المجلة الالكترونية الشاملة متعددة المعرفة لنشر الأبحاث العلمية والتربوية MECSJ
العدد الثاني والثلاثون (كانون الأول) ٢٠٢٠
ISSN: 2617-9563
www.mecsj.com/ar

تطبيق طرق استخلاص مختلفة لتعيين بعض المعادن الثقيلة السامة باستخدام بلازما الحث المزدوج لأنواع مختلفة من التربة في المنطقة الوسطى في المملكة العربية السعودية

هند غنيم محمد العتيبي

محاضِر بقسم الكيمياء - كلية العلوم والدراسات الانسانية بحريملاء، جامعة شقراء

halotibi@su.edu.sa

الخلاصة

هدفت الدراسة الحالية إلى تقدير درجة توفر المعادن الثقيلة في التربة عينة الدراسة، وخاصة تلك القابلة للذوبان في الماء بصورتيها (العنصر الحر – كربونات العنصر)، وصولاً لتقديم مقترح وحلول للتعامل الأمثل مع هذه الملوثات لمعالجة المشاكل البيئية الناجمة عن زيادة تركيزات هذه المعادن.

وتوجد العديد من الطرق لمعالجة التربة الملوثة بالمعادن الثقيلة منها التطاير والتحلل البيولوجي، والغسيل وغيرها، ولتحقيق غرض الدراسة فقد قامت الدراسة بتطبيق طرق استخلاص متعاقب لاستخلاص وتوصيف المركبات الكيميائية المختلفة لبعض المعادن الثقيلة والمتمثلة في (الحديد، المنجنيز، النحاس، الزنك، الرصاص، والكادميوم) داخل التربة في المنطقة الوسطى للمملكة العربية السعودية، وأظهرت نتائج الدراسة ما يلي:

بلغت نسبة المادة العضوية في التربة بين 1.55 – 12.54% على امتداد منطقة الدراسة، ودلت النتائج وجود ارتباط وثيق بين توفر المادة العضوية ونوعية التربة، حيث كانت المادة العضوية أقل في المنطقة الصحراوية، والتي تعاني من الغطاء الخضري، بينما ازدادت المادة العضوية في المناطق الأخرى تبعاً لزيادة الغطاء الخضري.

فيما جاء ترتيب المعادن الثقيلة من حيث معامل التلوث الفردي كما يلي: الحديد ثم الكادميوم ثم الرصاص ثم النحاس ثم المنجنيز ثم الزنك، وكان معامل التلوث العام قد بلغ 3.488 – 6.489.

كما بينت النتائج أن عنصر الحديد هو صاحب أكثر تركيز ووجود في تربة منطقة الدراسة، وأن أقل المعادن تركيزاً هو الكادميوم والرصاص، حيث كان الترتيب وفق التالي:

- **صورة العنصر الحر: الكادميوم ثم الرصاص ثم الزنك ثم الحديد ثم النحاس**
- **صورة كربونات العنصر: الحديد ثم الزنك ثم الكادميوم ثم الرصاص ثم النحاس ثم الكادميوم.**
- **صورة المرتبط بالمادة العضوية: الرصاص ثم النحاس ثم المنجنيز ثم الكادميوم ثم الحديد ثم الزنك.**
- **هيئة الأكسيد: الزنك ثم النحاس ثم المنجنيز ثم الرصاص ثم الكادميوم ثم الحديد.**
- **الصورة المتبقية: الحديد ثم المنجنيز ثم النحاس ثم الرصاص ثم الكادميوم ثم الزنك.**

الكلمات المفتاحية: المادة العضوية – معامل التلوث الفردي – طرق استخلاص متعاقب المركبات الكيميائية.

المجلة الالكترونية الشاملة متعددة المعرفة لنشر الأبحاث العلمية والتربوية MECSJ
العدد الثاني والثلاثون (كانون الأول) ٢٠٢٠
ISSN: 2617-9563
www.mecsj.com/ar

Application of Different Extraction Methods for Determination of Some Toxic Heavy Metals Using Inductively Coupled Plasma Spectrometer (ICP) in Different Types of Soil in the Middle Area, Kingdom of Saudi Arabia

ALOTAIBI, HEND GHNAIM M

Lecturer at Chemistry Department, Huraymila College of Science and Humanity Studies, Shaqra University, Kingdom of Saudi Arabia

halotibi@su.edu.sa

Abstract

The current study aimed to estimate the degree of availability of heavy metals in the soil of the study sample, especially those that are soluble in water in their two forms (free element - carbonate element), in order to present a proposal and solutions for optimal handling of these pollutants to address the environmental problems resulting from the increased concentrations of these minerals.

There are many methods for treating soils contaminated with heavy metals, including volatilization, biological decomposition, washing, etc., and to achieve the purpose of the study, the study applied successive extraction methods to extract and characterize different chemical compounds of some heavy metals, represented in (iron, manganese, copper, zinc, lead, and cadmium). Within the soil in the central region of the Kingdom of Saudi Arabia, the results of the study showed the following:

The percentage of organic matter in the soil was between 1.55 - 12.54% throughout the study area, and the results indicated a close correlation between the availability of organic matter and the quality of the soil, as organic matter was less in the desert region, which suffers from vegetation cover, while organic matter increased in other areas Depending on the increase in vegetation cover.

Whereas, the order of heavy metals in terms of individual pollution factor was as follows: iron, cadmium, lead, copper, manganese, and zinc, and the general pollution factor was 3.488 - 6.489.

The results also showed that the iron element has the most concentration and presence in the soil of the study area, and that the least concentrated minerals are cadmium and lead, where the order was according to the following:

•The free element: cadmium, lead, zinc, iron, then copper

•Elemental carbonate: iron, zinc, cadmium, lead, copper, and cadmium.

•A picture associated with organic matter: lead, copper, manganese, cadmium, iron, then zinc.

•oxide body: zinc, copper, manganese, lead, cadmium, then iron.

•The remaining form: iron, manganese, copper, lead, cadmium, and zinc.

Keywords: organic matter - individual pollution factor - successive extraction methods of chemical compounds

المقدمة

تعتبر بعض المعادن الثقيلة عناصر أساسية لها أهمية حيوية للإنسان وذلك ضمن الاحتياجات الغذائية اليومية مثل الحديد والمنجنيز والزنك والنحاس، والبعض الآخر ليس له أهمية بيولوجية معروفة في الكيمياء الحيوية البشرية والفسيولوجيا واستهلاكها.

وقد دلت الدراسات أن تلوث التربة بالمعادن الثقيلة واحدة من أهم المشاكل البيئية في جميع أنحاء العالم، وذلك لقدرة المعادن الثقيلة على التراكم داخل النظم البيولوجية والنباتات، مما يسبب سمية للإنسان والحيوان.

وتتعدد الطرق المستخدمة في معالجة التربة الملوثة بالمعادن الثقيلة، ومنها التطاير والتحلل البيولوجي والغسيل والعزل وغيرها.

وفي هذه الدراسة يحاول الباحث استخلاص بعض المعادن الثقيلة في منطقة الدراسة، والتعرف على صور وجودها داخل التربة.

الأدبيات النظرية

التربة

تعتبر التربة المكون الرئيسي للأرض، وهي تتكون من خليط غير متجانس من الكائنات الحية المختلفة والمعادن المتعددة، كما تحتوي على مركبات عضوية موزعة في ثلاثة أطوار وهي الصلبة، السائلة، والغازية (Coskun & et. , 2009).

حيث يعبر الطور الصلب عن الرمال والطمى والطين، ويحمل في طياته مواد عضوية مكونة من بقايا ومخلفات النباتات والحيوانات المتحللة بواسطة الكائنات الدقيقة البكتيريا وغيرها.

بينما يمثل الطور السائل محلول التربة والذي يحتوي على أملاح الكالسيوم والبوتاسيوم والصوديوم، وغيرها، بالإضافة لبعض المواد العضوية، في حين أن الطور الغازي يشير إلى الهواء الموجود داخل فراغات التربة، وهو يمثل (35%) من حجم التربة، ويتكون من الأكسجين،

ونسبة أعلى من ثاني أكسيد الكربون الناجم عن تحلل المواد العضوية، وهذا يلعب دوراً رئيسياً في تعرية المعادن خاصة التي تحتوي على الكربونات (Pidwirny, 2006).

خصوبة التربة

مصطلح يشير إلى محتوى التربة من العناصر الغذائية النباتية، ويمكن تقسيم هذه العناصر إلى قسمين:

العناصر التي تحتاجها التربة بدرجة كبيرة مثل الكربون والأكسجين والهيدروجين والنيتروجين، والعناصر التي تحتاجها التربة بدرجة صغيرة والمتمثلة في الحديد والنحاس والخارصين والمنجنيز والكلور (محمود، سليمان، زخار، و يحيى، 1995).

هذه العناصر تعتبر ضرورية لخصوبة التربة، ولكن عند زيادتها فإنها قد تحدث ضرراً للبيئة، نظراً لأنها تصبح تركيزات سامة ومنها الزئبق، والرصاص، والكادميوم، والنحاس وبالتالي تصبح سامة للنباتات والكائنات الحية الدقيقة (الخطيب، 1998).

تلوث التربة

يشير مفهوم تلوث التربة لوجود مكونات ناجمة عن النشاط الإنساني في التربة بتركيزات يمكن أن تؤدي إلى أضرار لمستخدمي هذه التربة أو تفرض قيود على الاستخدام الحر لهذه التربة (Finney, 1987).

ويمكن تقسيم هذه الملوثات إلى ثلاثة أقسام رئيسية، وهي كالتالي:

1. **المبيدات الكيميائية**

حيث تعتبر المبيدات والتي تستخدم لمكافحة الآفات الزراعية، تعتبر من ملوثات التربة ويرجع ذلك لدرجة تحللها وسميتها للحيوان والإنسان، وكلما طال تحلل هذه المبيدات في التربة، كلما زاد تركيزها بنسبة عالية الأمر الذي سيؤثر بدرجة كبيرة على صحة النباتات وبالنهاية على صحة الإنسان (الخطيب، 1998).

المجلة الالكترونية الشاملة متعددة المعرفة لنشر الأبحاث العلمية والتربوية MECSJ
العدد الثاني والثلاثون (كانون الأول) ٢٠٢٠
ISSN: 2617-9563
www.mecsj.com/ar

2. المخلفات العضوية

وتتمثل في الأسمدة الناجمة عن حيوانات المزارع ومخلفات التصنيع الزراعي والأسمدة العضوية الصناعية، ومنها الأسمدة الفوسفاتية للتربة، والتي تتضمن عناصر مثل الزئبق والرصاص والكادميوم (Raven, Berg, & Johnson, 1998).

3. الملوثات غير العضوية

تؤثر المركبات غير العضوية على التربة، لاسيما عند تواجدها بتركيزات عالية، وتختلف سميتها تبعاً للعنصر الموجود ومن أمثلتها الأسمدة الفوسفاتية والحجر الجيري والذي يحتوي على كميات من النحاس والكادميوم والنيكل والكروم.

العناصر الثقيلة

تنشأ نتيجة للنشاط البشري في العديد من المجالات وهذه العناصر قد تؤثر بطريق غير مباشر على صحة الإنسان، وتكمن خطورتها حينما يكون تركيزها مرتفع في التربة، حيث يصبح من السهولة دخولها في سلسلة الغذاء للإنسان بواسطة النباتات، الأمر الذي يشكل خطورة على صحة الإنسان (الوهيبي، 2007).

وتختلف العناصر في ضررها للتربة، فبعض العناصر مثل ZN وFE يعتبر ذا أهمية كبيرة للتربة، ولكن عند تواجده بتركيزات عالية جداً يصبح ساماً ويؤدي إلى التسمم (Nolan, 2003).

بينما عنصر النحاس يعتبر من الضروري لنمو النباتات ولكن تركيزه المرتفع يؤدي إلى التسمم أيضاً (الوهيبي، 2007)، والحديد مهم أيضاً للتربة وهو أكثر العناصر وفرةً في التربة، ونقصه يؤدي إلى ضعف النباتات واصفرار أوراقها، وهو من أقل العناصر سمية للنبات، إلا أن زيادته غير الطبيعية تؤدي إلى تلف الخلايا (Halliwell & Gutteridge, 1999)

المادة العضوية والأملاح المغذية

تمثل المادة العضوية الذائبة للتربة (SOM) أحد التجمعات الرئيسية للكربون، حيث تعتبر المادة الرئيسية التي تخضع لنمو الحياة البيولوجية، بالإضافة لكونها مثبت للشكل البنائي للتربة، وأيضاً مصيدة للملوثات العضوية وغير العضوية.

ومن أمثلة البيئات التي يمكنها تكوين البيئة الغنية بالمواد العضوية هي المستنقعات ودلتا لأنهار للمنحدرات الجارية، والمناطق المتدفقة للأنظمة البحرية، والأحواض البحرية ونحوها (Kinicker, 2004).

وتستخدم نترات البوتاسيوم KNO_3 ونترات الأمونيوم NH_4NO_3 كأسمدة لتعويض النيتروجين بالتربة، حيث أن النترات تتواجد في البيئة بشكل طبيعي في الماء، التربة والطعام، وتُحوّل بكتيريا النيتروجين الممتص من النبات إلى نترات يخزن في الخلايا، وعندما تأكل الحيوانات هذه النباتات فإنها تستخدم تلك النترات لتحوليها إلى بروتين بعدها تعيد تلك الحيوانات النترات إلى الطبيعية عن طريق الفضلات أو عندما تتحلل بعد موتها (Sreekumar & et. , 2009).

وقد أظهرت العديد من الدراسات أن العناصر التي لها تأثير سام عند التركيز العالي تتمثل في: الكادميوم والنحاس، والكروم والنيكل والرصاص والخارصين، بالإضافة إلى بعض العناصر الشائعة مثل الكوبالت والبوتاسيوم والمغنسيوم والمنجنيز والصوديوم المستخدم في انتاج السماد (Sabiha & et. , 2009).

الاستخلاص المتعاقب للمعادن الثقيلة

تعتبر عملية الاستخراج أو الاستخلاص المتعاقب للمعادن الثقيلة في التربة والرسوبيات محاولات راسخة لتجزئة محتوى المعادن الثقيلة في التربة والرسوبيات، وبرغم المعيقات

والصعوبات التي تحول دون ذلك فإن ثمة محاولات متكررة ومتجددة لإيجاد أساليب بديلة، وقد انقسمت الطرق بشكل رئيسي إلى قسمين:

برنامج المعايير والقياس والاختبار الصادر عن المكتب الأوروبي المرجعي (BCR)، والطريقة الأخرى هي طريقة العالم (Tessier وآخرون).

وتعتمد الطريقة الأولى (BCR) على تعديل الطريقة الثانية لتكون من ثلاث خطوات متتابعة بحيث يتم استخراج أربعة أشكال للعناصر وهي:

- العنصر القابل للمبادلة
- العناصر في الحالة المختزلة
- العناصر في الحالة المؤكسدة
- الجزء الأخير المتمثل في Residual fraction

أما الطريقة الأخرى فتتمثل في أربع خطوات متتالية لتخرج استخلاص خمسة أشكال من المعادن كالتالي:

- العنصر الحر
- العنصر المرتبط
- العنصر المرتبط بالمادة العضوية
- العنصر المرتبط بأكاسيد الحديد والمنجنيز
- الجزء المتبقي residual Form.

المجلة الالكترونية الشاملة متعددة المعرفة لنشر الأبحاث العلمية والتربوية MECSJ
العدد الثاني والثلاثون (كانون الأول) ٢٠٢٠
ISSN: 2617-9563
www.mecsj.com/ar

إجراءات الدراسة

منطقة الدراسة

تم إجراء الدراسة في المنطقة الوسطى للملكة العربية السعودية والبالغ مساحتها تقريبا 600 كم^2، وجيولوجياً تنقسم هذه الأرض إلى قسمين: الأول رسوبي ويسمى هضبة نجد السفلى، والآخر ذو صخور نارية ومتحولة ويسمى هضبة عالية نجد(Alwelaie, 1989) .

خطوات إجراء الدراسة

1. تجميع العينات، ومن ثم تجفيفها في فرن التجفيف عند درجة حرارة 80-100 لمدة 24 ساعة.
2. تنظيف العينات من الحجارة.
3. طحن العينات في مطحنة تربة مصنوعة من الفولاذ.
4. جمع التربة المنخلة من الطحن، وأخذ عينات فردية منها وحفظها في قوارير بلاستيكية نظيفة وجافة، وفي مكان مظلم.
5. إجراء التحاليل المتنوعة على العينات بالطرق المرجعية وفقاً لمقترح الجمعية الأمريكية لعلم الزراعة (American society of agronomy).

طرق استخلاص المتتالي للعناصر الثقيلة

تم اعتماد طريقة (Tessier)، لاستخلاص المتتالي للعناصر الثقيلة والمتمثلة فيما يلي:

1. العنصر الحر

حيث يوزن 2 جم من التربة الجافة المطحونة جيداً، ثم يضاف إليه 10 مل من محلول كلوريد المغنيسيوم، ثم يضبط درجة الحموضة عند 7، ومن ثم يتم تمرير العينة على جهاز الهزاز لمدة 20 دقيقة.

2. حالة الكربونات

تغسل المادة المترسبة المتبقية من الخطوة الأولى بواسطة كمية قليلة من الماء المقطر، وفي الحال يزال الماء المقطر، بعد ذلك يضاف 10 مل من محلول خلات الصوديوم، ويتم ضبط درجة الحموضة عند 5 بواسطة حمض الخل، ثم توضع على جهاز الهزاز مدة 15 دقيقة، ثم تُجرى عملية الطرد المركزي، لمدة 15 دقيقة، ويؤخذ الترشيح ويوضع في عبوات بلاستيكية شفافة.

3. حالة المادة العضوية

تُغسل المادة المترسبة المتبقية من الخطوة الثانية بواسطة كمية قليلة من الماء المقطر، وفي الحال يزال الماء المقطر، ثم يضاف 5 مل من حمض النيتريك HNO_3 و 50 مل من فوق أكسيد الهيدروجين (30%) H_2O_2، ويتم ضبط درجة الحموضة عند درجة 2 وذلك من خلال حمض النيتريك، وتوضع العينات على جمام مائي 85 درجة، لمدة ساعتين، مع الرج المتقطع، ثم يضاف 5 مل فوق أكسيد الهيدروجين H_2O_2، ويترك لمدة ثلاثة ساعات في الحمام المائي، ثم يضاف 5 من خلات الأمونيوم NH_4Ac ثم يخفف المحلول المستخلص، مع الرج المستمر 30 دقيقة، وأخيراً عملية الطرد المركزي لمدة 15 دقيقة، ثم يؤخذ الترشيح ويكمل الحجم الى 10 مل، باستخدام خلات الأمونيوم، وبعدها توضع في عبوات بلاستيكية شفافة جافة ونظيفة.

4. حالة الأكسيد

تغسل المادة المترسبة المتبقية من الخطوة الثالثة بالماء المقطر ثم يزال في الحال، بعدها يضاف $NH_2OH.HCl$ هيدروكسيل أمين هيدروكلوريك لحمض الخليك AcHO، ثم توضع العينة في حمام مائي عند 95 درجة لمدة 6 ساعات، ثم في جهاز الطرد المركزي لمدة 15 دقيقة، وبعدها يرشح ويكمل الحجم حتى 10 مل باستخدام $NH_2OH.HCl$، وأخيراً يحفظ في عبوة بلاستيكية.

5. الحالة المتبقية

يغسل ما تبقى من الحالة الرابعة بواسطة الماء المقطر ثم يزال الماء المقطر مباشرة، وبعدها يضاف 4 مل من HNO_3 و1 مل من $HClO_4$ و10 مل من حمض الفوليك HF، ثم يوضع على السخان الكهربائي لحين قرب الجفاف، وبعد الانتهاء يكمل الحجم على 10 مل باستخدام الماء المقطر ويخزن في عبوة بلاستيكية.

الكواشف

تم استخدام العديد من الكواشف الكيميائية المتعددة والمتنوعة ومن أمثلتها كلوريد المغنيسيوم $MgCl_2$ وخلات الصوديوم NaOAc، حمض النيتريك HNO_3، خلات الأمونيوم NH_4Ac، حمض الخل AcOH وهيدروكسيل أمين هيدروكلوريك $NH_2OH.HCl$.

الأجهزة

خلال الدراسة الحالية، تم استخدام الأجهزة التالية:

- جهاز قياس طيف الانبعاث الذري.
- جهاز تحليل أملاح التربة المغذية.
- جهاز الطرد المركزي.
- فرن الاحتراق.
- مقياس درجة الحموضة PH meter
- ميزان تحليلي حساس.
- جهاز تقطير ثنائي.
- جهاز الرج الدوراني.

طرق التحليل المستخدمة

أولاً: المادة العضوية

يتم بطريقة الحرق المباشر بدرجة 550 درجة، وتترك بعدها لمدة 120 ساعة، وبعدها يتم استخلاص الأملاح المغذية في التربة من خلال إضافة 50 مل كلوريد البوتاسيوم KCl إلى 8 غرام من عينة التربة، ثم يغطى برقائق الألمنيوم وتوضع على جهاز الهزاز، ومن ثم ترشح من خلال ورق الترشيح.

ومن خلال هذه الطريقة يتم استخلاص الأملاح التالية: أملاح النترات - أملاح الأمونيا – الأورثوفوسفات.

النتائج والمناقشة

بناء على مشكلة الدراسة، فإنه يمكن تقسيم نتائج الدراسة إلى قسمين رئيسيين وهما: نتائج تتعلق بالأملاح المغذية، ونتائج تتعلق باستخلاص المعادن الثقيلة.

أولاً: نتائج الأملاح المغذية

يشير مصطلح الأملاح المغذية إلى المواد العضوية الموجودة بالتربة، وفيما يلي استعراض لأبرز ما أظهرته نتائج الدراسة:

بلغت نسبة المادة العضوية في التربة بين 1.55 – 12.54% على امتداد منطقة الدراسة، ودلت النتائج وجود ارتباط وثيق بين توفر المادة العضوية ونوعية التربة، حيث كانت المادة العضوية أقل في المنطقة الصحراوية، والتي تعاني من الغطاء الخضري، بينما ازدادت المادة العضوية في المناطق الأخرى تبعاً لزيادة الغطاء الخضري.

ويعزو الباحث السبب أن ارتفاع درجات الحرارة يؤدي إلى تحلل سريع للمادة العضوية وينطلق منه كمية من الطاقة تستفيد منها بعض البكتيريا الموجودة بالتربة مصحوبة بانطلاق غازي ثاني أكسيد الكربون والميثان، بينما سبب تواجد المواد العضوية بكثرة في المناطق الأخرى يُعزى

إلى أن التربة كانت من أرض زراعية، تنتج الورقات لذلك كانت غنية بالمواد العضوية الناتجة عن الأحياء المختلفة ونشاطها المتباين.

ومن ناحية أخرى، أظهرت النتائج وجود ارتباط إيجابي معنوي مرتفع بين قيم المادة العضوية وقيم كل من الأورثوفوسفات، والنيترات والنترات في التربة، حيث بلغت قيم توفر عناصر المواد العضوية كالتالي:

1- النيترات والنترات:

النيترات: بلغت درجة توفر النيترات بين 0.143 – 45.775 Mg/µGM، بينما بلغت درجة توفر النترات 6.681 إلى 585.431 Mg/µGM.

ويعزو الباحث أن هناك عاملان رئيسيان يتحكمان في توزيع النيترات والنترات وهما: عمليات الترسيب والذوبان ومنها عمليات النترجة والنشدرة، والعامل الآخر حالة التأكسد الرواسب الهوائية.

2- الأمونيا:

تتراوح تركيزات الأمونيا بين 1.890 و4.680 Mg/µGM على امتداد منطقة الدراسة.

3- الأورثوفوسفات:

بلغت نسبة توفره 1.327 – 67.930 Mg/µGM، على امتداد منطقة الدراسة، والتوزيع كان غير متجانس، حيث يرجع السبب لطبيعة المنطقة الصحراوية أو نوع الأسمدة المستخدمة للزراعات المختلفة.

المجلة الالكترونية الشاملة متعددة المعرفة لنشر الأبحاث العلمية والتربوية MECSJ
العدد الثاني والثلاثون (كانون الأول) ٢٠٢٠
ISSN: 2617-9563
www.mecsj.com/ar

ثانياً: نتائج استخلاص المعادن الثقيلة

أظهرت نتائج استخلاص المعادن الثقيلة، ما يلي:

صورة العنصر	الحديد	المنجنيز	الزنك	النحاس	الرصاص	الكادميوم
العنصر الحر	%4.83-0.83	– 3.47 %7.73	– 3.34 %9.62	– 1.56 %3.59	– 5.70 %10.29	– 6.94 %12.33
صورة الكربونات	– 5.48 %18.64	– 5.98 %13.55	– 4.88 %16.8	– 1.79 %6.34	– 7.43 %13.40	– 7.20 %14.53
المرتبط بالمادة العضوية	– 3.14 %5.945	– 11.09 %30.43	– 11.62 %23.38	– 10.58 %30.41	– 8.46 %31.19	– 4.68 %8.99
هيئة أكاسيد	– 1.69 %6.21	– 2.57 %20.15	– 13.48 %33.51	– 13.42 %32.40	– 6.38 %17.17	- 7.87 %14.66
المتبقي	-67.6 %87.56	– 43.09 %74.64	– 30.48 %55.37	– 41.60 %70.68	– 44.47 %68.54	– 55.53 %65.18

جدول رقم (1): يبين نتائج استخلاص المعادن الثقيلة

وتتفق بعض نتائج الجدول السابق مع بعض الدراسات السابقة، فمثلاً زيادة توفر الرصاص المرتبط بالمادة العضوية، يعود إلى استخدام الأسمدة لتحسين إنتاج الأراضي الزراعية، وهذا ما أظهرته دراسة (Hetenyi, Nyilas, & Toth, 2005)، في حين أن عنصر النحاس كان في الجزء المتبقي أعلى نسب التواجد، وهذا اتفق مع ما ذكرته دراسة (Yobouet & Adouby, 2010)، ويمكن القول أن عنصر الزنك الموجود على هيئة أكاسيد برغم عدم استفادة النبات منه بشيء إلا أنه لا يشكل خطورة على تلوث التربة.

ثالثاً: معاملات التلوث للمعادن الثقيلة

من خلال الدراسة الحالية تم احتساب معامل التلوث الفردي ومعامل التلوث العام للمعادن الثقيلة في التربة عينة الدراسة.

حيث يشير معامل التلوث الفردي (ICF) إلى نسبة تواجد المعدن بالشكل الكيميائي في صورة العنصر الحر، أو الأشكال الكيميائية القابلة للتحول إلى الشكل الحر ومنها الصورة المرتبطة بالكربونات أو بالمادة العضوية.

المجلة الالكترونية الشاملة متعددة المعرفة لنشر الأبحاث العلمية والتربوية MECSJ
العدد الثاني والثلاثون (كانون الأول) ٢٠٢٠
ISSN: 2617-9563
www.mecsj.com/ar

ومعامل التلوث العام (GCF) يشير إلى مجموع جميع قيم معاملات التلوث الفردية لجميع العناصر.

وكانت النتائج وفق الجدول التالي:

معامل التلوث الفردي

م.	العنصر	معامل التلوث الفردي
-1	الحديد	0.479 – 0.142
-2	المنجنيز	1.321 – 0.343
-3	الزنك	2.28 – 0.806
-4	النحاس	1.404 – 0.415
-5	الرصاص	2.68 – 0.65
-6	الكادميوم	0.801 – 0.520

جدول رقم (2): يبين معامل التلوث الفردي للمعادن الثقيلة

يلاحظ من خلال ما سبق أن الحديد وبرغم أنه صاحب أكثر تركيز، إلا أنه أقل عنصر في تلوث التربة، بينما الزنك وبرغم محتواه الأقل بكثير من الحديد والمنجنيز إلا أنه صاحب أعلى معامل تلوث فردي للتربة وتتفق هذه النتيجة مع ما توصلت إليه دراسة (Naji et al., 2010)، يليه النحاس ثم المنجنيز وهذه النتيجة تتفق مع ما توصلت إليه دراسة (Ali, 2008) على رسوبيات بحيرة البرلس بمصر، وبرغم انخفاض تركيز الكادميوم والرصاص، إلا أنهما سجلا قيماً لا بأس لمعامل التلوث الفردي.

- ويمكن اختصار ما سبق وفق ما يلي (من الأقل معامل تلوث إلى الأكثر معامل تلوث): الحديد ثم الكادميوم ثم الرصاص ثم النحاس ثم المنجنيز ثم الزنك.
- معامل التلوث العام: بلغ معامل التلوث العام 3.488 – 6.489.

التوصيات

توصي الدراسة بما يلي:

- إجراء المزيد من الدراسات والبحوث التي تركز على المعادن الثقيلة والتي تشتمل على عناصر أساسية ولها أهمية حيوية للإنسان، وتدخل في احتياجاته اليومية.
- إجراء بحوث معمقة حول الأعراض الطبية السريرية لبعض العناصر والتي لا زالت أهميتها البيولوجية غير معروفة، ولكنها تحتوي على مواد سامة.
- إجراء دراسة مقارنة حول طرق استخلاص المعادن الثقيلة السامة (الحديد، المنجنيز، النحاس، الزنك، الكاديوم، والرصاص) بين المملكلة العربية السعودية ودولة أخرى لبيان طرق استخلاص المعادن الثقيلة في التربة.

المصادر والمراجع

- خالد محمود، خليل أبو بكر سليمان، أحمد علي زخار، والطاهر أحمد يحيى. (1995). أساسيات علم التربة وعلاقته بنمو النبات. الجامعة المفتوح.
- السيد أحمد الخطيب. (1998). الكيمياء البيئية للأراضي. الإسكندرية: منشأة المعارف الإسكندرية.
- محمد حمد الوهيبي. (2007). ظاهرة تراكم العناصر الثقيلة في النباتات. مجلة علوم الحياة السعودية.

- Alwelaie, A. C. (1989). Factors contributing to the degradation of the environment in central, eastern, and northern Saudi Arabia, in A. Abu-zenaida, et al.(eds). national commission wildlife conservation and development in Saudi Arabia, pp. 31-61.
- Coskun, M., Steinnes, E., Frontasyeva, M. V., Sjobakk, T. E., & Demkina, S. (2006). Heavy metal pollution of surface soil in the Thrace region, pp. 545 - 556.
- Finney, E. E. (1987). Impact on soils related to industrial activities. Incidental and accidental soil pollution, pp. 259-289.
- Halliwell, D., & Gutteridge, J. M. (1999). Free Radicals in Biology and Medicine Oxford University Press. Oxford: Oxford University.

- Hetenyi, M., Nyilas, T., & Toth, T. M. (2005). Stepwise Rock-Eval pyrolysis as a tool for typing heterogeneous organic matter in soil. J. Anal Apple, pp. 45 - 54.
- Kinicker, H. (2004). Stabilization of N-compounds in soil and organic-matter-rich Sediments- what is the difference? J. Marine, pp. 167 - 195.
- Nolan, K. (2003). Copper Toxicity Syndrome. Orthodox Psychiatry, pp. 270- 282.
- Pidwirny, M. (2006). Introduction to Soils. Fundamentals of Physical Geography.
- Raven, P. H., Berg, L. R., & Johnson, G. B. (1998). Environment Forth Worth. New York: Saunders College Publishing.
- Sabiha-Javied, T., Mehmood, M. M., Chaudhry, M., Tufail, M., & Irfan, M. (2009). Heavy metal pollution from phosphate rock used for the production of fertilizer in Pakistan. J. Micro Chem, pp. 94 - 99.
- Sreekumar, N. V., Narayana, B., Hegde, P., Manjunath, B. R., & Sarojini, B. K. (2003). Determination of nitrite by simple diazinon method. J. Chem, pp. 27 - 32.
- Yobouet, Y. A., & Adouby, K. (2010). Cadmium, Copper, Lead and Zinc speciation in contaminated soils. International Journal of Engineering Science and Technology, pp. 802 -812.