

تأثير استخدام الأسمدة المعدنية على تراكم العناصر الثقيلة في التربة ونبات البندورة

نصير عبد الجبار الساعدي⁽¹⁾ عدنان شبّار فالج⁽¹⁾ ورغد سلمان محمد^{(1)*}

(1). دائرة البحوث الزراعية، وزارة العلوم والتكنولوجيا، بغداد، العراق.

(* للمراسلة: الباحثة رغد محمد. البريد الإلكتروني: raghad1974@yahoo.com).

تاريخ القبول: 2019/06/01

تاريخ الاستلام: 2019/04/14

الملخص

جمعت عدة عينات من الأسمدة المعدنية النروجينية والفوسفاتية والبوتاسية الشائعة الاستخدام في العراق، وعينات من الترب المختلفة في الخواص الكيميائية والفيزيائية، فضلاً عن نباتات البندورة النامية بها بمنطقتي أبو غريب والجادرية، التي تمثل غالبية ترب العراق، وذلك خلال فترات زمنية مختلفة من الزراعة، وإضافة الأسمدة الكيميائية وفقاً لتصميم القطاعات الكاملة العشوائية وبثلاثة مكررات. أظهرت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات عالية المعنوية بين معدلات تراكم العناصر الثقيلة في التربة وثمار البندورة، مع اختلاف فترات الزراعة ونوع التربة. بلغ المتوسط العام لمحتوى التريبتين الكلي من جميع العناصر المدروسة (Ni، Co، Cd، Pb) خلال فترة استخدام الأسمدة الكيميائية (5، 10، و20 سنة) 7.6، 9.5 و12.7 ملغ. كغ⁻¹ على التوالي. بينت النتائج أن المتوسط العام لتركيز العناصر الثقيلة أعلاه في تربة أبو غريب الطينية والجادرية المزيجة ولجميع فترات استخدام الأسمدة المعدنية كان 11.0 و8.9 ملغ. كغ⁻¹ على التوالي. بلغ المتوسط العام لمحتوى ثمار البندورة من العناصر الثقيلة المدروسة وللترات الزمنية أعلاه 0.733 ، 0.919 و1.49 ملغ. كغ⁻¹ على التوالي. بلغ تركيز هذه العناصر في ثمار البندورة النامية في تربة أبو غريب والجادرية ولجميع فترات استخدام الأسمدة 1.18 و0.909 ملغ. كغ⁻¹. كما أشارت النتائج إلى وجود علاقة ارتباط موجبة عند مستوى معنوية 1% بين محتوى التربة من العناصر الثقيلة وفترة الزراعة، وتركيزها في النباتات النامية فيها. بلغ متوسط النسبة المئوية للزيادة التراكمية من العناصر الثقيلة (Ni، Co، Cd، Pb) كشوائب مرافقة لإضافة الأسمدة المعدنية في الترب 65.8، 29.8 و0.35 و37.4% لكل سنة، بينما بلغت زيادة النسبة المئوية في ثمار البندورة 15.6، 1.9 و0.15 و2.4% لكل من العناصر أعلاه وعلى التوالي. بينت النتائج أيضاً وجود تأثير معنوي لنوع السماد المستخدم والمضاف إلى التربة في متوسط قيم محتواها من العناصر الثقيلة الملوثة للتربة الزراعية والنبات. بصورة عامة يمكن ترتيب محتوى الأسمدة من العناصر الملوثة الثقيلة على النحو التالي: اليوريا <U سماد فوسفات الأمونيوم الأحادي <MAP الأسمدة الفوسفاتية الأمونياكية البوتاسية <NPK فوسفات الأمونيوم الثاني <DAP السوبرفوسفات TSP

الكلمات المفتاحية: الأسمدة المعدنية، العناصر الثقيلة، خواص التربة، البندورة.

المقدمة:

يعتمد تركيز المعادن الثقيلة على الخصائص الجيولوجية للتربة، ومع ذلك فإن الممارسات الزراعية الطبيعية تساهم عموماً في تراكم هذه العناصر. إذ يمكن أن تتراكم المعادن الثقيلة في التربة والنبات تبعاً لاستخدام الأسمدة الكيميائية (Martin *et al.*, 2006) التي تعد مصدراً جيداً للعناصر المغذية للنبات، كما تزيد من خصوبة التربة وإنتاجية النبات إلا أن استعمالها في الزراعة لا يخلو من المخاطر على صحة الإنسان والحيوان والنبات، وذلك من خلال احتوائها على العديد من العناصر الثقيلة، والتي يكون بعضها بتركيز كافٍ قد تزيد من المحتوى الكلي للتربة والنبات من تلك العناصر، مما يؤدي إلى تأثيرات ضارة محتملة على صحة الإنسان (Babula *et al.*, 2008) من خلال سلسلة الامدادات الغذائية أو التلوث البيئي (Laura and Burlin, 2002)، ومما يزيد في خطورة المعادن الثقيلة في البيئة هو ثباتيتها وعدم إمكانية تحللها بواسطة البكتريا والعمليات الطبيعية الأخرى. فثباتيتها تمكنها من الانتشار لمسافات بعيدة عن مواقع منشئها، ولعل أخطر ما فيها يعود إلى قابلية بعضها على التراكم Bioaccumulation في أنسجة وأعضاء الكائنات الحية النباتية والحيوانية (Kasassi *et al.*, 2008). لا تحتوي الأسمدة الفوسفاتية والنيتروجينية فقط على العناصر المغذية الضرورية لنمو وحاصل النبات، لكن أيضاً تحتوي على العديد من العناصر الثقيلة مثل: الكاديوم، والرصاص، والنيكل كشوائب ضمن تركيب هذه الأسمدة. يمكن أن تتراكم في التربة والنباتات النامية فيها مع الاستخدام المتكرر للأسمدة الكيميائية (Taylor and Percival, 2001). أشار Huang and Jin, (2008) إلى أن المعادن الثقيلة في التربة تتأثر مع إطالة وتكرار استخدام الأسمدة المعدنية كمصدر لتراكم هذه العناصر. بينما ذكر (Abah *et al.*, 2014) أن إضافة الأسمدة المعدنية التجارية الحاوية على المعادن الثقيلة كشوائب، أدت إلى تراكم وتجمع تلك المعادن مثل: الكاديوم، والنيكل، والزرنيخ، والرصاص، والكروم في التربة والنبات. وجد (Lnzon, 1978) أن حدود التراكيز السامة للمعادن الثقيلة في الترب الزراعية هي: 8، 25، 100، و 200 ملغ.كغ⁻¹ للعناصر Cd، Co، Ni، و Pb على التوالي، بينما بلغت التراكيز المسموح بها في المحاصيل الزراعية 1.0-10، 5.0، 0.5-0.05 و 10-0.5 ملغ.كغ⁻¹ من العناصر Cd، Co، Ni، و Pb على التوالي. بين اختبار التحليل لمجموعة واسعة من الأسمدة الصناعية المنتجة أن بعض أسمدة الفوسفات ومغذيات العناصر الصغرى والصخر الفوسفاتي Rock Phosphate تحتوي على مستويات مرتفعة من الكاديوم والزرنيخ والرصاص مقارنةً مع أنواع السمادية الأخرى كالأسمدة النيتروجينية والبوتاسية والجبسية. أشارت دراسة تقييم المخاطر من قبل الوكالة الأمريكية لحماية البيئة (USEPA, 1999b) أن المكونات الخطرة في الأسمدة غير العضوية عموماً لا تشكل مخاطر على الصحة العامة أو البيئة سوى عدد قليل من بعض تلك الأسمدة، ومغذيات العناصر الصغرى، والصخور الفوسفاتية والكلسية، التي تمتلك مستويات عالية من الملوثات تكفي لاعتبارها مصدر قلق على الصحة العامة. يهدف البحث إلى دراسة تأثير الإسراف في الاستعمال المتعاقب للأسمدة المعدنية المختلفة المنتجة بشكل تجاري في العراق، ومحتويات تلك الأسمدة من بعض المعادن الثقيلة كشوائب مرافقة (Ni و Pb، Cd، CO)، ومعدلات تراكمها في التربة والنباتات النامية فيها.

مواد البحث وطرقه:

اختيرت تربتين مختلفتي التركيب وبعض الخصائص الكيميائية الأساسية. جمعت عينات تلك الترب المسمدة معدنياً من الأفق السطحي (0-30) سم، ولفترات استزراع مختلفة (<5، 10، >20) سنة من موقعي أبي غريب (حقل أبحاث المحاصيل الحقلية/مركز البحوث الزراعية)، والجادرية (كتف نهر دجلة/جامعة بغداد). صنفت التريبتان عند مستوى تحت المجموعة (Typic Torrifluvents Sub

(Group). جففت العينات هوائياً وغرلت بمنخل 2.0 ملم وعبأت في أواني بلاستيكية لحين استخدامها. قدرت معظم الخصائص الفيزيائية والكيميائية (الجدول 1) لتلك الترتين تبعاً للطرق المبينة والموصوفة في (Page, 1982). تم تحليل الأسمدة المستخدمة في تسميد تلك التربة (الفوسفاتية TSP، والنيتروجينية Urea، والأسمدة المركبة فوسفات الأمونيوم الأحادي MAP والثنائي DAP والسماذ المركب NPK) لتقدير محتواها من العناصر الثقيلة (Pb، Cd، Co و Ni) باستخدام جهاز الامتصاص الذري (الجدول 2). أخذت نماذج النبات من محصول البندورة للموسم 2017/2016 وقدر تركيز العناصر Pb، Cd، Co، Ni الكلي الثمار بالأكسدة الرطبة باستخدام مزيج من ثلاثة حوامض هي: H_2SO_4 ، $HClO_4$ و HNO_3 ونسب 10:4:1. حلت البيانات التي تم الحصول عليها من التربة والنبات إحصائياً باستخدام تحليل التباين (ANOVA) واستخدم اختبار أقل فرق معنوي (Least Significant Difference) LSD لتقييم الاختلافات بين التربة وفترات الزراعة لمتوسط محتوى العناصر الثقيلة قيد الدراسة عند مستوى معنوية 1% (Stee and Torrie, 1980).

الجدول 1. بعض الخصائص الكيميائية والفيزيائية للتربة لموضوع الدراسة

قوام التربة	Particle size distribution (%)			كثافة الكتلة المتوسطة CEC السعة القابلة للتبادل	الرطوبة الماء % رطوبة	CaCO ₃ g kg ⁻¹	فترة الزراعة (سنة)
	Sand	Silt	Clay				
أبو غريب							
طينية	13.8	36.8	49.4	21.6	10.9	220.9	5
طينية	13.4	34.1	52.5	23.1	12.0	229.5	10
طينية	14.6	35.4	50.0	24.3	13.6	238.3	15
الجادرية							
مزيجية	48.2	28.7	23.1	8.5	7.2	253.4	5
مزيجية	50.0	31.1	18.9	10.7	7.9	248.0	10
مزيجية	47.3	32.0	20.7	10.1	8.7	255.1	15

النتائج والمناقشة:

أشارت نتائج تحليل التباين (ANOVA) واختبار أقل فرق معنوي (LSD) عند مستوى 1% إلى وجود تأثير معنوي لنوع الأسمدة المختلفة الشائعة والمستخدم (الجدول 2) في تطبيق تسميد تربة المحطات الزراعية المدروسة في محتواها من العناصر الثقيلة (Pb، Cd، Co و Ni) حيث وجدت فروق معنوية بين محتوى الأسمدة النيتروجينية والفوسفاتية والبوتاسية من عنصر الرصاص إذ بلغ تركيزه 0.525، 1.84، 5.09، 3.49 و 7.80 ملغ.كغ⁻¹ للأسمدة المعدنية الأكثر استخداماً في العراق (اليوريا U، وفوسفات الأمونيوم الأحادي MAP، وفوسفات الأمونيوم الثنائي DAP، والأسمدة المركبة NPK والسوبر فوسفات TSP) على التوالي. ترافقت أعلى قيمة في تركيز الرصاص مع سماء TSP وأقل محتوى لعنصر الرصاص كان لسماد U. بلغت النسبة المئوية في زيادة تركيز الرصاص في سماء TSP 93، 76، 35 و 55% مقارنة مع سماء U، MAP، NPK و DAP على التوالي. كذلك أشارت نتائج الدراسة إلى اختلاف محتوى عنصر Cd في الأسمدة أعلاه حيث بلغ أعلى محتوى للكاديوم 1.66 ملغ.كغ⁻¹ في سماء TSP وأقل تركيز لهذا العنصر 0.083 ملغ.كغ⁻¹ كان في سماء U. بلغت نسبة زيادة محتوى الكاديوم المئوية في سماء TSP 95، 91، 91، 72 و 85% مقارنة مع سماء اليوريا، MAP، NPK و DAP على التوالي. لم تظهر النتائج فروقات معنوية في محتوى الأسمدة من عنصر Co ماعدا سماء السوبر فوسفات، الذي يستخدم بكثرة وبكميات عالية في العراق، حيث بلغ أعلى تركيز لذلك العنصر في سماء TSP 3.27 ملغ.كغ⁻¹ بزيادة مئوية قدرها 68، 60، 40 و 55% مقارنة بمحتوى أسمدة U، MAP، NPK و DAP من عنصر الكوبالت وعلى التوالي. في حين بلغ أعلى تركيز لعنصر Ni ضمن سماء TSP وأقل تركيز لهذا العنصر كان مصاحباً لسماد U إذ بلغت نسبة الزيادة المئوية في تركيز عنصر النيكل لسماد السوبر

فوسفات مقارنة مع تركيزه في الأسمدة أعلاه 85، 60، 43 و 77% وعلى التوالي. بصورة عامة يمكن ترتيب محتوى الأسمدة من العناصر الملوثة الثقيلة (Pb، Cd، Co و Ni) على النحو التالي: اليوريا > سماد فوسفات الأمونيوم الأحادي MAP > سماد NPK المركب > فوسفات الأمونيوم الثاني DAP > السوبرفوسفات TSP. وجد (Malak and Emad, 2007) أن تركيز الرصاص بلغ 20، 30 و 23 ملغ.كغ⁻¹ في الأسمدة الفوسفاتية TSP والنتروجينية (نترات الأمونيوم)، والأسمدة البوتاسية (سلفات البوتاسيوم) على التوالي. كذلك بينت النتائج إلى اختلاف محتوى الترب من العناصر الثقيلة (الجدول 3) ضمن الفترات الزمنية المختلفة من إضافة الأسمدة المعدنية، إذ بلغ متوسط تركيز الرصاص في تربة الجادرية 9.24، 11.3 و 14.4 ملغ.كغ⁻¹ للفترة 5، 10 و 20 من الاستزراع وعلى التوالي. بينما بلغ معدل تركيز Cd 0.001، 0.025 و 0.058 ملغ.كغ⁻¹ للفترة أعلاه وعلى التوالي. في حين أشارت النتائج إلى أن متوسط محتوى تربة الجادرية من الكوبالت كان 5.01، 6.90 و 9.52 ملغ.كغ⁻¹ وبلغ محتوى تلك التربة من عنصر النيكل 13.5، 15.1 و 21.6 ملغ.كغ⁻¹ للفترة 5، 10 و 20 سنة من تكرار عملية إضافة الأسمدة الكيماوية. كذلك أشارت نتائج التحليل الإحصائي إلى أن المتوسط العام لمحتوى تربة الجادرية من العناصر الثقيلة الملوثة (Pb، Cd، Co و Ni) ولجميع فترات إضافة الأسمدة المعدنية بلغ 11.6، 0.028، 7.14 و 16.7 ملغ.كغ⁻¹ وعلى التوالي. بينما بينت نتائج الدراسة إلى أن متوسط تركيز عنصر الرصاص في تربة أبو غريب الطينية كان 11.5، 14.8 و 17.9 ملغ.كغ⁻¹ للفترة 5، 10 و 20 سنة على التوالي، بينما كان محتوى هذه التربة من الكاديوم 0.001، 0.037 و 0.077 ملغ.كغ⁻¹ وللكوبالت 5.94، 8.09 و 10.6 ملغ.كغ⁻¹ للفترة الزمنية أعلاه من زمن إضافة السماد إلى التربة وعلى التوالي. في حين وصل تركيز النيكل في تربة أبو غريب ذات المحتوى العالي من الطين وكربونات الكالسيوم إلى 15.6، 20.3 و 27.2 ملغ.كغ⁻¹ لنفس الفترات أعلاه وعلى التوالي. بلغ المتوسط العام لتركيز عنصر الرصاص والكاديوم والكوبالت والنيكل في تربة أبو غريب لجميع فترات الإضافة 5، 10 و 20 سنة (14.7، 8.21 و 21.0 ملغ.كغ⁻¹) على التوالي بزيادة معنوية قدرها 21.1، 26.3، 13.0 و 20.5% مقارنةً بمحتوى تربة الجادرية من عنصر الرصاص والكاديوم والكوبالت والنيكل على التوالي. قد يعود السبب إلى زيادة محتوى تربة أبو غريب من العناصر المذكورة أعلاه إلى الخواص الفيزيائية والكيميائية (محتوى أعلى من الطين وكربونات الكالسيوم والسعة التبادلية الكاتيونية) مقارنةً بتربة الجادرية.

الجدول 2. محتوى الأسمدة المعدنية من العناصر الثقيلة (ملغ/كغ)

Pb ^a	Cd ^c	Co ^b	Ni ^a	الأسمدة
0.525	0.083	1.05	1.55	Urea ^c
1.84	0.157	1.30	4.01	MAP ^c
5.09	0.460	1.95	5.73	DAP ^b
3.49	0.250	1.48	2.31	NPK ^b
7.80	1.66	3.27	10.03	TSP ^a
61.0	10.0	3.10	250	الحدود القياسية Association of American Plant Food Control Officials (AAPFCO). (Tracy and Baker, 2005)

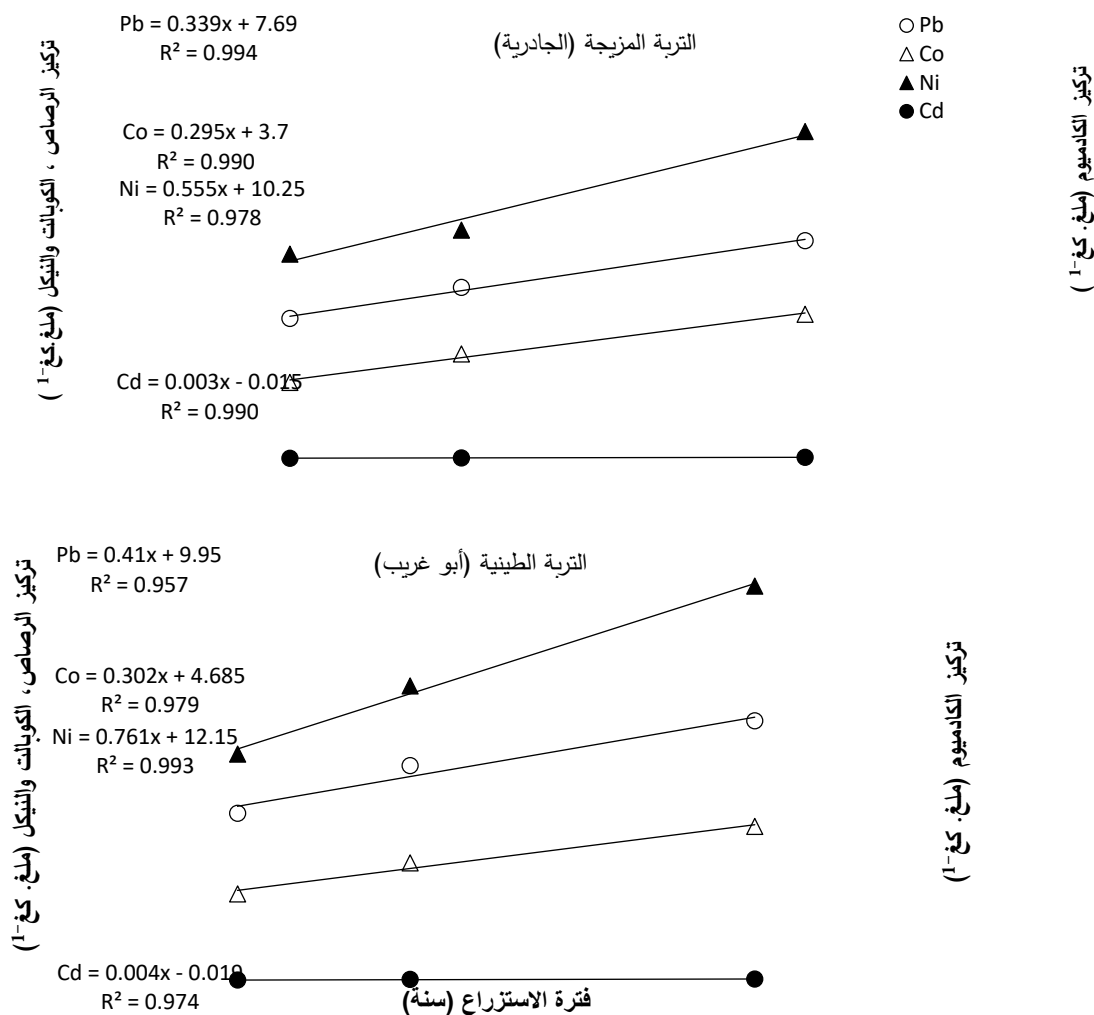
أقل فرق معنوي (LSD_{0.01}) للأسمدة والعناصر = 1.02 و 0.912

الجدول 3. تأثير إضافة الأسمدة المعدنية المتكررة على المحتوى الكلي للعناصر الثقيلة في الترب المدروسة

تربة الجادرية (الرملية) ^a			تربة أبو غريب (الطينية) ^b			العنصر ملغ.كغ ⁻¹
الفترة الزمنية (سنة)			الفترة الزمنية (سنة)			
^c 20	^b 10	^a 5	20	10	5	
14.4	11.3	9.24	17.9	14.8	11.5	Pb ^b
0.058	0.025	0.001	0.077	0.037	0.001	Cd ^d
9.52	6.90	5.01	10.6	8.09	5.94	Co ^c
21.6	15.1	13.5	27.2	20.3	15.6	Ni ^a

أقل فرق معنوي (LSD_{0.01}) للعناصر = 1.25، أقل فرق معنوي (LSD_{0.01}) للتربة = 0.885، أقل فرق معنوي (LSD_{0.01}) للفترة الزمنية = 1.08

أشار (Alina and Henryk, 2000) أن محتوى التربة من العناصر الصغرى يزيد مع زيادة محتواها من كربونات الكالسيوم والسعة التبادلية الكاتيونية CEC وكذلك وجدا أن هناك علاقة ارتباط قوية بين محتوى الطين في التربة وتجمع العناصر الثقيلة فيها بسبب سعة مساحتها السطحية المعرضة للامتزاز مقارنة مع الترب ذات المحتوى العالي من الرمل. كذلك بينت نتائج (Mortvedt, 2006) أن تركيز العناصر الثقيلة في التربة يزيد مع زيادة فترة استزراع التربة وإضافة الأسمدة المعدنية لها. أشارت نتائج الدراسة إلى وجود علاقة ارتباط معنوية عند مستوى 1% ($r=0.957-0.994$) بين الفترة الزمنية لاستخدام الأسمدة الكيميائية ومحتوى الترتين من العناصر الثقيلة (الشكل 1). إذ ازداد المحتوى الكلي للعناصر الثقيلة قيد الدراسة في تربة الجادرية (محتوى أقل من الطين وكربونات الكالسيوم) من 0.3% للكاميوم صعوداً إلى 55.5% للنيل، أما نسبة الزيادة المئوية الناتجة عن إضافة الأسمدة المعدنية لكل سنة بلغت 29.5 و 33.9% لعنصري Co و Pb على التوالي. ومن هذا يتضح أن أكثر نسبة زيادة في تراكم العناصر الثقيلة الناتج عن إضافة الأسمدة المعدنية كان مصاحباً لعنصر النيكل، في حين كانت أقل نسبة إضافة سنوية إلى التربة ملازمة لعنصر الكاديوم في تربة الجادرية. قد يرجع السبب في زيادة تراكم عنصر النيكل في الترب قيد الدراسة هو كثرة استخدام سماد السوبر فوسفات الأحادي والثلاثي (TSP, SSP)، والأسمدة الفوسفاتية النيتروجينية (MAP, DAP) ذات المحتوى العالي من عنصر النيكل بنسبة تفوق محتواها من بقية العناصر الثقيلة. أشارت نتائج الدراسة الحالية إلى أن النسبة المئوية للزيادة التراكمية لكل سنة والناتجة من تكرار إضافة الأسمدة المعدنية قد ازداد للعناصر المذكورة أعلاه في تربة أبو غريب (محتوى أعلى من الطين وكربونات الكالسيوم والسعة التبادلية الكاتيونية) مقارنةً بالتربة المزيجة (الجادرية). إذ بلغت الزيادة السنوية للكاميوم 0.4% صعوداً إلى 76.1% لعنصر Ni في حين بلغت تلك الزيادة 30.2 و 41.0% لعنصري Co و Pb على التوالي. أيضاً أعلى زيادة في تراكم العناصر في هذه التربة كان مصاحباً للنيل وأقلها كان ملازماً للكاميوم. وجد (Czarnecki and During, 2015) أن محتوى التربة من العناصر الثقيلة قد ازداد معنوياً تبعاً لاستخدام الأسمدة الكيميائية (N, P, NP, NPK) بشكل متكرر لمدة 14 سنة مقارنة بمعاملات ترب المقارنة بدون إضافة أسمدة. ولرصد الآثار المتبقية لإضافة تلك الأسمدة أشارا إلى انخفاض محتوى تلك الترب بعد 8 سنوات من إنهاء عملية التسميد بنسبة 74.4، 48.5، 54.2 و 82.6% للعناصر الثقيلة Pb، Mn، Cu و Cd على التوالي.



الشكل 1. تراكم العناصر الثقيلة في التربة الطينية والمزيجية وعلاقتها مع فترة الزراعة وإضافة الأسمدة المعدنية

كذلك بينت النتائج الموضحة في الجدولين (4 و 5) أن أعلى نسبة زيادة مئوية للعناصر الثقيلة في ثمار البندورة كان مصاحباً لعنصر Ni بمتوسط عام قدره 13.2% في التربة المزيجية صعوداً إلى 18.7% في تربة أبو غريب الطينية لجميع فترات إضافة الأسمدة المعدنية، بينما اتبع عنصر Pb بعد Ni في نسبة زيادة التراكم عند ثمار البندورة كمتوسط عام لجميع فترات إضافة الأسمدة المعدنية (5، 10 و 20 سنة) إذ بلغت 2.1 و 2.7% في الترتين المزيجية والطينية على التوالي. تعود أقل نسبة للزيادة السنوية في محتوى ثمار البندورة من العناصر الثقيلة المصاحبة للأسمدة المعدنية إلى عنصر Cd حيث بلغت 0.100 و 0.200% ويليه عنصر Co 1.5 و 2.3% في الترتين المذكورتين أعلاه وعلى التوالي. بلغ متوسط نسبة الزيادة المئوية لعنصر Pb، Cd، Co، Ni في تربة أبو غريب الطينية 22.2، 50.0، 34.8 و 29.4% مقارنة بتربة الجادرية المزيجية عند نفس فترات الاستزراع ومدة إضافة الأسمدة المعدنية. قد يعود السبب إلى زيادة محتوى نبات البندورة من العناصر الثقيلة المصاحبة للأسمدة المعدنية المضافة إلى اختلاف الخصائص الفيزيائية والكيميائية للتربة المستخدمة في الدراسة (الجدول 1). إن هذه النتائج تتفق مع ما وجدته Oliver and Naidu, (2003) إذ بينا أن زيادة إضافة الأسمدة المعدنية N، P، K تزيد من محتوى التربة من العناصر الثقيلة، ويعتمد ذلك على كمية الإضافة ونوعية التربة، وكذلك أشارا إلى وجود

علاقة ارتباط معنوية بين امتصاص العناصر الثقيلة Pb، Cu، As، Cd من قبل النباتات النامية، ومحتوى التربة من تلك العناصر. في حين بين (Al-Lahham *et al.*, 2007) أن تركيز عنصر الرصاص في نبات البندورة المسمدة بمياه المجاري قد بلغ 7.75 ملغ.كغ⁻¹ وعزوا تلك الزيادة إلى كثرة استخدام مياه المجاري على الأمد الطويل ذات المحتوى العالي من عنصر الرصاص في سقي نبات البندورة النامي في تلك التربة.

الجدول 4. تراكم العناصر الثقيلة (Ni و Co، Cd Pb) في ثمار نبات البندورة المزروعة في التريتين المدروستين

الموقع	العنصر	معادلة الانحدار	r	مقدار زيادة العناصر في الموسم (%)
الجادية	Pb	$y = 0.160 + 0.021x$	0.967*	2.10
	Cd	$y = 0.015 + 0.001x$	0.990**	0.100
	Co	$y = 0.075 + 0.015x$	0.971*	1.50
	Ni	$Y = 1.395 + 0.132x$	0.994**	13.2
أبو غريب	Pb	$y = 0.195 + 0.027x$	0.986*	2.70
	Cd	$y = 0.020 + 0.002x$	0.998**	0.200
	Co	$y = 0.110 + 0.023x$	0.998**	2.30
	Ni	$Y = 1.610 + 0.187x$	0.956*	18.7

* و ** علاقة ارتباط معنوية عند مستوى 0.05 و 0.01 على التوالي.

الجدول 5. تأثير إضافة الأسمدة المعدنية المتكررة في المحتوى الكلي للعناصر الثقيلة في ثمار نبات البندورة.

العنصر ملغ.كغ ⁻¹	تربة أبو غريب (الطينية)			تربة الجادية (الرملية)		
	الفترة الزمنية (سنة)			الفترة الزمنية (سنة)		
	5	10	20	5	10	20
Pb	0.350	0.440	0.750	0.290	0.340	0.600
Cd	0.030	0.041	0.060	0.021	0.029	0.040
Co	0.220	0.350	0.570	0.170	0.210	0.400
Ni	2.78	3.14	5.48	2.00	2.80	4.01

الاستنتاجات والتوصيات:

1. تبين من خلال التحليلات الجيوكيميائية لنوعين من الترب ذات الاستخدام الطويل الامد للأسمدة المعدنية إلى وجود زيادة طردية في تركيز بعض العناصر الثقيلة خصوصاً Pb، Cd، Co، Ni المصاحبة لهذه الأسمدة مع مدة الإضافة والتي كان سببها على الأرجح هو الاستخدام العشوائي للأسمدة K، P، N المضافة لهذه الترب بغية زيادة الانتاج.
2. وجود فروقات معنوية بين معدل المتوسط العام لتراكم العناصر الثقيلة: الرصاص، والكاديوم، والكوبالت والنيكل الكلي في الترب ويمكن ترتيب الزيادة في متوسط تراكم العناصر الثقيلة على النحو التالي:

$$Ni > Pb > Co > Cd$$

3. بصورة عامة يمكن ترتيب محتوى الأسمدة من العناصر الملوثة الثقيلة (Pb، Cd، Co، Ni) على النحو التالي: اليوريا U > حسماد فوسفات الأمونيوم الأحادي MAP > الأسمدة الفوسفاتية الأمونياكية البوتاسية NPK > فوسفات الأمونيوم الثاني DAP > حسوبر فوسفات الثلاثي TSP.

4. وجود علاقة ارتباط معنوية بين محتوى العناصر الثقيلة في نبات البندورة النامية في الترتين وفترة استزراع الترب وإضافة الأسمدة المعدنية لها.
5. أعلى زيادة في معدل تراكم العناصر الثقيلة في ثمار نبات البندورة النامية في الترب التي تستخدم فيها الأسمدة الكيميائية لأمد طويل كان مصاحباً لعنصر النيكل 15.95% لكل موسم، بينما بلغ أقل متوسط للتراكم 0.15% لعنصر الكاديوم يليه 1.9 و 2.4% لكل موسم لعنصري الكوبالت والرصاص على التوالي.
6. نسبة التلوث بالعناصر الثقيلة Ni، Co، Cd و Pb المصاحبة للأسمدة المعدنية يعتمد على نوعية التربة وكمية الإضافة.
7. ترشيد استهلاك الأسمدة المعدنية كونه أحد الأسباب الرئيسية لتلوث التربة الزراعية بالعناصر الثقيلة.
8. ضرورة إجراء دراسات أخرى وفي عدة مناطق لدراسة مصادر تلوث التربة فضلاً عن النباتات النامية فيها بالعناصر الثقيلة.

المراجع:

- Abah, J.; P. Mashebe; S.T. Ubwa; and D.D. Denuga (2014). Some heavy metals content of cabbage and soil cultivated in the Bezi Bar farm area of Katima Mulilo, Namibia. *American Journal of Chemistry*. 4(3): 101-108.
- Alina, K.P.; and P. Henryk (2000). *Trace Elements in Soils and Plants 3rd Edition*, CRC Boca Raton London, New York Washington, D.C. Printed in U.S.A. International Standard Book. No. 0-8493-1575 Pp 83.
- Al-Lahham, O. El.; N.M. Assi; and M. Fyyad (2007). Translocation of Heavy Metals to Tomato Fruit Irrigated with Treated Wastewater. *Scientia Horticulture*. 113:250-254.
- Babula, P.; V. Adam; R. Opatrilova; L. Havel; and R. Kizek (2008). Uncommon Heavy Metals, Metalloids and Their Plant Toxicity: a Review, *Environmental Chemical Letter* 6:189–213.
- Czarnecki, S.; and R.A. Düring (2015). Influence of long-term mineral fertilization on metal contents and properties of soil samples taken from different locations in Hesse. Germany. *Soil*. 1:23-33. doi:10.5194.
- Huang, S.W.; and J.Y. Jin (2008). Status of heavy metals in agricultural soils as affected by different patterns of land use. *Environmental Monitoring and Assessment*. 139(1–3): 317–327. doi:10.1007/s10661-007-9838-4.
- Kasassi, A.; P. Rakimbei; A. Karagianidis; A. Zabaniotou; and A. Nastis (2008). Soil contamination by heavy metals: measurements from a closed unlined landfill. *Elsevier, Bioresource Technology*. 99:8578-8584.
- Laura Weiss, M.; and M. Burlin (2002). *A Dumping Ground for Toxic Fertilizers. A Report by the Oregon Environ. Council, Oregon*.
- Linzon, S. N. (1978). *Phyto-toxicology excessive levels for contaminants in soil and vegetation. Report of Ministry of the Environment, Ontario, Canada*.
- Malak, A.E.; and A.Sh. Emad (2007). The effect of different fertilizers on the heavy metals in soil and tomato plant. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*. 1(3): 300-306.
- Martin, J.A.R.; M.L. Arias; and J.M.G. Corbi (2006). Heavy metals contents in agricultural top soils in the Ebro basin (Spain). Application of the multivariate geostatistical methods to study spatial variations. *Environmental Pollution*. 144: 1001–1012. doi:10.1016/j.envpol.2006.01.045.

- Mortvedt, J.J. (2006). Cadmium levels in soils and plants from some long-term soil fertility experiments in the United States of America; *J. Environ. Qual.*, 16:137-142.
- Oliver, D.; and R. Naidu (2003). Uptake of Copper (Cu), Lead (Pb), Cadmium (Cd) Arsenic (AS) by Vegetable Growth in Urban Environments. *Int. J. Agron. Plant. Prod.*, 4(3):438-441.
- Page, A.L. (1982). *Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Properties.* Amer. Soc. Agron. Madison, Wis.
- Steel, R.G.D.; and J.H. Torrie (1980). *Principles and procedures of statistics.* McGraw-Hill, Inc. N.Y.
- Taylor, M.D.; and H.J. Percival (2001). Cadmium in soil solutions from a transect of soils away from a fertilizer bin. *Environmental Pollution*, 113(1):35–40.
- USEPA (1999b). *Estimating Risk from Contaminants Contained in Agricultural Fertilizers (Draft Report)*, Office of Solid Waste, US Environmental Protection Agency. <http://www.epa.gov/epaoswer/hazwaste/recycle/fertiliz/risk/>.

Effect of Mineral Fertilizers Application on Accumulation of Heavy Metals in Soils and Tomato Plant

Naseer Abdul-Jabbar AlSaadie⁽¹⁾ Adnan Shibar falih⁽¹⁾ and Raghaa Mouhamad^{*(1)}

(1). Agriculture Research Directorate, Ministry of Science and Technology, Baghdad, Iraq.

(*Corresponding author: Raghaa Mouhamad. Email: naseeralsaadie61@gmail.com).

Received: 14/04/2019

Accepted: 01/06/2019

Abstract

Several samples were collected from the mineral fertilizers i.e. phosphate, nitrogen and potash that commonly used in Iraq, as well as samples of different soils with different chemical and physical properties, and tomato plants which were grown in it, in two regions i.e. Abu Ghraib and Jadriya. These two regions represent most of the soils of Iraq, with different periods of culture. The results of statistical analysis showed high significant differences present among accumulation of heavy metals rates in soils and tomato fruits according to varying culture dates and soil type. The overall average soil content of elements (Pb, Cd, Co, Ni) for a chemical fertilizer use periods 5, 10 and 25 years, were 7.6, 9.6 and 12.7 mg.kg⁻¹ f respectively. The results showed that the average concentration of heavy metals (Pb, Cd, Co, Ni) for all periods of mineral fertilizer addition in Abu Ghraib (clay) and Jadriya (loam) were 11.0 and 8.9 mg kg⁻¹ respectively. Overall mean of all heavy elements content in tomato fruits for the studied time periods were 0.733, 0.919 and 1.49 mg.kg⁻¹ respectively, while the concentration of these elements in tomato fruits that grown in the two soil regions for all periods of fertilization were 1.18 and 0.909 mg.kg⁻¹ respectively. Results also showed the existence of a positive significant correlation at 1% level of probability between soil content of heavy metals and culture periods, and heavy metals concentration in tomato fruits that grown in those soils. The average percentage of the cumulative increase of heavy metals (Ni, Co, Cd and Pb) as accompaniment impurities in the mineral fertilizers in soils amounted to 65.8, 29.8, 0.35 and 37.4% per year, while the increase percentage in tomato fruits were 15.6, 1.9, 0.15 and 2.4% for each of the above element respectively. Results also showed the presence of a significant effect between the fertilizer type and the content of heavy metals contaminated values. In general, depending fertilizer's content of contaminated heavy metals, the fertilizer can be arranged as follows: Urea U < MAP fertilizer < NPK fertilizer < DAP fertilizer < Triple Super Phosphate TSP.

Key words: Mineral fertilizers, Heavy metals, Soil properties, Tomato.