



ISSN (Paper) 1994-697X  
Online 2706-722X

[DOI10.54633/2333-022-046-017](https://doi.org/10.54633/2333-022-046-017)

Received. 22 -Mar -2023  
Published.30-June -2023



## تأثير خصائص الترب المروية بمياه ملوثة بالعناصر الثقيلة وطرق معالجتها

حنان عبد الوهاب سعيد

قسم علوم التربة والموارد المائية/كلية الزراعة/جامعة البصرة/العراق

### المستخلص

تؤثر الكثير من خصائص الترب المروية بالمياه الملوثة في جاهزية العناصر الثقيلة ومنها (Ni, Cd, Pb, Zn) والتي يمكن خفض تراكيزها وتقليل الاثر الضار لها وتراكمها في التربة باستعمال مواد طبيعية ومنها بقايا النباتات الزراعية وبعض المواد المعدنية المستعملة في معالجة التربة والمياه واعادة استعمالها لأغراض الري وترشيد استعمال مصادر المياه. وقد أوضحت النتائج ان إضافة المواد المعالجة الى التربة أدى الى خفض التركيز الجاهز من العناصر الثقيلة بصورة عامة وقد تفوقت معاملة الفحم النشط في إعطائها اقل تركيز جاهز في التربة لهذه العناصر في حين كان اعلى تركيز في معاملة كوالح الذرة ما عدا الرصاص فقد كانت اقل التراكيز في معاملة الصخر الفوسفاتي كما ان لنسجة التربة دور في خفض التركيز الجاهز للعناصر الثقيلة اذ تفوقت التربة ذات النسجة المزيجية الطينية الغرينية على النسجة المزيجية في إعطائها اقل التراكيز الجاهزة لهذه العناصر في التربة. وساهمت المواد المعالجة مساهمة فعالة في خفض تركيز العناصر الثقيلة في المياه الملوثة الكلمات المفتاحية: خصائص التربة، العناصر الثقيلة، معالجة المياه الملوثة، مواد طبيعية (معدنية وعضوية)

### Effect of soil properties irrigated with water contaminated with heavy elements and methods of treatment

Hanan Abdel Wahab Saeed

hanan.saed @ uobasrah.edu.iq

Department of Soil Sciences and Water Resources/College of Agriculture/University of Basra/Iraq

### Abstract

Many properties of soil irrigated with contaminated water affect the readiness of heavy elements, including (Ni, Cd, Pb, Zn), whose concentrations and harmful can be reduced and accumulation in the soil can be reduced by using natural materials, including agricultural plant residues and some mineral materials used in soil and water treatment and reuse. For irrigation purposes and rational use of water resources.

Keywords: soil properties, heavy elements, treatment of polluted water , natural materials (mineral and organic)

## المقدمة introduction

ان التطور الهائل الذي يشهده العالم ادى الى الكثير من الاضرار في مكونات البيئة نتيجة تلوثها بالكثير من الملوثات البيئية وخاصة التربة والمياه نتيجة تلوثها بالكثير من الملوثات ومن بينها العناصر الثقيلة (Karaca *et al.*,2010). إن العناصر الثقيلة الناجمة عن النشاطات المختلفة تبقى في التربة لتصل إلى النباتات والبذور ومكونات التربة الأخرى وإن وجود هذه الملوثات في البيئة يؤثر على صحة الإنسان والحيوان والمحاصيل الزراعية والحياة البرية وتشكل التربة الملوثة بالعناصر الثقيلة أكبر التحديات البيئية التي تواجه العالم أجمع, إذ أثبتت الدراسات أن خطورة العناصر الثقيلة تكمن في صفاتها التراكمية في أجسام الكائنات الحية وتسبب اضرار للإنسان عند تناوله الغذاء الملوث بهذه العناصر, وتعد العناصر الثقيلة كالرصاص والكاديميوم والنيكل من أخطر المواد الملوثة للتربة والماء والهواء, ومن أهم مصادر التلوث مخلفات ونفايات المصانع واحترق الوقود وعوادم السيارات, ويؤدي تلوث التربة الى انخفاض إنتاجية المحاصيل الزراعية نتيجة لرداءة نوعية التربة. لذلك اصبح من الضروري العمل على تقليل اضرار العناصر الثقيلة في التربة والماء والنبات, وتم العمل على العديد من التقانات والوسائل التكنولوجية التي من الممكن أن تقلل من تواجد هذه المعادن والتخفيف من آثارها, وذلك عن طريق استخدام الأساليب العلاجية المختلفة والتي تشمل غسل التربة بالعناصر الكيميائية، والتجمد الكيميائي، والكهربائية الحركية، والتي تعمل بتغطية سطح التربة الملوثة بتربة نظيفة، وطريقة التخفيف التي تعني خلط التربة الملوثة بتربة سطحية وتحتية نظيفة وذلك للتقليل من تركيز العناصر الثقيلة، وكذلك أيضاً يمكن استخدام بعض المواد العضوية والمعدنية للتقليل من دور العناصر الثقيلة الضارة للتربة والماء والنبات.

بينت الكثير من الدراسات ومنها (Heike 2004) ان الكثير من المواد كالصخر الفوسفاتي والكربون النشط يمكن استعمالها كمواد مازة للعناصر الثقيلة, وكذلك ارتفاع المادة العضوية في التربة لها اثر في ربط العناصر الثقيلة بالمادة العضوية التي تتصف بارتفاع السعة التبادلية للأيونات الموجبة.

## الهدف من المقالة Aim of the study

تكم اهمية هذه المقالة هو في اظهار دور الخصائص الكيميائية للتربة في تحديد تأثير بعض العناصر الثقيلة والعمل على تقليل هذه المشكلة من خلال خفض اثر هذا التراكم ومعالجتها في التربة والمياه الملوثة باستعمال بعض المواد الطبيعية التي تضاف للمياه الملوثة بهدف خفض تراكيز العناصر الثقيلة قبل استعمالها للري مما ينعكس ايجاباً على التربة وبالتالي على النبات.

تأثير بعض خصائص التربة في سلوك العناصر الثقيلة

هناك الكثير من الخصائص الكيميائية للتربة تؤثر في سلوك العناصر الثقيلة مثلاً السمية والتفاعلات والارتباط وعمليات الامتزاز والتحرر وجاهزية العناصر الثقيلة في التربة ومن هذا المنطلق سوف نتطرق للخصائص التي لها علاقة بالمقالة ومنها :-

تفاعل التربة pH : الأس الهيدروجيني للتربة

لتفاعل التربة دور مهم في تحديد جاهزية العناصر الثقيلة في التربة ومنها (pb , Zn , Ni, Cd) والتي لها تأثير على النبات, إذ تؤثر درجة تفاعل التربة في حركة العناصر الثقيلة داخل جسم التربة فقد بين Appel *et al.*(2002) أن هذه العناصر تتقيد حركتها في الترب القاعدية بسبب تكوين مركبات تعوق من حركتها, وعلى العكس من ذلك فإنه عند انخفاض قيمة pH التربة فإن ذلك يؤثر ويزيد من تحرر العناصر الثقيلة ويجعلها سهلة الحركة في التربة وانتقالها الى النبات, وهذا يؤدي بلا شك الى زيادة سميتها للنبات. بينت دراسة قام بها (Al-Kawam and Al-Eubaie (2016) تضمنت إزالة أيونات عنصر الرصاص الجاهز

لتربتين كلسيتين مختلفتي النسجة بمحلول الاستخلاص ( $\text{Na}_2\text{EDTA}$  0.01M) كمحلول فاعل لإزالة أيونات الرصاص من الترب وبمستويات مختلفة من قيمة الاس الهيدروجيني للمحلول وهي 4.5 و 5.5 و 6.5 و 7.5 وأوضحت النتائج أن نسبة الازالة ازدادت مع انخفاض قيمة الاس الهيدروجيني للمحلول المستخدم في عملية الازالة. وذكر (Gzar and Gatea (2015) ان pH التربة فاعلية كبيرة في عملية ازالة العناصر الثقيلة من على سطوح مواقع الامتزاز, وبين أن عملية الازالة تزداد مع انخفاض قيمة الاس الهيدروجيني, وأن سبب ذلك يعود الى أن ايونات الهيدروجين في المحلول الاكثر حامضية يشجع عملية الذوبان, ويمكنها من التفاعل مع المجموع الفعالة ( $\text{Fe-OH}$ ,  $\text{Al-OH}$ ,  $\text{COOH}$ ) الموجودة على سطوح دقائق التربة مما يساعد على ازالة ايونات العنصر الثقيل من التربة, وبالمقابل فإن الزيادة في قيمة الاس الهيدروجيني يؤدي الى تقليل ازالة العناصر الثقيلة, وهذا قد يعود السبب الى تكون الهايدروكسيدات السالبة لأيونات العناصر الثقيلة, وهذه الهايدروكسيدات لها القابلية على الترسيب, ومن ثم يحول دون استخلاص ايونات العناصر الثقيلة من التربة.

#### المادة العضوية (O.M): Organic material

إن محتوى التربة من المادة العضوية لها دور أساسي على محتوى التربة والنبات من عنصر الكاديوم, إذ أظهرت نتائج (Sillanpaa and Jansson (1992) أن معامل الارتباط بين العناصر الثقيلة والمادة العضوية هو ارتباط موجب, وهذا ما جاء به (Kaschl *et al.*(2002) أن تركيز العناصر الثقيلة في التربة تكون عالية المحتوى بالطبقة السطحية مقارنة بالطبقات السفلى وعزوا سبب ذلك غنى الطبقة السطحية بالمادة العضوية. للمادة العضوية تأثيرات مباشرة وغير مباشرة على امتزاز وخلق وحركة العناصر الثقيلة في التربة, ويعود التأثير المباشر للمادة العضوية ذلك بسبب احتوائها على المجموع الفعالة مثل مجميع الكربوكسيل والفينول (Silveira *et al.*,2003). ذكر (Angelova *et al.*(2010) أن وفرة العناصر الثقيلة في التربة تعتمد على طبيعة المادة العضوية, وقابلية تحللها المايكروبي اي تعتمد على نسبة C/N, ففي دراسة قام بها (Heike(2004) ان اضافة الكومبوست الى التربة لمعرفة مدى تأثيرهما على كمية العناصر الثقيلة (Cu, Cd, Zn, Pb) المنقلة الى درنات البطاطا, وبينت النتائج أن هناك انخفاضاً في محتوى العناصر الثقيلة في قشور ودرنات البطاطا, وكان الكومبست لوحده فعالاً للحد من محتوى تراكم عنصر الكاديوم في الدرنات, وفي دراسة قام بها (Qasim *et al.*(2015) عند تحليل 41 عينة تربة ذات مادة عضوية مختلفة ووجد أن تركيز عنصر الرصاص يقل محتواه كلما قلت المادة العضوية في التربة, وهذا يدل على ان للمادة العضوية دوراً كبيراً في حجز العناصر الثقيلة وذلك عن طريق عملية الارتباط بينها وبين تلك العناصر وعن طريق المجموع الفعالة, ونتيجة لهذا الارتباط يقل وجود هذه العناصر في محلول التربة, وكذلك انخفاض محتواها في النبات.

كمية ونوعية معادن الطين:

تتميز دقائق الطين بقدرتها العالية على عملية التبادل الايوني مقارنة بدقائق التربة الاخرى, ومن دون التأثير بالبنية السيليكاتية الأساسية للمعدن, وتكون طريقة الارتباط إما على شكل روابط فيزيائية ضعيفة أو روابط كيميائية قوية أو ما يسمى بـ (الامتزاز) ولا تتفصل الدقائق الطينية عن الايونات المرتبطة بها بسهولة, ويعتمد ذلك بالدرجة الاولى برقم تكافؤ الذرة وقطرها الايوني, فمثلاً يمكن لذرة الرصاص أن تحل محل أربع ذرات من الصوديوم, ولكن نظراً لحجمها الكبير تتطلب طاقة عالية لإزاحتها لذا فإن إزالة التلوث من الترب الطينية من أصعب المشكلات البيئية وأكثرها كلفة, وكلما ازداد السطح النوعي للطين ازدادت الشحنات السالبة وازداد عدد الايونات الموجبة أو الملوثات المرتبطة بها (Wahba *et al.*,2016). ذكر (Ryblcka and Kyziol (1990) ان قوة الارتباط بين العناصر الثقيلة تختلف باختلاف نوع معادن الطين ففي دراستهما لمعرفة مدى قوة الارتباط بين العناصر الثقيلة وانواع مختلفة من المعادن تبين ان قدرة العناصر على التبادل الايوني تقل وفقاً للترتيب الاتي:

Montmorillonite > Beidellite > Smectite/Illite > Illite

وبين (2011) Al-Rashidi ان نقص محتوى الطين في التربة يؤدي الى زيادة امتصاص النبات للعناصر الثقيلة, كما تؤدي بعض المركبات الكيميائية الموجودة بالتربة دوراً في تقييد حركة العناصر الثقيلة ومن ثم تقليل امتصاصها من قبل النبات مثل الفوسفات والبنطونايت. وقد استعملت معادن الطين في معالجة المحاليل المائية الملوثة بالعناصر الثقيلة ففي دراسة قام بها Uddin (2017) باستعمال بعض معادن الطين لإزالة التلوث من المياه , وبين في اثناء تحليله الوصفي لسلوك المعالجة أن كلا من الأشكال الطبيعية والمعدلة من المعادن الطينية لها جدوى ممتازة في إزالتها ملوثات معدنية مائية سامة مختلفة. ومن العناصر الثقيلة التي لها أثار سلبية على كل من التربة والنبات والانسان والتي هي في صدد هذه الدراسة :

الرصاص (Pb):

الرصاص عنصر ثقيل لونه رمادي مزرق, درجة انصهاره منخفضة رمزه الكيميائي هو (pb) اختصارا للاسم اللاتيني للرصاص (Plum bum) العدد الذري للرصاص (82) والوزن الذري (207.2 g) , كثافة الرصاص ( $11.34 \text{ g/cm}^3$ ), درجة انصهاره (327.47) درجة مئوية, ويشكل الرصاص الخام (0.005%) من قشرة الارض, وذلك وفقاً لمنظمة التعاون والتنمية الاقتصادية). ان وجود عنصر الرصاص في التربة قد بينته الكثير من الدراسات فقد ذكر (1983) Nriago ان الرصاص المضاف إلى التربة بصورته الذائبة لا يبقى حراً بل يتفاعل مع الطين والفوسفات والكبريتات والكاربونات وأكاسيد الحديد والمادة العضوية الموجودة في التربة وهذا يؤدي إلى انخفاض درجة ذوبانيته بدرجة عالية ويقلل من جاهزيته للنبات. اكد (2010) Juhi بأن عنصر الرصاص الموجود في التربة يوجد على شكل معقدات عضوية أو على شكل أكاسيد مائية قريبة من السطح, وإن حركة عنصر الرصاص في التربة تتوقف على درجة تفاعل التربة (pH) ومحتواها العضوي, وان عنصر الرصاص بشكل عام ثابت نسبيا في التربة ومن ثم فإن توافره البيولوجي في البشر وبقية الكائنات الحية المعرضة له تزيد فترة بقائه في التربة.

اوضح (2011) Al-Rashidi ان بعض المركبات الكيميائية الموجودة في التربة لها دور فعال في تقييد حركة العناصر الثقيلة والتي منها عنصر الرصاص ومن ثم تؤدي الى تقليل امتصاصها من قبل النبات مثل الفوسفات والدولومايت وغيرها, وذكر المصدر نفسه بأن درجة تفاعل التربة ونسبة المواد العضوية ومعادن الطين والتفاعل مع العناصر الاخرى من العوامل المحددة لوفرة العناصر في التربة. بينت منظمة الصحة العالمية (2003) WHO التراكيز المسموح بها للرصاص في التربة (الكلي) والماء والنبات والمبينة في جدول (1).

جدول 1. التراكيز المسموح بها للرصاص الكلي في التربة والماء والنبات

تركيز الرصاص			المحدد
نبات (ملغم.كغم <sup>-1</sup> مادة جافة <sup>-1</sup> )	ماء (ملغم.لتر <sup>-1</sup> )	تربة (ملغم.كغم <sup>-1</sup> )	WHO , 2003
0.3	5	100	

الزنك (Zn) :

فلز أبيض مائل للزرقة صلب، رمزه الكيميائي (Zn)، ويبلغ الوزن الذري له (65.4g), والكثافة ( $7.14 \text{ g/cm}^3$ ) , درجة انصهاره ( $419.5 \text{ C}^\circ$ ), وعدده الذري 30, وهو العنصر الأول في المجموعة الثانية عشر من الجدول الدوري, ويوجد الزنك بشكل طبيعي في التربة بحدود 70 ملغم. كغم<sup>-1</sup> في صخور القشرة الارضية (Wuana and Okieimen,2011). وبين (1995) Kabata-Pendias أن 60% من الزنك يتم امتزازه من قبل الطين مقارنة بالمكونات الاخرى. ذكر Peganova and Edler (2004) ان عنصر الزنك يعد من العناصر المتحركة في معظم الترب, وإن للمحتوى الطيني والمادة العضوية القدرة

على الاحتفاظ به بقوة وخاصة في الترب ذات الـ pH المتعادل والقلوي. يمكن أن يوجد عنصر الزنك في محلول التربة بأشكال عدة منها على شكل ايونات حرة  $Zn^{+2}$ ، ومنها بصورة معقدة ومن الصيغة الكاتيونية  $ZnCl^+$ ،  $ZnOH^+$ ،  $ZnHCO_3^+$ ، أما الصيغة الانايوني  $ZnO^{2-}$ ،  $Zn(OH)_3^-$ ،  $ZnCl_3^-$ ، ومن اهم المعادن الشائعة الحاوية على عنصر الزنك هي sphaleirte warzite،  $ZnCO_3$  Smithsonite،  $Zn_2 SiO_4$  Willemite،  $ZnO$  Zincite،  $ZnS$ ،  $ZnS$ ، محتوي الترب السطحية من الزنك (Huang and Jin,2008)، كما أن مقياس وجود الزنك في أي تربة يشير الى ان المادة الاصل، وعمليات تكوين التربة، والمادة المخيلية ونسبة الطين هي التي تتحكم في حالة الزنك الاساسية في التربة وأن جزء الطين عندما يحتوي على الـ vermiculite و gibbsite يؤثر معنوياً في زيادة محتوى التربة من الزنك (Kumpinen *et al.*,2008). يوجد عنصر الزنك في التربة بأشكال مختلفة وهي : الذائب بالماء ، والمتبادل ، والمتمز ، والمثبت ، والمرتبطة بالكربونات ، والمرتبطة بأكسيد الحديد والمنغنيز ، والمرتبطة بالمادة العضوية ، والمتبقي المرتبطة بالمعادن الأولية (Saffari *et al.*,2009). بينت منظمة الصحة العالمية (WHO) (2003) التراكيز المسموح بها للزنك في التربة (الكلي) والماء والنبات والمبينة في جدول (2).

جدول ٢. التراكيز المسموح بها للزنك الكلي في التربة والماء والنبات

تركيز الزنك			المحدد
نبات	ماء	تربة	WHO , 2003
(ملغم كغم <sup>-1</sup> مادة جافة)	(ملغم.لتر <sup>-1</sup> )	( ملغم.كغم <sup>-1</sup> )	
60	1	300 - 150	

النيكل (Ni):

عنصر رمزه الكيميائي (Ni) والعدد الذري له (28) ووزنه الذري (58.6934) في الجدول الدوري للعناصر، وكثافته عند درجة حرارة الغرفة ( $8.908g/cm^3$ )، وهو من الفلزات الانتقالية لونه أبيض فضي بمظهر ذهبي خفيف، يرجع استخدام هذا العنصر لعام (3500 ق.م). ولكن تم فصله لأول مرة عام (1751م) على يد العالم السويدي أكسل فريدريك كرونستد الذي أخطأ في اعتقاده انه خام معدن النحاس اذ يعد النيكل من العناصر غير الضرورية للنبات (Lemnyon and Cropper,1999). تحتوي التربة الطبيعية على 40 ملغم. كغم<sup>-1</sup> كمعدل عام لعموم العالم، وهو من العناصر السامة لأغلب النباتات ويتوقف نمو ساق النباتات الخشبية بزيادة تركيز النيكل في التربة، كما أنه من العناصر المؤثرة في صحة الإنسان والحيوان (Zheng *et al.*,2005). بين (Al-Shammari) (2009) أن النيكل من العناصر الثقيلة شديدة الخطورة في التلوث البيئي ويوجد متحدا مع مركبات الكبريت او الانتيمون او الزرنيخ، ومن مميزات عنصر النيكل بانه يتركز في الطبقة السطحية بسبب امتزاز الطين والمادة العضوية وتكوين مركبات مخيلية.

وضح (Al-Shammari) (2009) أن إضافة عنصر النيكل بمستويات متزايدة إلى التربة أدى إلى حصول انخفاض معنوي في ارتفاع النبات وطول المجموع الجذري وقد يعزى هذا الانخفاض إلى تأثير النيكل في اختزال فاعلية الانقسام الخلوي والتأثير المباشر في المرستيمات وتثبيط انتقال الكربوهيدرات في الانسجة الورقية والجذرية والتي تسبب انخفاض نمو المجاميع الخضرية والجذرية، وذكر (Al-Rashidi) (2011) أن إضافة النيكل بمستويات متزايدة إلى التربة (0، 100، 300) ملغم/كغم تربة أدى إلى حصول انخفاض معنوي في ارتفاع النبات وطول المجموع الجذري في صنف نبات الحلبة اذ ظهرت أوطاً نسبة عند إضافة النيكل بتركيز 300 ملغم/كغم تربة قياسا بمعاملة المقارنة. أوضح (Wuana and Okieimen) (2011) أن عنصر النيكل يترسب على هيئة هيدروكسيد النيكل  $Ni(OH)_2$  والذي هو مركب مستقر، وهذا الراسب يذوب بسهولة في المحاليل الحامضية مكوناً  $Ni(III)$ .

وفي الظروف القلوية العالية تتشكل أيونات النيكل ( $\text{H}^+\text{NiO}_2$ ), والتي لها القابلية على الذوبان في الماء في ظروف التأكسد القوية والقلوية.

وبينت منظمة الصحة العالمية (2003) WHO التراكيز المسموح بها للنيكل في التربة (الكلبي) والماء والنبات والمبينة في جدول (3).

جدول ٣. التراكيز المسموح بها للنيكل الكلبي في التربة والماء والنبات

تركيز النيكل			المحدد
نبات (ملغم.كغم <sup>-1</sup> مادة جافة)	ماء (ملغم.لتر <sup>-1</sup> )	تربة (ملغم.كغم <sup>-1</sup> )	WHO , 2003
67.90	0.2	50	

كاديوم (Cd):

يمتلك عنصر الكاديوم ذو الرمز الكيميائي (Cd) عدداً ذرياً عالياً (48)، وكتلة ذرية (112.40)، وكثافة عالية تقدر بـ (8.64 ميكراغرام. م<sup>-3</sup>) لذلك يعد من العناصر الثقيلة (Lasat,2004). توجد المعادن المحتوية على الكاديوم في أنحاء معينة من العالم بمقادير ضئيلة في القشرة الأرضية، وخام الغرينوكيت (كبريتيد الكاديوم) رغم ندرته، هو المصدر السائد للكاديوم وكثيراً ما يقترن هذا الشكل برواسب السفالريت (كبريتيد الزنك) بدأ إنتاج الكاديوم ببطء في نهاية القرن التاسع عشر كنتاج ثانوي لاستخراج الزنك. وقد تزايد استخدام الكاديوم في القرن الماضي، غير أنه لم يكتسب أهميته الكبرى إلا في تسعينات القرن الماضي، وقد بدأ الكاديوم في تلويث البيئة، إذ يوجد في الهواء والطعام والتربة والنباتات والماء، ويدخل الكاديوم في صناعة السبائك ومواد اللحام وطلاء الفلزات، وكصباغ، وكمثبتات في مواد البلاستيك وفي البطاريات (Sathawara et al.,2004). لعنصر الكاديوم تأثيرات سلبية على النبات وخاصة عند التراكيز العالية منه، إذ بين (John et al.(2008) عند دراسته لتأثير عنصر الكاديوم والرصاص لنبات العدس (*Lemna Polyrhiza*) فوجد أن لعنصر الكاديوم تأثيراً على المحتوى البروتيني والسكريات والبرولين والكلوروفيل والكتلة الحية، وذكر أن النبات بدأ يتأثر عند التراكيز المرتفعة (30 ملغم/ لتر)، وقلت كمية كل من الكلوروفيل والبروتينات والكتلة الحية للنبات، وهذا ما بينه (Youssef et al.(1993) في تجربة استخدمت فيها أربعة مستويات من الكاديوم (20,10,5,0 ppm) على هيئة كلوريد الكاديوم ادت إلى حدوث انخفاض معنوي في وزن المادة الجافة لنبات الذرة المعاملة بزيادة إضافة الكاديوم إلى التربة، وأكد (Saleh (2012) بأن عنصر الكاديوم من العناصر التي تنتقل عبر تلوث التربة إلى بعض المحاصيل الزراعية مثل الأرز والقمح ومن ثم إلى الإنسان الذي يؤدي إصابته بأمراض الكلوية والرئة والقلب والعظام. يتعرض أيون الكاديوم الثنائي التكافؤ  $\text{Cd}^{2+}$  في التربة إلى العديد من التفاعلات منها تفاعلات الامتزاز (Adsorption) إذ يحتجز فيها أيون الكاديوم على سطوح مكونات التربة الصلبة بسبب شحناتها السالبة عن طريق تكوين روابط كهروستاتيكية (Electrostatic bonds) أو عن طريق تكوين روابط نوعية (Specific bonds) (Bolan et al.,1999)، وأن عملية الامتزاز ترتبط بالعديد من صفات التربة مثل درجة تفاعل التربة (pH)، وجهد الأكسدة والاختزال (Redox)، ومحتوى الطين والمادة العضوية وأكاسيد الحديد والمنغنيز والكربونات الصلبة الكلية (Faiz et al.,2009).

من أهم مصادر التلوث بعنصر الكاديوم هي الصناعة والتعدين، طرق المواصلات العامة، استخدام الأسمدة الفوسفاتية ذات المحتوى العالي من الكاديوم، كذلك إضافة مخلفات الصرف الصحي إلى التربة. إن جميع مركبات الكاديوم الذائبة في الماء والأحماض المخففة تعد مواد سامة، كما إنه من الخطر جدا استنشاق هواء يحتوي دخاناً من أكسيد الكاديوم (Attiya,2016) وذكر أيضاً أن زيادة تركيز الكاديوم في التربة عن 0.5 ميكروغرام/غرام تربة يعد دلالة على تلوث التربة بالكاديوم.

وبينت منظمة الصحة العالمية (2003) WHO التراكيز المسموح بها للكاديوم في التربة (الكلبي) والماء والنبات والمبينة في جدول (4).

جدول ٤. التراكيز المسموح بها للكاديوم الكلبي في التربة و الماء و النبات

تركيز الكاديوم			المحدد
نبات (ملغم.كغم <sup>-1</sup> مادة جافة )	ماء ( ملغم.لتر <sup>-1</sup> )	تربة (ملغم.كغم <sup>-1</sup> )	WHO , 2003
0.1	0.01	3	

#### طرق المعالجة processing methods

تم اتباع طريقتان للمعالجة الأولى من خلال إضافة مواد عضوية ومعنوية بصورة مباشرة الى التربة وباستعمال ترب ذات نسجة مختلفة الأولى مزيج طينية غرينية والثانية مزيجة.طحنت المواد المستعملة في المعالجة ونخلت بمنخل قطر فتحاته أربعة ملم وبواقع ٥% من وزن التربة أي بواقع ١٩ كغم تربة الى ١ كغم من مواد المعالجة وأجريت العمليات الزراعية اما الطريقة الثانية هو لمعالجة المياه اذ حضرت مياه ملوثة بالعناصر الثقيلة وتركيز ٣٠ ملغم لتر<sup>-١</sup> وتمت معالجتها باستعمال أعمدة من البولي اثيلين الصلب بطول ١٥٠ سم وقطر ١٥ سم طحنت مواد المعالجة ونخلت ثم وضعت في الاعمدة بارتفاع ٥٠ سم ،أضيفت المياه الملوثة بالعناصر الثقيلة مخلوطة مع بعضها من اعلى العمود وبقيت لمدة ٢٤ ساعة لغرض الاتزان ثم جمعت الرواشح من اسفل العمود ووضعت في خزانات من البولي اثيلين واخذت عينات منها لغرض التحليل وتقدير تركيز العناصر الثقيلة في المياه كما قدرت العناصر الثقيلة الكلية في التربة بطريقة الهضم باستعمال حامض الكبريتيك وحامض البيروكلوريك اما العناصر الثقيلة الجاهزة فقد قدرت بطريقة الاستخلاص باستعمال المركب المخلي (Diethylene triamine penta acetic acid) وباستخدام جهاز الامتصاص الذري (Atomic Absorption spectrophotometer)

#### مواد المستعملة في المعالجة Materials used in processing

##### كوالح الذرة:

ان أهم المجالات التي استعملت فيها كوالح الذرة هي في معالجة المياه المالحة والملوثة ومن ثم استعمال تلك المياه في الري اذ عدت كوالح الذرة من المخلفات النباتية التي لها دور في معالجة المياه, وهذا ما أكده Abd-Al-Kraim and Al-Dalfi (2017) في دراستهما استعمال سبعة انواع من المخلفات العضوية ومنها كوالح الذرة والتأثير على ملوحة التربة ونمو نبات الذرة الصفراء, وأظهرت نتائج الدراسة ان اضافة كوالح الذرة بمستويات 20 أو 40 طن. ه<sup>-1</sup> قلل من التأثير السلبي لماء البزل وحسن من خواص التربة ومفردات نمو النبات وحاصله الى حدود مساوية لا تختلف معنوياً عما هي عليه عند استعمال ماء النهر من دون اضافة كوالح الذرة, ويختلف وضوح هذه النتيجة باختلاف المواد العضوية المستعملة. إن اضافة مخلفات الذرة ومنها كوالح الذرة يعد من الاستراتيجيات الفعالة في تقليل ضرر تلوث وملوحة ماء الري وزيادة تحمل النبات فهي تحسن توزيع مسامات التربة التي تزيد بدورها من قابلية مسك الماء والعناصر والتهوية وتحسن من افرازات الجذور مثل الحوامض العضوية التي تنظم تفاعل التربة وتقلل من التأثير الضار للأملاح والعناصر الثقيلة في محلول التربة (El-Dardiry,2007).

بين (2001) Haynes and Mokolobate انه يمكن استعمال المخلفات النباتية كمصلح كيميائي لتحسين خواص التربة الكيميائية بعد تحللها في التربة إذ تسهم الأحماض الدبالية في زيادة خلب الايونات والاحتفاظ بها, ومن هذا يمكن ان نستنتج مما ان لكوالح الذرة دور فعال في معالجة المياه من الايونات الضارة وذلك عن طريق الارتباط بينها وبين الايونات.

##### جذوع النخل

تعد جذوع النخل إحدى المخلفات الزراعية للنخيل، والتي يقصد بها نواتج وبقايا النخيل كافة غير الرئيسة أثناء القيام بالعمليات الزراعية في المزرعة وتشمل هذه المنتجات الجذوع والسعف والليف والكرب. تعكس الأساليب والطرائق المستخدمة في استغلال مخلفات النخيل مدى أهمية هذه المخلفات. إلا أن معظم مخلفات النخيل في أقطار الوطن العربي تعتبر مهدرة ولا يتم الاستفادة منها ويرجع السبب في إهمال هذه المخلفات إلى عدم وجود دراسات جدوى اقتصادية مقنعة إلى جانب عدم وجود مراكز لتجميع مخلفات النخيل لتسهيل عملية الاستفادة منها، وحتى وقت قريب كانت هذه المخلفات تستخدم في العديد من الصناعات التقليدية منها صناعة الأثاث والقبعات والاحصرة وغيرها من الصناعات الأخرى، وكذلك استخدمت كسماد عضوي تضاف إلى التربة لغرض تحقيق العديد من الأهداف منها إطلاق عناصر إلى التربة، وكذلك في زيادة التبادل الأيوني في التربة لأنها ومن دون شك تعمل على زيادة السعة التبادلية الكاتيونية (Shawky *et al.*, 2002).

بين (Taol *et al.*, 2017) أن لمخلفات النخيل تأثيراً كبيراً على صفات التربة الفيزيائية والكيميائية، وذلك عن طريق زيادة حموضة التربة وإطلاق العناصر الغذائية بعد تحللها، وكذلك زيادة امكانية التربة على الاحتفاظ بالماء والمغذيات، والحصول على سماد عضوي عالي الجودة.

#### الفحم النشط:

تعد المواد المتقدمة نتاجاً لعملية الاحتراق غير الكامل للنبات، ويشار إلى مجموعة نواتج الاحتراق مثل الفحم، والرمد، والسناج، والفحم النباتي معاً بالكربون الأسود (BC)، ويعد الكربون الأسود خليطاً مقاوماً للتحلل البيولوجي والكيميائي، وتوجد هذه البقايا معاً بصورة كلية في أنواع التربة والرواسب الأرضية الأخرى وفي الرواسب البحرية. ويعرف الكربون النشط بأنه مادة مسامية على هيئة متبلورة تعاني أثناء إنتاجها خللاً في تركيبها البلوري ونقصاً في هيدروجينها ويؤدي هذا الخلل إلى ظهور مسامات غير مستقرة من ناحية محتواها من الطاقة أو الفعالية وتوجد هذه المسامات في الغالب على السطوح الخارجية لحبيبات الكربون المنشط وفي بعض الأحيان تكون داخلية ونتيجة لهذه المسامات تزداد قدرته على الامتزاز (Kermit *et al.*, 2006).

اثبت (Aslam *et al.*, 2005) أن السبب في كفاءة استخدام الفحم المنشط كمادة مازة لإزالة المواد المذابة في الماء يعود إلى الأعداد الهائلة من المسامات السطحية والتي تجعل المساحة السطحية المعرضة للامتزاز واسعة نسبة إلى الحجم الفعلي المؤثر. وإن كفاءة الامتزاز تقل بمرور الزمن، لذلك يتطلب استبدال الفحم المنشط أو إعادة تنشيطه بواسطة الحرارة أو التركيز. وإن سعة الامتزاز (Adsorption Capacity) تقل مع زيادة درجة الحرارة، وبهذا يمتلك الكربون المنشط خواصاً وصفات منفردة تجعله يستخدم في مجالات عدة منها إزالة لون السكر والحلويات ومعالجة مياه الشرب والمياه الثقيلة واستخراج الذهب وإنتاج المواد الصيدلانية والمواد الكيميائية الأخرى. كما يستخدم في استرداد الغاز الناتج من إحراق الفضلات كذلك يستخدم الكربون المنشط في إزالة العناصر الثقيلة كالححاس والكاميوم والفضة (Ghayyad, 2012).

#### الصخر الفوسفاتي:

يعد الصخر الفوسفاتي واحداً من المواد المعدنية التي تستخدم في معالجة التربة الملوثة وذلك عن طريق عمليات الامتزاز، والخلب، وتكوين معقدات مع الملوثات الموجودة في التربة، وأشارت دراسات عدة إلى أن للصخر الفوسفاتي قابلية عالية على إزالة العناصر الثقيلة من المحاليل المائية والتربة. ففي دراسة قام بها (Brown *et al.*, 2005) أن قابلية أو قدرة الصخر الفوسفاتي على إزالة العناصر الثقيلة في التربة تختلف باختلاف العنصر الملوث وحسب الترتيب  $Pb > Cu > Zn$  وبسعات امتزاز 138 و 114 و 83.2 ملي مول/كغم (Rock Phosphate RP) منها  $Pb$  و  $Zn$  و  $Cu$  على التوالي.

إن قابلية الصخر الفوسفاتي لمعالجة التربة الملوثة بالعناصر الثقيلة تؤثر عليها الكثير من العوامل ومنها نسجة التربة، فقد ذكر (Mignardi *et al.*, 2012) أنه في التربة الرملية تقل امكانية معالجة العناصر الثقيلة بواسطة الصخر الفوسفاتي بالمقارنة بالتربة

الطينية، وبين أن لحجم حبيبات الصخر الفوسفاتي دوراً فعالاً في احتجاز أو امتزاز العناصر الثقيلة، وذكر أن حبيبات الصخر الفوسفاتي الأصغر حجماً هي الأكثر فاعلية في خفض العناصر الثقيلة وزيادة الاستقرار الجيوكيميائي للمعادن في التربة مقارنة بالحبيبات الكبيرة الحجم.

بينت دراسة قام بها (Zhao *et al.*, 2014) كان الهدف منها دور الصخر الفوسفاتي في التخفيف من الأضرار الناجمة للعناصر الملوثة  $Zn^{+2}$  و  $Mn^{+2}$  و  $Cd^{+2}$  على النبات، وتم ملاحظة أن الصخر الفوسفاتي (RP) أسهم في تحسن نمو النبات أولاً وانخفاض نقل العناصر الثقيلة من التربة إلى النبات، بهذا يمكن القول أن للصخر الفوسفاتي أدواراً عدة عند وجوده في التربة منها كونه مصدراً للعناصر الغذائية وفي مقدمتها الفسفور، وتحسين بعض من الصفات الفيزيائية للتربة الطينية منها تهوية التربة، وكذلك استعماله كمادة مازة وذلك للحد من حركة العناصر الثقيلة وتقليل انتقالها للنبات.

الاستنتاجات:

تؤثر خصائص التربة في خفض التراكيز الجاهزة من العناصر الثقيلة وذلك من خلال تأثيرها على حركة العناصر في جسم التربة وحجز هذه العناصر وذلك عن طريق عملية الارتباط بينها وبين تلك العناصر فضلاً عن ارتباطها بالمجاميع الفعالة وبذلك يقل وجود هذه العناصر في محلول التربة.

ان مواد المعالجة سواء كانت عضوية ام معدنية لها دور كبير في خفض التراكيز الجاهزة للعناصر الثقيلة في التربة والمياه، فقد اكدت الدراسات تفوق معاملة الفحم النشط ثم الصخر الفوسفاتي يليها جذوع النخيل ثم كوالح الذرة.

لاسلوب المعالجة دور مهم وكبير في معالجة التربة والمياه، اذ ان معالجة المياه الملوثة بالعناصر الثقيلة بمواد المعالجة المختلفة كان لها الاثر الافضل من اضافتها للتربة بشكل مباشر .

## References

- Abd Al-Karim, Muhammad Abd Allah and Hussain Fanjan Khudaie Al-Dalifi. 2017. The role of organic waste in reducing the effect of irrigation water salinity on the growth on maize, *Zea mays* L. 48(5): 231-254.
- Al-Kawam, Safaa Ismail, and Hazem Aziz Al-Rubaie. 2016. The effect of medium interaction and contact time on the removal of lead ions from two calcareous soils of different textures. *Al-Furat Journal of Agricultural Sciences*. 8(4): 303-316.
- Al-Rashidi, Hussein Saber Muhammad Ali. 2011. The effect of environmental pollution on growing plants in areas contaminated with heavy Metals in Nineveh governorate. PhD thesis. College of Education-University of Tikrit.
- Al-Shammari, Faeq Hassan Ammi. 2009. Effect of lead and nickel on the growth and some physiological aspects of sunflower *Helinthus annuus* L. *Journal of Education and Science*. 22(2): 47-62.
- Angelova, V.; I. Radka; C. Galina. and I. Krasimir. 2010. Effect of organic amendments on heavy metals uptake by potato plants. 1-6 August 2010, Brisbane, Australia. Published on DVD.
- Appel, C.; L. Q. Ma.; R. D. Rhue and W. Reve. 2002. Selectivities of potassium- calcium and potassium-lead exchange in two tropical soils, *Soil Sci. Soc. Am. J.*, (67). 1707-1714.
- Aslam, M. M.; I. Hassan; M. Malik and A. Matin. 2005. Removal of Copper from Industrial Effluent by Adsorption with Economical Viable Material Institute of Environmental Sciences and Engineering National University of Sciences and Technology Pakistan, Available on Email: masud 92 [pak@hotmail.Com](mailto:masud92@hotmail.com).
- Attiya, R. M. 2016. Investigation of some Heavy Metals Concentration in Certain Vegetable Crops Grown in Industrially Polluted And Non-Polluted Areas in Misurata City. The 1st International conference on chemistry, petroleum and gas Engineering (ICCPGE2016) 20<sup>th</sup> -22<sup>th</sup> December 2016, Alkhoms- Libya 1, 25-30.
- Bolan, N.; S. R. Naidu; M. A. R. Khan; R. W. Tillman and J. K. Syers. 1999. The effects of anion sorption on sorption and leaching of cadmium. *Australian J. Soil Res.* 37: 445-464.
- Brown, S.; B. Christensen; E. Lombi; M. McLaughlin; S. McGrath; J. Colpaert. and J. Vangronsveld. 2005. An inter-laboratory study to test the ability of amendments to reduce the availability of Cd, Pb, and Zn *in situ*. *Environmental Pollution*. 138:34-45.

- El-Dardiry, E. I. 2007. Effect of soil and water salinity on barley grains germination under some amendments. *World J. Agric. Sci.*, 3: 329-338.
- Faiz, Y.; M. Tufail; M. T. Javed; M. Chauhadry. and N. Siddique. 2009. Road dust pollution of Cd, Cu, Ni, Pb, and Zn along Islamabad expressway, Pakistan. *Micro-Chem. J.* 92: 186-192.
- Ghayyad, I.W 2012. A thermodynamic study of cadmium adsorption on activated carbon prepared from Iraqi date seeds. *Anbar University Journal of Pure Sciences.* 63.
- Gzar, H. A. and I. M. Gatea. 2015. Extraction of heavy metals from contaminated soils using EDTA and HCl. *Journal of Engineering*, 21(1):45-61.
- Haynes, R. and M. Mokolobate. 2001. Amelioration of Al toxicity and P deficiency in acid soils by additions of organic residues: a critical review of the phenomenon and the mechanisms involved. *Nutr Cycl Agroecosys* 59:47-63.
- Heike, B. 2004. Adsorption of heavy metal ions on soils and soils constituents. *Journal of Colloid and Interface Science* 277: 1-18.
- Huang, S. W. and J. Y. Jin. 2008. Status of heavy metal in agricultural soils as affected by different patterns of land use. *Environment. Assess.* 339: 327-327.
- Jin, C. W.; S. J. Zheng; Y. F. He; G. D. Zhou. and Z. X. Zhou. 2005. Lead contamination in tea garden soils and Factors affecting its bioavailability. *Chemosphere* 59: 1151-1159.
- John, P.; K. G. Ahmad. and S. Sharma. 2008. Effect of Cadmium and Lead on growth, biochemical parameters and uptake in *Lemna polyrrhiza* L. *J. Plant Soil Environ.* 54(6): 262-270.
- Juhi, Z. 2010. A study of the presence of lead in the soil in different places in the governorates of Damascus and Damascus countryside as one of the indicators of environmental pollution. Master thesis. Damascus. University.
- Kabata-Pendias, A. and A. Krakowiak. 1995. Soils parameters as a base for the calculation of background heavy metal status, *Int. Conf. Heavy Metals in the Environment*, Wilkens, R.D., Forstner, U. and Knochel, A., eds., 1, 398.
- Karaca, A.; Cetin, S.C.; Turgay, O.C.; Kizilkaya, R. 2010. Effects of Heavy Metals on Soil Enzyme Activities. In: I. Sherameti and A. Varma (Ed), *Soil Heavy Metals, Soil Biology*, Heidelberg 19, pp:237-265.
- Kaschl, A.; V. Romheld and Y. Chen. 2002. The influence of soluble organic matter from municipal solid waste compost on trace metal leaching in calcareous soils. *Science of the Total Environment*, 291: 45-57.
- Kermit, W.; Y. Hong and W. Chung. 2006. Selet metal adsorption by activated carbon mad from pea nut shells, *Bioresour. Technol.*, 97: 2266-2270.
- Kumpinen, J.; A. Lagerkvist. and C. Naurice. 2008. Stabilization of as, Cr, Cu, Pb and Zn using amendment. *Ariview waste. Manage.* 28: 215-225.
- Lasat, M. M. 2004. The use of plant for the removal of toxic metals from contaminated soil. <http://www.clu-inorg/download/lasat.pdf>.
- Lemnyon, J. and J. Cropper. 1999. Role of plants in waste management. Chapter 6., 1-24. In: Krider, J. N. *Agricultural Waste Management Field Hand book*. Soil Conservation Service.
- Mignardi, S.; A. Corami and V. Ferrini. 2012. Evaluation of the effectiveness of phosphate treatment for the remediation of mine waste soils contaminated with Cd, Cu, Pb, and Zn. *Chemosphere.* 86, 354-360.
- Nriago, J. O. 1983. Occupational exposure to lead in ancient times, *Sci. total environ* Vol. 31: pp.105-116.
- Peganova, S. and K. Edler. 2004. Zinc. In: *Elements and Their Compounds in the Environment*, 2nd edn. , eds. E. Merian, M. Anke, M. Ihnat, M. Stoepler, 1203-1239, Wiley-VCH, Weinheim.
- Qasim, R.Y and Nidalah. H .K and Zainab Jawad Kazem. 2015. Lead concentration, percentage of sedimentary organic matter, clay and non-clay minerals, and granular gradation in the soil of the city Nasiriyah, Southern Iraq. *Baghdad Science Journal.* 12(1): 34-39.
- Rybicka, E. H. and J. Kyziol. 1990. Clays and clay minerals as the natural harries for heavy metals in pollution mechanisms-illustrated by Polish rivers and soils. *Wien, Februar*, 83:163-176.
- Saffari, M.; J. Yasrebi; N. Karimian and Shan XQ. 2009. Evaluation of three sequential extraction methods for fractionation of zinc in calcareous and acidic soils. *Research Biological Science.* 4 : 848-857.

- Saleh, Farah Sobhi. 2002. The effect of soil pollution with different concentration of cadmium and lead on the concentration of carbohydrates, proteins and some mineral elements in the sunflower plant *Helinthus annus* L. Al-Rafidain Science Journal. 23(4): 44-55.
- Sathawara, N. G.; O. I. Parikh and Y. K. Agarwal. 2004. Essential heavy metals in environmental samples from western India, Bull. Environ.Contam. Toxicol. 73: 756- 761.
- Shawky, I.; M. Youssef. and A. El-Gazzar. 2002. Effect of some micronutrients spray on. Sewy. date palm. Annals of Agric. Sci., Moshtohor, vol. 40(1) :573-590.
- Sillanpaa, M. and H. Jansson. 1992. Status of cadmium, lead, cobalt and selenium in soils and plants of thirty countries. FAO soils bulletin (65). Rome, Italy.
- Silveira, M. L.; L. R. Alleoni and L. R. G. Guilherme. 2003. Biosolids and Heavy Metals in soils, Sci. Agric. (piraicaba Braz.), Vol. 60, No-4, pp. 32.
- Tao1, H. H.; L. S. Jake; M. S. Eleanor; P. C. Jean; H. W. Rudi; K. J. Suhardi and L. Willis. 2017. Long-term crop residue application maintains oil palm yield and temporal stability of production. Agron. Sustain.Dev.37:33:DOI10.1007/s13593 017-0439-5.
- Uddin, M. K. 2017. A review on the adsorption of heavy metals by clay minerals, with special focus on the past decade. Chemical Engineering Journal. 308 : 438-462.
- Wahba, M. M. and A. M. Zaghoul. 2007. Adsorption characteristics of some heavy metals by some soil minerals. Journal of Applied Sciences Research, 3(6)t 421-426.
- Wahba, M. M.; I. S. Rahim and M. A. Zaghoul. 2016. Application of Clay Minerals to Decrease Hazard of Heavy Metals in Some Egyptian Soils. Vol. 1, No. 1,pp. 24-31.
- WHO, World Health Organization. 2003. Guideline for safe recreational water environments. Volume 1: coastal and fresh waters.
- Wuana, R. A. and F. E. Okieimen. 2011. Heavy metals in contaminated soils: a review of sources, chemistry, risks and best available strategies for remediation. ISRN Ecology , ID 402647 : 1-20.
- Youssef, R. A.; M. N. Hegazy. and A. Abd-ELFattah. 1993. Effect of cadmium nitrogen and nitrogen on growth of corn in a clay loam soil. Annals Agric. Sci. , 38(1):337-343.
- Zhao, Z.; G. Jiang and R. Mao. 2014. Effects of particle sizes of rock phosphate on immobilizing heavy metals in lead zinc mine soils. Journal of Soil Science and Plant Nutrition. 14 (2):258-266.
- Zheng, Y. M.; Zhao, Q. B. and Yung, H. I. 2005. Adsorption of Cationic dye onto aerobic granules, Proc. Biochem, Uo PP : 3777-3782.