تأثير استخدام مياه الصرف الصحي في امتصاص وتراكم عنصري الزنك والزرنيخ في التربة ونبات القطن

أ.د عباس خزاعي

*قسم علوم التربة واستصلاح الأراضي، كلية الزراعة-جامعة حلب

الملخص

نفذت هذه التجربة بهدف دراسة تأثير الري باستخدام مياه الصرف الصحي في حركة عنصري الزنك (Zn) والزرنيخ (As) في نظام: ماء- تربة- نبات. استخدم في هذه التجربة مياه صرف (معالجة وغير معالجة) ومياه جوفية ومياه تركيبية ملوثة بعنصري الزنك والزرنيخ وبتراكيز مساوية لما هو موجود في المياه العادمة غير المعالجة.

أشارت النتائج إلى ارتفاع في المحتوى الكلي لعنصري الزنك والزرنيخ للتربة المروية بمياه الصرف (معالجة وغير المعالجة) والمياه الملوثة، وزيادة في تركيز الجزء المتاح (DTPA) من قبل النبات، وكانت هذه الزيادة معنوية مقارنة بتربة معاملة الشاهد (مياه جوفية). كما تفوقت نباتات القطن المروية بالمياه الملوثة معنوياً من حيث محتواها من الزنك والزرنيخ على نظيراتها المروية بالمياه العادمة غير المعالجة، وأعطت معاملة المياه الملوثة أعلى قيمة لمعاملي الانتقال (TF) ومعامل الاغناء (EF) لكلا العنصرين مقارنة بالمعاملات الأخرى.

الكلمات المفتاحية: مياه صرف صحي، الزرنيخ، الزنك، الانتقال، الاغناء.

المقدمة:

تعتبر مشكلة نقص المياه من أهم عوائق التنمية في المنطقة العربية، وسوريا من بين الدول التي تواجه الأزمة الأكثر حدة في قلة الموارد المائية في هذه المنطقة. من هنا تبرز أهمية البحث عن المصادر غير التقليدية للمياه لسد الهوة الحاصلة بين ما هو مطلوب لتلبية الاحتياجات المختلفة وما هو متاح منها. وتعتبر إعادة استخدام المياه العادمة المعالجة من أهم البدائل المتاحة لتوفير هذه المصادر، نظراً لأنها مصدر متجدد يمكن الحصول عليه بشكل دائم وبكلفة قليلة نسبياً، بالإضافة إلى التقليل من الضرر البيئي والصحي لإعادة استخدامها. هذا إضافة لما تحتويه من عناصر مغذية ومحسنة يمكن إضافتها للتربة.

إن العامل المحدد لاستخدام مياه الصرف الصحي المعالجة في الزراعة هو التراكم المتزايد للعناصر الثقيلة والنادرة مثل Cd, Ni, Cu, Zn, As...الخ في التربة والتأثير السمي المتوقع بسبب امتصاصها من قبل النبات (Hazzouri *et al*., 2010؛ Narwal *et al*., 1983). و لكثر المخاطر الصحية والبيئية هي تلك المرتبطة بتلوث التربة والمياه والنبات بالمعادن الثقيلة، حيث أوضحت دراسات عديدة بأن انتقالها من مياه الري الملوثة إلى النبات يختلف باختلاف النباتات والظروف البيئية والأرضية المحيطة، ولهذا فقد حرصت معظم دول العالم وبعض الدول العربية على وضع معايير خاصة للحدود القصوى المسموح بها في ري المحاصيل الزراعية.

يزداد الأمر خطورة عندما تتراكم معظم هذه العناصر الثقيلة في منطقة انتشار الجذور (Rizosphere) (0-40سم) من التربة تحت ظروف البيئات الجافة، حيث يسبب الري بالمياه العادمة في حالات كثيرة ظهور حالات من السمية النباتية (Phytotoxicity) المرتبطة باستعمال هذه المياه، والتي تتوقف حدتها على تركيز العنصر وحساسية المحصول النامي وزمن تعرضه لهذا التركيز، إذ تتفاوت النباتات بقدرتها على امتصاص العنصر الثقيل حسب نوع التربة ودرجة الـ pH وعمر

النبات ومدى الجاهزية الحيوية (Bioavailability) للعنصر نفسه من جهة أخرى (Page, 1974; Webber, 1972; Imura *et al*., 1977) تتأثر كمية وجاهزية العناصر السامة بالعديد من خواص التربة نذكر منها على سبيل المثال، السعة التبادل الكاتيونية (CEC)، عمق انتشار الجذور وتوزعها في التربة، pH التربة، المادة العضوية وتركيز الفوسفات في التربة (Siebielec *et al*, 2006; Hazzouri *et al*., 2010; Dube *et al*, 2001) . وتعتبر التربة ذات الـ pH المنخفض مع وجود تراكيز عالية للعناصر السامة في المياه العامة من الظروف المشجعة لتراكم هذه العناصر ووصولها لحدود السمية وخاصة بوجود النباتات الشديدة الحساسية (Brown *et al*., 1999; Camobreco *et al*., 1996).

يلعب الفوسفات دوراً هاماً في تقليل الآثار السمية للعناصر الصغرى، فهو معروف بتأثيره السلبي على جاهزية هذه العناصر مثل Zn, Cu, Fe، حيث وجد أن عنصر الزنك بالشكل المتاح للنبات يقل بزيادة تركيز الفوسفات في محلول التربة (Doncomb *et al*.،1983; Bradford *et al*., 2003).

إن إضافة مياه الصرف الصحي المعالجة للتربة يؤدي إلى زيادة في تراكم العديد من العناصر فيها. (Hill *et al*., 1981) قاموا بدراسة أثر تراكم الكادميوم و الزنك في تربة وادي فونتين (Fountain Valley) المعاملة بالمياه العادمة المعالجة لمدة 16 سنة وجد أن تراكم عنصر الكادميوم كان حوالي 5 ppm في التربة المعاملة مقارنة مع 1 ppm التربة الشاهد .ولكن في الأعماق السفلية لقطاع التربة لم تكن هناك تراكمات معنوية لعنصري الكادميوم و الزنك، وكانت التراكيز تقريبا متشابهة بالنسبة التربة المعاملة والتربة الشاهد في هذه الأعماق. كما أشار (Aboulroos *et al*., 1996) إلى ارتفاع نسب بعض العناصر الثقيلة كالكادميوم والنحاس والكوبالت والرصاص والنيكل والزرنيخ في الطبقة السطحية لـ 82 عينة تربة في جمهورية مصر العربية، أدى إلى ارتفاع تراكيز هذه العناصر في أوراق نباتات الذرة مع ارتفاع التركيز في التربة.

لقد تمت العديد من الدراسات على تراكم العناصر الثقيلة واعتصاصها من قبل محاصيل مختلفة رويت بالمياه العادمة المعالجة. و بينت الدراسة التي أجراها (King and Morris, 1973) أن الكمية الكلية الممتصة من قبل نبات القصب من عناصر المنغنيز والنحاس والزنك والموليبدنيوم ازدادت بزيادة المعدلات المعطاة من المياه العادمة المعالجة وقد كانت القيم عند معدل 5 سم من المياه العادمة 6.2، 0.32، 5.9 و0.08 كغ/هـ على التوالي مقارنة بعينة الشاهد والتي كانت فيها وعلى التوالي 0.3 ، 0.01 ، 0.04 ، 0.003 كغ /هـ. (Booram *et al.*, 1974) أشاروا في دراستهم بأن تراكيز كل من الزنك و الحديد والمنغنيز قد أظهرت زيادة معنوية في أوراق نبات الذرة المعامل بالمياه العادمة المعالجة.

استخدم نبات القطن في هذه التجربة كمؤشر لانتقال عنصري الزنك (ممثل عن العناصر الصغرى) والزرنيخ (ممثلا عن العناصر الثقيلة) لان القطن فترة نموه طويلة و احتياجه المائي عالي. كما يعتبر من المحاصيل الشائعة الاستخدام تحت نظام الري بالمياه العادمة في كثير من البلدان (Day *et al.*, 1974; Oron *et al.*,1999) يجعل من استخدام هذا النوع من المياه فرصة جيدة في كثير من الدول التي تعاني من شح المصادر المائية التقليدية.

هدف البحث:

دراسة تأثير الري بمياه الصرف الصحي في حركة عنصري الزنك Zn والزرنيخ As في نظام: ماء– تربة– نبات.

المواد وطرائق العمل:

أجريت هذه الدراسة الحقلية في محافظة حماه في الفترة الواقعة مابين عامي 2007–2009، على تربة بعلية ذات قوام طيني (Clay Soil). تتميز التربة السائدة في منطقة الدراسة بلونها البني المحمر وهي تحتوي تحت رتبة الـ Vertisols. صممت التجربة وفق مبدأ القطاعات العشوائية الكاملة (CRBD).

تكونت التجربة من أربع معاملات مائية بمعدل ثلاث مكررات المعاملة الواحدة تروى إلى حد 80 % من السعة الحقلية:

T_1 مياه جوفية، T_2: مياه مزكية (مياه جوفية يضاف إليها الزنك والزرنيخ بتركيز مماثلة للمياه العامة المعالجة)، T_3: مياه صرف معالجة، T_4: مياه صرف غير معالجة.

عدد القطع التجريبية= /4/ معاملات مائية × /3/ مكررات = /12/ قطعة تجريبية

مساحة القطعة التجريبية الواحدة حوالي 10 $م^2$

تم زراعة هذه القطع بنبات القطن/صنف حلب 33 (*Gossypium hirsutum*)، أجريت العمليات الخدمة الزراعية اللازمة، وكان عدد الربات /12 ربة/ حسب احتياجات المحصول.

التحاليل والقياسات المنفذة:

جمعت عينات التربة من القطع التجريبية وعلى أعماق ثلاث (0-15، 15-45، 45- 75سم) في بداية ونهاية موسم الزراعة، تم تحضيرها مخبرياً لإجراء التحاليل الكيميائية: pH، EC، $CaCO_3$، تركيز عنصري الزنك والزرنيخ كمحتوى كلي وسنتاح للعينات قبل وبعد والزراعة لعامين، تم جمع العينات الورقية نهاية الموسم لتحليل محتوى عنصري الزنك والزرنيخ.

التحليل الإحصائي: استخدام برنامج التحليل الإحصائي GenStat 10th Discovery Third Edition

النتائج والمناقشة:

يبين الجدول رقم (1) أهم الخصائص الكيميائية للتربة قبل الزراعة. بينما الجدول رقم (2) يعطينا أهم المؤشرات الكيميائية لمياه الري المستخدمة في المعاملات المختلفة، والحدود الموصى بها من قبل منظمة الفاو FAO والمواصفة القياسية السورية للمياه العامة المستخدمة في ري المحاصيل الصناعية (مثل القطن)،

جدول رقم 1: بعض الخصائص الكيميائية للتربة قبل الزراعة

Parameter	Unit	Depth (cm)		
		0-15	15-45	45-75
pH	—	7.99	8.1	8.12
$EC_{1:5}$	dS/m	0.25	0.2	0.2
OM	%	1.59	1.22	0.98
CaCO3	%	23.69	25.53	27.66
AS Tot.	ppm	1.52	1.33	1.19
Zn Tot.		56	55	48
AS Avail.		0.03	0.03	0.01
Zn Avail.		3.27	3.28	3.1
Clay	%	60	56	62
Silt	%	16	18	18
Sand	%	24	26	20

جدول رقم 2: بعض الصفات الكيميائية لمياه الري المستخدمة في المعاملات المختلفة

Parameter	Unit	Inlet	Outlet	Ground	Syrian Stand.*	FAO &** WHO Stand
pH	—	7.01	7.78	8.32	6.0-9.0	6.5-8.5
EC	dS/m	1.23	1.06	0.74		3
SS	ppm	418.67	30.68	11	150	
BOD		516.88	16.81	0	150	
COD		908.75	63.79	0	300	
N		42.66	15.85	4.12		
NO_3		3.99	32.76	0.15	20	
SO_4		45.76	44.25	2.27	500	1000
PO_4		31.36	20.91	0.31	20	
Cl		179.59	171.29	7.47	350	1100
Ca		70.95	69.19	31.58	400	400
Mg		53.76	21.89	8.33	60	60

K		29.53	22.28	0.75		
HCO3		450.7	271.3	158.6	520	600
Zn		0.09	0.03	0	2-10	10
AS		0.034	0.017	0.001	0.1-2	2

تأثير الري بنوعيات المياه المختلفة في تركيز الزنك والزرنيخ في العامين للتجربة

أ- الزنك:

نتج عن استخدام المياه العادمة بشكليها المعالج وغير المعالج وكذلك استخدام المياه الملوثة المحتوية على العناصر بتراكيز مماثل تواجدها في المياه العادمة غير المعالجة زيادة في المحتوى الكلي لعنصر الزنك Zn في التربة، و بفروق إحصائية معنوية بين هذه المعاملات الثلاث ومعاملة الشاهد (المياه الجوفية) في العامين الأول والثاني (الجدولان 3 و4). ويلاحظ أن هذه الزيادة تركزت في الأفق السطحي للتربة (0-15سم) للمعاملات الثلاث، وسجل أعلى تركيز للزنك في الأفق السطحي في معاملة الري بالمياه العادمة غير المعالجة (الشكلان رقم 1 و 2)، مع ملاحظة عدم وجود فرق معنوي بين معاملتي الري بالمياه العادمة ومعاملة المياه الملوثة.

وكذلك الأمر بالنسبة للجزء النباتي، فقد سجلت معاملات الري بالمياه المحتوية على الزنك (4.21 و 3.7 و 4.11 ppm /غير معالجة، معالجة، ملوثة، على التوالي) تفوقاً معنوياً في تركيز الزنك النباتي على معاملة الري بالمياه الجوفية- شاهد (3.3). وعلى العكس من المحتوى الكلي، فقد ظهرت فروق معنوية بين المعاملات الثلاث المحتوية على عنصر الزنك فيما بينها وتفوقت معاملة الري بالمياه العادمة غير المعالجة معنوياً على معاملتي الري بالمياه العادمة المعالجة ومعاملة الري بالمياه الملوثة (الشكلان رقم 1 و 2).

ب- الزرنيخ:

أبانت تربة معاملات الري بالمياه (2.61 و 2.38 و 2.6 و 1.56 /ppm /معالجة، غير معالجة، الملوثة، شاهد/ على التوالي) زيادة في المحتوى الكلي لعنصر الزرنيخ وكانت هذه الزيادة معنوية مقارنة مع معاملة الشاهد في العامين الأول والثاني (الجدولان 3 و4)، و لم تكن الفروق معنوية بين متوسط هذه المعاملات الثلاث (شكل رقم 3 و4).

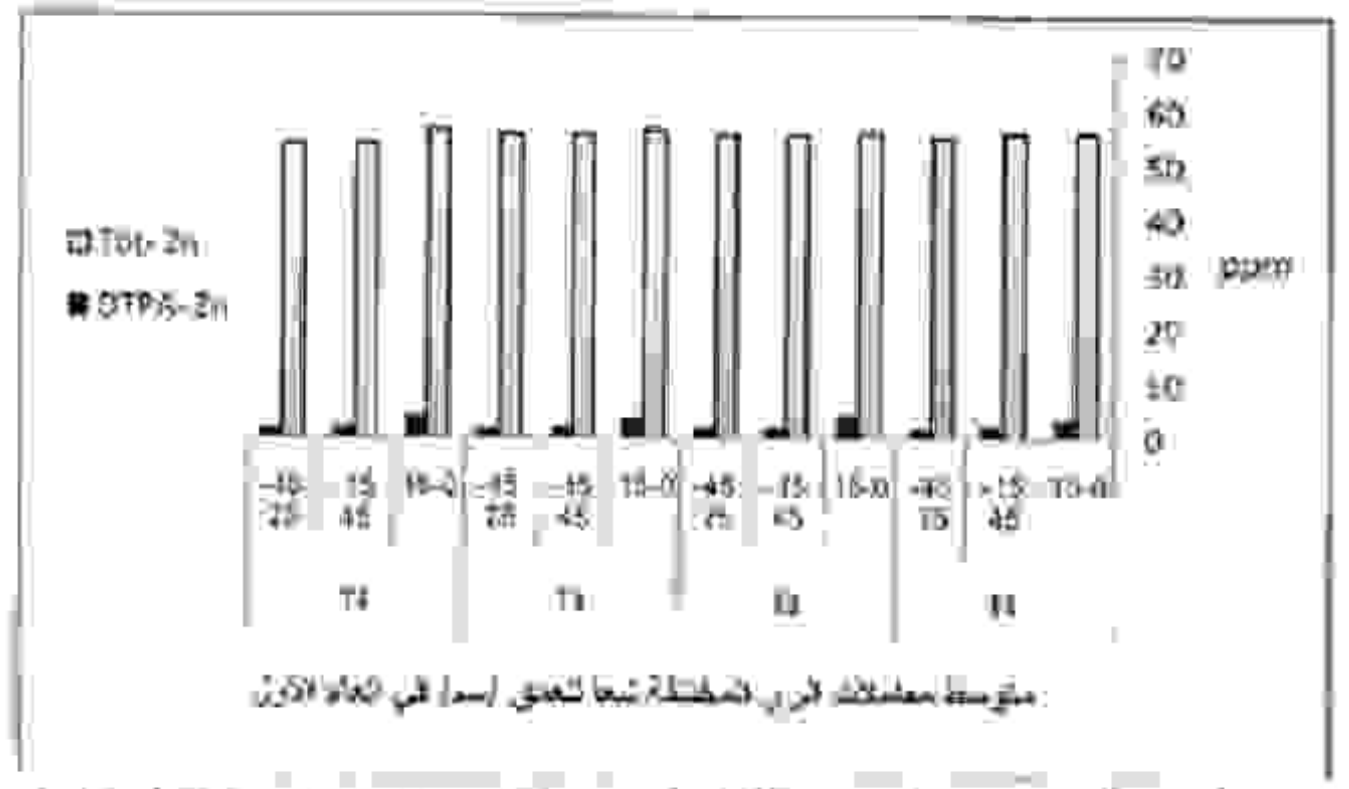
فيما يخص الجزء المتاح من الزرنيخ في التربة، لوحظ وجود فروق معنوية بين تراكيب المعاملات المختلفة، وقد سجلت معاملة المياه العادمة غير المعالجة تفوقا معنويا على باقي المعاملات وأتت بعدها معاملة المياه الملوثة فالمياه العادمة المعالجة وأخيرا معاملة الشاهد (الشكلان رقم3 و4).

جدول رقم 3: متوسط بعض الخصائص الكيميائية للتربة بعد الزراعة في العام الأول

Treat.	Depth	pH	EC	OM	CaCO3	Tot-Zn	DTPA-Zn	Tot-As	DTPA-As
	cm	-	dS/m	%		ppm			
T1	0-15	8	0.43	1.63	23.65	56	3.2	1.57	0.04
	15-45	8	0.29	1.24	25.51	56	1.7	1.6	0.02
	45-75	8.1	0.29	1	27.8	55.3	1.4	1	0.01
T2	0-15	8	0.44	1.64	23.59	56.3	4.1	2.5	0.08
	15-45	7.99	0.2	1.24	25.6	55.8	1.9	2	0.04
	45-75	8	0.29	1.1	27.65	55.8	1.5	1.2	0.01
T3	0-15	8.2	0.78	1.73	23.62	56.5	3.6	2.29	0.07
	15-45	7.99	0.77	1.57	25.55	55.7	1.8	2.1	0.03
	45-75	8	0.78	1.43	27.7	55.8	1.5	1.1	0.04
T4	0-15	8	0,83	1,87	23.63	56.4	4.11	2.4	0.09
	15-45	8	0.85	1,61	25.5	54	1.9	1.8	0.03
	45-75	8.1	0.86	1.48	27.7	54	1.5	1.1	0.04

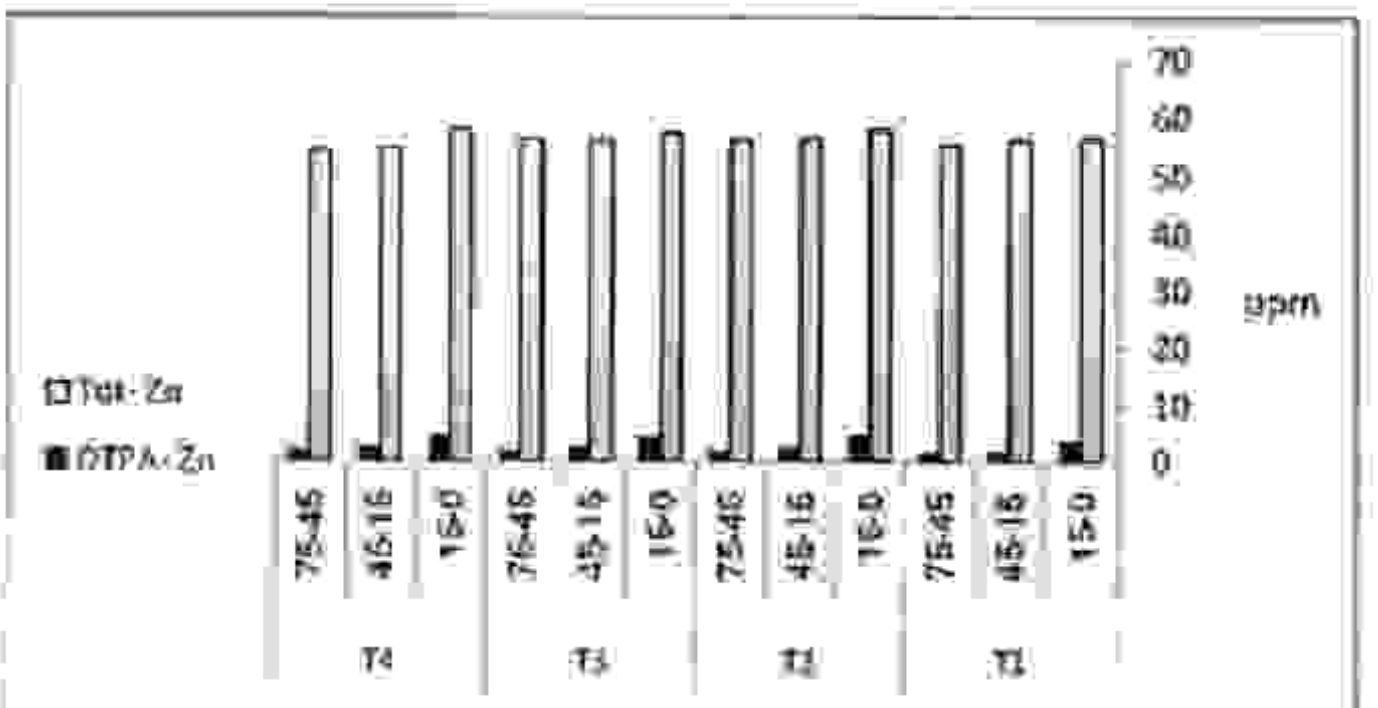
جدول رقم 4: متوسط بعض الخصائص الكيميائية للتربة بعد الزراعة في العام الثاني

Treat.	Depth	pH	EC	OM	$CaCO_3$	Tot-Zn	DTPA-Zn	Tot-As	DTPA-As
	cm	-	dS/m	%		ppm			
T1	0-15	7.8	0.51	1.61	23.87	56.4	3.4	1.55	0.08
	15-45	8	0.31	1.2	25.53	56.1	1.7	1.6	0.01
	45-75	7.9	0.29	1	27.6	55.1	1.3	1.1	0.01
T2	0-15	8.24	0.5	1,6	24.15	57.9	4.12	2.9	0.1
	15-45	8.41	0.26	1.16	25.74	56.2	2.1	2.1	0.04
	45-75	8	0.29	0.9	27.75	56	1.5	1.2	0.01
T3	0-15	7.8	0.98	1.85	23.58	57.2	3.8	2.46	0.09
	15-45	7.93	0.81	1.59	25.55	56	2.1	2.3	0.07
	45-75	8	0.76	1.41	27.5	56	1.5	1.4	0.04
T4	0-15	7.2	0.99	1.97	23.59	58	4.31	2.8	0.15
	15-45	8	0.83	1.83	25.1	54.5	2.2	2.1	0.06
	45-75	7.9	0.86	1.58	27.5	54	1.6	1.6	0.04



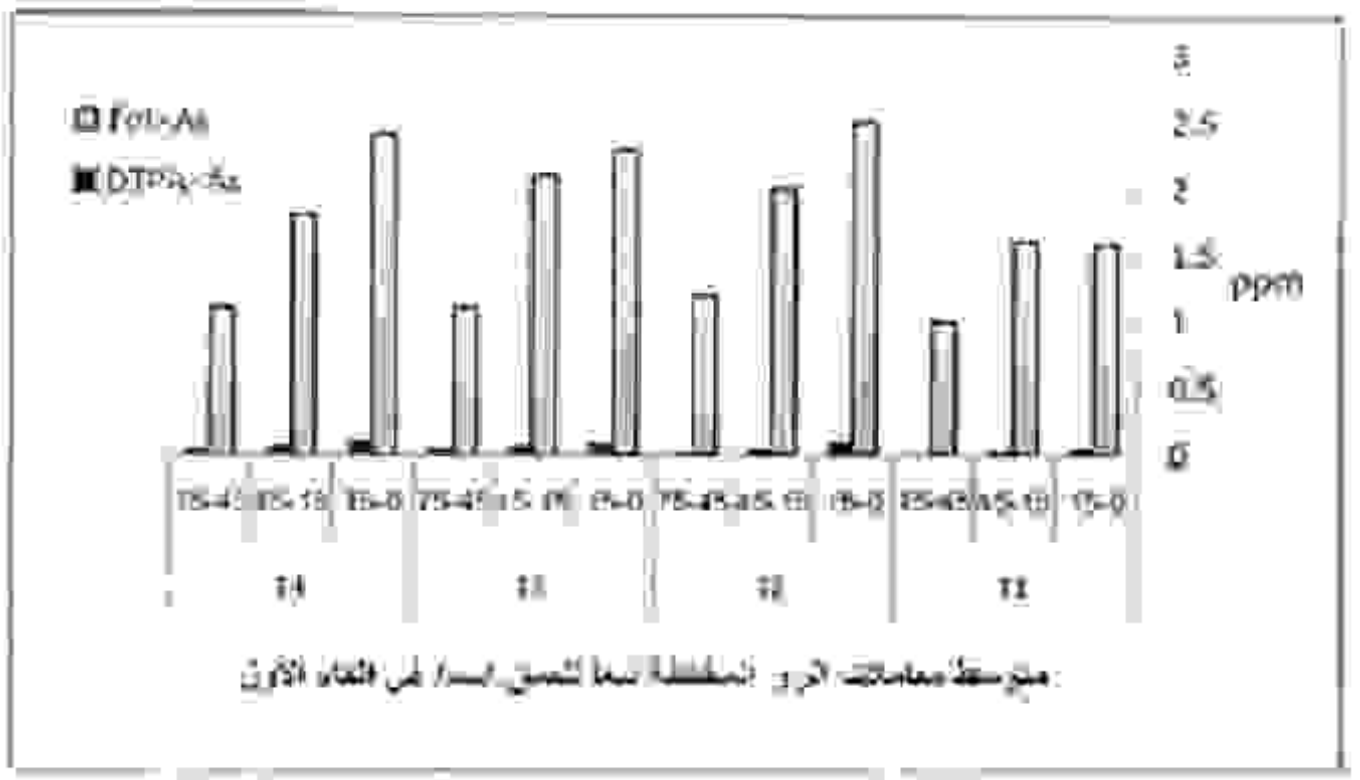
متوسط معاملات الري المختلفة تبعاً للعمق (سم) في العام الأول

شكل رقم 1: تأثير معاملات الري المختلفة في المحتوى الكلي والمتاح لعنصر الزنك في التربة تبعاً للأعماق المدروسة في العام الأول



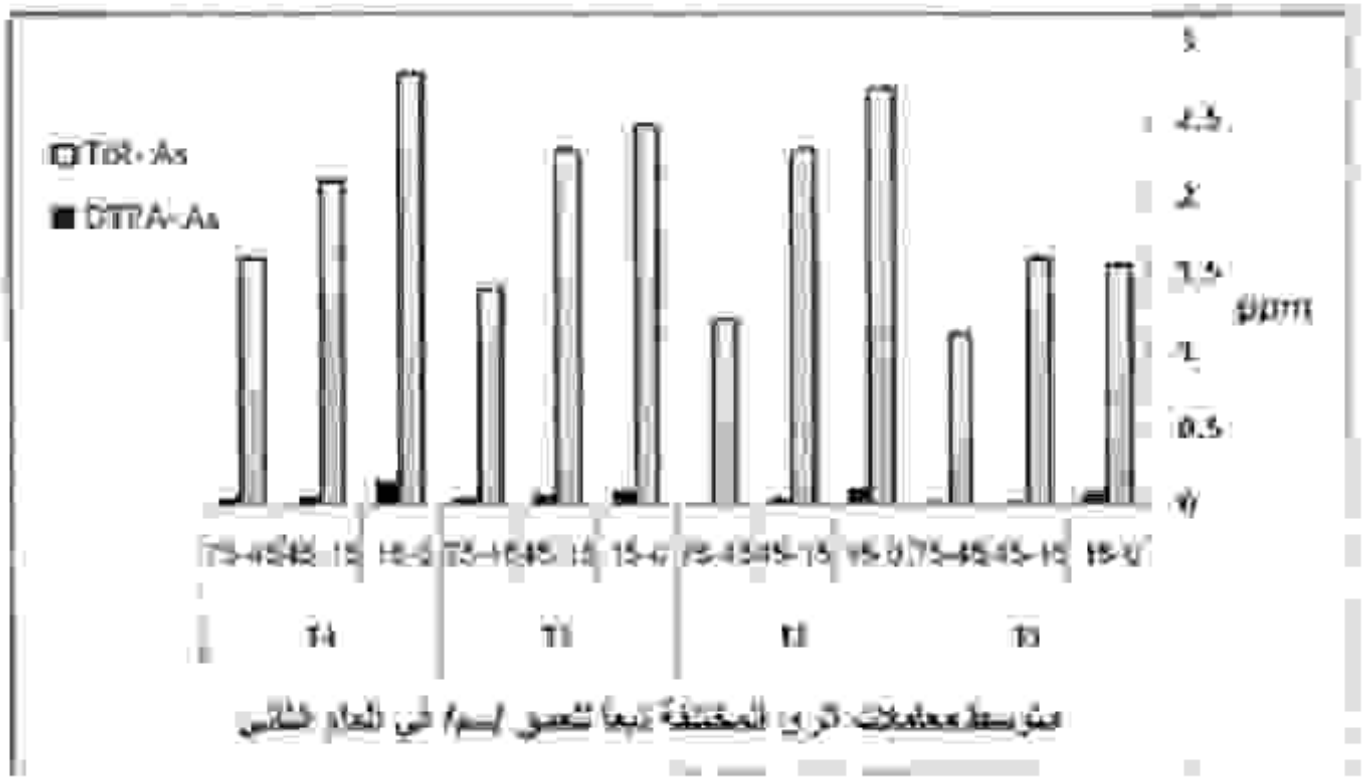
متوسط معاملات الري المختلفة تبعاً للعمق (سم) في العام الثاني

شكل رقم 2: تأثير معاملات الري المختلفة في المحتوى الكلي والمتاح لعنصر الزنك في التربة تبعاً للأعماق المدروسة في العام الثاني



متوسط معاملات الري المختلفة تبعاً لتعمق إسمدة في العام الأول

شكل رقم 3: تأثير معاملات الري المختلفة في المحتوى الكلي لعنصر الزرنيخ والمتاح في التربة تبعاً للأعماق المدروسة في العام الأول.



متوسط معاملات الري المختلفة تبعاً لتعمق إسمدة في العام الثاني

شكل رقم 4: تأثير معاملات الري المختلفة في المحتوى الكلي والمتاح لعنصر الزرنيخ في التربة تبعاً للأعماق المدروسة في العام الثاني

تأثير الري بنوعيات المياه المختلفة في تركيز الزنك والزرنيخ في أوراق نبات القطن للعامين الأول والثاني:

أ- الزنك:

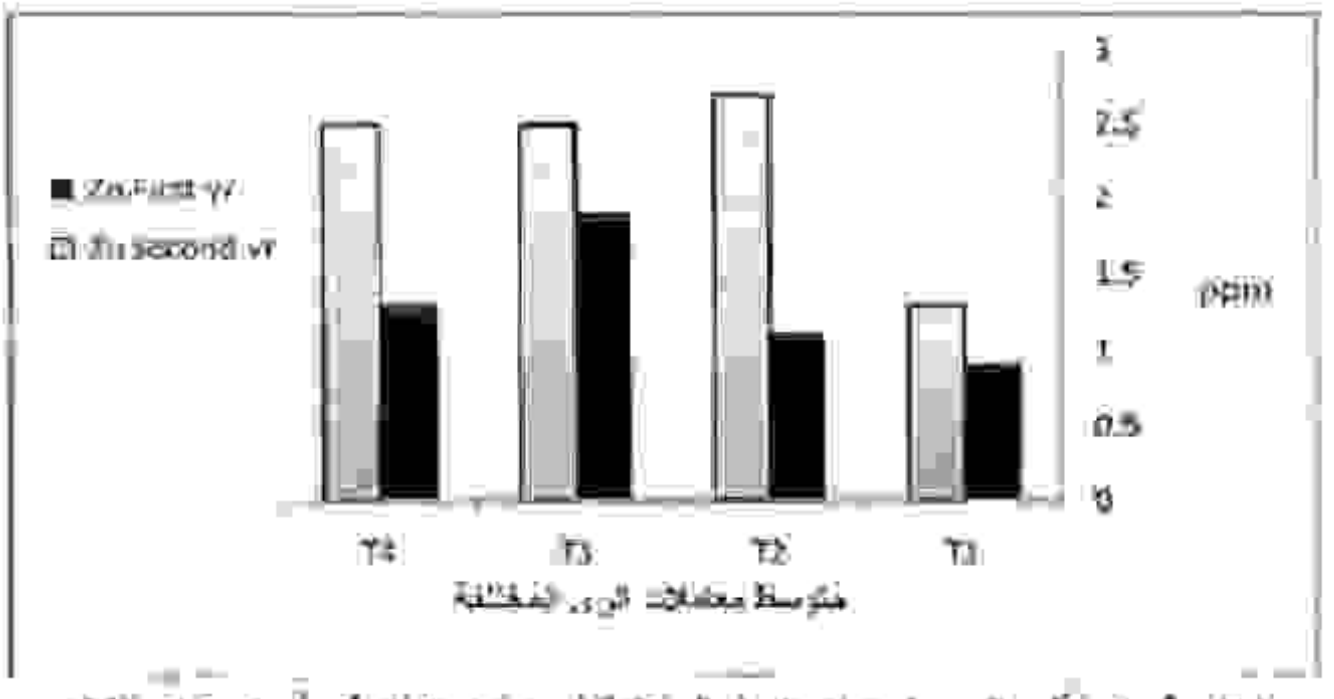
إن استخدام المياه /معالجة وغير معالجة والمياه الملوثة/ في الري أدى إلى زيادة تراكم عنصر الزنك في النسيج الورقي لنبات القطن، وكانت هذه الزيادة معنوية مقارنة مع أوراق النبات المروي بالمياه الجوفية (معاملة الشاهد)، وتفوقت معاملة الري بالمياه الملوثة في محتوى الأوراق من الزنك على معاملتي المياه /المعالجة، غير معالجة/، بينما أعطت أوراق النباتات المروية بالمياه الجوفية أدنى تركيز (الشكل رقم 5).

ب- الزرنيخ:

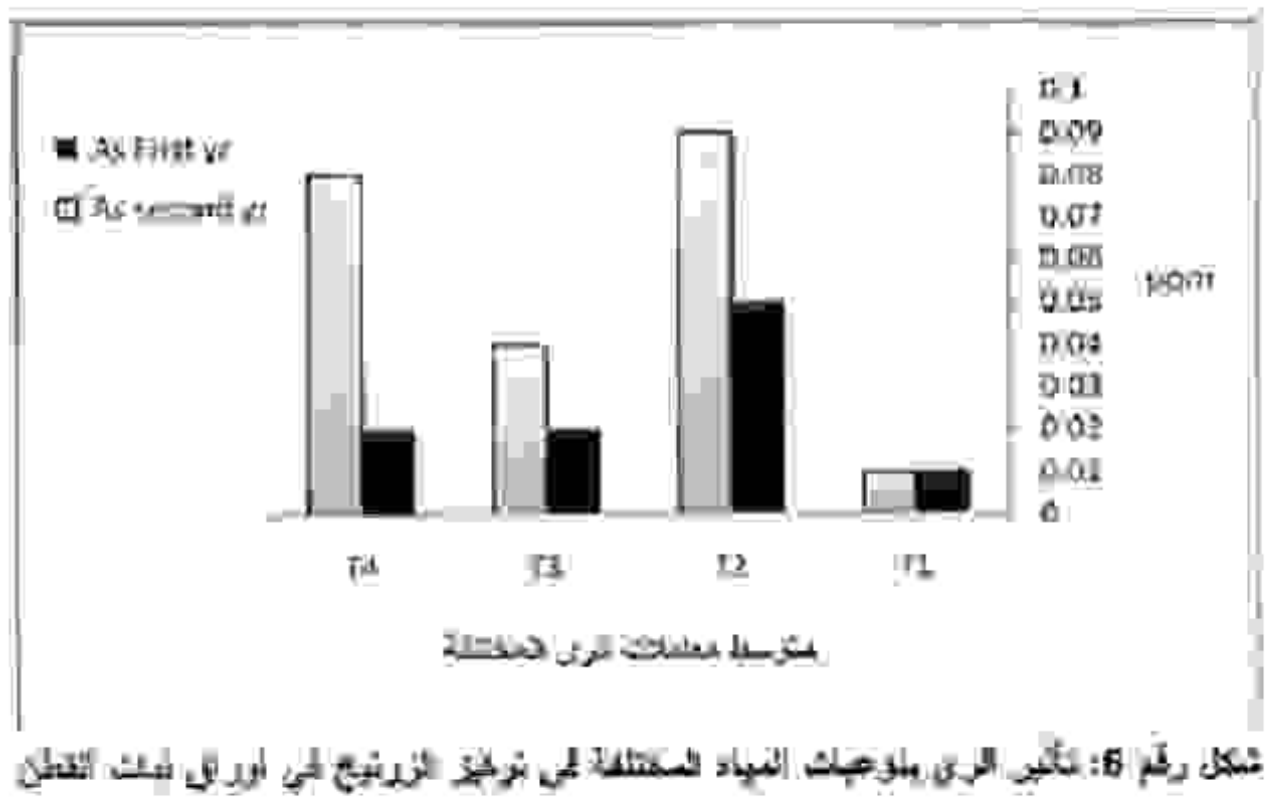
يظهر من الشكل (6) أن تراكم عنصر الزرنيخ في الأنسجة الورقية قد سلك سلوك عنصر الزنك، إذ نلاحظ زيادة في تركيز هذا العنصر في الأنسجة الورقية للنبات المروي بالمياه /المعالجة و غير معالجة والمياه الملوثة/ وبمقارنة هذه التراكيز مع تركيز العنصر في أنسجة أوراق نبات القطن تحت معاملة المياه الجوفية (معاملة الشاهد)، كما وجد فروق معنوية بين هذه المعاملات. بينما أعطت أوراق القطن المروي بالمياه الملوثة التركيز الأعلى من بين المعاملات تلتها أوراق القطن المروي بالمياه /غير المعالجة، معالجة ثم معاملة المياه الجوفية/.

يمكن للنتائج المتحصل عليها أن تفسر بوجود التراكيز العالية من العناصر المعدنية في المياه العادمة والتي أشرنا إليها سابقا (الجدول رقم 2)، حيث نلاحظ أن المياه العادمة بشكليها المعالج وغير المعالج تحتوي على العناصر المعدنية الأساسية في تغذية النبات (N, P, K)، إضافة لوجود العناصر المعدنية الأخرى ولا سيما الـ Ca بتراكيز أعلى مما هو في المياه الجوفية، حيث يعمل على إغناء تركيب المعاملات المروية بالمياه (معالج وغير معالج) بهذه العناصر، إذاً تعمل الزيادة في تركيز هذه العناصر ولاسيما الكالسيوم على خلق حالة من التنافسية مع العناصر

التقيلة للامتصاص من قبل النبات، ويعرف الكالسيوم بتأثيره القوي على ضبط والحد من امتصاص العناصر الثقيلة من قبل النبات. ويمتاز أيضاً بالقدرة التنافسية العالية لإفقاء العناصر ويمنع امتصاصها ويعيق حتى انتقالها ضمن النبات (Osterås, 2003). كذلك تعمل الكبريتات (SO_4^{-2}) الموجودة بتراكيز عالية في معاملات المياه العادمة على تشكيل معقدات ثابتة من شكل (Metal- SO_4)، وتحد هذه المعقدات من امتصاص العناصر الثقيلة (Chen *et al*., 2007). وتعمل الأنيونات والكاتيونات (HPO_4^-, HCO_3^-, NO_3^-, Ca^{++}) الموجودة في المياه العادمة حسب (Umebese *et al*., 2009) على تحفيز عمل أنزيم (Nitrate NRA Reducer Enzyme) المسؤول عن إرجاع النترات إلى نتريت داخل الخلايا النباتية (جذور، أوراق)، وبالتالي تعمل على زيادة النمو الخضري وهذا يؤدي بشكل غير مباشر إلى تخفيف تركيز العناصر الثقيلة في النسيج الورقي للنباتات المروية بالمياه العادمة إذا ما قورنت بأوراق النباتات المتقزمة المصفرة (ذات المسطح الخضري الصغير) المروية بالمياه الملوثة



شكل رقم 5: تأثير الري بنوعيات المياه المختلفة في تركيز الزنك في أوراق نبات القطن



شكل رقم 6: تأثير الري بموجبات المياه المختلفة في تركيز الزرنيخ في أوراق نبات القطن

معامل الانتقال:

يستخدم معامل الانتقال (TF) لتقدير حركة العناصر الثقيلة من محلول التربة إلى النبات، أو مقدرة النبات لامتصاص عنصر ما من محلول التربة، ويعبر عنه بالمعادلة التالية (Kiska *et al.*, 2000; Intawongse and Dean, 2006; Kashif *et al.*, 2009):

$$\text{معامل الانتقال (TF)} = C_{plant} / C_{soil}$$

حيث C_{plant}: تركيز العنصر في النبات مقدر بـ ملغ/كغ مادة جافة و C_{soil}: تركيز العنصر (DTPA) في التربة ملغ/كغ تربة. ويعبر عن الـ TF كنسبة مئوية.

يظهر الجدول رقم (5) قيم معامل الانتقال (TF) لعنصري الزنك والزرنيخ تحت معاملات الري المختلفة، من خلال القيم المدرجة في الجدول نلاحظ اختلاف قيم الـ TF باختلاف العنصر مع اختلاف المعاملة، حيث تراوحت قيم الـ TF لعنصر الزنك من 33% في معاملة المياه الجوفية (الشاهد) إلى أعلى قيمة في معاملة المياه الملوثة 56%، بينما كانت القيمة الأعلى لمعامل الانتقال لعنصر الزرنيخ في معاملة المياه الملوثة (78%)، القيم الأدنى لمعامل الانتقال TF كانت لعنصر الزرنيخ في معاملة الشاهد 17%.

معامل الاغناء (Enrichment Factor):

يعبر معامل الاغناء (EF) عن تركيز العنصر المثقل في وسط ما (تربة أو نبات) ملوث بأحد مصادر التلوث (Contaminated) منسوباً إلى تركيز العنصر نفسه في وسط غير ملوث (Uncontaminated)، ويعبر عنه بالمعادلة التالية (Kisku *et al.*, 2000):

$$EFss \text{ or } EFpp = Ccon_{(s/p)}/Cunc_{(s/p)}$$

حيث: EF_{ss} or EF_{pp} معامل الاغناء في التربة أو النبات، $Ccon_{(s/p)}$ تركيز العنصر (التربة أو النبات) في وسط ملوث و $C_{unc(s/p)}$ تركيز العنصر نفسه (التربة أو النبات) في وسط غير ملوث. أظهرت العناصر الثقيلة المدروسة اختلافاً في قيم الـ EF لنبات القطن المروي بالمياه الملوثة بهذه العناصر (مياه عادمة ومياه جوفية ملوثة) منسوبة إلى تركيز هذه العناصر في نباتات معاملة الشاهد، وكانت أعلى قيمة للـ EF_{pp} لعنصر الزرنيخ 1.67 بينما أقل قيمة كانت لعنصر الزنك 1.01، وكذلك أظهر العنصر نفسه اختلافاً في قيمة الـ EF_{pp} باختلاف المعاملة، ونلاحظ أن عنصر الزرنيخ في النباتات المروية بالمياه الملوثة كان الأعلى في قيمة الـ EF_{pp} (7) مقارنة مع (3، 5) لنباتات المياه العادمة المعالجة وغير المعالجة على التوالي.

جدول رقم 5: قيم معامل الانتقال ومعامل الاغناء لعنصري الزنك والزرنيخ

Treat.	T_4	T_3	T_2	T_1
Element	TF			
Zn	0.45	0.49	0.56	0.33
AS	0.42	0.38	0.78	0.17
	EF_{ss}			
Zn	1.02	1.01	1.02	
AS	1.67	1.53	1.67	
	EF_{pp}			
Zn	1.73	1.64	2.09	
AS	5.00	3.00	7.00	

الاستنتاجات والخاتمة:

من النتائج المدرجة في هذه الدراسة يمكن أن نقول، أدى الري بالمياه العادمة إلى زيادة في تركيز كل من عنصري الزنك والمنغنيز في تربة الـ Vertisols المستخدمة في الدراسة. وأبدى نبات القطن استجابة عالية لامتصاص كلا العنصرين من التربة، وكانت قيم معامل الانتقال عالية ولجميع المعاملات المائية، بحيث يمكننا القول أنه يمكن استخدام نبات القطن في المعالجة الحيوية للترب الملوثة بعنصري الزنك والمنغنيز.

References

1. ABOULROOS S.A; HOLAH S.H; BADAWY S.H, 1996- **Background levels of some heavy metals in soils and corn in Egypt.** *Egypt. J. Soil Sci.*, **36 (1-4)**, 83-97.
2. BOORAM. C.V.; LOYNACHAN T.; KOELLIKER J., 1974- **Effects of sprinkler application of lagoon effluent on corn and grain sorghum.** Proc. *Cornell Univ.* Agric., **492-502.**
3. BRADFORD A; BROOK R; HUNSHAL C, 2003- **Wastewater Irrigation: Hubli-Dharwad, India.** *International Symposium on water, Poverty and Productive uses of Water at the Household Level*, 21-23 January, Muldersdrift, South Africa.
4. BROWN E.G. JR; FOSTER L.A; OSTERGRIN D, 1999- **Mineral surfaces and bioavailability of heavy metals:** A molecular-scale perspective. *Proc. Natl. Acad. Sci.* USA., **96**, 3388–3393.
5. CAMOBRECO J.V; RICHARDS R.B; STEENHUIS S.T; PEVERLY H.J; MCBRIDE B.M, 1996- **Movement of heavy metals through undisturbed and homogenized soil columns.** *Soil Science*, **161**, 740-750.
6. CHEN S; SUN L; SUN T; CHAO L; GUO G, 2007- **Interaction between cadmium, lead and potassium fertilizer (K_2SO4) in a soil-plant system.** *Environ. Geochem. Health*, **29**, 435–446.
7. DAY. A.D; RAHMAR A; KATTER MAN F.R; JENSEN V, 1974- **Effect of treated municipal wastewater and commercial fertilizer fiber, acid-soluble nucleotides, protein, and amino acid content in wheat Hay.** *J Environ. Qual.*, **3:17-19.**
8. DONCOMB D.R.; LARSON W.E.; CLAPP C.E.; DOWDY R.H.; LINDEN A.R.; JOHNSON W.K., 1982- **Effects of wastewater sludge application on crop yield and water quality.** *Journal Water Pollution Control Federation* (USA), ***54, 1193-1195.***
9. DUBE A; ZBYTNIEWSKI R; KOWALKOWSKI T; CUKROWSKA E; BUSZEWSKI B, 2001- **Adsorption and Migration of Heavy Metals in Soil.** *Polish Journal of Environmental Studies*, **10 (1)**,1-10.
10. HAZZOURI A; ARSLAN A; AL-ABDULLAH B, 2010- **Wastewater irrigation: Effects on heavy metals availability in soil.** *J Biol. Chem. Environ. Sci.*, **5(2)**, 173-189.

11. HAZZOURI A; ARSLAN A; AL-ABDULLAH B, 2010b - **Organic matter and soil pH effects on heavy metal accumulation in soil.** *Res. J. of Aleppo Univ. Agricultural Science Series*, **81**.
12. HILL D.C, OLSON B.H; RIGBY M.G, 1981- **Accumulation of Cd and Zn in soil and vegetation from long term application of wastewater.** *Proceedings of Univ. of Missouris annual conference* (USA), pp 272-282.
13. IMURA K; ITO H; CHINO M, 1977- **Behavior of contaminant heavy metals in soil plant system.** *Proceedings of the international seminar on soil environmental and fertilizer management*, 357-368.
14. INTAWONGSE M; DEAN J.R, 2006- Uptake of heavy metals by vegetable plants grown on contaminated soil and their bioavailability in the human gastrointestinal tract. *Food Additives and Contaminants*, **23**(1), 36–48.
15. KASHIF S.R; AKRAM M; YASEEN M; ALI S, 2009- Studies on heavy metals status and their uptake by vegetables in adjoining areas of Hudiara drain in Lahore. *Soil & Environ.* **28**(1), 7-12.
16. KING L. D; MORRIS H. D, 1973- **Land disposal of liquid sewage sludge. IV: Effect on soil P, K, Ca, Mg, and Na.** *J Environ. Qual.*, **2**, 411-414.
17. KISKU G.C; BARMAN S.C; BHARGAVA S.K, 2000- **Contamination of soil and plants with potentially toxic elements irrigated with mixed industrial effluent and its impact on the environment.** *Water, Air, and Soil Pollution* **120:** 121–137.
18. NARWAL R.P; SINGH B.R; PANHIAR A.R, 1983- **Plant availability of heavy metals in a sludge treated soil.** I. Effect of sewage sludge and soil pH on yield and chemical composition of rape. *J. Environ Qual.*, **12**,358-365.
19. ORON G; CAMPOS C; GILLERMAN L; SALGOT M,1999- **Wastewater treatment, renovation and reuse for agricultural irrigation in small communities.** *Agricultural Water Management*, **38**, 223-234.
20. OSTERÅS A.H, 2003- **Accumulation of and interaction between calcium and heavy metals in wood and bark of *Picea abies*.** *J. Plant Nutr. Soil Sci.*, **166**, 246-253.

21. PAGE, A.L. 1974- **Fate and effects of trace elements in sewage sludge when applied to agriculture land.** *EPA* 670/2 - 74-004, 95.

22. SIEBIELEC G; STUCZYNSKI T; KORZENIOWSKA-PUCULEK R, 2006- **Metal Bioavailability in Long-Term Contaminated Tarnowskie Gory Soils.** *Polish Journal of Environmental Studies*, **15 (1)**, 121-129.

23. UMEBESE C.E; ADE-ADEMILUA O.E; OLONISAKIN B.O, 2009- **Impact of combined industrial effluent on metal accumulation, nitrate reductase activity and yield of two cultivars of Vigna unguiculata** (L.) Walp. *Journal of Environmental Science and Technology.*, **2(3)**, 146-152.

24. WEBBER J, 1972- **Effect of toxic metal sewage on crops.** *Water Pollution Control*, **71**, 404-413.

The Impacts of Wastewater Application on Absorption and Accumulation of Zinc and Arsenic in Soil and cotton Plant

A. Hazzouri

Dept. of Soil Science, Faculty of Agriculture, University of Aleppo

ABSTRACT

Wastewater reclamation and reuse is one of the best alternative for compensating water shortage around world, Water supply and environmental conservation can be met through wastewater application especially in arid and semi-arid region. Heavy metals content is the main constrain of wastewater ruse in agricultural system and may impose a limitations and adverse effects on soil and plant . This short-term field study designed and implemented to investigate the effects of wastewater withdrawn from Hama municipal treatment plant for irrigation purposes. The major objective of this study is to assess the probable effects of wastewater irrigation on selected heavy metals content in focusing of Zinc (Zn) and Arsenic (AS) in Vertisol. Four irrigation water quality treatments: Untreated wastewater (W_{tw}); Treated wastewater (W_t); Ground water (W_f) and polluted water (W_p) were used. All these treatments were replicated thrice and designed on based of Completely Block Randomized Design (CBRD). It was shown that wastewater caused an increase in total content and DTPA-Extractable fraction of heavy metal in soil after two years of application. Wastewater and polluted water applied to plots induced soil enrichment with both element (Zn and As) and increased in plant concentration.

Key words: Wastewater, Arsenic, Zinc, Transfer, Enrichment.