

تأثير اضافة الزنك والبورون في نمو و حاصل الذرة الصفراء

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

وزارة العلوم والتكنولوجيا / دائرة البحوث الزراعية / بغداد - العراق

* وزارة التعليم العالي والبحث العلمي / جامعة بغداد / كلية الزراعة / بغداد - العراق

** وزارة العلوم والتكنولوجيا / دائرة البيئة والمياه / بغداد - العراق

الخلاصة

اجريت تجربة بيولوجية ضمن تصميم القطاعات الكاملة المعشاة RCBD كتصميم ثانوي ضمن التصميم الاساسي: القطع المنشقة المنشقة لدراسة تأثير اضافة الزنك والبورون في الحاصل ومكوناته لنبات الذرة الصفراء، بأستعمال سماد الزنك المخلي كمصدر للزنك وحامض البوريك مصدرا للبورون في تربة كلسية مزيجة النسجة. اضيف الزنك بطريقة التسميد الارضي وبمستويين (0 و 10 كغم Zn هـ⁻¹) وحامض البوريك اضيف بثلاث مستويات (0 و 0.5 و 1.0 كغم B هـ⁻¹) وطريقتين للاضافة الاولى: 100% ارضي و الثانية تضمنت (90% ارضي + 10% ورقي).

بينت النتائج ان اضافة سمادي الزنك والبورون ادت الى زيادة معنوية في الحاصل البيولوجي للنبات والتمثلة بحاصل الحبوب، وزن 1000 حبة، تركيز الزنك والبورون في حبوب الذرة الصفراء، زيادة نسبة الاستجابة وكفاءة استعمال الزنك والبورون لسمايين مقارنة بمعاملة المقارنة، بينما لم يكن هناك تأثير معنوي لطريقتي اضافة البورون. كما وجد ان هناك تداخل معنوي بين العنصرين في حاصل الحبوب وتركيزهما فيه.

الكلمات المفتاحية: زنك، بورون، ذرة صفراء و الحاصل .

Effect of Zinc and Boron Application on Growth and Corn Yield

Baydaa Hassan Alwan Al- Ameri *Nooruldeen Shawqi Ali

**Adnan Hassan Afaj

Ministry of Science and Technology / Directorate of Agricultural Research.

* Ministry of Higher Education and Scientific Research / University of Baghdad /

College of Agriculture / Baghdad- Iraq

** Ministry of Science and Technology / Environment and Water Directorate /

Baghdad- Iraq

E- mail: Baydaa.2012@yahoo.com

Abstract

Field experiment was under taken according to split- split plot design in RCBD in order to study the effect of zinc and boron application on yield and yield components of corn (*Zea mays* L.) by using ZnDTPA fertilizer as Zn source and H₃BO₃ as B source, in loamy calcareous soil. Treatments consisted of two levels of Zn (0.0 and 10.0 Kg Zn ha⁻¹) and three levels of B (0.0, 0.5 and 1.0 Kg B ha⁻¹) and two application methods of B (100% soil application and 90% soil application+ 10% foliar application).

Zn and B fertilization significantly increased plant biological yield, grain yield, thousand grain weight and the concentration of Zn and B in corn grain. Also exceeded response percentage and fertilizer use efficiency of Zn and B as compared with control, but there was an significant effect of B application methods. There was a significant Zn × B interaction on corn yield and grain nutrient concentration.

Key words: Zinc, Boron, Corn and Yield.

المقدمة

(Nable واخرون ، 1997) أن التربة الحاوية على أكثر من 5- 8 ملغم لتر⁻¹ من البورون المستخلص بالماء الحار من المحتمل أن يسبب السمية بالبورون. ان مدى تركيز البورون في محلول التربة والتي لا يعاني فيها النبات من السمية او النقص ضيق جدا (0.3- 1ملغم كغم⁻¹).العوامل المؤثرة على جاهزية البورون للنبات هي: pH التربة، النسجة، الرطوبة، درجة الحرارة، المادة العضوية ومعادن الطين (Goldberg,1997). يعد نبات الذرة الصفراء (*Zea mays L.*) واحد من اهم محاصيل الغذاء في العالم ويأتي بعد الحنطة والرز. وهو من محاصيل الحبوب الرئيسية بسبب طاقته الانتاجية العالية وتكيفه في مدى واسع من البيئات وهو من المحاصيل المجهدة للتربة التي تتطلب تربة عالية الخصوبة او التسميد بكميات عالية من الأسمدة كافية للحصول على الانتاج الأقصى. في الغالب إدارة محصول الذرة الصفراء يتضمن التسميد بالمغذيات الكبرى وكميات عالية وهذه عادة يجب ان تقترن بإضافة المغذيات الصغرى ومنها الزنك و البورون وألا ستصبح هذه المغذيات عاملاً محدداً لنموه وانتاجيته. ان الدراسات التي أجريت حول تأثير التداخل بين العناصر الصغرى مثل الزنك والبورون في محصول الذرة الصفراء قليلة (Panhwar واخرون، 2011). لذلك تهدف هذه الدراسة الى اختبار كفاءة بعض المعادلات والنماذج الرياضية في تقييم استجابة الذرة الصفراء للتسميد بعنصري الزنك والبورون في تربة كلسية ذات نسجة مزيجية.

المواد وطرائق العمل

نفذت تجربة حقلية عاملية باستعمال تصميم القطاعات الكاملة المعشاة RCBD كتصميم ثانوي ضمن التصميم الاساسي: القطع المنشقة المنشقة Split Split Plot Design في تربة مزيجية كلسية بثلاث مكررات حيث تم توزيع

يعد الزنك من العناصر الأساسية لنمو النبات، إذ يلعب دور مهم في تنشيط الإنزيمات ويشترك كذلك في تخليق بعض الإنزيمات وهرمونات النمو (Das و Ranja، 2003). أن نقص الزنك شائع جدا في العديد من المحاصيل الزراعية وخصوصا النامية في التربة ذات درجة التفاعل القاعدية (pH). ان نقصه الى اقل من 1 ملغم كغم⁻¹ (المستخلص بـ DTPA) في معظم التربة الكلسية يؤدي بالتالي الى نقصه في النبات وغذاء الحيوان والانسان (Cakmak ، 2006). بينت بعض الدراسات ان تركيز الزنك الكلي يوجد بمستوى كافي في معظم الاراضي الزراعية، لكن نقص مستوى تركيز الزنك الجاهز في التربة يحدث بسبب اختلاف ظروف التربة والمناخ المتمثلة بـ pH التربة، محتوى اللايم، كمية المادة العضوية، نوع الطين وكمية سماد الفوسفات المضافة للتربة (Adiloglu و Adiloglu، 2006). اما البورون فيعد ايضا من العناصر الاساسية الضرورية لنمو وتغذية النباتات الاقتصادية، لكن المدى بين النقص والسمية لتركيز البورون اصغر من اي من العناصر المغذية الاخرى (Goldberg، 1997). ربما تحتوي التربة 0.5-2 ملغم كغم⁻¹ من البورون الجاهز للنبات، لكن هذا يمثل فقط جزء صغير من البورون الكلي اذ يشكل 0.5-2.5 % فقط من البورون الكلي. عند اكثر من 5 ملغم كغم⁻¹ من البورون الجاهز ربما يكون سام لعدد من المحاصيل الزراعية (Kelling، 2010). تسبب مستويات البورون فوق المدى المثالي تغيرات معنوية في العديد من الانزيمات وبالتالي التأثير في ايض النباتات الراقية (Shkolnik، 1974). ان امتصاص البورون بواسطة النبات يسيطر عليه بواسطة مستويات البورون في محلول التربة وليس محتوى البورون الكلي في التربة. لقد ذكر

المقررة مع اسمدة النتروجين والبوتاسيوم المضافة ارضياً وعلى دفعتين . اخذ نباتان من الخط الوسطي قبل الحصاد مباشرة وغسلت بالماء العادي والمقطر لإزالة المواد العالقة وقطعت وجففت عند درجة حرارة 65⁰ م في فرن كهربائي ولمدة 48 ساعة ، وطحن وتغربلت وحفظت في حاويات بلاستيكية لحين تحليلها كيميائياً. تم حصاد النباتات عند نضج المحصول وتم قياس حاصل الحبوب والحاصل البيولوجي المتمثل بوزن 1000 حبة وقدر كذلك تركيز كلا من الزنك والبورون في الحبوب. تم حساب نسبة الاستجابة وكفاءة استعمال السماد حسب الطرق المعتمدة (العامري، 2001).

النتائج والمناقشة

تأثير اضافة الزنك وطرائق اضافة البورون ومستوياته في حاصل الحبوب.

يبين الجدول (2) ان اضافة الزنك (10 كغم هـ⁻¹) كان له تأثير معنوي في زيادة حاصل الحبوب لنبات الذرة الصفراء (9.504 طن هـ⁻¹) وبنسبة زيادة 37.1% مقارنة بعدم اضافة الزنك (6.930 طن هـ⁻¹) وان هذه الزيادة في حاصل الحبوب الناتجة من اضافة الزنك تؤكد حدوث استجابة عالية للزنك السمادي بواسطة النبات، وهذا قد يعود الى قلة محتوى وجاهزية هذا العنصر الضروري لنمو وتطور النبات وخاصة في الترب الكلسية مثل التربة قيد الدراسة وقد يعزى ذلك الى دور الزنك في تخليق المركبات والانزيمات الضرورية لنمو النبات (Mitchell، 1970 و Orabi و Abedl-Aziz، 1982). كما بين Brown واخرون (1993) ان تكوين الاعضاء التكاثرية الذكورية والانثوية وعملية الاخصاب في النبات لا تتم في ظروف نقص الزنك وبالنتيجة يؤدي ذلك الى نقص شديد في حاصل النبات وقد عزوا حدوث ذلك الى اختزال تصنيع الاندول اسيتك اسد (IAA).

مستوى الزنك في القطع الرئيسية (Mainplots) اما طرق اضافة البورون فوزعت على الالواح الثانوية (Sub plots) اما مستويات البورون فوزعت هي الاخرى في الالواح التحت ثانوية (Sub - split plots). تضمنت عوامل الدراسة مستويين من الزنك (0، 10 كغم هـ⁻¹) على هيئة ZnDTPA (تم تحضيره مختبرياً) و ثلاث مستويات من البورون (0 و 0.5 و 1.0 كغم هـ⁻¹) على هيئة حامض البوريك H₃BO₄ اضيف بطريقتين : الاولى اضافة ارضية 100% والطريقة الثانية تضمنت اضافة 90% ارضي + 10% رش (بحيث لا يتجاوز التركيز بالرش عن 8 ملغم B لتر⁻¹). أخذت عينات تربة ممثلة للحقل مزجت جيداً واخذت عينة مركبة باعتبار تربة التجربة كانت متجانسة نوعاً ما ومن ثم جففت العينة هوائياً وطحن وتغربلت بمنخل 2.0 ملم لأجل تحديد خصائص التربة الفيزيائية والكيميائية والخصوبية جدول (1). زرعت بذور الذرة الصفراء *Zea mays L.* صنف بحوث 106 في العروة الخريفية في احد حقول وزارة العلوم والتكنولوجيا (الجادية) بمعدل ثلاثة بذور في الجورة الواحدة ، خفت بعد أسبوعين من الإنبات إلى نبات واحد وبذلك بلغت الكثافة النباتية 60000 نبات هكتار⁻¹ (الساهاوكي، 1990). وتم اجراء كافة عمليات ادارة التربة والمكافحة المطلوبة لاسيما اضافة الدياتينون والتعشيب وحسب الأوقات المناسبة. وأضيفت الأسمدة الحاوية على النتروجين والفسفور والبوتاسيوم وكميات للحصول على 250 كغم N هـ⁻¹ و 80 كغم P هـ⁻¹ و 150 كغم K هـ⁻¹ وباستعمال اسمدة فوسفات ثنائي الامونيوم (DAP) واليوريا وكبريتات البوتاسيوم وذلك بوضعها في خطوط موازية لخطوط الزراعة كما اشير الى ذلك آنفاً مع سماد البادئ. نفذت الاضافة الارضية للزنك والبورون بخلط الكميات

جدول (1) بعض خصائص التربة قيد الدراسة

الخاصية	الوحدة	القيمة
مفصولات التربة	غم كغم ⁻¹	
الرمل		428.7
الغرين		368.7
الطين		202.6
صنف التسجة		مزيجة
درجة التفاعل*	7.4	7.4
درجة التوصيل الكهربائي*	ديسيمنز م ⁻¹	1.28
معادن الكربونات	غم كغم ⁻¹	250
النتروجين الكلي	غم كغم ⁻¹	0.2
المادة العضوية	غم كغم ⁻¹	4.2
السعة التبادلية CEC	سنتي مول كغم ⁻¹	11.23
جاهزية العناصر	ملغم كغم ⁻¹	
النترات NO ₃ -N		8.1
الامونيوم NH ₄ -N		12.4
الفسفور		13.2
البوتاسيوم		135.3
الزنك DTPA- Zn	ملغم كغم ⁻¹	0.98
البورون (قدر في الماء الحار) H.W- B	ملغم كغم ⁻¹	1.93

*قدرتا في مستخلص التربة 1:1

جدول(2) تأثير اضافة الزنك والبورون وطريقة اضافته في حاصل الحبوب (طن ه⁻¹).

مستويات الزنك X طرائق اضافة البورون	مستويات البورون (كغم ه ⁻¹)			طرائق اضافة البورون	مستويات الزنك (كغم ه ⁻¹)
	1.0	0.5	0.0		
6.893	8.062	6.688	5.928	90% ارضي + 10% رش	0.0
6.976	8.136	6.813	5.953	100% ارضي	
9.454	9.853	9.659	8.85	90% ارضي + 10% رش	10.0
9.553	9.998	9.689	8.973	100% ارضي	
1.776	1.427			LSD (0.05)	
مستويات الزنك					
6.930	8.099	6.751	5.941	0.0	مستويات الزنك X مستويات البورون
9.504	9.926	9.674	8.912	10.0	
0.841	1.009			LSD (0.05)	
طرائق اضافة البورون					
8.173	8.958	8.174	7.389	90% ارضي + 10% رش	طرائق اضافة البورون X مستويات البورون
8.260	9.067	8.251	7.463	100% ارضي	
N.S*	1.009			LSD (0.05)	
	9.012	8.212	7.426	متوسط تركيز البورون	
	0.714			LSD (0.05)	
	8.217			المعدل العام	

*غير معنوي عند مستوى احتمال 0.05.

الزيادة ناتجة من زيادة عدد البذور في الـ Siliqu وعدد الـ Siliqu في النبات. كذلك بين الجدول إن التداخل بين مستويات الزنك وطرق إضافة البورون كان معنويا حيث حققت المعاملة 10 كغم Zn هـ¹⁻ X الإضافة الأرضية أعلى حاصل حبوب يبلغ (9.553 طن هـ¹⁻) قياسا بالمعاملة 0.0 كغم Zn هـ¹⁻ X الإضافة الورقية التي حققت اقل قيمة للصفة المدروسة (6.893 طن هـ¹⁻) بنسبة زيادة 38.6%. أما تأثير التداخل بين الزنك ومستوى البورون فقد كان معنويا حيث تفوقت المعاملة 10 كغم Zn هـ¹⁻ X 1.0 كغم B هـ¹⁻ والتي اعطت (9.926 طن هـ¹⁻) على بقية المعاملات وبزيادة قدرها 67.1% قياسا بمعاملة التداخل التي لم يضاف لها زنك وبورون (5.941 طن هـ¹⁻). كما اوضح الجدول أيضا معنوية التداخل بين طرق اضافة البورون ومستوياته في حاصل الحبوب اذ حققت معاملة الاضافة الارضية X 1.0 كغم B هـ¹⁻ اعلى قيمة لهذه الصفة (9.067 طن هـ¹⁻) بزيادة قدرها 22.7% قياسا بمعاملة رش النبات بالماء المقطر فقط والتي بلغ عندها حاصل الحبوب اقل قيمة له (7.389 طن هـ¹⁻) اما تأثير التداخل الثلاثي بين الزنك وطرق اضافة ومستوى البورون فقد كان معنويا، حيث حققت المعاملة 10 كغم Zn هـ¹⁻ X الإضافة الارضية X 1.0 كغم هـ¹⁻ اعلى قيمة لهذه الصفة (9.998 طن هـ¹⁻) بزيادة 68.7% قياسا بمعاملة 0.0 كغم Zn هـ¹⁻ X الإضافة الورقية X 0.0 كغم B هـ¹⁻ التي حققت اقل قيمة لهذه الصفة (5.928 طن هـ¹⁻).
تأثير اضافة الزنك وطرائق ومستوى اضافة البورون في الحاصل البيولوجي.

الحاصل البيولوجي هو عبارة عن الوزن الجاف لكل من السيقان والاوراق والعرائص النبات، ويعبر عن صافي التمثيل الضوئي الكلي خلال دورة حياة المحصول. اشارت نتائج التحليل الاحصائي جدول (3) الى وجود فروق معنوية عند مستوى احتمال ($P \leq 0.05$) بين متوسطات كل عامل من عوامل

هذه النتائج تتفق مع ما توصل اليه (Yadav و 1987، Vyas و حمادي وآخرون 1997 والعامري، 2001 و Ali وآخرون، 2001 و Ziaeyan و Rajaie، 2009). كما وجدت العامري، 2001 ان استخدام الزنك المخليبي ZnDTPA ادى الى زيادة حاصل حبوب الحنطة بمقدار 44.4% مقارنة بالمقارنة، كما بينت العامري وآخرون (2006) عند استخدامهم اربعة مصادر مختلفة من الزنك (Zn citrate، ZnDTPA، ZnSO₄، Zn oxalate) في تربة كلسية ادت جميعها الى زيادة عدد السنابل و حاصل حبوب الحنطة. كما أوضحت النتائج ان طريقة اضافة البورون لم تظهر تأثير معنوي في حاصل الحبوب حيث اعطت الاضافة الارضية والورقية حاصلًا بلغ 8.260 و 8.173 كغم هـ¹⁻ على التوالي بزيادة 1.1% للارضية مقارنة بالورقية. كما اشارت النتائج الى وجود تأثيرات معنوية لمستويات البورون في زيادة حاصل الحبوب اذ حققت المعاملتان 0.5 كغم B هـ¹⁻ (8.212 طن هـ¹⁻) و 1.0 كغم B هـ¹⁻ (9.012 طن هـ¹⁻) زيادة مقدارها 10.6% و 21.4% على التوالي مقارنة بمعاملة السيطرة (7.426 طن هـ¹⁻) كما وجدت فروق معنوية بين مستويي البورون وبزيادة 9.7%. أن الزيادة المتحققة في حاصل الحبوب نتيجة اضافة البورون يعزى الى دوره في نقل الكاربوهيدرات والنتروجين والفسفور في النبات وتصنيع الاحماض الامينية والبروتينات وتنظيم ايض الكاربوهيدرات، فقد بين Rehman وآخرون (1998) ان البورون يلعب دور اساسي في نقل الماء والمغذيات من الجذور الى الجزء العلوي من النبات وان نقص البورون يسبب تشوه العرائص وبالتالي تأثيره في حاصل الحبوب، النتائج المتحصل عليها تتوافق مع ما وجدته عدة باحثين على نباتات مختلفة (Jana وآخرون، 2005 و Shafiq، 2008). وبين Yang وآخرون (2012) ان اضافة سماد البورون زاد حاصل البذور لنبات الـ Rapeseed بنسبة 46.1% مقارنة مع معاملة المقارنة في التربة الرملية قيد الدراسة، وهذه

22.7% على التوالي مقارنة بمعاملة السيطرة التي بلغ حاصلها البيولوجي (18.026 طن هـ⁻¹). كما ان الفرق كان معنويا بين مستوي البورون فقد تفوق المستوى 1.0 كغم B هـ⁻¹ بنسبة 10.2% على المستوى الثاني. ان السبب في زيادة الحاصل البيولوجي الناتجة من اضافة البورون قد يعزى الى دوره في زيادة نسبة العقد والاحصاب وتأثيره في زيادة وتحسين الصفات الخضرية للنبات اضافة الى تأثيره في الاجزاء التكاثرية. هذه النتائج تتفق مع عدد من الباحثين حيث بين Ziaeyan و Rajaie (2009) ان اضافة البورون زادت الحاصل البيولوجي للذرة الصفراء بنسبة 16.8% عند اضافة 6.0 كغم B هـ⁻¹ وبين Panhwar وآخرون (2011) ان اضافة البورون زادت الكتلة الكلية للنبات بنسبة 100.8% مقارنة بمعاملة المقارنة. بين جدول (3) تأثير التداخل الثنائي من الدرجة الاولى بين الزنك وطرق اضافة البورون حيث كان الفرق معنويا عند مستوى احتمال 0.05،

الدراسة، اذ يلاحظ من النتائج ان اضافة الزنك بمستوى 10 كغم Zn هـ⁻¹ اعطت حاصل بيولوجي (23.169 طن هـ⁻¹) بزيادة 36.5% مقارنة بالمعاملة غير المسمدة بالزنك، ان هذه الزيادة قد تعزى الى الدور الحيوي لهذا العنصر في بناء بعض المركبات والهرمونات والانزيمات المهمة لنمو النبات. وهذا ما اكدته عدد من البحوث فقد وجد Ziaeyan و Rajaie (2009) أن الحاصل البيولوجي للذرة الصفراء زاد بنسبة 43% عند اضافة 24 كغم Zn هـ⁻¹ من كبريتات الزنك وأشار Panhwar وآخرون (2011) ان اضافة الزنك زادت الكتلة الكلية للنبات بنسبة 68.0% مقارنة بمعاملة السيطرة . كما بينت النتائج أن طرق اضافة البورون لم تؤثر معنويا في الحاصل البيولوجي ، فقد أعطت الإضافة الأرضية (20.179 طن هـ⁻¹) والورقية (19.959). أما إضافة البورون فقد أدت إلى زيادة مؤكدة إحصائيا ($P \leq 0.05$) لهذه الصفة فقد اعطى المستويان 0.5 و 1.0 كغم B هـ⁻¹ حاصلًا بلغ 20.062 و 22.118 طن هـ⁻¹ على التوالي بزيادة قدرها 11.3% و

جدول (3) تأثير اضافة الزنك والبورون وطريقة اضافته في الحاصل البيولوجي (طن هـ⁻¹).

مستويات الزنك طرائق اضافة البورون	مستويات البورون (كغم هـ ⁻¹)			طرائق اضافة البورون	مستويات الزنك (كغم هـ ⁻¹)
	1.0	0.5	0.0		
16.875	19.608	16.800	14.217	90% ارضي + 10% رش	0.0
17.062	19.705	17.148	14.333	100% ارضي	
23.043	24.431	23.035	21.664	90% ارضي + 10% رش	10.0
23.295	24.730	23.266	21.890	100% ارضي	
3.785	3.317			LSD (0.05)	
مستويات الزنك					
16.969	19.657	16.974	14.275	0.0	مستويات الزنك X مستويات البورون
23.169	24.581	23.151	21.777	10.0	
0.643	1.875			LSD (0.05)	
طرائق اضافة البورون					
19.959	22.020	19.918	17.941	90% ارضي + 10% رش	طرائق اضافة البورون X مستويات البورون
20.179	22.218	20.207	18.112	100% ارضي	
N.S	1.875			LSD (0.05)	
	22.118	20.062	18.026	متوسط تركيز البورون	
	1.524			LSD (0.05)	
	20.069			المعدل العام	

من الدرجة الثانية بين الزنك وطرق اضافة البورون ومستوياته فقد كان معنويا عند مستوى احتمال 0.05 اذ بلغت اعلى قيمة لصفة الحاصل البيولوجي 24.730 طن هـ¹ للمعاملة 10 كغم Zn هـ¹ X مقارنة بأقل الاضافة الارضية X 1.0 كغم B هـ¹ مقارنة بأقل قيمة لهذه الصفة (14.217 طن هـ¹) للمعاملة 0.0 كغم Zn هـ¹ X الاضافة الورقية X 0.0 كغم B هـ¹ بنسبة زيادة 73.9%.

تأثير اضافة الزنك وطرق ومستوى اضافة البورون في وزن 1000 حبة.

من بين مختلف مؤشرات الحاصل لمحاصيل الحبوب، فإن وزن 1000 حبة يعتبر أساسى ومهم. إذ إن وزن الحبوب الكبيرة يؤدي إلى حاصل اكبر. اشارت النتائج جدول(4) ان اضافة 10 كغم Zn هـ¹ أدت الى زيادة معنوية في وزن 1000 حبة لنبات الذرة الصفراء (414.751 غم) بزيادة 10.5% مقارنة

جدول (4) تأثير اضافة الزنك والبورون وطريقة اضافته في وزن 1000 حبة (غم).

حيث حققت المعاملة 10 كغم Zn هـ¹ X الاضافة الارضية اعلى حاصل بيولوجي والذي بلغ 23.295 طن هـ¹ وبنسبة زيادة 38.0% مقارنة بالمعاملة التي رشت بالماء المقطر فقط التي بلغت (16.875 طن هـ¹). اما تأثير التداخل بين الزنك ومستويات البورون فقد كان معنويا حيث أعطت المعاملة 10 كغم Zn هـ¹ X 1.0 كغم B هـ¹ أعلى قيمة لهذه الصفة بلغت (24.581 طن هـ¹) بنسبة زيادة 72.2% مقارنة بالمعاملة 0.0 كغم Zn هـ¹ X 0.0 كغم B هـ¹ التي بلغت اقل قيمة (14.275 طن هـ¹). أيضا التداخل بين طرق اضافة البورون ومستوياته كان معنويا، فقد بلغت أعلى قيمة لتلك الصفة للمعاملة الارضية X 1.0 كغم B هـ¹ (22.218 طن هـ¹) بزيادة 23.8% مقارنة بمعاملة رش النبات بالماء المقطر فقط التي بلغ حاصلها البيولوجي (17.941 طن هـ¹). اما التداخل الثلاثي

مستويات الزنك طرائق اضافة البورون	مستويات البورون (كغم هـ ¹)			طرائق اضافة البورون	مستويات الزنك (كغم هـ ¹)
	1.0	0.5	0.0		
368.266	385.433	374.133	345.233	90% ارضي + 10% رش	0.0
382.611	395.400	395.400	359.533	100% ارضي	
411.471	417.900	410.793	405.720	90% ارضي + 10% رش	10.0
418.031	428.327	418.100	407.667	100% ارضي	
17.515	33.574			LSD (0.05)	
مستويات الزنك					
375.439	390.417	383.517	352.383	0.0	مستويات الزنك X مستويات البورون
414.751	423.114	414.447	406.694	10.0	
17.087	23.740			LSD (0.05)	
طرائق اضافة البورون					
389.869	401.667	392.463	375.477	90% ارضي + 10% رش	طرائق اضافة البورون X مستويات البورون
400.321	411.864	405.500	383.600	100% ارضي	
N.S	23.740			LSD (0.05)	
	406.765	398.982	379.538	متوسط تركيز البورون	
	16.787			LSD (0.05)	
	395.095			المعدل العام	

اضافة البورون كان معنويا حيث حققت المعاملة 10 كغم Zn هـ⁻¹ X الاضافة الارضية اعلى وزن للـ 1000 حبة بلغ (418.031 غم) قياسا بالمعاملة 0.0 كغم Zn هـ⁻¹ X الاضافة الورقية التي حققت اقل قيمة للصفة المدروسة (368.266 غم) بنسبة زيادة 13.5. اما تأثير التداخل بين الزنك ومستوى البورون ايضا كان معنويا اذ تفوقت المعاملة 10 كغم Zn هـ⁻¹ X 1.0 كغم B هـ⁻¹ (423.114 غم) على بقية المعاملات وبزيادة قدرها 20.1% قياسا بمعاملة التداخل التي لم يضاف لها زنك وبورون (352.383 غم). كما اوضح الجدول ايضا معنوية التداخل بين طرائق اضافة البورون ومستوياته في وزن 1000 حبة اذ حققت معاملة الاضافة الارضية 1.0 كغم B هـ⁻¹ اعلى قيمة لهذه الصفة (411.864 غم) بزيادة قدرها 9.7% قياسا بمعاملة رش النبات بالماء المقطر فقط والتي بلغ عندها وزن 1000 حبة اقل قيمة له (375.477 غم). اما تأثير التداخل الثلاثي بين الزنك وطرائق اضافة ومستوى البورون فقد كان معنويا، حيث حققت المعاملة 10 كغم Zn هـ⁻¹ X الاضافة الارضية 1.0 كغم B هـ⁻¹ اعلى قيمة لهذه الصفة (428.327 غم) بزيادة قدرها 24.1% قياسا بالمعاملة 0.0 كغم Zn هـ⁻¹ X الاضافة الورقية X 0.0 كغم B هـ⁻¹ التي حققت اقل قيمة لهذه الصفة (345.233 غم).

تأثير اضافة الزنك وطرائق ومستوى اضافة البورون في تركيز الزنك في الحبوب.

بينت نتائج جدول (5) ان اضافة الزنك بمستوى 10 كغم Zn هـ⁻¹ كان له تأثير معنوي في زيادة تركيز الزنك في حبوب الذرة الصفراء من (26.869 ملغم كغم⁻¹) في المعاملة غير المسمدة بالزنك الى (52.187 ملغم كغم⁻¹) للمعاملة المسمدة بنسبة زيادة 94.2%. ان هذه الزيادة في التركيز تعزى الى قلة جاهزية هذا العنصر في التربة الكلسية (Lindsay، 1979) مثل التربة قيد الدراسة جدول (1). هذه النتائج تفق مع نتائج كلا من Ziaeyan و Rajaie (2009) الذين بينوا ان اضافة الزنك ادت الى زيادة

بعدم اضافته (375.439 غم) ان هذه الزيادة قد تعزى الى زيادة المحتوى الكلي للكاربوهيدرات البسيطة ، النشا وهرمون اندول اسيتك اسد IAA وبروتين الحبوب عند اضافة الزنك (Emantaranjan و Grag ، 1988). أن هذه النتائج تتفق مع ما وجدته Ziaeyan و Rajaie (2009) من ان اضافة الزنك زادت وزن 1000 حبة لنبات الذرة الصفراء، كما أشار Yilmaz وآخرون (1997) ان اضافة الزنك زادت وزن 1000 حبة للحنطة بنسبة 26% وكذلك بين العامري (2001) ان اضافة الزنك بهيئته المعدنية ZnSO₄.7H₂O والمخلبية ZnDTPA ادت الى زيادة وزن 100 حبة لنبات الحنطة بنسبة 6.8 و 11.6% على التوالي مقارنة بمعاملة السيطرة. وأكدت العامري وآخرون (2006) زيادة وزن 100 حبة لنبات الحنطة بنسبة 14 ، 26 ، 8 و 18% عند استخدامهم أسمدة كبريتات الزنك و ZnDTPA و اوكزالات وسترات الزنك على التوالي مقارنة بمعاملة المقارنة وهذا ما اشار اليه ايضا (حمادي وآخرون، 1997). كما بينت النتائج ان طريقة اضافة البورون لم تظهر تأثير معنوي في وزن 1000 حبة حيث كانت قيم الاضافة الارضية والورقية 400.321 و 389.869 غم على التوالي بزيادة 2.7% للارضية مقارنة بالورقية. كما اشارت النتائج الى وجود تأثيرات معنوية لمستويات البورون في وزن 1000 حبة اذ حققت المعاملتان 0.5 كغم B هـ⁻¹ (406.765 غم) و 1.0 كغم B هـ⁻¹ (398.982 غم) بزيادة 5.1% و 7.2% على التوالي مقارنة بمعاملة السيطرة (379.538 غم)، ان هذه الزيادة في وزن الحبوب قد يعزى الى ان البورون يعتبر من المغذيات الاساسية والضرورية لتحويل اشعة الشمس، الماء وثاني اوكسيد الكربون الى حاصل عالي ونوعية غذاء والياف جيدة، وهذا ما اكدته العديد من الدراسات Shafiq . (2008). ان تغذية النبات الجيدة بالبورون تؤدي الى مليء افضل للحبوب ونضج منتظم للمحصول (Rashid وآخرون، 2004). كما بين الجدول (4) ان التداخل الثنائي من الدرجة الاولى بين الزنك وطرائق

الحبوب ليس من السهولة تفسيره الا انه يمكن ان يكون نوع من التأثير التضادي بينهما او مع المغذيات الاخرى عند التراكم داخل الحبوب ، حيث وجد Simic واخرون (2009) ارتباط سالب غير معنوي عند مستوى معنوية 0.05 بين تركيز الزنك والبورون في حبوب الذرة الصفراء واكد (Aref، 2010 و Ziaeyan و Rajaie ، 2009). ان تركيز الزنك في حبوب الذرة الصفراء قل مع اضافة البورون ، نتائج مشابهة توصل اليها باحثون في الحنطة (El-Ghamry واخرون، 2009). ومع هذا فأن زيادة حاصل الحبوب نتيجة التسميد بالبورون جدول (2) يمكن ان يكون هو السبب وراء هذا الانخفاض كما اشير الى ذلك انفا. كما بينت النتائج ان التداخل الثنائي من الدرجة الاولى بين الزنك وطرق اضافة البورون كان معنويا في تأثيره في تركيز الزنك اذ بلغت اعلى قيمة له (53.024 ملغم كغم⁻¹)

تركيزه في حبوب الذرة الصفراء، وفي حبوب الحنطة والرز(حمادي واخرون، 1997 و العامري واخرون، 2007 و El-Ghamry و اخرون، 2009)، اخذين بنظر الاعتبار تغذية الانسان واهمية هذا العنصر في صحته (Welch، 1993). كما اوضحت النتائج ان طريقة اضافة البورون لم تظهر تأثير معنوي في تركيز الزنك حيث بلغ تركيزه 39.011 و 40.045 ملغم كغم⁻¹ للاضافة الورقية و الارضية على التوالي. كما اشارت النتائج ان اضافة البورون اثر معنويا في خفض تركيز الزنك في الحبوب من 42.778 ملغم كغم⁻¹ عند عدم اضافة البورون الى 40.006 و 35.741 ملغم كغم⁻¹ عند مستوي اضافة 0.5 و 1.0 كغم ه⁻¹ على التوالي وينسبة انخفاض بلغت 6.3 و 16.5% على التوالي، مقارنة بعدم اضافته. كما ان الفرق بين مستوي البورون كان معنويا في خفض تركيز الزنك وبنسبة 10.8%. ان هذا الانخفاض في تركيز الزنك في

جدول (5) تأثير اضافة الزنك وطرائق ومستوى اضافة البورون في تركيز الزنك في الحبوب.

مستويات الزنك X طرائق اضافة البورون	مستويات البورون (كغم ه ⁻¹)			طرائق اضافة البورون	مستويات الزنك (كغم ه ⁻¹)
	1.0	0.5	0.0		
26.672	25.787	26.530	27.700	90% ارضي + 10% رش	0.0
27.065	25.790	27.403	28.003	100% ارضي	
51.350	44.027	52.620	57.403	90% ارضي + 10% رش	10.0
53.024	47.360	53.710	58.003	100% ارضي	
2.488	2.967			LSD (0.05)	
مستويات الزنك					
26.869	25.789	26.967	27.850	0.0	مستويات الزنك X مستويات البورون
52.187	45.694	53.165	57.703	10.0	
3.542	1.773			LSD (0.05)	
طرائق اضافة البورون					
39.011	34.907	39.575	42.552	90% ارضي + 10% رش	طرائق اضافة البورون X مستويات البورون
40.045	36.575	40.557	43.003	100% ارضي	
N.S	1.773			LSD (0.05)	
	35.741	40.066	42.778	متوسط تركيز البورون	
	1.254			LSD (0.05)	
	39.528			المعدل العام	

(15.42 ملغم كغم⁻¹) و (21.71 ملغم كغم⁻¹) لمستوي البورون 0.5 و 1.0 كغم B هـ⁻¹ على التوالي وبنسبة زيادة 60.1 و 125.4% مقارنة بمعامل المقارنة، كما وجد فرق معنوي بين مستوي البورون. ان موضوع محتوى حبوب الذرة الصفراء من الزنك والبورون وتأثير اضافتهما على الاخر يبدو معقد وليس من السهولة تفسيره مع ان التفسير المرتبط بعامل التخفيف الذي اشير اليه انفا يبدو اكثر اقتناعا لاسيما عند الحديث عن التراكيز في الحبوب. وهذا ما وجده العديد من الباحثين في هذا المجال فمرة يذكر ان هناك تأثير ايجابي (Synergism) بين الزنك والبورون في تركيز البورون في حبوب الذرة الصفراء والحنطة (Singh و Singh ، 1983 و Aref ، 2010) ولكن في الوقت نفسه يذكر موضوع التضاد كما اشير الى ذلك انفا. بين الجدول (6) ان التداخل الثنائي من الدرجة الاولى بين الزنك وطرق اضافة البورون كان معنويا فقد اعطت معاملة التداخل 10 كغم Zn هـ⁻¹ X الاضافة الارضية اعلى تركيز (18.78 ملغم كغم⁻¹) بزيادة 57.9% مقارنة مع اقل تركيز (11.89 ملغم كغم⁻¹) للمعاملة 0.0 كغم Zn هـ⁻¹ X الاضافة الارضية . ووجد ان هناك تأثير معنوي لمعاملة تداخل الزنك ومستويات البورون في تركيز البورون في الحبوب اذ كان اعلى تركيز (25.25 ملغم كغم⁻¹) للمعاملة 10 كغم Zn هـ⁻¹ X 1.0 كغم B هـ⁻¹ بزيادة 236.7% عن اقل قيمة (7.5 ملغم كغم⁻¹) لمعاملة التداخل 0.0 كغم Zn هـ⁻¹ X 0.0 كغم B هـ⁻¹. كما وجد تداخل معنوي بين طرائق اضافة البورون ومستوياته فقد بلغ اعلى تركيز (22.5 ملغم كغم⁻¹) لمعاملة الاضافة الورقية X 1.0 كغم B هـ⁻¹ بزيادة 172.7% مقارنة بأقل تركيز (8.25 ملغم كغم⁻¹) لمعاملة تداخل الاضافة الورقية X 0.0 كغم B هـ⁻¹. كما اشارت النتائج الى ان التداخل الثلاثي بين مستويات الزنك وطرق اضافة البورون ومستوياته كان معنويا اذ بلغ اعلى تركيز (28.33 ملغم كغم⁻¹) لمعاملة تداخل 10 كغم Zn هـ⁻¹ X الاضافة الارضية X 1.0 كغم B هـ⁻¹ بزيادة

عند معاملة التداخل 10 كغم Zn هـ⁻¹ X الاضافة الارضية ، واقل قيمة عند المعاملة 0.0 كغم Zn هـ⁻¹ X الاضافة الورقية (26.672 ملغم كغم⁻¹) وبنسبة زيادة 98.8%. اما التداخل بين الزنك ومستويات البورون فقد كان معنويا اذ بلغت اعلى قيمة للصفة المدروسة (57.703 ملغم كغم⁻¹) للمعاملة 10 كغم Zn هـ⁻¹ X 0.0 كغم B هـ⁻¹ واقل قيمة (25.789 ملغم كغم⁻¹) لمعاملة التداخل 0.0 كغم Zn هـ⁻¹ X 1.0 كغم B هـ⁻¹ وبنسبة زيادة 123.8%. وان التداخل بين طرق اضافة البورون ومستوياته كان معنويا ايضا فقد بلغت اعلى قيمة له (43.003 ملغم كغم⁻¹) لمعاملة تداخل الاضافة الارضية X 0.0 كغم B هـ⁻¹ واقل قيمة (34.907 ملغم كغم⁻¹) لمعاملة تداخل الاضافة الورقية X 1.0 كغم B هـ⁻¹ وبنسبة زيادة 23.2%. بينت النتائج ان التداخل الثلاثي من الدرجة الثانية بين الزنك وطرق اضافة البورون ومستوياته كان معنويا حيث حققت المعاملة 10 كغم Zn هـ⁻¹ X الاضافة الارضية X 0.0 كغم B هـ⁻¹ اعلى تركيز للزنك في الحبوب (58.003 ملغم كغم⁻¹) وبنسبة 124.9% نسبة الى معاملة التداخل 0.0 كغم Zn هـ⁻¹ X الاضافة الورقية X 1.0 كغم B هـ⁻¹ التي بلغت (25.787 ملغم كغم⁻¹).

تأثير إضافة الزنك وطرائق ومستوى اضافة البورون في تركيز البورون في الحبوب .

اظهرت نتائج التحليل الاحصائي جدول (6) ان اضافة الزنك كان له تأثير معنوي في زيادة تركيز البورون في حبوب الذرة الصفراء من (12.86 ملغم كغم⁻¹) الى (18.31 ملغم كغم⁻¹) عند اضافة 10 كغم Zn هـ⁻¹ بنسبة زيادة 42.4%. هذه النتائج تتفق مع ما وجده Aref (2010). اما تأثير طرائق اضافة البورون فلم يكن معنويا في الصفة المدروسة، اذ بلغ التركيز في الاضافة الورقية (15.83 ملغم كغم⁻¹) وبلغ في الاضافة الارضية (15.33 ملغم كغم⁻¹). اظهرت النتائج ان هناك تأثيرا معنويا للتسميد بالبورون في زيادة تركيزه في الحبوب، اذ زاد تركيزه من (9.63 ملغم كغم⁻¹) في معاملة المقارنة الى

تعزى الى التأثير الايجابي بينهما في التأثير على الحاصل (Hosseini وآخرون، 2007 و Ziaeyan و Rajaie، 2009). اما تأثير التداخل الثنائي بين طرق اضافة البورون ومستوياته فقد زاد من نسبة استجابة الزنك وكانت اعلى قيمة (72.5%) لمعاملة تداخل الاضافة الورقية عند مستوى اضافة 1.0 كغم B هـ¹⁻ واقل قيمة (52.9%) لمعاملة الرش بالماء المقطر فقط.

ب- كفاءة استعمال الزنك السمادي

بينت نتائج جدول (7) ان كفاءة استعمال الزنك السمادي بلغت 7.4% بشكل معدل عام. وقد بلغ متوسط الكفاءة 7.9 و 7.7 و 6.7% لمستويات اضافة البورون 0.0 و 0.5 و 1.0 كغم B هـ¹⁻ على التوالي. حيث ادت زيادة البورون المضاف من 0.0 الى 0.5 و 1.0 كغم B هـ¹⁻ الى خفض كفاءة الاستعمال بنسب 2.5 و 15.2% مقارنة بالمستوى

399.6% مقارنة باقل تركيز (5.67 ملغم كغم⁻¹) لمعاملة تداخل 0.0 كغم Zn هـ¹⁻ X الاضافة الورقية 0.0 كغم B هـ¹⁻.

**نسبة الاستجابة وكفاءة استعمال السماد
أ- نسبة استجابة الزنك**

أوضحت نتائج جدول (7) ان نسبة الاستجابة للحاصل الكلي لنبات الذرة الصفراء عند اضافة الزنك بلغت 63.6% مقارنة بالحاصل الكلي لمعاملة المقارنة، وهذا ما اكدته العديد من الدراسات (العبد الله، 1988 و العامري، 2001). كما أوضحت النتائج ان لمستويات البورون تأثير كبير في نسبة الاستجابة في حاصل الذرة الصفراء الكلي ، حيث بلغت قيمتها للمستويات 0.0 و 0.5 و 1.0 كغم B هـ¹⁻، 53.9 و 63.1 و 73.9% على التوالي. ادت زيادة البورون المضاف من 0.0 الى 0.5 و 1.0 كغم B هـ¹⁻ الى زيادة نسبة الاستجابة بنسب 17.1 و 37.1% مقارنة مع معاملة السيطرة. ان هذه الزيادة قد

جدول (6) تأثير اضافة الزنك وطرائق ومستوى اضافة البورون في تركيز البورون في الحبوب .

مستويات الزنك X طرائق اضافة البورون	مستويات البورون (كغم هـ ¹⁻)			طرائق اضافة البورون	مستويات الزنك (كغم هـ ¹⁻)
	1.0	0.5	0.0		
13.83	22.83	13.00	5.67	90% ارضي + 10% رش	0.0
11.89	13.50	12.83	9.33	100% ارضي	
17.83	22.17	20.50	10.83	90% ارضي + 10% رش	10.0
18.78	28.33	15.33	12.67	100% ارضي	
1.38	2.61		LSD (0.05)		
مستويات الزنك					
12.86	18.17	12.92	7.50	0.0	مستويات الزنك X مستويات البورون
18.31	25.25	17.92	11.75	10.0	
2.27	1.84		LSD (0.05)		
طرائق اضافة البورون					
15.83	22.50	16.75	8.25	90% ارضي + 10% رش	طرائق اضافة البورون X مستويات البورون
15.33	20.92	14.08	11.00	100% ارضي	
N.S	1.84		LSD (0.05)		
	21.71	15.42	9.63	متوسط تركيز البورون	
	1.30		LSD (0.05)		
	15.58		المعدل العام		

ت- نسبة استجابة البورون
بينت نتائج جدول (8) ان نسبة استجابة الحاصل الكلي للذرة الصفراء قد تأثر بأضافة الزنك حيث بلغت (29.8 و 9.8%) عند عدم اضافة الزنك وعند اضافة 10.0 كغم Zn ه⁻¹ على التوالي. كما بلغت متوسط نسبة الاستجابة للاضافة الورقية والارضية 19.1 و 20.4% على التوالي. ولقد بينت النتائج ان لمستوى اضافة البورون تأثير كبير في نسب الاستجابة حيث بلغت للمستويين 0.5 و 1.0 كغم B ه⁻¹ 13.4 و 26.2% على التوالي. لقد اعطى

0.0 كغم B ه⁻¹. ان هذا الانخفاض قد يعزى الى التأثير التضادي بينهما في النبات كما اشار الى ذلك Leece (1978) الذي بين ان المستويات العالية من البورون المضاف ادى الى خفض تركيز الزنك في الذرة الصفراء ومن ثم في كفاءة استعماله. اما تأثير التداخل الثنائي بين طرق اضافة البورون ومستوياته في الصفة المدروسة فقد بلغت اعلى كفاءة استعمال (7.9%) لمعاملة تداخل الاضافة الورقية X 0.0 كغم B ه⁻¹ بزيادة 25.4% مقارنة بأقل قيمة (6.3%) لمعاملة تداخل الاضافة الورقية X 1.0 كغم B ه⁻¹.

جدول (7) تأثير اضافة الزنك وطرائق اضافة البورون ومستوياته في استجابة وكفاءة استخدام الزنك.

طرائق اضافة البورون	مستوى اضافة البورون كغم ه ⁻¹ 1	الاستجابة (%)	كفاءة استخدام زنك السماد (%) FZnUE
الورقية	0.0	52.9	7.9
	0.5	61.6	7.5
	1.0	72.5	6.3
المتوسط (X)			
الارضية	0.0	54.9	7.8
	0.5	64.5	7.8
	1.0	75.2	7.1
المتوسط (X)			
المتوسط العام (X)			
7.4			

جدول (8) تأثير اضافة الزنك وطرائق اضافة البورون ومستوياته في استجابة وكفاءة استخدام البورون

مستوى اضافة الزنك كغم ه ⁻¹	طرائق اضافة البورون	مستوى اضافة البورون كغم ه ⁻¹	الاستجابة (%)	كفاءة استخدام بورون السماد (%) FBUE
0.0	الورقية	0.5	18.8	47.52
		1.0	38.1	46.16
	الارضية	0.5	22.3	34.09
1.0		39.9	24.77	
المتوسط (X)				
10.0	الورقية	0.5	6.4	76.98
		1.0	13.2	49.04
	الارضية	0.5	6.0	60.01
1.0		13.5	65.52	
المتوسط (X)				
المتوسط العام				
50.51				

integrity وتحسن من امتصاص العناصر والاختيارية بشكل عام وتخفف من التأثير السمي للتراكيز العالية من البورون. بلغت كفاءة استعمال البورون لكلا من الاضافة الورقية والارضية (54.93 و 46.1%) على التوالي. اما تأثير مستويات البورون في كفاءة استعمال السماد بواسطة الذرة الصفراء، فقد بلغ متوسط الكفاءة 54.7 و 46.4% لمستويات اضافة البورون 0.5 و 1.0 كغم B هـ¹⁻ على التوالي. اما تأثير التداخل الثنائي بين الزنك وطرائق اضافة البورون كان ايجابي التأثير في كفاءة استعمال البورون السمادي حيث اعطت معاملة التداخل 10 كغم Zn هـ¹⁻ X الاضافة الورقية اعلى قيمة (63.01%) واقل قيمة للمعاملة 0.0 كغم Zn هـ¹⁻ X الاضافة الارضية (29.43%) وبنسبة زيادة 114.1%. اما التداخل بين الزنك ومستويات البورون كانت اعلى قيمة له (68.5%) لمعاملة التداخل 10 كغم Zn هـ¹⁻ X 0.5 كغم B هـ¹⁻ بزيادة 93.2% مقارنة بأقل قيمة (35.46) للمعاملة 0.0 كغم Zn هـ¹⁻ X 1.0 كغم B هـ¹⁻. اما التداخل بين طرائق اضافة البورون ومستويات اضافته، فقد اعطت معاملة الاضافة الورقية X 0.5 كغم B هـ¹⁻ اعلى قيمة للصفة المدروسة (62.25%) مقارنة بأقل قيمة (45.15%) للمعاملة المتضمنة الاضافة الارضية X 1.0 كغم B هـ¹⁻ وبنسبة زيادة 37.9%. اوضحت النتائج ان التداخل الثلاثي من الدرجة الثانية بين الزنك وطرائق اضافة البورون ومستوياته كانت اعلى قيمة (76.98%) لمعاملة التداخل 10 كغم Zn هـ¹⁻ X الاضافة الورقية X 0.5 كغم B هـ¹⁻ بزيادة 210.8% مقارنة بأقل قيمة (24.77%) للمعاملة 0.0 كغم Zn هـ¹⁻ X الاضافة الارضية.

المستوى الثاني (1.0 كغم B هـ¹⁻) اعلى نسبة استجابة حيث ادى الى زيادة نسبة استجابة البورون بمقدار 95.5% مقارنة مع المستوى الاول. ان الاستجابة الموجبة لاضافة البورون ذكرت بأكثر من 80 بلد و 132 محصول في الـ 60 سنة الاخيرة (Shorrocks ، 1997). اما تأثير التداخل الثنائي بين الزنك وطرائق اضافة البورون فقد بلغت اعلى قيمة (31.1%) لمعاملة التداخل 0.0 كغم Zn هـ¹⁻ X الاضافة الارضية بزيادة 217.3% مقارنة بأقل قيمة (9.8) للمعاملة 10.0 كغم Zn هـ¹⁻ X الاضافة الارضية. اما تأثير التداخل بين الزنك ومستويات البورون فقد كانت اعلى قيمة (39.0%) لمعاملة التداخل 0.0 كغم Zn هـ¹⁻ X 1.0 كغم B هـ¹⁻ بزيادة (529.0%) مقارنة بأقل قيمة (6.2%) لمعاملة التداخل 10.0 كغم Zn هـ¹⁻ X 0.5 كغم B هـ¹⁻. اما تأثير تداخل طرائق اضافة البورون مع مستوياته، فقد بلغت اعلى قيمة (26.7%) لمعاملة تداخل الاضافة الارضية X 1.0 كغم B هـ¹⁻ بزيادة 111.9% مقارنة بأقل قيمة (12.6%) للمعاملة الاضافة الورقية X 0.5 كغم B هـ¹⁻. اوضحت النتائج ان اعلى قيمة لتأثير التداخل الثلاثي بين الزنك وطرائق اضافة البورون ومستوياته بلغت (39.9%) للمعاملة 0.0 كغم Zn هـ¹⁻ X الاضافة الارضية X 1.0 كغم B هـ¹⁻ بزيادة 565% مقارنة بأقل قيمة (6.0) للمعاملة 0.0 كغم Zn هـ¹⁻ X الاضافة الارضية X 0.5 كغم B هـ¹⁻.

ث- كفاءة استعمال البورون السمادي

أوضحت نتائج جدول (8) ان اضافة الزنك ادت الى زيادة كفاءة استعمال البورون من 38.13% عند عدم اضافة الزنك الى 62.89% عند اضافته بنسبة زيادة 64.9% مقارنة مع عدم اضافته. ان هذه الزيادة تعزى الى زيادة امتصاص البورون عند اضافة الزنك والتي من المحتمل انها نتجت من تحسين نمو النبات بشكل عام وزيادة انتاجية الحبوب جدول (2) هذا فضلا عن ان اضافة الزنك يمكن ان تحسن من هوية غشاء الخلية cell membrane

Brown, P.K ; Cakmak, I. and Zhang , Q. L. ,(1993) Form and Function of Zinc in Plants. In: Zinc in Soil and Plants. Ed. Robson A. D. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht., 93-106

Cakmak, I. ,(2006) Enriching Grain with Micronutrients: Benefits for Crop Plants and Human health. Agricultural Conference. International Fertilizer Industry Association (IFA). Kunming, China.

El- Ghamry, A. M. ; Abd El- Hamid, A. M. and Mosa, A. A. , (2009) Effect of Farmyard Manure(FYM) and Foliar Application of Micronutrients on Yield Characteristics of Wheat Grown on Salt Affected Soil. American- Eurasian J. Agric. and Environ. Sci. 5(4), 460- 465.

Nable, R. O. ; Banuelos, G. S. and Paull , J. G. ,(1997) Boron Toxicity. Plant Soil. 193, 181- 198.

Goldberg, S. ,(1997) Reaction of Boron with Soils. Plant and Soil. 193, 35- 48.

Hemantaranjan, A. and Grago, O. K. ,(1988) Iron and Zinc Fertilization with Reference to the Grain Quality of Triticum Aestivum L. J. Plant Nutr. 11(6-11), 1439- 1450.

Hosseini, S. M. ; Maftoun, M. ; Karimian, N.; Ronaghi, A. and Emam, Y. ,(2007) Effect of Zinc X Boron Interaction on Plant Growth and Tissue Nutrient Concentration of Corn. J. of Plant Nutrition. 30(5), 773- 781.

Jana, P.K. ; Ghatak, R. ; Sounda, G. ; Ghosh, R.K. and Bandyopadhyay, P. ,(2005) Effect of Boron on Yield, Content and Uptake on NPK by Transplanted Rice at Farmer's Field on Red and Laterite Soils of West Bengal. J. of Interacademia. 9(3), 341-344.

Kelling, K. A. (2010). Soil and Applied Boron. From:

المصادر

حمادي، خالد بدر و عادل عبد الله الخفاجي و طارق سالم سليم ،(1997) تأثير اضافة الزنك على حاصل الحنطة والرز المزروعين في تربة كلسية . مجلة اباء للابحاث الزراعية. المجلد 7 (2)، 215-224.

الساھوكي، مدحت ،(1990) الذرة الصفراء انتاجها وتحسينها. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي. جامعة بغداد.

العامري، بيداء حسن علوان ، (2001) سلوك وكفاءة بعض اسمدة الزنك في الترب الكلسية. رسالة ماجستير .. كلية الزراعة. جامعة بغداد.

العامري، بيداء حسن و جواد كاظم العكيلي و بئينة عبد اللطيف الجبوري، (2006) تأثير مصدر وطريقة اضافة الزنك في نمو وحاصل الحنطة. المجلة العراقية للعلوم والتكنولوجيا. 3، 62- 70.

العبد الله، نوال عيسى عاشور ،(1988) التقويم الخصوبي لمستوى الزنك ومقارنة تفاعل وكفاءة اسمدة الزنك المختلفة في ترب جنوب العراق. رسالة ماجستير . كلية الزراعة. جامعة البصرة.

Aref, F.,(2010) Application of Different Levels of Zinc and Boron on Concentration and Uptake of Zinc and Boron in the Corn Grain. Journal of American Science. 6 (5), 100-106.

Adiloglu, A. and Adiloglu , S., (2006) The Effect of Boron (B) Application on the Growth and Nutrient Contents of Maize in Zinc (Zn) Deficient Soils. Res. J. Agr. Biol. Sci. 2(1), 1-4.

Ali, N. S.; Al-Uqaili, J. K. and Al-Ameri, B. H. ,(2001) Efficiency of Some Zinc Fertilizers in Calcareous Soils. The Iraqi Journal of Agricultural Science. 32,197-206.

- Minnesota Soils. University of Minnesota Extension Service (Online). Available at <http://www.ExtensionUmn.Edu>.
- Shafiq, M. ,(2008) Estimation of Boron Requirement of Rice and Wheat Crops Using Adsorption Isotherm Technique. PhD. thesis, University of Agriculture, Faisalabad.
- Shkolnik, M. Y. ,(1974) General Conception of Physiological Role of Boron in Plants. *Plant Physiol.* 21, 174-186.
- Shorrocks, V. M. ,(1997) The Occurrence and Correction of Boron Deficiency. *Plant and Soil.* 193,121-148.
- Simic, D. ; Zdunic, Z. ; Jambrovic, A. ; Ledencan, T. ; Brkic, I. ; Duvnjak, V. and Kovacevic, V. , (2009) Relations Among Six Micronutrients in Grain Determined in a Maize Population. ISSN. 1330- 7142.
- Singh, V. and Singh , S.P. , (1983) Effect of Applied Boron on the Chemical Composition of Lentil Plants. *J. Indian Soc. Soil Sci.* 31, 169- 170.
- Welch R. M. ,(1993) Zinc Concentration and Forms in Plants for Humans and Animals. In: *Zinc in Soil and Plants.* Ed. Robson A. D. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht. ,183-195.
- Yadav, B. S., and Vyas, K. K.,(1987) Response of Wheat Varieties to Zinc. *J. Indian Soc. Soil Sci.* 35, 161- 162.
- Yang, M. ; Shi, L. ; Xu, F. ; Lu, J. and Wang , (2012) Effect of B, Mo, Zn, and Their Interaction on Seed Yield of Rapeseed (*Brassica napus L.*). *Soil Science Society of China.* Published by Elsevier Ltd., 53- 59. (Abstract).
- Yilmaz, A. ; Ekiz, H. ; Torun, B. ; Gulekin, I. ; Karanlink, S. ; Bagci, S. A. and Cakmak, I. ,(1997) Effect of Different Zinc Application Methods on Grain Yield and Zinc Concentration in Wheat Cultivars <http://corn.agronomy.Wisc.edu/Management/pdfs/a2522.Pdf>
- Lindsay, W. L. ,(1979) *Chemical Equilibria in Soils.* John Wiley and Sons. Inc., N. Y.
- Leece, D. R.,(1978) Effects of Boron on the Physiological Activity of Zinc in Maize. *Aust. J. Agric. Res.* 29, 739-749.
- Mitchell, R. L. ,(1970) *Crop Growth and Culture.* The Iowa St. Univ., Iowa.
- Nable, R. O.; Banuelos, G. S. and Paull, J. G. ,(1997) Boron Toxicity. *Plant Soil.* 193, 181- 198.
- Orabi, A. A. and Abed- Aziz, I. M. ,(1982) Zinc – Phosphorus Relationship and Effect on Some Biocomponents of Corn (*Zea mays L.*) Grown on a Calcareous Soil. *Plant Soil.* 69, 437- 444.
- Panhwar, Q. A., Radziah, O.; Khanif, Y.M. and Naher, U. A. ,(2011) Application of Boron and Zinc in the Tropical Soils and its Effect on Maize (*Zea mays L.*) Growth and Soil Microbial Environment. *Australin J.Crop Sci.* 5(12), 1649- 1654.
- Page, A. L. ; Miller, R. H. and Kenney, D. R. ,(1982) *Methods of Soil Analysis.* Part 2. Chemical and Microbiological Properties. Am. Soc. Agron. Madison, Wis
- Ranja, G. and Das , P., (2003) Effect of Metal Toxicity on Plant Growth and Metabolism: I. Zinc. *Agronomie.* 23, 3-11.
- Rashid, A. ; Yasin, M. ; Ashraf, M. and Mann, R.A. , (2004) Boron Deficiency in Calcareous Soils Reduces Rice Yield and Impairs Grain Quality. *International Rice Research Notes* .29,58-60.
- Rehem, G. W.; Fendter, W. E. and Overdahi , C. J.,(1998) Boron for

Grown on Zinc- Deficient Calcareous Soils.
J. Plant Nutr. 20(4-5), 461- 471.

Ziaeyan, A. H. and Rajaie, M. ,(2009)
Combined Effect of Zinc and Boron on
Yield and Nutrients Accumulation in Corn.
International Journal of Plant
Production.3(3), 35- 44