مقدرة الذرة الصفراء على الاستخلاص الحيوي للعناصر الثقيلة من الترب الملوثة

محمد عبد الله الصديق

قسم التربة واستصلاح الأراضي، كلية الزراعة، جامعة حلب، سورية

الملخص

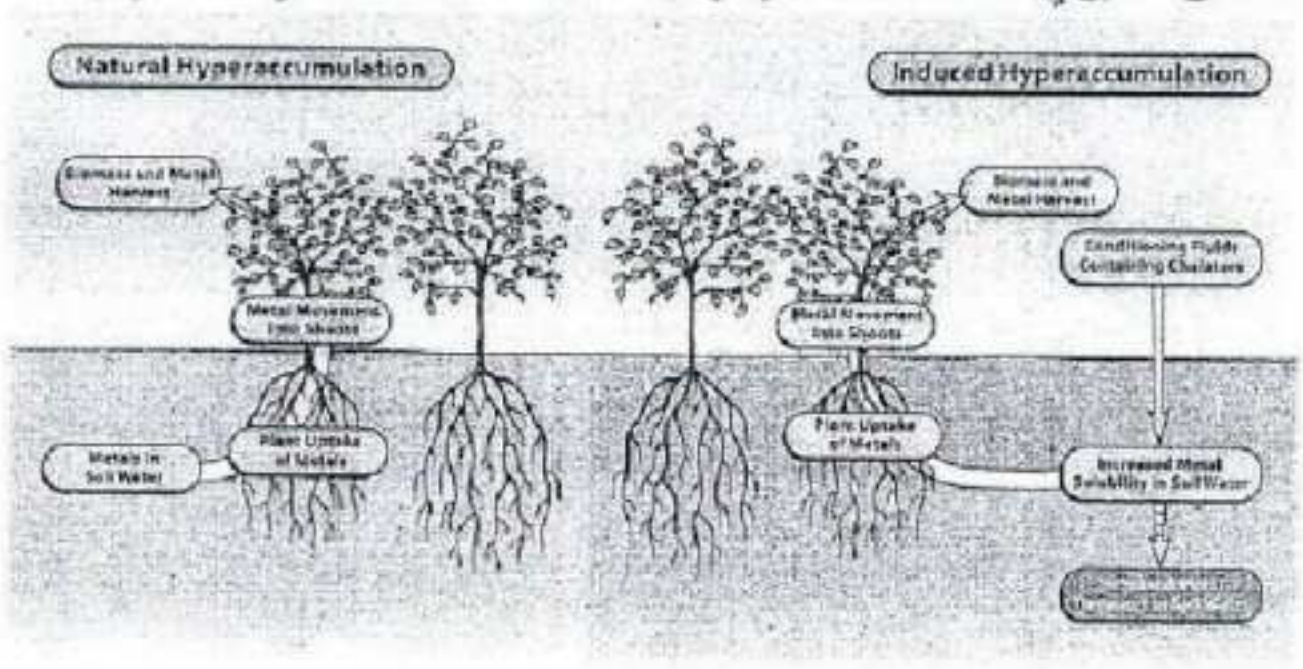
تعتبر معالجة الترب الملوثة واحدة من أكثر التحديات البيئية. ويعتبر النشاط البشري أحد أهم عوامل ازدياد المساحة الموبوءة من الترب. ويلاحظ أن معالجة الترب الملوثة بالطرائق التقليدية مجهدة وذات تكاليف عالية، لذلك تتجه أنظار الباحثين لاستخدام طريقة الاستخلاص الحيوي (النباتي) phytoextracion للمعادن الثقيلة من الترب الملوثة بها. وتعتبر هذه الطريقة من الطرائق المبشرة، وهي أكثر اقتصادية وتنفذ ضمن المواقع. إضافة لذلك، يعتبر الاستخلاص الحيوي مسار لإزالة السمية البيئية لمكونات التربة من هذه المعادن ضمن الأجزاء المتاحة حيوياً.

نفذت الدراسة ضمن بيت زجاجي، وفي أصص من أجل تقييم مقدرة الكتلة الحيوية لنبات الذرة الصفراء على الاستخلاص الحيوي للمعادن الثقيلة من التربة. تم استخدام تربة ملوثة بالعناصر الثقيلة نتيجة إضافة الحمأة لها لفترات طويلة وذات محتوى مرتفع من المادة العضوية. بعد 40 يوماً من الزراعة تمت إضافة مخلبات عضوية EDTA (Ethylenediamine-tetraacetic acid) و EDDS (Ethylenediamine-disuccinic acid) للأصص بمعدل 50 ملليمول/ كغ تربة مع الاحتفاظ بشاهد. لم يتأثر نمو نباتات الشاهد ، بينما ماتت النباتات المعاملة تربتها بـ EDDS بعد 11 يوماً والمعاملة بـ EDTA بعد 20 يوماً. ولوحظ أن محتوى النبات الشاهد من العناصر الثقيلة كان منخفضاً، كما لوحظ ازدياد الاستخلاص الحيوي للمعادن الثقيلة من الترب المعاملة بـ EDTA &EDDS مع الزمن حتى موت النبات.

الكلمات المفتاحية: استخلاص حيوي- معادن ثقيلة- مخلبات عضوية- حمأة- ترب ملوثة- الذرة الصفراء

1- مقدمة:

تسبب الترب الملوثة بفلزات المعادن الثقيلة مشاكل بيئية واسعة، وتعتبر عملية معالجة هذا التلوث من الترب باهظة التكاليف ومجهدة، ويقدر(De Naeyer, 2000) تكلفة معالجة طن من التربة بحوالي 410 $، لذلك يقترح كلاً من (Salt et al., 1995) و (Lasat, 2000) استبدال هذه الطريقة باستعمال الاستخلاص الحيوي phytoextracion، الذي يعرف على أنه العملية التي يتم فيها استخدام النباتات المجمعة التي تركز الملوثات ضمن أجزاءها القابلة للجمع (الأوراق، السوق،.... إلخ). وتتواجد هذه النباتات طبيعياً بالقرب من ترب المناجم أو الترب الملوثة حديثاً بالفلزات. وحسب كلاً من (Cunningham and Berti, 1993) و(Huangm et al., 1997) و(Morel et al.,1997) يمكن تمييز نوعان من الاستخلاص الحيوي phytoextraction وهما وكما موضحان في شكل (1):



الأول- الاستخلاص الحيوي المستمر Continuous phytoextraction، حيث توجد بعض أنواع النباتات الطبيعية حول ترب المناجم أو مصانع التعدين، ولهذه النباتات قدرة عالية على امتصاص العناصر الثقيلة بفضل الخصائص الوراثية والفيزيولوجية لها، وتوصف هذه النباتات على انها: hyperaccumulation أو hypertolerance أو phytotolerance أوmetallophytes وقد تصل نسبة العناصر الثقيلة في رماد هذه النباتات الطبيعية إلى1%.

الثاني- الاستخلاص الضوئي المُحرّض (مُحث) Induced phytoextraction، وتتم

عملية إزالة التلوث من التربة باستخدام النباتات بالإضافة إلى استعمال المخلبات في التربة كمحرضات من أجل زيادة ذوبان الفلزات في التربة. وتعتبر هـذه الطريقـة أكثر فعالية من طريقة الاستخلاص المستمر لأنها تُحرض النبات على زيادة تجميع العناصر الثقيلة فيها.

يمكن أن يؤدي استخدام الحمأة وإضافتها للترب الزراعية إلى تلوث الترب والمياه الجوفية، ويعمل الاستخلاص الحيوي على ازاحة بعض المركبات والعناصر المعدنيـة مـن التربـة بواسـطة النباتـات (Cunningham and Berti, 1993) و(Blaylock et al.,1997) و (Garbisu and Alkorta, 2001). وعـادة تقـوم النباتات بأمتصاص بعض العناصر الضرورية للنمـو النبـات مـن التربـة مثـل (Co,Cu,Mn,Zn) وبذلك تصنف على أنهـا مـن المغـذيات الـصغرى للنبـات (Lasat, 2000). وبالاضافة لهذه المغذيات الضرورية، يمكن للنباتـات أن تمـتص بعض عناصر الفلزات الثقيلة مثل(Cd,Pb,Ni). وتساهم الزراعة المكثفـة للنباتـات وجمع الكتلة الحيوية الناتجة عنها في انقاص تدريجي ومستمر للعناصـر المعدنيـة الموجودة في الطبقة العليا من التربة، ومن معرفة الكتلة الحيويـة المنتجـة سـنوياً ومحتواها من العناصر المعدنية يمكن تقدير كمية العناصر التي تستنفذ سـنوياً مـن التربة.

لقد أكدت العديد من الابحاث العلمية علـى الأهميـة الكبيـرة لاسـتخدام المركب EDTA كمخلب لفلزات العناصر الثقيلة في الترب من أجل الاسـتخلاص الحيوي، ويستخدم هذا المركب في الزراعة بصورة معقدات عضوية- معدنية منـذ عـام 1950 (Wallace et al., 1992) و(Bucheli-Witschel and Egli, 2001)، حيث يضاف للترب التي تعاني من نقص في محتواها من العناصر الصغرى مـن أجل أمداد النباتات بها. ورغم استخدام هذا المخلب في الاستخلاص الحيوي لفلزات العناصر الثقيلة، فقد أظهرت بعض الدراسات الهامة ضرورة الحد مـن اسـتعماله، حيث يكون التفكك الحيوي لهذا المخلـب فـي الاوسـاط البيئيـة محـدوداً جـداً (Schowanek et al.,1997) و (Bucheli-Witschel and Egli, 2001)

و(Jones and Williams, 2002) و(الصديق، 2008 أ وب)، إضافة إلى أنه يرتبط وبشكل وثيق مع العناصر الثقيلة مشكلاً معقدات يمكن أن تتغسل إلى المياه الجوفية (Greman et al.,2001). بالمقابل فقد أكدت دراسات (Nishikiori et al., 1984) و (LI et al., 2005) على أن المخلب EDDS هو اكثر أمناً من الجانب البيئي، وقد أوضحت أبحاث كلاً من (Schowanek et al.,1997) و (الصديق، 2008 أ وب) التدهور الحيوي السريع للمخلب EDDS، وبالتالي تكون فترة بقاءه في التربة محدودة، إضافة لقدرته الكبيرة على تخليب العناصر وتشكيل المعقدات وكفاءة انتقالها للنبات، لذلك أخذ ينصح باستعماله في الترب لمعالجة التلوث من فلزات العناصر الثقيلة.

في هذا البحث سوف نقوم بتقييم قدرة نبات الذرة الصفراء ذات الكتلة الحيوية الكبيرة (LI et al., 2005) على الاستخلاص الحيوي لفلزات العناصر الثقيلة من تربة ملوثة بهذه العناصر وباستخدام المخلبين EDDS& EDTA. حيث يضاف هذان المخلبان للتربة بعد 40 يوماً من الزراعة.

2- المواد والطرائق:

2-1 - خصائص التربة:

أستخدمت في البحث الطبقة السطحية (0-20 سم) من تربة زراعية معاملة بالحمأة لفترة طويلة، هذه الحمأة ناتجة عن محطة معالجة مياه الصرف الصحي التابعة للشركة العامة للمياه بالقرب من مدينة نوتينغهام في المملكة المتحدة البريطانية، حيث تم أخذ ناعم التربة 4 مم المجفف هوائياً من أجل تقدير pH التربة مستخلص 1:2.5 والمادة العضوية بطريقة الفقد بالاحتراق. كما تم تقدير السعة الحقلية للتربة بإضافة كمية زائده من الماء إلى 400 غرام تربة جافة هوائياً موضوعة في أصيص، وبعد صرف الماءالزائد من تربة الاصص -48 ساعة- أخذت عينات من التربة وجففت وقدرة النسبة المئوية للرطوبة فيها. وقدر المحتوى الكلي من فلزات العناصر المعدنية في التربة باستعمال جهاز الامتصاص الذري من نوع Varian220 FS وذلك بعد الهضم الرطب للتربة باستعمال الماء الملكي

الجدول (I).

2-2- أثر استخدام المخلبين EDDS& EDTA على حركية الفلزات في محلول التربة:

من أجل تقييم أثر المخلبين EDDS & EDTA على حركية الفلزات في محلول التربة، تمت إضافة هذين المخلبين كلاً بمفرده إلى أصص تحوي 1 كغ تربة ومزرعة بنباتات الذرة الصفراء – نباتين في كل الاصيص– وذلك بعد 40 يوماً من الزراعة، وبمعدل 50 ملليمول/ كغ تربة. تم تقديركمية الفلزات الذائبة في محلول التربة للاصص المزروعة بنباتات الذرة بعد (1،10،20) يوم من إضافة المخلب EDTA للتربة، وبعد (4 ،11،10) يوم من إضافة المخلب EDDS للتربة، وذلك بأخذ مايعادل 5 غرام من التربة الجافة تماماً – ثلاث مكررات– وإضافة الماء المقطر لها (25 مل) والرج لمدة ساعة ثم استخلاص الرشاحة بعملية الطرد المركزي وتنقيتها باستعمال مرشحات خاصة من نوع Sartorius أقطاره 0.2 μ m.

2-3 أمتصاص النباتات لفلزات العناصر الثقيلة:

لمقارنة امتصاص نباتات الذرة الصفراء لفلزات العناصر الثقيلة بوجود المخلباتEDDS& EDTA أوبدونها (شاهد) ، تمت زراعة بذور الذرة الصفراء *Zea mays* في أصص ضمن بيت زجاجي عند درجات حرارة وأضاءة متحكم بها (20 م^0 و 14ساعة إضاءة).

تم وضع 1 كغ من التربة الجافة هوائياً في كل أصيص ثم أضيف اليها الماء المقطر بمعدل3/2 السعة الحقلية، كما تم وضع أطباق أسفل الاصص لاستقبال الرشاحة واعادتها للاصص. بعد ذلك، وضع في كل أصيص 3 بذور من الذرة الصفراء، وبعد الانبات أحتفظ بنبات واحد في كل أصيص، ومن أجل الحفاظ على رطوبة التربة ثابتة خلال فترة التجربة ، تم تعويض الفاقد من الماء نتيجة التبخر – نتح باضافة الماء المقطر للاصص كل ثلاث أيام وذلك بعد وزنها.بلغ عدد الاصص المستخدمة 27 أصيصاً. وبعد 40 يوماً من الزراعة وزعت الاصص لثلاث

مجموعات عدد أصص كل مجموعة 9 أصص، الاولى بقيت كشاهد، والثانية أضيف لكل أصيص 50 ملليمول من EDTA /كغ تربة، والثالثة أضيف لكل أصيص 50 ملليمول من EDDS / كغ تربة. تم جمع النباتات من ثلاثة أصص من كل مجموعة من المجموعات الثلاث بعد 4، 10يوم، من أضافة المخلبين، كما تم أخذ الاصص الثلاثة المتبقية من المجموعة الثالثة المضاف اليها المخلب EDDS بعد 11 يوماً، – بسبب موت نباتاتها بشكل كامل نتيجة السمية التي حدثت للنباتات بعد أمتصاصها فلزات العناصر الثقيلة نتيجة اضافة المخلب –، وبعد 20 يوماً للمجموعة الاولى والثانية.

2-4 تحليل المادة النباتية:

تم قطع الأجزاء الخضرية لنباتات الاصص عند مستوى اسم فوق سطح التربة وغسلت النباتات وجففت عند درجة حرارة 60 م^0 لمدة48 ساعة، بعد ذلك تم وزنها من أجل تحديد الكتلة الحيوية للمادة الجافة. أخذت العينات المجففة من كل معاملة وطحنت باستعمال مطحنة خاصة – Ultra-centrifugal mill (*Retch*, - model ZM200) ثم تم هضم العينات باخذ 200 ملغ من مطحون العينة ووضعت في أنابيب الهضم، وتم إضافة 6 مل من حمض النتريك70% – *Fisher* 'Trace analysis grade' (TAG)– وباستعمال سخان موجات قصيرة microwave – heating (*Anton Paar*, 'Multiwave' fitted with a 48-place carousel) - وبعد هضم العينات النباتية تم إضافة 20 مل من الماء المقطرعالي النقاوة مقاومته الكهربائية – (18.3 MΩ.cm)– وقبل تحليل العينات تم تمديدها بالماء المقطر بمعدل (10:1) باستعمل التمديد الآلي نوع Compudil-D auto diluter (*Hook and Tucker Instruments*)، وتم قياس محتوى النبات من العناصر المختلفة باستعمال جهاز الطيف الكتلوي البلاسمي التحريضي المزدوج وهو ICPMS (*Inductively coupled plasma mass spectrometry*) نموذج (*Thermo-Fisher Scientific* X-Series[II]).

3- النتائج:

3-1- خصائص التربة:

التربة المستخدمة في هذا البحث ماخوذة من الطبقة السطحية 0-30 سم ،وهذه التربة مضاف اليها الحمأة لفترة طويلة (الصديق، 2008 أ وب)، وتتصف التربة بأنها ذات محتوى مرتفع من المادة العضوية ومرتفع جداً بفلزات العناصر الثقيلة، ويوضح الجدول (I) بعض خصائص التربة.

جدول(I) بعض خصائص الترب والمحتوى الكلي للترب من العناصر العدنية ملغ كغ$^{-1}$ تربة

pH	O. M.%	Cu	Ni	Cd	Pb	Zn	Fe
6.02	28.87	1401.20	532.80	44.70	676.80	2465.80	23555.25

3-2 – أثر المخلبات على حركية الفلزات في مستخلصات التربة:

لدى مقارنة الكمية المستخلصة لفلزات العناصر الثقيلة من محلول التربة للشاهد وللتربتين المعاملتين بالمخلبين EDDS& EDTA - الجدول (II)- يلاحظ التالي: أن كمية العناصر الذائبة في محلول تربة الشاهد تكون معدومة بالنسبة للكادميوم والرصاص وضئيلة جداً بالنسبة للتوتياء والحديد والنحاس والنيكل وهي تتراوح بين 0.015-0.037 ملليمول/كغ تربة، كما أن استعمال EDTA أدى لاستخلاص كمية أكبر للكادميوم والرصاص من استعمال EDDS، بالمقابل يلاحظ أن كمية فلزات عناصر النحاس والنيكل والتوتياء والحديد المستخلصة من الترب المعاملة بالمخلب EDDS تكون اكبر مماهي عليه في الترب المعاملة بالمخلب EDTA وذلك بالنسبة لجميع فترات أخذ العينات - 4،10،11 أو20 يوم -. وبالتاكيد فإن هذه الاذابة الكبيرة والانتقائية لفلزات للعناصر الثقيلة عند استعمال المخلبات لها أهميتها التطبيقية في الاستخلاص الحيوي للعناصر الثقيلة من الترب الملوثة وفترة مثابرة المخلب في التربة وسرعة تدهوره الحيوي (Schowanek et al.,1997) و (Wu et al., 2004).

بالتاكيد، تتأثر الكمية الكلية المستخلصة من فلزات العناصر الثقيلة بنوع المخلب الذي يضاف للتربة وبكميته وفترة وطول الفترة الزمنية لبقاءه في التربة (Blaylock et al.,1997) و (Lasat, 2000) و(الصديق، 2008 أ وب). ويوضح

الجدول (III) أثر إضافة المخلبين EDDS & EDTA على حركية العناصر الثقيلة في محلول التربة، وكما هو ملاحظ فإن الكمية المستخلصة باستعمال EDTA تزداد تدريجياً مع الزمن وهي تتراوح بين 24.6 – 30.4 مليمول/كغ تربة، أما في حال استعمال EDDS، تكون الكمية المستخلصة من محلول التربة أكبر مما هي عليه في حال استعمال EDTA، ويلاحظ أيضاً أنه بعد اليوم العاشر من إضافة EDDS للتربة تناقص الكمية الكلية المستخلصة من المعادن الثقيلة، ويعود ذلك إلى سرعة التدهور الحيوي لملخلب EDDS (الصديق، 2008 أ وب).

3-3- امتصاص النبات للعناصر:

تم التعبير عن محتوى النباتات من العناصر المعدنية على أساس المحتوى في الكتلة الجافة، كما تم حساب النسبة بين كمية العنصر في النباتات باستخدام EDDS / وكمية العنصرفي النبات باستخدام EDTA .

جدول **(II)** فلزات العناصر الثقيلة الذائبة في مستخلصات الترب (ملليمول/كغ تربة) بعد**4، 10، 11 أو 20** يوم من إضافة المخلبين**EDDS or EDTA** للترب

	Days	control	EDTA	EDDS
Cu	4	0.025	5.802	*9.190*
	10	0.025	5.689	*10.132*
	11 or 20	0.025	5.878	*8.645*
Ni	4	0.037	3.335	*4.861*
	10	0.037	3.544	*4.948*
	11 or 20	0.037	4.382	*4.648*
Cd	4	0.000	*0.112*	0.081
	10	0.000	*0.121*	0.065
	11 or 20	0.000	*0.138*	0.066
Pb	4	0.000	*0.429*	0.313
	10	0.000	*0.446*	0.204
	11 or 20	0.000	*0.486*	0.197
Zn	4	0.015	9.433	*11.791*
	10	0.015	9.879	*12.103*

	11 or 20	0.015	10.968	*10.811*
Fe	4	0.015	5.515	*9.656*
	10	0.015	6.571	*11.469*
	11 or 20	0.015	8.588	*10.911*

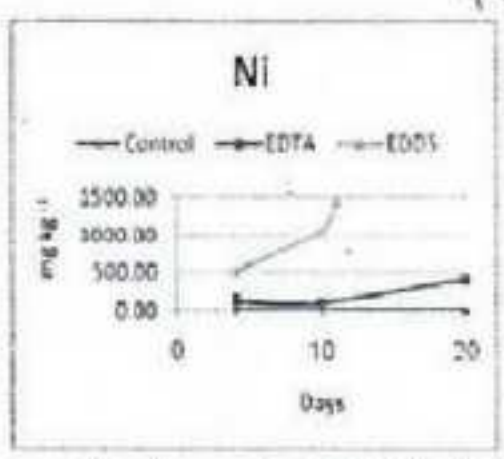
الجدول (III) أثر إضافةEDDS& EDTA على حركية العناصر الثقيلة في محلول التربة

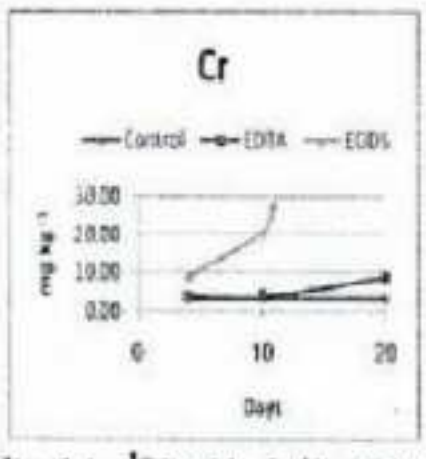
days	control	EDTA	EDDS
4	0.092571	24.6268	35.89192
10	0.092571	26.24979	38.92175
11 or 20	0.092571	30.44073	35.27795

3-3-1 - الكزوم:

يظهر الشكل (1- أ) أن محتوى النباتات من الكروم تتباين بين نبات الشاهد و النباتات المعاملة تربتها بالمخلبات، وتراوحت كمية الكروم فيها بين 3.1 -3.6 ملغ/ كغ مادة جافة في نبات الشاهد، بينما ازدادت كمية هذا العنصر في النباتات المعاملة تربتها بالمخلب EDTA 3.6- 3.8 ملغ/ كغ وكانت هذه الزيادة بسيطة مقارنة بالشاهد، ويظهر الشكل أيضاً زيادة كبيرة في كمية الكروم في النباتات المعاملة تربتها بالمخلب EDDS 8.8-28.3 ملغ/ كغ، يلاحظ من الشكل أيضاً أن كمية الكروم التي يمتصها النبات تزداد مع تقدم عمر النباتات حتى موتها.

مما تقدم يلاحظ أن اضافة المخلب EDDS إلى التربة يعمل على زيادة كفاءة النباتات على امتصاص الكروم مقارنة بالشاهد واستخدام المخلب EDTA. كما تزيد نسبة الكروم في النباتات المعاملة تربتها بالمخلب EDDSعن النباتات المعاملة تربتها بالمخلب EDTA مع الزمن وتكون بمقدار 2.3-5.5 للفترتين 4 و10 أيام.





شكل (1) كمية عنصر – أ- الكروم، – ب – النيكل في نباتات الذرة ملغ كغ$^{-1}$ مادة جافة

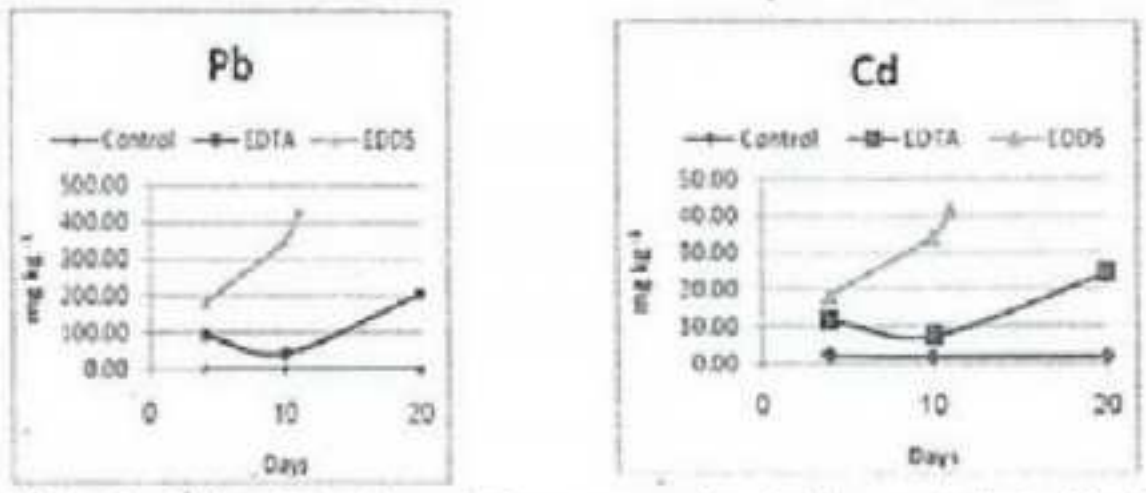
3-3-2- النيكل:

يظهر الشكل (1- ب) أن محتوى النباتات من النيكل يتباين بين نبات الشاهد والنباتات المعاملة تربتها بالمخلبات، وتراوحت كمية النيكل بين 7.5-11.2 ملغ/ كغ مادة جافة في نبات الشاهد، بينما تراوحت كمية هذا العنصر في النباتات المعاملة تربتها بالمخلب EDTA 108-406 ملغ/ كغ، وكانت هذه الزيادة كبيرة مقارنة بالشاهد وكلما تقدم النبات بالعمر ازداد الفرق في بين نباتات المعاملة تربتها بالمخلب EDTA والشاهد. ويظهر الشكل أيضاً زيادة كبيرة في كمية النيكل في النباتات المعاملة تربتها بالمخلب EDDS 513-1459ملغ/ كغ، يلاحظ من الشكل أيضاً أن كمية النيكل التي تمتصها النباتات تزداد مع تقدم عمر النباتات حتى موتها. مما تقدم يلاحظ أن اضافة المخلب EDDS إلى التربة يعمل على زيادة كفاءة النباتات على امتصاص النيكل من التربة مقارنة بالشاهد واستخدام المخلب EDTA. كما تزيد نسبة النيكل في النباتات المعاملة تربتها بالمخلب EDDSعن النباتات المعاملة تربتها بالمخلبEDTA مع الزمن وتكون هذه النسبة بمقدار 3.9-9.8 للفترتين 4 و10 أيام.

3-3-3- الرصاص:

يظهر الشكل (2-أ) أن محتوى النباتات من الرصاص تتباين بين نبات الشاهد والنباتات المعاملة تربتها بالمخلبات، وتراوحت كمية الرصاص فيها بين 0.73-2.1 ملغ/ كغ مادة جافة في نبات الشاهد، بينما تراوحت كمية هذا العنصر في النباتات المعاملة تربتها بالمخلب EDTA 45.7- 206 ملغ/ كغ، وكانت هذه الزيادة كبيرة جداً مقارنة بالشاهد. ويظهر الشكل أيضاً زيادة كبيرة في كميةالرصاص في النباتات المعاملة تربتها بالمخلب EDDS 179- 432 ملغ/ كغ، يلاحظ من الشكل أيضاً أن كمية الرصاص التي يمتصها النبات تزداد مع تقدم عمر النباتات حتى موتها. مما تقدم يلاحظ أن اضافة المخلب EDDS إلى التربة يعمل على زيادة كفاءة النباتات على امتصاص الرصاص من التربة مقارنة بالشاهد واستخدام المخلب EDTA. كما تزيد نسبة الرصاص في النباتات المعاملة تربتها

بالمخلب EDDSعن النباتات المعاملة تربتها بالمخلب EDTA مع الـزمن بمقـدار 2-7.9 للفترتين 4 و10 أيام.



شكل (2) كمية عنصر – أ- الرصاص، - ب – الكادميوم في نباتات الذرة ملغ كغ$^{-1}$ مادة جافة

3-3-4- الكادميوم:

يظهر الشكل (2- ب) أن محتوى النباتات من الكادميوم تتباين بين نبـات الشاهد والنباتات المعاملة تربتها بالمخلبات، وتراوحت كمية الكـادميوم فيهـا بـين 1.8- 2.2 ملغ/ كغ مادة جافة في نبات الشاهد، بينما تراوحت كمية هذا العنـصر في النباتات المعاملة تربتها بالمخلب EDTA 7.5-24.2 ملغ/ كغ، وكانـت هـذه الزيادة كبيرة مقارنة بالشاهد وكلما تقدم النبات بالعمر ازداد الفرق في بين نباتـات المعاملة تربتها بالمخلب EDTA والشاهد. ويظهر الشكل أيضاً زيادة كبيـرة فـي كمية الكادميوم في النباتات المعاملة تربتها بالمخلـب EDDS 18.5- 41.6 ملـغ/ كغ، يلاحظ من الشكل أيضاً أن كمية الكادميوم التي يمتصها النبات تزداد مع تقـدم عمر النباتات حتى موتها. مما تقدم يلاحظ أن اضافة المخلب EDDS إلـى التربـة يعمل على زيادة كفاءة النباتات على امتصاص الكادميوم من التربة مقارنة بالـشاهد واستخدام المخلب EDTA. كما تزيد نسبة الكادميوم في النباتات المعاملـة تربتهـا بالمخلب EDDSعن النباتات المعاملة تربتها بالمخلب EDTA مع الـزمن بمقـدار 1.6- 4.6 للفترتين 4 و10 أيام.

4- تقييم مقدرة الاستخلاص الحيوي:

من أجل عمل تقييم أولي لمقدرة نباتات الذرة الصفراء على الاسـتخلاص الحيوي لفلزات العناصر الثقيلة من الترب الملوثة، لابد من تقدير الكتلـة الحيويـة

المنتجة في الحقول، وتختلف تقديرات كمية الكتلة الحيوية المنتجة من نباتات الـذرة حسب الموقع والترب، لقد قدر (Cabelguenne et al., 1999) الكتلة الحيوية الجافة لنبات الذرة الصفراء (29) طن /هـ، كما أوضح كلاً من (Yang et al., 2004)و (LI et al., 2005) أن هذه الكتلة تتراوح بين (20–25) طن /هـ، وفـي دراسـة بهدف الاستخلاص الحيوي لفلزات العناصر الثقيلـة، قـدر (Phyles,2004) [22] الكتلة الحيوية السنوية لنباتات الذرة الصفراء (20) طن /هـ.

في هذه الدراسة سوف نعتبر الانتاج السنوي من الكتلة الحيوية الكلية الجافة (20) طن/هـ. وبالاعتماد على كمية فلزات العناصر الثقيلة المقدرة فـي النباتـات بعد 11 يوماً بالنسبة للتربة المضاف إليها المخلـب EDDS، و21 يومـاً للـشاهد والتربة المضاف اليها المخلب EDTA، يظهر الجدول (IV) كمية فلزات العناصـر الثقيلة التي يمكن أن تستخلصها نباتات الذرة الصفراء باستعمال المخلبين EDDS & EDTA مقدرة في (غرام/ 20 طن) كتلة حيوية جافة/ هـ. ويلاحـظ مـن هـذا الجدول القدرة العالية للنباتات التي أضيف لتربتها المخلب EDDS على استخلاص فلزات العناصر الثقيلة – الكروم و النيكـل و الرصـاص والكـادميوم – مقارنـة بالمخلب EDTA والشاهد.

جدول (IV) كمية فلزات العناصر الثقيلة التي يمكن أن تستخلصها نباتات الذرة الصفراء باستعمال المخلبين EDDS& EDTA مقدرة في (غرام/ 20 طن) كتلة حيوية جافة/ هـ

Elements	Control	EDTA	EDDS
Cr	65.094	171.563	566.407
Ni	147.093	8116.796	29177.290
Pb	14.552	4115.069	8641.961
Cd	39.858	483.973	832.297

بالتأكيد، أن تجربة الأصص تعطي فكرة أولية لتقييم مقدرة الذرة الصفراء على الاستخلاص الحيوي للعناصر الثقيلة من الترب الملوثة باسـتعمال المخلبـات العضوية وقد أظهر المخلب EDDS مقدرة عالية في عملية الاستخلاص الحيـوي لفلزات العناصر الثقيلة المختلفة، ومن أجل الحصول على قيم حقيقيـة، لابـد مـن أجراء تجارب حقلية.

5- الخاتمة:

لقد تبين من خلال هذا البحث وجود أختلاف واضح بين EDTA وEDDS فيما يخص نمذجة حركة العناصر الثقيلة: حيث إن EDDS يحرك كلاً من النحاس والنيكل والتوتياء والحديد بشكل أكبر مقارنة بـ EDTA، بينما يحرك المخلب EDTA الكادميوم والرصاص بشكل أكبر من المخلب EDDS.

أما من حيث قدرة هذين المخلبين على المساهمة في انتقال عناصر المعادن الثقيلة من التربة إلى النبات، فقد لوحظ الدور الكبير الذي يقوم به المخلب EDDS في انتقال العناصر المدروسة للنباتات مقارنة بالمخلب EDTA.

المراجع

- الصديق، محمد عبد الله، 2008- **قياس حركية فلزات العناصر الثقيلة (Ni- Cd) في الترب الملوثة بالعناصر الثقيلة باستخدام المخلبات (EDDS- EDTA)** . مجلة بحوث جامعة حلب، سلسلة العلوم الزراعية، العدد 69 ص: 299-322 .
- الصديق محمد عبد الله، 2008- **أثر عاملي الزمن ودرجات حرارة التحضين على حركية فلزات العناصر الثقيلة (Cu-Pb) في ترب ملوثة بفلزات العناصر الثقيلة باستخدام المخلبات EDTA و EDDS**. مجلة بحوث جامعة حلب، سلسلة العلوم الزراعية، العدد 71 ص:91 -110.

-BLAYLOCK, M.J., SALT, D.E., DUSHENKOV, S., ZAKHROV, O., GUSSMAN, C., KAPULNIK, Y., ENSLEY, B.D., RASKIN, I., 1997- **Enhanced accumulation of Pb in Indian mustard by soilapplied chelating agents.** *Environmental Science and Technolog*, 13, 860–865.

-BUCHELI-WITSCHEL, M., EGLI, T., 2001- Bucheli-Witschel, M., Egli, T., 2001. **Environmental fate and microbial degradation of aminopolycarboxylic acids**. *FEMS Microbiology Revwes*, 25, 69–106

- CABELGUENNE, M.,DEBAEKE, P., BOUNIOLS, A., 1999-**EPIC phase a version of the EPIC model simulating the effects of water and nitrogen stress on biomass and yield, taking account of the developmental stages: Validation on maize, sunflower,**

sorghum soybean and winter wheat. *Agricultural Systems*, 60, 175–196.

-CUNNINGHAM, S.D., BERTI, W.R., 1993- **Remediation of contaminated soils with green plants: An overview.** *In vitro cellular & developmental biology*, 29, 207–212.

-DE NAEYER, F., 2000- **Soil remediation projects: The new guidelines and daily practice.** Seminar TI-KVIV (30/3), KVIV Technological Institute (Translated from Dutch).

-GARBISU, C., ALKORTA, I., 2001- **Phytoextraction: A cost-effectiveplant-based technology for the removal of metals from the environment.** *Bioresource. Technology*, 77, 229–236.

-GRCMAN, H., VELIKONJA-BOLTA, S., VODNKI, D., KOS, B., LESTAN, D., 2001. **EDTA enhanced heavy metal phytoextraction: Metal accumulation, leaching and toxicity**. *Plant Soil*, 235, 105–114.

-HUANG, J.W.W., CHEN, J.J., BERTI, W.R., CUNNIINGHAM, S.D., 1997- **Phytoremediation of lead-contamined soils: role of synthetic chelates in lead phytoextraction**. *Environmental Science and Technolog* , 31, 800-805.

- JONES, P.W., WILLIAMS, D.R., 2002- **Chemical speciation simulation used to assess the efficiency of environment-friendly EDTA alternatives for use in the pulp and paper industry.** *Inorganica Chimica Acta*, 339, 41–50.

- LASAT, M.M., 2000- **Phytoextraction of metals from contaminated soil: A review of plant/soil/metal interaction and assessment of pertinent agronomic issues**. *Journal of Hazardous Substance Research*, 2, 1–25.

- LI, H., WANG, Q., CUI, Y., DONG, Y., CHRISTIE, P., 2005.**Slow release chelate enhancement of lead phytoextraction by corn (*Zea mays* L.) from contaminated soil – a preliminary study**. *Science of the Total Environment*, 339, 179-187.

- MOREL, J.L., BITTON, G., SCHWARTZ, C. SCHIAVON, M., 1997- **Bioremediation of soils and waters contaminated by micropollutants: which role for plants?,** In: ZELIKOFF, J.T. ed. Ecotoxicology: Responses, Biomarkers and Risk Assessment, SOS Publications, Fair Haven, New-Jersey, pp 37-74.

- NISHIKIORI, T., OKUYAMA, A., NAGANAWA, TAKITA, T., HAMADA, M., TAKEUCHI, T., AOYAGI, T., UMEZAWA, H., 1984- **Production by actinomycetes of (S,S)-N,N0-**

ethylenediamine-disuccinic acid, an inhibitor of phospholipidase. *C. J. Antibiot,* 37, 426–427.

- PHYLES, 2004- **Phytoextraction of Lead from Soil.** Available from: *http://www.phyles.ge.cnr.it.*
- SALT, D.E., BLAYLOCK, M., KUMAR, P.B.A.N., DUSHENKOV, V., ENSLEY, B.D., CHET, I., RASKIN, I., 1995- **Phytoremediation: A novel strategy for the removal of toxic metals from the environment using plants**. *Biotechnology* 13, 468–475.
- SCHOWANEK, D., FEIJEL, T.C.J., PERKINS, C.M., HARTMAN, F.A., FEDERLE, T.W., LARSSON, R.J., 1997- **Biodegradation of [S,S], [R,R] and mixed stereoisomers of ethylene diamine disuccinic acid (EDDS), a transition metal chelator.** *Chemosphere*, 34, 2375–2391.

-VAN RANST, E.,VERLOO, M., DEMEYER, A., PAUWELS, J.M., 1999- **Manual for the soil chemistry and fertility laboratory.** Ghent University, Faculty Agricultural and Applied Biological Sciences, 243 p.

- WALLACE, A., WALLACE, G.A., CHA, J.W., 1992- **Some modifications in trace metal toxicities and deficiencies in plants resulting from interactions with other elements and chelating agents—the special case of iron.** *Journal of Plant Nutrition,* 15, 1589–1598.
- WU, L.H., LUO, Y.M., XING, X.R., CHRISTIE, P., 2004- **EDTA-enhanced phytoremediation of heavy metal contaminated soil with Indian mustard and associated potential leaching risk.** *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 102, 307–318.
- YANG, H.S.,DOBERMANN , A., LINDQUIST, J.L., WALTERS, D.T., ARKEBAUER, T.J., CASSMAN, K.G., 2004- **Hybrid-maize—amaize simulation model that combines two crop modeling approaches.** *Field Crops Research*, 87, 131–154.

Potential of Zea Mays for Phytoextraction of Heavy Metals from Contamineted Soils

Mohamed Abdullah AL Siddik
Dept. of Soil &Land Reclamation, Facuty of Agriculture, Univesity of Aleppo

Abstract

Remediation of soil pollution is one of the many current environmental challenges. Anthropogenic activity has resulted in the contamination of extended areas of land, the remediation of which is both invasive and expensive by conventional means. Phytoextraction of heavy metals from contaminated soils has the prospect of being a more economic in situ alternative. In addition, phytoextraction targets ecotoxicologically the most relevant soil fraction of these metals, i.e. the bioavailable fraction. Greenhouse experiments were carried out pots experiments to evaluate the potential of *Zea mays* for phytoextraction of heavy metals, with or without the use of chelator (EDTA- ethylene diamine succinic acid- or EDDS- ethylene diamine succinic acid-). A soil that have heavy metals pollution, with high organic matter as a result of the additions of sewage sludge was used in the experiments. 40 days after planning of *Zea mays*, the soils of pots were received additions of 50 mmol/ kg of EDTA and EDDS. The plants were died 11 days after addition EDDS, and 20 days after addition EDTA. Results showed that the accumulation of heavy metals in plants as a result of the additions of different chelator used. The low observed shoot concentrations of heavy metals in control plants. EDDS Phytoextracte more of heavy metals from soil to plants than EDTA.

Key words: Phytoextraction, heavy metals, EDTA, EDDS, SOIL POLLUATION, *Zea mays*