتماد على مقارنة قيم الجدول (٣) و نتائج الجدول (٤) .

<u>مناقشة نتائج الجدول (٥)</u> .

من خلال نتائج الجدول (٥) يتبين ما يلي :.

١- **مقاطعة البطين (العينة A) :.** أظهرت نتائج الجدول (٥) ان تراكيز الملوثات في تربة مقاطعة البطين في ناحية اللطيفية كانت منخفضه اذ لم تسجل ارتفاع في قيم تراكيز العناصر (الكيميائية) ، والسبب يعود الى عدم استخدام مياه

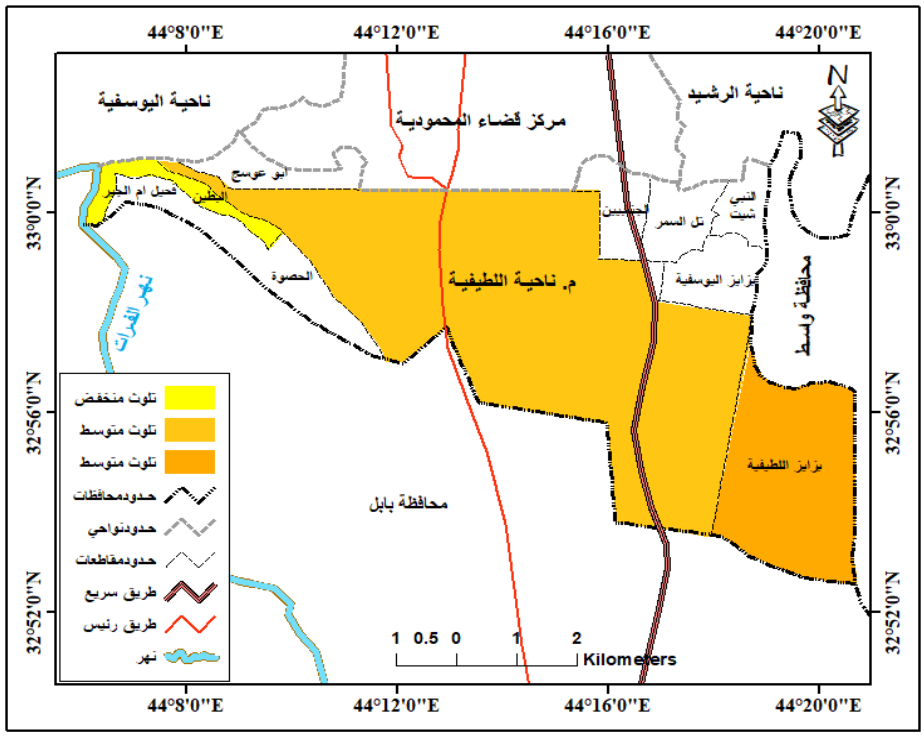
الصرف الصحي في ري الأراضي الزراعية لأنها تعتمد على مياه نهر الفرات في ري أراضيها الزراعية .

٢- **مقاطعة م. ناحية اللطيفية :.** أظهرت نتائج الجدول (٥) ان تراكيز الملوثات (الكيميائية) ، في تربة مقاطعة م. ناحية اللطيفية في ناحية اللطيفية لكل من العناصر (PH ، Ec ، Ca ، Mg ، Cd) قد كانت متوسطة القيمة لدرجة التلوث وفق معادلة عامل التلوث اذ سجلت قيم (> ١) أي اكبر من الواحد ، والسبب يعود الى تأثير مياه الصرف الصحي الغير معالجة المستخدمة في ري الأراضي الزراعية اذ تتميز مياه الصرف الصحي باحتوائها على الكثير من الملوثات التي تعمل على رفع واضافة الكثير من العناصر الملوثة الى التربة ، اما بالنسبة الى باقي العناصر والمتمثلة (Ni ، Pb ، Cu) فأنها قد سجلت قيم منخفضه أي (<١) أي اصغر من واحد في ترب منطقة الدراسة ، والسبب يعود الى قلة وجودها في مياه الصرف الصحي المستخدمة في ري الأراضي الزراعية في منطقة الدراسة .

٣- **مقاطعة بزايز اللطيفية :.** أظهرت نتائج الجدول (٥) ان تراكيز الملوثات (الكيميائية) ، في تربة مقاطعة بزايز اللطيفية في ناحية اللطيفية لكل من العناصر (PH ، Ec ، Ca ، Mg ، Cd ، Pb ، Cu) كانت متوسطة القيمة لدرجة التلوث وفق معادلة عامل التلوث اذ سجلت قيم (> ١) أي اكبر من الواحد ، والسبب يعود الى تأثير مياه الصرف الصحي الغير معالجة المستخدمة في ري الأراضي الزراعية اذ تعمل هذه المياه على رفع تراكيز العناصر الملوثة في التربة ، اما بالنسبة الى عنصر (Ni) فأنه قد سجل قيم منخفضه أي (<١) أي

اصغر من واحد في ترب منطقة الدراسة ، والسبب يعود الى قلة وجوده في مياه الصرف الصحي المستخدمة في ري الأراضي الزراعية في منطقة الدراسة .

خريطة (٣) تبين مستوى التلوث حسب المواقع المدروسة .



المصدر :. من عمل الباحث بالاعتماد على نتائج الجدول (٥) .

<u>الاستنتاجات :.</u>

١. تبين من خلال البحث ارتفاع تراكيز ملوثات الترب التي يتم ريها من مياه الصرف الصحي .

٢. تبين من خلال البحث ان ترب مقاطعة البطين تخلو من التلوث وحسب معايير معادلة عامل التلوث فان التلوث يكون منخفض جدا أي ضمن الحدود والمعايير المسموح بها .

٣. اظهر البحث ان تراكيز الملوثات (الكيميائية) ، في تربة مقاطعة م. ناحية اللطيفية لكل من العناصر (PH ، Ec ، Ca ، Mg ، Cd) كانت متوسطة القيمة لدرجة التلوث وفق معادلة عامل التلوث اذ سجلت قيم (> ١) ، والسبب يعود الى تأثير مياه الصرف الصحي الغير معالجة المستخدمة في ري الأراضي الزراعية اذ تتميز مياه الصرف الصحي باحتوائه على الكثير من الملوثات التي تعمل على رفع واضافة الكثير من العناصر الملوثة الى التربة .

٤. تبين من خلال البحث ان العناصر (Cu ، Pb ، Ni) في تربة مقاطعة م. ناحية اللطيفية قد سجلت قيم منخفضه أي اصغر من واحد (<١) في ترب منطقة الدراسة ، والسبب يعود الى قلة وجودها في مياه الصرف الصحي المستخدمة في ري الأراضي الزراعية في منطقة الدراسة .

٥. اظهر البحث ان مقاطعة بزايز اللطيفية قد سجلت فيها تراكيز من العناصر (PH ، Ec ، Ca ، Mg ، Cd ، Pb ، Cu) قيم متوسطة لدرجة التلوث وفق معادلة عامل التلوث اذ سجلت قيم (> ١) أي اكبر من الواحد ، والسبب يعود الى تأثير مياه الصرف الصحي الغير معالجة المستخدمة في ري الأراضي الزراعية اذ تعمل هذه المياه على رفع تراكيز العناصر الملوثة في التربة .

٦. تبين من خلال البحث ان عنصر (Ni) قد سجل قيم منخفضه أي(<١) أي اصغر من واحد في ترب منطقة بزايز اللطيفية ، والسبب يعود الى قلة وجوده في مياه الصرف الصحي المستخدمة في ري الأراضي الزراعية في منطقة البحث .

التوصيات :.

١. منع المزارعين الذين يقومون بري ارضهم بمياه الصرف الصحي الغير معالج ، وذلك لمنع تلوثها ووصول مياه الصرف الصحي الى المياه الجوفية .
٢. يجب ان لا تزيد مدة استخدام مياه الصرف الصحي الغير معالج في ري الأراضي الزراعية عن ٤ – ٥ سنوات وذلك لمنع تراكم الملوثات وبالتالي تلوث الترب والنباتات النامية فيها .
٣. المتابعة الدورية للأراضي الزراعية وقياس نسبة الملوثات فيها ، وخصوصا العناصر الثقيلة منها لأنها لها القدرة على التراكم لفترات طويلة في الترب وفي النباتات النامية .
٤. العمل على الاستفادة من هذه المياه في مجالات أخرى كان تكون في المجال الصناعة وتبريد المعدات .
٥. توفير وانشاء وحدات معالجة لمياه الصرف الصحي من اجل الاستفادة من تلك المياه في الجوانب الزراعية وهذا يعتبر حل مثالي لشحة المياه العذبة .
٦. منع ربط انابيب الصرف الصحي بمياه الابار داخل الأراضي الزراعية .

الهوامش

(١) علي حسن موسى ، التلوث البيئي ، ط ٢ ، دار الفكر ، دمشق ، سوريا ، ٢٠٠٦ ، ص ٣٦٥ .

(٢) سعيد فاضل احمد ، واقع ومستقبل خدمتي الماء الصافي والمجاري في مدينة بعقوبة ، رسالة ماجستير (غير منشورة) ، كلية التربية ، جامعة ديالى ، ص ٢٨ .

(٣) إسماعيل محمد المدني ومحمد حسين أبو شوشة ، مياه المجاري وطرق معالجتها ، سلسلة بحوث (قضايا بيئية) ، جمعية البيئة الكويتية ، ص ٩ .

(٤) المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني ، تقنية مدنية (شبكات المياه والصرف الصحي)،المملكة العربية السعودية، ٢٠٠٣ ، ص ٨٢ .

(٥) إسماعيل محمد المدني ومحمد حسين أبو شوشة ، مياه المجاري وطرق معالجتها ، مصدر سابق ، ص ٩ .

(*) (NPDES) :. يقصد بها National Pollution Discharge Elimination System وهي الشبكة الوطنية لإزالة التصاريف الملوثة الأمريكية .

(٦) ستيل ومكي ، إسالة الماء ومنظومة المجاري ، ترجمة : فاضل حسن احمد ، ط ٥ ، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي ، جامعة صلاح الدين ، الجزء الثاني ، ١٩٩٠ ، ص ٤٤١ .

(7) Metcalf and Eddy , " Waste Water Engineering : Treatment and Reuse " , 4th – ed , New York , Mc Graw – Hill , 1991 , P . 156 .

(٨) علي حسن موسى ، التلوث البيئي ، مصدر سابق ، ص ٣٠٧ .

(٩) مثنى عبد الرزاق العمر ، التلوث البيئي ، ط ١ ، دار وائل للنشر ، عمان ، الأردن ، ٢٠٠٠ ، ص ١٤٤ – ١٤٥ .

(١٠) علي حسين شلش ، جغرافية التربة ، ط ١ ، جامعة البصرة ، ١٩٨١ م ، ص ١٣ .

(١١) اسراء طالب جاسم حمود الربيعي ، تقييم جغرافي لمياه المبازل في محافظة كربلاء واستثماراتها الزراعية ، رسالة ماجستير ، جامعة كربلاء ، كلية التربية للعلوم الانسانية ، ٢٠١٥ م ، ص ٣٨

(١٢) ابراهيم شريف ، الموقع الجغرافي للعراق واثره في تاريخه العام حتى الفتح الاسلامي ، الجزء الاول ، مطبعة شفيق ، بغداد ، غير مؤرخ ، ص ١٩ .

(2) Buring , Soils and soil , Condition in Iraq , op .cit , 1978, p 151 .

(١٤) شاكر بشير، تقييم بعض ترب الصحراء الغربية للاستغلال الزراعي، الهيئة العامة للبحوث الزراعية، بغداد، ١٩٩١، ص٨ .

(١٥) سعدالله عبدالله النعيمي ، علاقة التربة بالماء والنبات ، دار الكتب للطباعة والنشر ، الموصل ، ١٩٩٠ م ، ص ٣٩ .

(١٦) فراس محمد عبد الله ، أثر مياه الصرف الصحي على صحة الإنسان في العراق ، المجلة الطبية العراقية ، العدد ١٠(١) ، ٢٠٢١ ، ٣٣–٤٥ .

(١٧) مثنى عبد الرزاق العمر ، التلوث البيئي ، مصدر سابق ، ص ١٣٧ .

المصادر :.

أولا :. الكتب .

١. بشير ، شاكر ، تقييم بعض ترب الصحراء الغربية للاستغلال الزراعي، الهيئة العامة للبحوث الزراعية، بغداد، ١٩٩١ .

٢. ستيل ومكي ، إسالة الماء ومنظومة المجاري ، ترجمة : فاضل حسن احمد ، ط ٥ ، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي ، جامعة صلاح الدين ، الجزء الثاني ، ١٩٩٠ .

٣. شريف ، ابراهيم ، الموقع الجغرافي للعراق واثره في تاريخه العام حتى الفتح الاسلامي ، الجزء الاول ، مطبعة شفيق ، بغداد ، ٢٠١٦ .

٤. شلش ، علي حسين ، جغرافية التربة ، ط ١ ، جامعة البصرة ، ١٩٨١ .

٥. العمر ، مثنى عبد الرزاق ، التلوث البيئي ، ط ١ ، دار وائل للنشر ، عمان ، الأردن ، ٢٠٠٠ .

٦. موسى ، علي حسن ، التلوث البيئي ، ط ٢ ، دار الفكر ، دمشق ، سوريا ، ٢٠٠٦ .

٧. النعيمي ، سعدالله عبدالله ، علاقة التربة بالماء والنبات ، دار الكتب للطباعة والنشر ، الموصل ، ١٩٩٠ .

ثانياً :. الرسائل و الأطاريح الجامعية .

١. احمد ، سعيد فاضل ، واقع ومستقبل خدمتي الماء الصافي والمجاري في مدينة بعقوبة ، رسالة ماجستير (غير منشورة) ، كلية التربية ، جامعة ديالى ، ٢٠٠٨ .

٢. الربيعي ، اسراء طالب جاسم حمود ، تقييم جغرافي لمياه المبازل في محافظة كربلاء واستثماراتها الزراعية ، رسالة ماجستير ، جامعة كربلاء ، كلية التربية للعلوم الانسانية ، ٢٠١٥ م .

ثالثا :. المصادر الحكومية .

١. وزارة البيئة والصحة ، المختبر البيئي المركزي .

٢. وزارة الموارد المائية ، الهيئة العامة للمساحة .

ثالثاً :. الدوريات والبحوث والمؤتمرات العالمية .

١. عبد الله ، فراس محمد ، أثر مياه الصرف الصحي على صحة الإنسان في العراق ، المجلة الطبية العراقية ، العدد ١٠(١) ، ٢٠٢١ .

٢. المدني ، إسماعيل محمد و أبو شوشة ، محمد حسين ، مياه المجاري وطرق معالجتها ، سلسلة بحوث (قضايا بيئية) ، جمعية البيئة الكويتية .

٣. المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني ، تقنية مدنية (شبكات المياه والصرف الصحي) ، المملكة العربية السعودية ، ٢٠٠٣ .

المصادر الأجنبية .

1- Buring , Soils and soil , Condition in Iraq , op .cit , 1978 .

2- Metcalf and Eddy , " Waste Water Engineering : Treatment and Reuse " , 4th – ed , New York , Mc Graw – Hill , 1991 .

3- Liu W H . Zhao JZ . Ouyang zy , Soderlu Guo , Impacts of sewage irrigation on novy metal distribution and Contamination in Beijing China , Environment international Volume 31 , Issu 6 , 2005 .

Sources:

First: Books

1. Basheer, Shakir. *Taqyeem baʿḍ turab al-saḥraʾ al-gharbiyya lil-istiġlāl al-zirāʿī* [Evaluation of Some Soils in the Western Desert for Agricultural Use], General Authority for Agricultural Research, Baghdad, 1991.
2. Steele & Makki. *Isālat al-māʾ wa manẓūmat al-majārī* [Water Supply and Sewerage System], Translated by: Fadhil Hassan Ahmed, 5th ed., Ministry of Higher Education and Scientific Research, University of Salah al-Din, Vol. 2, 1990.
3. Sharif, Ibrahim. *Al-mawqiʿ al-jughrafī li-ʿIrāq wa-atharuhu fī tārīkhihi al-ʿāmm ḥattā al-fatḥ al-islāmī* [The Geographical Location of Iraq and Its Impact on Its General History Until the Islamic Conquest], Vol. 1, Shafiq Press, Baghdad, 2016.

4. Shalash, Ali Hussein. *Jughrafiyat al-turba* [Soil Geography], 1st ed., University of Basra, 1981.
5. al-ʿUmar, Muthanna ʿAbd al-Razzaq. *Al-talawwuth al-bīʾī* [Environmental Pollution], 1st ed., Dar Wael Publishing, Amman, Jordan, 2000.
6. Mousa, Ali Hassan. *Al-talawwuth al-bīʾī* [Environmental Pollution], 2nd ed., Dar al-Fikr, Damascus, Syria, 2006.
7. al-Nuʿaymi, Saʿdallah ʿAbdullah. *ʿAlāqat al-turba bi-l-māʾ wa-l-nabāt* [The Relationship Between Soil, Water, and Plants], Dar al-Kutub for Printing and Publishing, Mosul, 1990.

Second: Theses and Dissertations

1. Ahmad, Saʿid Fadhil. *Wāqiʿ wa-mustaqbal khidmatay al-māʾ al-ṣāfī wa-l-majārī fī madīnat Baʿqūba* [The Reality and Future of Clean Water and Sewage Services in the City of Baqubah], Master's thesis (unpublished), College of Education, University of Diyala, 2008.
2. al-Rubaʿi, Israʾ Talib Jasim Ḥamoud. *Taqyeem jughrāfī li-miyāh al-mabāzil fī muḥāfaẓat Karbalāʾ wa-istithmārātihā al-zirāʿiyya* [A Geographical Evaluation of Drainage Water in Karbala Governorate and Its Agricultural Investments], Master's thesis, University of Karbala, College of Education for Human Sciences, 2015.

Third: Government Sources

1. Ministry of Environment and Health, Central Environmental Laboratory.
2. Ministry of Water Resources, General Directorate of Surveying.

Fourth: Journals, Research Papers, and International Conferences

1. ʿAbdullah, Firas Mohammed. *Athar miyāh al-ṣarf al-ṣiḥḥī ʿalā ṣiḥḥat al-insān fī al-ʿIrāq* [The Impact of Wastewater on Human Health in Iraq], *The Iraqi Medical Journal*, Vol. 10(1), 2021.

2. al-Madani, Ismaʿil Mohammed & Abu Shusha, Mohammed Hussein. *Miyāh al-majārī wa-ṭuruq muʿāljatihā* [Wastewater and Its Treatment Methods], *Qadāyā Bīʾiyya* [Environmental Issues Series], Kuwait Environmental Society.
3. General Organization for Technical Education and Vocational Training. *Taqniyya madaniyya (shabakāt al-miyāh wa-l-ṣarf al-ṣiḥḥī)* [Civil Technology (Water and Wastewater Networks)], Kingdom of Saudi Arabia, 2003.