مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم البيولوجية المجلد (35) العدد (6) 2013
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Biological Sciences Series Vol. (35) No. (6) 2013

تأثير التغذية بالبورون والزنك في تركيز بعض العناصر الغذائية في نبات الذرة الصفراء

الدكتور عبد العزيز بوعيسى*
ميس علي ديب**

(تاريخ الإيداع 21 / 7 / 2013. قبل للنشر في 10 / 9 / 2013)

□ ملخّص □

أجريت تجربة حقلية خلال الموسم (2011 – 2012) بزراعة الذرة الصفراء صنف غوطة82 في تربة كلسية معبأة في أصص بلاستيكية في قرية بحنين التابعة لمحافظة طرطوس.تضمنت المعاملات ثلاثة مستويات من البورون (0, 3 و 6 كغ/هـ) وأربعة مستويات من الزنك (0,8,16و24 كغ/هـ) أضيفت جميعها إلى التربة ،و استخدم تصميم العشوائية الكاملة بثلاثة مكررات، وذلك بهدف دراسة أثر مستويات مختلفة من البورون والزنك وتداخلاتهما في محتوى نبات الذرة الصفراء من بعض العناصر الغذائية. أظهرت نتائج البحث أن تأثير مستويات مختلفة من B و Zn وتداخلاتهما في التربة كان واضحاً في محتوى الورقة من المنغنيز والحديد والنحاس.كما أن وجود الزنك بكميات عالية في التربة كان له تأثير واضح في خفض محتوى B في الأوراق وزيادة محتوى K فيها.ك ذلك لوحظ أن وجود البورون في التربة ساعد على زيادة محتوى الآزوت في الأوراق. وكان للتداخل بين الزنك والبورون تأثير مهم في محتوى الأوراق من الزنك، بينما لم يكن لتطبيق الزنك والبورون تأثير مهم في تركيز الفوسفور في الأوراق.

الكلمات المفتاحية :نقص، تداخل ، تركيز، تغذية، الزنك ، البورون ، الذرة الصفراء.

* أستاذ – قسم علوم التربة والمياه – كلية الزراعة – جامعة تشرين – اللاذقية – سورية.
**طالبة دراسات عليا(ماجستير) – قسم علوم التربة والمياه – كلية الزراعة – جامعة تشرين – اللاذقية – سورية.

مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم البيولوجية المجلد (35) العدد (6) 2013
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Biological Sciences Series Vol. (35) No. (6) 2013

Influence of Zinc and Boron Nutrition on Concentrations of some nutrients in Maize plant

Dr. Abd-al Azez Bouissa*
Mais Ali Deeb**

(Received 21 / 7 / 2013. Accepted 10 / 9 /2013)

□ ABSTRACT □

Field experiment was conducted during the season (2011 – 2012) at Bhanine village in Tartous city. Maize seeds of Ghouta 82 variety were planted in plastic pots filled with calcareous soil .Treatments including three levels of B (0, 3, and 6 $kg.ha^{-1}$) and four levels of Zn (0, 8, 16 and 24 $kg.ha^{-1}$) added to the soil, in a completely randomized block design with three replications, to study the effect of different levels of boron and zinc and their interactions on maize content of some nutrients. Results of this study showed that there was a clear effect of B and Zn and their interactions in soil on leaf content of Mn, Fe and Cu. High amounts of zinc in the soil had a clear effect on reduced leaves content of B and increased its content of K. The presence of a of B in the soil, assisted to increasing of leaf N content. There was a significant effect of B and Zn interaction on leaf content of Zn, and no effect on leaf P content.

Key words: Deficiency – Interaction – Concentration – Nutrition – zinc – boron –Maize

*Professor, Department of soil sciences, Faculty of Agriculture, Tishreen University, Lattakia, Syria.
**postgraduate student, Department of soil sciences, Faculty of Agriculture, Tishreen University, Lattakia, Syria.

مقدّمة:

تعدّ الذرة الصفراء أحد أهم المحاصيل النجيلية الحبيّة بعد القمح والرز من حيث المساحة العالمية، كما يحتلّ المرتبة الثالثة بعد القمح والشعير في القطر. لحبوب الذرة الصفراء أهمية غذائية وعلفية وصناعية وطبية (دليل زراعة محصول الذرة الصفراء،1998). تعدّ الذرة الصفراء من المحاصيل الزراعية المجهدة للتربة والحسّاسة لنقص عنصري الزنك والبورون. فهي تستجيب للتسميد بعنصر Zn ،وقد ذكرت دراسات عديدة انخفاضاً مهماً في نمو أنواع مختلفة من المحاصيل وإنتاجها في ترب تعاني من نقصB, Cu, Zn, Mn, Fe [Aref,2011d].

يعدّ الزنك عنصر أساس للنمو الطبيعي والاستقلاب للنباتات، ويلعب دوراً مهماً في النشاط الأنزيمي ، يشترك في التركيب الحيوي لبعض الأنزيمات وهرمونات النمو،كما يلعب دوراً هاماً في العمليات الأساس لحياة النبات مثل: استقلاب الآزوت ، والتمثيل الضوئي ،و تركيب الكلوروفيل ، ومقاومة الإجهاد الحي وغير الحي ، والحماية ضد خطر الأكسدة وله دور أساس في تمثيل الكربوهيدرات وتصنيع البروتينات وعملية الإخصاب[Aref, 2010c].

تتأثر إتاحة الزنك في التربة بعدة عوامل منها: طبيعة التربة (pHالتربة، محتوى الكلس، نسبة المادة العضوية، نسبة الطين ونوعه) وظروف المناخ وكمية سماد P المطبق[Aref, 2011b].

يتأثر امتصاص النبات للزنك بعوامل عدة هي: تركيزه في محلول التربة، درجة pH التربة، مستوى التسميد الفوسفاتي والآزوتي العالي وظاهرة التضاد بين الزنك وكاتيونات أخرى مثل K, Mg,Ca, Cu كما تنخفض قابلية استخدام الزنك بانخفاض درجة الحرارة والكثافة الضوئية لأنهما يحدان من تطور الجذور[Mousavi, 2011]. لقد وجد أن مجموعة كبيرة من المحاصيل تتأثر بنقص الزنك ومن ضمنها إنتاج الحبوب (الذرة الصفراء– القمح – الرز)؛ إذ يؤدي نقصه إلى انخفاض كمية المحصول ونوعيته [Panhwar ,Radziah , Khanif , Naher,2011].

يعدّ البورون من العناصر النادرة المهمة بالنسبة للوظائف الفيزيولوجية للنبات ؛ إذ له علاقة بتصنيع اليوراسيل الذي يعدّ حجر الأساس في تكوين الـ RNA، كما له علاقة في نمو الأنسجة الميرستيمية ونشاطها وتمايز الأنسجة الأخرى، ويساعد على انتقال السكريات ويؤدي نقصه إلى تكوين الكالوس الذي يؤدي إلى إغلاق مسامات الأوعية الغربالية ويعيق انتقال النسغ الكامل، كما يسهم في تدعيم الأغشية الخلوية البلازمية وتنظيم نفاذيتها، ويساهم في الانقسام الخلوي وتطاول الخلايا وتمثيل الأحماض النووية، أيضاً يسهم في إنتاش حبوب الطلع ونمو الأنبوب الطلعي،كما أن البورون مطلوب لتطور العقد الجذرية في النباتات البقولية. [Hellal, Taalab, and Safaa,2009].

تتأثر إتاحة البورون للنباتات بعوامل عدة هي: درجة الـ pH، القوام، الرطوبة، الحرارة، المادة العضوية ومعادن الطين؛ إذ وجد العديد من الباحثين أن زيادة pH التربة بإضافة الكلس إلى درجة أعلى من 6.5 يخفض من تركيز B في العديد من النباتات.كذلك الترب ذات المحتوى المنخفض بالمادة العضوية تعاني من نقص B أكثر من الترب ذات المحتوى المرتفع من المادة العضوية وهذا يعزى إلى وجود B في المادة العضوية للتربة الذي يتحرر منها خلال عملية المعدنة . أيضاً التربة المشتقة من الصخور الاندفاعية المنتشرة في المناطق الاستوائية والمعتدلة من العالم ذات محتوى من B أخفض من الترب المشتقة من الصخور الرسوبية والمنتشرة في المناطق الجافة وشبه الجافة [Aref, 2011c].

أظهرت الدراسات أن الترب التي تعاني من نقص الزنك تزداد نفاذية أغشية خلايا الجذر فيها، وهذا ربما يؤدي إلى تراكم B والعناصر المغذية الأخرى في جذور النباتات.كما أن زيادة امتصاص B من قبل النباتات ربما يسبب تسمم النباتات بهذا العنصر[Aref, 2010b]. كما ذكر أن الزنك له دور محتمل في تخفيض التأثيرات السامة للبورون

الزائد [S. Ali, Shah, Arif, Miraj, I. Ali, Sajjad, Yasir Khan And Moula Khan, 2009].كما لوحظ أن المستوى العالي من B يؤدي إلى ظهور أعراض نقص Mn في النبات[Aref, 2010b] .

لقد وجد أن هناك علاقة بين الزنك و الآزوت؛ إذ إنه في ظروف نقص Zn ينخفض تحويل N إلى مركبات بروتينية وتكوين الأحماض الأمينية والأميدات في النبات ،كما لوحظ أنه عند التسميد الآزوتي و تطبيق التسميد بالزنك ازداد امتصاص N وذلك نتيجة زيادة الوزن الجاف للأعضاء الهوائية [Aref, 2011a].

ومن التفاعلات الهامة للزنك تفاعله مع الفوسفور ؛ إذ أظهرت العديد من الدراسات أن وجود الفوسفور بنسب عالية في التربة يؤدي إلى نقص مفترض في الزنك وذلك للأسباب التالية: ينخفض انتقال الزنك من الجذور إلى المجموع الخضري بوجود تراكيز عالية من P بسبب تراكم Zn في الجذور أو نقص امتصاصه من قبل الجذور، ينخفض تركيز Zn في المجموع الخضري بفعل التخفيف نتيجة زيادة النمو، خلل الاستقلاب في خلايا النبات نتيجة خلل التوازن بين Zn و P لأن مهام الزنك تكون ضعيفة في المواقع النوعية في الخلايا[Mousavi ,2011].

أهمية البحث وأهدافه:

يهدف البحث إلى دراسة أثر مستويات مختلفة من البورون والزنك وتداخلاتهما في التربة في محتوى نبات الذرة الصفراء من بعض العناصر الغذائية (الآزوت– الفوسفور– البوتاسيوم– البورون– الزنك– المنغنيز– الحديد– النحاس).

طرائق البحث ومواده:

نفذت الدراسة في قرية بحنين التابعة لمحافظة طرطوس خلال الموسم (2011 – 2012) باستخدام أسلوب الزراعة في أصص على تربة كلسية منقولة وذلك بزراعة الذرة الصفراء صنف غوطة (82) واسع الانتشار في الزراعة السورية .

1. تحاليل التربة:

أخذت عينات من التربة قبل الزراعة للتحليل بهدف تحديد خواصها الفيزيائية والكيميائية و الخصوبية .حيث جففت عينات التربة هوائياً ونخلت باستخدام منخل أقطار فتحاته 2 مم ثم أجريت عليها مجموعة من التحاليل نتائجها مبوبة في الجدول (2).

2. تحاليل النبات:

أخذت عيّنات من الأوراق في مرحلة الإزهار؛ إذ جففت العيّنات النباتية في المجفف على درجة حرارة 70 درجة مئوية ثم طحنت وبعدها تمّ تقدير العناصر الغذائية فيها (الآزوت والعناصر الصغرى ماعدا البورون) بعد استخلاصها بطريقة الهضم الرطب و(باقي العناصر الغذائية الكبرى والبورون) بالهضم الجاف.

3. معاملات الدراسة:

تضمنت التجربة 12 معاملة بواقع 3 مكررات باستخدام تصميم العشوائية الكاملة، وذلك باستخدام أربعة مستويات من الزنك(Zn_3,Zn_2,Zn_1,Zn_0) (0 ,8,16,24 كغ /هـ) سلفات الزنك، وثلاثة مستويات من البورون (B_2,B_1,B_0) (0 ,3 ,6 كغ/هـ) حمض البوريك أضيفت جميعها إلى التربة عند الزراعة والمعاملات موزعة وفق الجدول (1):

الجدول (1): يبين توزع معاملات الدراسة وتداخلاتها

مستويات Zn / مستويات B			كغ سلفات الزنك / هكتار			
			0	1	2	3
			Zn_0	Zn_1	Zn_2	Zn_3
كغ حمض البوريك/ الهكتار	0	B_0	T_0	T_1	T_2	T_3
	3	B_1	T_4	T_5	T_6	T_7
	6	B_2	T_8	T_9	T_{10}	T_{11}

كما أضيفت العناصر NPK بشكل موحد لكلّ المعاملات وهي: 180كغ/هـ آزوت على شكل سماد اليوريا (46%) نصفها أضيف عند تحضير التربة للزراعة، والنصف الثاني أضيف على دفعتين الأولى في مرحلة النمو الخضري والثانية عند تشكل العرانيس؛ 70كغ/هـ فوسفور على شكل سوبر فوسفات ثلاثي (46%) أضيف دفعة واحدة عند الزراعة،أما التسميد البوتاسي فقد أضيف بمعدل 75 كغ /هـ بوتاسيوم على شكل سلفات البوتاسيوم (50%) أضيفت دفعة واحدة إلى التربة عند الزراعة. وقد أجريت باقي عمليات الخدمة بشكل موحد لجميع المعاملات كالري والتخلص من الأعشاب وغيرها.زرعت 5 بذور في كل أصيص وقد أخذت عيّنات النبات للتحليل لتقدير العناصر الغذائية فيها.أجري تحليل التباين على كل البيانات التجريبية وقورنت المتوسطات باستخدام برنامج Genstat الإحصائي.

النتائج والمناقشة:

تحاليل التربة قبل الزراعة:

لتوصيف تربة الدراسة قبل الزراعة أجريت التحاليل ورتبت النتائج كما هو وارد في الجدول /2/:

الجدول (2):يبيّن الخصائص الزراعية والخصوبية لتربة الزراعة:

نوع الاختبار		النتيجة	اسم الطريقة
قوام التربة		طينية	الهيدروميتر ومثلث القوام
pH		8.1	جهاز pH متر ومستخلص تربة (1:1)
Ec ميليموس /سم		2.132	جهاز الناقلية الكهربائية ومستخلص تربة (1:1)
%OM		4	Black and Walkley (الهضم الرطب)
$CaCO_3$%	الكلية	20.75	الطريقة الحجمية(المعايرة الرجعية)
	الفعالة	6.5	طريقة دورينو (أوكسالات الأمونيوم)
N% الكلي		%0.215	كلداهل
P ppm المتاح		5.6	Olson الطريقة اللونية
K ppm المتاح		363.33	في مستخلص خلات الأمونيوم باستخدام جهازاللهب
Ca م.م/100غ تربة المتاح		12.86	المعايرة بالفيرسين
Mg م.م/100غ تربة المتاح		1.8	المعايرة بالفيرسين

ppm B المتاح	1.8	الاستخلاص بحمضHclالمخفف (الطريقة اللونية)
ppm Zn المتاح	0.23	الامتصاص الذري باستخدام مستخلص DTPA
ppm Fe المتاح	11.97	الامتصاص الذري باستخدام مستخلص DTPA
ppm Mn المتاح	77	الامتصاص الذري باستخدام مستخلص DTPA
ppm Cu المتاح	0.93	الامتصاص الذري باستخدام مستخلص DTPA

تبيّن نتائج التحليل المبوبة في الجدول/2/ أن التربة ذات قوام طيني،مائلة إلى القلوية،خفيفة الملوحة، ذات محتوى مرتفع من المادة العضوية، ومحتوى مقبول من $CaCO_3$ الكلية والفعالة، ذات محتوى متوسط من الآزوت الكلي ومحتوى متدني من الفوسفور المتاح، غنية بالبوتاسيوم، ونسبة مقبولة من Ca/Mg، ومحتوى كافٍ من البورون ومنخفضٍ من الزنك والنحاس ومرتفع من الحديد والمنغنيز(راين وآخرون،2003).

تحاليل النبات:

تمّ إجراء تحاليل العيّنات النباتية المأخوذة في مرحلة الإزهار ؛ إذ يكون امتصاص العناصر الغذائية من قبل النبات أعظمياً . وقد بوبت النتائج في الجداول /3 – 10/.

أولاً: تأثير معاملات الدراسة في محتوى الأوراق من عنصر الآزوت%:

رتبت النتائج في الجدول /3/:

الجدول/3/: يبيّن تأثير مستويات الزنك والبورون وتداخلاتهما في محتوى النبات من الآزوت %في مرحلة الإزهار:

مستويات Zn / مستويات B	Zn_0	Zn_1	Zn_2	Zn_3	المتوسط	
B_0	2.33^{a}	2.39^{b}	2.34^{a}	2.41^{bc}	2.37	
B_1	2.4^{b}	2.44^{c}	2.4^{b}	2.39^{b}	2.41	
B_2	2.41^{bc}	2.39^{b}	2.4^{b}	2.42^{bc}	2.41	
المتوسط	2.38	2.41	2.38	2.41		
						LSD0.05 0.038

الأحرف المتشابهة تدلّ على عدم وجود فروق معنوية بين المعاملات

تبيّن نتائج الجدول /3/ وجود فروق معنوية بين الشاهد وجميع المعاملات ماعدا المعاملة (Zn_2B_0) ،أيضاً لوحظ وجود فروق معنوية بين المعاملة (Zn_2B_0) وجميع معاملات التجربة ، في حين تفوقت المعاملة (Zn_1B_1) معنوياً على جميع معاملات التجربة ؛ إذ أعطت هذه المعاملة أعلى متوسط لمحتوى الأوراق من الآزوت 2.44% بينما كان أخفض محتوى للآزوت في معاملة الشاهد 2.33% ثم في المعاملة(Zn_2B_0) 2.34%. نلحظ أن المعاملات التي لم يطبق فيها البورون كان تركيز الآزوت فيها أقل من باقي المعاملات مقارنة بالشاهد وهذا يعود إلى تأثير البورون في النمو الخضري وبالتالي مساحة المسطح الخضري (عبدالعزيز وآخرون 2010).وتفسير ذلك هو دور

البورون في تكوين مواقع جديدة للامتصاص، أو جزيئات ناقلة للأيونات في الجذور وذلك لزيادة مساحة مسطح الامتصاص منها وهذا يزيد من معدل الامتصاص من المحلول الأرضي بما يحمله من أملاح معدنية (Taiz and Zeiger,1998).وهذا يتوافق مع تأثير نقص بعض العناصر النادرة في محتوى أوراق القطن من الآزوت (عبد العزيز وسلامة،2003).

ثانياً: تأثير معاملات الدراسة على محتوى الأوراق من عنصر الفوسفور(ppm):

رتبت النتائج في الجدول /4/:

الجدول/4/: يبيّن تأثير مستويات الزنك والبورون وتداخلاتهما في محتوى النبات من الفوسفور(ppm) في مرحلة الإزهار:

مستويات Zn / مستويات B	Zn_0	Zn_1	Zn_2	Zn_3	المتوسط	
B_0	33^{ab}	40^{ab}	38^{ab}	34^{ab}	36	
B_1	35^{ab}	38^{ab}	29^{a}	37^{ab}	36	
B_2	34^{ab}	40^{ab}	38^{ab}	41^{b}	38	
المتوسط	34	39	35	37		
						LSD0.05 9.922

تبيّن نتائج الجدول /4/ عدم وجود فروق معنوية بين جميع معاملات التجربة والشاهد وهذا يتناقض مع نتائج (Aref 2012) الذي وجد تزايد محتوى الفوسفور في الأوراق مع زيادة تطبيق التسميد بالزنك بالنسبة للمحصول نفسه المزروع في التربة الكلسية الفقيرة بالفوسفور.

ثالثاً: تأثير معاملات الدراسة في محتوى الأوراق من عنصر البوتاسيوم%:

رتبت النتائج في الجدول /5/:

الجدول/5/: يبيّن تأثير مستويات الزنك والبورون وتداخلاتهما في محتوى النبات من البوتاسيوم% في مرحلة الإزهار:

مستويات Zn / مستويات B	Zn_0	Zn_1	Zn_2	Zn_3	المتوسط	
B_0	3.53^{b}	3.09^{ab}	2.34^{a}	2.51^{a}	2.87	
B_1	3.71^{b}	2.69^{a}	2.58^{a}	3^{ab}	2.99	
B_2	3.63^{b}	3.45^{b}	2.65^{a}	2.58^{a}	3.08	
المتوسط	3.62	3.07	2.52	2.7		
						LSD0.05 0.66

تبيّن نتائج الجدول /5/ وجود انخفاض معنوي في محتوى الأوراق من K% في المعاملات (Zn_2B_0، Zn_3B_0، Zn_1B_1، Zn_2B_1، Zn_2B_2، Zn_3B2) مقارنة مع الشاهد؛ إذ لوحظ أخفض محتوى للبوتاسيوم في المعاملة

(Zn_2B_0) (2.337%)، بينما كان في الشاهد (3.53%). وكان أعلى محتوى للأوراق من K% في المعاملة(Zn_0B_1) (3.707%) وأخفض محتوى للبوتاسيوم في المعاملة (Zn_2B_0) (2.337%).إن تطبيق الزنك بمفرده أو مترافقاً مع البورون منع زيادة محتوى البوتاسيوم في النبات وهذا يتناقض مع نتائج (Aref 2012).ولكن المعاملات التي طبق فيها البورون بمفرده لم تسجل انخفاضاً في محتوى البوتاسيوم في النبات مقارنة بالشاهد.وهذا يفسر بدور البورون في النمو الخضري وتشكل المسطح الورقي وبالتالي تحرك الماء الذي يؤثر في امتصاص الأملاح وتوزيعها وهذا يتوافق مع نتائج (عبدالعزيز وآخرون 2010) الذي أوضح أن أكبر انخفاض في نسبة البوتاسيوم في أوراق القطن كان عند عدم إضافة البورون.

رابعاً: تأثير معاملات الدراسة في محتوى الأوراق من البورون (ppm):

رتبت النتائج في الجدول /6/:

الجدول/6/: يبيّن تأثير مستويات الزنك والبورون وتداخلاتهما في محتوى النبات من البورون ppm في مرحلة الإزهار:

مستويات Zn / مستويات B	Zn_0	Zn_1	Zn_2	Zn_3	المتوسط	
B_0	52.9^{c}	30.1^{ab}	18.4^{a}	19.1^{a}	30.13	
B_1	21.3^{a}	16.2^{a}	39.7^{bc}	45.6^{bc}	30.7	
B_2	45.6^{c}	50.5^{bc}	46.8^{c}	82.8^{d}	56.43	
المتوسط	39.93	32.27	34.97	49.17		
						LSD0.05 14.65

تبيّن نتائج الجدول /6/ أن المعاملات (Zn_1B_0،Zn_2B_0،Zn_3B_0،Zn_0B_1،Zn_1B_1) أظهرت انخفاضاً معنوياً في محتوى الأوراق من البورون مقارنة مع الشاهد ومع المعاملات الأخرى ؛ إذ لوحظ المحتوى الأكثر انخفاضاً للبورون في المعاملة (Zn_1B_1) (16.18 ppm)، بينما كان الشاهد (52.94ppm).أيضاً تفوقت المعاملة (Zn_3B_2) معنوياً على الشاهد وعلى جميع المعاملات الأخرى من حيث محتوى الأوراق من البورون ؛ إذ بلغ (82.8ppm) في المعاملة (Zn_3B_2) وهذا يتناقض مع نتائج(Aref 2011 c) الذي ذكر أن تطبيق الزنك ربما يخفض تراكم البورون ويقلل خطر سميته في النبات. لكنه يتوافق مع نتائج (Aref 2011c) عند تطبيق الزنك بمفرده من دون تطبيق البورون؛ إذ يسهم عندها الزنك في تقليل امتصاص البورون من (52.9ppm) في المعاملة (Zn_0B_0) إلى (19.1 pp) في المعاملة (Zn_3B_0).

خامساً: تأثير معاملات الدراسة في محتوى الأوراق من الزنك(ppm):

رتبت النتائج في الجدول /7/:

الجدول/7/: يبيّن تأثير مستويات الزنك والبورون وتداخلاتهما في محتوى النبات من الزنك ppm في مرحلة الإزهار:

مستويات Zn / مستويات B	Zn_0	Zn_1	Zn_2	Zn_3	المتوسط	
B_0	26.38^{a}	29.08^{b}	29.82^{b}	31.42^{bc}	29.18	
B_1	31.54^{bc}	33.58^{cd}	33.88^{cd}	34.91^{d}	33.48	
B_2	39.66^{e}	42.03^{ef}	43.31^{fg}	44.76^{g}	42.44	
المتوسط	32.53	34.9	35.67	37.03		
						LSD0.05 2.524

نلحظ من الجدول /7/ وجود فروق معنوية بين جميع معاملات التجربة والشاهد ؛ إذ بلغ محتوى الزنك في الأوراق في الشاهد (ppm26.38)،وأعلى محتوى لوحظ في المعاملة (Zn_3B_2) ؛ إذ بلغ(ppm44.76). كما لوحظ أن محتوى الزنك في أوراق نبات الذرة ازداد في المعاملات التي طبق فيها الزنك والبورون معاً ؛ إذ إن امتصاص الزنك تأثر إيجاباً بتغيّر مستويات كلٍّ من الزنك والبورون في التربة والتداخل فيما بينهما، وهذا يتعارض مع نتائج Aref (2012)، الذي أوضح أن تأثير تداخل Zn – B على تركيز الزنك في الورقة عند تطبيق البورون لم يكن مهماً.

سادساً: تأثير معاملات الدراسة في محتوى الأوراق من المنغنيز(ppm):

رتبت النتائج في الجدول /8/:

الجدول/8/:يبيّن تأثير مستويات الزنك والبورون وتداخلاتهما في محتوى النبات من المنغنيز ppm في مرحلة الإزهار:

مستويات Zn / مستويات B	Zn_0	Zn_1	Zn_2	Zn_3	المتوسط	
B_0	75.16^{a}	79.92^{b}	80.25^{b}	82.79^{c}	79.53	
B_1	83.83^{cd}	85.72^{de}	86.37^{ef}	87.58^{ef}	85.88	
B_2	88.08^{fg}	89.76^{gh}	90.81^{h}	90.81^{h}	89.87	
المتوسط	83.27	85.13	85.81	87.06		
						LSD0.05 2.00

لوحظ من الجدول /8/ وجود فروق معنوية بين جميع المعاملات والشاهد؛ إذ لوحظ زيادة محتوى الأوراق من المنغنيز بزيادة كلّ من الزنك والبورون في التربة بشكل إفرادي أو بشكل متداخل، وهذا يتوافق مع نتائج Papadakis,) (2003 الذي ذكر أنه ليس هناك تأثير ثابت للتزويد بالبورون على تركيز العناصر الغذائية (الفوسفور،البوتاسيوم، الكالسيوم، المغنزيوم،المنغنيز،الزنك والحديد) لأن تطبيق البورون يؤثر كمنظم أو مانع تراكم والإفادة للمغذيات الأخرى

للنبات لأن الكمية الزائدة من البورون قد تتدخل بالعمليات الاستقلابية وبذلك تؤثر في امتصاص العناصر الأخرى من قبل النباتات (Tariq and Mott,2007).

سابعاً:تأثير معاملات الدراسة في محتوى الأوراق من الحديد (ppm):

رتبت النتائج في الجدول /9/:

الجدول/9/: تأثير إضافة الزنك والبورون وتداخلاتهما في محتوى النبات من الحديد ppm في مرحلة الإزهار:

مستويات Zn / مستويات B	Zn_0	Zn_1	Zn_2	Zn_3	المتوسط	
B_0	55.48^{a}	58.60^{b}	58.84^{bc}	58.97^{bc}	57.97	
B_1	59.66^{bc}	60.08^{c}	62.63^{d}	66.32^{f}	63.17	
B_2	64.75^{e}	67.49^{f}	64.65^{e}	67.16^{f}	66.01	
المتوسط	59.93	62.06	62.04	67.16		
						LSD0.05 1.219

نلحظ من الجدول /9/ وجود فروق معنوية بين جميع المعاملات والشاهد؛ إذ لوحظ أن التطبيق المشترك للتسميد بالزنك والبورون معاً زاد محتوى الحديد في الأوراق ، كما لوحظ أن تطبيق البورون لوحده من دون زنك زاد تركيز الحديد في الأوراق، يمكن أن يفسّر ذلك بالتآزر بين Fe و B ، وهذا يتوافق مع نتائج (Rajaie,2009) الذي ذكر أن هناك زيادة مهمة في تركيز Cu, Mn, Fe في الجذور مع زيادة مستويات البورون.

ثامناً: تأثير معاملات الدراسة في محتوى الأوراق من النحاس (ppm):

رتبت النتائج في الجدول /10/:

الجدول/10/:يبيّن تأثير مستويات الزنك والبورون وتداخلاتهما على محتوى النبات من النحاس ppm في مرحلة الإزهار:

مستويات Zn / مستويات B	Zn_0	Zn_1	Zn_2	Zn_3	المتوسط	
B_0	6.380^{a}	6.587^{a}	6.877^{b}	6.910^{b}	6.689	
B_1	7.220^{c}	8.027^{e}	7.707^{d}	8.020^{e}	7.744	
B_2	8.373^{f}	9.127^{h}	8.640^{g}	8.667^{g}	8.702	
المتوسط	7.324	7.751	7.741	7.866		
						LSD0.05 0.2116

تبيّن نتائج الجدول /10/ وجود فروق معنوية بين جميع المعاملات والشاهد ماعدا المعاملة /Zn_1B_0/ ؛ إذ لوحظ زيادة في تركيز النحاس في الأوراق مع زيادة مستويات تطبيق الزنك لأن هناك تآزر بين Zn و Cu، وكذلك التطبيق المشترك للزنك والبورون أثر إيجاباً في محتوى الأوراق من النحاس، والشيء نفسه بالنسبة لزيادة البورون منفرداً

أو متداخلاً مع الزنك في التربة، أدى إلى زيادة امتصاص النحاس وتراكمه في الأوراق؛ إذ لوحظ أعلى متوسط لمحتوى النحاس في الأوراق في المعاملة (Zn_1B_2) وهذا يتناقض مع نتائج (Aref 2011b)، الذي ذكر أنه ليس للبورون تأثير مهم على محتوى الورقة من النحاس.

الاستنتاجات والتوصيات:

- إضافة البورون تساعد على زيادة محتوى الأوراق من الآزوت.
- لإضافة الزنك والبورون وتداخلاتهما تأثير هام على محتوى أوراق نبات الذرة الصفراء من الحديد والمنغنيز والنحاس.
- إضافة الزنك بكميات عالية للتربة تزيد محتوى البورون في الأوراق وتقلل محتواها من البوتاسيوم.
- الإضافة المشتركة للزنك والبورون لها تأثيرٌ مهمٌ على محتوى الأوراق من الزنك.
- لم يكن لإضافة الزنك والبورون أيّ تأثيرٍ مهمٍ في محتوى الأوراق من الفوسفور.
- يفضل التطبيق المشترك لعنصري الزنك والبورون عند زراعة الذرة الصفراء في الترب الكلسية.

المراجع:

1. دليل زراعة محصول الذرة الصفراء: وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي ، مديرية الإرشاد الزراعي، الجمهورية العربية السورية،1998، رقم النشرة (428).
2. راين جون؛اسطفان جورج؛عبد الرشيد، *تحليل التربة والنبات دليل مخبري*،المركز الدولي للبحوث الزراعية في المناطق الجافة(إيكاردا)، حلب، سورية2003،ص165.
3. عبد العزيز محمد؛ بوعيسى عبد العزيز؛ مياسة غيداء : *تأثير نقص العناصر النادرة في التركيب الكيميائي لأوراق وبذور القطن باستخدام المزارع الرملية*،مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية،سلسلة العلوم البيولوجية 2010،المجلد(32)،العدد (1)،107.
4. عبدالعزيز محمد؛سلامة سليمان: *تأثير إضافة البورون في تركيب أوراق القطن والأزهار، والنضج، ونوعية الألياف*، مجلة باسل الأسد للعلوم الهندسية الزراعية، العدد (18)2003، 109 – 132.
5. Ali, S., A. Shah, M. Arif, G. Miraj, I. Ali, M. Sajjad, F. M. Yasir Khan and N. Moula Khan. *Enhancement of wheat grain yield and yield components through foliar application of zinc and boron.* Sarhad J. Agric. ,2009,Vol.25, No.1.
6. Aref, F. *Effect of Zinc and Boron Fertilization on Concentration and Uptake of Iron and Manganese in the Corn Grain*. Journal of American Science, 2010b, 6(8):236-242.
7. Aref, F. *Effect of Zinc and Boron Fertilization on Concentration and Uptake of Copper and Nitrogen in Corn Grain in a Calcareous Soil*. Life Science Journal, 2011a, 8(2): 337-343.
8. Aref, F. *Influence of Zinc and Boron Nutrition on Copper, Manganese and Iron Concentrations in Maize Leaf*. Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 2011b, 5(7): 52-62.
9. Aref, F. *Concentration of zinc and boron in corn leaf as affected by zinc sulfate and boric acid fertilizers in a deficient soil.* Life Science Journal, 2011c, 8(1): 26–32.

10. Aref, F . *Zinc and Boron Content by Maize Leaves from Soil and Foliar Application of Zinc Sulfate and Boric Acid in Zinc and Boron Deficient Soils*. Middle- East Journal of Scientific Research, 2011d, 7 (4): 610-618.
11. Aref, F. *effect of different zinc and boron application methods on leaf nitrogen, phosphorus and potassium concentrations in maize growth on zinc and boron deficient calcareous*. J. Soil Nature, 2012, 6(1):1-10.
12. Hellal, F.A., Taalab, A. S. and Safaa, A. M. *Influence of nitrogen and boron nutrition on nutrient balance and Sugar beet yield grown in calcareous Soil*. Ozean Journal of Applied Sciences,2009, 2(1), ISSN 1943-2429.
13. Mousavi. S. R. Zinc in Crop Production and Interaction with Phosphorus. Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 2011, 5(9): 1503-1509.
14. Papadakis, I.E., K.N. Dimassi and I.N. Therios. *Response of Two Citrus Genotypes to Six Boron Concentrations: Concentration and Distribution of Nutrients, Total Absorption, and Nutrient Use Efficiency*.Australian Journal of Agricultural Research , 2003, 54(6): 571-580.
15. Panhwar Q.A, Radziah O, Khanif Y.M, Naher U.A.*Application of boron and zinc in the tropical soils and its effect on maize (Zea mays) growth and soil microbial environment.* Australian Journal of Crop Science,2011, 5(12):1649 – 1654.
16. Rajaie M, Ejraie AK, Owliaie HR, Tavakoli AR . *Effect of zinc and boron interaction on growth and mineral composition of lemon seedlings in a calcareous soil*, 2009 ,Int. J. Plant Prod. 3(1), 39-49.
17. Taiz,L. and Zeiger. E. *Plant physiology* .Second Ed. Sinauer Assoociatas, Inc publishers, Sunder land, Massachustts, 1998,792.
18. Tariq M, Mott CJB. *effect of boron on the behavior of nutrients in soil-plant systems-a review*. Asian J. Plant Sci ,2007, 6, 195-202.