تأثير الكبريت الرغوي في قابلية التربة على تجهيز الزنك
باستخدام بعض المعايير الثرموداينيميكية

طارق سالم سليم
الهيئة العامة للبحوث الزراعية

المستخلص

نفذت تجربة مختبرية بأخذ تربة جافة هوائيا وبقطر 2 ملم ذات نسجة مزيجية طينية غرينية (Silt clay) تقسم مجموعة الترب العظمى TypicTorrifluvent في حقل محطة محاصيل أبي غريب التابعة إلى الهيئة العامة للبحوث الزراعية ، ووضعت في أعمدة زجاجية بحجم 15سم^3 واضيف إليها خمسة مستويات من الزنك المعدني صفر و4 و8 و16 و32 ملغمZn.كغم$^{-1}$ تربة على شكل كبريتات الزنك $ZnSO_4.7H_2O$ واستخدمت ثلاثة مستويات من الكبريت الرغوي هي صفر و750 و1500 ملغم$^{-1}$ تربة وكررت المعاملات ثلاث مرات بحسب التصميم التام التعشية واضيف الماء المقطر لحد السعة الحقلية ،ووضعت المعاملات في الحاضنة بدرجة 298° مطلقة وحضنت بإحدى عشرة مدة حضن هي 1 و3 و6 و12 و24 و48 و72 و168 و336 و720 و1440 ساعة. بعد كل فترة تحضين تم إخراج النماذج واضيف إليها الماء المقطر بنسبة 1 : 10 تربة : ماء رجت العينات بجهاز الرج الميكانيكي لمدة نصف ساعة ثم عرضت إلى جهاز الطرد المركزي 3500 دورة.دقيقة$^{-1}$ وفصل ورشح المحلول وقيس الزنك الذائب والـEC وpH بعد الاتزان. وحسبت كمية الزنك الممتزة وكذلك حسبت فعالية الزنك والسعة والشدة والسعة التنظيمية والطاقة الحرة وجهد الزنك. وقد أظهرت النتائج أن إضافة الكبريت الرغوي والزنك أديا إلى خفض قيم الطاقة الحرة لتفاعلات امتزاز الزنك في التربة. أن مؤشرات السعة والشدة والسعة التنظيمية للزنك في التربة كانت مناسبة للدلالة على قابلية التربة على تجهيز الزنك بزيادة مستويات الكبريت المضاف وإمكانيتها في إمداد النبات بحاجته من عنصر الزنك وان قيم السعة التنظيمية لعنصر الزنك تزداد مع الزنك المضاف وتنخفض مع زيادة مستويات الكبريت الرغوي المضاف.

The Iraqi Journal of Agricultural Sciences, 36(2) : 31 – 36, 2005 Saleem

EFFECT OF FOAM SULFUR ON SOIL CAPACITY TO SUPPLY ZINC USING SOME THERMODYNAMIC INDICES

T. S. Saleem
State Board for Agricultural Researches

ABSTRACT

A laboratory experiment was carried out using 2 mm in diameter air dry soil with a texture of silt clay loam which is belong to Typic Torrifluvent great group . The soil was filled in glass tubes of 15 cm³. Five levels of zinc were added as ($ZnSO4.7H_2O$) at the rate of: 0, 4, 8, 16 and 32 mg Zn kg^{-1}. Also three foam sulfur levels were added at the rate of: 0,750, 1500 mg S Kg^{-1} soil. All treatments were contained three replications. Distill water was added to the soil at field capacity level and then were incubated at 298; absolute degree with 11 incubation periods as: 1,3,6,12,24,48,72,168,336,720, and 1440 hours. At each incubation period samples were taken out and distill water was added at the ratio of 1: 10 soil: water. Samples were mechanically shaked for half an hour at 3500 rpm. The solution was separated and extracted. Soluble zinc, Ec, pH after equilibrium, absorbed zinc, activity, capacity, intensity, buffering capacity, free energy and Zinc potential were calculated.

The results showed that the addition of foam sulfur and zinc were decreased the values of free energy in the soil. The parameters of zinc capacity, intensity, and buffering capacity were suitable for soil capability to zinc supply when sulfur was increased and the possibility of adding sulfur for zinc plant supplying. The values of zinc buffering capacity were increased with zinc addition and decreased with foam sulfur addition.

المقدمة

تزايد أهمية العناصر الغذائية الصغرى Micronutriets بسبب زيادة قدرتها على التأثير في الحاصل ومكوناته بدورها في الكثير من العمليات الفسلجية للنبات ولكون النبات لايمكنه أن يكمل دورة حياته بدون هذه العناصر.

الزنك أحد العناصر الغذائية الصغرى الذي له أهمية المتميزة للمحاصيل الحبوبية والبقوليات لدخوله في تركيب الكثير من الحوامض الأمينية والأنزيمات فيدخل في تركيب الحامض الأميني Tryptophan الذي يكون الحامض الاميني الاول وكذلك له تأثير مباشر في الكثير من الاوكسينات والأنزيمات. يتراوح تركيز الزنك في النبات بين 25-70 ملغم.كغم$^{-1}$ (22) وتراكيزه في التربة مختلفة حسب نوع التربة ومعادنها وخصائصها الكيمياوية والعضوية. (15 ، 17 ، 18) وكذلك وجود الكاربونات خاصة الفعالة منها ودرجة تفاعل التربة (pH) من الصفات المؤثرة في تحديد جاهزية الزنك في التربة (7 ، 14).

*تاريخ استلام البحث 2004/7/10 ، تاريخ قبول البحث 2005/2/12

لذلك أصبح من الأهمية بمكان قياس تفاعلات الزنك والتنبؤ عن قدرة التربة على إمكانية توفير حاجة المحاصيل من عنصر الزنك السعة التنظيمية للتربة واحدة من الاساليب المهمة التي يمكن من خلالها التنبؤ بجاهزية العناصر الغذائية في التربة . بين (3 ،4، 8) أهمية استخدام هذه المؤشرات الثرموديناميكية لتقييم جاهزية العناصر الغذائية وحصلوا على علاقات معنوية لهذه المؤشرات في تقييم جاهزية العناصر الغذائية،البوتاسيوم،و المغنيسيوم،و الزنك على التوالي.

الترب العراقية بشكل عام ذات محتوى عالي من كاربونات الكالسيوم وبدرجة تفاعلها (pH) مائل للقاعدية (5) ومثل هذه الترب تعد مشكلة خفيفة في حقيقة تجهيز عنصر الزنك لذا يكون من الضروري أضافته للتربة لسد حاجة النبات أو البحث عن ميكانيكية لزيادة جاهزية في التربة.

الكبريت الرغوي من المصلحات الحامضية للتربة اذ تكون درجة تفاعلة 0.75 عند نسبة كبريت 1:1 كبريت رغوي: ماء (9) ولذلك عند اضافته للتربة الكلسية يؤدي الى خفض درجة تفاعلها (pH) وقد لاحظ الكثير من الباحثون (1 ، 2 ، 10 ، 16) حصول انخفاض في درجة تفاعل التربة (pH) عند إضافتهم للكبريت الرغوي والزراعي للتربة . لذا بهدف البحث إلى دراسة تأثير الكبريت الرغوي في التفاعلات الكيمياوية للزنك وقياس السعة التنظيمية والطاقة الحرة لتربة كلسية وعلاقة ذلك بقابلية التربة على تجهيز الزنك.

المواد وطرائق العمل

نفذت تجربة مختبرية لدراسة تأثير الكبريت الرغوي في تفاعلات امتزاز الزنك في تربة كلسية، حسب الطريقة المذكورة من قبل (19). جلبت عينة تربة من حقل يتبع المحاصيل الحقلية التابع إلى الهيئة العامة للبحوث الزراعية وجففت هوائياً ونخلت بمنخل قطر فتحاته 2 ملم (جدول1 بين بعض الصفات الكيمائية والفيزيائية للتربة) وضعت في أوعية زجاجية ذات سعة 15 مللتر ، أضيف إليها الزنك المعدني $ZnSO4 . 7H_2O$ بخمسة مستويات صفر(Zn_0) و4 (Zn_1)و 8 (Zn_2) و16(Zn_3) و32(Zn_4) ملغم Zn.كغم$^{-1}$ والكبريت الرغوي بثلاثة مستويات 0 (S_0) و750 (S_1) و1500 (S_2) ملغم.كغم$^{-1}$ تربة. ويبين الجدول (2) بعض صفات الكبريت الكيمائية(9). أضيف الماء المقطر لحد السعة الحقلية وحضنت المعاملات بالحاضنة على درجة 298° مطلقة ولإحدى عشرة مدة حضن 1 و3 و6 و12 و24 و48 و72 و168 و720 و1440 ساعة ويواقع ثلاث مكررات لكل معاملة وحسب التصميم كامل التعشية (RCBD) وبعد انتهاء مدة الحضن لكل معاملة أضيف أليها الماء المقطر بنسبة 1: 10 (تربة : ماء مقطر) وتم السرج في جهاز الرج الميكانيكي بسرعة 3500 دورة/دقيقة وفصل محلول التوازن عن التربة ورشح المحلول وتم قياس EC و pH والزنك الذائب وحسب المؤشرات الثرموديناميكية الآتية.

1-القوة الايونية حسبت للتربة من التوصيل الكهربائي EC حسب الصيغة التي اقترحها Griffin و Jurinak(17). I=Ecx0.013

2-معامل الفعالية حسبت بالاعتماد على معادلة Deby Hukle – المذكورة في Lindsay (20).

3-السعة التنظيمية حسبت كما جاء في Mengl و Kerkby (22).

4-حسبت الطاقة الحرة كما جاء في Bohn واخرون (13).

-تم أجراء تحاليل التربة والمحاليل حسب الطرائق المذكورة في Black (12).

النتائج والمناقشة

1-تأثير الكبريت في العلاقة بين السعة والشدة والسعة التنظيمية للزنك

تشير العلاقة بين المؤشرات الثرموديناميكية لعاملي السعة (capacity) الذي يمثل كمية الزنك الممتزه على سطح التربة والشدة (Intensity) والتي تمثل فعالية الزنك في محلول الاتزان تحت مستويات مختلفة من الكبريت الرغوي صفر 150 ، 750 ملغم S.كغم$^{-1}$ تربة الى أن السعة التنظيمية للزنك تنخفض بزيادة مستويات الكبريت الرغوي المضاف ولجميع مدة التحضين مما يؤدي إلى زيادة مقدرة التربة على تجهيز الزنك (جدول 3). ويعود سبب ذلك إلى قدرة الكبريت على خفض درجة تفاعل التربة (pH) الذي يؤدي إلى زيادة ذوبانية الزنك الأصلي Nativ والمضاف (1 ، 2 ، 10 ، 15) هذا من جهة ومن جهة أخرى فأن الكبريت الرغوي يؤدي إلى رفع القوة الايونية التي بدورها تؤدي إلى زيادة الزنك الجاهز في التربة. وتتفق هذه النتائج مع ما حصل عليه الراوي(3) و Maskin واخرون (21) ، ان إضافة الكبريت الرغوي ادى إلى خفض قيم السعة التنظيمية للزنك بنسبة (6.39) (12.73) % للمستوين S_1 ، S_2 على التوالي مقارنة بالمستوى S0 بعد 72 من التحضين وان أوطأ قيمة للسعة التنظيمية حصلت بعد (72) ساعة من التحضين عند مستوى S_2 واعلى قيمة بعد (336) ساعة من التحضين عند مستوى S_1 وتتفق هذه النتائج أيضاً مع النتائج التي حصل عليها الراوي (3) و Maskina وآخرون (21) الذين بينوا إمكانية استخدام مؤشرات التربة للسعة والشدة في تقدير كمية

جدول 1. بعض صفات التربة الكيميائية والفيزيائية

مفصولات التربة		الوحدات	القيمة
الرمل		غم.كغم$^{-1}$ تربة	192.0
الغرين		غم.كغم$^{-1}$ تربة	508.0
الطين		غم.كغم$^{-1}$ تربة	300.0
نسجة التربة		مزيجة طينية غرينية	SiCl
التوصيل الكهربائي(1:1)		ديسي سيمنز.م$^{-1}$	2.7
درجة التفاعل(pH)			7.9
الكلس الفعل		غم.كغم$^{-1}$ تربة	119.4
الكلس		غم.كغم$^{-1}$ تربة	254.2
المادة العضوية		غم.كغم$^{-1}$ تربة	7.1
N الجاهز		ملغم.كغم$^{-1}$ تربة	80.2
Pالجاهز		ملغم.كغم$^{-1}$ تربة	7.24
Kالجاهز		ملغم.كغم$^{-1}$ تربة	336.7
CEC		سنتي مول.كغم$^{-1}$ تربة	22.0
العناصر الصغرى الجاهزة	الزنك	ملغم.كغم$^{-1}$ تربة	0.56
	النحاس	ملغم.كغم$^{-1}$ تربة	1.65
	المنغنيز	ملغم.كغم$^{-1}$ تربة	7.21
	الحديد	ملغم.كغم$^{-1}$ تربة	11.21
الزنك الكلي		ملغم.كغم$^{-1}$ تربة	67.4

جدول 2. بعض صفات الكبريت الكيميائية

التوصيل الكهربائي	ديسي.سيمنز.م$^{-1}$	31.3
درجة التفاعل		0.73
الكاربون العضوي	غم.كغم$^{-1}$	24.4
CEC	سنتي مول.كغم$^{-1}$	7.1
الكبريتات	ملغم . كغم$^{-1}$	6132

جدول 3. تأثير مستويات الكبريت الرغوي المختلفة في السعة التنظيمية للزنك

الكبريت ملغم.كغم$^{-1}$	الزنك ملغم.كغم$^{-1}$	الزمن (الساعة$^{-1}$)						
		1	24	72	168	336	720	1440
صفر	Zn 0	1.813	2.213	2.287	2.369	2.432	2.251	2.266
	Zn 1	3.934	7.874	10.714	10.105	10.379	9.826	9.849
	Zn 2	5.007	11.625	15.456	15.021	16.091	15.655	15.062
	Zn 3	6.091	16.216	24.012	22.609	24.341	23.999	22421
	Zn 1	7.024	21.786	36.417	37.241	39.253	35.802	38.157
750	Zn 0	1.501	1.241	1.18	1.168	0.836	0.720	0.65
	Zn 1	1.678	2.345	2.312	2.381	2.531	2.513	2.212
	Zn 2	3.965	8.251	11.358	11.293	10.413	11.289	11.459
	Zn 3	5.019	12.294	16.991	15.907	14.49	16.803	16.916
	Zn 4	5.847	15.385	22.513	20.754	19.417	22.665	22.65
1500	Zn 0	1.21	0.99	0.74	0.65	0.511	0.321	0.221
	Zn 1	1.866	2.279	2.468	2.458	2.52	2.375	2.364
	Zn 2	3.959	7.725	10.641	10.681	10.124	10.125	9.96
	Zn 3	4.923	11.691	15.491	14.773	13.863	14.792	14.222
	Zn 4	5.946	15.871	23.85	22.378	19.472	22.147	21.665

الزنك اللازمة للحصول على أفضل نمو لمحصولي الذرة والرز بالاعتماد على تفاعلات الامتزاز. من ذلك يتبين أن العلاقة بين مؤشري السعة والشدة كانت مناسبة لزيادة فعالية الزنك بالتربة مع زيادة زمن التحضين ومن ثم تصبح هذه المؤشرات مناسبة جداً لتقيم جاهزية الزنك بإضافة الكبريت الرغسوي وكما يتبين أن للكبريت الرغوي دورا مهما في خفض السعة التنظيمية (زيادة جاهزية الزنك) التي تؤدي إلى زيادة إمداد النبات بما يحتاجه من هذا العنصر خلال مراحل نموه المختلفة.

2-تأثير مستويات الكبريت والزنك والزمن في قيم الطاقة الحرة للزنك

تعتمد قيمة الطاقة الحرة للزنك في التربة على قيم فعالية أيون الزنك في محلول التوازن فكلما كانت قيمة الطاقة الحرة عالية (حسب القيمة السالبة) ارتبطت بنقص الزنك في التربة وتشير إلى انخفاض جاهزيته بسبب تفاعلات الامتزاز على معقد التبادل وكلما كانت القيمة واطئة (حسب القيمة السالبة) تشير إلى أن التربة ذات تجهيز جيد للزنك. يبين جدول (4) قيم الطاقة الحرة لتفاعلات الزنك في التربة معبراً عنها بوحدات $Kcal.mole^{-1}$ تحت مستويات مختلفة من الكبريت الرغوي المضاف وكانت قيم الطاقة الحرة لتفاعلات الزنك في التربة كانت سالبة لجميع مستويات الزنك المضاف ولجميع مستويات الكبريت الرغسوي وهذا يعني أن تفاعلات الزنك في التربة كانت تفاعلات من النوع التلقائي spontaneous كذلك تبين النتائج أن قيم الطاقة الحرة تنخفض مع زيادة مستويات الزنك المضاف من صفر إلى 32 ملغم.كغم$^{-1}$ وكذلك تنخفض بزيادة مستويات الكبريت المضاف أي أن إضافة الكبريت الرغوي أدت إلى خفض قيم الطاقة الحرة للزنك في التربة إذ انخفضت ألى أوطأ قيمة للطاقة الحرة عند المستوى S1 (750) ملغم.كغم$^{-1}$ عند زمن (72) ساعة (0.002) K. cal. Mol^{-1} من التحضين وعند أعلى مستوى من الزنك المضاف 32 ملغم.كغم$^{-1}$ تربة. ويعود هذا إلى فعل الكبريت في زيادة ذوبانية الزنك هذا من جهة وزيادة القوة الايونية وانخفاض جهد الزنك من جهة أخرى مما يقلل قيم الطاقة الحرة لتفاعلات الزنك بالمقابل يؤدي إلى زيادة فعالية الزنك (Zinc activty) في محلول الاتزان وهذه النتائج تتفق مع النتائج التي حصل عليها الراوي(3) وBauer وJurinak (11) السلوكية ونفسها يمكن الحصول عليها لمستويات الكبريت والزنك الأخرى. كذلك يتضح من النتائج (جدول 4) أن قيم الطاقة الحرة للزنك تزداد مع الزمن وبجميع مستويات الكبريت المضاف وبجميع مستويات الزنك المضاف فقد أعطت قيم الطاقة الحرة أعلى قيم بعد (336) ساعة (0.892) K. cal. Mol^{-1} من التحضين قياسا إلى فترات التحضين الأخرى ويعود السبب إلى زيادة جهداً الزنك مع الزمن نتيجة لتفاعلات الاحتجاز وانخفاض فعالية الزنك وتتفق هذه النتائج مع الراوي (3) الذي بين أن قيم الطاقة الحرة لتفاعلات الزنك في التربة قيم سالبة وان احتفاظ التربة بالزنك تزداد مع الزمن نتيجة عمليات الاحتجاز مع مرور الزمن وبذلك تصبح قدرتها على إمداد النباتات العالية. الاحتجاز الزنك لمختلف مكونات التربة الزنك لمختلف مكونات التربة وبهذا فأن قابليتها التجهيزية تصبح عالية.

جدول 4. الطاقة الحرة للزنك والزمن (K. cal. Mol^{-1}) تحت مستويات مختلفة من الكبريت

الكبريت مغم .كغم$^{-1}$	الزنك ملغم. كغم$^{-1}$	الزمن (الساعة$^{-1}$)						
		1	24	72	168	336	720	1440
صفر	Zn 0	-0.69	-0.81	-0.81	-0.85	-0.87	-0.82	-0.83
	Zn 4	-0.13	-0.46	-0.61	-0.56	-0.6	-0.57	-0.57
	Zn 8	-0.13	-0.27	-0.42	-0.11	-0.46	-0.437	-0.41
	Zn 16	-0.43	-0.05	-0.26	-0.23	-0.27	-0.27	-0.23
	Zn 32	-0.76	-0.18	-0.10	-0.11	-0.14	-0.10	-0.12
750	Zn 0	-0.52	-0.66	-0.74	-0.74	-0.91	-0.73	-0.72
	Zn 4	-0.14	-0.49	-0.65	-0.65	-0.61	-0.65	-0.66
	Zn 8	-0.12	-0.31	-0.48	-0.44	-0.14	-0.47	-0.48
	Zn 16	-0.45	-0.03	-0.23	-0.19	-0.16	-0.24	-0.24
	Zn 32	-0.76	0.43	-0.00	0.006	0.07	0.02	0.03
1500	Zn 0	-0.71	-0.83	-0.87	-0.85	-0.89	-0.86	-0.85
	Zn 4	-0.14	-0.49	-0.62	-0.51	-0.59	-0.58	-0.58
	Zn 8	-0.11	-0.28	-0.43	-0.83	-0.37	-0.44	-0.38
	Zn 16	-0.43	-0.04	-0.26	-021	-0.15	-0.22	-0.21
	Zn 32	-0.76	0.475	-0.08	-0.12	-0.17	-0.11	-0.11

3-المؤشرات الثرموديناميكية المستخدمة لوصف وتقييم الزنك

تشير النتائج في جدول (5) إلى بعض القيم الثرموديناميكية لجاهزية الزنك في الترب وتأثير إضافة مستويات من الكبريت الرغوي عليها أن قيم معامل الفعالية لمحلول الترب غير المعاملة بالكبريت تراوحت بين (0.554-0.537) في حين كانت (0.504-0.486) و(0.532-0.509) ملغم.لتر$^{-1}$ للتربة المعاملة بالمستويين من الكبريت 7500 ، 1500 ملغم.كغم$^{-1}$ تربة على التوالي وتشير هذه القيم إلى أن (53.7)% من تركيز الزنك الذائب يوجد بصيغة غير فعالة بشكل (مزدوجات ايونية). كما نلاحظ ان التغير في قيم معامل الفعالية الزنك مرتبط بتغير القوة الايونية لمحلول التربة و تبين النتائج أن بزيادة القوة الايونية للمحلول تؤدي إلى خفض قيم معامل الفعالية إذ ارتبطت قيم معامل الفعالية بعلاقة سالبة عالية المعنوية مع القوة الايونية وكان الانخفاض في الترب المعاملة بالكبريت أعلى قياسا إلى الترب غير المعاملة بالكبريت والزنك المعدني. يعزى السبب في ارتفاع قيم القوة الايونية إلى القيم العالية للتوصيل الكهربائي (EC) في الترب المعاملة بالكبريت والزنك المعدني.

وتعد الفعالية الايونية (ionic activity) من القيم الثرموديناميكية المهمة التي تستخدم في حساب جميع المؤشرات الثرموديناميكية . وقد استخدمت قيم الفعالية الايونية من قبل عدد من البحوث لتقيم جاهزية بعض العناصر الغذائية ومنها الزنك (3 ، 13 ، 20 ، 23) لوجود علاقة واضحة بين فعالية الزنك في محلول الاتزان وبين امتصاصه من قبل النبات. ويبين جدول(5) قيم فعالية الزنك التربة وقد تراوحت بين (0.315-1.566 و 0.242-1.702) لمستويي الكبريت الرغوي المضاف 750 ، 1500 ملغم.كغم$^{-1}$ في حين كانت هذه القيمة للترب الغير المعاملة (0.225-1.304) ملغم.كغم$^{-1}$ هذا يعني أن الفعالية الايونية للترب المعاملة بالكبريت أعلى من قيمها من الترب الغير المعاملة بالكبريت أي أن إضافة الكبريت الرغوي أدت إلى زيادة فعالية الزنك في محلول الاتزان ويعزى السبب إلى أن الكبريت الرغوي يؤدي إلى خفض قيم درجة تفاعل التربة (pH) الذي أدى إلى زيادة فعاليته (1 ، 2 ، 7 ، 10 ، 15).

جدول 5. بعض القيم الثرموداينميكية المستخدمة لتقييم حالة وجاهزية الزنك في تربة

مستويات الكبريت ملغم.كغم$^{-1}$	مستويات الزنك ملغم.كغم$^{-1}$	القوة الايونية ملغم.لتر$^{-1}$	معامل فعالية الزنك ملغم.لتر$^{-1}$	فعالية الزنك ملغم.لتر$^{-1}$	الطاقة الحرة كيلوسعرة.مول$^{-1}$
S0	Zn0	0.032	0.554	0.252	-0.815
	Zn1	0.039	0.551	0.443	-0.507
	Zn2	0.056	0.544	0.614	-0.328
	Zn3	0.087	0.541	0.891	-0.129
	Zn4	0.087	0.537	0.304	0.053
S1	Zn0	0.044	0.504	0.315	-0.720
	Zn1	0.046	0.501	0.419	-0.552
	Zn2	0.054	0.499	0.590	-0.355
	Zn3	0.71	0.493	0.938	-0.094
	Zn4	0.103	0.486	1.566	0.189
S2	Zn0	0.036	0.532	0.242	-0.641
	Zn1	0.47	0.521	0.436	-0.510
	Zn2	0.064	0.152	0.627	-0.306
	Zn3	0.094	0.510	0.924	-0.099
	Zn4	0.112	0.509	1.702	0.259

المصادر

1-أبو ضاحي ، يوسف محمد. 1999. تأثير إضافة الكبريت الرغوي والسماد الفوسفاتي من جاهزية عنصري الزنك والنحاس في الترب، وتركيزهما في المادة الجافة للأجزاء العليا وحاصل الحبوب ونوعيتها للحنطة. مجلة العلوم الزراعية العراقية. 30 (61): 1-77.

2-الاعظمي ، زيدون احمد عبد الكريم. 1990. تأثير إضافة الكبريت الرغوي والصخر الفوسفاتي على جاهزية بعض العناصر الغذائية وحاصل الذرة الصفراء - أطروحة دكتوراه - كلية الزراعة - جامعة بغداد.

3-الراوي ، علي احمد عطيوي. 1998. التفاعلات الكيميائية للزنك وجاهزيته من التربة المروية بمياه مالحة. أطروحة دكتوراه-كلية الزراعة-جامعة بغداد.

4-الربيعي ، محمد عبد. 1999. تقييم القوة التجهيزية للبوتاسيوم في ترب زراعة الرز. أطروحة دكتوراه- كلية الزراعة-جامعة بغداد.

5-الزبيدي ، احمد حيدر. 1989. ملوحة التربة . وزارة التعليم العالي. جامعة بغداد.

6-العامري ، بيداء حسن علوان. 2001. سلوك وكفاءة بعض أسمدة الزنك في الترب الكلسية. رسالة ماجستير. جامعة بغداد - كلية الزراعة.

7-القيسي ، شفيق جلاب سالم. 1999. الصفات الكيميائية والفيزيائية لمعادن الكاربونات لبعض الترب العراقية 1-معادن الكاربونات. مجلة العلوم الزراعية العراقية. (30): 53-72.

8-اللامي، عبد سلمان جبر. 1999. قابلية بعض الترب على تجهيز المغنيسيوم في ظروف البيوب البلاستيكية. أطروحة دكتوراه-كلية الزراعة-جامعة بغداد.

9-الويس ، طارق سالم سليم. 2001. تأثير الكبريت والزنك في سلوك الزنك في نمو وحاصل الذرة الصفراء. أطروحة دكتوراه ، كلية الزراعة ، جامعة بغداد.

10-شاكر ، عبد الوهاب عبد الرزاق. 1996. استخدام الكبريت الرغوي في زيادة جاهزية عناصر الفسفور والحديد والزنك والمنغنيز في التربة وتأثيره في إنتاجية محصول الخيار المحمي . أطروحة دكتوراه- كلية الزراعة، جامعة بغداد.

11-Baner H. and J. Jurinak. 1956. "Thermodynmic of Zinc adsorribtion on Zinc calcite, dolomite and magnesite." type minerals. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 20:466-471.

12-Black, C. A. 1965. Methods of Soil Analysis, Part 2. Agron.ser 9. Modison, Wis.

13-Bohn, H. L., B. L. Mc. Neal and G. A. O, Ormner. 1979. Soil Chemistry . John Wiley and sons, Ltd Chichester.N.Y.

14-Chattergee, A. K. and L. N. Mandal. 1985. Adsorption and desorption of Zinc in soil of different physiochemical characters. Indian Soc. Soil Sci., J. 33:669-671.

15-Davies E, Brain. 1980. "Applied Soil trace Element", John Wiley & Sons Ltd. Chichester. N.Y.

16-Dawood, F. A., S. M. Al-Omari and N. S. Murtatha. 1985. High levels of sulfur affecting availabilty of some micronutrient in calcareous soil. J. Agric. Water. Reso. Res: 4(2):149-160.

17-Griffin, R. A. and J. Jurinak. 1974. Kinetics of the phosphate interaction with calcareous soil. Sci. Soc. Amr. Proc. 38:75-79.

18-Katyal, J. C. and N. S. Randhawa. 1983. Micronutrients. Fert & Plant Nut. Service LWDD. FAO. Bull. 7.

19-Krishnasamy, R. and K. Kirishnamorthy. 1989. Kinetics of zinc adsorption in soils.J. Indian Soc. 37:461-466.

20-Lindsay, W. L. 1979. Chemmical Equilibrain Soil. John Wiley Ltd Chichester.N.Y.

21-Maskina, M. S., N. S. Randhawa and M. K. Sinha. 1980. Relation of growth and zinc up take of rice to quantity, intensity and buffering capacity factors of zinc in soils. Plants and Soil. 54:195-205.

22-Mengel, K and E. A. Kiroyby. 1982. Principle of Plant Nutrition Inter. Potash Inst., Bern.

23-Rupa T. R., K. P. Tomar, D. Damodar Redd and A. Subba Rao. 2000. Time dependent zinc Desorption in Soil. Common. Soil Sci. Plant Ana. 31:2547-2563.