القدرة التراكمية لنبات الفلفل (*Capsicum annuum L.*) لعنصر الرصاص في تربتي مختلفتي النسجة

حازم عزيز حمزة الربيعي **هادي ياسر عبود الجنابي** **علي أكرم عبد اللطيف**
كلية علوم البيئة / جامعة القاسم الخضراء **كلية الزراعة / جامعة القاسم الخضراء**

الملخص

تم إجراء تجربة بيولوجية في قسم التربة والموارد المائية كلية الزراعة- جامعة القاسم الخضراء في الموسم الصيفي (2014) بهدف معرفة تأثير إضافة مستويات مختلفة من مخلفات المجاري الصلبة (الحمأة) والعناصر الثقيلة (الرصاص والكادميوم) والتداخل بينهما في نبات الفلفل (***Capsicum annuum L.***) في تربتي مختلفتي النسجة ، وتضمنت التجربة البيولوجية (زراعة في أصص بلاستيكية) شملت ثلاثة مستويات من الرصاص بصورة النترات (0 و 234 و 468) ملغم.كغم$^{-1}$ وأربع مستويات من الحماة (0 و 30 و 60 و 90) غم.كغم$^{-1}$ وتربتان مختلفتا النسجة (طينية s_1 ورملية s_2) وزراعة نبات الفلفل صنف (***Capsicum annuum L.***)، واستخدم تصميم – تام التعشية (CRD)، وشملت ثلاث مستويات من الرصاص (Pb) وأربع مستويات من الحمأة وتربتين مختلفتي النسجة وبخمسة مكررات ليصبح عدد الوحدات التجريبية (120) وحدة تجريبية، وبينت النتائج : وجود زيادة معنوية عند إضافة الحمأة بمستوى (90) غم.كغم$^{-1}$ في تركيز الرصاص الكلي والجاهز في تربتي الدراسة الملوثة بالرصاص بمستويات (234 و 468) ملغم.كغم$^{-1}$.اما بالنسبة للمعدل العام لامتصاص النبات لعنصر الرصاص فقد بينت النتائج عند مستوى حمأة (90) غم.كغم$^{-1}$ أعطى أعلى معدل لتراكم العنصر في النبات مع جميع مستويات الإضافة من العنصر الثقيل ولنوعي التربة.

Accumulation ability of the pepper plant (*Capsicum annuum L.*) for lead element in two different texture of soils

Abstract

A biological experiment has been carried out in the Department of Soil and Water Resources the College of Agriculture-AL-Qasim Green University in summer season (2014) in order to identify the effect of adding different levels of soild sewage sludge (sludge) and Pb and the interaction between them in the pepper plant (*Capsicum annuum L.*) in two different texture soils clay soil (s_1) and sand soil (s_2) , a biological experiment involved cultivation in plastic pots included three levels of lead in from of nitrate phase (0 , 234 , 468) mg.kg^{-1} respectively, and four levels of sludge (0 , 30 , 60 , 90) gm.kg^{-1} and two soils (clay s1 and sandy s2) and the cultivation of pepper plant (*Capsicum annuum L.*) , The design CRD was used in the stady, included three levels of pb and four levels of sludge two different texture soils with five replicates bringing the number of experimental units to be (120) unit , results showed: That significant increase when adding the sludge with level (90) gm.kg^{-1} in the overall total and available concentrations of lead in soils of case-study and the presence of a significant increase when adding the sludge with level (90) gm.kg^{-1} to contaminated soil with lead in the concentration of total and available element (234, 468) mg.kg^{-1} .And for the total concentration of element which absorbed by plant the results showed that the highest of lead accumulation in plant was when adding levels (90) gm.kg^{-1} of heavy element (sludge).

المقدمة

تعرف العناصر الثقيلة بأنها العناصر التي تزيد كثافتها عن خمسة أضعاف كثافة الماء (العمر ، 2000) ، أو العناصر التي يزيد وزنها الذري للوزن الذري لعنصر الحديد (59) (Forstner and Wittmann , 1981). يعد عنصر الرصاص من العناصر السامة للإنسان والحيوان والنبات حتى في التراكيز الواطئة هو غير ضروري لنمو النبات والذي يختلف محتواه في أجزاءه بحسب نوع وجزء النبات (Ware and Whitacre,2007)، يستعمل الرصاص في اغلب دول العالم في صناعة بطاريات الرصاص الحامضية و في اللحام والسبائك والمواد الكيمياوية والكيبلات واستعمالات كثيرة بسبب خواصه الفيزيائية والكيميائية وفي الوقت الحاضر يستخدم الرصاص مع البنزين كمحسن للوقود ومضاد للقرقعة (ant-knock) والذي يدخل في تركيب (TEL,TML) رابع

*** البحث مستل من رسالة الماجستير للباحث الثالث**

اثيل اومثيل الرصاص(Kabata and Mukherjee ,.2007). يترسب معظم الرصاص بشكل ثالث فوسفات الرصاص قليلة الذوبان الذي تشكل 90 - 95% من نسبة هذا العنصر التي تدخل الى جسم الإنسان ، ويؤدي التسمم بالرصاص بحدود اعلى من 70 ميكروغرام/100 سم^3 الى الموت لتأثيره على الكثير من العمليات الفسيولوجية في الجسم كذلك يؤثر على الأطفال من خلال تأثيره على خلايا الدماغ وكذلك التخلف العقلي وتشوه الجنين والإسقاط عند الحوامل (البصام،1980).

تعد الحماة مصدر جيد للمادة العضوية والعناصر المغذية النيتروجين (N) والفسفور (P) و البوتاسيوم (K) بالإضافة الى إمكانياتها في تحسين صفات التربة الفيزياوية و الكيمياوية وزيادة خصوبة التربة وتحسين نمو النبات وزيادة إنتاجه (Tsadilas *et al*.,2005) وعلى الرغم من فوائد الحمأة إلا إن الاستعمال الزراعي غير الممنهج لها ولفترات طويلة يؤدي الى أضرار لما تحتويه من عناصر ثقيلة سامة وتدخل هذه العناصر في السلسلة الغذائية الى الإنسان والحيوان (Schutzendubel and Poolo,2002) . بين (Angin and Yaganoglu,2011) إن إضافة مخلفات المجاري الى التربة أدى الى زيادة في محتوى العناصر الثقيلة في التربة والبيئة إذ ما استعملت لفترات طويلة وأكدت دراسة (Patryk *et al*.,2012) حول التأثيرات السمية لحمأة الصرف الصحي على النبات والتربة عند إضافة رواسب الصرف الصحي الى التربة في بداية التجربة تسبب في انخفاض كبير في إنبات البذور ونمو وزيادة طول الجذر وطول النبات . وضحت دراسة (*et al*.,2013 Wolejko) تأثيرات حمأة المجاري وعند خلطها مع التربة وتراكم العناصر الثقيلة فيها بينت النتائج أن قابلية النباتات على امتصاص العناصر الثقيلة الكادميوم والزنك والنحاس أسهل من عنصري الرصاص والنيكل مما يدل على حركتها العالية، ويعكس ذلك سهولة امتصاص هذه المعادن من قبل النباتات. وبين (Naser *et al*.,2014) في دراسته حول عناصر الرصاص و الكادميوم والنيكل وتراكمها في بعض الترب والنباتات الشائعة في المناطق الصناعية في بنغلاديش ، وأظهرت النتائج وجود فروق معنوية في الرصاص و الكادميوم للتربة والنباتات .وبينت دراسة (العزاوي والعرازة،2015) حول تأثير إضافة الحمأة على تراكم بعض العناصر الصغرى في التربة ونمو حاصل نبات الخس حيث وجدت الدراسة أن إضافة الحمأة لم تؤثر على الكادميوم الجاهز في التربة ولكنها أثرت معنويا في جاهزية الرصاص.

ينتمي نبات الفلفل (***Capsicum annuum L.***) الى العائلة الباذنجانية وهو محصول زراعي مهم ليس فقط لأهميته الاقتصادية ولكن لقيمته الغذائية فأنه مصدر مهم للألوان الطبيعية والمركبات المضادة للأكسدة والمهمة لصحة الإنسان ويعد ذا فائدة طبية وأهمية كبيرة لما يحتويه من مركبات طاقة (الكاربوهيدرات و الفيتامينات و الدهون) و يحتوي على فيتامينات مثل A وC المهمين للنمو ويحتوي أيضا على الكالسيوم والفسفور والحديد McCollum,1980;Howerd (*et al*,.2000) يزرع نبات الفلفل في البيوت المحمية الزجاجية والظلة الخشبية والحقول المفتوحة ذات المناخ الدافئ (Kijne,2003) وينمو في مختلف أنواع الترب منها الرملية و المزيجية و المزيجية الطينية ولكن انسب أنواع الترب لزراعة النبات هي المزيجية الرملية الغنية بالمادة العضوية وجيدة الصرف (سعدون والإبراهيمي،2011).

المواد وطرائق العمل

أخذت تربتان مختلفتي النسجة من العمق (0-30 سم) الأولى من حقل في منطقة أبو غرق ذات نسجة طينية ثقيلة (s_1) والثانية من حقول كلية الزراعة - جامعة القاسم الخضراء في محافظة بابل ذات نسجة رملية خفيفة (s_2) جففت التربتين هوائيا وطحنت ومررت من خلال منخل قطر فتحاته (2 ملم) ومزجت جيدا لغرض مجانستها ، وتمّ اخذ عينة مركبة من كل نوع لغرض تقدير بعض الصفات الفيزيائية والكيميائية لتربتي الدراسة قبل الزراعة (راين واخرون,2003)، جدول (1).كما أخذت عينات الحماة من محطة معالجة المياه الثقيلة في المعميرة - محافظة بابل ووضعت في أكياس من البولي اثيلين وأرسلت الى المختبر وجففت العينات هوائيا وطحنت بمطرقة خزفية تلاشياً للتلوث ثم إمرارها بمنخل قطر فتحاته (4 ملم) جمعت العينات ووضعت مرة أخرى في أكياس من البولي اثيلين لتصبح العينات جاهزة للتجربة وتم تقدير بعض الصفات الكميائية للحمأة جدول (2)، لوثت عينات التربتين بتراكيز (0 , 234 , 486) ملغمPb.كغم$^{-1}$تربة للرصاص وخلط بشكل ملح نترات الرصاص [$Pb(NO_3)_2$] وأضيفت الحماة بمستويات (0, 30 , 60 , 90) غم.كغم$^{-1}$ الى عينات التربة وتمت مجانسة العينات بشكل جيد وحضنت العينات في أصص بلاستيكية سعة 1.25 كغم تربة من تاريخ 2014/2/7 ولمدة 120 يوم في الظلة الخشبية مع الترطيب لحد السعة الحقلية، وتم اختيار نبات الفلفل الأمريكي الحار (***Capsicum annuum L.***) لإجراء التجربة.

تصميم التجربة الحيوية:

أجريت تجربة حيوية في قسم التربة كلية الزراعة – جامعة القاسم الخضراء في الموسم الصيفي 2014 في أصص بلاستيكية في الظلة الخشبية باستعمال تربتين مختلفتي النسجة. تصميم التجربتين عاملية CRD تام التعشية شملت على 60 وحدة تجريبية لكل نسجة تربة ضمنها معاملة المقارنة ناتجة من ثلاثة تراكيز من العنصر الثقيل (B) وأربعة مستويات من الحمأة (C) وخمسة مكررات(R) ليصبح عدد الوحدات الكلي 120 وحدة تجريبية وزرعت بنبات الفلفل الأمريكي الحار (***Capsicum annuum L.***) بتاريخ 2014/6/8 الى تاريخ 2014/8/10 ، مدة التجربة كانت من تاريخ 2014/2/7 الى تاريخ 2014/8/10.

الإجراءات والتحليلات المختبرية

أخذت عينات الترب قبل الزراعة بعد فترة تحضين العينات على عمق (5 سم) من الأصص وأرسلت الى المختبر لغرض إجراء التحليلات المطلوبة. بعد إنهاء التجربة أخذت العينات النباتية لغرض تقدير عنصر الرصاص.

التجزئة الكيميائية *Single chemical Fractionation*

تم تجزئة الصور الكيميائية لعنصري الرصاص وفقا لطريقة (Badri and Aston, 1983; Ismail and Ramli, 1997) إذ جزئت صور العنصر الثقيل الى الصورة الكلية والصورة الجاهزة (الذائب والمتبادل) وكالاتي:

صورة الرصاص الكلية:

تم تقدير عنصري الرصاص وذلك بأخذ غرام واحد من عينة التربة المجففة هوائيا والمنخولة بمنخل قطر فتحاته (2

ملم) ووضعها في قنينة من البايركس سعة 250 مل . بعد ذلك يتم اضافة 5 مل من حامض النتريك (HNO_3) لمدة 24 ساعة وبعد ذلك وضعت العينات على صفيحة ساخنة بدرجة حرارة 80 م° لمدة ساعة بعدها تبرد العينات هوائيا لمدة من الزمن ثم تم إضافة 5 مل من حامض البيروكلوريك ($HCIO_4$) على درجة حرارة 180 م° لمدة من 2 الى 3 ساعة على صفيحة ساخنة حتى يتحول اللون من البني الغامق الى رائق عديم اللون، ثم رشح الرائق بورق ترشيح Whatman No.42 ثم اكمل الحجم الى 10 مل بعدها تصبح العينات جاهزة لقياس عنصر الرصاص بواسطة جهاز الامتصاص الذري Atomic Absorption Spectrophotometer نوع (AA-7000 Shimadzu) ياباني المنشاء.

صورة الرصاص الجاهزة (الذائب والمتبادل) :

وذلك بأخذ 5 غرام تربة مضاف لها 25 مل من خلات الامونيوم 1 مولاري ذات7 pH ثم وضعت على جهاز الرج لمدة 2 ساعة ثم يرشح بواسطة ورق رشحت Whatman No.42 ثم اكمل الحجم الى 30 مل بالماء المقطر.

تقدير الرصاص في النبات :

هضمت العينات النباتية (جذر والساق والأوراق) بعد تجفيفها على درجة حرارة (80)م° وذلك بإضافة 2.5 مل من حامض النتريك (HNO_3) الى 0.5 غم من العينة النباتية لمدة 24 ساعة وبعد ذلك وضعت على درجة حرارة 80 م° لمدة ساعة على صفيحة حرارية بعدها يبرد هوائيا لمدة من الزمن ثم أضيف 2.5 مل من حامض البيروكلوريك ($HCIO_4$) على درجة حرارة 180 م° لمدة من 2 الى 3 ساعة على صفيحة ساخنة حتى يتحول اللون من البني الغامق الى رائق عديم اللون، ثم رشحت العينات بورق ترشيح Whatman No.42 ثم أكمل الحجم الى 10 مل بعدها قيس عنصر الرصاص بواسطة جهاز طيف الامتصاص الذري (Jones,2001).

جدول (1) يوضح خصائص الفيزيائية والكيميائية لترب الدراسة:

الصفة		وحدة القياس	القيمة	
			تربة طينية (عجينة مشبعة)	تربة رملية (1:1)
الأيصالية الكهربائية EC		ديسي سيمنز . م$^{-1}$	2.6	1.06
درجة التفاعل pH		—	7.8	7.9
الأيونات الذائبة	الكالسيوم Ca	ملي مكافئ لتر$^{-1}$	10.4	4
	المغنيسيوم Mg		9.4	3.4
	الصوديوم Na		6.99	5.521
	البوتاسيوم k		0.28	0.17
	الكلوريد Cl		3.6	2.6
	الكاربونات CO_3		Nil	Nil
	البيكاربونات HCO_3		5.6	3.8
	الكبريتات SO_4		16.8	4.2
مكافئ كاربونات الكالسيوم $CaCO_3$		غم كغم$^{-1}$ تربة	39.7	18.7
المادة العضوية		غم كغم$^{-1}$ تربة	9.3	4.18
السعة التبادلية الكاتيونيه		سنتي مول شحنة . كغم$^{-1}$ تربة	14.45	2.12
الرصاص الكليPb		ملغم . كغم$^{-1}$ تربة	5.8	3.64
الطين		غم . كغم$^{-1}$ تربة	42.25	4.75
الغرين		غم . كغم$^{-1}$ تربة	23	1.50
الرمل		غم . كغم$^{-1}$ تربة	34.75	93.75
النسجة			طينية	رملية

جدول (2) يوضح بعض الخصائص الكيميائية للحمأة المستعملة في التجربة

الصفة		وحدة القياس	القيمة
EC (1:5)		ديسيسمنز.م$^{-1}$	3.4
PH (1:5)		———	6.93
الايونات الذائبة	Ca	ملي مكافئ.لتر$^{-1}$	19.3
	Mg		29.7
	Na		13.7
	K		0.98
	Cl		14.9
	SO_4		40.3
	HCO_3		6.6
	CO_3		Nil
المادة العضوية		غم.كغم$^{-1}$	364.28
السعة التبادلية الكاتيونية		سنتي مول شحنة.كغم$^{-1}$ تربة	34.44
مكافئ كاربونات الكالسيوم $CaCO_3$		غم كغم$^{-1}$	160
الرصاص الكلي Pb		ملغم.كغم$^{-1}$	110.06

نسبة التخفيف (1:5) (ماء : حمأة)

النتائج والمناقشة

تشير نتائج التحليل الإحصائي جدول (3) الى وجود تأثير معنوي عند مستوى 0.05 لعامل النسجة فقد أعطت التربة الرملية أعلى قيمة بالنسبة للرصاص الكلي والتي بلغت (237.50) ملغم.كغم$^{-1}$ مقارنة بالتربة الطينية التي كانت قيمتها (227.14) ملغم.كغم$^{-1}$ وذلك لان التربة الرملية ذات نفاذية عالية وسهولة حدوث عملية الغسل للعناصر فيها أثناء فترة عملية التحضين إذ انتقل العنصر من الطبقات العليا الى الطبقات السفلى أثناء عملية السقي وهذا يتفق مع (Phillip,1999) . ويلاحظ من نتائج التحليل الإحصائي تأثير معنوي عند مستوى 5% عند إضافة الرصاص الى التربة إذ كان معدل الرصاص الكلي (226.47 و468) ملغم.كغم$^{-1}$ لمستويات الإضافة (468 و234) ملغم.كغم$^{-1}$ على التوالي قياسا مع معاملة المقارنة التي كانت قيمتها (11.25) ملغم.كغم$^{-1}$ إذ أن زيادة الرصاص الكلي للتربة هي نتيجة طبيعية بسبب إضافة تراكيز عالية من الرصاص الى التربة.اما عن تأثير مستويات الحمأة في قيم تراكيز الرصاص الكلي يلاحظ وجود زيادة في قيم الرصاص الكلي مع زيادة مستويات الحمأة إذ ارتفعت قيم الرصاص الكلي من (223.77) ملغم.كغم$^{-1}$ لمعاملة المقارنة الى (229.94) ملغم.كغم$^{-1}$ عند المستوى الأول من مخلفات الحمأة وأصبحت (235.71) ملغم.كغم$^{-1}$ عند المستوى الثاني و (239.86) ملغم.كغم$^{-1}$ عند المستوى الثالث وان هناك زيادة معنوية في زيادة قيم تراكيز الرصاص الكلي مع زيادة مستويات الحمأة وهذه الزيادة قد تعزى الى احتواء الحماة على تراكيز عالية من عنصر الرصاص وهذه (Wolejko *et al.*,2013). وضح (بريسم ،2006) إن إضافة الحمأة للتربة كان لها تأثير معنوي في زيادة كمية الرصاص الكلي في التربة حيث كانت نسبة زيادة الرصاص(133% و 340% و 453%) ولمستويات الحماة (50 و 75 و 100) طن.ه$^{-1}$ وهذا يؤكد على محتوى الحمأة العالي من عنصر الرصاص .أما بالنسبة لتأثير تداخل مستويات الحمأة المضافة مع مستويات تراكيز الرصاص يلاحظ وجود زيادة في قيم الرصاص الكلي مع زيادة مستويات الإضافة فقد أعطى المستوى الثالث من الحمأة المضافة مع المستوى الثاني من الرصاص أعلى قيمة للرصاص الكلي والتي بلغت (470.00) ملغم.كغم$^{-1}$ قياسا مع معاملة المقارنة والتي كانت (4.72) ملغم.كغم$^{-1}$ وهذه النتيجة طبيعية لزيادة تركيز العنصر في مستويات الحمأة المضافة مع مستويات تراكيز الرصاص المضافة أيضا.

يتبين من الجدول (4) إن لنسجة التربة تأثير معنوى عند مستوى 0.05 في الرصاص الجاهز في التربة فقد بلغت أعلى تركيز للرصاص الجاهز في التربة الرملية والتي كانت (21.27) ملغم.كغم$^{-1}$ بينما أعطت التربة الطينية اقل قيمة والتي بلغت (18.61) ملغم.كغم$^{-1}$ إن زيادة الرصاص الجاهز في التربة الرملية قد يعود الى فقر التربة الرملية لمعادن الطين والمادة العضوية وكاربونات الكالسيوم وتعمل هذه المكونات على مسك العنصر وتقليل من جاهزيته في التربة مما أدى الى زيادة تركيزه الجاهز في التربة الرملية وهذا يتفق مع (الحلفي،2010) نسبة الرصاص الجاهز في التربة الرملية متفاوتة حسب احتوائها على المادة العضوية وقربها من مصادر التلوث ووجد (Jin *et al.*,2005) إن الرصاص الجاهز في

أعماق تربة (0-20) سم لسبعة عشرا موقعاً في الصين كان بين (0.06 – 8.12) ملغم.كغم$^{-1}$ وقد عُزيَ ذلك الى محتوى هذه الترب من الرصاص الكلي والمادة العضوية .ووجد (*et* Aikpokpodion *al*.,2012) إن الرصاص الجاهز المستخلص في موقع بودوا في نيجيريا النسبة المئوية (للرمل 79.23%) والسعة التبادلية الكاتيونية (6.4) ملي مكافئ.100غم$^{-1}$ تربة إذ بلغ معدل تركيز الرصاص المستخلص (19.35) ملغم.كغم$^{-1}$ وبلغ معدل تركيز الرصاص المستخلص الجاهز في موقع بانج بوي2 (22.58) ملغم.كغم$^{-1}$ وكانت نسبة للرمل (72%) والسعة التبادلية الكاتيونية (4.81) ملي مكافئ.100غم$^{-1}$ تربة. وبينت النتائج إن إضافة الرصاص تأثير معنوي بزيادة معدل تراكيز الرصاص الجاهز في التربة مع مستويات إضافة الرصاص (234 و 468) ملغم.كغم$^{-1}$ والتي كانت قيمها(19.46 و 39.43) ملغم.كغم$^{-1}$ ولمستويات الإضافة على التوالي قياسا بمعاملة المقارنة التي بلغت قيمتها (0.93) ملغم.كغم$^{-1}$ وهذه النتيجة تتماشى مع زيادة تراكيز الرصاص الجاهزة مع زيادة مستويات الإضافة. اما بالنسبة لتأثير مستويات الحمأة المضافة فقد يلاحظ من النتائج هناك زيادة في قيم الرصاص الجاهز بزيادة مستويات الحمأة المضافة وكانت هذه الزيادة معنوية ولجميع مستويات الحماة المضافة (30 و60 و90) غم.كغم$^{-1}$ وكانت القيم (19.22و 20.6 و22.17) ملغم.كغم$^{-1}$ لمستويات الإضافة على التوالي قياسا بمعاملة المقارنة التي كانت قيمتها (17.70) ملغم.كغم$^{-1}$ إذ إن زيادة تراكيز الرصاص الجاهز في التربة مع زيادة مستويات المخلفات المضافة قد يعزى ذلك الى محتوى الحمأة من الرصاص والى إنتاج أحماض عضوية بعد تحللها تؤدي الى خفض درجة التفاعل وتزيد من جاهزية العنصر في التربة وهذا يتفق مع (Araújo *et al*.,2013).وكما بين (عريبي ،2014) عند إضافة المخلفات مجاري الصلبة (الحمأة) بمستويات(20 و 40 و80) طن.هكتار$^{-1}$ أدت الى زيادة معدل الرصاص الجاهز في التربة بنسبة (95% و 115% و 145%) على التوالي قياسا مع معاملة المقارنة وقد يعزى السبب في ذلك الى المحتوى العالي من الرصاص في الحمأة.اما عن تأثير التداخل بين مستويات الحمأة مع تراكيز الرصاص المضافة فقد بينت النتائج الى وجود تأثير معنوي في قيم الرصاص الجاهز وكانت القيم تزداد بزيادة مستويات الإضافة فقد حصلت أعلى قيمة للرصاص الجاهز عند معاملة التداخل للمستوى الثالث من الحمأة مع المستوى الثاني من الرصاص والتي بلغت (43.61) ملغم.كغم$^{-1}$وقد يعود سبب ذلك الى التراكيز الجاهزة من هذا العنصر في المخلفات المضافة مع مستويات إضافة العنصر مما أدى الى زيادة تركيزه الجاهز في التربة.

جدول(3) تراكيز الرصاص الكلي (ملغم.كغم$^{-1}$) في تربتي الدراسة قبل الزراعة.

التربة	**التداخل بين S x Pb**	مستوى الحمأة (غم.كغم$^{-1}$)				رصاص ملغم.كغم$^{-1}$	التربة
		90	**60**	**30**	**0**		**S**
227.14	10.92	15.35	12.94	9.58	5.80	**0**	طينية **S1**
	215.92	220.35	217.94	214.50	210.80	**234**	
	454.59	466.27	456.72	449.58	445.80	**468**	
237.50	11.59	18.24	13.66	10.82	3.64	**0**	رملية **S2**
	237.03	245.23	241.84	233.35	227.68	**234**	
	463.87	473.73	471.13	461.74	448.88	**468**	
LSD S =0.75	**LSD S x Pb =1.3**	**LSD للتداخل بين S x Pb x Sewage Sludge =2.61**				**L.S.D 0.05**	
						التداخل بين S x Sewage Sludge	
LSD S X Sewage Sludge =1.50		233.99	229.20	224.58	220.80	طينية	
		245.73	242.21	235.30	226.73	رملية	
الرصاص		**التداخل بين Pb × Sewage Sludge**					
		90	**60**	**30**	**0**	مستوى الحمأة	
11.25		16.80	13.30	10.20	4.72	**0**	تركيز الرصاص **ملغم.كغم$^{-1}$**
226.47		232.79	229.89	223.97	219.24	**234**	
459.23		470.00	463.93	455.66	447.34	**468**	
LSD Pb =0.92		LSD Pb x Sewage Sludge =1.84				**LSD 0.05**	
LSD = 1.06		239.86	235.71	229.94	223.77	الحمأة	

جدول(4) تراكيز الرصاص الجاهز (الذائب و المتبادل) (ملغم.كغم$^{-1}$) في تربتي الدراسة قبل الزراعة.

التربة S	رصاص ملغم.كغم$^{-1}$	مستوى الحمأة (غم.كغم$^{-1}$) 0	30	60	90	التداخل بين S x Pb	التربة
طينية S1	**0**	0.41	0.71	0.98	1.23	0.83	18.61
	234	15.81	16.74	17.43	19.61	17.40	
	468	34.33	35.52	38.82	41.73	37.60	
رملية S2	**0**	0.31	0.94	1.23	1.66	1.04	21.27
	234	19.74	20.77	22.25	23.30	21.52	
	468	35.58	40.63	43.34	45.48	41.26	
L.S.D 0.05		**LSD للتداخل بين S x Pb x Sewage Sludge =0.72**				**LSD S x Pb =0.36**	**LSD S =0.21**
التداخل بين S x Sewage Sludge							
طينية		16.85	17.66	19.08	20.86	**LSD S X Sewage Sludge =0.41**	
رملية		18.54	20.78	22.27	23.48		

الرصاص	التداخل بين Pb × Sewage Sludge				
	مستوى الحمأة	0	30	60	90
تركيز الرصاص **ملغم.كغم$^{-1}$**	**0**	0.36	0.83	1.11	1.45	0.93
	234	17.78	18.76	19.84	21.46	19.46
	468	34.95	38.08	41.08	43.61	39.43
LSD 0.05		**LSD Pb x Sewage Sludge =0.51**				**LSD Pb =0.25**
الحمأة		17.70	19.22	20.68	22.17	**LSD = 0.29**

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي جدول (5) زيادة معنوية في معدل الامتصاص العام وتراكم عنصر الرصاص من قبل النبات ، إن لنسجة التربة تأثير معنوي عند مستوى 0.05 بزيادة تركيز الرصاص في النبات عند التربة الطينية، وبلغ تركيز الرصاص في النبات عند الترب الطينية (75.86) ملغم.كغم$^{-1}$ بينما بلغ تركيزه في التربة الرملية (35.26) ملغم.كغم$^{-1}$ وكان معدل تراكم العنصر في الأنسجة النباتية (جذر والساق والورقة) في التربة الطينية أعلى بمقارنته مع التربة الرملية والسبب قد يعود الى إن التربة الطينية تكون ناعمة النسجة ومحتواها عالي من المادة العضوية والسعة التبادلية الكاتيونية وبالتالي قابليتها العالية على تجهيز العناصر للنبات إضافة الى قابليتها على الاحتفاظ بالماء التي تساعد جذور النبات على امتصاص اكبر كمية من الرصاص ونقله الى الأجزاء النباتية الأخرى منها الساق والأوراق مقارنة مع التربة خشنة النسجة وهذا يتفق مع (Lajos,2011).كما أوضحت نتائج التحليل الإحصائي إن إضافة الرصاص بمستويات (234 و 468) ملغم.كغم$^{-1}$ أدى الى زيادة معنوية في محتوى الرصاص في نسيج النبات (59.89 و103.40) ملغم.كغم$^{-1}$ لمستويات الرصاص المضافة على التوالي .إن تأثير إضافة الرصاص أدى الى تركيزه في النبات إذ وجد (Vassilev,2003) إن إضافة العناصر الثقيلة الى وسط نمو النباتات أدى الى تغير نفاذية أغشية خلايا النبات وبالتالي تأثيره على نظام النقل ألايوني وقد يعود الى الضرر الحاصل في الجذور بسبب وجود العناصر الثقيلة الذي يؤدي الى حدوث عملية استرجاع للعناصر المغذية من الجذر الى محلول التربة نتيجة لفقدان الغشاء البلازمي وظيفته (Sheldon and Menzies,2004) بالإضافة الى تأثيره المباشر على عملية امتصاص وانتقال العناصر المغذية قي النبات والنقل ألشعاعي داخل النبات (Kopittke and Menzies,2006) وهذا يتفق ما توصل إليه (Ahmed and Bouhadjera,2013) في دراسته حول تأثير تلوث التربة بعنصر الكادميوم والرصاص على إنتاج وجودة نبات الفلفل (***Capsicum annuum*** *L.*) حيث أظهرت النتائج الى إمكانية نبات الفلفل في امتصاص العناصر الثقيلة وتراكمها في أنسجة الجذر والساق والأوراق ولمواسم مختلفة من السنة إذ إن تركيز الرصاص لموسم الخريف في أجزاء النبات (31.46) ملغم.كغم$^{-1}$ ولموسم الصيف كان معدل تركيز العنصر (57.31) ملغم.كغم$^{-1}$ ولموسم الربيع (46.41) ملغم.كغم$^{-1}$. وبينت دراسة (Naser *et al*.,2014) حول نبات الفلفل (***Capsicum annuum*** *L.*) بمنطقة ملوثة بشكل مباشر بالعناصر الثقيلة إذ كان معدل الرصاص في التربة (22.2) ملغم.كغم$^{-1}$ ومعدل الامتصاص العام للنبات (5.55) ملغم.كغم$^{-1}$. وأكد (Roberts *et al*, 1974) بأن الرصاص له قابلية تراكمية عالية في الأنسجة النباتية وتم تسجيل أعلى كمية تراكمية للعنصر في

أوراق الخضروات وبخاصة نبات الخس التي تنمو في بيئة ملوثة أو معرضة للتلوث حيث وصلت الى 0.15% من الوزن الجاف ،ان لإضافة الحمأة تأثير معنوي في زيادة تركيز الرصاص في النبات ولمستويات الإضافة قياسا إلى معاملة المقارنة وكانت معدل الرصاص (52.03 و 57.77 و 62.27) ملغم.كغم$^{-1}$ والمستويات الحمأة المضافة (30 و60 و90) غم.كغم$^{-1}$ على التوالي قياسا إلى معاملة المقارنة (50.18) ملغم.كغم$^{-1}$ وبالنسبة لإضافة الحمأة وأثرها على تراكم الرصاص في الأجزاء النباتية للفلفل فقد أظهرت النتائج وجود فروق معنوي لمستويات إضافة الحمأة (30 و60 و90) غم.كغم$^{-1}$ وتفوق مستوى الإضافة 90 غم.كغم$^{-1}$ معنويا في زيادة تركيز الرصاص في الأجزاء النباتية وقد يعزى السبب في ذلك محتوى الحمأة العالي من عنصر الرصاص الكلي والجاهز وهذا يتفق مع (عزيز،1995) الذي بين إن إضافة مخلفات المجاري الصلبة الى التربة أدت الى حصول زيادة معنوية تحت مستوى 0.01 في الرصاص الكلي والجاهز في التربة وكذلك حدوث زيادة عالية المعنوية لمحتوى النسيج النباتي من الرصاص عند معاملتها بمخلفات المجاري الصلبة حيث وجد معدل تركيز الرصاص (24.21) غم.كغم$^{-1}$. وأوضحت (العبيدي،2015) وجود زيادة معنوية عند إضافة الحمأة مع مياه الخلط الى التربة أدى الى زيادة تركيز الرصاص في النبات مقارنة مع المعاملات الأخرى. اما عن تأثير التداخل بين الحمأة والرصاص وتأثيرهما في تركيز الرصاص في النبات فقد بينت نتائج التحليل الإحصائي إلى وجود زيادة في تراكيز الرصاص بزيادة مستوى الحمأة المضافة فقد أعطى المستوى الثالث من الحماة مع المستوى الثاني من الرصاص أعلى قيمة التي بلغت (114.27) ملغم.كغم$^{-1}$ قياسا إلى معاملة المقارنة (1.17) ملغم.كغم$^{-1}$. اما عن تأثير التداخل بين الحمأة والرصاص وتأثيرهما في تركيز الرصاص ومعدل الامتصاص العام للنبات فقد بينت نتائج التحليل الإحصائي إلى زيادة تراكيز الرصاص بزيادة مستوى الحمأة المضافة وهذه النتيجة طبيعية لزيادة تركيز العنصر في مستويات الحمأة المضافة مع مستويات تراكيز الرصاص المضافة أيضا . ويمتاز عنصر الرصاص بقابلية طرح جزء كبير منه عن طريق السطح الخارجي للأوراق والثمار وبالتالي فأن الغسل الجيد للخضروات يؤدي الى إزالة جزء كبير من الرصاص الممتص من التربة (Ogunyemi *et al*.,2004 ;Gary,1986) أن ارتفاع تراكيز العناصر الثقيلة نتيجة إضافة الأسمدة الفوسفاتية أو العضوية أو مخلفات المجاري تؤدي الى تراكم في نسيج النبات كما إن المخاطر السمية الناتجة من تراكم هذه العناصر لا تؤثر تأثيرا واضحا على النبات إلا في حالات قليلة ولكن تأثيرها الأكبر على صحة الإنسان الذي يتغذى على هذه النباتات ، وأوضحت منظمة الغذاء العالمي ومنظمة الصحة العالمية قيم كحد لمستوى السمية في الغذاء (Pb=2) ملغم.كغم$^{-1}$ وزن جاف (Singh,2001 ; Lone *et al*.,2003).

جدول (5) تراكم الرصاص (ملغم.كغم$^{-1}$) في نبات الفلفل في تربتي الدراسة بعد الزراعة.

التربة S	رصاص ملغم.كغم$^{-1}$	مستوى الحمأة (غم.كغم$^{-1}$) 0	30	60	90	التداخل بين S x Pb	التربة
طينية S1	**0**	1.53	2.82	4.03	5.34	3.43	**75.86**
	234	73.10	74.23	82.86	91.31	80.38	
	468	138.63	139.36	145.05	152.03	143.77	
رملية S2	**0**	0.80	2.65	3.80	6.26	3.38	35.26
	234	34.62	35.82	44.82	42.19	39.36	
	468	52.38	57.28	66.06	76.46	63.05	
L.S.D 0.05		**LSD للتداخل بين S x Pb x Sewage Sludge =4.89**				**LSD S x Pb =2.45**	**LSD S =1.41**
التداخل بين S x Sewage Sludge							
طينية		71.09	72.14	77.31	82.89	**LSD S X Sewage Sludge =2.83**	
رملية		29.27	31.9	38.23	41.64		
مستوى الحمأة		**التداخل بين Pb × Sewage Sludge** 0	30	60	90	الرصاص	
تركيز الرصاص **ملغم.كغم$^{-1}$**	**0**	1.17	2.74	3.92	5.80	3.40	
	234	53.86	55.03	63.84	66.75	59.87	
	468	95.50	98.32	105.55	114.24	103.40	
LSD 0.05		**LSD Pb x Sewage Sludge =3.46**				**LSD Pb =1.73**	
الحمأة		50.18	52.03	57.77	62.27	**LSD =2.00**	

المصادر العربية

العمر ، مثنى عبد الرزاق (2000) . التلوث البيئي ، دار وائل للنشر ، عمان - الأردن .

البصام، خلدون وعبد الكريم ، ارسيني 1980 .التلوث بعنصر الرصاص في مدينة بغداد دراسة استطلاعية مجلة البيئة والتنمية العدد الاول-السنة الاولى.

الحلفـي،بيداء علاوي حسن،2010. التلوث بالرصاص لترب بعض مناطق البصرة وسلوكه الكيميائي تحت مستويات من التسميد الفوسفاتي والعضوي.رسالة ماجستير،كلية الزراعة - جامعة البصرة.

العبيدي،حمدية شهاب احمد،2015.تاثير اسلوب الري ونوعية المياه واضافة الحماة على ملوحة التربة ومؤشرات النمو وحاصل الذرة الصفراء.اطروحة دكتوراه، كلية الزراعة- جامعة بغداد.

العزاوي،كاظم مكي ناصر و العرازة،احمد عبد الوهاب،2015.تأثير اضافة الخمأة في تراكم بعض العناصر الصغرى في التربة ونمة وحاصل نبات الخس.مجلة ديالى للعلوم الزراعية،7(1):44-54.

بريسم ، ترف هاشم .2006 تأثير الحمأة ونوعية مياه الري في بعض الخصائص الكيميائية للتربة ونمو نبات الذرة الصفراء أطروحة دكتوراه– كلية الزراعة – جامعة بغداد .

راين، جون ،جورج اسطفان و عبد الرشيد .(2003). تحليل التربة والنبات – دليل مختبري. المركز الدولي للبحوث الزراعية في المناطق الجافة ،حلب- سورية.

سعدون،سعدون عبد الهادي و الإبراهيمي،عبد الجواد عبد الزهرة كيطان ،2011 تأثير نوع المخلفات العضوية والرش بالبورون والمحلول السكري في نمو وحاصل الفلفل المزروع في البيوت البلاستكية.مجلة الفرات للعلوم الزراعية 3(1):1-10.

عريبي،مصطفى هادي كريم،2014. تأثير الحمأة والري بالمياه المالحة في نمو وحاصل الحنطة وجاهزية بعض ألعناصر ألثقيلة.رسالة ماجستير،كلية الزراعة-جامعة بابل.

عزيز،أحمد محمد.1995. تأثير بعض المعادن الثقيلة في الحمأة والنفايات المياه الجافة على نمو الخس وتلوث التربة.أطروحة دكتوراه، كلية الزراعة-جامعة بغداد.

المصادر الاجنبية

Ahmed, A. Baba and K. Bouhadjera,2013 Seasonal Variation in Metal Accumulation in Pepper (*Capsicum annuum*) and Soils. Middle-East Journal of Scientific Research 15 (11): 1521-1527.

Angin and A.V. Yaganoglu. 2011. Effects of Sewage Sludge Application on Some Physical and Chemical Properties of A Soil Affected by Wind Erosion. *J. Agr. Sci. Tech*. 13 : 757-768.

Araújo, Ademir Sérgio Ferreira, Silva, Maria Dorotéia Marçal , Leite, Luiz Fernando Carvalho, Araujo, Fabio Fernando de and Dias, Nildo da Silva,2013. Soil pH, electric conductivity and organic matter after three years of consecutive amendment of composted tannery sludge. African Journal of Agricultural, Vol.8(14),pp. 1204-1208, April 2013DOI: 10.5897 / AJAR 2013. 7016.

Badri MA, Aston SR. Observations on heavy metal geochemical associations in polluted and non-polluted estuarine sediments. Environmental Pollution Series B, Chemical and Physical 1983; 6: 181-93.

Brännvall M-L, Bindler R, Renberg I, Emteryrd O, Bartnicki J, Billström K (1999) The medieval metal industry was the cradle of modern large-scale atmospheric lead pollution in northern Europe. Environ Sci Technol 33:4391–4395.

Forstner, U., and Wittmann, G.T.W.(1981). "Metal Pollution in the aquatic Environment" ,2nd , edition, Springer-Verlag. New York 486 pp.

Gary, D. Christion (1986). Analytical chemistry, John Wiley and sons, chap. 15.

Howard L.R., Talcott S.T., Brenes C.H., Villalon B., 2000. Changes in phytochemical and antioxidant activity of selected pepper cultivars (*Capsicum* species) as infuenced by maturity.J. Agric. Food. Chem. 48, 1713-1720.

Ismail A, Ramli R. Trace metals in sediments and mollusks from an estuary receiving pig farms effluent. Environmental Technology 1997; 18: 509-15.

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.

Jones ,J. Benton .(2001). Laboratory guide for conducting soil tests and plant analysis. CRC Press LLC.

Kabata, Alina –Pendias and Mukherjee, Arun B.2007.Trace Elements from Soil to Human.ISBN-10 3-540-32713-4 Springer Berlin Heidelberg New York Library of Congress Control Number: 2007920909.

Kijne JW. 2003. Unlocking the Water Potential of Agriculture. FAO Corporate Document Repository, 70 pp.

Kopittke, P.M. ; Menzies, N. M. (2006). Effect of Cu toxicity on growth of Cowpea (Vignaunguiculata). J. Plant Soil. 279, 287-296.

vegetation and people in the vicinity of secondary lead semlters.IN:Hemphill, D.D (eds) Trace Substance Environ.Healih,Vol.8. University of Messouri,Columbia.p.155.

Schutzendubel , A. and A. Polle. 2002. Plant responses to a biotic stresses : heavy metal – induced oxidative stress and protection by mycorrhization. *J. Exp. Bot*. 53 : 1351-1365.

Sheldon, A. ; Menzies, N.W. (2004). The effect of copper toxicity on the growth and morphology of Rhodes grass (Chloris gayana) in solution culture., Supr. Soil.4,1-8.

Singh B. (2001). Heavy metales in soilcs, Environmental geotechnics New castle, New south Wales, pp 77-91 Australian.

Tsadilas, C. D., I. K. Mitsios and E.Golia.2005.Influence of biosolids application on some soil physical properyies. Commun. *Soil Sci. Plant Anal.*,36:709-716.

United Nations (1996) Report of the UN Conference on Human Settlements (Habitat II), Istanbul, A/ CONF.165/14, UN, New York.

Vassilev, A. (2003). Physiological and agroecological aspects of cadmium interactions withBarley plants: A review , J. Cent. Euro. Agric . 4 (1), 65-75.

Ware, G.W.,and D.M.Whitacre.2007.Reviews of Environmental Contamination and toxicology .Springer Science ,Business Media,LLC.

Wolejko, Elzbieta, Wydro, Urszula,Butarewicz Andrzej and Loboda ,Tadeusz ,2013. Effects of Sewage Sludge on The Accumulation of Heavy Metals in Soil and Mixtures Of Lawn Grasses.Environment protection Engineering, DOI: 10.5277/EPE130207

Lajos, Blaskó,2011.Soil science. Szerzői jog Debreceni Egyetem. Agrár- és Gazdálkodástudományok Centruma.

Lone M. I., Saleem, S., Mahmood, T., Salfullah, K. and Hussain (2003). Heavy metals contents of vegetables irrigated by sewage/Tubewed water. Int. J. Agri. Biol. Vol. 5 No (4).

McCollum, J.P. 1980. Producing Vegetable Crop 3rd Ed. The Inter state Printer and Publisher.USA. P. 607

Naser, H. M. Sultana, S. Haque, M. Manjurul, Akhter, S. and Begum ,R. A.2014. Lead, Cadmium and Nickel Accumulation in Some Common Spices Grown in Industrial Areas of Bangladesh. *The Agriculturists 12(1): 122-130 (2014)* ISSN 2304-7321 (Online), ISSN 1729-5211 (Print).

Ogunyemi Sola, Rasheed O., Awodoyin and Taliat (2004). Urban agricultural production: heavy metal contamination of amaranthus. Emir. J. Agric. Sci., 15 (2): 87-94.

Oleszczuk, Patryk , Malara, Anna , Jośko, Izabela and Lesiuk, Adam,2012. The Phytotoxicity Changes of Sewage Sludge-Amended Soils. Water Air Soil Pollut. Oct; 223(8): 4937–4948.

P.E. Aikpokpodion, Lajide and A.F. Aiyesanmi,2012. Assessment of Heavy Metals Mobility in Selected Contaminated Cocoa Soils in Ondo State, Nigeria. Global Journal of Environmental Research 6 (1): 30-35, 2012 ISSN 1990-925X..

Phillip Craul, J. Urban Soils: Applications and Practices. New York: John Wiley and Sons, 1999.

Roberts,T.M, Gizyn,W and Hutchinson, T.C(1974).Lead contamination of air,soil,