

## التقرير الفني النهائي للمشروع

(رقم ٢٠٢١)

دراسة تأثير التسميد بالأسمدة الفوسفاتية علي تراكم عنصر الكاديوم في التربة  
وفي الأجزاء النباتية لبعض محاصيل الخضر

### الفريق البحثي

- د. محمد بن عبد الرحمن العيد باحث رئيسي (قسم الكيمياء)  
د. محمد محمد الجرواني باحث مشارك (قسم الكيمياء)  
د. علي فتحي حمايل باحث مشارك (قسم الأحياء)

### كلية العلوم

### مقدم الي

عمادة البحث العلمي – جامعة الملك فيصل



- -

- -

- -

- - -

- - -

- - -

- -

-

-

EC,  $\text{SO}_4^{-2}$ , ,  $\text{Na}^+$ ,

(CEC)

$\text{Ca}^{2+}$

pH

OM

pH

( / , )

< ( / , )

.( / , )

<

+ NPK

/ ,

,

/ , ,  
)

( )

(

' , ' , ' /

' , ' ,  
/

/ , / ,  
/ , /

./ /  
/ , / ,  
./ / , ,  
/ , -  
/ , /  
/ , /  
./ /

./ /  
-  
./  
/ , /  
/ , /  
/ , /  
./ /  
/

./ .  
.

Syers et

al.(1973)

(  
k<sub>2</sub> ) k<sub>1</sub>

k<sub>1</sub> k<sub>2</sub>

( / )

( / )

k<sub>1</sub>

.( / )

Cadmium (Cd, ppm) was determined in well and irrigation water, soil, fresh vegetables and samples from different location in Al-Hassa Oasis and also in the different type of phosphate fertilizer. The results clear that

1) The concentration in water samples ranged from zero for well from El-Dababite site to 0.012 ppm for wells in Qatar road and wells in El-Qarah site. The correlation between Cd and pH values was insignificant and negative (-0.211) and the correlation between Cd and EC was also insignificant but positive (+0.167).

2) Cd was determined in soil samples which were collected from different locations at two depths (0-30 and 30-60 cm). Cd concentration in soil samples varied from 0.25-1 ppm in eastern villages. The hole mean is 0.6 ppm. Cadmium concentration was ranged between 0.0395 to 0.070 ppm in the upper layer (0-30 cm) while in the second layer (30-60cm) varied form 0.0415 to 0.060 ppm.

3) A positive and significant correlation coefficients were found between available Cd in soil and each of EC,  $\text{SO}_4^{-2}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  and cation exchange capacity (CEC). The correlation coefficient of Cd with pH was negative and significant while with available P was negative and insignificant. The correlation coefficient between Cd and organic matter % in soil was positive and not significant.

4) The effect of fertilizer type on the cadmium content of the soil was studied. The amount of cadmium content in soils was found to follow the order : 0.065 ppm for mineral fertilizer soil , 0.047 ppm for organic fertilizer soil and finally (0.0405 ppm) for virgin soil.

5) The cadmium concentration in common phosphorus fertilizer in local markets ranged between 0.9 ppm in urea fertilizer and 4.4 ppm in NPK+ trace element fertilizer. The amount of nitrogen in phosphorus fertilizer decreased the cadmium concentration while the trace element in the fertilizer increased the cadmium in the mineral fertilizer.

6) Three experiments were carried on tomato, common lettuce and radish plant to study the impact of soil application of four levels of phosphorus fertilizer on the cadmium content of root, leafy, and fruit plant. The levels of phosphorus fertilizer were zero, 24, 48, and 72 for tomato plant, zero, 18, 36, and 54 for lettuce and zero, 12, 24, 36 kg P/dn for radish plant. The results obtained in this study can be summarized as follows

a- The third level of phosphorus gave the highest Cd concentration in plant.

b- The level of Cd in radish (0.78-1.04 ppm) was higher than the Cd in lettuce (0.069 - 0.13 ppm) and in tomato fruits ( 0.08 – 0.12 ppm).

c- The Cd concentration in tomato juice (0.08-0.12 ppm) was higher than the Cd concentration in tomato flash (0.009-0.020 ppm).

e- In lettuce plant, the Cd concentration in rooty part was higher than leafy part while the opposite of this result was found in radish plant.

7- Data of cadmium sorption by the soil indicated that two population of sites (I and II) having different affinity for Cd sorption were present and fit the binary Langmuir equation. The constants related to the binding energy in part I ( $k_1$ ) were higher in sandy soil than clay soil in the first stage. The maximum adsorption values of part I were higher in the clay soil than sandy soil. The maximum adsorption in sandy soil was 228 ppm while in clay soil the maximum adsorption of part I and part II were 625 ppm and in 2000 ppm respectively.

(Cd)

.(Toxicological Profile for cadmium, 1993)

\_\_\_\_\_

(% - )

---

Pezzarossa (1990)

/  
( )

(% )

.(% ) + NPK(48-18-0) NPK(48-18-0)

Williams and David (1977); Mulla et al.(1980)

and Mortvedt (1978)

(Pezzarossa, et al.,

. 1990)

Willams and David (1977)

Page and Bingham (1973)

---

Sillanpaa and Jansson (1992)

El-Shebiny et al (1997)

Yim-Youl and Yim (1998)

. (Tiller, 1988; Naidu et al, 1996 )

.(Tiller, 1988)

Boekhold et

.(al., 1993; Naidu et al., 1994)

( Shuman, 1986; Homann and

Khan et al. (1999) .Zasoski, 1987)

Swift and

desorption

McLaren (1991)

sorption

---

FAO/WHO (1984)

Gobo et al (1996)

Navarro-Pedreno et al (1997)

Jinadsa – Kbpn (1997)

---

Uher (1995)

Krylova (1994)

Traulsen and Schonhard (1995)

-

Darwish et al (1997)

.

- -

- - - -

Kot and Bilinski (1988)

, - ,

/

/

, - ,

/

, - ,

.

/

, - ,

-

-

, - ,

Pb

.

/

Adnan et al. (1995)

Hanackova (1998)

Moral et al (1994)

Ellen et al. (1989)

, )

( )

.( / , /

\_\_\_\_\_ -

.

.

.

.

.

.

-  
-  
-  
-

(

( )  
( )  
( )

(  
(  
(

(  
(

.

**Methods of Analysis** -

( )

(

(

Whatman

No 42

Page et al (1982)

(EC)

. EDTA

.Atomic absorption

- -

(

( )

: ( )

(

( )

(

Page et al (1982)

---

FAO(1970)

(CEC)

(CaCO<sub>3</sub>)

HCl

NaOH

( / )

Walkly and Black

Page et al. (1982)

Olsen, et

.al., (1954)

0.5M NaHCO<sub>3</sub>

:

Whatman No 42

. Watanabe and Olsen (1965)

Spectrophotometer

mS/cm

(EC)

pH

(pH)

:

.Versenate

. Flame photomeyer

. AgNO<sub>3</sub>

. (Jackson, 1973)

AAAc-

---

	AAAc-EDTA	EDTA
(0.5 M CH <sub>3</sub> COONH <sub>4</sub> , 0.5 M CH <sub>3</sub> COOH, 0.02 M Na <sub>2</sub> EDTA)		
74.4 NH <sub>4</sub> OH %25	373 CH <sub>3</sub> COOH %100	571
pH	.	Na <sub>2</sub> EDTA
(Lakanen and ErviÖ,		4.65
		.1971)

. Whatman No 42

.ionized water

/

-

:

(

( )

(

(

( )

( )

( )

( )

.

.

-

.

.



,

,  
0.01M KCl

CdCl<sub>2</sub>  
.Cd

, , ,

---

.

.



جدول ١: أماكن عينات المياه واسم البئر أو العين وقياس كل من pH و EC و كمية الكاديوم والمتوسط و  
الأنحراف المعياري للمتوسط

الموقع	أسم البئر أو العين	pH	EC (mS/cm)	الكاديوم ppm
شمال غرب	المنصور	٧,٢٩	٢,٧٣	٠,٠٠٦
	المنصور	٧,٢٩	٢,٦٧	٠,٠٠٦
	عين الحارة	٧,٥٨	٢,٥٥	٠,٠٠٥
	عين الحارة	٦,٤٢	٢,٦٣	٠,٠٠٢
	عين الحارة	٧,٥٩	٢,٥٠	٠,٠٠٢
	المطريفي	٧,٥٦	٢,٧٦	٠,٠٠٥
المتوسط		٧,٢٩	٢,٦٤	٠,٠٠٥
الأنحراف المعياري للمتوسط				
		٠,٤٤	٠,١٠	٠,٠٠٢
جنوب شرق	خط قطر عمق ١٥٠ متر	٧,٠٨	٦,٠١	٠,٠١٢
	خط قطر عمق ١٧٥ متر	٧,١٦	٥,٠٤	٠,٠٠٦
	خط قطر عمق ١٩٥ متر	٧,٥٤	١,٥٤	٠,٠٠٢
	خط قطر عمق ٥٠٠ متر	٧,٤٥	٢,٠٢	٠,٠٠٤
	الخدود	٧,٥٩	٢,١٢	٠,٠٠٤
	عين الجبيل	٧,٣١	٢,٨٨	٠,٠٠٥
	عين الجبيل	٧,٤٥	٢,٧١	٠,٠٠٥
	عين القارة	٧,٢٧	٢,٧٤	٠,٠١٢
	بئر القارة ١٣٠ متر	٦,٩٩	٥,٦٤	٠,٠٠٤
	العمران ١٢٧ متر	٧,١٠	٤,٠٣	٠,٠٠٣
	الحلالة عمق ١٠٤ متر	٦,٩٦	٣,٤٤	٠,٠٠٢
	الحلالة عمق ١٢٠ متر	٧,٧٢	٥,٠٢	٠,٠٠٢
	عين ام البعوض	٨,٠٢	٥,٠٦	٠,٠٠٣
	عين الدبابية	٧,٤٣	٠,٨٨	٠,٠٠٠
المتوسط		٧,٣٦	٣,٥١	٠,٠٠٥
الأنحراف المعياري للمتوسط				
		٠,٣٠	١,٦٣	٠,٠٠٤
جنوب غرب	عين البحرية عمق ٦٧ متر	٧,٩٤	٢,٢٣	٠,٠٠٢
	السيفة	٧,٣٣	١١,٢٠	٠,٠٠٤
المتوسط		٧,٦٤	٦,٧٢	٠,٠٠٣
الأنحراف المعياري للمتوسط				
		٠,٤٣	٦,٣٤	٠,٠٠١
شمال شرق	الحليلة مياه ري	٨,١٧	٥,١٣	٠,٠٠٣
	الحليلة مياه صرف	٧,٨٣	٥,٣٣	٠,٠٠٣
	الحليلة عمق ٦٤ متر	٧,٥٤	٦,٤٨	٠,٠٠٣
	الحليلة عمق ١٣٠ متر	٧,١٦	٤,٧٣	٠,٠٠٣
	بئر الحليلة	٧,٠١	٢,٨٢	٠,٠٠٥
	بئر الحليلة	٧,٢٨	٢,٧٨	٠,٠٠٧
	بئر الكلابية	٧,٢٨	٢,٦٦	٠,٠٠٥
	بئر الكلابية	٧,٣٩	٢,٧٢	٠,٠٠٤

٠,٠٠٧	٢,٧٣	٧,٣٠	بئر المقدام
٠,٠٠٦	٢,٨٤	٧,٣٩	بئر المقدام
٠,٠١٠	٤,٩٤	٧,٤٥	بئر الدالي
٠,٠٠٦	٢,٦٨	٧,٣٣	بئر الدالي
٠,٠١٢	٧,٦٦	٧,٣٦	بئر البطالية
٠,٠١٢	٧,٤٣	٧,٣٩	بئر البطالية
٠,٠٠٣	٧,١٣	٧,٦٣	محطة ضخ البطالية رقم ٢١
٠,٠٠٢	٢,٧٢	٧,٥٨	الجوهريّة
٠,٠٠٦	٤,٢٤	٧,٤٤	المتوسط
٠,٠٠٣	١,٧٥	٠,٢٧	الأنحراف المعياري للمتوسط

. EC pH

±

±

EC

pH

EC

EC ( / )	pH	(ppm)	
,	,	,	
,	,	,	

,	,	,	
,	,		
,	,	,	
, ±	, ±	, ±	

EC      pH      - - -

(Correlation Coefficient)

EC      pH

pH

EC      .( , )

pH

EC      pH      :


- ,	- ,	*	- ,	,	pH
,	,	*	,	,	EC

( )

\*

--  
--

EC      pH

( )

, / , - ,  
 / , - , /  
 / , / , - , ( )  
 / , - ,  
 . / ,

(EC)

(OM%)

(CEC)

( pH)

pH

- -0.10

-0.47

0.18

( )

pH

- )

ACMS(2003)

( -

EC

EC

EC

EC



. / , CEC

( ) , CEC

( ) ,

( ) ,

CEC

.( )

CEC

CEC

.( )

- - -

.( ) - ,

- - -

% , %

% , % ,

%

% , % ,

% ,

( , ) .

Sillanpaa

and Jansson (1992)

جدول ٤ : مدى ومتوسطات قيم الـ pH ، EC(mmhos/cm) ، وبعض الأيونات الذائبة (meq/liter) والسعة التبادلية الكاتيونية (meq/100g soil) وكمية الفوسفور و الكاديوم الصالحة للادصاص بواسطة النبات (ppm) في عينات التربة المجمعّة من المناطق الزراعية بالأحساء

الصفة	المنطقة	الحد الأدنى	الحد الأقصى	المتوسط	علاقة الارتباط مع الكاديوم
pH	الشرقية	٧,٣٦	٨,٦٣	٨,٠٦	٠,١٠ - (م غ)
	الشمالية	٧,٠٨	٨,٥٤	٧,٧١	٠,١٨ - (م غ)
	جنوب شرق	٧,٣٣	٨,٣٠	٧,٨١	٠,٤٧ - *
	كل المناطق	٧,٠٨	٨,٦٣	٧,٩٤	٠,٢٠٨ - *
EC (mmhos/cm)	الشرقية	٠,١٤	٣,٨٦	٠,٧٤	٠,٤٤٧ *
	الشمالية	٠,١٢	١,١٧	٠,٥٤	٠,٤٣٦ *
	جنوب شرق	٠,١٨	٤,٦٢	١,٤٩	٠,٧١١ *
	كل المناطق	٠,١٤	٤,٦٢	٠,٨٠	٠,٤٧٥ *
Cl <sup>-</sup> (meq/l)	الشرقية	٠,٥٠	٢٤,٦٠	٤,٢٥	٠,٤٤١ *
	الشمالية	٠,٥٠	٦,٩٠	٣,٣٤	٠,٤٩٥ *
	جنوب شرق	٠,٤٠	٢٥,٣٠	٨,٠٧	٠,٨٢٧ *
	كل المناطق	٠,٤٠	٢٥,٣٠	٤,٥٧	٠,٤٩٣ *
SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> (meq/l)	الشرقية	٠,٢٠	١٢,٣٠	٢,٣٦	٠,٤٣٢ *
	الشمالية	٠,٥٠	٤,٣٠	١,٥٢	٠,٢٩٥ (م غ)
	جنوب شرق	٠,٣٠	١٥,٤٠	٤,٦٠	٠,٨٠٩ *
	كل المناطق	٠,٢٠	١٥,٤٠	٢,٤٨	٠,٤٥٥ *
Na <sup>+</sup> (meq/l)	الشرقية	٠,٨٠	٢٢,٩٠	٣,٦٧	٠,٣٣٤ *
	الشمالية	٠,٧٠	٦,٨٠	٢,٤٤	٠,٤١١ *
	جنوب شرق	١,٠٠	٢٦,٩٠	٨,٢٧	٠,٧٩٣ *
	كل المناطق	٠,٧٠	٢٦,٩٠	٤,٠٣	٠,٤٠٧ *
Ca <sup>2+</sup> (meq/l)	الشرقية	٠,٤٠	١٣,٦٠	٢,٤٩	٠,٤٥٩ *
	الشمالية	٠,٣٠	٦,٨٠	١,٩٥	٠,٢٧٧ (م غ)
	جنوب شرق	٠,٥٠	١٩,٠٠	٥,٤٢	٠,٨٥٩ *
	كل المناطق	٠,٣٠	١٩,٠٠	٢,٧٨	٠,٤٨٦ *
CEC (meq/100g)	الشرقية	١,٠٠	٩,٥٠	٢,٦١	٠,٣٣٠ *
	الشمالية	١,٠٠	٧,٢٠	٢,٦٥	٠,٢٥٣ (م غ)
	جنوب شرق	١,٠٠	٨,٤٠	٤,٢٢	٠,٦٩٥ *
	كل المناطق	١,٠٠	٩,٥٠	٢,٨٥	٠,٣٧٢ *

(م غ) -٠,٠٩٠	١٤,٠١	٢١,١٠	٠,٠	الشرقية	P (ppm)
(م غ) -٠,٠٤٠	١٣,١٦	١٩,٢٠	٥,٢٨	الشمالية	
(م غ) -٠,٠٩٠	١٠,٣٠	١٨,٠٠	٠,٠٠	جنوب شرق	
(م غ) -٠,٠٩٠	١٣,٢٧	٢١,١٠	٠,٠٠	كل المناطق	
(م غ) ٠,٢٧٥	٣,٠٤	٧,٩٣	٠,٢٣	الشرقية	OM(%)
(م غ) ٠,٠١٨	٣,٤٢	٢,٩٣	٠,٠٧	الشمالية	
(م غ) ٠,٠٤٠	٢,٢٣	٦,٧٦	٠,٠٠	جنوب شرق	
(م غ) ٠,٠٨١	٣,١٦	٧,٩٣	٠,٠٠	كل المناطق	
	٠,٥٩	٠,٩٢	٠,٢٥	الشرقية	Cd (ppm)
	٠,٦١	١,٠٠	٠,٣٣	الشمالية	
	٠,٦١	٠,٩٩	٠,٣٢	جنوب شرق	
	٠,٦٠	١,٠٠	٠,٢٥	كل المناطق	

\* معنوية عند ٠,٠٥ - غ م غير معنوي عند ٠,٠٥

- -

$$\left( \frac{\text{م غ}}{\text{م غ}} \right) > \left( \frac{\text{م غ}}{\text{م غ}} \right) :$$

$$\left( \frac{\text{م غ}}{\text{م غ}} \right) > \left( \frac{\text{م غ}}{\text{م غ}} \right)$$

$$\left( \frac{\text{م غ}}{\text{م غ}} \right)$$

المتوسط	عمق التربة بالسـم		نوع التسميد في التربة
	٦٠ - ٣٠	٣٠ - صفر	
٠,٠٤٠	٠,٠٤٠	٠,٠٤٠	بدون تسميد
٠,٠٤١	٠,٠٤٣	٠,٠٣٩	مزرعة ١
٠,٠٤٠٥	٠,٠٤١٥	٠,٠٣٩٥	مزرعة ٢
			المتوسط
٠,٠٥٠	٠,٠٥٤	٠,٠٤٦	تسميد عضوي
٠,٠٤١	٠,٠٣٢	٠,٠٥٠	السنة الحالية
٠,٠٤٩	٠,٠٥٩	٠,٠٣٨	منذ سنة
			منذ سنتين
٠,٠٤٧	٠,٠٤٨	٠,٠٤٥	المتوسط
٠,٠٨٢	٠,٠٦٨	٠,٠٩٦	تسميد معدني
٠,٠٦١	٠,٠٦٤	٠,٠٥٧	تسميد سنوي
٠,٠٥٣	٠,٠٤٧	٠,٠٥٨	منذ سنة
			منذ سنتين
٠,٠٦٥	٠,٠٦٠	٠,٠٧٠	المتوسط
٠,٠١٣	٠,٠٠٩	٠,٠٠١٦	الانحراف المعياري للمتوسط

\* الارقام متوسط ٢٥ عينة

- -

+ (18-18-0) NPK (48-18-0) NPK %

ppm ,

ppm ,

+ ( - - ) NPK

Hanackova

/

(1998)

Pezzarossa (1990)

/

(% - )

:

( / )	
,	%
,	NPK(48-18-0)
,	+ NPK(48-18-0)
,	(% )

\*

--

---

---

.

/ ,  
/ ,

, )

( /

/ , )

/ , ) (

(

.( / , , )



/		
/		
/		

\*

\_\_\_\_\_ - -

-  
-  
-

- - - -

+ + )

. (

) ( / ) :

( /

( / )			/
+ +			
/	/	/	
/	/	/	

'	'	'	
'	'	'	
** '	** '	'	'

' ' /

. /

/ , )

( / , ) / (

+ . /

+ / ,

+ . /

< < +

/

.

---

.

( )

.

.

/ ,





	*	

--

EC

CEC

CaSO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O

CaCO<sub>3</sub>

جدول ١١ : بعض من صفات التربة المستخدمة في دراسة أدمصاص الكاديوم

Property	Heavy soil	Sandy soil
pH	7.7	7.5
EC mmhos/cm	5.3	2.5
CaCO <sub>3</sub> %	26.4	7.3
CaSO <sub>4</sub> .2H <sub>2</sub> O	26.4	3.2
Caly %	65.4	2
Silt %	4.1	7.8
Sand %	30.5	90.2
CEC (meq/100g)	15	6.8

( )

Syers et al.(1973)

$$x/m = \{k_1^I k_2^I C / (1 + k_1^I C)\} + \{k_1^{II} k_2^{II} C / (1 + k_1^{II} C)\}$$

$$x/m =$$

$$k_1 =$$

$$k_2 =$$

$$C =$$

I I I

(k<sub>2</sub>)

(k<sub>1</sub>)

k<sub>1</sub> k<sub>2</sub>

k<sub>1</sub>

. ( )

( / )

/ )

( / )

(

k<sub>1</sub>

. 11

El-Shebiny et al (1997)

جدول ١٢: ثوابت معادلة لانجموير \* المحسوبة من منحنيات امتصاص الكاديوم عند درجة حرارة الثابتة لنوعين من الترب ثقيلة ورملية

تربة رملية		تربة ثقيلة		ثوابت
مرحلة ثانية	مرحلة أولي	مرحلة ثانية	مرحلة أولي	معادلة لانجموير
غير مقدر	0.391	109.9	0.271	K <sub>1</sub>
غير مقدر	228	2000	625	K <sub>2</sub>
غير مقدر	89.3	18.2	169.5	K <sub>1</sub> K <sub>2</sub>

\* استخدمت العلاقة الخطية لحساب الثوابت في المرحلة الأولى وأما في المرحلة الثانية حسبت الثوابت طبقاً لـ Syers et al. (1973).

- Bolan, N. S. R. Naidu, M. A. R. Khan, R.W. Tillman and J. K. Syers. 1999. The effects of anion sorption on sorption and leaching of cadmium. Australian J. Soil Res. 37: 445-464.
- Darwish, O.H, F.F.Ahmed and G.A. Mohamed. 1997. Fate of heavy metals in sludge when applied to fruit trees. Alexandria J. of Agri. Research.42: (1)159-169.
- Ellen, G., Loon-Jw-Van, K. Tolsma and Van-loon-Jw. 1980. Heavy metals in vegetables grown in the Netherlands and in domestic and import fruits. Zeitschrift-fur-Lebensmittel-Untersuchung-und-Forschung. 190:34-39.

- El-Shebiny, G.M., E.A. Mashaly and M. M.El-Garawany. 1997. Kinetics of cadmium sorption in soils. *Egypt. J. Appl. Sci.* 12:(12) 288-303.
- FAO. 1970. Physical and chemical methods of soil and water analysis. Soils Bulletin No. 10, FAO, Rome.
- Gobo, A., D. Revayova and J. Kovac. 1996. Contaminants in currants. *Zahradnictvi.* 23: (4) 133-136.
- Hanackova, E.1998. Influence of fertilizing on heavy metals accumulation in winter wheat. *Act Horticulturae et Regioteecturae.*1:(1)5-7.
- Homann, P.S., and Zasoski, R. J. 1987. Solution composition effects on cadmium sorption by forest soil profiles. *J. Environmental Quality.* 16:429-433.
- Jackson, M. L. 1973. Soil analysis. Advanced course ed. 2. A manual of methods useful for instruction and research in soil chemistry, physical chemistry of soils, soil fertility and soil genesis. Revised from original Edition of 1956.
- Lakanen, E. and R. ErviÖ, 1970. A comparison of eight extractants for the determination of plant-available micronutrients in soils. *Acta Agr. Fenn.* 123:223-232.
- Moral, R., G. Palacios, I. Gomez, J. Navarro Pedreno and J. Mataix. 1994. Distribution and accumulation of heavy metals (Cd, Ni, and Cr) in tomato plant. *Fresenius Environmental Bulletin.* 3:(7)395-399.
- Mortvedt, J.J. 1987. Cadmium levels in soils and plants from some long-term soil fertility experiments in the United States of America. *J. Environ. Qual.* 9(3): 408-412.
- Mulla D. J., A. L. Page and T. J. Ganje. 1980. Cadmium accumulations and bioavailability in soils from long-term phosphorus fertilization. *J. Environ. Qual.* 9(3):408-412.
- Naidu, R., N. S. Bolan, R. S. Kookana, and K. G. Tiller. 1994. Ionic-strength and pH effects on the sorption of cadmium and the surface charge of soils. *European J. Soil Sci.* 45:419-429.
- Naidu, R., R. S. Kookana, D.P. Oliver, S. Rogers and M. J. McLoughlin. 1996. Contaminations and soil environment in Australasia-Pacific region. (Kluwer Academic Publishers: London.).
- Olsen, S. R., C. V. Cole, F. S. Watanabe, and L. A. Dean. 1954. Estimation of available phosphorus in soil by extraction with sodium bicarbonate. *USDA Circ.*, 939.
- Page, A. L., R. H. Miller, and D. R. Keeney. 1982. Methods of soil analysis. Part 2- Chemical and microbiological properties. 2<sup>nd</sup> in series *Agronomy*, Madison, Wisconsin USA.

- Pezzarossa, B., G. Petruzzelli, F. Malorgio and F. Tognoni. 1993. Effect of repeated phosphate fertilization on the heavy metal accumulation in soil and plants under protected cultivation. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 24:2307-2319.
- Pezzarossa, B., L. Malorgio, L. Lubrano, F. Tognoni and G. Petruzzelli. 1990. Phosphatic fertilizers as a source of heavy metals in protected cultivation. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 21(9-10):737-751.
- Shuman, L. M. 1986. Effect of ionic strength and anions on zinc adsorption by two soils. *Soil Sci. Soc. Amer. J.* 49: 845-846.
- Sillanpaa, M. and H. Jansson. 1992. Status of cadmium, lead, cobalt and selenium in soils and plants of thirty countries. *FAO soils bulletin* (65). Rome, Italy.
- Swift, R. S., and R. G. McLaren. 1991. Micronutrient adsorption by soils and colloids. In *Interactions at soil colloid-soil solution interface* (Eds G. H. Bolt et al.) pp. 257-292 (Kluwer Academic Publishers: Dordrecht, The Netherlands).
- Tiller, K. G. 1988. Heavy metals in soils and their environmental significance. *Advances in Soil Sci.* 9: 113-142.
- Uher, A. 1995. Ways of eliminating negative effects of some heavy metals in sweet pepper. *Zahradnictvi.* 22: (3)77-83.
- Watanabe, F.S. and S. R. Olsen. 1965. Test of an ascorbic acid method for determining phosphorus in water and  $\text{NaHCO}_3$  extracts from soil. *Soil Sci. Amer. Proc.*, 29:677-678.
- Williams, C.H. and D. I. David. 1977. Some effects of distribution of cadmium and phosphate in root zone on the cadmium content of plants. *Aust. J. Soil Res.* 15:59-68.
- Yim, Y. and YJ Yim. 1998. Comparison of mineral nutrient contents of soil and leaf in the Fuji apple orchards near roadside and industrial area around Chungju lake. *J. Korean Soc. for Hort. Sci.* 39:(4) 437-441.

( )

