

تقييم طائق استخلاص الزنك والبورون وعلاقتها مع مؤشرات نمو الذرة الصفراء *Zea mays*

1. طائق استخلاص الزنك

نورالدين شوقي علي * بيداء حسن علوان العامري * عدنان حسن عفج

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي/جامعة بغداد، كلية الزراعة.

* وزارة العلوم والتكنولوجيا/دائرة البحوث الزراعية.

** وزارة العلوم والتكنولوجيا/دائرة البيئة والمياه.

بغداد- العراق

الخلاصة

اختبرت طريقتين لاستخلاص الزنك الجاهز (الاستخلاص بالـ DTPA و الاستخلاص بحامض الـ HCl) من ترب مزجية لأختيار الطريقة الأنسب للترب العراقية الكلسية. بلغ تركيز الزنك المستخلص بالـ DTPA في مرحلتي الحريرة والمحاصد 0.36- 2.91 و 0.26- 2.86 ملغم كغم¹ على التوالي ، والمستخلص بالـ HCl بلغ 0.45- 0.31 و 0.19- 0.91 ملغم كغم¹ تربة لمراحلتي الحريرة والمحاصد على التوالي، وعند اختبار كفاءة الطريقة من خلال إجراء علاقات ارتباط مع معايير محصول الذرة الصفراء في مرحلتين من مراحل النمو وهي الحريرة والنضج تفوقت طريقة الاستخلاص بالمستخلص المخلبي DTPA على طريق الاستخلاص بالحامض HCl في استخلاص الزنك الجاهز لامتلاكها أعلى معامل ارتباط r ومعامل التحديد r^2 وقيمة t بين الزنك الجاهز ومؤشرات النبات اذ بلغت 0.782 و 0.635 و 6.295 على التوالي.

الكلمات المفتاحية: استخلاص الزنك، تربة كلسية و ذرة صفراء.

Evaluation of Methods for Zinc and Boron Extraction as Related to Growth Parameters of Corn(*Zea mays* L.)

1. Zinc Extraction Methods

Nooruldeen Shawqi Ali Baydaa Hassan Alwan Al-ameri *
Adnan Hassan Afaj**

Ministry of Higher Education and Scientific Research/University of Baghdad
/College of Agriculture.

*Ministry of Science and Technology/Agricultural Researches Directorate.

** Ministry of Science and Technology/ Environmental and Water Directorate.

Baghdad- Iraq

E-mail: shawqiali@yahoo.com

Abstract

Two methods for extraction of available Zn in soil (DTPA and HCl extractants) were conducted to evaluate the best method for calcareous soil .The concentration of zinc ranged from 0.36- 2.91 and 0.26- 2.86 mg/KG by DTPA at silking and maturity stages respectively, and from 0.31- 0.45 and 0.19- 0.91 mg/KG by HCl at silking and maturity stages respectively. The validity of these two methods was tested through correlation test with corn growth parameters at the two growth stages. The extraction with DTPA gave better result than the extraction with HCl using different statistical parameters (r , r^2 , t) which were 0.782, 0.635 and 6.295 respectively correlated with plant parameters.

Key Words: Zinc Extraction, Calcareous Soil and Corn.

الباحث مسند من أطروحة دكتوراه للباحث الثاني

تعد عملية استخلاصه من التربة من المواضيع المهمة في هذا المجال.

تم استعمال عدد من المركبات المخلبية التي لها القدرة في تكوين معقدات ثابتة مع العناصر الصغرى ومنها الزنك عند مدى واسع من pH ، فقد اقترح DTPA (1979) Lindsay (Diethylenetriaminepenta Acetic Acid) محلولاً لاستخلاص، عند $\text{pH} 7.3$ للحد من التأثير الناتج من ذوبان الكاريونات و تستعمل هذه الطريقة بشكل واسع، وهي الطريقة المعتمدة في دراسات الجاهزية للنبات (1994، Afnor).

كما استعملت الحوامض المخففة لاستخلاص الزنك اذ تتضمن هذه الطريقة استعمال تلك الحوامض لاستخلاص العناصر المتبدلة والمرتبطة بأوامر مع معادن الكاريونات والمركبات الأخرى. وتساهم عدد من الميكانيكيات في استخلاص العناصر من التربة عند استعمال الاحماض المخففة ومنها: (1) تحرر الايونات الموجبة بواسطة التبادل الأيوني، (2) ذوبان المركبات الحاوية على تلك العناصر، (3) ذوبان مكونات معادن التربة (مثل اكاسيد -Fe -Mn) (Kuo، 2006). لذا كان الهدف من الدراسة اختيار طريقتين لاستخلاص الزنك الجاهز في التربة وعلاقتها ببعض مؤشرات نمو محصول الذرة الصفراء.

المواد وطرق العمل

اجريت تجربة حقلية في منطقة الجادرية (في احد حقول وزارة العلوم والتكنولوجيا) وجرى تحضير الحقل وتهيئته للزراعة حيث نفذت تجربة ضمن تصميم الالواح المنشقة-المنشقة وزوّعت المعاملات باستعمال تصميم القطاعات الكاملة المعاشرة

يعد الزنك من العناصر الاساسية للنبات والحيوان والإنسان، إذ ان نقص الزنك في جسم الإنسان يمكن أن يؤدي إلى تأخر النمو و التهاب الجلد ونقص المناعة (Al-Baldawi وآخرون 2005). وله دوراً مهماً في تكوين البروتينات من خلال هيكلتها و دوراً تنظيمياً كونه عامل مساعد في عدد كبير من الإنزيمات (Cakmak، 2008).

الحد الحرج للزنك الجاهز في التربة يختلف من تربة إلى أخرى، ووجد Lindsay (1979) ان الحد الحرج للزنك المستخلص بـ $0.005 \text{ مولار Zn}^{1-}$ كان 0.8 ملغم Zn^{1-} تربة لمحصول الذرة الصفراء. وفي العراق وجد Salih وآخرون (1987) ان محتوى الزنك الجاهز المستخلص بالـ DTPA تراوح من 0.4 إلى 3.0 ملغم Zn^{1-} في الجزء الأوسط والجنوبي لحوض وادي الرافدين. و هناك حوالي 30% من الأراضي الزراعية في العالم تعاني من نقص الزنك (Cakmak ، 2002).

صنف بشور وآخرون (2007) محتوى الزنك الجاهز المستخلص بالـ DTPA إلى $0.5-0.0 \text{ ملغم Zn}^{1-}$ (واطئ جداً) و $1.5-0.6 \text{ ملغم Zn}^{1-}$ (واطئ) و $4.0-1.6 \text{ ملغم Zn}^{1-}$ (متوسط) و $6.0-4.1 \text{ ملغم Zn}^{1-}$ (عالٍ) واعلى من 6.0 ملغم Zn^{1-} (عالٍ جداً).

ولأهمية الزنك في تغذية النبات والانسان فمن المهم معرفة محتواه في التربة من اجل تحديد المستوى المناسب لنمو النبات ومن ثم التسميد بهذا العنصر، لأنّه في حالة وجود اي نقص فيه يؤدي إلى نقص تزويد الانسان به (Morgan، 2013)، كذلك محاولة تجاوز حالات السمية عند وجود الزنك بتراكيز عالية في محلول التربة . لذلك

وحامض البويريك في التربة وتأثيرهما في انتاجية الذرة الصفراء (العامري واخرون، 2013).

جدول 1 يبين بعض خصائص التربة الكيميائية والفيزيائية المستعملة في الدراسة . وتم اجراء كافة التحاليل الكيميائية وفقا لما جاء في Page وآخرون (1982).

استعملت طريقتين لاستخلاص الزنك الجاهز في الدراسة وهي:

- المركب المخلبي DTPA وكلوريد الكالسيوم حضر مطحول يحوي 0.005 مolar من Diethylenetriaminepenta (DTPA) مع 0.01 مolar كلوريد الكالسيوم Acetic Acid Triethanolamine و 0.1 مolar CaCl₂.2H₂O (TEA)، ضبطت درجة التفاعل للمطحول عند pH: 7.3 وفقا Lindsay و (1979).

- طريقة حامض الهيدروكلوريك HCl حضر محلول حامض الهيدروكلوريك 0.05 Molar وفقا لطريقة Ponnampерuma (1981). تم تقدير الزنك المستخلص بالطريقتين المذكورتين آنفا باستعمال جهاز الامتصاص الذري Atomic absorption (ANOVA) كما استعمل معامل الارتباط البسيط في توضيح العلاقة بين مؤشرات النبات البايولوجية وطريقي الاستخلاص. باستخدام قيمة اقل فرق معنوي LSD لمقارنة (Least Significant Difference) متosteates المعاملات المختلفة عند مستوى 0.05 (Torrie و Steel) (1980).

RCBD وبثلاث مكررات وتم توزيع مستوى الزنك في القطع الرئيسية (Main Plots) اما طريق اضافة البورون السمادي فوزعت على الالوح الثانوية (Sub Plots) اما مستويات البورون فوزعت هي الاخرى في الالوح تحت الثانوية (Sub-split plots). تضمنت عوامل الدراسة إضافة مستويين من الزنك (0، 10 كغم ZnDTPA هـ⁻¹) في هيئة (تم تحضيره مختبريا) اضيفت للتربة، وتضمنت ثلاثة مستويات من البورون (0 و 0.5 و 1.0 كغم B هـ⁻¹) اضيفت بطريقتين: الاولى 100% إضافة ارضية والطريقة الثانية تضمنت اضافة 90% ارضي + 8% رش (حيث لا يتجاوز التركيز بالرش عن 8 ملغم B لتر⁻¹). وتم اضافة كميات الزنك والبورون الى التربة مع اسمدة النتروجين والفسفور والبوتاسيوم التي اضيفت حسب التوصيات السمادية للذرة الصفراء وبشكل متساو لكافة المعاملات (علي، 2012).

زرعت بذور الذرة الصفراء (Zea mays L.) صنف بحوث 106 في الموسم الخريفي وتم اجراء كافة عمليات ادارة التربة من ري ومكافحة حسب الأوقات المناسبة.

تم استخلاص الزنك بطريقتين مختلفتين للتربة الكلسية التي زرعت بالذرة الصفراء Zea mays وتم اجراء علاقات ارتباط بين معايير جاهزية الزنك في التربة عند مرحلتين من مراحل النمو هي مرحلة الحريرة ومرحلة النضج الكامل. ونفذت طريق الاستخلاص هذه ضمن دراسة موسعة لدراسة سلوك وجاهزية وكفاءة استعمال سمادي الزنك المخلبي

جدول (1) بعض خصائص التربة الكيميائية والفيزيائية للتربة المستعملة في الدراسة

القيمة	الوحدة	الصفة
1.3	دسي سيمنز م ⁻¹	الابسالية الكهربائية (1:1)
7.4	-	(1:1) pH
11.3	ستي مول شحنة كغم ⁻¹ تربة	السعورة التبادلية للأيونات الموجبة
250.0	1- غم كغم تربة	معدن الكاريونات
4.2		مادة التربة العضوية
0.2		النتروجين الكلي
20.5		النتروجين الجاهز
153.0	1- ملغم كغم تربة	البوتاسيوم الجاهز
13.2		الفسفور الجاهز
1.0		الزنك الجاهز المستخلص بالـDTPA
0.7		الزنك الجاهز المستخلص بحامض HCl
1.9		البورون المستخلص بالماء الحار
0.8		البورون المستخلص بحامض HCl
428.7		الرمل
368.7		الغرين
202.6		الطين
مزججة		النسجة

ملغم كغم⁻¹ عند اضافة الزنك ويزادة قدرها 292.1%. في حين لم يكن هناك تأثيراً معنوياً لإضافة الزنك عند الاستخلاص بحامض HCl الذي بلغت جاهزيته 0.32 ملغم كغم⁻¹ و 0.39 ملغم كغم⁻¹ لمعاملتي المقارنة والاضافة على التوالي. أما طرائق اضافة البورون فلم تؤثر معنوياً في جاهزية الزنك المستخلص بكلتا الطريقتين، في حين اثرت مستويات البورون معنوياً في جاهزية الزنك المستخلص بالـ DTPA حيث انخفضت الجاهزية من 1.78 ملغم كغم⁻¹ عند عدم اضافة البورون الى 1.60 و 1.32 ملغم كغم⁻¹ لمستوي البورون 0.5

النتائج والمناقشة

اووضح جدول 2 الزنك المستخلص بطريقتين من طرائق الاستخلاص ولمرحلتين من مراحل نمو الذرة الصفراء (الحريرة والنضج). إذ اشارت النتائج الى تأثير طرائق الاستخلاص معنوياً في مقدار الزنك الجاهز والمستخلص من التربة، وقد تأثر الزنك المستخلص بالـ DTPA معنوياً بالزنك المضاف الى التربة، من خلال زيادة تركيزه من 0.63 ملغم كغم⁻¹ عند عدم اضافة الزنك الى 2.47

الاستخلاص لكل طريقة. ويمكن ان يشار هنا الى ان طريقة الاستخلاص بالمادة المخلبية اكثر كفاءة لاسيما عند ملاحظة نتائج تركيز الزنك (الجدول 2) ان طريقة الاستخلاص بالـ DTPA هي من الطرائق المفضلة في الترب الكلسية للمشاكل التي يتعرض لها الزنك في هذه الترب من امتراز وترسيب (العامري ، 2001 والعامري وآخرون ، 2014) .

و 1.0 كغم B^{-1} على التوالي وبنسبة انخفاض 10.1 و 25.8 % ، بينما لم يكن لمستويات البورون تأثيراً معنوياً في جاهزية الزنك المستخلص بالـ HCl. هذا التباين في قيم الزنك المستخلص بطريقتي الاستخلاص المشار اليهما اعلاه يعزى الى اختلاف الخصائص الكيميائية لمحاليل الاستخلاص وظروف

جدول (2) تركيز الزنك المستخلص بطريقتين ولمراحل نمو النزرة الصفراء

مرحلة الحصاد		مرحلة الحرارة		المعاملة
الزنك المستخلص HCl بحامض	الزنك المستخلص DTPA بالـ	الزنك المستخلص HCl بحامض	الزنك المستخلص بالـ DTPA	
ملغم Zn كغم ⁻¹ تربة				
0.22	0.68	0.33	0.78	Zn ₀ B ₀ F
0.28	0.30	0.32	0.74	Zn ₀ B _{0.5} F
0.27	0.27	0.32	0.52	Zn ₀ B _{1.0} F
0.30	0.64	0.33	0.74	Zn ₀ B ₀ S
0.25	0.39	0.32	0.62	Zn ₀ B _{0.5} S
0.19	0.26	0.31	0.36	Zn ₀ B _{1.0} S
0.25	0.42	0.32	0.63	X
0.91	2.86	0.45	2.91	Zn ₁₀ B _{1.0} F
0.44	2.06	0.40	2.60	Zn ₁₀ B _{0.5} F
0.43	1.82	0.36	2.22	Zn ₁₀ B _{1.0} F
0.73	2.32	0.44	2.67	Zn ₁₀ B ₀ S
0.44	2.03	0.38	2.27	Zn ₁₀ B _{0.5} S
0.43	1.34	0.35	2.16	Zn ₁₀ B _{1.0} S
0.56	2.07	0.39	2.47	X
0.12	0.76	0.13	0.74	LSD _{0.05}

مستويات الزنك هي 0 (Zn₀) و 10 كغم Zn₁₀ هـ⁻¹ () و مستويات البورون هي 0 (B₀) و 0.5 (B_{0.5}) و 1.0 كغم (B_{1.0}) اضيفت بطريقتين : الاولى 100% إضافة ارضية S والطريقة الثانية تتضمن اضافة 90% ارضي + 10% (F) رش .

مولاري، بالإضافة إلى خصائص التربة وبالدرجة الرئيسية محتواها من معادن الكاربونات فقد كان محتوى معادن الكاربونات في التربة قيد الدراسة 250 غم كغم⁻¹ (جدول 1)، مما يؤدي إلى استهلاك جزء من محلول الاستخلاص ويسهم في خفض قدرته في استخلاص الزنك كما بينت عدد من الدراسات عدم كفاءة حامض الهيدروكلوريك في استخلاص العناصر الصغرى الجاهزة للنبات (Sorenson وآخرون، 1971) وتكون هذه الطريقة معتمدة في الترب الحامضية والمتعادلة التفاعل وترب الرز.

أشارت نتائج تحليل الانحدار (جدول 3) وجود علاقة خطية معنوية بين الزنك المستخلص بطريقتي الاستخلاص مع بعض مؤشرات نبات الذرة الصفراء والتي شملت كل من حاصل الحبوب وحاصل المادة الجافة وزن 1000 حبة والحاصل الباليولوجي وتركيز الزنك في الحبوب والمادة الجافة والامتصاص الكلي.

وتم تقييم طرائق الاستخلاص اعتماداً على مؤشرين احصائيين هما معامل الارتباط r وقيمة t ، لقد كانت

قيمتا هذين المؤشرين معنويتين عند مستوى ($P \leq 0.05$) لطريقة HCl حيث تراوحت قيم معامل الارتباط بين 0.612 - 0.971 وبمتوسط 0.782 في حين تراوحت قيم t بين 2.448 - 12.948 وبمتوسط 6.295 . أما طريقة DTPA فقد كانت علاقة الارتباط معنوية فقط مع تركيز الزنك في الحبوب والمادة الجافة والامتصاص الكلي، فقد بلغ متوسط معامل الارتباط وقيمة t

كما اشارت نتائج الجدول 2 إلى ان طرائق الاستخلاص اثرت معنوباً في مقدار الزنك الجاهز والمستخلص من التربة في مرحلة النضج (الحصاد) أيضاً، وكان اتجاه النتائج بالاتجاه نفسه لنتائج مرحلة الحرارة . كما اظهرت النتائج ان طريقة DTPA حققت أعلى مقدار من الزنك المستخلص مقارنة بطريقة HCl ولمرحلتي النمو (الحرارة والنضج)، وقد يعزى ذلك إلى ان الاستخلاص بالمركب الاول ينظم عند درجة تفاعل 7.3 وان 65% من الكالسيوم المضاف على شكل كلوريد الكالسيوم يرتبط مع المركب المخلبي DTPA والذي يعمل على خلق نظام متزن عند درجة التفاعل المذكورة لمحلول الاستخلاص، كما ان 75% من المركب HTEA^+ والذي يتبادل مع ايوني الكالسيوم والمغنيسيوم السائدين على معقد التبادل في انظمة الترب الكلسية وهذا يؤدي إلى زيادة محتواهما في محلول التربة مما يؤدي إلى رفع درجة التفاعل وإعاقة ذوبان معادن الكربونات الموجودة في التربة مما يشجع المركب المخلبي DTPA (الكمية المتبقية منه) للإرتباط بالزنك واستخلاصه والتي ربما تمثل الزنك الجاهز للنبات، Lindsay، (1979).

لقد اعطت طريقة الاستخلاص بحامض HCl اقل قيم لجاهزية الزنك من الطريقة أعلاه ولمرحلتي الاستخلاص، وهذا يعني عدم كفافتها او عدم قدرتها في استخلاص الزنك الجاهز للنبات وهذا ربما يعزى لكونه حامض مخفف (ضعيف) ذو تركيز 0.05

جدول (3) العلاقة الخطية بين الزنك الجاهز ومؤشرات النبات

HCl			DTPA			طريقة الاستخلاص
قيمة t	معامل التحديد r^2	معامل الارتباط r	قيمة t	معامل التحديد r^2	معامل الارتباط r	
1.883	0.262	0.512	2.991	0.472	0.687	حاصل الحبوب
1.867	0.258	0.508	2.632	0.409	0.640	حاصل المادة الجافة
1.784	0.241	0.491	2.448	0.375	0.612	وزن 1000 جة
1.888	0.263	0.513	2.843	0.447	0.669	الحاصل البايولوجي
5.180	0.728	0.854	12.481	0.940	0.969	تركيز الزنك في الحبوب
5.253	0.734	0.857	12.948	0.944	0.971	تركيز الزنك في المادة الجافة
3.983	0.613	0.783	7.724	0.856	0.925	المتصاص الكلي للزنك
3.112	0.443	0.645	6.295	0.635	0.782	X

المصادر

بشور، عاصم ; محمد الفولي ؛ انطوان، صائغ ديليك، اناك ؛ حفي ابو الحق ؛ اونيس ، بابادويوس و نزار، احمد (2007) دليل استخدام الاسمدة في الشرق الادنى. منظمة الاغذية والزراعة للامم المتحدة FAO ، روما. العامری، بیداء حسن علوان (2001) سلوك وكفاءة بعض اسمدة الزنك في التربة الكلسية. رسالة ماجستير. كلية الزراعة. جامعة بغداد.

العامری، بیداء حسن علوان ؛ علي، نورالدين شوقي وعدنان حسن عفج (2013) تأثير إضافة الزنك والبوروون في نمو وحاصل الذرة الصفراء. المجلة العراقية للعلوم والتكنولوجيا المجلد 4(2)، 74-60.

العامری، بیداء حسن ؛ عدنان حسن عفج ونورالدين شوقي علي (2014) إمتزاز الزنك والبوروون في تربةٍ كلسية من وسط العراق. المجلة العراقية للعلوم والتكنولوجيا. المجلد 5 (1)، 52 - 59.

علي، نور الدين شوقي (2012) تقانات الاسمدة واستعمالاتها . وزارة التعليم العالي والبحث العلمي. جامعة بغداد. الدار الجامعية للطباعة والنشر والترجمة.

للمؤشرات المشار إليها 0.831 و 4.805 على التوالي. بلغت متوسط كفاءة العلاقة (معامل التحديد r^2) بين الزنك المستخلص بالـ DTPA ومؤشرات النبات 0.63%. في حين بلغت متوسط كفاءة طريقة حامض الهيدروكلوريك 44.3%. ومن هذه النتائج يظهر بشكل واضح تفوق طريقة الـ DTPA في استخلاص الزنك الجاهز

للنبات على طريقة HCl لامتلاكها أعلى قيم للمؤشرين الاحصائيين المذكورين ونسبة الكفاءة الأعلى. لقد تفوق كل من تركيز الزنك في المادة الجافة والحبوب والامتصاص الكلي على بقية مؤشرات النبات المستعملة في الدراسة في حصولهم على أعلى قيم لمعامل الارتباط مع الزنك المستخلص بكلتا الطريقتين وبلغت 0.971 و 0.969 و 0.925 على التوالي بطريقة الـ DTPA و 0.854 و 0.857 و 0.783 لطريقة HCl . ان تفوق طريقة DTPA مقارنة بطريقة حامض الهيدروكلوريك يعزى الى كفاءة المركب الخلبي DTPA وقدرته العالية للخلب والارتباط بزنك التربة الجاهز Soil-Zn وتكوينه معقدات ذات ثباتية واستقرارية عالية كما أشير إلى ذلك آنفا. مما تقدم يمكن الاستنتاج ان طريقة الاستخلاص بالـ DTPA للزنك تفوقت على طريقة الاستخلاص بحامض الهيدروكلوريك. لذا يمكن التوصية بالاستمرار باستخلاص الزنك بالـ DTPA في الترب الكلسية.

- Afnor**, Qualité Des sols (1994) Méthodes d'Analyses- recueil De Norms Francaises. AFNO, Paris, France. (in French).
- Al- Baldawi**, A. ; Naji, N. and Al- Ani, A. (2005) Male Infertility and Physiological Role of Zinc. Iraq J. Med Sci.4(1), 67- 71.
- Agron.** Madison, Wis.Pande, P. ; Jha, M. N. and R. N. Kaul .(1985)Suitability of DTPA as Extractant for Available Micronutrients in Forest Soils. J. Indian Soc. Soil Sci. (33), 419 – 4
- Cakmak**, I. (2002) Plant Nutrition Research : Priorities to Meet Human Needs for Food in Sustainable Ways. Plant Soil. 3- 24.
- Cakmak**, I. (2008) Enrichment of Cereal Grains with Zinc: Agronomic or Genetic Biofortification. Plant and Soil. (302), 1- 17.
- Kuo,S.M., Lai, S. and Lin, C. W.** (2006) Influence of Solution Acidity and Calcium Chloride Concentration on the Removal of Heavy Metals from Metal-contaminated Rice Coils .Environ. Pollt. (144),918-925.
- Lindsay, W. L.** (1979) Chemical Equilibria in Soils. John Wiley and Sons. Inc., N. Y.Lindsay, W.L. and W.A. Norvell. (1978) Development of a DTPA Soil Test for Zinc, Iron, Manganese and Copper. Soil Sci.Soc. Am. J. (42),421–428
- Morga**, J. (2013) Biofertilization: lasting Solution to Micronutrient Malnutrition and World Hunger. CSA News magazine. 58 (1), 4-9.
- Page**, A. L. ; Miller, R. H. and D. R. Kenney (1982) Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Properties. Am. Soc.
- Ponnampерuma**, F. N. ; Caytan, M. T. and Lantin, R.S. (1981)Dilute Hydrochloric Acid as an Extractant for Available Zinc, Copper and Boron in Rice Soils. Plant Soil. (61), 297- 310.
- Salih, H. M.; Hummadi, A. M. ; Hussain, F. A. and G. S. Toma.** (1987) Availability of Major and some Micronutrients in the Central and Southern Mesopotamian River Plane of Iraq. J. Agric. Water Reso. Res. (6), 85-100.
- Sorensen, R. C.; Oelslidle, D. D. and Knudsen, D.** (1971) Extraction of Zn, Fe, and Mn from Soils with 0.1 N Hydrochloric Acids as Affected by Soil Properties, Solution : Soil Ratio, and length of Extraction Period. Soil Science. (111), 352- 359.
- Steel, R. G. D., and Torrie, J. H.** (1980) Principles and Procedures of Statistics. McGraw- Hill, Inc., N. Y Trehan, S.P.; J.S. Grewal, and A.S. Negi (1980) Micronutrient Status of some Brown Hill Soils of Simla Region. J. Indian Soc. Soil Sci. (28) 526 – 528.