The role of zinc and boron in growth of chickpea plant *Cicer arietinum* L.

دور الزنك والبورون في نمو نبات الحمص *Cicer arietinum* L.

عباس جاسم حسين الساعدي* امل غانم محمود القزاز* عبد عون هاشم علوان**
سهاد سعد يحيى* رغد حامد ناصر*
* كلية التربية للعلوم الصرفة - ابن الهيثم ، جامعة بغداد
** كلية العلوم- جامعة كربلاء

الخلاصة:

اجريت التجربة باستعمال الاصص الفخارية في الظلة الخشبية التابعة للحديقة النباتية في قسم علوم الحياة،كلية التربية للعلوم الصرفة – ابن الهيثم ، جامعة بغداد في موسم النمو 2012 لدراسة تاثير التغذية الورقية بالزنك بالتراكيز (0 ، 50 ، 75) ملغم . لتر-1 وبالبورون بالتراكيز (0، 25، 50 ،75) ملغم . لتر-1وتداخلاتها في بعض مؤشرات نمو نبات الحمص وهي :النمو النسبي% ،عدد الازهار. اصيص-1 ، تركيز كل من النتروجين ، الفسفور والكالسيوم). قورنت المتوسطات باستعمال اقل فرق معنوي واعتمادا على التصميم العشوائي الكامل وبثلاثة مكررات ، تلخصت النتائج بان الرش الورقي بتراكيز الزنك والبورون اثر ايجابيا في نمو النبات وكانت هناك زيادة معنوية في مؤشرات النمو السابقة الذكر اما تاثير التداخل بينهما فكان معنويا، واعطت المعاملة 75 ملغم . لتر-1 زنك و 75 ملغم . لتر-1 بورون افضل القيم للنمو النسبي% ، عدد الازهار. اصيص-1 فيما اعطت المعاملة 75 ملغم . لتر-1 زنك و50 ملغم . لتر-1 بورون افضل القيم لتراكيز العناصر قيد الدراسة.

Abstract:-

Pots experiment was conducted in the wooden canopy in the botanical garden of Biology Department , College of Education for pure Science, Baghdad University during the growing season 2013 to evaluate the effect of foliar spraying with zinc 0,50,75 mg. L^{-1} and boron 0, 25, 50, 75 mg. L^{-1} and their interactions on some growth parameters of chickpea plant as relative growth rate, No. of flowers.pot^{-1}, concentration of nitrogen, phosphrous and calcium. Means were compared by using (LSD) least significant difference test according to the design of the experiment, Completely Randomized Design (CRD) with three replications .

Results revealed that foliar spraying with zinc and boron gave a significant effect on the growth parameters of the plant, The interaction between them was significant and the treatment 75 mg . L^{-1} zinc and 75 mg .L^{-1} boron gave the best values for the relative growth rate and No. of flowers. pot^{-1} , but the treatment of 75 mg .L^{-1} zinc and 50 mg 1.L^{-1} boron gave the best values for the macronutrients.

المقدمة

نبات الحمص من النباتات التابعة للعائلة البقولية Leguminosae جذره وتدي يتفرع الى جذور ثانوية يحوي على العقد البكتيرية المهمة في تثبيت النتروجين ، ساقه قائمة او نصف قائمة ، اوراقه ريشية متبادلة ، ثمرته قرنة صغيرة بداخلها بذرة واحدة او بذرتين (1) . ان توفير المغذيات الضرورية لنمو النبات بكميات كافية ومتوازنة تعد الطريقة المثلى للحصول على افضل نمو واعلى انتاجية كما وان الموازنة بين المغذيات الصغرى والكبرى لها اهمية ليس فقط للنبات وانما للبيئة التي ينمو بها وذلك لايتم الا باعتمادها كاسمدة كيميائية ترش ورقيا(2).

تحدد انتاجية النباتات بمقدرتها على امتصاص المغذيات من التربة وبالاخص المغذيات الصغرى ومن ضمنها الزنك الذي يحتاجه النباتات في عمليات الايض الحيوي حيث يؤثر في نمو النبات من خلال تاثيره في ايض البروتين والكربوهيدرات وله دور في الاخصاب(3) وان نمو النبات يتاثر بشدة بانخفاض نسبة الزنك في التربة ولكن التراكيز العالية منه تعدر سامة وتخفض الوزن الجاف(4) . للزنك دور دفاعي وتنظيمي ايضا ضد الضرر التاكسدي الحاصل للغشاء الخلوي والمسبب في فقدان تكامله والاختلال في خاصيته النفاذية حيث له القدرة على الارتباط باواصر تحوي الكبريت والنتروجين والاوكسجين والتي تدخل في تكوين بروتينات الغشاء البلازمي (5). يلعب الزنك دور مهم في تقليل تاثير الجذور الحرة المؤكسدة عن طريق زيادة انتاج الانظمة

الدفاعية في الخلية المتمثلة بانزيمات Catalase و Peroxidase و Superoxid dismutase (6) . يشترك الزنك في تحفيز بناء انزيم Tryptophan synthetase المسؤول عن بناء هرمون الاوكسين المسؤول عن انقسام الخلايا ويحفز cytochrom c وينشط الانزيمات التي تساهم في بناء RNA Ribosomse في الخلية لذلك فان له دور في تثبيت وتكامل الوحدات الرايبوسومية (7) ، ان رش الزنك على نبات الحلبة وبتراكيز(100 ،200) ملغم . لتر-1 ادى الى حصول زيادة معنوية في مؤشرات نمو النبات وزيادة في محتوى البروتين (8)، واكد (9) بوجود زيادة معنوية في مؤشرات نمو وحاصل نبات الماش عند الرش الورقي بالزنك .

اما البورون فيعد العنصر اللافلزي الوحيد من بين المغذيات الصغرى والمهم للنبات والذي يكون احتياجه اقل من باقي المغذيات وانه الايون المتعادل الذي يتواجد في مدى واسع من تغايرات pH التربة(10)، كما له دور مهم في نقل الكربوهيدرات لقدرته على تكوين معقد من البورات والسكريات سهل الانتقال خلال الاغشية الخلوية ، كما ويؤثر في انقسام الخلايا، بناء الحامض النووي RNA ويسهل امتصاص الاملاح ويؤثر في عملية الاخصاب (11) ويلعب دور مهم في بناء الجدار الخلوي حيث يدخل في تركيب الاواصر التصالبية للسكريات المتعددة البكتينية Poly saccharide rhamnogalacturonan RG ll لذا فهو المكون التركيبي المهم في جدار الخلية (12) وله دور مهم في تنظيم علاقة التكافل Symbiotic التي تحدث بين العقد الجذرية للنباتات البقولية وبين بكتريا الرايزوبيا لما له دور في ميكانيكية نقل الاشارة بين خلية – خلية (13) وان اضافته الى نبات الباقلاء broad bean بتركيز 50 ppm ادى الى حدوث زيادة معنوية في مؤشرات النمو للنبات (14).

اما تاثير تداخل رش الزنك مع البورون فقد اشار(15) الى ان رش نبات اللوبيا cowpea بالزنك والبورون وبتركيزين هما 10، 50 اعطى زيادة معنوية في نمو النبات وزيادة فعالية حامض الجبرلين وانزيم Amylase و Protease ولكن التركيز العالي 250 ppm للبورون كان له تاثير سلبي في نمو النبات حيث ادى الى خفض فعالية انزيم Protease في ساق نبات اللوبيا.

ولاهمية جاهزية العناصر الصغرى في تحسين الحالة الغذائية وزيادة نمو النبات ولكون هذه الجاهزية قليلة في الترب العراقية والتي لها القدرة على تثبيت اغلب العناصر الصغرى لذا استعملت الاضافة الورقية لهذين المغذيين في هذه االتجربة بهدف معرفة مدى استجابة نبات الحمص للرش الورقي بالزنك والبورون مع ايجاد التركيز الامثل المسؤول عن زيادة مؤشرات النمو.

المواد وطرائق العمل

اجريت التجربة في الظلة الخشبية التابعة للحديقة النباتية في قسم علوم الحياة، كلية التربية للعلوم الصرفة – ابن الهيثم ، جامعة بغداد في 2012/11/10 في تربة غرينية مزيجية اخذت من موقع الحديقة النباتية التابعة للقسم ، طحنت ونخلت وعبئت في اصص فخارية سعة 8 كغم. تربة . نفذت التجربة وفق التصميم العشوائي الكامل كتجربة عاملية (3x4) وبثلاثة مكررات وتضمنت العوامل الاتية:-

1- تركيزان من كبريتات الزنك هما 50و75 ملغم . لتر-1 فضلا عن التركيز صفر معاملة سيطرة .

2- ثلاثة تراكيز من حامض البوريك 25 ، 50، 75 ملغم. لتر-1 فضلا عن التركيز صفر معاملة سيطرة.وبذلك يكون عدد الوحدات التجريبية (36).

زرعت بذور نبات الحمص بتاريخ 2012/11/10 وبعدد 12 بذرة في كل اصيص رويت الاصص الرية الاولى على اساس السعة الحقلية 50% ، وبعد مرور اسبوعين من تاريخ الزراعة خفت النباتات الى ثمانية نباتات في كل اصيص مع اجراء عمليات الري وازالة الادغال وتم متابعة التجربة حتى تاريخ انتهاءها . رشت النباتات صباحا بتاريخ 2012/12/11 بتراكيز الزنك والبورون وباستعمال مرشة يدوية سعة 1 لتر وحتى البلل التام مع اضافة 0.15 سم ³ من سائل التنظيف كمادة ناشرة (16) ، وبعد مرور 14 يوما من الرشة الاولى تمت الرشة الثانية وبتاريخ 2012/12/25 .

اخذت عينات من الجزء الخضري بعد مرور 82 يوما من الزراعة وبتاريخ 2013/1/31. تمت دراسة بعض مؤشرات النمو:

1- النمو النسبي% للجزء الخضري اعتمادا على معادلة (17) حسب القانون:

$$\text{معدل النمو النسبي\%} = \frac{\text{الوزن الجاف لاي معاملة}}{\text{الوزن الجاف لاعلى معاملة}} \times 100$$

2- النمو الزهري للنبات المتمثل بعدد الازهار . اصيص-1.

3- تقدير بعض العناصر الكبرى .

جففت عينات الجزء الخضري في فرن كهربائي على درجة حرارة 65 ^{0} م ولحين ثبات الوزن طحنت العينات واخذ وزن معلوم لكل معاملة وهضمت حسب طريقة (18) وقدر من المستخلص الحامضي للعينات النتروجين حسب طريقة (19) والفسفور حسب طريقة (20) والكالسيوم حسب طريقة (21) .

حللت النتائج احصائيا حسب تصميم التجربة بطريقة(22) وقورنت المتوسطات باستخدام اقل فرق معنوي Least Significant Difference (LSD) عند مستوى 0.05 .

النتائج والمناقشة:

اشارت نتائج جدول (1) الى وجود زيادة معنوية في معدل النمو النسبي بزيادة تركيز الزنك من صفر الى 75 ملغم. لتر-1 ونسبة زيادة 93.67% كما كانت هناك زيادة معنوية في معدل الصفة عند زيادة تركيز البورون من صفر الى 75 ملغم. لتر-1 وبنسبة زيادة 106.40% . اما تاثير التداخل فكان معنوي وبلغت اعلى قيمة له عند المعاملة 75 ملغم. لتر-1 زنك و 75 ملغم. لتر-1 بورون وبلغت 100% مقارنة مع معاملة السيطرة .

الجدول 1: تأثير تراكيز الزنك والبورون وتداخلهما في معدل النمو النسبي (%) في الجزء الخضري لنبات الحمص

تركيز كبريتات الزنك (ملغم . لتر-1)	تركيز حامض البوريك (ملغم . لتر-1)				المعدل
	0	25	50	75	
0	24.93	38.79	48.04	53.27	41.26
50	36.18	62.31	63.42	85.63	61.88
75	54.63	77.39	87.64	100.00	79.91
المعدل	38.58	59.50	66.37	79.63	
LSD(0.05)	تركيز كبريتات الزنك= 0.930		تركيز حامض البوريك = 1.074		التداخل = 1.860

والصورة (1) توضح استجابة النبات للرش الورقي بالزنك والبورون

ان النمو الجيد وزيادة مقدرة النبات على امتصاص المغذيات اثرت بصورة واضحة في النمو الخضري وبالتالي زيادة في الوزن الجاف الذي يعد المحصلة الاخيرة لعمليتي البناء الضوئي والتنفس حيث يؤثر الزنك في بناء صبغات البناء الضوئي ويزيد نشاط انزيمات الايض الحيوي مثل starch synthetase وزيادة مركبات الطاقة مما يؤثر في نمو النبات (23) كما ويؤثر في نشاط انزيم Carbonic anhydrase الموجود في ستروما البلاستيدات الخضر الذي يساهم في اتزان تفاعل تحلل حامض الكربونيك الىCO2 وماء مما يساهم في تخليص النبات من CO2 السام نتيجة لاندماجه في مركب Ribulose-1,5-diphosphate وعلى الرغم من ان البورون ليس جزء من نظام انزيمي ولايغير تكافؤه ولايشترك في عملية نقل الالكترونات الا انه ينشط انزيمات Peroxidase Catalase , Amylase (24)، كما ويحفز تكوين الاحماض النووية وخاصة mRNA وربطها مع tRNA مؤثرا بذلك في زيادة بناء البروتينات مما يساهم في زيادة نمو الجزء الخضري بصورة جيدة (25) .

الصورة1: استجابة النبات للرش الورقي بالزنك والبورون

ان زيادة النمو الخضري اثر في النمو الزهري للنبات وهذا ما اشارت اليه نتائج جدول (2) والتي اكدت وجود زيادة معنوية في عدد الازهار . اصيص-1 بزيادة تركيز الزنك من صفر الى 75 ملغم. لتر-1 وبنسبة زيادة 89.63% وايضا هناك زيادة معنوية في معدل عدد الازهار .اصيص-1 بزيادة تركيز البورون من صفر الى 75 ملغم. لتر-1 وبنسبة زيادة 142.98% ، اما تاثير التداخل فكان معنويا وبلغت اعلى قيمة للصفة عند المعاملة 75 ملغم. لتر-1 زنك و 75 ملغم. لتر-1 بورون وبلغت41.00 مقارنة مع معاملة المقارنة.

الجدول2: تأثير تراكيز الزنك والبورون وتداخلهما في عدد الازهار.اصيص-1 لنبات الحمص

تركيز كبريتات الزنك (ملغم . لتر-1)	تركيز حامض البوريك (ملغم . لتر-1)				المعدل
	0	25	50	75	
0	6.50	15.00	20.00	21.00	15.62
50	10.50	22.50	24.00	34.00	22.75
75	22.50	25.50	29.50	41.00	29.62
المعدل	13.17	21.00	24.50	32.00	
LSD(0.05)	تركيز كبريتات الزنك= 2.110		تركيز حامض البوريك = 2.436		التداخل = 4.219

يعد الزنك عاملا وسيطاا مضادا للاكسدة الحاصلة للغشاء الخلوي والناتجة عن زيادة الجذور الحرة المؤكسدة في خلايا النبات كناتج عرضي لعمليات الايض الحيوي لذلك فان دوره دفاعي وتنظيمي لعمليات الاكسدة من خلال زيادة نشاط مضادات الاكسدة الدفاعية في خلايا البنات متمثلة بانزيمات Ascorbic peroxidase, Catalase, Superoxid dismutase (26) لذلك فان نمو النبات يكون صحي مما يؤدي الى زيادة في النمو الخضري يتبعه زيادة في النمو الزهري ، فضلا عن دوره في تكوين اعضاء التكاثر الذكرية والانثوية كما ويدعم عملية التلقيح (27) . ان للبورون دورا في نقل الكربوهيدرات الى اجزاء النبات كمصدر لطاقة الامتصاص في الجذور مما يساهم في زيادة امتصاص النبات للمغذيات كما انه مهم في عملية التلقيح حيث يتركز في المتك وميسم ومبيض الزهرة (7) .

اشارت النتائج في جدول (3) الى بوجود زيادة في معدل تركيز النتروجين بزيادة تركيز الزنك من صفر الى 75 ملغم لتر-1 وبنسبة زيادة 16.97% ، وايضا زيادة في معدل تركيز النتروجين بزيادة تركيز البورون من صفر الى 75 ملغم . لتر-1 وبنسبة زيادة 21.81% اما التداخل فكان تاثيره معنوي في الصفة وبلغت اعلى قيمة له عند المعاملة 75 ملغم . لتر-1 زنك و 50 ملغم . لتر-1 بورون وبلغت 3.43% مقارنة مع معاملة السيطرة ولم يكن هناك فرق معنوي بين تركيز الزنك 75 ملغم . لتر-1 مع التركيزين 50 ، 75 ملغم . لتر-1 بورون.

جدول(3) تأثير تراكيز الزنك والبورون وتداخلهما في معدل تركيز النتروجين (%) في الجزء الخضري لنبات الحمص

تركيز كبريتات الزنك (ملغم . لتر-1)	تركيز حامض البوريك (ملغم . لتر-1)				المعدل
	0	25	50	75	
0	2.38	2.61	2.98	3.09	2.77
50	2.65	3.08	3.21	3.24	3.05
75	2.95	3.17	3.43	3.40	3.24
المعدل	2.66	2.95	3.21	3.24	
LSD(0.05)	تركيز كبريتات الزنك= 0.071		تركيز حامض البوريك = 0.082		التداخل = 0.143

يؤثر الزنك في نقل المركبات النتروجينية الذائبة مثل الاحماض الامينية والاميدات بين الجذور والاوراق والثمار والتي تعد مصدرا للكربون والنتروجين لبناء معظم النواتج الثانوية مثل القلويدات والاحماض الفينولية ويحفز انزيم Glutamic acid Dehydrogenase المسؤول عن تحول حامض الكلوتاميك الى حامض الفا – كيتو كلوتاريك الذي يدخل دورة كريبس ويساهم في انتاج الطاقة ومركبات وسطية مهمة لمختلف الفعاليات الحيوية (7) . اما البورون فانه يؤثر في بناء وثباتية البروتينات السكرية البكتينية في الغشاء البلازمي المسؤول عن نقل الاشارة ضمن خلية – خلية بين خلايا جذور النبات والبكتيريا رايزوبيا التعايشية مؤديا الى زيادة مقدرة البكتريا على مهاجمة العقد الجذرية وبمرور الوقت فان عملية التكافل تمر بتغايرات عديدة تؤدي الى تكاملها واستمرار الاقتران بين النبات والبكتريا(28) وبذلك يزداد تركيز النتروجين في الجزء الخضري المهم في بناء الاحماض الامينية والبروتينات والاحماض النووية والمرافقات الانزيمية وبناء جزيئة الكلوروفيل (25) . كما واشارت النتائج في جدول (4) الى وجود زيادة في معدل تركيز الفسفور في الجزء الخضري للنبات بزيادة تركيز الزنك من صفر الى 75 ملغم. لتر-1 وبنسبة زيادة 8.33 % وايضا زيادة في معدل الصفة **بزيادة تركيز البورون من صفر الى** 75 ملغم. لتر-1 وبنسبة زيادة 8.33% . اما التداخل فكان تاثيره معنوي وبلغت اعلى قيمة له عند المعاملة 75 ملغم. لتر-1 زنك و50 ملغم. لتر-1 بورون وبلغت 0.261% ولم يكن الفرق معنوي بين تركيز الزنك 75 ملغم. لتر-1 مع تركيزي البورون 50 ، 75 ملغم. لتر-1.

الجدول4: تأثير تراكيز الزنك والبورون وتداخلهما في تركيز الفسفور (%) في الجزء الخضري لنبات الحمص

تركيز كبريتات الزنك (ملغم . لتر$^{-1}$)	تركيز حامض البوريك (ملغم . لتر$^{-1}$)				المعدل
	0	25	50	75	
0	0.233	0.236	0.239	0.251	0.240
50	0.239	0.243	0.249	0.255	0.247
75	0.249	0.250	0.261	0.260	0.255
المعدل	0.240	0.243	0.250	0.255	
LSD(0.05)	تركيز كبريتات الزنك= 0.0057		تركيز حامض البوريك = 0.0066		التداخل = 0.0114

ان زيادة نمو النبات تعني زيادة مقدرة النبات على امتصاص المغذيات المهمة وهذا لايتم الا بوجود كمية كافية من الطاقة حيث وجد ان للزنك دور مهم في البناء الضوئي حيث يحفز بناء انزيم Enolase المشارك في انتاج مركبات غنية بالطاقة اثناء هدم الكلوكوز في سايتوبلازم الخلية ويحفز بناء انزيم Aldolase المسؤول عن هدم الكربوهيدرات وبالتالي تحرير طاقة على هيئة ATP الضرورية في عمليات النقل النشط وزيادة امتصاص العناصر التي يعتمد امتصاصها على وجود طاقة كما ويحفز الزنك انزيم Cytochrom oxidase الذي يسهل عملية الاكسدة النهائية في سلسلة نقل الالكترونات ويحفز بناء Cytochromes وهي بروتينات ناقلة للايون وبذلك يزداد دخول الايونات سالبة الشحنة ومنها ايون الفوسفات $PO4^{-}$ (7) وللبورون دور في نقل الكربوهيدرات الى اجزاء النبات عبر الغشاء البلازمي حيث يكون معقد مع مركبات Polyhydroxy مثل السكريات والتي تنتقل بشكل معقد بوراتي لذا فان نقل الكربوهيدرات الى اجزاء النبات مصدرا لتوفير الطاقة والتي تعد مهمة جدا في عملية امتصاص المغذيات لذا فان دوره تحفيزي في عملية النقل النشط (29).

ان زيادة مقدرة النبات على امتصاص المغذيات تؤدي الى غزارة في نموه الخضري وهذا يعني زيادة عدد الخلايا المنقسمة والتي تحتاج الى الكالسيوم لبناء جدارها وهذا ما اكدت نتائج جدول (5) بوجود زيادة في تركيز الكالسيوم في الجزء الخضري للنبات عند رفع تركيز الزنك من صفر الى 75 ملغم. لتر$^{-1}$ وبنسبة زيادة 16.54% وايضا هناك زيادة في تركيز الكالسيوم عند رفع تركيز البورون من صفر الى 75 ملغم. لتر$^{-1}$ وبنسبة زيادة 24.29% وبلغت اعلى قيمة للتداخل الثنائي في قيمة الصفة عند المعاملة 75 ملغم. لتر$^{-1}$ زنك و50 ملغم. لتر$^{-1}$ بورون وبلغت 3.25% ولم يكن الفرق معنويا في قيم الصفة عند التركيز 75 ملغم. لتر$^{-1}$ زنك وتركيزي البورون 50 ، 75 ملغم. لتر$^{-1}$.

الجدول5: تأثير تراكيز الزنك والبورون وتداخلهما في تركيز الكالسيوم (%) في الجزء الخضري لنبات الحمص

تركيز كبريتات الزنك (ملغم . لتر$^{-1}$)	تركيز حامض البوريك (ملغم . لتر$^{-1}$)				المعدل
	0	25	50	75	
0	2.18	2.59	2.88	2.99	2.66
50	2.35	2.89	3.09	3.11	2.86
75	2.89	3.13	3.25	3.12	3.10
المعدل	2.47	2.87	3.07	3.07	
LSD(0.05)	تركيز كبريتات الزنك= 0.099		تركيز حامض البوريك = 0.115		التداخل = 0.199

يؤثر الزنك في تكامل الغشاء البلازمي حيث يرتبط بمجاميع SH – للجزء البروتيني للغشاء مؤثرا في زيادة ثباتيته ونفاذيته مما يؤثر في زيادة مقدرته على امتصاص المغذيات المهمة ومنها الكالسيوم (30) . وللبورون اهمية في زيادة عملية النتح وجعل الجهد المائي للنبات اكثر سالبية من الجهد المائي للتربة مما يساهم في زيادة امتصاص الماء حاملة معه المغذيات المهمة والقليلة الحركة ومنها الكالسيوم الذي ينقل الى الاعلى بتاثير النتح وقليل الانتقال للاسفل في اللحاء بالنسغ النازل وبذلك يكون تركيزه مرتفع في الجزء الخضري للنبات(31) كما ان نقص البورون يؤدي الى تنخر الانسجة المرستيمية مؤديا الى حصول فقدان السيادة القمية في قمم النبات وهذا متلازما مع النقص في الكالسيوم مما يؤثر في بناء جدار الخلية كما ويؤثر في تركيب وفعالية الغشاء البلازمي لكونه المرسل الاول والمهم للاشارة الخلوية(32).

تؤكد نتائج الجداول السابقة على اهمية التغذية الورقية بالزنك والبورون وان تاثير الزنك مرتبط مع تاثير البورون حيث اعطى التداخل بينهما قيما عالية في جميع مؤشرات النمو التي تمت دراستها في التجربة مقارنة مع معاملة المقارنة ، لذا فان تاثير التداخل بينهما كان تعاونيsynergistic في نمو النبات وتتفق النتائج مع نتائج (33) والتي اشارت بوجود تاثير معنوي للزنك والبورون في نمو نبات الذرة بحيث ادى الى زيادة تركيز المغذيات الكبرى النتروجين والفسفور في انسجة الجزء الخضري للنبات مؤكدين على ان تداخلهما كان تعاوني في نمو النبات .

المصادر:

1- علي ، حميد جلوب ؛عيسى ، طالب احمد وجدعان ، حامد محمود (1990).محاصيل البقول . جامعة بغداد، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي ، العراق، ص : 108- 110 .

2- Chen, J.H. (2006). The combined use of chemical and organic fertilizers and / or biofertilizer for crop growth and soil fertility. International Workshop on Sustained Management of the Soil-Rhizo sphere System for Efficient Crop Production and Fertilizer Use 16-20.

3- Vasconceios, A. C. F. ; Nascimento , C. W. A. and Filho, F. C. (2011). Distribution of zinc in maize plant as afunction of soil and foliar Zn supply .Inter. Res.J. Agric. Sci. Soil Sci., 1(1): 1-5.

4- Imtiaz , M. ; Alloway , B. J. ; Shah , K. H. ; Siddiqui , S. H. ; Memon , M. Y. ; Aslam , M. and Khan , P. (2003).Zinc nutrition of wheat : Growth and zinc uptake. Asian J. Plant Sci. , 2(2): 152 – 155.

5- Bettger, W. J. and O᾽Dell , B. L. (1981). A critical physiological role of zinc in the structure and function of biomembranes . Life Sci., 28 : 1425 – 1438.

6- Zago , M. P. and Oteiza , P. I. (2001). The antioxidant properties of zinc : Interactions with iron and antioxidants. Free Rad. Biol. Med. , 31 : 266 – 274.

7- ياسين ، بسام طه (2001) . اساسيات فسيولوجيا النبات . كلية العلوم ، جامعة قطر ، دولة قطر.

8- Gamal EL –Din , K. M. (2005). Physiological response of fenugreek plant to heat hardening and zinc .Egypt. J. Appli. Sci ., 20(6B) : 400 – 411 .

9- Kassab, O. M.(2005). Soil moisture stress and micronutrients foliar application effects on the growth and yield of mungbean plant. J. Agric .Sci. , Mansowra Univ. , 30 : 247 – 256.

10- Epstein , E. and Bloom , A. G. (2005). Mineral Nutrition of Plants : Principles and Perspectives, 2nd ed. ,Sunderlands , M. A. :Sinauer Associates.

11- Verma , S.K. and Verma , M. (2010). A Textbook of Plant Physiology ,Bichemistry and Biotechnology . 10th ed . S. Chand and Company, LTD., Ram Nagar , New Delhi , India.

12- O᾽Neill , M. A. ; Ishii, T. ; Albersheim, P. and Darvill, A. G. (2004). Rhamnogalacturonan ll : structure and function of a borate crosslinked cell wall pectic polysaccharide . Annu. Rev. Plant Biol. , 55: 109 -139.

13- Stougaard , J. (2000). Regulators and regulation of Legume rood nodule development . Plant Physiol. , 124 : 531 – 540 .

14- Madny , A. E. M. (2004). Response of some field crops grown under newly reclaimed soil conditions to boron fertilization . Ph. D. Thesis Fac .Agric . AL- Azhar Univ . Egypt.

15- Zaky , L. M. ; Hassanein , R. A. ; Dowidar , A. E. and EL – Mashad , A. A. (1999). Effect of foliar treatment with boron and zinc on physiological responses of cowpea (*Vigna sinesis c.v cream* 7) ll - Metabolic activites during growth and development. Egypt .J. physiol. Sci. , 23(3) : 443 -469.

16- ابو ضاحي ، يوسف محمد ؛ لهمود ، احمد محمد والكواز ، غازي مجيد (2001). تاثير التغذية الورقية في حاصل الذرة الصفراء ومكوناته . المجلة العراقية لعلوم التربة ، 1(1) : 122 – 138.

17- Daughtrey, Z. W. ; Gilliama , J. W. and Kamprath , B. J. (1973). Phosphorus supply characteristics and organic soil measured by absorbtion and mimeralization. Soil Sci. , 11:18-24.

18- Agiza , A. H. ; El-Hineidy , M.T. and Ibrahim , M. E. (1960) . The determination of the ifferent fractions of phosphorus in plant and soil. Bull. FAO . Agric. Cairo Univ., 121

19-Chapman , H. D. and Pratt , F. P. (1961) . Methods of Analysis for Soils,Plants and Water. Univ. Calif. Div. Agr. Sci. , 161-170 .

20-Matt , K. J. (1970) . Colorimetric determination of phosphorus in soil andplant materials with ascorbic acid. Soil Sci. , 109:214-220 .

21-Wimberly , N . W. (1968) . The Analysis of Agriculture Material . Maff. Tech. Bull. , London .

22- Little , T. M. and Hills , F. J. (1978) . Agricultural Experimentation Design and Analysis . John Wiley and Sons , New York .

23- Michail , T. ; Walter , T. ; Astrid , W. ; Walter , G. ; Dieter , G. ; Maria , S. J. and Domingo, M. (2004). A survey of foliar mineral nutrient concentrations of *Pinus canariensisn* at field plots in Tenirife . Forest Ecoligy and management, 189 : 49 – 55 .

24- ابو ضاحي ، يوسف محمد و اليونس ، مؤيد احمد (1988) . دليل تغذية النبات . جامعة بغداد ، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، العراق .

25- Jain , V. K. (2011). Fundamentals of Plant Physiology. 13 th ed . , S. Chand and Company. LTD. , Ram Nagar, New Delhi , India.

26-31-Tavallali , V.; Rahemi , M. ; Eshghi , S . ; Kholdebarin ,B. and Ramezanian , A. (2010) .Zinc alleviates salt stress and increases antioxidant enzyme activity in the leaves of pistachio (*Pistacia vera* L. Badami) seedlings. Turk. J. Agric. , 34: 349 -359.

27- Brown , P. H. ; Cakmak , I. And Zhang , Q. (1993). Form and Function of Zinc in Plants . In : A. D. Robson(ed). Zinc in Soil and Plants. Kluwar Academic Pulblishers Dordecht. The Netherlands.

28- Bolanos ,L. ; Cebrian, A. ; Redondo – Nieto , M. ; Rivilla , R. and Bonilla , I.(2001). Lectin – like glycoprotein PsNLEC -1 is not correctly glycosylated and targeted in brorm deficient pea nodules. Mol. Plant Microbe Interact. , 14:663-670 .

29 - ديفلن ، روبرت م. و ويذام ، فرانسيس ه. (1998). فسيولوجيا النبات . الطبعة الثانية ، الدار العربية للنشر والتوزيع القاهرة، جمهورية مصر العربية.

30- Sharma , P.N. ; Kumar , N. and Bisht, S.S. (1994) .Effect of zinc deficiency on chlorophyll content, photosynthesis and water relations of cauliflower plants. Photosynthetica , 30:353-359.

31-عمادي ، طارق حسن (1991) . العناصر الغذائية الصغرى في الزراعة . دار الحكمة للطباعة والنشر ، بغداد ، العراق.

32-Berry , W.(2006). Symptoms of Deficiency in Essential Minerals. web Topic 5.1 in Plant Physiology fourth ed. Taiz , L. and Zeiger , E..

33-Ziaeyan , A. H. and Rajaie , M. (2009) . Combined effect of zinc and boron on yield and nutrients accumulation in corn . International. J. of plant Production , 3(3) : 35 -44 .