متوفرة على الموقع:http://www.basra-science-journal.org

ISSN –1817 –2695

دور الاستصلاح الحيوي Bioremediation في ازالة عنصري الكادميوم والرصاص من الترب المسمدة بالفسفور والمخلفات العضوية المروية بمصادر مياه مختلفة.*

دنيا خيرالله خصاف الخزاعي [1] هيفاء جاسم حسين التميمي [2]

1-قسم الكيمياء البيئية البحرية / مركز علوم البحار /جامعة البصرة

2- قسم علوم التربة والمياه /كلية الزراعة /جامعة البصرة

الاستلام 25-11-2013 ، القبول 30-6-2014

المستخلص

اجريت تجربة حقلية في حقل كلية الزراعة /جامعة البصرة بتاريخ 2009/3/15 باستعمال اربعة مصادر لمياه الري (الاسالة وشط العرب و صرف صحي وصرف صحي معالج فيزيائيا") ومستويين من السماد الفوسفاتي (0 و 120 كغم P_2O_5 هكتار$^{-1}$) على هيئة سماد السوبر فوسفات المركز(21,20 % فسفور) ومستويين من السماد العضوي (0 و 1 طن هكتار$^{-1}$) على هيئة مخلفات الأبقار والتداخل بينهما دفعة واحدة قبل الزراعة على هيئة جور) وباستعمال محصول زهرة الشمس Halianthusannus L. صنف زهرة العراق.ضمن تجربة عاملية وفق تصميم قطاعات تامة التعشية ممثل بالعوامل الاتية (نوعية مياه الري ×نوعية السماد × مستوى السماد × مكرر) اي (4×2×2×3) وبواقع 48 وحدة تجريبية ولمدة 120 يوم .قدر تراكيز الكادميوم والرصاص في المجموعين الجذري والخضري ،اعتمد تصنيف منظمة الزراعة الدولية لغرض تقييم مدى تلوث المجموعين الخضري والجذري لمحصول زهرة الشمس. اظهرت النتائج ان نوعيات مياه الري المستعملة ومستويات التسميد الفوسفاتي والعضوي والتداخل بينهما ادت الى اختلافات معنوية في تركيز عنصري (Cd و Pb) في المجموعين الخضري والجذري لمحصول زهرة الشمس.اعتمادا" على الحدود المسموح بها لتركيز الكادميوم والرصاص (0,2 و 5 ملغم كغم$^{-1}$ مادة جافة) في النبات اوضحت النتائج بان جميع النباتات ولجميع المعاملات ملوثة بالكادميوم بما فيها معاملة المقارنة.وقد سلك عنصر الرصاص نفس سلوك الكادميوم وقد كان لنوعية المياه المستخدمة في الري تاثير معنوي في زيادة تركيز عنصري الكادميوم والرصاص في المجموعين الخضري والجذري وبالتالي على مدى تلوثهما بالعنصرين .

*البحث مستل من اطروحة الدكتوراه للباحث الاول

1- المقدمة

تعد عملية المعالجة النباتية عملية رخيصة قليلة التكلفة وصديقة للبيئة لتقليل تأثير العناصر الثقيلة. تستطيع اصناف معينة من النباتات العليا ان تجمع كميات عالية من الملوثات في انسجتها بدون ان تظهر علامات السمية عليها [1]. وان مثل هذه النباتات تستعمل وبنجاح لأزالة العناصر الثقيلة الملوثة للتربة, اذا كانت كتلتها الحية ومحتواها من العناصر يكفي لاكمال عملية المعالجة بما يتلائم مع كمياتها[2].اشار الوهيبي[3] ان ظاهرة التراكم تعد ميل طبيعي في النباتات لمراكمة العناصر الثقيلة دون ظهور اعراض السمية عليها وقد عرف ما يقارب 400 نوع نباتي تتبع 45 فصيلة ، تسمى النباتات المراكمة، تتميز هذه النباتات أن نسبة تراكم العنصر في المجموع الخضري الى المجموع الجذري اكبر من الواحد بينما هي للنباتات غير المراكمة اقل من الواحد.

يعد نبات زهرة الشمس من المحاصيل التي لها القابلية العالية لتجميع العناصر الثقيلة [5;4]وهو من المحاصيل ذات الأنتاجية العالية تقريبا" ويمتلك نظام جذري غني ومتشعب وله معامل تحويل عال[6] . بين [6] وجماعته Babak مدى كفاءة زهرة الشمس والنباتات العشبية في معالجة الاراضي الهندية الملوثة بالرصاص والخارصين والكادميوم وباستعمال محسنات مثل EDTA ومخلفات المجاري الصلبة (الحمأة) والري بمياه صرف صحي كما وجد الباحثون ان المحسن EDTA يعمل على زيادة الكمية الممتصة من الرصاص واعطت فروقا" معنوية عند مستوى احتمال(0,05) قياسا" مع باقي المعاملات وان جميع المعاملات EDTA والحمأة ومياه الصرف الصحي قد عملت على زيادة كمية الرصاص الممتصة من محصول زهرة الشمس . لذا فان محصول زهرة الشمس يعد من المحاصيل المنظفة للبيئة الزراعية ويستطيع تجميع اعلى تركيز من الرصاص [8]

تمتلك النباتات المجمعة التي تستعمل في المعالجة النباتية القابلية العالية على امتصاص العناصر الثقيلة او استخلاصها داخل جذورها ولها القدرة العالية على تجميع وامكانية تقليل زمن المعالجة وتمتلك معدل نمو عال.ولها القابلية العالية على تكوين كتلة حية كبيرة الوزن ونقل وتحويل العناصر الثقيلة الى الجزء العلوي من النبات (الساق و الأوراق)[9]. تهدف الدراسة الى تقييم كفاءة محصول زهرة الشمس في امتصاص وتراكم الكادميوم والرصاص في انسجتها (الجزء الخضري والجذري وتقييم تلوث المحصول المزروع (زهرة الشمس) للمجموعين الخضري والجذري باعتماد التركيز وعلى وفق المعايير والمقاييس العالمية.

2- المواد وطرائق العمل

2-1 تهيأة الحقل وزراعة المحاصيل

أجريت تجربة حقلية في الحقل التابع لكلية الزراعة / جامعة البصرة /موقع كرمة علي قسمت الارض اربعة الواح كل لوح بثلاث مكررات لتشمل نوعيات المياه الاربعة (ماء الاسالة –ماء شط العرب – ماء صرف صحي –ماء صرف صحي معالج).المستخدمة في الري وبالشكل التالي سقي اللوح الاول بمياه الاسالة والثاني بمياه شط العرب والثالث بمياه معالجة فيزيائيا (مرشح رمل) والرابع سقي بمياه الصرف الصحي مباشرة.نوع السماد 3 (فوسفاتي وعضوي) والخلط بين السمادين فضلا" عن معاملة خالية من اي سماد (المقارنة) .اضيف السماد الفوسفاتي بمستوى (0 و 60 كغم P_2O_5 هكتار$^{-1}$) بهيأة سوبر فوسفات ثلاثي .اما السماد العضوي فاضيف بمستوى (0 و 1 طن هكتار$^{-1}$) بهيأة مخلفات ابقار.زرعت بذور زهرة الشمس.L Halianthusannus صنف زهرة العراق بتاريخ 2009/3/15 على خطوط المسافة بين خط وآخر 75 سم وبين جوره وأخرى 25 سم وبواقع اربعة بذور في كل جوره سمدت تربة الحقل حسب التوصية السمادية

لمحصول زهرة الشمس الموصى بها في المنطقة وهي 160 كغم نتروجين.[10]

حصدت النباتات بتاريخ 2009/7/15 وذلك باقتلاع النبات باكمله الجزء الخضري والجذري وغسلت بماء R.O وجففت هوائياً وفصل الجزء الخضري عن الجزء الجذري وجففت بالفرن على درجة حرارة 65 مْ ثم طحنت ووضعت في علب بلاستيكية لحين التحليل .

2-2- تحليل العينات النباتية ومفردات النمو

رمدت عينات النبات للمجموعين الخضري والجذري باستعمال جهاز الحرق Muffle furnace وعند درجة حرارة 480 م ولمدة 16 ساعة وباستعمال حامض النتريك 50٪ (حجم/حجم) حسب ما موصوف في [11].ثم قدرت العناصر الثقيلة الكادميوم والرصاص باستعمال جهاز الامتصاص الذري (AAS).

2-3-التحليل الاحصائي

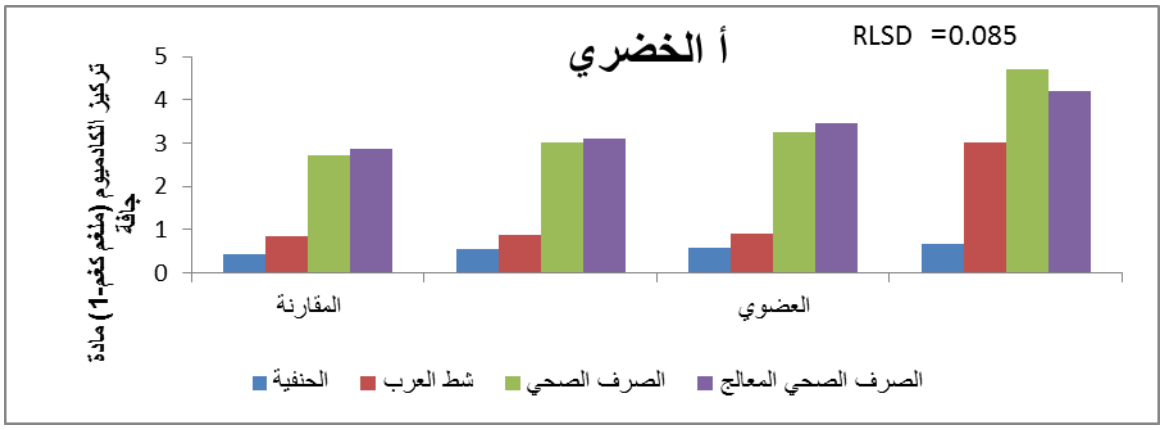
صممت تجربة زراعية للموسم الربيعي(2009) وبتجربة عاملية باستخدام تصميم القطاعات التامة العشوائية وبثلاث عوامل نوعية المياه ، ونوعية السماد ، ومستوى السماد وبثلاثة مكررات لكل معاملة اذ بلغ عدد الوحدات التجريبية الكلية 48 وحدة تجريبية تمثلت (4×4×3) (نوعية المياه ×نوع السماد × مكرر)حللت البيانات إحصائياً بواسطة تحليل التباين Analysis of Variance واختبار (F). واستعمال اختبار اقل فرق معنوي معدل(R.L. S. D.) للمقارنة بين متوسطات المعاملات المدروسة [12]. مع استخدام نظام SPSS- 19 للتحليلات الاحصائية.

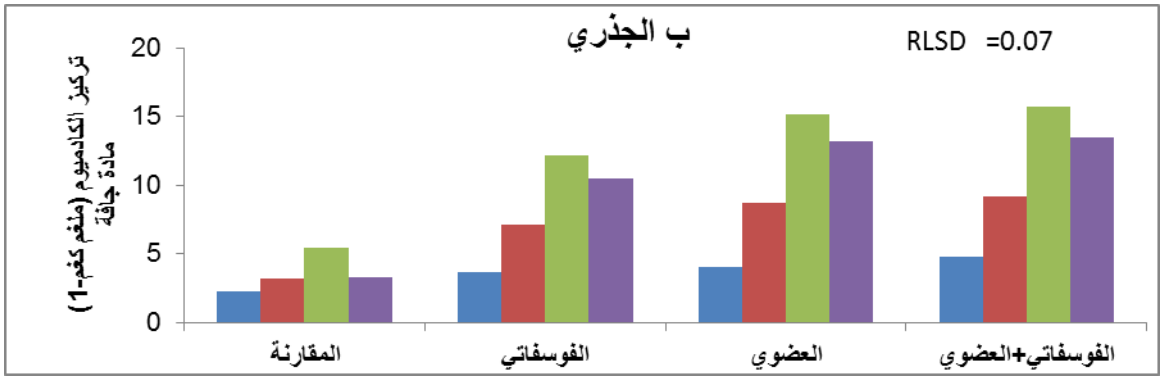
3- النتائج والمناقشة

3-1 تركيز العناصر الثقيلة في المجموع الخضري والجذري لمحصول زهرة الشمس

3-1-1 الكادميوم

تبين النتائج الموضحة في الشكل 1 (ا و ب) تأثير التسميد الفوسفاتي والعضوي والتداخل بينهما في تركيز الكادميوم في المجموعين الخضري والجذري لمحصول زهرة الشمس .اذ بلغت معدلاتها للمجموع الخضري لمحصول زهرة الشمس 1,89 و2,05 و3,15 ملغم كغم $^{-1}$ مادة جافة على التوالي وللمجموع الجذري 7,36 و 10,28و 10,81 ملغم كغم $^{-1}$مادة جافة على التوالي, وقد تفوق المجموع الجذري على المجموع الخضري بنسب قدرها 289,42٪ و 401,5٪ و 243,17٪ على التوالي .ومن هنا يتضح أن للمحصول القدرة على تجمع تراكيزها عالية من الكادميوم في اجزائه الجذرية وبذلك تقلل من مخاطر تلوث النبات بعنصر الكادميوم وهذا يتفق مع ماوجدته الحلفي [13] .



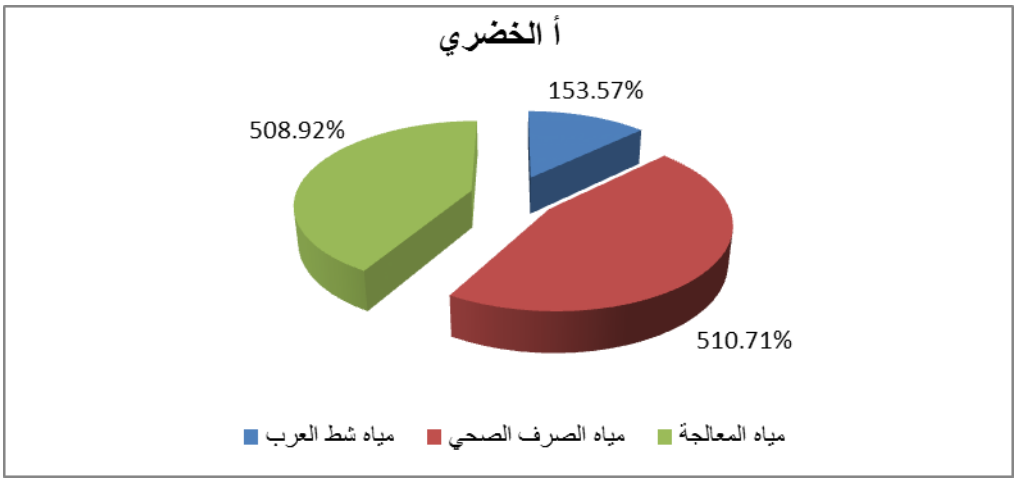


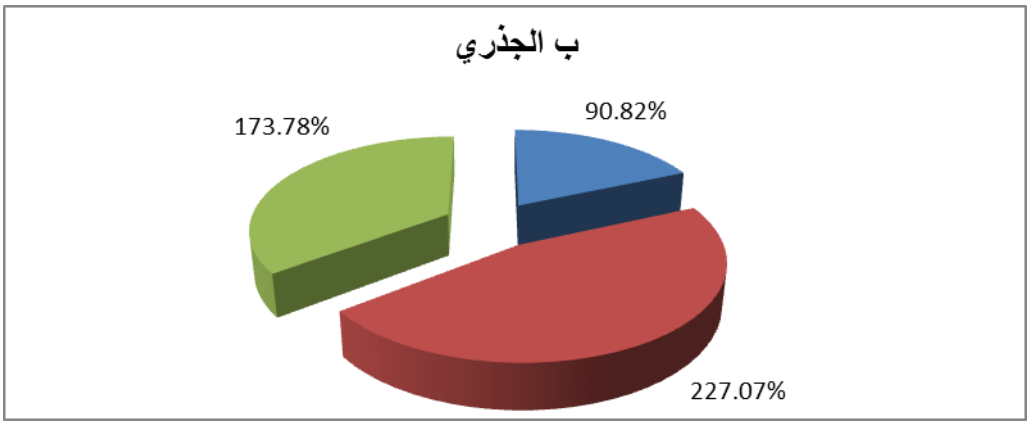
شكل 1(أ وب) تركيز الكادميوم في المجموعين الخضري والجذري لمحصول زهرة الشمس.

ادت اضافة السماد الفوسفاتي على هيأة سماد السوبر فوسفات المركز الى زيادة تركيز الكادميوم في الجزئين الخضري والجذري لمحصول زهرة الشمس نتيجة احتوائه على تراكيز عالية من الكادميوم (31,4 ملغم كغم$^{-1}$) . ففي دراسة قام بها William and David عام 1973[14]في مدينة New South Wales الأسترالية توصلا الى ان تركيز الكادميوم في سماد السوبر فوسفات المركز قد تراوح بين 27 الى 48 ملغم كغم$^{-1}$ سماد ، وان محتوى صخر الفوسفات من الكادميوم قد تراوح بين 31 الى 90ملغم كغم$^{-1}$ صخر المصنعة خلال الأعوام من 1952 الى 1972 وقد عزى التراكيز العالية للكادميوم في سماد السوبر فوسفات المركز الى صناعته ومعاملته بحامض الفسفوريك و اتفقت نتائج الدراسة الحالية مع ما توصلت اليه الحلفي [13]من ارتفاع تراكيز الكادميوم في الجزيئين الخضري والجذري لمحصول زهرة الشمس والمسمد بسماد السوبر فوسفات المركز الحاوي على الكادميوم (13,5ملغم كغم$^{-1}$) وصخر الفوسفات (31 ملغم كغم$^{-1}$).

ادت اضافة السماد العضوي الى زيادة تركيز الكادميوم في المجموعين الخضري والجذري لمحصول زهرة الشمس وبنسب زيادة اعلى من التسميد الفوسفاتي . وهذا يعود الى محتواه من الكادميوم فضلا" عن ان صورة الكادميوم في السماد العضوي تكون جاهزة للامتصاص من قبل النبات بسبب طبيعة ارتباط الكادميوم مع المجاميع الفعالة. وان سرعة التجهيز تعتمد على درجة تفاعل التربة (pH) و C/N ratio والمحتوى الرطوبي ونسجة التربة [16;15].اما عن تأثير الخلط بين السماد الفوسفاتي والعضوي في تركيز الكادميوم في محصول زهرة الشمس فيتضح من الشكل 1 (ا و ب) أنه قد تفوق معنويا" على معاملتي السماد الفوسفاتي والسماد العضوي كل على حده وهذا يمكن ان يعزى الى مشاركة كلا السمادين في تجهيز محلول التربة بالكادميوم وهذا انعكس ايجابا" على زيادة تركيز الكادميوم في المجموعين الخضري والجذري لمحصول زهرة الشمس وهذا يتفق مع ما توصلت اليه الحلفي (2012) [13].

كان لنوعية مياه الري المستخدمة تأثير معنوي في تركيز الكادميوم في الجزئين الخضري والجذري لمحصول زهرة الشمس الشكل 1(ا و ب). فقد بلغت معدلات تركيز الكادميوم في المجموع الخضري لمحصول زهرة الشمس لنوعية المياه الاسالة وشط العرب ومياه الصرف الصحي ومياه الصرف الصحي المعالج) (0,56 و1,42 و 3,42 و 3,41 ملغم كغم $^{-1}$ مادة جافة على التوالي وبنسب زيادة قدرها 153,57٪ و 510,71٪ و 508,93٪ ازاء معاملة ماء الاسالة (المقارنة) على التوالي شكل 2 (أ) وبلغت معدلات تركيزه للجزء الجذري 3,70 و 7,06 و 12,12 و 10,13 ملغم كغم $^{-1}$ مادة جافة على التوالي وبنسب زيادة قدرها 90,81٪و227,57٪ و 173,78٪ ازاء معاملة ماء الاسالة على التوالي شكل 2(ب) .





شكل2(أ وب) نسب الزيادة في تركيز الكادميوم للمجموعين الخضري والجذري لمحصول زهرة الشمس.

يتضح من النتائج أن مياه الصرف الصحي غير المعالج والمتمثل بمياه الغطاس قد اعطت اعلى تركيز للكادميوم في المجموع الخضري والجذري لمحصول زهرة الشمس . يعزى السبب في ذلك لاحتواء مياه الصرف الصحي لمحطة المياه في الجامعة تراكيز عالية من العناصر الثقيلة ومنها الكادميوم بسبب تعدد مصادر تلوث المياه (مياه مجاري من النشاط داخل الكليات خاصة العلمية منها ومياه المجاري من السكن الجامعي والاقسام الداخلية) مما انعكس ذلك على تركيزه في داخل النباتات المزروعة , وقد سببت عملية معالجة المياه باستعمال المرشح الرملي الى تقليل الكادميوم بنسب انخفاض قدرها 0,29٪ و16,42٪ للجزء الخضري والجذري لمحصول زهرة الشمس على التوالي . ويمكن تفسير سبب ذلك الى دور الرمل في تكوين الاطار الحيوي (Biofalm)الذي له قابلية امتزاز العناصر الثقيلة [17] . فقد بين [18] Aulenbach and Chen أن لمرشح الرمل القدرة على ازالة 20٪ من عنصر الكادميوم , واكد ان هذه النسبة تقل مع انخفاض الأس الهيدروجيني الى حدود pH =2 . وبينت النتائج أن لمرشح الرمل القدرة على ازالة 20٪ من عنصر الكادميوم لمياه الصرف الصحي لمحطة حمدان الصناعية [19].

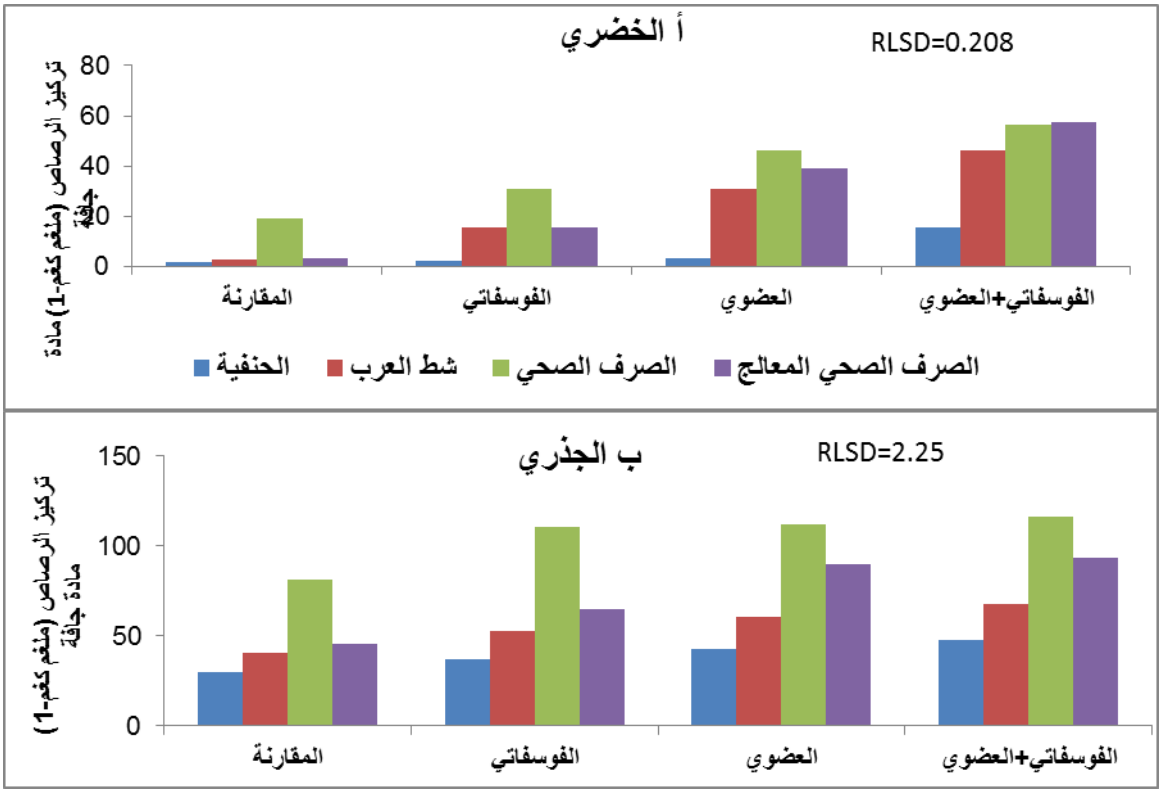
اعطت معاملة التداخل بين السماد الفوسفاتي والعضوي ومياه الصرف الصحي في كل من المجموع الخضري والجذري لمحصول زهرة الشمس اعلى تركيز للكادميوم وبفروق معنوية على بقية المعاملات ويمكن تفسير سبب ذلك الى تجهيز كل من السماد الفوسفاتي والعضوي ومياه الصرف الصحي محلول التربة بالكادميوم لأنها تعد مصدر تلوث التربة والنبات بالكادميوم .لذا لابد من معالجة المياه قبل السقي بها لتقليل مخاطر الكادميوم

وانتقاله عبر السلسلة الغذائية الى الانسان, تتفق هذه

3-1-2 الرصاص

تبين النتائج الموضحة في الشكل 3 (أ و ب) تأثير التسميد الفوسفاتي والعضوي والتداخل بينهما في تركيز الرصاص في المجموعين الخضري والجذري لمحصول زهرة الشمس,اذ بلغت معدلاتها للمجموع الخضري لمحصول زهرة الشمس 16,26 و29,92 النتائج مع ما توصلت اليه الدراسات السابقة [20]

و44,04 ملغم كغم $^{-1}$ مادة جافة على التوالي وللمجموع الجذري 66,27 و76,41 و81,23 ملغم كغم $^{-1}$ مادة جافة على التوالي. وقد تفوق المجموع الجذري على المجموع الخضري بنسب قدرها 307,55٪ و155,38٪ و84,45 ٪ على التوالي .



شكل 2(أ وب) تركيز الرصاص للمجموعين الخضري والجذري لمحصول زهرة الشمس

ومن هنا يتضح أن المحصول له القدرة في تجميع تراكيز عالية من الرصاص في اجزائها الجذرية اي يمكن استعمالها كمحصول له قابلية تقليل خطورة التلوث بالرصاص.وهذا يتفق مع ما توصلت اليه دراسة Olge et al[21] عندما استخدم نبات زهرة الشمس كمؤشر بايولوجي لمدى تلوث التربة بالرصاص, اذ وجد الباحث اختلافات معنوية بين المعاملات التجريبية المعاملة بتراكيز مختلفة من الرصاص مقارنة مع الاوساط غير المعاملة بالرصاص ، كما وجد ان تركيز الرصاص في المجموع الجذري يزداد مع زيادة تركيز الرصاص المضاف وتتفق نتائج الدراسة الحالية مع ما توصل اليه [22] ان نبات زهرة الشمس قادر على تجميع الرصاص في الأوراق والسيقان لذلك يستخدم مخزن او نبات Hyperaccumulater تجميع في المناطق الملوثة اذ يعد نبات زهرة الشمس احدى التقنيات النباتية في ازالة الملوثات من التربة , وتتفق نتائج الدراسة مع ما اكدته [8] حول امتصاص وتراكم الرصاص من محصول زهرة الشمس وقد وجدت ان هنالك تجمعا" عاليا" للرصاص وقد وصل تركيزه في المجموع الخضري والجذري 12,82 و18,67 ملغم كغم$^{-1}$ مادة جافة.

ادت اضافة السماد الفوسفاتي على هيأة سماد السوبر فوسفات المركز الى زيادة تركيز الرصاص في الجزئين الخضري والجذري لمحصول زهرة الشمس تتفق نتائج الدراسة الحالية مع ما توصلت اليه الحلفي (2010) [23] عند تقييم مدى تلوث ترب البصرة بالرصاص وتأثيرها في نمو الذرة الصفراء باستعمال التسميد الفوسفاتي على هيأة سماد السوبر فوسفات المركز اذ سجلت الباحثة تركيز الرصاص في معاملة التسميد الفوسفاتي في المجموعين الخضري والجذري ومقدارها 50,306 و 78,479 ملغم كغم$^{-1}$ مادة جافة على التوالي.وقد عزت السبب في ذلك الى احتواء السماد الفوسفاتي على الرصاص بتركيز 9,1 ملغم كغم$^{-1}$.

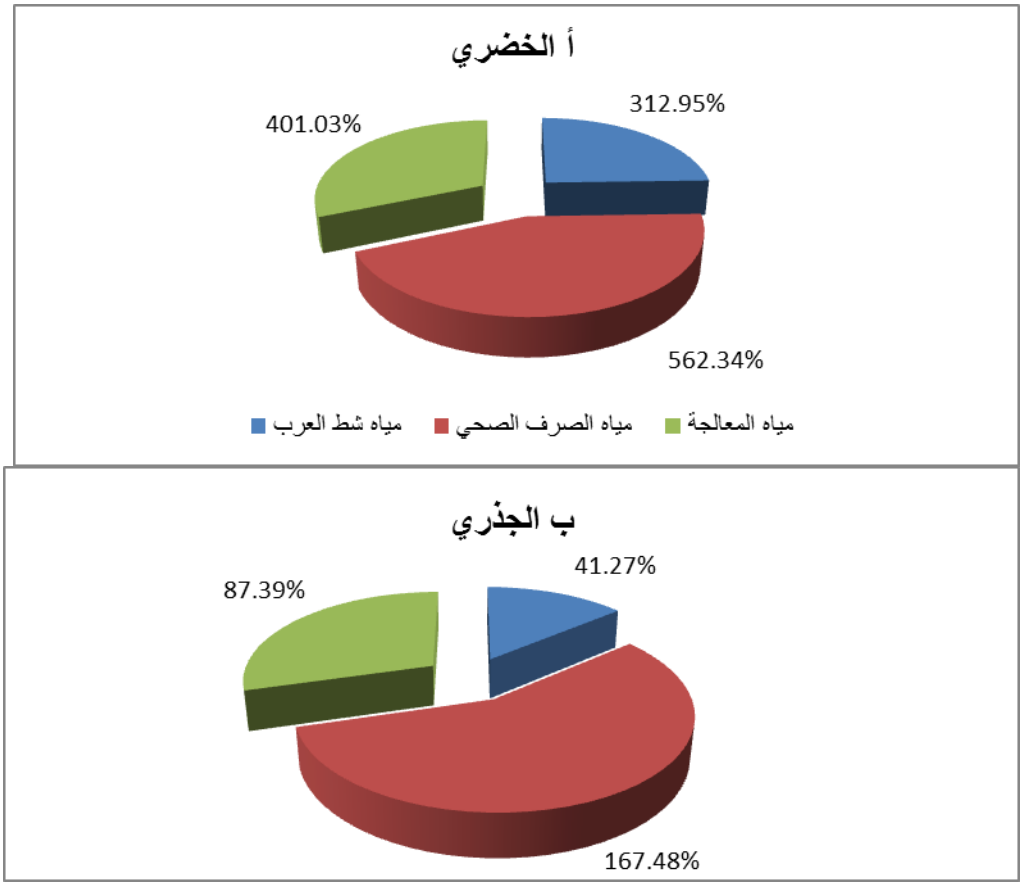
ادت اضافة السماد العضوي الى زيادة تركيز الرصاص في المجموعين الخضري والجذري لمحصول زهرة الشمس وبنسب زيادة اعلى من التسميد الفوسفاتي84,01٪ و 15,38٪ على التوالي. ويمكن تفسير سبب ذلك الى طبيعة تركيب المادة العضوية وما تحتويه على مجاميع فعالةFunctional groups التي تبدي الفة للارتباط مع ايونات الرصاص من خلال اواصر تساهمية [25;24] .فقد اوضح Sauve et al[26] أن لقيمةpH المنخفض تأثيرا" في ارتباط الرصاص وقد ازدادت النسبة الى (80-90) ٪ عند pH قريب من التعادل . وبالرغم من هذه الألفة الأ ان الرصاص المرتبط مع المجموع العضوي للتربة يكون سهل التحرر والانطلاق الى محلول التربة وبذلك تعد المادة العضوية مصدرا" لتزويد النبات بالعناصر المغذية والعناصر الثقيلة وهنا يكون لها دور مزدوج مغذي وسام في الوقت نفسه وهذا يعتمد على كمية المخلفات العضوية المضافة ومصادرها.

تتفق نتائج الدراسة الحالية مع ما توصلت اليه دراسة Kebir and Bouhadjera [27] اذ اشارت نتائجهما الى ان قابلية امتصاص العناصر الثقيلة من النباتات النامية في ترب ملوثة بتلك العناصر تزداد مع استخدام المواد العضوية التي تعمل على زيادة جاهزيتها في التربة ومن ثم زيادة تركيزها في المجموعين الخضري والجذري اذ بلغت تراكيز الرصاص في التربة بين 7,95 الى56,02 ملغم كغم$^{-1}$ تربة جافة وبين3,76 الى 28,76 وبين غير محسوس الى 7,63 ملغم كغم$^{-1}$ مادة جافة للمجموعين الجذري والخضري على التوالي.اما الحلفي[23] فقد اشارت نتائجها ان تركيز الرصاص في معاملة التسميد العضوي وللمجموعين الخضري والجذري بلغت قيمها 53,997 و 83,591 ملغم كغم$^{-1}$ مادة جافة على التوالي. اما دراسة Tang Ye-Tao [28]فقد اشارت الى ان النبات يستطيع تجميع تراكيز عالية من الرصاص في المجموع الخضري تصل الى 2300 ملغم كغم$^{-1}$ مادة جافة.

كان لتأثير الخلط بين السماد الفوسفاتي والعضوي تأثير معنوي في تركيز الرصاص في المجموعين الخضري والجذري لمحصول زهرة الشمس الشكل3 (أ و ب) اذ بلغت معدلاتهما لمحصول زهرة الشمس وللمجموعين الخضري والجذري 44,04و81,23 ملغم كغم $^{-1}$ مادة جافة على التوالي .ويعزى السبب في ذلك الى مساهمة كلا السمادين في زيادة جاهزية الرصاص في التربة مما انعكس ايجابيا" على تركيزه في المحصول وهذا يختلف عما توصلت اليه الحلفي [23] اذ اشارت نتائجها الى ان التداخل بين السمادين الفوسفاتي والعضوي سبب في تقليل تركيز الرصاص في المجموعين الخضري والجذري لمحصول الذرة الصفراء وذلك لأستخدامها حامض الهيوميك الخالي من الملوثات وسبب في عملية الخلب مع الرصاص في حين استخدم في الدراسة الحالية مخلفات حيوانية تحتوي الرصاص.

اشار Barrutia et al [29] انه بالامكان زيادة تجمع العناصر الثقيلة في النباتات غير المجمعة من خلال زيادة نموها وكتلتها الحية بواسطة استعمال المواد العضوية والكيميائية وبذلك تزداد قابليتها على امتصاص العناصر الثقيلة ومن ثم زيادة تركيزها في المجموعين الخضري والجذري للنبات .

كان لنوعية مياه الري المستخدمة في الدراسة تأثير معنوي في تركيز الرصاص في المجموعين الخضري والجذري لمحصول زهرة الشمس الشكل 3(أ و ب) فقد بلغت معدلات تركيز الرصاص في المجموع الخضري لمحصول زهرة الشمس لنوعية المياه (الاسالة وشط العرب ومياه الصرف الصحي ومياه الصرف الصحي المعالج فيزيائيا") 5,79 و 23,91 و 38,35 و 29,01ملغم كغم $^{-1}$ مادة جافة على التوالي وبنسب زيادة قدرها 312,95٪ و 562,34٪ و 401,03٪ ازاء المعاملة المروية بمياه الاسالة (المقارنة) على التوالي شكل 4(أ) وبلغت معدلات تركيز الرصاص للجزء الجذري 39,27 و 55,48 و 105,04 و 73,59ملغم كغم $^{-1}$ مادة جافة على التوالي وبنسب زيادة قدرها 41,27٪و 167,48٪ و 87,39٪ ازاء المعاملة المروية بماء الاسالة على التوالي شكل 4(ب).



شكل 4(أ وب) نسب الزيادة في تركيز الرصاص للمجموعين الخضري والجذري.

ويمكن ترتيب نوعيات المياه حسب تركيز الرصاص في المجموع الجذري بالشكل الاتي

معاملة مياه الصرف الصحي> معاملة مياه الصرف الصحي المعالجة فيزيائيا"<معاملة مياه شط العرب > معاملة مياه الاسالة.

يعزى سبب التدرج في تراكيز الرصاص الى التباين الشديد في التركيب الأيوني للمياه المستعملة في الري من حيث محتواها من المواد العضوية والمواد اللاعضوية المتمثلة في المغذيات والعناصر الثقيلة والسامة.

و يعزى سبب تفوق مياه الصرف الصحي (الغطاس) احتوائها على تراكيز عالية من العناصر الثقيلة ومنها الرصاص التي يكون مصدرها من مياه الغسل او مياه الصرف الصحي لمختبرات الكليات التي تطرح مياهها في تلك المحطة او من مخلفات الأصباغ الناتجة من

الأبنية التي تم انشائها حديثا" في الجامعة. وهذه بجملتها انعكست على تراكيز الرصاص في الأنسجة النباتية لمحصول زهرة الشمس .

سببت عملية معالجة المياه باستعمال المرشح الرملي الى تقليل تركيز الرصاص في مياه الصرف الصحي وبنسب انخفاض قدرها 24,35٪ و29,94٪ للمجموعين الخضري والجذري لمحصول زهرة الشمس على التوالي . ويعزى السبب في ذلك الى دور المرشح الرملي في عملية احتجاز العناصر الثقيلة ومنها الرصاص من خلال تكوين اطار حيوي (Biofalm) [17] فقد توصلت الأميري [19] عند معالجتها لمياه الصرف الصحي لمحطة حمدان باستعمال المرشح الرملي, ان كفاءة المرشح الرملي في ازالة الرصاص قد بلغت 11,92٪ ، في حين وصلت كفاءة ازالة الرصاص في مرشح الرمل + الكربون الفعال الى 100٪ والمستخدم في معالجة الصرف الصحي لمعملي الألبان والمشروبات الغازية في البصرة[30],اما [31] فقد اشار الى أن ازالة العناصر الثقيلة تتم بطريقة الترشيح والترسيب والامتزاز وان المجموع العالق بطبقة من الرمل بهيأة عمود ترشيح , وقد سجل [32] معدل ازالة للرصاص من مياه الصرف الصحي بعد المعالجة بالمرشح الرملي الى 58٪ , وقد وصلت الى 98٪ بعد معالجتها بالوحل النشط (الطين الفعال).

اعطت معاملة التداخل بين السماد الفوسفاتي والعضوي ومياه الصرف الصحي اعلى تركيز للرصاص اذ بلغ 56,69 ملغم كغم$^{-1}$ مادة جافة الشكل 3(ا و ب) وبفارق معنوي وعند مستوى احتمال (0,05)عن بقية المعاملات ويمكن تفسير سبب ذلك الى تجهيز كل من السماد الفوسفاتي والعضوي ومياه الصرف الصحي المتمثلة بمياه الغطاس بتراكيز من الرصاص عملت على تلوث التربة والنبات بالرصاص وقد تشابهت نتائج الدراسة الحالية مع ما توصلت اليه دراسة [33] عند استخدامه لنوعيات مياه مختلفة في الري ومستويات مختلفة من الحمأة ادت الى زيادة تركيز الرصاص الجاهز في التربة ومن ثم زيادة تركيزه في المجموعين الخضري والجذري لمحصول الذرة الصفراء .

اشارت نتائج الدراسة ان استعمال مياه الصرف الصحي عمل على زيادة في تركيز العناصر الثقيلة وكانت نسبة تجمعها في المجموع الجذري اعلى مما هي عليه في المجموع الخضري .تشابهت نتائج الدراسة الحالية مع ما اشارت اليه دراسة [34] عند دراسته لتأثير المغذيات على تجمع الرصاص اذ استعمل الباحثون تراكيز مختلفة من المحلول المغذي (Hogland) اظهرت النتائج انه بزيادة تراكيز المغذيات مثل النتروجين والفسفور والبوتاسيوم ادى الى زيادة نمو النبات ومن ثم زيادة تركيز الرصاص في الانسجة النباتية .

3-2 تقييم تلوث محصول زهرة الشمس والقطن والذرة الصفراء بالعناصر الثقيلة

وضعت العديد من المنظمات العالمية والمؤسسات البحثية الدولية العديد من التصانيف والحدود المسموح بها لتركيز العناصر الثقيلة في اجزاء النبات المختلفة ومن هذه الموسسات او المنظمات WHO/FAO [35-37] وقد اختلفت هذه المؤسسات او المنظمات في المدى المسموح به لتراكيز العناصر الثقيلة داخل النبات اعتمادا" على طبيعة تربها والظروف البيئية المحيطة وسياسات الدول الاقتصادية . هذا مما دعانا الى اختيار تصنيف عالمي واحد اتخذته العديد من الدول هو [35] حرصا" من عدم حصول التباس في التقييم عند اعتماد اكثر من تقييم .

3-2-1 الكادميوم

تبين النتائج الموضحة في الجدول(1) تركيز الكادميوم في المجموعين الخضري والجذري لمحصول زهرة الشمس الذي تراوح بين 0,43 الى 4,71 ملغم كغم$^{-1}$ مادة جافة و2,24 الى 15,72 ملغم كغم$^{-1}$ مادة جافة على التوالي .الذي اختلف مع اختلاف المعاملات السمادية ونوعية مياه الري المستخدمة وقد حددت منظمة

الصحة العالمية [35] الحد المسموح به لتركيز الكادميوم في النبات هو 0,2 ملغم كغم$^{-1}$ مادة جافة وعلى وفق هذا التصنيف فان جميع النباتات ولجميع المعاملات ملوثة بالكادميوم وبما فيها معاملة المقارنة مما يؤكد أن التربة اصلا" ملوثة بالكادميوم . وقد اعطت نباتات زهرة الشمس والمروية بمياه الصرف الصحي والمسمدة بسماد السوبر فوسفات المركز ومخلفات الابقار اعلى نسب تلوث حيث بلغ تركيز للكادميوم في المجموعين الخضري والجذري 4,71 و15,72 ملغم كادميوم كغم$^{-1}$ مادة جافة على التوالي , وقد سببت عملية معالجة مياه الصرف الصحي باستعمال مرشح الرمل في خفض نسب التلوث في داخل النبات لمعاملة المقارنة والسماد الفوسفاتي

3-2-2 الرصاص

تراوح تركيز الرصاص في المجموع الخضري لمحصول زهرة الشمس بين 1,638 الى 57,735 ملغم كغم$^{-1}$ مادة جافة(جدول 1) وعلى وفق تصنيف منظمة الصحة العالمية [35]التي حددت التركيز المسموح به للرصاص في النبات هو 5,0 ملغم كغم$^{-1}$ مادة جافة نجد أن المعاملات المستخدمة قد تباينت في تأثيرها في تلوث المجموع الخضري بالرصاص . فقد اوضحت النتائج عدم تلوث المجموع الخضري بالرصاص لمعاملة المقارنة بدون تسميد والمروية بمياه الاسالة وماء شط العرب ومياه الصرف الصحي المعالج في حين تجاوز تركيز المعاملة نفسهافي الحد المسموح به عند ريها بمياه الصرف الصحي ليصل تركيزه 19,24 ملغم كغم$^{-1}$مادة جافة ليبين تأثير مياه الصرف الصحي في تلوث النباتات عند الري بها بدون معالجة لتتجاوز الحدود المسموح بها , و بينت النتائج أن الري بمياه شط العرب سببت تلوث النباتات بالرصاص قياسا" مع مياه الاسالة ليؤكد تلوث مياه شط العرب بالرصاص من مصادر متعددة تتعلق بالظروف البيئية المحيطة بشط العرب ليصل الى اعلى تركيز للرصاص في المجموع الخضري ولمعاملة التداخل بين التسميد الفوسفاتي والعضوي 46,16 ملغم كغم$^{-1}$ مادة جافة .

والعضوي والتداخل بينهما الى 5,90 ٪ و2,89 ٪ و 6,39٪ و10,83٪ للجزء الخضري و 39,12٪ و13,91٪ و12,74٪ و14,12٪ للجزء الجذري على التوالي . ويتضح من النتائج جدول (1) أن المجموع الجذري اكثر تلوثا" من المجموع الخضري مما يتطلب الامر ازالة جميع الجذور من التربة عند اعدادها للزراعة للمحصول اللاحق حرصا" من عدم تلوث التربة بالكادميوم نتيجة تحلل الجذور وانطلاق الكادميوم الى التربة.نستنتج من هذه الدراسة أن لمحصول زهرة الشمس القابلية العالية في خفض تلوث التربة والنبات وامكانية استخدامه في تنظيف بيئة التربة قبل زراعة محاصيل لاحقة ذات علاقة بتغذية الانسان والحيوان.

اوضحت النتائج أن جميع معاملات التسميد لمياه الصرف الصحي كانت ملوثة بالرصاص وتجاوزت الحد المسموح به لمعاملة المقارنة والتسميد الفوسفاتي والتسميد العضوي والخلط بينهما بمقدار 3,85 و6,22 و 9,27 و11,34 مرة على التوالي . وقد اسهمت المعالجة باستعمال مرشح الرمل في خفض تراكيز الرصاص بنسب 81,68 و49,39 و 15,78 ٪ على التوالي . ولكن بقيت النباتات ملوثة بالرصاص مما يتطلب الامر اجراء معالجات وتقنيات اخرى لاحقة لتقليل الرصاص في النباتات المزروعة و تتفق نتائج الدراسة الحالية مع ما توصلت اليه كل من [19] و[38].

بينت نتائج الدراسة ارتفاع تركيز الرصاص في المجموع الجذري لمحصول زهرة الشمس قياسا" مع المجموع الخضري .اذ تراوح تركيزه بين 30,21 الى 116,033 ملغم كغم$^{-1}$ مادة جافة وعلى وفق تصنيف منظمة الصحة العالمية [35]فان المجموع الجذري لمحصول زهرة الشمس ولجميع المعاملات المستخدمة ملوث بالرصاص بتراكيز عالية جدا" تفوق الحد المسموح به (5 ملغم كغم$^{-1}$مادة جافة) ونجد أن اقل تركيز 30,21 ملغم رصاص كغم$^{-1}$ مادة جافة هو لمعاملة المقارنة بدون تسميد والري بمياه الاسالة قد تجاوز الحد المسموح به بمقدار 6,04 مرة مما يؤكد أن التربة ملوثة اصلا"

بالرصاص وقد تجمع معظمه في المجموع الجذري لمحصول زهرة الشمس ليؤكد قابلية النبات في تنظيف التربة عن طريق امتصاص الرصاص وتجمعه في المجموع الجذري .

الاستنتاجات:-

ان لمحصول زهرة الشمس القابلية على تجميع تراكيز عالية من العناصر الثقيلة ومنها الكادميوم والرصاص ويعد من المحاصيل ذات التجميع العالي Hyper accumulation وفي اجزاءه الخضرية والجذرية وقد تفوق المجموع الجذري في قابلية التجميع على المجموع الخضري .

المصادر

1-Bennett L.E., J.L. Burkhead, K.L.Hale, N. Terry, M. Pilon and E.A. Pilon-Smits (2003) Analysis of transgenic Indian mustard plants for phytoremediation of metal-contaminated mine tailings. J Environ Qual 32:432-40.

2-Ebbs S, M. Lasat, D.J. Brady, J. Cornish, R. Gordon, L.V. Kochian (1997). Phytoextraction of cadmium and zinc from a contaminated soil. J Environ Qual 26:1424-1430.

3- الوهيبي،محمد بن حمد(2007) ظاهرة تراكم العناصر الثقيلة في النبات (مراجعة مختصرة) Saudi Journal of Biological Sciences 14(2): 73-96.

4-Liphadzi M.S. and M.B. Kirkham(2006). Availability and plant uptake of heavy metals in EDTA-assisted phytoremediation of soil and composted biosolids South African Journal of Botany, 72:391-397.

5-Zavoda, J., Cutright, T., Szpak, J., Fallon, E.,(2001) "Uptake, Selectivity, and Inhibition ofHydroponic Treatment of Contaminants," Journal of Environmental Engineering, 127(6): 502-508.

6-Babak M. Z., G. R. Savaghebi-Firozabadi, H. A. Alikhani and H. M. Hosseini(2008). Effect of Sunflower and Amaranthus Culture and Application of Inoculants on Phytoremediation of the Soils Contaminated with Cadmium American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci., 4 (1): 93-103.

7-Jacob, J.R. Hee, C. K, Pichtel ,J(2007).Amendments for field – scale phytotreatment of Pb and Zn from Indiana superfund soil Science and technology 116 Issue 2.

8-Mukhtar S., H. N. Bhatti, M.Khalid, M.A.Ulhaq and S.M.Shahzad (2010).Potaential of sunflower(HeliathusAnnuus L.) for phytoremedation of Nickle (Ni) and Lead (Pb) contaminated water pak. J.Bot.,42(6):4017-4026.

9-Mahmood T. (2010). Phytoextraction of heavy metals – the process and

scope for remediation of contaminated soils Soil & Environ. 29(2): 91-109.

10- الساهوكي ، مدحت مجيد . 2000 . أرشادات في زراعة الذرة الصفراء . مركز إباء للأبحاث الزراعية . بغداد . جمهورية العراق .

11-Gupta ,U.C.(1998).Hand book of Reference Methods for plant Analysis Edited by YashP.Kalra soil and plant Analysis Council,Inc.

12- الراوي, خاشع محمود وعبد العزيز محمد خلف الله (1980).تصميم وتحليل التجارب الزراعية .مطابع مديرية دار الكتب للطباعة والنشر ،جامعة الموصل:488 صفحة.

13- الحلفي, سلوى جمعه فاخر (2012).الاستصلاح الحيوي (phytoremediation) لتر ب ملوثة بالكادميوم تحت تأثير السماد الفوسفاتي وملوحة مياه الري. أطروحة دكتوراه .كلية الزراعة .جامعة البصرة .

14-Williams, C. H. and D. J. David (1973). The effect of superphosphate on the cadmium content of soil and plants. Australian J. of Soil. Res. 11: 43-56.

15-Pereira, M. G. and M. A. Z. Arruda (2003).Vermicompostas a Natural Adsorbent Material: characterization and Potentialities for Cadmium Adsorption. J. Braz. Chem. Soc. 14(1): 39-47.

16-Evans, L. J., S. Boua, D. G. Lumsdon, and D. A. Stanbury (2003). Cadmium adsorption by an organic soil: a comparsion of some humic-metals complexation models. Chemical Speciation and Bioavialability, 15(4). 93-100.

17-Liu, Q. ; K. M. Mamcl, and O. H. Tuovinen (2000). High fat waste water remediation using layered sand filter biofilm system. In: proceeding of the einghth international symposiumon animals, Agricultural and Food proceeding wastes. 242-248. Iowa Nils Road . St. Joseph, Mich. ASAE.

18-Aulenbach, D. B and Y. Chan (1987). Heavy Metals Removal in arapid infiltration sand Column. In: proc. Int. couf. on Heavu Metals in the Environment. New Orleans. September 1: 301 – 303.

19- الأميري، نجلة جبر محمد (2006). تقييم واستصلاح مياه الصرف الصحي باستعمال المرشحات المختلفة وإعادة استخدامها للري. أطروحة دكتوراه، كلية الزراعة، جامعة البصرة.

20-Gholamabbas ,S.,M. Afyuni,S. Mousavi, C .Karim ,K. Abbaspour Brian, K.Richards ,R.Schulin.(2010).Transport of Cd ,Cu,Pb and Zn in Calcarous Soil Under Wheat and Safflower Cultivation – AcolumnStuday.Geoderma 154 :311-320.

21-Olge, K., V. Shestivska, M. Galiova, K.Novotny and J. Kaiser (2009).Sunflower Plants as Bioindicators of Environmental

Pollution with Lead (II) Ions Sensors 2009(9): 5040-5058.

22-Boonyapookana, B., P.Parkplan, S.Techapinyawat, R. D.DeLaune, and A.Jugsujinda, (2005).Phytoaccumulation of lead by sunflower (Helianthus annuus), tobacco (Nicotianatabacum), and vetiver (Vetiveriazizanioides). Journal of Environmental Science and Health A, 40, 117-137.

23- الحلفي ،بيداء علاوي حسن(2010) تقييم تلوث وسلوك الرصاص في بعض ترب مناطق البصرة وتاثيره في نمو الذرة الصفراء (Zea mays L.) عند مستويات مختلفة من التسميد الفوسفاتي والعضوي. اطروحة ماجستير ، كلية الزراعة ، جامعة البصرة.

24-Stevenson, F. J., (1983).Trace metal-organic matter interactions in geologic environments, in Trace Elements in Petrogenesis, Augustithis, S. S., ed., Theophrastus Publ., Athens, 671.

25- حسن، وصال فخري (2007). دراسة جيوكيميائية وهيدروكيميائية لرواسب شط العرب والمياه الملامسة لها. أطروحة دكتوراه، كلية الزراعة، جامعة البصرة.

26-Sauve, S., M. B. McBride, W. A. Norvell, and W. H. Hendershot (1997).Copper solubility and speciation of in situ contaminated soils: effects of copper level, pH, and organic matter, Water Air Soil Pollut.,(100)133.

27-Kebir ,T.andBouhadjera,K(2011).Heavy metal concentration in agricultural soils and accumulation in plants growing near of dumpsite of Ghazaouet(West of AlGeria).International Journal of Current Research 2(2):42-49.

28-Ye-Tao Tang (2009).Lead ,Zinc,Cadmiumhyperaccumulation and growth stimulation in ArabisPaniculataFranch.Environment al and Experimental Botany 66:126-134.

29-Barrutia, O., L. Epelde, J.I. GarcíaPlazaola, C. Garbisu and J.M. Becerril. (2009). Phytoextraction potential of two Rumexacetosa L. accessions collected from metalliferous and nonmetalliferous sites: Effect of fertilization. Chemosphere 74: 259-264.

30- الطعان ، صالح مهدي كريم،(2006).تاثير مخلفات معملي الالبان والمشروبات الغازية في مدينة البصرة على مواصفات مياه فرع الجبيلة وشط العرب ومدى معالجتها.رسالة ماجستير - كلية الزراعة - جامعة البصرة -العراق.

31-Harne ,K.R.(2004).Treatment of domestic wastewater by constructed wetland in tropical conditions. Ph. D. Degree Uni. Of Rookee. India

32-Lester, J.N.(1987b).Heavy metals in waste water and sludge treatment processes .Vol.II.

Treatment and disposal.CRC press,Inc.,Florida,USA,155p.

33- بريسم، ترف هاشم(2006). تأثير مستويات من الحمأة ونوعية مياه الري في سلوكية بعض العناصر في التربة وحاصل الذرة الصفراء .أطروحة دكتوراه .كلية الزراعة .جامعة بغداد.

34-ChangcunLina, , TingchengZhua, Li Liua, Deli Wanga(2010).Influences of major nutrient elements on Pb accumulation of two crops from a Pb-contaminated soil Journal of Hazardous Materials 174: 202-208.

35-WHO/FAO.(2007).Joint FAO/WHO Food Standard Programme Codex Alimentarius Commission 13 th Session.

36-Indian Standard Limit (Awashthi, 2000). Heavy metal contamination of soil and bioaccumulation in vegetables irrigated with treated waste water in the tropical city of Varanasi, India. Toxicological and Environmental Chemistry. Vol. 90.

37-EU.(2006).Commission regulation(EC)No.1881/2006 of 19 December(2006)-Setting maximum levels for certain contaminants in foods tuffs. official Journal of European Union L36.4/5.

38- الخفاجي، بيداء حميد (2012) تأثير الري بمياه الصرف الصحي المعالجة في مدى تلوث التربة تحت مستويات مختلفة من التسميد النتروجيني رسالة ماجستير – كلية الزراعة – جامعة البصرة.

Role Of Bioremedation In Removal of Cadmium and Lead From Soils Fertilized With Phosphorus and Organic Manures and Irrigated With Different Irrigation Source of Water

Dounia K. Kassaf Al-Kazaeh* Hayfaa J. Al-Tamimi**

**Dep. Marine Chemistry /Marine science center / University of Basra*
***Dep. Soil Sciences and Water Resources /College of Agriculture/ University of Basra*

Summary

Field experiment was conducted in the field of college of Agriculture / University of Basra during two seasons , (15/3/2009)by using four sources of irrigation water (tap water, Shatt Al-Arab, wastewater and physical processed wastewater) with two levels of phosphate fertilizer(0, and 120 kg P_2O_5 ha^{-1})as concentrated super phosphate(21.20%P)and two levels of organic fertilizer (0,and 1 ton ha^{-1}) as cow manure, and combinations they were added before planting as bards. All treatments with fertilized with one level of nitrogen (160 kg N ha^{-1})as by using sunflower Helianthus annus L. Iraq flower class , with complete randomized design(irrigation water quality × fertilizer quantity × fertilizer level× replicate) as(4×2×2×3)were 48 unit.After 120 days of planting, plants being harvested and air dried washing , and They oven-dried at a temperature of 65ºC. samples were digested and concentration of Cadmium , Lead were estimated . The roots has been removed from the soil of the field as much as possible and then the samples were taken to estimate the elements after air and oven drying at 65ºC .For the purpose of knowledge ability of sun flower crop in the absorption of heavy metals from soil.Classification was adopted for the purpose of assessing the pollution of shoot and roots of crop depending on their concentrations and the permissible limits. The results were summarized as follows:-1-Irrigation water quality, phosphate and organic fertilizer level and their combinations caused significant differences in concentration of (Cd, Pb) in shoots and roots.2-Depending on the permission level concentration of Cadmium , Lead(0.2,5, mg kg^{-1} dry matter) in plants, the results showed that all the plants were polluted with cadmium including control treatment .Lead element had the same behavior of cadmium Studied results showed that roots for sunflower crop was exceeded the allowable limit of copper in the sample irrigated with wastewater and fertilized with concentrated superphosphate and cow manure.