دراسة مستويات التلوث بالعناصر الثقيلة في التربة بمنطقة بن جواد

أ.عبدالله موسى سعيد القبائلى

قسم الكيمياء ,كلية العلوم ,جامعة خليج السدرة ,ليبيا

abdmu445@ gmail.com

ملخص الدراسة:

تتناول هذه الدراسة تحليل مستويات التلوث بالعناصر الثقيلة في التربة بمنطقة بن جواد بليبيا، حيث تم التركيز على معادن مثل الرصاص (Pb)، والزنك (Zn)، والنحاس (Cu)، والنيكل (Ni). جمعت العينات من خمسة أودية بالمنطقة (وادي حمد، وادي سالم، وادي الحريقة، وادي غيضانة، وادي مغراف) وتم تقسيمها لأخذ عينات على عمقين: 10 سم و20 سم. أجريت التحليلات باستخدام مطياف الامتصاص الذري لتحديد تركيزات المعادن الثقيلة، وأجهزة لقياس الأس الهيدروجيني والتوصيلية الكهربائية لدراسة الخصائص الفيزيائية الأخرى للتربة.

أظهرت النتائج انخفاض في قيم الأس الهيدروجيني مع العمق، مما يشير إلى زيادة الحموضة في الطبقات الأعمق من التربة. تختلف مستويات الحموضة وتركيزات المعادن بين الأودية، حيث سجل وادي سالم أعلى مستويات الحموضة، بينما كان وادي الحريقة ووادي مغراف الأقل حموضة.

تشير النتائج أن تربة منطقة بن جواد إلى انخفاض طفيف في قيمة الـ pH مع العمق في معظم العينات، مما يعني زيادة الحموضة في الطبقات الأعمق. جميع تركيزات المعادن الثقيلة ضمن الحدود الآمنة، مما يشير إلى أن التربة خالية من التلوث بمعادن ثقيلة خطرة، وهي آمنة للاستخدام الزراعي.

الكلمات المفتاحية: العناصر الثقيلة, التربة, الخصائص الفيزيائية, منطقة بن جواد

Abstract

This study examines the analysis of heavy metal pollution levels in the soil of Ben Jawad area in Libya, focusing on metals such as lead (Pb), zinc (Zn), copper (Cu), and nickel (Ni). Samples were collected from five valleys in the region (Wadi Hamad, Wadi Salem, Wadi Al-Hariqa, Wadi Ghidana, Wadi Maghraf) and divided into two sampling depths: 10 cm and 20 cm. Analyses were conducted using atomic absorption spectroscopy to determine the concentrations of heavy metals, as well as pH and electrical .conductivity meters to study other soil chemical properties

The results showed a decrease in pH values with depth, indicating increased acidity in the deeper soil layers. The levels of acidity and metal concentrations varied among the valleys, with Wadi Salem recording the highest acidity levels, while Wadi Al-Hariqa and Wadi Maghraf had the lowest acidity

Keywords: heavy metals, soil, physical properties, Ben Jawad

المقدمة:

تعتبر مشكلة تلوث التربة من القضايا البيئية المهمة التي تؤثر بشكل كبير على صحة السكان والبيئة فالتلوث الناتج عن العناصر الثقيلة مثل الرصاص والزنك والحديد والنيكل والنحاس يعد من أبرز أنواع التلوث الذي تعاني منه التربة تنتج هذه المشكلة عن عدة عوامل منها التراكم في الأنظمة البيئية الذي يؤدي إلى تدهور جودة التربة وتفاعل الملوثات مع العناصر الطبيعية فيها كما أن الإسراف في استخدام التكنولوجيا يسهم في زيادة النفايات والتخلص غير المناسب منها مما يزيد من تعرض التربة لمختلف الملوثات يؤثر تلوث التربة بشكل مباشر على الكائنات الحية حيث يتسبب في تسمم النباتات والحيوانات وبالتالي يؤثر على السلسلة الغذائية البشرية تعاني المناطق الزراعية بشكل خاص من تلوث التربة نتيجة استخدام الأسمدة الكيماوية

والمبيدات الحشرية التي تحتوي على مواد سامة تتراكم في التربة والعوامل المناخية تلعب دوراً مهماً في تركيز الملوثات حيث تساهم التغيرات المناخية في تفاقم مشكلة التلوث. (1)

كما تسهم الأنشطة الصناعية والزراعية بشكل كبير في زيادة مستوى التلوث بسبب الاستخدام المفرط للكيماويات تُعد النفايات الصلبة من المصادر الرئيسية لتلوث التربة فهي تحتوي على مواد ضارة تتسرب إلى التربة وتؤثر على الكائنات الحية التي تعيش فيها في النهاية يتطلب مواجهة تلوث التربة اتخاذ إجراءات فعالة لحماية البيئة والمجتمعات المحلية والحد من الممارسات الضارة التي تساهم في هذه المشكلة. (2)

أهمية الدراسة وأهدافها:

تعتبر دراسة التلوث بالعناصر الثقيلة في التربة أمرًا ذا أهمية بالغة، حيث تشكل هذه العناصر خطرًا حقيقيًا على صحة الإنسان. فالتربة الزراعية في العديد من مناطق العالم تعاني من التلوث بسبب عدة مصادر، منها عوادم السيارات والمصانع، بالإضافة إلى الاستخدام المفرط للمبيدات. نظرًا لأهمية وخطورة هذه العناصر وتأثيراتها الصحية، وكما أن منطقة الدراسة تعاني من نقص شديد في مثل هذه الأبحاث، يمكن القول إن هذه الدراسة تعد الأولى من نوعها في المنطقة. لذلك، قرر الباحث القيام بهذه الدراسة لتقييم التربة الزراعية في منطقة بن جواد من حيث التلوث ببعض المعادن الثقيلة، مثل النحاس والنيكل والرصاص والخارصين. سيتضمن ذلك تقدير تراكيز العناصر الثقيلة في التربة على أعماق مختلفة، مع استخدام حامض النيتريك لاستخلاص العينات.

الدراسات السابقة:

قام (M. Peris,et at 2008) بتحديد محتويات ومصادر المعادن الثقيلة (الكادميوم والكربون والكروم والنحاس والحديد والمنغنيز والنيكل والرصاص والزنك) للتربة الزراعية في مقاطعة كاستيلون (اسبانيا)، أظهرت النتائج أن الكوبالت والحديد والمنغنيز والنيكل مرتبطة بشكل أساسي بالصخور الأم، بينما الكادميوم والنحاس والرصاص ترتبط بشكل أساسي بالأنشطة البشرية في التربة الزراعية. بالنسبة للمعادن الأخرى مثل الزنك والكروم، يختلف المصدر باختلاف المناطق.

حيث تَم تقييم مستويات الرصاص , النحاس , الزنك , الكادميوم , النيكل والحديد في عينات النباتات والتربة في الأردن بواسطة (Abdul-Wahab,et al,2008) مطياف الامتصاص

الذري(AAS) لتقدير العناصر. تم أخذ عينات التربة من عمق 10- 0 سم بالقرب من مواقع عينات النبات. أظهرت النتائج أن تراكيز المعادن التي تم فحصها اختلفت باختلاف طريقة إعداد العينة , وكان هناك ارتباط إيجابي بين تراكيز المعادن في النبات وفي التربة. أيضا فرق كبير في مستويات المعادن الثقيلة تم العثور عليها بين البراعم المغسولة وغير المغسولة ، مما يشير إلى أن كميات كبيرة من المعادن الثقيلة تترسب بواسطة الغبار

منطقة الدراسة:

تم إجراء هذه الدراسة على بعض المزارع في المنطقة الواقعة غرب بن جواد، التي تُعرف بتوافر أراضٍ زراعية، فضلاً عن كونها منطقة متميزة في مجال الرعي. تُعزز هذه الخصائص جودة التربة، التي تتكون من مزيج من الرمل والطين، مما يجعلها غنية بالعناصر اللازمة للزراعة.

صورة جوية بواسطة GOOgle Earth لمنطقة الدراسة

الصورة رقم (1) خريطة تبين منطقة الدراسة ومواقع جمع العينات

المواد وطرق البحث

الاجهزة المستخدمة

جهاز مطياف الامتصاص الذري: يستند مبدأ عمل مطياف الامتصاص الذري إلى فكرة أن الذرات في حالة الغاز تمتص الضوء عند أطوال موجية محددة تتناسب مع العناصر المعينة. عندما يتم إدخال العينة (عادةً ما تكون محلولًا) في مصدر لهب أو أداة تجويف، يتم تحويل

العناصر إلى ذرات فردية قادرة على امتصاص الضوء. كل عنصر له طيفه الخاص من الامتصاص.(3)

جهاز قياس الاس الهيدروجيني (pH)

تعتمد جهاز قياس الأس الهيدروجيني على قياس الفرق في الجهد الكهربائي بين إلكترودين: إلكترود زجاجي حساس للأس الهيدروجيني وإلكترود مرجعي. كلما زاد تركيز أيونات الهيدروجين (H^+) في المحلول، يزداد الجهد الكهربائي الناتج. يتم تحويل هذا الجهد إلى قيمة pH باستخدام معادلة معينة.(4)

جهاز قياس التوصيلية الكهربية

تعتمد جهاز قياس الأس الهيدروجيني على قياس الفرق في الجهد الكهربائي بين إلكترودين: إلكترود زجاجي حساس للأس الهيدروجيني وإلكترود مرجعي. كلما زاد تركيز أيونات الهيدروجين (H^+) في المحلول، يزداد الجهد الكهربائي الناتج. يتم تحويل هذا الجهد إلى قيمة pH باستخدام معادلة معينة.(5)

تحضير العينات

تم جمع 20 عينة من التربة كما في الجدول (1) موضحا موقعها الجغرافي في الصورة رقم (1) من خمسة أودية تقع غرب منطقة بن جواد، وهي: وادي حمد، وادي سالم، وادي الحريقة، وادي غيضانة، ووادي مغراف. تم تقسيم العينات إلى عمقين، الأول بعمق 10 سم والثاني بعمق 20 سم. أُخذ 1 غرام من كل عينة من التربة، وتم تجفيفها ومزجها مع 20 سم من مزيج حامض النيتريك وحامض الهيدروكلوريك بنسبة 1:1. بعد ذلك، تم تسخين المحتوى في جفنة خزفية، ثم أُضيف الناتج إلى 10 مل من محلول هيدروكلوريك بتركيز 2 مولاري، ثم إضافة 50 مل من الماء المقطر. (6)

تم أخذ النماذج لتحديد محتوى العناصر باستخدام تقنية الامتصاص الذري (AAS)، بالإضافة إلى تحليل المستخلص لمحلول التربة المشبع لقياس التوصيلية والأس الهيدروجيني للعينات المدروسة.(7)

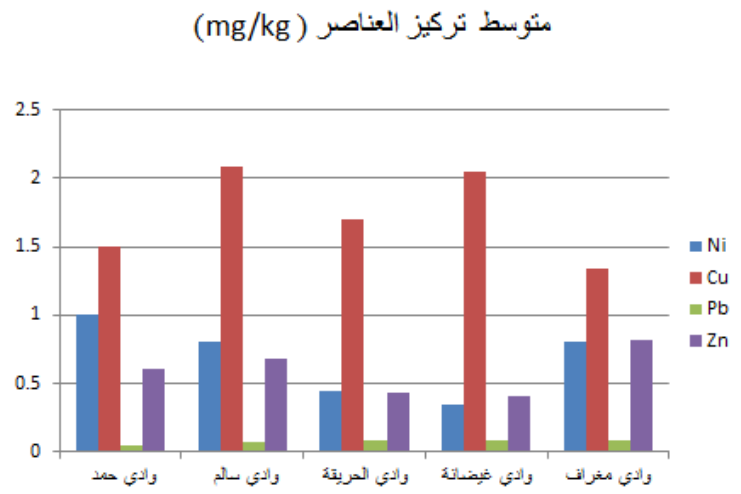
النتائج والمناقشة

كما أن الزراعة قد تؤدي استخدام المبيدات الحشرية والأسمدة الكيميائية المحتوية على عناصر ثقيلة إلى تلوث التربة إضافة إلى أن الري بالمياه الملوثة يمكن أن يساهم في تراكم هذه العناصر تراكم العناصر الثقيلة في التربة يمكن أن يسبب آثارًا سلبية عديدة منها تدهور جودة التربة حيث تؤثر العناصر الثقيلة على الخصائص الفيزيائية والكيميائية للتربة مما يعيق نمو النباتات.(8)

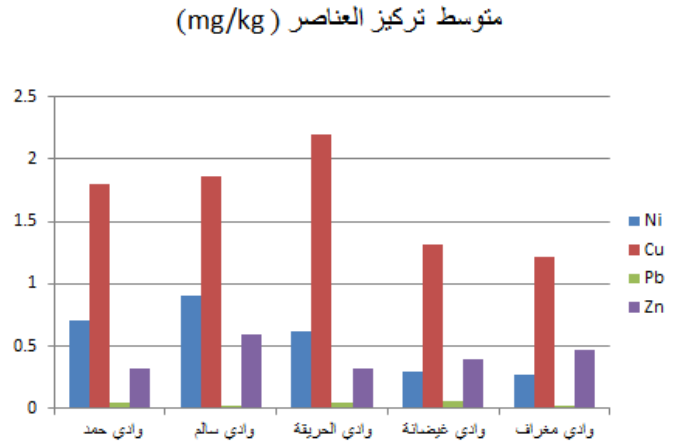
وتأثيرات صحية حيث يمكن أن تنتقل هذه العناصر عبر السلسلة الغذائية مما يؤدي إلى مشاكل صحية خطيرة للإنسان والحيوان. كما يؤثر التلوث بالعناصر الثقيلة على الكائنات الحية الدقيقة مما يعطل التوازن البيئي. حسب النتائج بينت تركيز العناصر الثقيلة في التربة حسب الجدول رقم (1) و الذي يوضح متوسط تركيز العناصر مقاسة بوحدة (ملجم لكل كجم). (5)

الموقع	العمق (سم)	متوسط تركيز Ni	متوسط تركيز Cu	متوسط تركيز Pb	متوسط تركيز Zn
وادي حمد	10	1.01	1.50	0.05	0.61
وادي حمد	20	0.71	1.80	0.05	0.32
وادي سالم	10	0.81	2.08	0.07	0.68
وادي سالم	20	0.90	1.86	0.02	0.60
وادي الحريقة	10	0.44	1.70	0.08	0.43
وادي الحريقة	20	0.62	2.20	0.05	0.32
وادي غيضانة	10	0.34	2.05	0.08	0.41
وادي غيضانة	20	0.30	1.31	0.06	0.39
وادي مغراف	10	0.80	1.34	0.09	0.82
وادي مغراف	20	0.27	1.21	0.02	0.47

جدول رقم (1) متوسط تراكيز الايونات في التربة



الشكل رقم (2) يبين متوسط تركيز العناصر على عمق 10 سم



الشكل رقم (3) يبين متوسط تركيز العناصر على عمق 20 سم

من خلال النتائج وكما في الشكل رقم (2)(3) نلاحظ أن العناصر الثقيلة تتركز في الطبقة العليا للسطح أكثر من الطبقة ذات العمق 20 سم لأغلب العينات استخدام الأسمدة والمبيدات: بعض الأسمدة والمبيدات تحتوي على عناصر ثقيلة مثل الكادميوم والزنك، واستخدامها المتكرر في الزراعة يؤدي إلى تراكم هذه العناصر في التربة. التربة الطينية: التربة الطينية تحتفظ بالعناصر الثقيلة أكثر من التربة الرملية بسبب بنيتها التي تساعد على الالتصاق .لأنشطة

الزراعية المكثفة: إعادة تدوير مخلفات الماشية كسماد طبيعي قد يكون مصدراً للعناصر الثقيلة إذا كانت الأعلاف أو المياه المستخدمة لتغذية الماشية ملوثة. النقل: بعض الطرق السريعة أو مناطق الحركة الكثيفة، خاصة بالقرب من المناطق السكنية والزراعية، تساهم في زيادة العناصر الثقيلة في التربة بسبب ترسب الملوثات من الغازات المنبعثة من عوادم السيارات ترسبات الجريان السطحي: الجريان السطحي الذي يحمل الملوثات من مياه الأمطار أو من الأنشطة الصناعية والزراعية يترسب في الطبقات السطحية أكثر من الطبقات العميقة. قياس الدالة الحامضية والتوصيلية الكهربية (9)

العينة	العمق (سم)	pH	التوصيلية الكهربية
وادي حمد	10	6.3	1328
وادي حمد	20	5.8	1462
وادي سالم	10	5.5	1265
وادي سالم	20	5.1	1233
وادي الحريقة	10	6.7	1733
وادي الحريقة	20	6.3	1723
وادي غيضانة	10	6.0	1336
وادي غيضانة	20	6.1	1243
وادي مغراف	10	6.4	1834
وادي مغراف	20	6.3	1735

جدول رقم (2) قيم الدالة الحامضية والتوصيلية لعينات التربة

من خلال النتائج يمكن ملاحظة ما يلي:

1. تغير قيمة الأس الهيدروجيني (pH) مع العمق: يظهر أن قيمة الـ pH تميل إلى الانخفاض مع زيادة العمق (من 10 سم إلى 20 سم) في معظم العينات. هذا الانخفاض قد يشير إلى زيادة الحموضة في الطبقات الأعمق من التربة.

2. اختلافات بين المواقع:

- وادي حمد: يتراوح الـ pH بين 6.3 على عمق 10 سم و5.8 على عمق 20 سم، مما يظهر انخفاضًا طفيفًا في الحموضة مع العمق.

- وادي سالم: يظهر انخفاضًا أكبر في pH، حيث يكون 5.5 على عمق 10 سم ويصل إلى 5.1 على عمق 20 سم، مما يشير إلى تربة أكثر حموضة مقارنةً بالمواقع الأخرى.

- وادي الحريقة: تتراوح قيمة pH من 6.7 على 10 سم إلى 6.3 على 20 سم، مما يشير إلى تربة أقل حموضة نسبيًا مقارنةً بباقي المواقع.

- وادي غيضانة: تقترب قيم pH من بعضها (6.0 على 10 سم و6.1 على 20 سم)، مما يشير إلى استقرار نسبي في الحموضة بين العمقين.

- وادي مغراف: تتقارب قيم pH بين العمقين أيضًا (6.4 على 10 سم و6.3 على 20 سم)، مما يدل على توازن الحموضة نسبيًا بين الطبقات.

3. مقارنة الحموضة بين الأودية:

- وادي سالم: لديه أدنى قيم pH بين الأودية، مما يدل على أنه الأكثر حموضة.

- وادي الحريقة ووادي مغراف هما الأقل حموضة، مما قد يشير إلى وجود تأثيرات بيئية أو جيولوجية مختلفة تساهم في اختلاف الأس الهيدروجيني.

تشير النتائج إلى انخفاض طفيف في قيمة الـ pH مع زيادة العمق في معظم العينات، مما يعني أن التربة تصبح أكثر حموضة في الطبقات الأعمق.

4.مقارنة تركيزات المعادن الثقيلة

- الزنك (Zn): متوسط التركيزات في جميع الأودية منخفض جدًا مقارنةً بالحدود الآمنة (50-300 ملغم/كغ)، مما يعني أن مستويات الزنك في التربة آمنة للاستخدام الزراعي.

- الرصاص (Pb): التركيزات منخفضة للغاية (0.05 - 0.09 ملغم/كغ)، وهو بعيد جدًا عن الحد المسموح به (20-100 ملغم/كغ). لا يوجد خطر تلوث بالرصاص.

- النحاس (Cu): تركيز النحاس يتراوح بين 1.34 و2.08 ملغم/كغ، وهو أقل بكثير من الحد المسموح به (20-100 ملغم/كغ).

- النيكل (Ni): تركيز النيكل يتراوح بين 0.34 و1.01 ملغم/كغ، وهو ضمن الحدود الآمنة.(10)

العنصر	التركيز الموصي به (ملغ/كغ)
Zn	50 - 300
Pb	20 -100
Cu	20 - 100
Ni	20- 75

جدول رقم (3) المواصفات القياسية العالمية للعناصر الثقيلة (منظمة الصحة العالمية، والمعايير البيئية الأوروبية)

الاستنتاجات:

1. زيادة الحموضة مع العمق: في معظم الأودية، لوحظ أن قيمة الأس الهيدروجيني (pH) تنخفض مع العمق، مما يشير إلى زيادة في الحموضة في الطبقات الأعمق من التربة. هذا قد يكون نتيجة لتحلل المواد العضوية في الطبقات السطحية وتراكم المواد الحمضية في الطبقات السفلية بسبب قلة التهوية أو بسبب تسرب المياه المحملة بالمواد الحمضية.

2. اختلاف الحموضة بين الأودية: تختلف مستويات الحموضة بين الأودية، مما يعكس تنوع الظروف البيئية أو الجيولوجية في المنطقة، فقد يكون لذلك علاقة بطبيعة الصخور الأصلية أو بنوعية النباتات المحيطة والأنشطة البشرية في كل وادٍ.

3. الأودية الأكثر والأقل حموضة:

- وادي سالم يعتبر الأكثر حموضة، حيث يسجل أدنى قيم pH في كلا العمقين. هذه الحموضة العالية قد تؤثر على خصوبة التربة في هذا الوادي وتؤثر على نوعية النباتات القادرة على النمو فيه.

- وادي الحريقة ووادي مغراف هما الأقل حموضة، حيث تتراوح قيم الـ pH بالقرب من الحيادية، مما يشير إلى تربة قد تكون أكثر ملاءمة لنمو النباتات المتنوعة.

4. استقرار الحموضة في بعض الأودية: يظهر وادي غيضانة ووادي مغراف استقرارًا نسبيًا في قيم الـ pH بين العمقين، مما قد يعكس تجانسًا في تركيب التربة أو نوعية المياه الجوفية التي قد تؤثر على هذه الأودية.

5 . جميع العينات تقع ضمن الحدود الآمنة والمعايير البيئية، مما يشير إلى أن التربة في هذه الأودية آمنة من حيث تركيزات المعادن الثقيلة ويمكن استخدامها في الزراعة أو غيرها من الأنشطة البيئية دون قلق بشأن التلوث.

الموقع	خط العرض	خط الطول
وادي مغراف	30.4° شمالاً	18.05° شرقًا
وادي غيضانة	30.6° شمالاً	18.1° شرقًا
وادي الحريقة	30.4167° شمالاً	18.1167° شرقًا
وادي سالم	30.5° شمالاً	18.2167° شرقًا
وادي حمد	30.3667° شمالاً	18.2333° شرقًا

الجدول رقم (4) يوضح الاحداثيات لمواقع جمع العينات

التوصيات:

- للتربة عالية الحموضة: يمكن تحسين خصوبة التربة في الأودية الأكثر حموضة، مثل وادي سالم، من خلال إضافة مواد قلوية (مثل الجير الزراعي) لتعديل الأس الهيدروجيني.

- الاستمرار في مراقبة التربة: للمحافظة على خصوبة التربة وتجنب تدهورها، يوصى بإجراء تحليل دوري لقيم الـ pH والتأكد من التوازن بين العناصر المغذية.

- زيادة تهوية التربة وتعديل تركيبها العضوي: يمكن زيادة تهوية التربة وتحسين تركيبها وذلك من خلال إضافة المواد العضوية (مثل السماد العضوي أو الكمبوست) لتحسين التوازن المغذي.

- التقليل من التلوث الناتج عن النشاط البشري: للحفاظ على جودة التربة يمكن تحسين إدارة مصادر التلوث المحيطة مثل الأنشطة الصناعية أو الزراعية المكثفة. يجب تقليل التلوث من خلال إنشاء مناطق عازلة حول الأودية.

- تحسين إدارة الري: لضمان التوازن المائي للتربة، يُوصى باستخدام طرق الري الموجهة، مثل الري بالتنقيط، لتقليل ترشيح العناصر الزائدة إلى المياه الجوفية.

Abstract

This study investigates soil contamination in the western region of Bin Jawad by heavy metals, specifically lead (Pb), zinc (Zn), copper (Cu), and nickel (Ni). The research involved collecting 10 soil samples from five valleys in the area (Wadi Hamad, Wadi Salem, Wadi Al-Hareeqa, Wadi Gheidana, and Wadi Maghraf) at two depths (10 cm and 20 cm). The samples were analyzed using atomic absorption spectrometry to measure heavy metal concentrations and with devices for pH and electrical conductivity .to determine additional soil chemical properties

indicate that heavy metal concentrations are higher in the surface layer (10 cm) compared to the deeper layer (20 cm), reflecting the impact of surface activities like agriculture and industrial waste. The pH values generally decrease with depth, indicating increased acidity in the deeper soil layers. Differences in acidity and heavy metal concentrations were observed across valleys; Wadi Salem showed the highest acidity, while Wadi Al-Hareeqa and Wadi .Maghraf were the least acidic.

The findings reveal that the soil in the western Bin Jawad area is increasingly affected by heavy metal concentrations, especially in the surface layers, which may negatively impact soil fertility and the surrounding environment. The study recommends measures to mitigate soil contamination, including regulating pesticide and fertilizer use and regularly monitoring heavy metal concentrations .to maintain soil quality and environmental health.

المراجع:

1. كافاري، ر. (2015). تلوث التربة بالعناصر الثقيلة: مصادره وآثاره على البيئة. المجلة العلمية للبحوث البيئية، 12(2)، 45-67.

2. حسن، ع.، وجابر، م. (2021 .(تأثير العناصر الثقيلة على تلوث التربة وصحة البيئة . مجلة العلوم البيئية، 10(4)، 210-225.

3. علي، س.، وعبدالله، ك. (2022 .(استخدامات وتقنيات مطياف الامتصاص الذري في تحليل العناصر الثقيلة .مجلة التحليل الكيميائي، 15(2)، 120-135.

4.علي، س.، وحسين، ي. (2020 .(تقنيات قياس الأس الهيدروجيني واستخداماتها في التحليل الكيميائي .مجلة التحليل العلمي، 8(3)، 95-110.

5. العتيبي، س. (2018). تأثير العناصر الثقيلة على التربة والنباتات. الدورية الزراعية، 15 (3)، 23-30.

6. Smith, J., & Brown, L. (2022). Soil Sampling and Analysis techniques for Heavy Metal Contamination Assessment. Journal of Environmental Analysis, 15(3), 150-165

7.Johnson, R., & Lee, T. (2021). Application of Atomic Absorption Spectroscopy (AAS) and Soil Solution Analysis for Conductivity and pH in Environmental Studies. Journal of Soil Science and Environmental Quality, 14(2), 95-110.

8. Williams, K., & Zhao, Y. (2020). Impact of Pesticides, Chemical Fertilizers, and Polluted Irrigation on Heavy Metal Accumulation in Soil and Its Effects on Soil Quality and Plant Growth. Environmental Pollution and Soil Science, 18(4), 210-225.

9. Green, D., & Ahmed, M. (2019). Heavy Metal Accumulation in Topsoil and Its Correlation with Agricultural Practices and

Environmental Pollutants. Journal of Soil Pollution and Environmental Studies, 11(5), 140-155.

10. Brown, L., & Chen, Y. (2021). Assessment of Heavy Metal Concentrations in Agricultural Soils and Comparison with Safe Thresholds. International Journal of Environmental Quality, 22(3), 180-195.

11. Miller, J., & Wang, H. (2020). Distribution of Heavy Metals in Surface and Subsurface Soil Layers: Impacts of Agricultural Practices, Traffic Emissions, and Runoff Deposits. Journal of Environmental Soil Science, 13(4), 250-265.

12. Thompson, R., & Green, S. (2019). Soil Contamination with Heavy Metals: Sources, Environmental Impact, and Health Risks. Journal of Environmental Health and Pollution, 17(2), 120-135.

13 Harris, L., & Kumar, P. (2020). Impact of Industrial and Agricultural Activities on Soil Contamination: The Role of Chemical Usage and Solid Waste in Environmental Pollution. Environmental Protection and Soil Health Journal, 19(3), 145-160.

14. Abdul-Wahab, S., Al-Rawahi, N., & Al-Kalbani, M. (2008). Assessment of Lead, Copper, Zinc, Cadmium, Nickel, and Iron Levels in Plant and Soil Samples in Jordan Using Atomic Absorption Spectroscopy (AAS). Journal of Environmental M onitoring and Analysis, 12(4), 220-230.

15. Jones. C. A., Jacobson. J., Lorbeer. S. (2002). Metal concentration in three Montana soils following 20 years of fertilization and cropping. Communication in soil sciences and plant analysis. 33(9 and 10) 1401-1414.