Journal of the College of Education for Humanities
University of Thi-Qar \ ISSN:2707-5672
مجلة كلية التربيـة للعلـوم الانسـانيـة
جامعة ذي قار / الرقم المعياري 2707-5672
https://doi.org/10.32792/utq/jedh/vXiX

تقييم الأثر البيئي لمياه الصرف الصحي في بعض النباتات المزروعة في مدينة الناصرية

امل حسين علي
Dr.Amal.Hussein.Ali@utq.edu.iq
قسم الجغرافية / كلية التربية للعلوم الانسانية / جامعة ذي قار

الملخص

تضمنت الدراسة جمع عينات من المياه والتربة والنبات من ثلاث مواقع زراعية مختارة بهدف المقارنة بينها. شمل الموقع الأول أراضي تُروى بمياه غير متأثرة بمياه الصرف الصحي، بينما كان الموقع الثاني يُروى بمنطقة الصبة بمياه الصرف الصحي، أما الموقع الثالث فكان يُروى مباشرة بمياه الصرف الصحي. أظهرت النتائج المختبرية لتحليل عينات المياه والتربة أن معظم العناصر الكيميائية والمعادن الثقيلة تجاوزت الحدود المسموح بها عالميًا، ولا سيما في المواقع التي تُروى بالمياه الملوثة بمياه الصرف الصحي. وفيما يتعلق بالنباتات، تم اختيار ستة أنواع من الخضروات الشائعة الاستهلاك بين سكان المدينة، وهي: الفجل، السلق، الرشاد، النعناع، الكرفس، والبصل. جرى تحليل تراكيز أكثر العناصر خطورة على النبات وصحة الإنسان، وهي: الرصاص (Pb)، الكادميوم (Cd)، الكروم (Cr)، النيكل (Ni)، الحديد (Fe)، والزنك (Zn). أظهرت النتائج أن تراكيز الحديد والزنك كانت ضمن الحدود المسموح بها وفقًا لمعايير منظمة الصحة العالمية (WHO)، في حين سُجلت ارتفاعات ملحوظة في تراكيز الكادميوم والكروم في جميع المواقع ولكافة أنواع النباتات، متجاوزة الحد المسموح به من قبل المنظمة. وقد بلغ أعلى تركيز لعنصر الكادميوم في نبات الرشاد بواقع 4.72 ملغم/لتر في النباتات المروية بمياه الصرف الصحي، بينما سجل عنصر الكروم أعلى تركيز له في نبات الفجل بواقع 6.89 ملغم/لتر في نفس الموقع. اما عنصرا الرصاص والنيكل، فقد كانت تراكيزهما ضمن الحدود المسموح بها في الموقع الأول (المروي بمياه غير ملوثة)، إلا أنها تجاوزت هذه الحدود في الموقعين الآخرين لجميع أنواع النباتات. وسُجل أعلى تركيز لعنصر الرصاص في نبات النعناع بواقع 4.47 ملغم/لتر، وأعلى تركيز لعنصر النيكل في نبات الفجل بواقع 14.12 ملغم/لتر، وكلاهما في النباتات المروية بمياه الصرف الصحي

الكلمات المفتاحية : (التلوث البيئي ,مياه الصرف الصحي , العناصر الثقيلة ,النباتات)

Journal of the College of Education for Humanities
University of Thi-Qar \ ISSN:2707-5672

مجلة كلية التربيـة للعلـوم الانسـانيـة
جامعة ذي قار / الرقم المعياري 2707-5672

https://doi.org/10.32792/utq/jedh/vXiX

Environmental Impact Assessment of Wastewater on some Cultivated Plants in the City of Nasiriyah

Amal Hussein Ali Al-Moussawi
Dr.Amal.Hussein.Ali@utq.edu.iq
Geography Department / College of Education for Human Sciences / Dhi Qar University

Abstract

The study involved collecting samples of water, soil, and plants from three selected agricultural sites for the purpose of comparison. The first site consisted of lands irrigated with water unaffected by wastewater, the second was irrigated with Euphrates River water contaminated with wastewater, and the third was irrigated directly with wastewater. Laboratory analyses of the water and soil samples revealed that the concentrations of most chemical elements and heavy metals exceeded the internationally permissible limits, particularly in the sites irrigated with wastewater-contaminated water. Regarding the plant samples, six types of commonly consumed vegetables in the study area were selected: radish, chard, garden cress, mint, celery, and onion. The concentrations of the most hazardous elements to plant and human health were analyzed, namely: lead (Pb), cadmium (Cd), chromium (Cr), nickel (Ni), iron (Fe), and zinc (Zn). The results showed that the concentrations of iron (Fe) and zinc (Zn) were within the permissible limits set by the World Health Organization (WHO). However, cadmium (Cd) and chromium (Cr) exhibited significant increases in all sites and across all plant types, exceeding the WHO recommended limits. The highest concentration of cadmium was recorded in garden cress (Lepidium sativum) at 4.72 mg/kg in plants irrigated with wastewater, while chromium reached its highest concentration in radish (Raphanus sativus) at 6.89 mg/kg under the same irrigation conditions. As for lead (Pb) and nickel (Ni), their concentrations were within the permissible limits in the first site (irrigated with uncontaminated water), but exceeded these limits in the other two sites for all plant species. The highest concentration of lead was observed in mint (Mentha sp.) at 4.47 mg/kg, while the highest nickel concentration was found in radish at 14.12 mg/kg, both in plants irrigated with wastewater.

Keywords: Environmental Pollution, Wastewater, Heavy Metals, Plants

المقدمة

يعد استخدام مياه الصرف الصحي أو منطقة الصبة بها من المصادر الغنية بالمادة العضوية والعناصر المغذية للنبات، إذ تُسهم في تحسين الخصائص الفيزيائية والكيميائية للتربة، مما يؤدي إلى زيادة خصوبتها ورفع إنتاجية المحاصيل الزراعية. وعلى الرغم من هذه الفوائد، إلا أن استخدام تلك المياه في الري يُعَدّ ممارسة محفوفة بالمخاطر، سواء على صحة النبات أو الإنسان أو الحيوان الذي يتغذى على هذه النباتات، وذلك بسبب احتوائها على تراكيز مرتفعة من العناصر الكيميائية والمعادن الثقيلة السامة. تؤدي هذه العناصر إلى تراكم المواد الضارة في التربة وانتقالها إلى النباتات، ومن ثم إلى الإنسان عبر السلسلة الغذائية، حيث تتراكم في أجسام الكائنات الحية بمرور الزمن مسببةً العديد من الأمراض المزمنة والخطيرة. وتكمن خطورة هذه العناصر في طبيعتها التراكمية وعدم قابليتها للتحلل الحيوي، إضافة إلى أن بعض العناصر السامة قد تُحدث أضراراً حتى عند وجودها بتراكيز منخفضة داخل جسم الكائن الحي.

مشكلة البحث

تتمثل مشكلة البحث في التساؤلات الآتية:

1. هل تتأثر الترب الزراعية بمياه الصرف الصحي في قضاء الناصرية؟
2. ما مدى تأثير مياه الصرف الصحي في النباتات التي تُروى بها؟
3. هل يمتد تأثير هذه المياه إلى الإنسان من خلال استهلاك النباتات المروية بها؟

فرضية البحث

استناداً إلى التساؤلات السابقة، صيغت فرضية البحث على النحو الآتي:

1. توجد مساحات واسعة من الأراضي الزراعية التي تُروى بمياه الصرف الصحي، لا سيما على امتداد نهر الفرات في مدينة الناصرية.

2. لمياه الصرف الصحي آثار بيئية وصحية واضحة في النباتات المروية بها، وكذلك في الإنسان الذي يستهلك هذه النباتات، نظراً لشيوع استخدامها بين سكان المدينة.

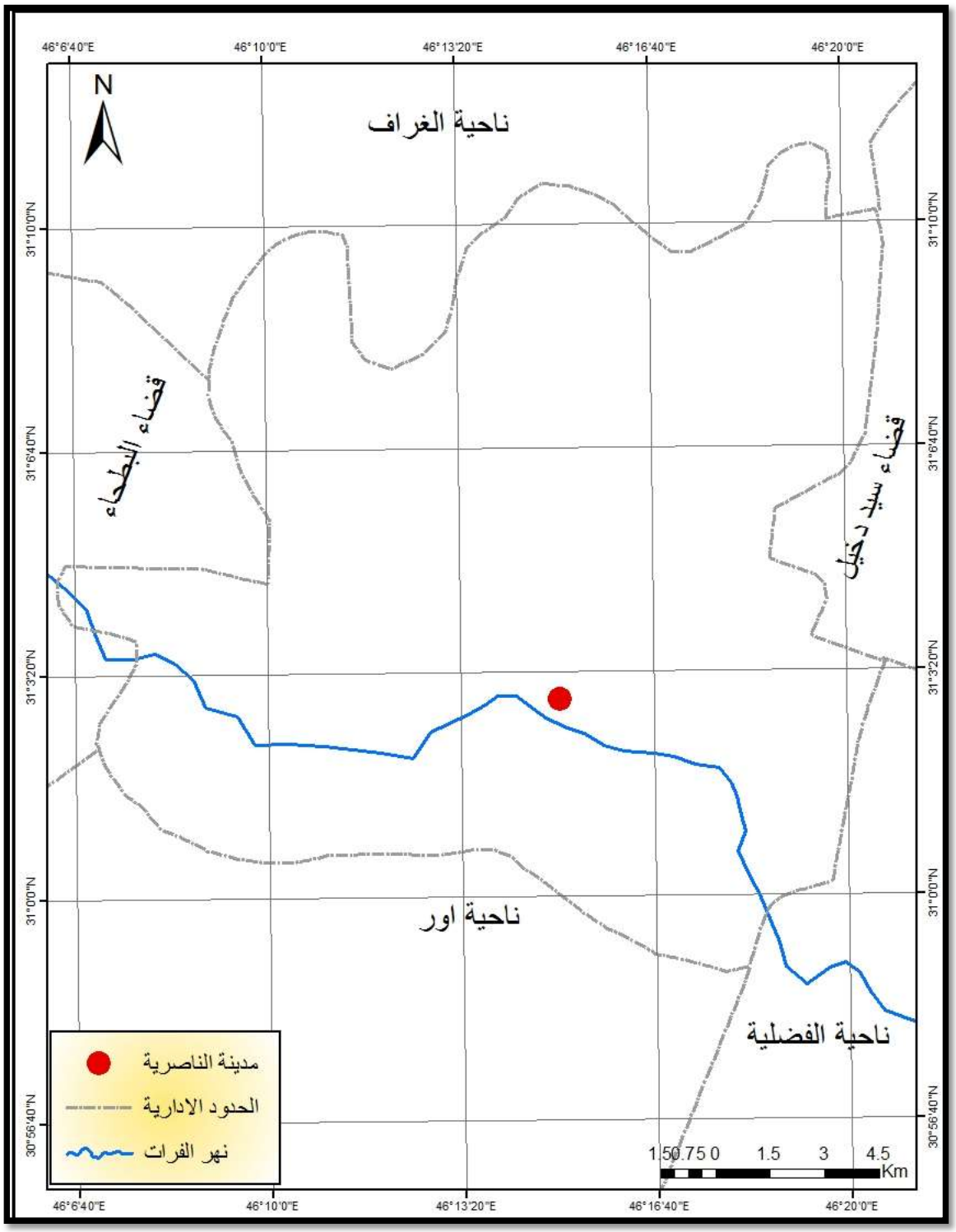
هدف البحث

يهدف البحث إلى تحديد مدى تأثير مياه الصرف الصحي في النباتات المروية بها، مع تقييم الآثار البيئية والصحية الناتجة عن استخدام هذه المياه في ري النباتات، ولا سيما محاصيل الخضروات التي تشكل جزءاً مهماً من الغذاء اليومي للسكان.

حدود منطقة الدراسة

تقع منطقة الدراسة في مركز محافظة ذي قار ، بين دائرتي عرض (31.0˚ – 31.7˚) شمالاً، وبين قوسي طول (46, 20˚ – 46, 29˚) شرقاً. أما جغرافيا فيقع في الجزء الجنوب الغربي من محافظة ذي قارومن اهم المدن في المحافظة , لانه يمثل المركز الاداري لها لذلك يكاد يكون الموقع مثاليا خريطة (1) ، فتحدها قضاء البطحاء من الغرب على بُعد نحو (36 كم)، وناحية أور من الجنوب على بُعد (7 كم)، اما من جهة الجنوب الشرقي فتحدها ناحية الفضلية , في حين تحدها قضاء سيد دخيل من جهة الشرق ويحدها من جهة الشمال ناحية الغراف. وقد شمل البحث دراسة تأثير مياه الصرف الصحي في النباتات من خلال تحليل تراكيز العناصر الكيميائية والعناصر الثقيلة في مياه الري، والتربة المزروعة، والنباتات المختارة للدراسة، باعتبار أن النبات يستمد معظم العناصر الغذائية والمعدنية من التربة.

خريطة (1) موقع منطقة الدراسة



المصدر : بالاعتماد على وزارة الاعمار والاسكان والبلديات العامة , مديرية البلديات في ذي قار خريطة محافظة ذي قار الادارية , مقياس 250000/1 , ص2023.

المبحث الأول: مفهوم مياه الصرف الصحي ومصادرها ومكوناتها

أولاً: مفهوم مياه الصرف الصحي

تُعرَّف مياه الصرف الصحي بأنها المياه التي تم استخدامها مسبقاً، أو بعبارة أخرى، هي المياه الناتجة عن التجمعات السكنية والصناعية والأنشطة المختلفة. وتحتوي هذه المياه عادةً على مواد عضوية وكيميائية ذائبة أو عالقة، فضلاً عن كائنات دقيقة ممرضة. وتختلف نوعية مكونات مياه الصرف الصحي تبعاً لمصدرها (Hamdllah, 1998).

ثانياً: مصادر مياه الصرف الصحي

يمكن تقسيم مصادر مياه الصرف الصحي إلى ما يأتي:

1. **المخلفات المنزلية:** وتشمل بقايا الطعام، والمنظفات الصناعية، والصابون، وفضلات الإنسان، وغيرها من المواد العضوية وغير العضوية الناتجة عن الأنشطة المنزلية المتعددة.

2. **المخلفات الناتجة عن الأنشطة الخدمية:** كالمطاعم، والأسواق، والمحلات التجارية، والمسارح، والأندية وغيرها، وهي تتشابه إلى حد كبير مع المخلفات المنزلية من حيث المكونات (حمادي، 2013)

3 – **مياه الأمطار التي تتجمع في شبكات خاصة** بها او قد تتجمع في شبكة مركبة مع باقي مياه المجاري كمخلفات غسل الشوارع التي تجرف معها العديد من الملوثات العضوية والأتربة والأملاح من الشوارع وسقي الحدائق العامة والمنزلية وأطفاء الحرائق.

4 – **مياه الأستعمالات الصناعية** :وهذه تضم مخلفات صناعية وتتغير على وفق نوع وحجم وطبيعة المصنع المعين.

5 –**المخلفات السائلة الخارجة من المستشفيات** والتي تتطلب إنشاء محطات خاصة لمعالجتها.

6 – **مخلفات المجازر** والتي تتميز بأحتوائها على قدر عالي من المواد العضوية ذات تركيز شديد (العبيدي , 2024).

ثالثا: مكونات مياه الصرف الصحي

تتكون مياه الصرف الصحي من (99.9%) من الماء و(0.1%) من المواد العضوية واللاعضوية التي تكون مايشكل ذائباً أو عالقاً أو مترسباً ومن هذه المركبات هي الكربوهيدرات والأحماض العضوية وأملاح الأحماض العضوية والدهون والشحوم والأملاح المعدنية والأصباغ بأنواعها والوانها كافة, ومواد أخرى (عبد الماجد, 2001) تكون ذات أثر مباشر أو غير مباشر على البيئة وإن مع التطور في العلم اتجة العالم إلى معالجة هذه المياه وقد أختلفت أساليب المعالجة للمياه بين الدول وذلك بحسب التطور العلمي ونظامها الأقتصادي.

المبحث الثاني: تأثير مياه الصرف الصحي على مياه نهر الفرات في منطقة الدراسة

تُصرَّف مياه الصرف الصحي بمختلف أنواعها سواء الزراعية أو الصحية أو الصناعية إلى جانب مياه الصرف المنزلي عبر شبكات المجاري العامة في مدينة الناصرية، إذ تُنقل جميعها إلى محطة المعالجة الهندية، وهي محطة مخصصة أساساً لمعالجة المياه المنزلية فقط. ونتيجة لعدم شمولها لمعالجة المخلفات الصناعية والزراعية، فإن المياه الخارجة منها تبقى ملوثة، باستثناء وحدة معالجة معمل النسيج التي تضم أيضاً مصنعي القابلوات والألمنيوم، إذ تُصرّف مياهها عبر أنبوب مباشر إلى نهر الفرات. إذ أن منطقة صوب الجزيرة تحتوي على عدد من محطات ضخ مياه الصرف الصحي، منها: (أريدو الثانية , بداية التراك , نهاية التراك , الذري , الرقع الوسطية , النبراس , سومر , الأريا وسيد جابر)، إذ تقوم هذه المحطات برفع المياه إلى محطة المعالجة الهندية. إلا أن ضعف كفاءة هذه المحطة يؤدي إلى تصريف مياه ملوثة في النهاية إلى نهر الفرات. أما في صوب الشامية، فإن معظم الأحياء السكنية متصلة بخط ناقل محدود الطاقة يقوم بنقل المياه إلى محطة الهندية في صوب الجزيرة، في حين تقوم بقية الأحياء بتصريف مياهها مباشرة إلى نهر الفرات دون أي معالجة تُذكر. ومن أبرز المحطات التي

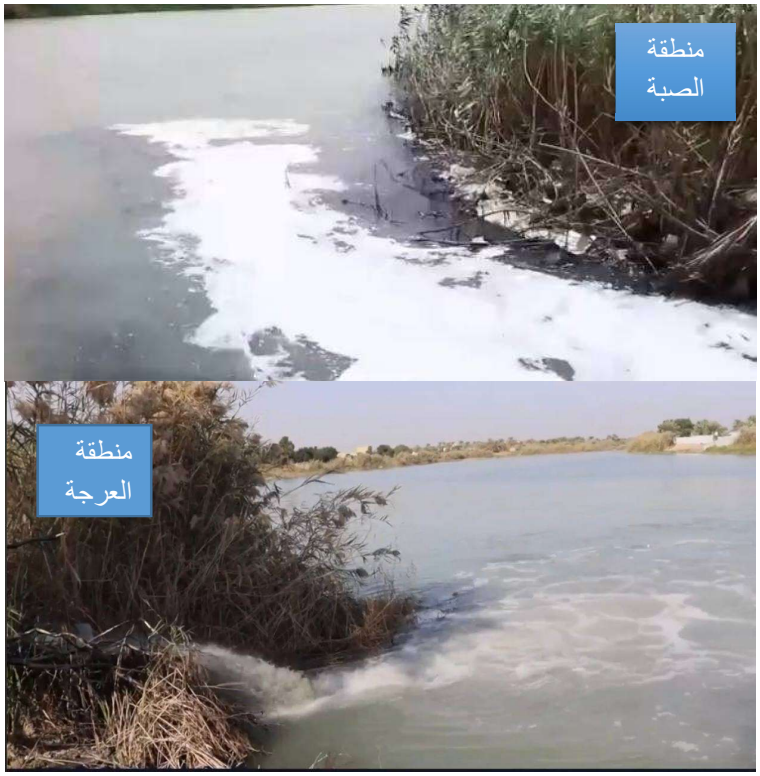
تُصرّف مياهها مباشرة إلى النهر: (محطة ضخ التكرير، محطة ضخ الكلية، محطة ضخ السجل العقاري، محطة ضخ المعهد التقني، محطة ضخ الثورة) (الزيرجاوي , 2016, ص120), وبسبب انتشار مزارع الخضروات على ضفاف نهر الفرات في منطقة الدراسة، كان من الضروري جمع عينات من المياه والتربة والنباتات المزروعة وتحليلها مختبرياً لتقييم مستوى التلوث فيها . والتي تمت خلال شهر آذار لعام 2025 , وقد اجرت التحليلات المختبرية في محتبرات مديرية بيئة ذي قار , ومركز علوم البحار , جامعة البصرة . لذا قُسِّمت منطقة الدراسة إلى ثلاثة مواقع لأخذ العينات:

الموقع الأول : من مياه نهر الفرات البعيدة عن مصادر التلوث (منطقة السايح) المنزلية والصناعية وتعد هذه نقطة مرجعية للدراسة.

الموقع الثاني : منطقة الصبة اسفل جسر السريع حيث تأثير المنطقة بالانشطة البشرية والصناعية المحيطة ولا سيما وان مناطق (المنصورية، الأمير، العرجة، الصخيين، والحي الروسي) تُصرّف كميات كبيرة من المياه الثقيلة المنزلية مباشرة إلى النهر كما موضح في الصورة (1) و (2) ، فضلاً عن الملوثات الصناعية الصادرة عن محطة توليد الكهرباء والمسالخ وورش تصليح السيارات، فضلا عن المخلفات الصلبة والسائلة الناتجة عن الكثافة السكانية العالية في المنطقة.

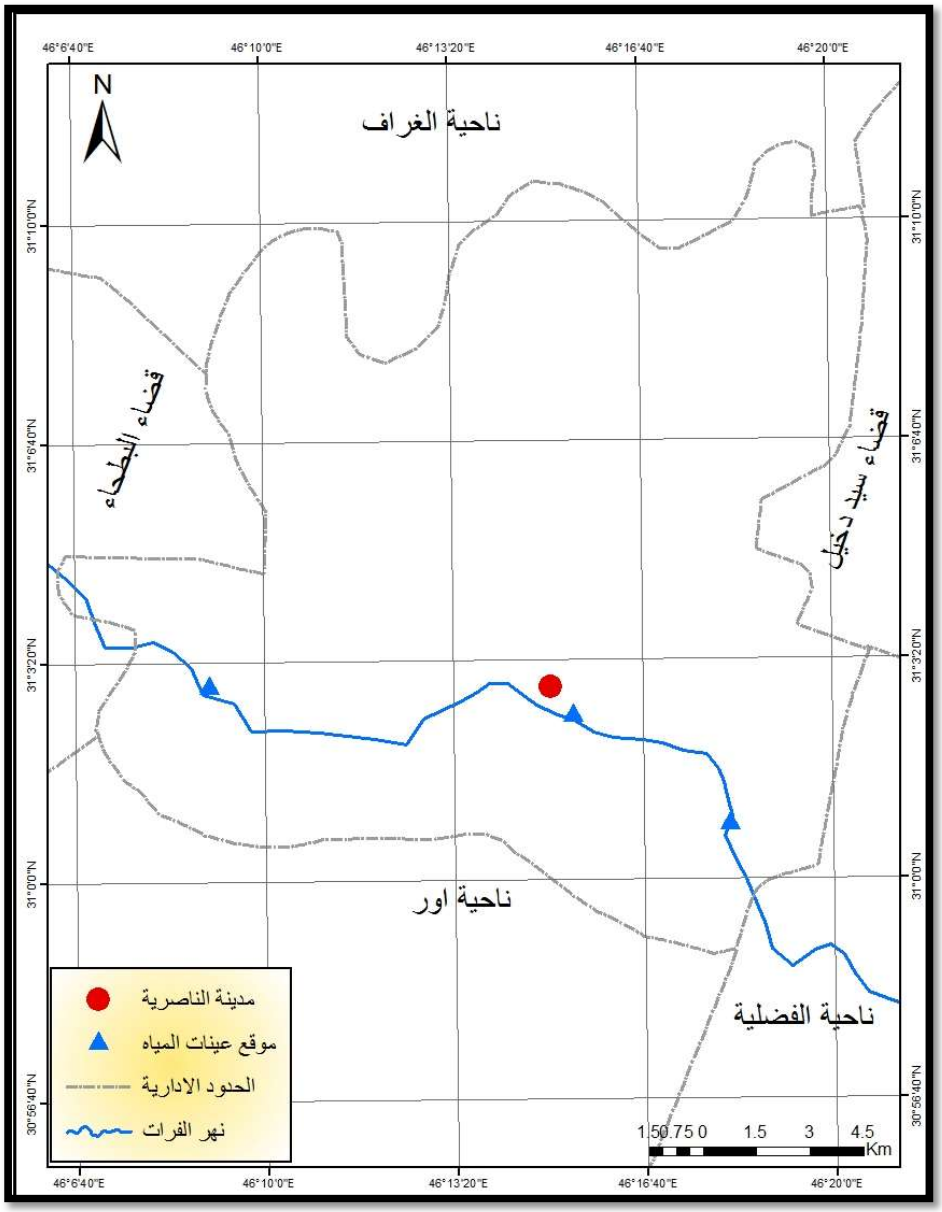
الموقع الثالث: من مياه الصرف الصحي من منطقة الـ (ابو عظم) ، المجمعة من منهولات المنازل والدوائر الحكومية، والتي تقوم بلدية الناصرية بتصريفها في مواقع محددة دون معالجة كيميائية أو بيولوجية كافية. ويُعدّ هذا الموقع الأكثر تعرضاً لتأثيرات مياه الصرف الصحي الخام من بين المواقع المدروسة , كما هو موضح في الخريطة (2).

صورة (1) (2) تلوث نهر الفرات في انبوب مياه الصرف الصحي في منطقة الدراسة



المصدر : الدراسة الميدانية بتاريخ 2025/3/14

خريطة (2) مواقع اخذ عينات المياه في منطقة الدراسة



المصدر : بالاعتماد على وزارة الاعمار والاسكان والبلديات العامة , مديرية البلديات في ذي قار خريطة محافظة ذي قار الادارية , مقياس 250000/1 , ص2023.

أظهرت نتائج التحليل المختبري (الجدول 1) إن درجة الحموضة (pH) لجميع المواقع المختارة ضمن الحدود العالمية المسموح بها، إذ بلغت (7.9) في منطقة السايح، و(8.2) في منطقة الصبة و(8.4) في منطقة الـ (ابو عظم) . أما المواد الصلبة الذائبة الكلية (TDS) فقد سجلت أعلى تراكيز للمواد الصلبة الذائبة في منطقة الـ (ابو عظم) بواقع (3866 ملغم/لتر)، تلتها منطقة الصبة (3850 ملغم/لتر)، ويعزى الارتفاع في هذه المواقع الى المياه الصرف الصحي في المنطقة , في حين سجلت منطقة السايح أقل القيم (2943 ملغم/لتر). وجميع هذه القيم تتجاوز الحد المسموح به عالمياً البالغ (1500 ملغم/لتر). في حين ظهرت قيم الأوكسجين المذاب (DO) لجميع المواقع تقع خارج الحد المسموح به عالمياً (لايقل عن 5 ملغم/لتر)، إذ بلغت القيم على التوالي (3.9، 3.5، 3.3 ملغم/لتر), ويُعزى انخفاض تركيز الأوكسجين المذاب إلى زيادة التحلل العضوي في المياه

وضعف التهوية الطبيعية الناتجة عن قلة الخلط مع مياه النهر.أما الفوسفات (PO_4) فسُجلت أعلى القيم في منطقة الـ (ابو عظم) (0.18 ملغم/لتر)، تلتها منطقة الصبة (0.09 ملغم/لتر)، ثم منطقة السايح (0.07 ملغم/لتر), وتعد جميع هذه القيم ضمن

جدول (1) الخصائص الكيميائية لعينات المياه المدروسة في منطقة الدراسة

العنصر	منطقة السايح	منطقة الصبة	منطقة ال (ابو عظم)	المعيار
Ph الاس الهيدروجيني	7.9	8.2	8.4	8.5 – 6.5
TDS (ملغم /لتر)	2943	3850	3866	1500
DO (ملغم /لتر)	3.9	3.5	3.3	لايقل عن5
Po4 (ملغم /لتر)	0.07	0.09	0.18	3
So4 (ملغم /لتر)	793	800	843	400
-CL (ملغم /لتر)	530	570	620	350
+Ca (ملغم /لتر)	141	244	292	150
+Mg (ملغم /لتر)	280	298	317	150
+Na (ملغم /لتر)	580	684	739	520
+K (ملغم /لتر)	33	45	55	20
No3(ملغم /لتر)	0.7	1.2	1.6	50

المصدر : 1 - بالاعتماد على الدراسة الميدانية , واجريت التحاليل المختبرية في مديرية بيئة ذي قار , قسم المختبرات ,2025

2 - WHO , International Standard for drinking water , 3rd Ed. , Geneva Switzer Land , 1971 , p.36 .

الحد المسموح به عالمياً (3 ملغم/لتر), ويُعزى انخفاض تركيز الفوسفات إلى امتصاصه من قبل النباتات المائية والطحالب، وكذلك ارتباطه بجزيئات الطين. بينما الكبريتات (SO_4) سجلت أعلى التراكيز له في منطقة الـ (ابو عظم) (843 ملغم/لتر)، تلتها منطقة الصبة (800 ملغم/لتر)، في حين بلغت في منطقة السايح (793 ملغم/لتر). وجميعها تتجاوز الحد العالمي المسموح به (400 ملغم/لتر). والكلوريدات (Cl^-) جميع المواقع كانت خارج الحد المسموح به عالمياً (350 ملغم/لتر)، إذ بلغت القيم (530، 570، 620 ملغم/لتر) على التوالي. إما الكالسيوم (Ca^{+2}) بلغ تركيزه في منطقة الـ (ابو عظم) ومنطقة الصبة (292 و244 ملغم/لتر) على التوالي، وهما قيمتان تتجاوزان الحد العالمي المسموح به (150 ملغم/لتر)، بينما كانت قيمة الكالسيوم في منطقة السايح ضمن الحدود المقبولة (141 ملغم/لتر).

اما المغنيسيوم (Mg^{+2}) سجلت تراكيز مرتفعة متجاوزة الحد المسموح به عالمياً (150 ملغم/لتر)، إذ بلغت أعلى قيمة في منطقة الـ (ابو عظم) (317 ملغم/لتر)، وأقلها في منطقة السايح (280 ملغم/لتر). بينما تجاوزت تراكيز الصوديوم في جميع المواقع الحد العالمي المسموح به (520 ملغم/لتر)، إذ سجل أعلى تركيز في منطقة الـ (ابو عظم) (739 ملغم/لتر)، وأدناه في منطقة السايح (580 ملغم/لتر). وكان البوتاسيوم (K^+) في جميع المواقع خارج الحد المسموح به، إذ بلغت أعلى قيمة في منطقة الـ (ابو عظم) (55 ملغم/لتر) وأقلها في منطقة السايح (33 ملغم/لتر). في حين كانت تراكيز النترات منخفضة في جميع المواقع، إذ بلغت أعلى قيمة في منطقة الـ (ابو عظم) (1.6ملغم/لتر)، تلتها منطقة الصبة (1.2 ملغم/لتر)، وأدناها في منطقة السايح (0.7 ملغم/لتر)، وجميعها ضمن الحد المسموح به عالمياً (50 ملغم/لتر). ويُعزى انخفاض تركيز النترات إلى طبيعتها

غير المستقرة وتحولها إلى أمونيا، كما أن وجودها حتى بتراكيز منخفضة يُعد مؤشراً على التلوث العضوي. ومما تجدر الإشارة إلى أن ارتفاع تراكيز النترات فوق (40 ملغم/لتر) قد يسبب مرض(الطفل المزرق) عند الرضع نتيجة انخفاض قدرة الهيموغلوبين على الارتباط بالأوكسجين (خنفر، 2010).

في ضوء البيانات الواردة في الجدول (2) والشكل (1) والمتعلقة بتراكيز العناصر الثقيلة في عينات المياه المدروسة، يتضح أن عنصر النيكل (Ni) قد سجل أعلى تركيز له في منطقة الـ (ابو عظم) إذ بلغ 1.8 ملغم/لتر، بينما سجل أدنى تركيز في منطقة السايح بواقع 0.9 ملغم/لتر، متجاوزاً بذلك الحد المسموح به وفقاً لتعليمات منظمة الصحة العالمية (WHO) لمياه الري، والمحدد بـ 0.9 ملغم/لتر. ويُعزى ارتفاع تراكيز النيكل إلى طرح مياه الصرف الصحي غير المعالجة التي تحتوي على نسب عالية من هذا العنصر نتيجة اختلاط المياه المنزلية والصناعية وتأثير الأنشطة البشرية المختلفة.

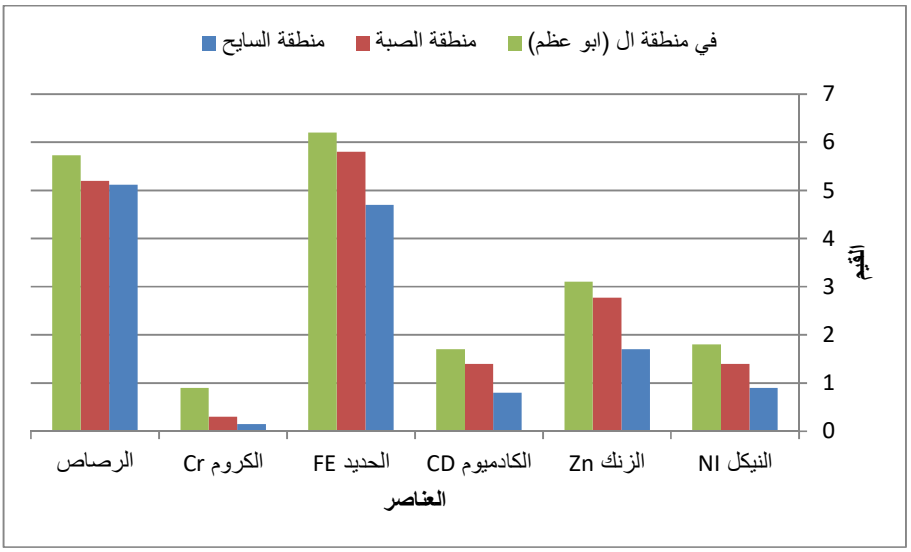
جدول (2) تركيز العناصر الثقيلة (ملغم/لتر) لعينات المياه المدروسة في منطقة الدراسة

العنصر	منطقة السايح	منطقة الصبة	في منطقة الـ (ابو عظم)	المعيار
النيكل NI	0.9	1.4	1.8	0.2
الزنك Zn	1.7	2.77	3.1	2
الكادميوم CD	0.8	1.4	1.7	0.01
الحديد FE	4.7	5.8	6.2	5
الكروم Cr	0.15	0.3	0.9	0.1
الرصاص	5.12	5.20	5.73	5

المصدر : 1 - بالاعتماد على الدراسة الميدانية , واجريت التحاليل المختبرية في مديرية بيئة ذي قار , قسم المختبرات ,2025

2 - Who , International Standard for drinking water , 3rd Ed. , Geneva Switzer Land , 1971 , p.36 .

شكل (1) تركيز العناصر الثقيلة (ملغم/لتر) لعينات المياه المدروسة في منطقة الدراسة



المصدر : بالاعتماد على جدول (2).

أما عنصر الزنك (Zn) فقد أظهرت النتائج ارتفاع تراكيزه في المواقع الثلاثة المدروسة، متجاوزةً الحد المسموح به عالمياً والبالغ 2 ملغم/لتر، إذ بلغ أعلى تركيز له في منطقة الـ (ابو عظم) (3.1 ملغم/لتر)، في حين سجل أدنى تركيز في منطقة السايح (1.7 ملغم/لتر). ويُعزى هذا الارتفاع إلى تصريف مياه المجاري غير المعالجة إلى نهر الفرات. وعلى الرغم من الدور الحيوي للزنك في تنشيط عدد من الإنزيمات المهمة مثل Tryptophan Synthetase المحفّز لتكوين الـ (IAA) المسؤول عن نمو النبات، وإنزيم Starch Synthetase المسؤول عن تكوين النشاء، فضلاً عن كونه عنصراً ضرورياً في تكوين الكلوروفيل وعملية الفسفرة وتكوين الكلوكوز، إلا أن ارتفاع تركيزه عن الحدود المسموح بها يؤدي إلى أضرار بيئية وصحية للنبات والإنسان على حد سواء (السعدي، 2011).

كما أظهرت النتائج ارتفاعاً ملحوظاً في تراكيز عنصر الكادميوم (Cd) في جميع المواقع، إذ بلغ أعلى تركيز له في منطقة الـ (ابو عظم) (1.7 ملغم/لتر)، وأدنى تركيز في منطقة السايح (0.8 ملغم/لتر)، متجاوزاً بذلك الحد المسموح به لمياه الري عالمياً والمقدر بـ (0.01 ملغم/لتر), ويُعزى هذا الارتفاع إلى طرح النفايات المنزلية والصناعية في النهر فضلا عن انتشار دقائق الغبار في البيئة المحيطة, ويُعد الكادميوم من العناصر شديدة السمية للنبات وله آثار خطيرة على صحة الإنسان.

أما عنصر الحديد (Fe) فقد تجاوز بدوره الحد المسموح به من قبل منظمة الصحة العالمية لمياه الري والبالغ (5 ملغم/لتر) في موقعين، هما في منطقة الـ (ابو عظم) التي بلغ تركيز الحديد فيها (6.2 ملغم/لتر)، ومنطقة الصبة التي بلغ تركيزه فيها (5.8 ملغم/لتر)، في حين كانت تراكيزه ضمن الحدود المسموح بها في منطقة السايح بواقع (4.7 ملغم/لتر).

وبالنسبة إلى عنصر الكروم (Cr)، فقد سجل أعلى تركيز له في منطقة الـ (ابو عظم) (0.9 ملغم/لتر)، تلاه منطقة الصبة (0.3 ملغم/لتر)، بينما سجل أدنى تركيز في منطقة السايح (0.15 ملغم/لتر). وتشير النتائج إلى أن جميع المواقع تجاوزت الحد المسموح به عالمياً (0.1 ملغم/لتر)، مما يُعد مؤشراً خطيراً، إذ إن ارتفاع تراكيز الكروم في المياه يؤدي إلى موت العديد من الكائنات الحية الدقيقة والنباتات التي تمثل مصدر غذاء أساسياً للإنسان.

وأخيراً، أظهرت البيانات أن عنصر الرصاص (Pb) تجاوز الحدود المسموح بها من قبل منظمة الصحة العالمية لمياه الري (5 ملغم/لتر) في جميع المواقع، إذ بلغ أعلى تركيز له في منطقة الـ (ابو عظم) (5.73 ملغم/لتر)، وأدنى تركيز في منطقة السايح (5.12 ملغم/لتر)، مما يعكس مدى التلوث الخطير لمصادر المياه المدروسة بعنصر الرصاص

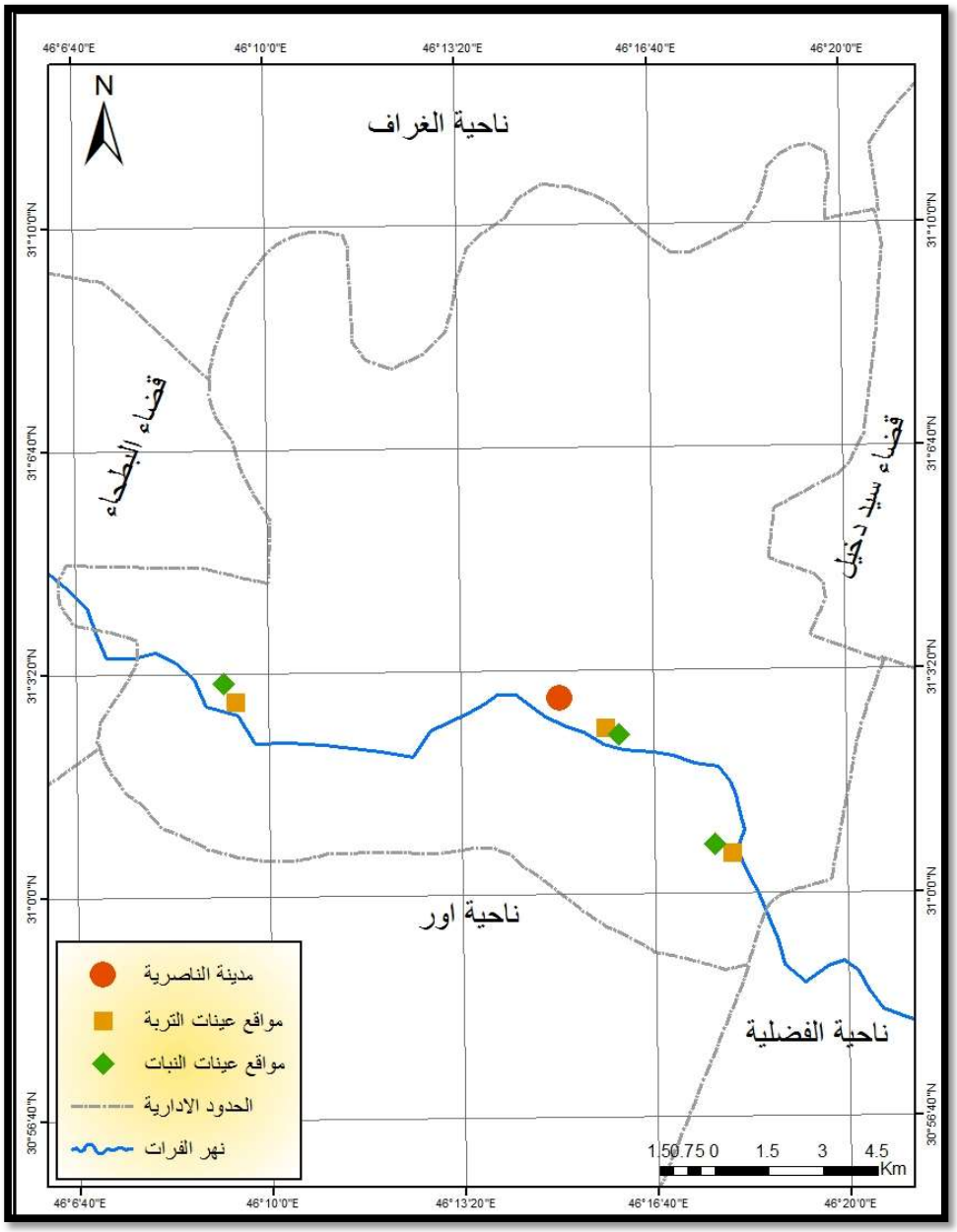
المبحث الثالث: تأثير مياه الصرف الصحي على التربة المستخدمة في زراعة النباتات المختارة

تُعدّ التربة المكوّن الرئيس للبيئة الأرضية التي ينمو فيها النبات، إذ تمثل الوسط الحيوي الذي يوفر له العناصر الغذائية والماء والظروف الفيزيائية والكيميائية اللازمة لاستمرارية حياته. ومن هذا المنطلق، فإن أي تغير في تراكيز العناصر الكيميائية أو تراكم العناصر الثقيلة في التربة يؤدي بالضرورة إلى اختلال توازنها الكيميائي والفيزيائي، مما ينعكس سلباً على نمو النبات ووظائفه الحيوية. إذ يقوم النبات بامتصاص هذه العناصر من التربة وتخزينها في أنسجته، مما قد يؤدي إلى حدوث حالات تسمم فسيولوجي قد تصل إلى حد الموت في بعض الأنواع النباتية الحساسة. كما أن هذه الظاهرة تمثل خطراً بيئياً مضاعفاً، إذ يتحول النبات في هذه الحالة إلى وسيط ناقل للملوثات إلى الإنسان أو الحيوان عبر السلسلة الغذائية.

ولغرض تحديد مدى تأثير مياه الصرف الصحي في الخصائص الكيميائية والفيزيائية للتربة المزروعة بالنباتات المختارة، تم اختيار ثلاثة مواقع ممثلة ضمن الحدود الإدارية لقضاء الناصرية لغرض جمع عينات التربة وإخضاعها للتحليل المختبري، كما هو موضح في الخريطة (3). وقد تمثلت هذه المواقع بما يأتي **الموقع الأول** يقع عند بداية دخول نهر الفرات إلى مدينة الناصرية، ويمتاز هذا الموقع بكونه مرويّاً بمياه نظيفة غير متأثرة بمصادر التلوث الناتجة عن مياه الصرف الصحي أو المخلفات الصناعية، لذا يُعدّ الموقع المرجعي في الدراسة . **الموقع الثاني** يقع أسفل جسر السريع في منطقة الصبّة، بعد محطة توليد الطاقة الكهربائية، ويُعدّ من المواقع المتأثرة بالنشاطات البشرية والصناعية المحيطة. **الموقع الثالث** منطقة الـ(ابو عظم) يمثل الترب التي تُروى مباشرة بمياه الصرف الصحي المجمعة من منهولات المنازل والدوائر الحكومية.

أظهرت نتائج التحليل المختبري لعينات التربة المأخوذة من مواقع الدراسة أن جميع الترب تتصف بكونها مائلة إلى القاعدية، إذ تجاوزت قيم الأس الهيدروجيني (pH) الحد المحايد (7)، إذ تراوحت بين (7.21 – 7.91) كما هو موضح في

خريطة (3) مواقع اخذ عينات التربة والنبات في منطقة الدراسة



المصدر : بالاعتماد على وزارة الاعمار والاسكان والبلديات العامة , مديرية البلديات في ذي قار خريطة محافظة ذي قار الادارية , مقياس 250000/1 , ص2023.

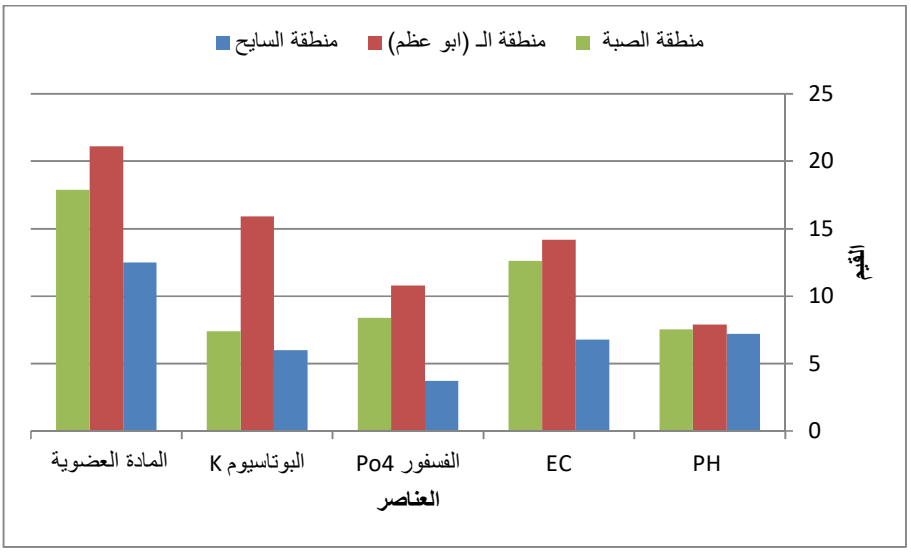
الجدول (3) والشكل (2) . وسُجلت أعلى قيم للأس الهيدروجيني في المواقع التي تُصرف فيها مياه الصرف الصحي الخام مباشرة دون معالجة مسبقة، مما يشير إلى تأثير واضح للملوثات العضوية وغير العضوية في رفع قاعدية التربة. أما قيم التوصيلية الكهربائية (EC) فقد كانت مرتفعة في جميع مواقع الدراسة، مما يدل على أن الترب المدروسة عالية الملوحة. إذ بلغت أعلى قيمة للتوصيلية الكهربائية (14.2 ديسيسمنز/متر) في منطقة الـ(ابو عظم) ، في حين سجلت الترب بمنطقة الصبة (12.6 ديسيسمنز/متر)، أما بمنطقة السايح فقد أظهرت قيمة أقل بلغت (6.79 ديسيسمنز/متر). ويُعزى الارتفاع في قيم التوصيلية الكهربائية إلى الزيادة في تراكم الأملاح الذائبة، الناتجة عن محتوى مياه الصرف الصحي العالي من الأملاح والأيونات الموجبة والسالبة.

جدول (3) الخصائص الكيميائية للترب الزراعية في المواقع المختارة

العنصر	منطقة السايح	منطقة الـ (ابو عظم)	منطقة الصبة
PH الاس الهيدروجيني	7.21	7.91	7.55
EC التوصيلية الكهربائية (ديسيسمنز/متر)	6.79	14.2	12.6
Ca الكالسيوم (ملغم/لتر)	386	958	836
Mg المغنسيوم (ملغم/لتر)	315	633	597
So4 الكبريتات(ملغم/لتر)	540	900	792
Po4 الفسفور(ملغم/لتر)	3.7	10.8	8.4
Na الصوديوم(ملغم/لتر)	266	398	352
K البوتاسيوم(ملغم/لتر)	6	15.9	7.4
Cl الكلوريدات(ملغم/لتر)	350	495	488
المادة العضوية %	12.5	21.1	17.9

المصدر : بالاعتماد على الدراسة الميدانية , واجريت التحاليل المختبرية في مديرية بيئة ذي قار , قسم المختبرات ,2025

الشكل (2) بعض الخصائص الكيميائية للترب الزراعية في المواقع المختارة



المصدر بالاعتماد على الجدول (3)

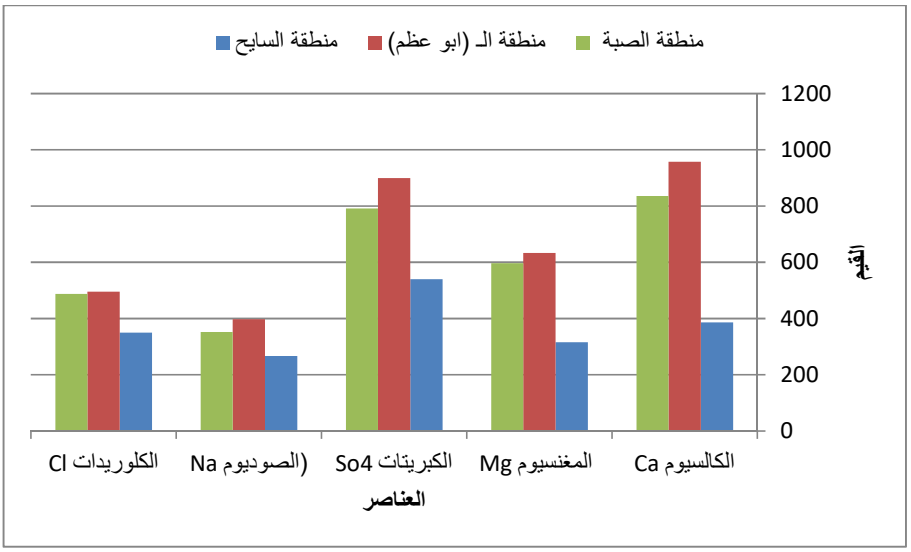
وفيما يتعلق بالعناصر الموجبة (الكاتيونات) كما موضح بالجدول (3) والشكل (3) ، فقد أظهرت جميع الترب المدروسة تراكيز مرتفعة نسبياً، ويُعزى ذلك إلى الطبيعة الجيولوجية للأراضي الرسوبية في المنطقة، غير أن التفاوت المكاني في قيم هذه التراكيز بين المواقع المختلفة يعكس بوضوح تأثير مياه الصرف الصحي كمصدر إضافي لهذه العناصر. إذ بلغت أعلى قيمة للكالسيوم (Ca^{+2}) في منطقة الـ (ابو عظم) (958 ملغم/لتر)، في حين سجلت أدنى قيمة في بمنطقة السايح (386 ملغم/لتر). أما عنصر المغنيسيوم (Mg^{+2}) فقد بلغت أعلى تراكيزه (633 ملغم/لتر) في منطقة ال (ابو عظم)، مقابل (315 ملغم/لتر) في بمنطقة السايح. كما سُجلت أعلى تراكيز لعنصري الصوديوم (Na^{+}) والبوتاسيوم (K^{+}) في منطقة ال (ابو عظم) ، إذ بلغت (398) و(15.9) ملغم/لتر على التوالي، في حين كانت أقل التراكيز لهذين العنصرين في بمنطقة السايح، إذ بلغت (266) و(6) ملغم/لتر على التوالي. ويُعزى هذا الارتفاع إلى الترسيب المتكرر للأيونات الموجبة مع مياه الصرف الصحي وازدياد تراكم الأملاح الذائبة في منطقة الجذور.

أما بالنسبة لأيون الكبريتات (SO_4^{-2})، فقد أظهرت الترب المدروسة تراكيز مرتفعة نسبياً، ويُعزى ذلك إلى الطبيعة الجبسية للترب الرسوبية المكونة لمنطقة الدراسة، والتي تُعد مصدراً مباشراً للكبريتات الذائبة في المياه الجوفية والسطحية، فضلاً عن الإضافة المستمرة من مياه الصرف الصحي. إذ بلغ تركيز الكبريتات في منطقة السايح (540 ملغم/لتر)، بينما بلغت تراكيزه في منطقة الـ (ابو عظم) (900 ملغم/لتر) و(792 ملغم /لتر) في منطقة الصبة. كذلك أظهرت النتائج ارتفاعاً في تراكيز أيونات الكلوريد (Cl^{-})، إذ بلغ تركيزه في الترب منطقة السايح (350 ملغم/لتر)، بينما بلغت تراكيزه في الترب منطقة الصبة و منطقة الـ (ابو عظم) (488 و495 ملغم/لتر) على التوالي. ويُعزى الارتفاع في هذه المواقع إلى تراكم الأملاح الكلورية الناتجة عن طرح مياه الصرف الصناعي والمنزلي في نهر الفرات او الى التربة مباشرتا.

أما بالنسبة لعنصر الفسفور (P)، فقد بلغ تركيزه في الترب منطقة السايح (3.7 ملغم/لتر)، وارتفع بشكل ملحوظ في الترب منطقة ال (ابو عظم) ليصل إلى (10.8 ملغم/لتر). ويُعزى هذا الارتفاع إلى احتواء مياه الصرف الصحي على مخلفات نباتية وبقايا أسمدة فوسفاتية تسهم في زيادة تركيزه في التربة.

في حين سُجلت زيادة ملحوظة في نسبة المادة العضوية في الترب منطقة الـ (ابو عظم) مقارنةً بالترب منطقة السايح ، ويُعزى ذلك إلى الإضافات المستمرة من المخلفات العضوية الناتجة عن طرح مياه المجاري ومحتوياتها الغنية بالمركبات العضوية القابلة للتحلل.

الشكل (3) بعض الخصائص الكيميائية للترب الزراعية في المواقع المختارة



المصدر بالاعتماد على الجدول (3)

بينما أظهرت نتائج التحليل الكيميائي للعناصر الثقيلة، المبينة في الجدول (4) والشكل (4)، وجود تباين مكاني واضح في تراكيز هذه العناصر بين مواقع الدراسة الثلاثة، مما يعكس ذلك بوضوح تأثير مياه الصرف الصحي على تراكم هذه العناصر في التربة الزراعية.

إذ سُجلت أعلى تراكيز لعنصر الرصاص (Pb) في الترب الزراعية في منطقة الـ (ابو عظم) بأعتبارها ترب مروية بمياه الصرف الصحي مباشرتاً ، إذ بلغت (1.06 ملغم/لتر)، تلتها الترب الزراعية في موقع منطقة الصبة بتركيز (0.93 ملغم/لتر). ويُلاحظ أن قيم التراكيز في هذين الموقعين تتجاوز الحد المسموح به عالمياً وفق المعايير البيئية، والبالغ (0.5 ملغم/لتر). بينما كانت تراكيز الرصاص في الترب الزراعية في منطقة السايح (0.20ملغم/لتر)، وهي ضمن الحدود المسموح بها دولياً، مما يؤكد أن الارتفاع في تراكيز هذا العنصر مرتبط بشكل مباشر بتأثير مياه الصرف الصحي الملوثة. أما عنصر الحديد (Fe) فقد أظهر ارتفاعاً ملحوظاً في جميع مواقع الدراسة، إذ بلغت أعلى قيمة له في الترب الزراعية منطقة ال (ابو عظم) (43.24 ملغم/لتر)، في حين كانت أقل قيمة مسجلة في الترب الزراعية منطقة السايح (31 ملغم/لتر), ويُعزى هذا الارتفاع إلى التراكم التدريجي لمخلفات الصرف الصناعي الغنية بأكاسيد الحديد ومركباته، والتي تترسب في التربة مع مرور الزمن نتيجة الري المتكرر بتلك المياه. أما عنصر الزنك (Zn) فقد تجاوز هو الآخر الحدود المسموح بها عالمياً في موقعي منطقة ال (ابو عظم) ومنطقة الصبة ، إذ بلغت تراكيزه (0.78 , 0.72 ملغم/لتر) على التوالي، مقارنةً بالترب منطقة السايح التي أظهرت تراكيز أقل بكثير, ويُعزى هذا الارتفاع إلى التأثير المباشر لمياه الصرف الصحي غير المعالجة، والتي تحتوي على تراكيز مرتفعة من الزنك نتيجة المخلفات الصناعية والمنزلية.

وبالنسبة إلى عنصر الكروم (Cr)، فقد بينت النتائج أن تراكيزه في كل من الترب الزراعية منطقة الـ (ابو عظم) والترب الزراعية منطقة الصبة قد تجاوزت الحد المسموح به عالمياً والبالغ (اكثر من واحد ملغم/لتر)، إذ بلغت (1.27 و1.02 ملغم/لتر) على التوالي, ويُعدّ هذا الارتفاع مؤشراً على التلوث الصناعي المباشر الناتج عن طرح المياه العادمة المحتوية على مركبات الكروم من الورش والمعامل والمسابك في مياه النهر أو المجاري.

جدول (4) معدلات العناصر الثقيلة(ملغم/لتر) للترب الزراعية في المواقع المختارة

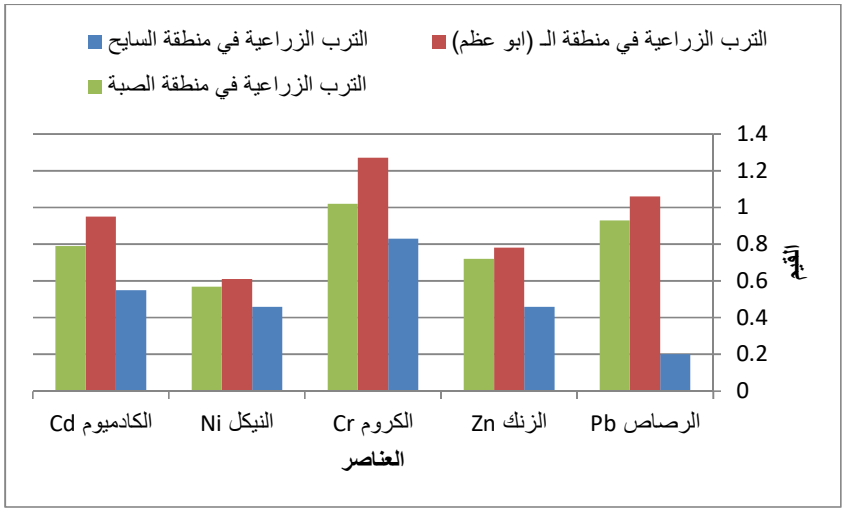
العنصر	الترب الزراعية في منطقة السايح	الترب الزراعية في منطقة ال (ابو عظم)	الترب الزراعية في منطقة الصبة	المعيار
الرصاص Pb	0.20	1.06	0.93	0.5
الحديد Fe	31	43.24	37.95	4.3 – 0.5
الزنك Zn	0.46	0.78	0.72	1-0 قليل , 1- 1.5 متوسط ,1.5 فأكثر عالي
الكروم Cr	0.83	1.27	1.02	اقل من 0.5 قليل , 0.5 – 1 متوسط 1 فأكثر عالي
النيكل Ni	0.46	0.61	0.57	0.20
الكادميوم Cd	0.55	0.95	0.79	0.5 – 0.1

المصدر :. 1- بالاعتماد على الدراسة الميدانية , واجريت التحاليل المختبرية في مختبرات مركز علوم البحار في جامعة البصرة ,2025.

2 – دليل مسح التربة , وزارة الزراعة الامريكية , قسم التربة , الجزء 18 , 1993.

3 – منظمة الصحة العالمية / المكتب الاقليمي للشرق الاوسط لإنشطة صحة البيئية , ص271.

الشكل (4) معدلات العناصر الثقيلة(ملغم/لتر) للترب الزراعية في المواقع المختارة



المصدر : بالاعتماد على بيانات الجدول (4)

أما عنصر النيكل (Ni) فقد تجاوز بدوره الحد المسموح به عالمياً (0.20 ملغم/لتر) في جميع مواقع الدراسة إذ سجل اقل تركيزاً له في الترب الزراعية منطقة السايح بمقداره (0.46 ملغم/لتر . بينما بلغ اعلى تراكيزه في الترب الزراعية منطقة الـ (ابو عظم) (0.61ملغم/لتر)، وفي الترب الزراعية بمنطقة الصبة (0.57 ملغم/لتر). ويُعزى هذا الارتفاع إلى الملوثات المعدنية المحمولة في مياه الصرف الصحي، خصوصاً تلك الناتجة عن الأنشطة الصناعية المرتبطة بالمحروقات والمعادن الثقيلة.

في حين أظهرت النتائج أن عنصر الكادميوم (Cd) تجاوز الحد المسموح به عالمياً، والبالغ (0.1 -0.5 ملغم/لتر)، في جميع مواقع الدراسة دون استثناء, ويُعزى ذلك إلى تراكم مركبات الكادميوم في التربة نتيجة الاستخدام المستمر لمياه الصرف الصحي في الري، فضلا عن المخلفات المنزلية والصناعية التي تحتوي على هذا العنصر السام.

بصورة عامة، تُشير هذه النتائج إلى أن الري بمياه الصرف الصحي، سواء كانت خاماً أو مختلطة بمياه نهر الفرات، يؤدي إلى تراكم ملحوظ للعناصر الثقيلة في التربة، متجاوزاً في بعض الحالات الحدود البيئية الآمنة المقررة عالمياً. ويُعد هذا التراكم من المؤشرات البيئية الخطيرة، لما له من آثار محتملة على خصوبة التربة، وسلامة النباتات المزروعة، وصحة الإنسان والحيوان عبر السلسلة الغذائية

المبحث الرابع: تأثير مياه الصرف الصحي في بعض النباتات المزروعة في منطقة الدراسة

تُعدّ دراسة تأثير مياه الصرف الصحي على النباتات المزروعة خطوة أساسية في تقييم المخاطر البيئية والصحية الناجمة عن استخدام هذه المياه في الري، إذ إن تراكم العناصر الكيميائية والعناصر الثقيلة في التربة ينتقل بصورة مباشرة إلى الأنسجة النباتية، مما يجعل النباتات وسائط رئيسة لنقل هذه الملوثات إلى الإنسان والحيوان عبر السلسلة الغذائية. وتُعدّ العناصر الثقيلة من أكثر الملوثات خطورة لما تمتاز به من قابلية تراكمية عالية داخل أنسجة النبات، بحيث تزداد تراكيزها تدريجياً حتى تصل إلى مستويات سُميّة تؤثر في العمليات الحيوية وتُهدد بقاء النبات نفسه (سمينة، 2002). كما تمتد آثار هذه العناصر إلى الإنسان مسببةً أمراض الكلى والكبد والرئتين وسرطان الدم وتشوهات الأجنة ولين العظام، نتيجة استهلاك المحاصيل النباتية الملوثة بها.

ولتقييم مدى تأثير مياه الصرف الصحي على النباتات المزروعة في منطقة الدراسة، تم اختيار ستة أنواع نباتية تُعدّ من أكثر النباتات استهلاكاً من قبل سكان مدينة الناصرية، وهي: (الفجل، السلق، الرشاد، الكرفس، النعناع، والبصل) (خريطة 3). جُمعت عينات من هذه النباتات من ثلاثة مواقع على ضفاف نهر الفرات منطقة السايح عند دخول نهر الفرات مدينة الناصرية قبل اختلاطه بمياه الصرف الصناعي والصحي , ومنطقة الصبة اسفل جسر حيث مياه نهر الفرات التي تروى منها النباتات

مشبعة بمياه الصرف الصحي , والمدينة منطقة الـ (ابو عظم) القريبة من مصادر طرح مياه الصرف الصحي كما موضح في صورة (3) , وأُجري لها التحليل المختبري لتقدير تراكيز العناصر الثقيلة فيها، كما هو موضح في الجدول (5).

صورة (3) توضح انتشار مزارع الخضروات بالقرب من انبوب الصرف في منطقة الـ (ابوعظم)

الدراسة الميدانية : بتاريخ 2025/3/14.

إذ أظهرت النتائج أن عنصر الحديد سجل أعلى تراكيز له في نبات البصل عند منطقة الـ (ابو عظم) بواقع (13.6 mg/kg)، في حين كانت أقل التراكيز في نبات الكرفس بواقع (9.42 mg/kg). أما النباتات في موقع منطقة الصبة فقد سجلت أعلى تراكيز في نبات الفجل (12.20 mg/kg) وأقلها في الكرفس (7.32 mg/kg)، بينما تراوحت تراكيز الحديد في النباتات موقع منطقة السايح بين (6.31–10.8 mg/kg). كما موضح في الشكل (5) وبمقارنة هذه النتائج مع الحدود المسموح بها عالمياً لعنصر الحديد في النباتات، والبالغة (20 mg/kg)، يتبين أن جميع التراكيز المسجلة تقع ضمن الحدود االمسموح بها عالميا ، مما يشير إلى أن عنصر الحديد لم يصل إلى مستوى السُمية في أي من المواقع المدروسة.

بينما سجل عنصر الرصاص ارتفاعاً واضحاً في النباتات المروية بمياه الصرف الصحي عند منطقة الـ (ابو عظم) ، إذ بلغ أعلى تركيز له في نبات النعناع (4.47 mg/kg)، وأدنى تركيز في نبات الكرفس (3.52 mg/kg)، متجاوزاً بذلك الحد المسموح به عالمياً والبالغ (2 mg/kg). كما تجاوزت النباتات المروية بمياه نهر الفرات الملوثة بمياه الصرف الصحي عند منطقة الصبة هذا الحد أيضاً، إذ بلغت تراكيزه أعلى مستوى له في السلق (3.72 mg/kg) وأدناه في الفجل (2.31 mg/kg). أما النباتات عند موقع منطقة السايح فقد سجلت تراكيز ضمن الحدود المسموح بها كما موضح بالشكل (6) , ويُعزى ارتفاع تركيز الرصاص إلى امتصاص النبات للرصاص من التربة الملوثة، إذ أن مياه الصرف الصحي تعدّ أحد أهم مصادر إدخال هذا العنصر إلى البيئة الزراعية. ويُعدّ الرصاص من العناصر السامة بيولوجياً التي لا تمتلك أي دور فسيولوجي نافع في النبات أو الإنسان، إذ يؤدي تراكمه إلى اضطرابات عصبية حادة، وإصابات كلوية، واضطرابات في الجهاز الهضمي، وأمراض القلب وارتفاع ضغط الدم (إبراهيم، 2009، ص64).

بينما اوضحت أ نتائج التحليل أن عنصر الكادميوم سجل ارتفاعاً ملحوظاً في جميع أنواع النباتات المدروسة ولكافة المواقع. فقد بلغت أعلى قيمة له في البصل (2.21 mg/kg) وأقلها في الفجل (1.18 mg/kg) ضمن النباتات منطقة السايح. أما في النباتات منطقة الصبة فقد تراوحت تراكيزه بين (2.66) mg/kg في نبات الفجل (3.88 mg/kg) في نبات البصل ، في حين بلغت تراكيزه في النباتات منطقة الـ (ابو عظم) (4.11–4.72 mg/kg)، مسجلةً أعلى القيم في نبات الرشاد. كما موضح بالشكل (7) وبمقارنتها مع محددات منظمة الصحة العالمية لعنصر الكادميوم في النباتات (0.02 mg/kg)، يتضح أن جميع العينات المدروسة تجاوزت الحد المسموح به عالمياً، مما يشير إلى تلوث خطير ناجم عن استخدام مياه الصرف الصحي

غير المعالجة في الري. ويُعد الكادميوم من العناصر شديدة السُمية ذات القابلية العالية للتراكم الحيوي، إذ يتركز في الأجزاء الخضرية والساقية للنبات ،(محمد وآخرون، 2017) وينتقل عبر السلسلة الغذائية إلى الإنسان مسبباً ارتفاع ضغط الدم، وتلف الكليتين، وتدمير الجهاز المناعي، وإصابات في الرئتين والجهاز العصبي، فضلاً عن هشاشة العظام وتلف الخلايا العصبية (Rajavriar، 1997، ص43).

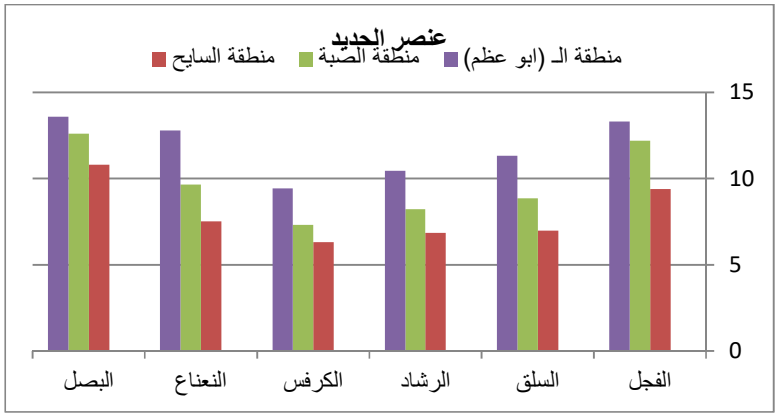
جدول (5) تراكيز العناصر الثقيلة (mg/Kg) في النباتات المدروسة حسب نوع المياه المروية فيها في منطقة الدراسة

نوع النبات / العنصر		الفجل	السلق	الرشاد	الكرفس	النعناع	البصل	المعيار
Fe	منطقة السايح	9.40	6.99	6.84	6.31	7.53	10.8	20
	منطقة الصبة	12.20	8.85	8.22	7.32	9.66	12.6	
	منطقة الـ (ابو عظم)	13.33	11.34	10.46	9.42	12.8	13.6	
Pb	منطقة السايح	1.23	1.79	1.41	1.16	1.85	1.94	2
	منطقة الصبة	2.31	3.72	2.74	2.43	3.21	2.87	
	منطقة الـ (ابو عظم)	3.71	4.25	3.87	3.51	4.47	4.01	
Cd	منطقة السايح	1.18	1.97	2.02	2.13	1.88	2.21	0.02
	منطقة الصبة	2.66	3.61	3.44	3.16	3.21	3.88	
	منطقة الـ (ابو عظم)	4.21	4.11	4.72	4.29	4.14	4.27	
Ni	منطقة السايح	5.44	4.89	4.03	3.78	4.42	4.93	5
	منطقة الصبة	7.33	5.67	4.35	4.12	5.52	6.34	
	منطقة الـ (ابو عظم)	14.12	10.6	9.33	8.7	10.3	8.21	
Zn	منطقة السايح	73.9	61.7	78.9	79.6	67.4	69.9	100
	منطقة الصبة	84.52	73.25	80.16	81.22	90.2	83.9	
	منطقة الـ (ابو عظم)	94.9	84.98	89.59	92.92	94.8	95.6	
Cr	منطقة السايح	3.66	1.92	2.02	1.85	2.16	1.49	0.5
	منطقة الصبة	4.20	3.76	3.55	3.67	4.65	3.80	
	منطقة الـ (ابو عظم)	6.89	5.01	6.32	4.98	6.22	5.12	

المصدر :. 1- نتائج التحليل المختبري , مركز علوم البحار , جامعة البصرة , قسم المختبر ,2024.

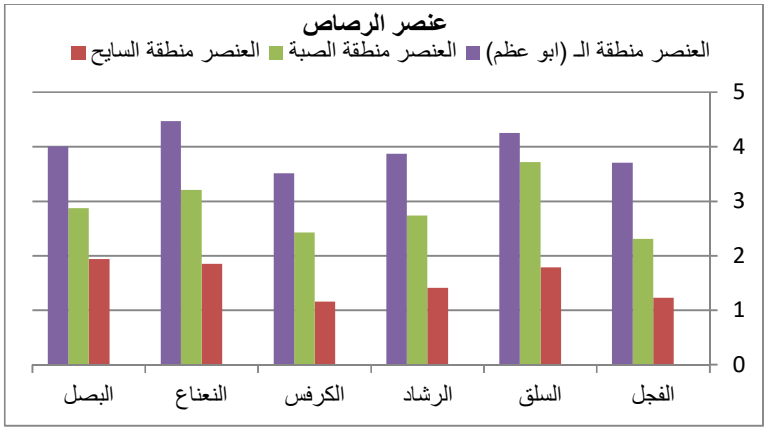
Resources: Hussain and khan, comparative study on heavy metal contents in Taraxacacum officinal int, 2010.

شكل (5) تراكيز عنصر الحديد (mg/Kg) في النباتات المدروسة حسب نوع المياه المروية فيها في منطقة الدراسة



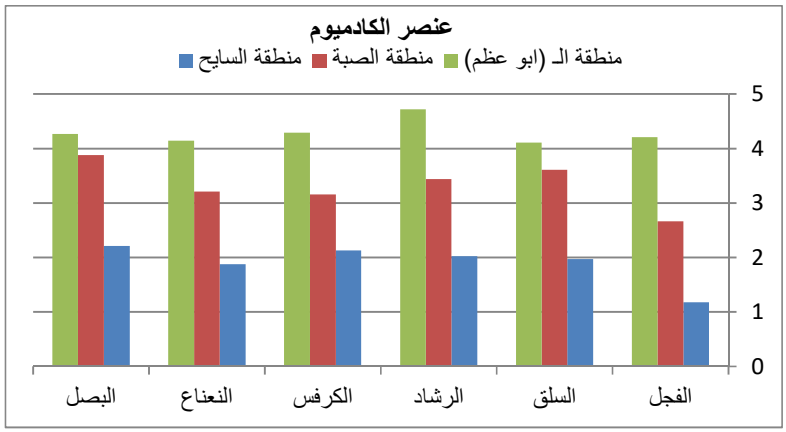
المصدر : بالاعتماد على بيانات الجدول (5)

شكل (6) تراكيز عنصر الرصاص (mg/Kg) في النباتات المدروسة حسب نوع المياه المروية فيها في منطقة الدراسة



المصدر : بالاعتماد على بيانات الجدول (5)

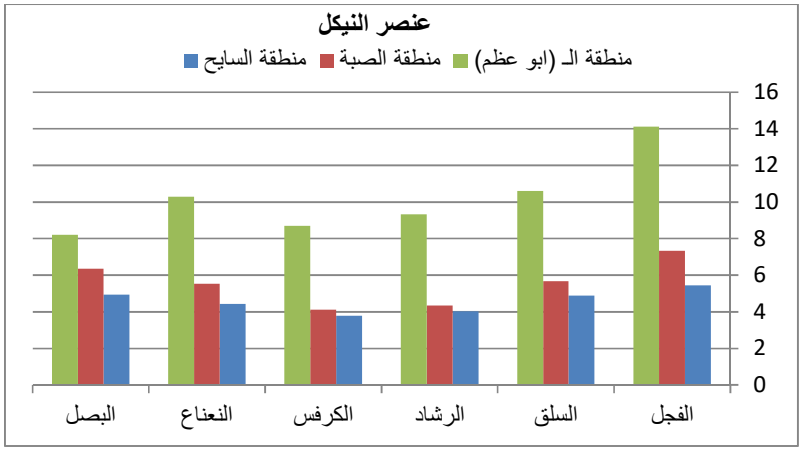
الشكل (7) تراكيز عنصر الكادميوم (mg/Kg) في النباتات المدروسة حسب نوع المياه المروية فيها في منطقة الدراسة



المصدر : بالاعتماد على بيانات الجدول (5)

سجل عنصر النيكل هو الآخر ارتفاعاً ملحوظاً في النباتات منطقة الـ (ابو عظم)، إذ بلغت أعلى قيمة له في الفجل (14.12 mg/kg) وأقلها في البصل (8.21 mg/kg). أما النباتات بمنطقة الصبة فقد تراوحت تراكيزه بين (4.12–33,7 mg/kg) في نباتي الكرفس والفجل ، بينما سجلت النباتات بمنطقة السايح تراكيز ضمن الحد المسموح به، باستثناء نبات الفجل الذي بلغ تركيز النيكل فيه (5.44 mg/kg)، متجاوزاً الحد المسموح به عالمياً (5 mg/kg) كما موضح بالشكل (8) . ويُعزى هذا الارتفاع إلى تأثير مياه الصرف الصحي الغنية بالمخلفات المعدنية التي تحتوي على النيكل الناتج عن الأنشطة الصناعية والميكانيكية في المنطقة.

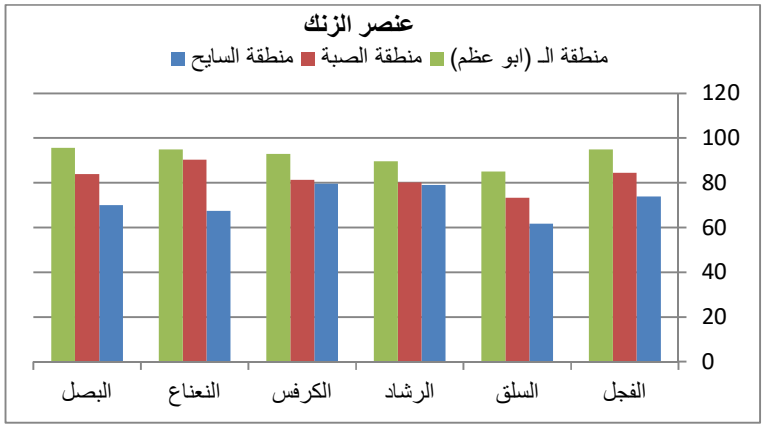
الشكل (8) تراكيز عنصر النيكل (mg/Kg) في النباتات المدروسة حسب نوع المياه المروية فيها في منطقة الدراسة



المصدر : بالاعتماد على بيانات الجدول (5)

أما عنصر الزنك فقد أظهرت النتائج أن جميع النباتات المدروسة احتوت تراكيز ضمن الحد المسموح به عالمياً (100 mg/kg). إذ تراوحت تراكيزه في النباتات بمنطقة السايح بين (61.7–79.6 mg/kg)، وفي النباتات بمنطقة الصبة بين (73.25–90.2 mg/kg)، بينما سجلت النباتات منطقة الـ (ابو عظم) أعلى القيم تراوحاً بين (84.98–95.6 mg/kg). كما موضح بالشكل (9) ويُلاحظ أن الزنك، على الرغم من ارتفاع تراكيزه نسبياً في بعض العينات، إلا أنه لم يتجاوز الحد السُمي، مما يُشير إلى أن النبات ما زال يستفيد من الزنك ضمن دوره الحيوي كعنصر ضروري لعمليات الأيض والإنزيمات، دون الوصول إلى المستويات الضارة.

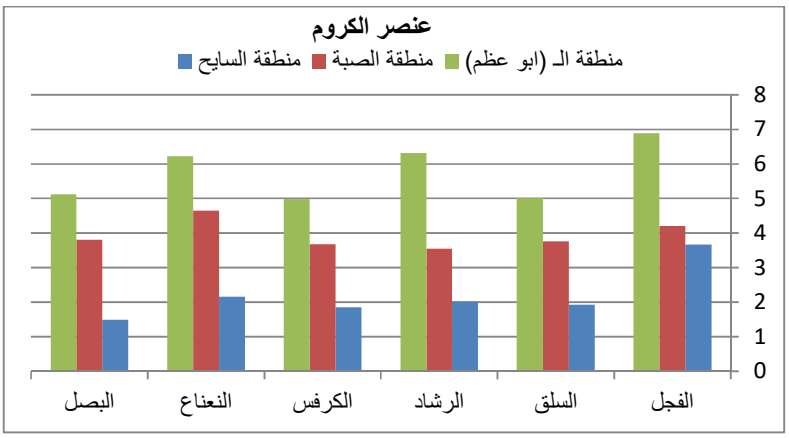
الشكل (9) تراكيز عنصر الزنك (mg/Kg) في النباتات المدروسة حسب نوع المياه المروية فيها في منطقة الدراسة



المصدر : بالاعتماد على بيانات الجدول (5)

كما أظهرت نتائج التحليل المختبري أن عنصر الكروم سجل تراكيز مرتفعة في جميع أنواع النباتات المدروسة ولجميع مواقع الدراسة. كما موضح في الجدول (5) والشكل (10) إذ بلغت أعلى قيمة له في النباتات منطقة السايح (3.66 mg/kg) في نبات الفجل، بينما سُجل أقل تركيز في نبات البصل بواقع (1.49 mg/kg). أما في النباتات منطقة الصبة ، فقد بلغت أعلى تراكيز الكروم في نبات النعناع (4.65 mg/kg) وأدناها في نبات الرشاد (3.55 mg/kg). في حين أظهرت النباتات منطقة الـ (ابو عظم)، أعلى مستويات لتراكم الكروم، إذ بلغ أقصاها في نبات الفجل (6.89 mg/kg) وأدناها في نبات الكرفس (4.98 mg/kg). وبمقارنة هذه النتائج مع محددات منظمة الصحة العالمية لتركيز عنصر الكروم في النباتات، والبالغة (0.5 mg/kg)، يتضح أن جميع التراكيز المسجلة تجاوزت الحد المسموح به عالمياً، مما يدل على وجود تلوث حاد بعنصر الكروم في النباتات المدروسة، بغضّ النظر عن نوع النبات أو موقع العينة . ويُعزى الارتفاع الكبير في تراكيز عنصر الكروم إلى الري بمياه الصرف الصحي المنزلية والصناعية والطبية غير المعالجة، والتي تحتوي على نسب عالية من مركبات الكروم الناتجة عن الأنشطة الصناعية مثل الطلاء الكهربائي، ودباغة الجلود، وتصنيع المعادن، فضلاً عن المخلفات الكيميائية للمستشفيات والمؤسسات الصحية. من الناحية الفسيولوجية، يُعدّ عنصر الكروم من العناصر السامة للنبات عند تراكمه بمستويات مرتفعة، إذ يؤدي إلى اضطراب العمليات الحيوية الرئيسة كعملية البناء الضوئي والتنفس وتكوين الكلوروفيل. كما يتسبب في تنخّر الأغشية الخلوية وانتفاخ العضيات (Organelles) داخل الخلايا النباتية، مما ينعكس سلباً على النمو والإنتاجية النباتية. أما على المستوى الصحي، فيُعدّ الكروم من العناصر شديدة السُمية للإنسان، إذ يرتبط ارتفاع تراكيزه بالإصابة بسرطان الجهاز التنفسي، واضطرابات في عمليات الأيض، وتهيّجات جلدية حادة ناتجة عن التلامس أو الاستهلاك غير المباشر للمحاصيل الملوثة (السروي، 2008).

الشكل (10) تراكيز عنصر الكروم (mg/Kg) في النباتات المدروسة حسب نوع المياه المروية فيها في منطقة الدراسة



المصدر : بالاعتماد على بيانات الجدول (5)

وخلاصة القول أن استخدام مياه الصرف الصحي في الري يؤدي إلى تراكم ملحوظ للعناصر الثقيلة في الأنسجة النباتية، خصوصاً عناصر الرصاص والكادميوم والنيكل، والتي تجاوزت الحدود المسموح بها عالمياً. وتمثل هذه الظاهرة خطراً بيئياً وصحياً مزدوجاً، فهي من جهة تؤثر سلباً على نمو النباتات وإنتاجيتها، ومن جهة أخرى تشكل تهديداً مباشراً لصحة الإنسان عبر استهلاك المحاصيل الملوثة. وتبرز أهمية هذه النتائج في الدعوة إلى ضرورة معالجة مياه الصرف الصحي قبل استخدامها في الري، وإجراء مراقبة دورية لتراكيز العناصر الثقيلة في التربة والنباتات لتقليل المخاطر البيئية والصحية المحتملة.

الاستنتاجات

1 - تم في هذه الدراسة تقييم التأثيرات البيئية لمياه الصرف الصحي ومياه نهر الفرات الملوثة بمياه الصرف الصحي على الخصائص الفيزيائية والكيميائية للتربة والنباتات المزروعة في ثلاث مواقع زراعية مختارة مختلفة من حيث نوعية مياه الري. تزرع فيها المحاصيل الخضرية (الفجل، الرشاد، الكرفس، السلق، النعناع، والبصل) ؛ إذ تم ري الموقع الأول بمياه بعيدة عن

مصدر التلوث في منطقة الدراسة، والموقع الثاني بمنطقة الصبة حيث القاء مياه الصرف الصحي بأنواعه في نهر الفرات مباشرتاً ، بينما يرُوي الموقع الثالث بمياه الصرف الصحي الخام.

2 - أظهرت النتائج التحليلية ارتفاعاً ملحوظاً في تراكيز العناصر الكيميائية والعناصر الثقيلة في كل من منطقة الـ (ابو عظم)، ومنطقة الصبة، إذ تجاوزت جميع القيم الحدود المسموح بها وفقاً للمعايير الصادرة عن منظمة الصحة العالمية (WHO).

3 - كما بيّنت نتائج التحاليل الخاصة بالتربة الزراعية تأثراً واضحاً بعمليات الري باستخدام تلك المياه الملوثة، إذ سجلت قيم التوصيلية الكهربائية أعلى مستوياتها في الترب المروية بمياه الصرف الصحي مباشرةً منطقة الـ (ابو عظم) (2.14 ملغم/لتر)، تلتها الترب المروية بالمياه نهر الفرات الملوثة بمياه الصرف الصحي في منطقة الصبة (12.6 ملغم/لتر)، وجميعها تفوق الحدود القياسية الموصى بها من قبل منظمة الصحة العالمية.

4 - أما فيما يتعلق بالعناصر الثقيلة، فقد ركزت الدراسة على أربعة عناصر رئيسية هي الرصاص (Pb)، الكادميوم (Cd)، الكروم (Cr)، والنيكل (Ni)، نظراً لتأثيرها السام والمباشر في النباتات والبيئة. أظهرت النتائج المختبرية أن تراكيز هذه العناصر في النباتات المزروعة في الموقع الثاني تراوحت كما يلي: الرصاص (3.51–47.4) ملغم/لتر، الكادميوم (4.11–4.72) ملغم/لتر، الكروم (4.98–6.89) ملغم/لتر، والنيكل (8.21–14.12) ملغم/لتر. بينما كانت التراكيز في الموقع الثالث على التوالي: الرصاص (2.31–3.72) ملغم/لتر، الكادميوم (2.66–3.88) ملغم/لتر، الكروم (3.55–4.65) ملغم/لتر، والنيكل (4.12–7.33) ملغم/لتر. وجميع هذه القيم تجاوزت الحدود القصوى المسموح بها وفق معايير منظمة الصحة العالمية للعناصر الثقيلة في النباتات.

4 - تشير هذه النتائج بوضوح إلى أن ري المحاصيل الزراعية بمياه الصرف الصحي، سواء كانت مباشرة أو عن طريق مياه الأنهار الملوثة، يؤدي إلى تراكم العناصر الثقيلة في أنسجة النباتات المختلفة، مما يشكل خطراً بيئياً وصحياً كبيراً عند استهلاكها من قبل الإنسان أو الحيوان.

التوصيات

1. منع استخدام مياه الصرف الصحي في ري المحاصيل الزراعية، ولا سيما الخضروات ذات الاستهلاك البشري المباشر، نظراً لقدرتها العالية على تراكم العناصر النزرة والعناصر الثقيلة في أنسجتها.

2. ضرورة معالجة مياه نهر الفرات والعمل على الحد من طرح الملوثات والمخلفات المختلفة فيه.

3. تطوير وتحسين محطة الهندية لمعالجة مياه الصرف الصحي من خلال رفع كفاءتها التشغيلية والتقنية قبل تصريف المياه إلى نهر الفرات أو استخدامها في الأغراض الزراعية.

4. إلزام المنشآت الصناعية بإنشاء شبكات تصريف ومعالجة خاصة بالمخلفات الصناعية قبل طرحها إلى نهر الفرات، بما يضمن الحد من تلوث المياه والتربة الزراعية.

5. اعتماد تقنيات المعالجة الحديثة المطبقة في الدول المتقدمة في مجال معالجة مياه الصرف الصحي في العراق عموماً، ومنطقة الدراسة خصوصاً، لما توفره من كفاءة عالية في إزالة الملوثات وإمكانية استغلالها في توليد الطاقة بتكاليف مناسبة.

6. تقنين استخدام المبيدات والأسمدة الكيميائية في الأراضي الزراعية، لما لها من دور في زيادة تراكم الملوثات الكيميائية والعناصر الثقيلة في التربة والنبات.

المصادر

المصادر العربية

1) ابراهيم , محمود , التسممات المهنية الناتجة عن الرصاص ومركباته , المعهد العربي للصحة والسلامة المهنية ,دمشق , 2009.

2) حمادي , كريم كاظم ,تحديد ابعاد مشكلة الصرف الصحي في مدينة الحلة , مجلة جامعة بابل للعلوم الصرفه , العدد (5) , المجلد (21) السنة 2013.
3) خنفر , عايد راضي, التلوث البيئي (الهواء-الماء-الغذاء),ط1,داراليازوري للنشر والتوزيع ,عمان, 2010.
4) السروي , احمد , الملوثات المائية (المصدر ,التاثير ,التحكم,العلاج) ,دار الكتب العلمية للنشر والتوزيع ,القاهرة ,2008.
5) دليل مسح التربة , وزارة الزراعة الامريكية , قسم التربة , الجزء 18 , 1993.
6) الزيرجاوي , زمن ماجد طعمة ,مياه الصرف الصحي في مدينة الناصرية واثارها البيئية , رسالة ماجستير , جامعة ذي قار ,كلية الاداب , 2016.
7) السعدي , حسن عبد الرزاق علي , دور الفسفور والزنك وتداخلهما في الحالة الغذائية لنبات الحنطة , مجلة علوم المستنصرية ,مجلد22 ,العدد 5, 2011.
8) سمينة , غياث وملك الجبة , مستوى العناصر الثقيلة في الخضار المجموعة من مواقع على طول مصدر الري لمجرى نهر الغوطة , بردي , مجلة جامعة دمشق للعلومالاساسية , المجلد (18) , العدد الثاني , 2002.
9) عبد الماجد , هجو محمد, مخلفات الصرف الصحي (الخواص والمعالجة واعادة الاستخدام), ط1 , جامعة الملك سعود , المملكة العربية السعودية ,2001.
10) العبيدي , خلود على حسين , التحليل المكاني لخدمات الصرف الصحي في مدينة الديوانية , مجلة القادسية للعلوم الانسانية , المجلد (27) ,العدد(1) السنه (2024) .
11) محمد , ساره عبدالله واخرون ,تقدير التلوث في العناصر الثقيلة للمياه والنباتات المزروعة بالقرب من نهر ديالى , مجلة جامعة الانبار للعلوم الصرفة , العدد (1) , المجلد (12), 2018.

دوائر الدولة

1) جمهورية العراق , وزارة البيئة , دائرة بيئة ذي قار , قسم المختبر , بيانات غير منشورة ,2025
2) وزارة الاعمار والاسكان والبلديات العامة , مديرية البلديات في ذي قار خريطة محافظة ذي قار الادارية , مقياس 250000/1 , ص2023.
3) مختبرات مركز علوم البحار في جامعة البصرة ,2025.
4) منظمة الصحة العالمية / المكتب الاقليمي للشرق الاوسط لإنشطة صحة البيئية , ص271.

المصادر الانكليزية

1. Hamdllah waste water.A roulade assistor A nuisance , FAO Procee dings , Expert can solution on reuse o f low Quality water for sustaion able Agricultures , Cairo,1998 .
2. Hussain and khan, comparative study on heavy metal contents in Taraxacacum officinal int, 2010.
3. R ajavriar and perdeshi , Apple Radiate , 1997.
4. WHO , International Standard for drinking water , 3rd Ed. , Geneva Switzer Land , 1971 , p.36.