مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم البيولوجية المجلد (37) العدد (3) 2015
TishreenUniversity Journal for Research and Scientific Studies - Biological Sciences Series Vol. (37) No. (3) 2015

"تأثير التسميد بعنصري البورون والزنك رشاً على الأوراق في بعض الخصائص المورفولوجية، والنسبة المئوية للبروتين على نبات الفول البلدي *Viciafaba L*

الدكتور سليمان سلامة*
الدكتور علي حيدر**
طارق احمد***

(تاريخ الإيداع 19 / 2 / 2015. قبل للنشر في 6/10/ 2015)

ملخّص

نفذ البحث في قرية البصة التابعة لمحافظة اللاذقية في العام 2013-2014، لتحديد تأثير التسميد بمعدلات متزايدة من أسمدة البورون والزنك رشاً على الأوراق في تشكيل العقد الجذرية والغلة البذرية، ونسبة البروتين في بذور نبات الفول البلدي *Viciafaba L.* . زرعت التجربة في أصص بلاستيكية سعة 15 كغ، مملوءة بتربة سلتية رملية فقيرة المحتوى بالبورون، وممثلة لمعظم أراضي المنطقة، وتم رش البورون بخمسة تراكيز متزايدة (B_o, B_{25}, B_{50}, B_{75}, B_{100})، والزنك بخمسة تراكيز أيضاً (Zn_o, Zn_{25}, Zn_{50}, Zn_{75}, Zn_{100}) على نباتات الفول بعد مرور 33 و65 يوماً من الإنبات. بينت النتائج أن جميع معاملات البورون والزنك والتداخل تتفوق معنوياً على الشاهد من حيث طول الجذر أفضل معاملة $B_{100}Zn_{100}$ بطول 31سم وللمعاملة $B_{75}Zn_{75}$ بالنسبة إلى الوزن الجاف للجذر 2.85 غ،وبالنسبة إلى متوسط عدد العقد في المعاملة $179.03B_{75}Zn_{75}$ عقدة، وبالنسبة إلى طول النبات في المعاملة $100.20B_{100}Zn_{100}$سم ، أما بالنسبة إلى محتوى بذور النبات من البروتين فحققت المعاملة $B_{100}Zn_{100}$ أفضل نسبة 37.4% ، وكانت المعاملة $B_{75}Zn_{75}$ هي الأفضل من الناحية الاقتصادية.

الكلمات المفتاحية: البورون، الزنك، الفول العادي، العقد الجذرية، الغلة البذرية، التسميد.

* أستاذ – قسم المحاصيل الحقلية – كلية الزراعة –جامعة تشرين – اللاذقية – سورية.
** باحث – دكتور في الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية.
*** طالب دراسات عليا (دكتوراه) – قسم المحاصيل – كلية الزراعة – جامعة تشرين– اللاذقية – سورية.

مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم البيولوجية المجلد (37) العدد (3) 2015
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Biological Sciences Series Vol. (37) No. (3) 2015

Effect of Boron and Zinc Foliar Application on Some Morphologic Components and Percentage of Protein *Viciafaba* L.

Dr. Suleiman Salamah[*]
Dr. Ali Hyadar[**]
Tarek Ahmad[***]

(Received 19 / 2 / 2015. Accepted 10 / 6 /2015)

□ABSTRACT□

This research carried out in Al- Bassa village at Lattakia province during 2013-2014, to determine the effects of increasing rates of boron and zinc fertilization by foliar spraying, on root nodulation and seed yield of broad beans (*Viciafaba* L.). Seeds were planted in plastic pots (15 kg capacity), filled with sandy-silty soil, characterized by its poor content of boron, and represents most of lands in the region. Boron and zinc were sprayed by five increasing concentrations (B_o, B_{25}, B_{50}, B_{75} and B_{100}) and (Zn_o, Zn_{25}, Zn_{50}, Zn_{75}, Zn_{10})on broad bean plants at 33 and 65 days post-emergent. Results showed that treatments high significance than control, in termsof root length witch the best treatment was $B_{100}Zn_{100}$with 31c.m, and 2.85 g for $B_{75}Zn_{75}$ as a wight of length, on the other hand the best treatment for number of nodules was $B_{75}Zn_{75}$, 179.03 c.m, $B_{100}Zn_{100}$ was the best for height of the plant with 100.20, for protein $B_{100}Zn_{100}$ the best with 37.4%, However, boron and zinc fertilization treatment $B_{75}Zn_{75}$ is the best, economically.

Keywords: Boron, Zinc, broad beans, root nodulation, seed yield, fertilization.

[*] **Professor , Field Crops Department, Faculty of Agriculture University Tishreen, Lattakia Syria.**
[**] **Researcher, Doctor at General Commission for Scientific Agricultural Research**
[***]**Postgraduate student , Faculty of Agriculture, Department of Field Crop, Tishreen University, Lattakia Syria.**

مقدمة:

يعدّ التزايدالسكانيمرأبرزالعواملالمؤثرةفيقضيةالأمنالغذائي الوطني والعالمي،فمنالمتوقعأنيصلعدد سكانالعالمإلى9.1 بليون نسمة بحلولعام 2050 (المعهدالدوليللتنميةالمستدامة،2009)، وقدر عدد سكان سوريا في 2013 بحوالي 22 مليون نسمة، وبمعدل نمو سكاني يقارب الـ 600 ألف نسمة سنوياً (المكتب المركزي للإحصاء، 2013). وفي ظلهذهالزيادةالسكانيةالهائلةفيجميعأنحاءالعالم، ازدادالطلبعلىالغذاء، الأمر الذيدفع الباحثين الزراعيين إلى الاهتمام بالبقوليات التي تشكل نحو 2.4 مليون هكتار من المساحات المزروعة في العالم (FAOStat, 2008)، وهو ما يعادل 18% من إجمالي الأراضي المزروعة في العالم، وتعدّ البقوليات، إضافة إلى المحاصيل الحبية، المصادر الغذائية الأكثر أهمية في العالم؛ إذْ تؤمن الحبوب والنشاء، بينما تؤمن البقوليات البروتينات والدهون (Johnes-Lee, 2005)، ولا تكمن أهمية محاصيل البقول في قيمتها الغذائية وحسب، بل أيضاً في إمكانية زراعتها في الأراضي الفقيرة ، لرفع خصوبتها، وتأمين جزء مهم من المتطلبات الغذائية الضرورية، كذلك لنمو المحاصيل التالية في الدورة الزراعية وتطورها ، من خلال بكتيريا الرايزوبيوم المثبتة للآزوت، التي تتشكل في العقد الجذرية للبقوليات، الأمر الذي يؤدي إلى المحافظة على ميزان النتروجين في التربة (Okaka*et al.*, 2002).

يعدّ الفول(*Viciafaba L.*) من أقدم المحاصيل الزراعية المستأنسة (المدجنة)، ويعتقد أن أصل هذا المحصول من الشرق الأدنى، وقد تم اكتشاف بقايا لبذور نبات الفول في شمال سوريا يرجع تاريخها إلى الألفية العاشرة قبل الميلاد(Annathurai*et al.*, 2012).

وتشير التقديرات إلى أن النباتات البقولية تثبت في التربة حوالي 80 مليون طن من النيتروجين الجوي سنوياً، وفي المقابل، ينتج مصنعو الأسمدة أيضاً 80 مليون طن من النيتروجين سنوياً، ولكن بتكلفة عالية جداً. وتعتمد إمكانيات تثبيت النيتروجين من الغلاف الجوي على مختلف العوامل الفيزيائية، والبيئية، والغذائية، والبيولوجية(Weisany*et al.*,2011; Weisany*et al.*,2013). فقد وجد (O'Hara *et al.*, 2002) أن الفول البلدي بالتكافل مع الريزوبيا يثبت حوالي 120 كغ نيتروجين/هكتار.

تشكل عملية التثبيت البيولوجي للنيتروجين عاملاً جذاباً من النواحي الاقتصادية والبيئية من خلال الحد من مدخلات النيتروجين الصناعية، وتحسين نوعية الموارد الداخلية للنيتروجين وكميتها (Alemayehu*et al.*, 2009). ويتوقف عدد العقد الجذرية، ومعدل تثبيتها للنيتروجين على عدد الريزوبيا في التربة، ومدى فاعليتها (Aynabeba*et al.*, 2001)، وعلاوة على ذلك، فإن مستوى فعالية الريزوبيا يؤدي إلى الاختلاف في لون العقد الجذرية (ذات اللون الوردي فعالة، بينما ذات اللون الأبيض غير فعالة في تثبيت النيتروجين)، وي نجم عن الاختلاف في عدد العقد الجذرية وألوانها، تباين في النمو وإنتاجية النبات العائل، نظراً للتفاوت في كميات النيتروجين المثبتة (Alemayehu*et al.*, 2009; Amijee and Giller, 1998). ويتم تقييم حالة تشكل العقد الآزوتية بأنها جيدة عند وجود أكثر من 100 عقدة وردية اللون على النبات الواحد، وتعدّ متوسطة عند وجود 25-75 عقدة جذرية بلون وردي، وتعدّ ضعيفة عند وجود أقل من 25 عقدة بلون زهري (Amijee and Giller, 1998).

مما لا شك فيه أن البورون B، والزنك من بين العناصر الغذائية الأخرى، لهما تأثير كبير في التكافلية بين البقولياتوالبكتيريات؛ إذ يعتمد تكوين العقد الجذرية، وتثبيت النيتروجين على توفر البورون والزنك والكالسيوم في بداية العملية التكافلية، والبورون أيضاً في نضج العقد الجذرية (Bellaloui*et al.*, 2011).

يعدّالزنك (Zn)، والبورون (B) والموليبدينوم (Mo) أهم المغذيات الصغرى، كونها تؤدي وظائف فيزيولوجية عدة في النبات، فهي ضرورية للتسبب بالعدوى الكافية لتكوين العقد الجذرية بشكل جيد، ولتثبيت N_2 ونمو المحاصيل وتطورها ، فقد بينت دراسات عدة ، أن هناك ضرورة لاستخدام المخصبات الصغرى في المناطق المزروعة بالبقوليات؛ لأنها تشارك بشكل مباشر في تثبيت النيتروجين البيولوجي من خلال نشاط إنزيمالنيتروجيناز (Dannel*et al.,* 2002). ويشارك الزنك في مختلف العمليات الاستقلابية في النبات العائل، والنمو للعقد الجذرية، وعمليات تثبيت N_2، ويؤدي نقص الزنك إلى تخيفض شديد في مستويات استقلاب البروتين (Fageria*et al.,* 2007) ، وانخفاض عدد العقد الجذرية وحجمها.

يعدّ البورون من المغذيات الصغرى الأساسية لنمو النبات وتطوره (El-Bassiony*et al.,* 2010)، وأفادت التقارير العلمية أن البورون يؤدي دوراًمهماً في تشكيل العقد الآزوتية في جذور نبات الفول (Mady, 2009)، وفي تطور العقد الآزوتية (Weldu and Habtegriel,2013).

فقد أشار (Yamagishi and Yamamoto, 1994) إلى اختلال عملية تثبيت النيتروجين لدى نباتات الصويا التي تعاني من نقص البورون، ووجد (Bellaloui, 2014)أن نقص البورون لدى البازلاء قد أدى إلى تخفيض عدد الخلايا العائلة للرايزوبيا، وإلى طهور تشوهات مورفولجية. وتشير الدراسات الحديثة إلى أن البورون ضروري في كل مرحلة من مراحل نمو الجذور والعقد الجذرية وتطورهما (Redondo-Nieto *et al.* 2001)، وهو عنصر ضروري لتطور عملية التكافل ولنضج البكتيريا(Bolaños *et al.* 2003;Ali and Mishra,2001).

وجد (Redondo-Nieto*et al.,*2003)أن للبورون والكالسيوم تأثيراً قوياًفي تشكل العقد الجذرية، وتثبيت النيتروجين، والتعايش الريزوبيا مع النباتات البقولية، فقد أدى نقص البورون إلى تشوه العقد الجذرية؛ لأن البورون والكالسيوم من العناصر البنيوية والوظيفية في الجذور، والعقد الجذرية.

لقد كان (Brenchley and Thornton, 1925)**أول من اكتشفا ضرورة عنصر البورون لعمليات تثبيت الآزوت التكافلي، حيث** تشكلت العقد الجذرية بشكل واضح على نباتات الفول المسمدة بالبورون بعد مرور حوالي الشهر من الإنبات، وظهر عدد من العقد الجذرية النموذجية ذات الحجم الجيد، وبلغ متوسط عددها 353 عقدة، وعند غيابه تأخرت أول إشارة واضحة على تشكيل العقد الجذرية لمدة شهر آخر، وبقيت العقد الجذرية صغيرة، وغير متطورة، وقارب متوسط عددها 199 عقدة، وتتكون العقدة كاملة التطور تحت ظروف غذائية طبيعية، من كتلة كبيرة، رقيقة الجدران، وخلايا نووية، مليئة أو شبه مليئة بالبكتيريات، ولكن بغياب البورون كانت هذه العقد الجذرية نادرة جداً، وحل محلها عقد غير متطورة بشكل غير كامل، بينما في حالة النقص الشديد للبورون لم تتطور العقد الجذرية إطلاقاً.

وتشير نتائج (Bellaloui*et al.,*2013) أن تسميد الصويا بالبورون رشا على الأوراق قد أدى إلى زيادة وزن البذور، وكتلة العقد الجذرية، ومعدلات تثبيت النيتروجين، وقد ظهر هذا التأثير الإيجابي للبورون في تثبيت النيتروجين فقط في الزراعة المروية، لأن الإجهاد المائي النباتات بوصفه نتيجة لانخفاض رطوبة التربة، قد أثر سلباً في امتصاص البورون، وتثبيت النيتروجين، ونمو النبات (Frechilla*et al.,*2000).

بينت نتائج التجربة (Jasim and Amir, 2014) أنجميع معاملات الأسمدة إلى زيادة الوزن الجاف للجذر،ونسبة البروتين في البذور قياساً مع الشاهد.

وقد تسبب البورون بزيادة معنوية في نسبة البروتين بحوالي (7.37٪)، زيادة على الشاهد(23.44)، وهذا دليل على دورالبورون في عملية تركيب البروتين، وأهميته في تثبيت النيتروجين الجوي حيوياً، ودوره في عملية تركيب الـ

RNA (Zhang, 2000)، وقد حققت معاملة البورون زيادة كبيرة في الوزن الجاف للجذر تبلغ حوالي 7.75٪ ، ويرجع ذلك إلى دور البورون في تحفيز النمو الخضري، وزيادة معدل التمثيل الضوئي، وزيادة المادة الجافة (Zahoor*et al.*, 2011).

وقد وجد (عبد العزيز، ومحمد، 2008) أن التسميد بالبوراكس بمعدلات متزايدة يؤدي إلى زيادة معنوية في أغلب الصفات المدروسة، وزادت الإنتاجية الفردية لنبات الصويا.

في تجارب (El-Yazied*et al.*, 2012) في مصر حول تأثير البورون ومستخلص الخميرة، رشا على أوراق نبات الفول بالتراكيز 0، 25، و 50 ppm بورون، و 0، 2.5 و 5 ppm من مستخلص الخميرة، تبين أن هذه المعاملات، قد أدت إلى زيادة معنوية في عدد الأوراق في النبات، والوزن الجاف للجذر، و طول الجذر، وعدد الأوراق/النبات الإنتاج من البذور، المحتوى من حبيبات اليخضور، وازداد معدل استقلاب الكربوهيدرات والبروتينات، وزيادة عدد حبات الطلع، ومعدل نمو أنبوبة الطلع.

من المعروف أن الزنك يؤدي دوراً مهماً في النباتات، إما بوصفه مكوناً معدنياً للأنزيمات، أو بمنزلة عامل مساعد وظيفي، هيكلي أو تنظيمي، لعدد كبير من الإنزيمات (El-Masri,2002; Alloway,2004)، ويشارك الزنك في مختلف عمليات الاستقلاب في النبات، وفي نمو العقد الآزوتية، وعمليات تثبيت الآزوت من الغلاف الجوي (N_2)، وعند نقص عنصر الزنك تنخفض عمليات تركيب البروتين، ومستويات البروتين في النبات بشكل كبير، ولكن تتجمع الأحماض الأمينية والأميدات، نظراً لأن الزنك هو العنصر الهيكلي لإنزيم بلمرة البروتين، ومن ثَمّ في النباتات التي تعاني من نقص الزنك، يتوقف تركيب الأحماض الأمينية في البروتينات ، ويؤدي نقص الزنك في البقوليات إلى تخفيض عدد العقد الآزوتية وحجمها ، وهي التي قد تكون غير قادرة على تثبيت الآزوت من الغلاف الجوى (Heidarian*et al.*, 2011; Abdelghany,2002; Abdulameer,2014).

وجد (Ahlawat*et al.*, 2007) أن إضافة الزنك بمعدل 25 كغ $ZnSO_4$ / هكتار قد أدت إلى زيادة عدد العقد الجذرية بسبة 13.05% قياسا بالشاهد، وهي نسبة أقل مما توصل إليها (El-Masri*et al.*, 2002)؛ إذْ وجدوا زيادة قدرها 55% في عدد العقد الجذرية، وارتفاعاً في وزنها الجاف بمعدل 16.8% عند إضافة الزنك بمعدل 20 ملغ زنك/كغ التربة.

درس (Weldu and Habtegriel, 2013) تأثيرالتسميد بالزنك والفوسفور في تشكل العقد الآزوتية على جذور نبات الفول البلدي، المزروع في أصص بلاستيكية في إثيوبيا، باستخدام ثلاثة مستويات من الزنك (0,15,25kg Zn ha^{-1})، وأظهرت النتائج أن للتسميد بالزنك الذي يؤدي إلى زيادة كبيرة في نسبة العقد، وزيادة تركيز الزنك في الأوراق، ومن ثَمّ لعنصري P والزنك، وتفاعلاتهما تأثيرات مفصلية في قدرة البقوليات على تثبيت N_2 من الغلاف الجوي؛ لأنها تؤدي أدواراً نوعية في نمو العقد، وعمليات تثبيت N_2.

وجد (Das, 2012)أن المعاملة بـ 25 كغ$ZnSO_4$/هكتار تتفوق على المعاملة بـ 10 كغ $ZnSO_4$/هكتار من حيث تأثيرها في الوزن الجاف، والإنتاجي الحبي، والقش وامتصاص N وP لدى نبات الحمص، كما تفوقت المعدل 10 كغالبوراكس / هكتار على المعدل 5 كغ البوراكس/هكتار من حيث المؤشرات السابقة (الوزن الجاف، والإنتاج الحبي...)،كما تم تسجيل أعلى وزن جاف للعقد الجذرية 1476 ملغ / نبات عند إضافة 5 كغم من البوراكس للهكتار.

وأفادت تجارب (Mady, 2009) في مصر، بأن الرش بأسمدة الزنك (بتركيز 75 جزء بالمليون)، ومستخلص الخميرة (50 جزء بالمليون) على أوراق نبات الفول بعمر 80 يوماً، قد أدى إلى زيادة معنوية في عدد أوراق/النبات،

والوزن الجاف للساق والأوراق/النبات، المساحة الورقية/للنبات، عدد الأزهار، وعدد القرون/نبات، ووزن القرون/نبات، والإنتاج الحبي، المحتوى من حبيبات اليخضور، وازداد المحتوى من الهرمونات النباتية(الأوكسينات،والستوكينات)،بينما انخفض المحتوى من حمض الأبسيسك، وهي نتائج متوافقة مع ما توصل إليه (Hassan, 2009)،و(Fageria*et al.,* 2007)، عند تسميد محصول الفول بأسمدة الزنك.

وتبين (Abd El-Monem*et al.,*2009) في مصر، أن نبات الفول قد استجاب للرش الورقي بأسمدة البورون (تركيز 75 جزء بالمليون)، والزنك (تركيز 100 جزء بالمليون)؛ إذْ تأثرت جميع خصائص النبات (طول النبات،وطول الأفرع والجذور، وعدد الأوراق/نبات، والكتلة الحيوية للنبات، وطول الجذر، وعدد البذور/نبات، والوزن الجاف للجذر) معنوياً نتيجة المعاملات، مما تقدم يتبين أن عنصري الزنك والبورون ضروريان جداً لنمو النبات وتطوره على الرغم من حاجته إليهما فقط بكميات ضئيلة، ويؤدي استخدامها إلى زيادة كبيرة في كمية الإنتاج ونوعيته لدى معاملة المحاصيل التي تعاني من نقص هذين العنصرين، ونظراً لانتشار أعراض نقص العناصر الغذائية الصغرى على نطاق واسع في العالم (Fageria*et al.*, 2002;2007)، بسبب التكثيف الزراعي واعتماد الأصناف عالية الإنتاج من جهة، ومن جهة أخرى ارتفاع محتوى ترب الساحل السوري من كربونات الكالسيوم، وميول درجة تفاعلها (pH) نحو القاعدية، مما يشكل مسوّغاً كافياً لتفضيل إضافة العناصر الصغرى رشاً على المجموع الخضري، بدلا من الإضافات إلى التربة (Malla*et al.*, 2007)، ووجود كثير من الدراسات التي تثبت بأن الرش الورقي بالعناصر الصغرى يؤدي إلى زيادة إنتاج نبات الفول كماً ونوعاً (Mahmoud *et al* 2006; Pathak *et al.* 2012; Reddy *et al.* ,2005, 2007 *et al.* 1999 Cakmak,2010; Shafeek*et al.*, 2013)، وأيضاً عدم وضوحطبيعة العلاقة بين البورون والزنك، وتثبيت النيتروجين من الغلاف الجوي (Bellaloui*et al.*, 2010)، الأمر الذي دفعنا إلى دراسة "تأثير الرش الورقي بمعدلات متزايدة من عنصر البورون، والزنك على نمو العقد الجذرية والغلة الإنتاجية لنبات الفول العادي وتطورهما.*Viciafaba L.* تحت ظروف الساحل السوري.

أهمية البحث وأهدافه:

- أهمية الفول، بوصفه محصولاً زراعياً، يؤمن الجزء الأعظم من البروتينات لشريحة الفقراء في المجتمع، ودوره في رفع خصوبة التربة؛ إذ يعدّ الفول محصولاً مثالياً في أنظمة الزراعة منخفضة التكلفة الاقتصادية (Argaw, 2012).
- قلة الدراسات حول استخدام أسمدة العناصر الصغرى في تخصيب نبات الفول في سورية.
- تحسين إدارة النظم الزراعية بما يضمن زيادة الإنتاج كماً ونوعاً، والمحافظة على البيئة، والحد من تلوث المياه والتربة بنواتج تحلل الأسمدة الكيمائية.
- تسليط الضوء على أهمية العناصر الصغرى.

ويهدف البحث إلى:

- تحديد تأثير عنصري البورون والزنك في نمو العقد الآزوتيةوتطورها، وفي زيادة غلة نبات الفول في وحدة المساحة.
- وضع معادلة سمادية لكل من البورون والزنك لاستخدامها على نبات الفول في المنطقة.

- تحديد الجدوى الاقتصادية لاستخدام هذه الأسمدة على محصول الفول(العائدية الإنتاجية كغ/هـ من بذور الفول بسبب إضافة 750 غ بورون أو 1.5 كغسولفاتالزنك).

طرائقالبحث ومواده:

أ - مصدر المواد الأولية:

-البذور: استخدم في البحث بذور الفول البلدي الذي يزرعه معظم الفلاحين في المنطقة خلال عامي الدراسة 2013-2014 .

-أسمدة العناصر الصغرى: استخدمت الأسمدة البوراتية على شكل حمض بوريك 17.5% (مخبري)، وبمعدل 1كغ/هكتار، وأسمدة الزنك على شكل سلفات الزنك النقية 22% (مخبرية) بمعدل 1.5 كغ/هكتار.

ب - تصميم التجربةوطريقة الزراعة:

تصميم التجربة: القطاعات كاملة العشوائية، بثلاثة مكررات، وتم تنفيذها في أصص بلاستيكية.

ت - طريقة الزراعة:

تم زراعة الفول البلدي في أصص بلاستيكية بقطر 27 سم، وارتفاع 30 سم، وتم تعبئة الأصيص الواحد بحوالي 15 كغ تربة، وزرعت 4 بذور في كل أصيص في البداية، وتم تفريد النباتات في مرحلة الأربعة أوراق حقيقية، حيث ترك نباتان في كل أصيص.

ث - الخصائص البيئية لموقع البحث:

نفذ البحث تحت ظروف الساحل السوري في الهنادي – اللاذقية، الذي يتميز بمناخ ملائم لزراعة محصول الفول العادي، إذْ كان متوسط درجات الحرارة (16.27 م°)، وكميات الهطول المطري السنوي (595 مم) في اللاذقية، بحسب أقرب محطة للأرصاد الجوية في بوقا (اللاذقية) خلال موسم البحث 2013-2014 .

ج - تحليل التربة:

جدول رقم (1) يبين نتائج تحليل التربة الزراعية المستخدمة في الدراسة (قبل الزراعة) *

pH 1:2.5	Ec مليموز/سم^2 عجينة مشبعة	$CaCO_3$ %	كلس فعال %	ازوت ppm	فوسفور Ppm	بوتاس ppm	سلت %	رمل %	طين %	زنك ppm	بورون ppm
7.6	0.7	54.3	17	5	6	250	10	75	15	3	0.2

***مركز البحوث العلمية الزراعية في اللاذقية.**

– يبين الجدول أن التربة قاعدية، وتحتوي على نسبة عالية من كربونات الكالسيوم، وهي رملية، فقيرة المحتوى بعنصري البورون والزنك.

ح - التحضير للزراعة:

وضعت لصاقات اسمية (بطاقات تعريف) على كل أصيص، ورتبت هذه الأصص وفقاً لمخطط التجربة؛ إذْ احتوت كل معاملة على ثلاثة أصص، تم استخدامها في أخذ القراءات، بعد أسبوع من كل رشة،(أي في مرحلة 40 و72 يوماً من عمر النبات).

التسميد:

1 . أسمدة العناصر الكبرى (NPK):

تم إضافة الأسمدة الفوسفاتيةوالبوتاسية قبل الزراعة، وطمرت في الأصص بعمق 25سم، بمعدل 60 كغ سوبرفوسفاتP_2O_5 46%/هكتار، و120 كغ سلفات البوتاسيوم K_2O 50%، بينما أضيفت الأسمدة الآزوتية بمعدل 60 كغ يوريا N 46%/هكتار عند الزراعة.

2 . أسمدة العناصر الصغرى (معاملات التجربة بالزنك والبورون والتداخل فيما بينهما):

أضيفت على دفعتين، وبالمعدلات الواردة في الجدول(2):

الجدول (2) مستويات التسميد بالزنك والبورون

أسمدة الزنك على شكل سلفات الزنك (22% زنك)	أسمدة البورون أضيفت على شكل حمض بوريك (17.5% بورون)
Zn_0 = 0 (ماء فقط) .	B0 = 0 (ماء فقط) .
Zn_{25}-1 = 375 غرام سلفات الزنك/هكتار	B_{25}-1 = 250غرام حمض بوريك /هكتار
Zn_{50}-2 = 750غرام سلفات الزنك/هكتار	B_{50}-2 = 500غرام حمض بوريك /هكتار
Zn_{75} -3 = 1125غرام سلفات الزنك/هكتار	B_{75}-3 = 750غرام حمض بوريك /هكتار
Zn_{100}-4 = 1500غرام سلفات الزنك/هكتار	B_{100}-4 = 1000غرام حمض بوريك /هكتار

إذْ تمت الرشة الأولى (نصف الكمية) من العناصر الصغرى عندما كانت النباتات بعمر 33 يوماً، والرشة الثانية، عند وصول النباتات إلى عمر 65 يوماً.

خ - عمليات الخدمة:

تم إجراء عمليات الخدمة المختلفة من إزالة الأعشاب الضارة، والتفريد، والري، ومكافحة الآفات الحشرية والمرضية.

القراءات: طول جذر النبات (سم)، والوزن الجاف للجذر (غ)، وعدد العقد الجذرية، وزن العقد الجذرية (غ)، ولون العقد الجذرية، وفعالية العقد الجذرية، ونسبة البروتين في البذور، والإنتاج الحبي (كغ/هكتار).

د - التحليل الإحصائي:

تم تحليل نتائج البحث باستخدام البرامج الإحصائية: برنامج EXCEL في تفريغ البيانات وحساب المتوسطات، والبرنامج MSTAT-C في حساب أقل فرق معنوي L.S.D 5% (Snedecor and Cochran, 1980) و معامل الاختلاف CV%Coefficient of Variationبحسب(Dospekhov,1976)، والذي يعبر عن تشتت القيم عن متوسطها الحسابي تقدر وفق المعيار الآتي:

C.V % < 10ضعيفز

C.V % من 10-20 متوسط.

20<% C.V كبيرة.

النتائج والمناقشة:

تم تحليل نتائج معاملات التسميد رشاً على أوراق نبات الفول بالزنك، وبالبورون، والتداخل بينهما لبيان مدى تأثيرهما في الطول والوزن الجاف للجذر، ومتوسط عدد العقد الجذرية، وطول النبات،ومحتوى البذور من البروتين في مرحلة الحصاد على نبات الفول العادي.

2 . 1 . تأثير الرش الورقي بمعدلات متزايدة من أسمدة البورون والزنك في طول جذر نبات الفول (سم) في مرحلة الحصاد:

الجدول (3) تأثير الرش الورقي بحسب المعاملات من أسمدة البورون والزنك في طول جذر نبات الفول (سم) في مرحلة الحصاد

المعاملات	Zn_0	Zn_1	Zn_2	Zn_3	Zn_4	متوسط تأثير البورون
B_o	28.70	28.72	28.74	28.90	29.56	28.92
B_1	28.78	29.10	29.90	29.10	30.30	29.43
B_2	29.50	30.84	30.50	30.50	30.70	30.41
B_3	29.80	29.30	30.70	29.20	30.70	29.94
B_4	29.83	29.20	29.30	29.90	31.00	29.84
متوسط تأثير الزنك	29.32	29.43	29.83	29.52	30.45	
أقل فرق معنوي5% LSD	للبورون0.164		للزنك0.11		للتداخل بينهما 0.48	
CV%	للبورون0.3		للزنك0.2		للتداخل بينهما 2	
F	للبورون‹0.001		للزنك‹0.001		للتداخل بينهما ‹0.001	

تأثير البورون في أطوال جذور نباتات الفول:

يبين الجدول(3) وجود فروق معنوية عالية لتأثير البورون في أطوال جذور نباتات الفول؛ إذْ ازداد متوسط أطوال جذور النباتات من 28.92 في الشاهد (B_0) إلى 30.41 سم في المعاملة (B_{50})بفارق 1.49 سم التي تفوقت معنوياً على جميع المعاملات المدروسة ، بينما تلتها المعاملة B_{75} ، ثم المعاملة B_{100}، والمعاملة B_{25} بمتوسطات 29.94، 29.84، و 29.43 سم لكل منها بحسب تسلسل الورود. وهي نتيجة متوافقة مع عدد من الباحثين (Hemantaranjan*et al.*, 2009; Zhang,2000; Rizk and Abdo, 2001)، يؤدي إلى زيادة معنوية في أطوال جذور نباتات الفول.

تأثير الزنك في أطوال جذور نباتات الفول:

أثر الزنك معنوياً في متوسط أطوال جذور نباتات الفول الجدول(3)، فقد ازداد طول الجذر من 29.32 في الشاهد (Zn_0)إلى 30.45 سم في المعاملة (Zn_{100})، وبفارق 1.13 سم، التي تفوقت معنوياً على جميع المعاملات المدروسة ، بينما تلتها المعاملة Zn_{50}، ثم المعاملةZn_{75}، والمعاملة Zn_{25}، بمتوسطات 29.83، 29.52، و29.43

سم لكل منها بحسب تسلسل الورود. وهي نتيجة متوافقة مع ما توصل إليه (Fageria*et al.*, 2007) ومع (Abd El-Monem *et al.*, 2009)، ومع (Weldu and Habtegriel, 2013) من أن التسميد بسلفات الزنك يؤدي إلى زيادة معنوية في أطوال نباتات الفول.

تأثير التداخل بين البورون والزنك في أطوال نباتات الفول:

بينت النتائج وجود تفاعل إيجابي الجدول (3) بين أسمدة البورون والزنك رشاً على الأوراق، وكانت أفضل معاملة هي$B_{100}Zn_{100}$؛ إذْ بلغ طول النبات 31.0، يليها $B_{50}Zn_{25}$، $B_{50}Zn_{100}$، $B_{75}Zn_{100}$، وبمتوسطات لأطوال النباتات 30.84، 30.70، 30.70، لكل منها بحسب التسلسل، بينما حققت المعاملة الشاهد B_0Zn_0 أدنى طول لجذور النبات وقدره 28.70 سم.

كانت قيم معامل التباين منخفضة عند جميع المعاملات، وبلغت قيمها للبورون 0.3% و للزنك 0.2% وللتفاعل بينهما 2%،مما يدل على تجانس أرض التجربة، وتجانس عمليات الخدمة المقدمة لها.

2 . 2 . تأثير الرش الورقي بمعدلات متزايدة من أسمدة البورون والزنك على متوسط الوزن الجاف لجذور نباتات الفول في مرحلة الحصاد.

الجدول (4) تأثير الرش الورقي بحسب المعاملات من أسمدة البورون والزنك على متوسط الوزن الجاف لجذور نباتات الفول في مرحلة الحصاد (غ)

المعاملات	Zn_0	Zn_1	Zn_2	Zn_3	Zn_4	متوسط تأثير البورون
B_o	1.42	1.81	2.27	3.49	2.65	2.33
B_1	3.11	3.88	4.34	5.57	5.18	4.42
B_2	4.73	6.80	7.46	9.33	8.04	7.27
B_3	7.25	10.56	11.40	10.95	6.41	9.31
B_4	5.96	6.41	9.72	10.11	8.87	8.21
متوسط تأثير الزنك	4.49	5.89	7.04	7.97	6.23	
أقل فرق معنوي LSD 5%	للبورون 0.69		للزنك 0.24		للتداخل بينهما 1.76	
CV%	للبورون8.1		للزنك5.4		للتداخل بينهما 27.2	
F	للبورون‹0.001		للزنك‹0.001		للتداخل بينهما 0.04	

تأثير البورون في الوزن الجاف لجذور نباتات الفول:

يبين الجدول(4) وجود فروق معنوية عالية لتأثير البورون في الوزن الجاف لجذور نباتات الفول؛ إذْ ازداد متوسط الوزن الجاف لجذورالنبات من 1.42 في الشاهد (B_0) إلى 3.49 غرام فيالمعاملة (B_{75})، وبفارق 2.07 غرام، التي تفوقت معنوياً على المعاملات المدروسة جميعها ، بينما تلتها المعاملة B_{100}، ثم المعاملة B_{50}، والمعاملةB_{25} بمتوسطات 2.65، 2.27، و 1.81غرام لكل منها بحسب تسلسل الورود. وهي نتيجة متوافقة مع ما توصل إليه

(Mahmoud *et al.,*2006) في أن إضافة البورون بمعدلات 25 –50 ppm يؤدي إلى زيادة معنوية في الوزن الجاف لجذورنباتات الفول.

تأثير الزنك في الوزن الجاف لجذور نباتات الفول:

أثر الزنك معنوياً،وبشكل عالٍ،في متوسط الوزن الجاف لجذورنباتات الفول الجدول(4)، فقد زاد الوزن الجاف لجذورمن 1.42 في الشاهد (Zn_0)إلى 7.25غرام في المعاملة (Zn_{75})، وبفارق 5.83غرام،التي تفوقت معنوياً على جميع المعاملات المدروسة، بينما تلتها المعاملة Zn_{100}، ثم المعاملة Zn_{50}، والمعاملة Zn_{25}، بمتوسطات 5.96، 4.73، و 3.11 غرام لكل منها بحسب تسلسل الورود. وهي نتيجة متوافقة مع (El-Gizawy and Mehasen, 2009) من أن التسميد بسلفات الزنك يؤدي إلى زيادة معنوية في الوزن الجاف لجذور نباتات الفول.

تأثير التداخل بين البورون والزنك في الوزن الجاف لجذور نباتات الفول:

بينت النتائج وجود تفاعل إيجابي الجدول (4) بين أسمدة البورون والزنك رشاً على الأوراق، وكانت أفضل معاملة هي $B_{75}Zn_{50}$؛ إذْ بلغ الوزن الجاف لجذور النبات 11.4، يليها $B_{75}Zn_{75}$، $B_{75}Zn_{25}$، $B_{100}Zn_{75}$، وبمتوسطات الوزن الجاف لجذورالنباتات 10.95، 10.56، 10.11، لكل منها بحسب التسلسل، بينما حققت المعاملة الشاهد B_0Zn_0 أدنى وزن جاف لجذور النبات وقدره 1.42غرام.

كانت قيم معامل التباين منخفضةً عند جميع المعاملات، وبلغت قيمها للبورون 8.1%، و للزنك 5.4%، وعاليةً للتفاعل بينهما 27.2% .

2 . 3 . تأثير الرش الورقي بمعدلات متزايدة من أسمدة البورون والزنك في متوسط عدد العقد الجذرية لنباتات الفول في مرحلة الحصاد:

الجدول (5) تأثير الرش الورقي بحسب المعاملات من أسمدة البورون والزنك في متوسط عدد العقد الجذرية لنباتات الفول في مرحلة الحصاد.

المعاملات	Zn_0	Zn_1	Zn_2	Zn_3	Zn_4	متوسط تأثير البورون
B_o	40.80	46.56	52.32	69.60	58.08	53.47
B_1	63.84	75.35	81.11	98.39	92.63	82.26
B_2	86.87	115.67	127.19	150.23	132.95	122.58
B_3	121.43	138.71	167.51	179.03	173.27	155.99
B_4	104.15	109.91	155.99	161.75	144.47	135.25
متوسط تأثير الزنك	83.42	97.24	116.82	131.80	120.28	
أقل فرق معنوي LSD 5%	للبورون 9.56		للزنك 3.13		للتداخل بينهما 25.82	
CV%	للبورون6.1		للزنك3.3		للتداخل بينهما 23.8	
F	للبورون‹0.001		للزنك‹0.001		للتداخل بينهما 0.041	

تأثير البورون في عدد العقد في جذور نباتات الفول:

يبين الجدول(5) وجود فروق معنوية عالية لتأثير البورون في عدد العقد الأزوتية في جذور نباتات الفول، فقد ازداد متوسط عدد العقد في جذور نباتات الفول من 53.47 في الشاهد (B_0) إلى 155.99عقدة في المعاملة (B_{75})، وبفارق 102.52 عقدة، التي تفوقت معنوياً على جميع المعاملات المدروسة، بينما تلتها المعاملة B_{100}، ثم المعاملة B_{50}، والمعاملة B_{25} بمتوسطات 135.25، 122.58، و 82.26 عقدة لكل منها بحسب تسلسل الورود. وهي نتيجة متوافقة مع (Bolanos*et al*, 2003) و(Carpena*et al.*, 2000).

تأثير الزنك في عدد العقد في جذور نباتات الفول:

أثر الزنك معنوياً،وبشكل كبير،في متوسط عدد العقد في جذور نباتات الفول الجدول(5)، فقد ازداد عدد العقد في جذور نباتات الفول من 83.42 في الشاهد (Zn_0)إلى 131.80 عقدة في المعاملة (Zn_{75})، وبفارق 48.38 عقدة، التي تفوقت معنوياً، وبشكل كبير، على جميع المعاملات المدروسة، بينما تلتها المعاملة Zn_{100}، ثم المعاملة Zn_{50}، والمعاملة Zn_{25}، بمتوسطات 120.28، 116.82، و 97.24 عقدة لكل منها بحسب تسلسل الورود. وهي نتيجة متوافقة مع (Mady, 2009) ومع ما توصل إليه (Weisany*et al.*, 2011).

تأثير التداخل بين البورون والزنك في عدد العقد في جذور نباتات الفول:

بينت النتائج (5) وجود تفاعل إيجابي بين العديد من المعاملات المدروسة الجدول بين أسمدة البورون والزنك رشاً على الأوراق،وكانت أفضل معاملة هي $B_{75}Zn_{75}$؛ إذْ بلغ عدد العقد في جذور نباتات الفول 179.03، يليها $B_{75}Zn_{100}$، $B_{75}Zn_{50}$، $B_{100}Zn_{75}$، وبمتوسطات لعدد العقد في جذور نباتات الفول 173.27، 167.51، 161.75، لكل منها بحسب التسلسل، بينما حققت المعاملة الشاهد B_0Zn_0 أدنى عدد للعقد في جذور نباتات الفول وقدره 40.80عقدة.

كانت قيم معامل التباين منخفضة عند جميع المعاملات، وبلغت قيمها للبورون 6.1% و للزنك 3.3%، وعالية للتفاعل بينهما .23.8%

2 . 4 . تأثير الرش الورقي بمعدلات متزايدة من أسمدة البورون والزنك في طول نبات الفول (سم):

الجدول (6) تأثير الرش الورقي بحسب المعاملات من أسمدة البورون والزنك في طول النبات الفول (سم)

المعاملات	Zn_0	Zn_1	Zn_2	Zn_3	Zn_4	متوسط تأثير البورون
B_o	77.50	79.30	81.20	83.67	85.49	81.43
B_1	82.08	84.12	86.16	88.2	90.24	86.16
B_2	86.68	85.67	86.04	91.59	92.30	88.45
B_3	87.40	89.90	92.40	94.90	97.40	92.40
B_4	89.40	92.10	94.80	97.50	100.20	94.80
متوسط تأثير الزنك	84.61	86.22	88.12	91.17	93.13	
أقل فرق معنوي LSD 5%	للبورون 0.984		للزنك 0.864			للتداخل بينهما 3.245

CV%	للبورون0.6	للزنك0.5	للتداخل بينهما 4.3
F	للبورون‹0.001	للزنك‹0.001	للتداخل بينهما ‹0.001

*** تأثير البورون في أطوال نباتات الفول:**

يعدّ طول النبات من المكونات الأساسية لإنتاجية الفول (Hassan, 2009)، ومن ثَمّ زيادة طول النبات قد يؤدي إلى زيادة الإنتاج الحبي في وحدة المساحة.

يتبين من الجدول(6) وجود فروق معنوية بأطوال النباتات نتيجة الرش بالبورون؛ إذْ ازداد متوسط طول النبات من 81.43 في الشاهد (B_0)إلى 94.80 سم في المعاملة (B_{100})، وبفارق 13.37 سم،التي تفوقت معنوياً على جميع المعاملات المدروسة، بينما تلتها المعاملة B_{75}، ثم المعاملة B_{50}، والمعاملة B25، بمتوسطات 92.40، 88.45، و86.16 سم لكل منها بحسب تسلسل الورود. وهي نتيجة متوافقة مع عدد من الباحثين (Hemantaranjan et al., 2009; Rizk and Abdo, 2001; Shafeek et al.,2013)، ومع ما توصل إليه (Mahmoud et al., 2006) في أن إضافة البورون بمعدلات 25 –50 ppm يؤدي إلى زيادة معنوية في أطوال نباتات الفول .

*** تأثير الزنك في أطوال نباتات الفول:**

أثر الزنك معنوياً في متوسط أطوال نباتات الفول الجدول(6)، فقد ازداد من 84.61 في الشاهد (Zn_0)إلى 93.13 سم في المعاملة (Zn_{100})، وبفارق 8.52 سم، التي تفوقت معنوياً على جميع المعاملات المدروسة، بينما تلتها المعاملة Zn_{75}، ثم المعاملة Zn_{50}، والمعاملة Zn_{25}، بمتوسطات 97.50، 88.12، و 86.22 سم لكل منها بحسب تسلسل الورود. وهي نتيجة متوافقة مع (El-Gizawy and Mehasen, 2009)، ومع ما توصل إليه (Fageria*et al.*, 2007) (Abd El-Monem *et al.,* 2009)، و(Weldu and Habtegriel, 2013) من أن التسميد بسلفات الزنك يؤدي إلى زيادة معنوية في أطوال نباتات الفول.

*** تأثير التداخل بين البورون والزنك في أطوال نباتات الفول:**

بينت النتائج وجود تفاعل إيجابي الجدول (6) بين أسمدة البورون والزنك رشاً على الأوراق، وكانت أفضل معاملة هي $B_{100}Zn_{100}$؛ إذْ بلغ طول النبات 100.20، يليها $B_{100}Zn_{75}$، $B_{75}Zn_{100}$ ، $B_{75}Zn_{75}$، $B_{100}Zn_{50}$ وبمتوسطات لأطوال النباتات 97.50، 97.40، 94.90، 94.80 منها بحسب التسلسل، بينما حققت المعاملة (Zn0B0)أدنى طول للنبات وقدره 77.50سم.

كانت قيم معامل التباين منخفضة عند جميع المعاملات، وبلغت قيمها للبورون 0.6% و للزنك 0.5% وللتفاعل بينهما 4.3%.

2 . 5 . تأثير الرش الورقي بمعدلات متزايدة من أسمدة البورون والزنك في محتوى بذور نباتات الفول من البروتين (%):

الجدول (7) تأثير الرش الورقي بحسب المعاملات من أسمدة البورون والزنك في محتوى بذور نباتات الفول من البروتين (%)

المعاملات	Zn_0	Zn_1	Zn_2	Zn_3	Zn_4	متوسط تأثير البورون
B_o	25.4	25.9	26.4	26.9	27.4	26.4
B_1	27.9	28.4	28.9	29.4	29.9	28.9
B_2	30.4	30.9	31.4	31.9	32.4	31.4
B_3	32.9	33.4	33.9	34.4	34.9	33.9
B_4	35.4	35.9	36.4	36.9	37.4	36.4
متوسط تأثير الزنك	30.4	30.9	31.4	31.9	32.4	
أقل فرق معنوي5% LSD	للبورون1.18		للزنك0.23		للتداخل بينهما 2.48	
CV%	للبورون2.1		للزنك0.5		للتداخل بينهما 9.2	
F	للبورون‹0.001		للزنك‹0.001		للتداخل بينهما 0.651	

*** تأثير البورون في محتوى بذور نباتات الفول من البروتين (%):**

يوضح الجدول(7) وجود فروق معنوية في محتوى بذور نباتات الفول من البروتين نتيجة الرش بالبورون؛ إذْ ازداد متوسط محتوى بذور نباتات الفول من البروتين (%) من 26.4% في الشاهد (B_0)إلى 36.4% في المعاملة B_{100}، وبفارق 10.0%،والتي تميزت معنوياً على المعاملات المدروسة، وتلتها المعاملة B_{75}، B_{50}، والمعاملة B25، بمتوسطات33.9، 31.4 و28.9% لكل منها بحسب تسلسل الورود. وهي نتيجة متوافقة مع (Shafeek*et al.,*2013;)، ومع ما توصل إليه و(Ati and Ali, 2011)، والـ (EL-Yazied*et al.,*2012) في أن التسميد بالبورون يؤدي إلى زيادة معنوية في محتوى بذور نباتات الفول من البروتين، وقد وجد (El-Gizawy and Mehasen, 2009) أن التسميد بالبورون قد زادنسبة البروتين في بذور الفول من 28.8 إلى 30.2%.

*** تأثير الزنك في محتوى بذور نباتات الفول من البروتين (%):**

أثر الزنك معنوياً في متوسط محتوى بذور نباتات الفول من البروتين الجدول (7)، فقد ازداد من 30.4% في الشاهد (Zn_0)إلى 30.4%في المعاملة (Zn_{100})، وبفارق 2.0%، التي تميزت معنوياً على المعاملات المدروسة، وتلتها المعاملةZn_{75}، ثم المعاملة Zn_{50}، والمعاملة Zn_{25}، بمتوسطات 31.9، 31.4، و30.9% لكل منها بحسب تسلسل الورود. وهي نتيجة متوافقة مع (Cakmak, 2010)، ومع ما توصل إليه (Abd El-Monem*et al.,* 2009)، ومع (Mady*et al.,* 2009)، ومع (Reddy, 2007) ومن أن التسميد بالزنك يؤدي إلى زيادة معنوية في محتوى بذور نباتات الفول من البروتين.

*** تأثير التداخل بين البورون والزنك في محتوى بذور نباتات الفول من البروتين (%):**

بينت النتائج وجود تفاعل إيجابي الجدول (7) بين أسمدة البورون والزنك رشاً على الأوراق، وكانت أفضل معاملة هي $B_{100}Zn_{100}$؛ إذْ بلغ محتوى بذور نباتات الفول من البروتين 37.4، يليها $B_{100}Zn_{75}$، $B_{100}Zn_{50}$، و $B_{100}Zn_{25}$بمتوسطات محتوى بذور نباتات الفول من البروتين 36.9، 36.4، 35.9 و 35.4%، لكل منها بحسب التسلسل، بينما حققت المعاملة B_0Zn_0 أدنى متوسط محتوى بذور نباتات الفول من البروتين وقدره 25.4%.

كانت قيم معامل التباين منخفضة عند جميع المعاملات، وبلغت قيمها للبورون 2.1% وللزنك 0.5% وللتفاعل بينهما 9.2%.

الاستنتاجات والتوصيات:

الاستنتاجات:

أدى الرش الورقي بعنصري البورون والزنك إلى زيادة في نمو نبات الفول، وزيادة معنوية في طول الجذر الجاف ووزنه، ومن ثم زيادة في عدد العقد الجذرية خاصة عند رش العنصرين معاً؛أي استجابة النبات للرش بشكل جيد في ظروف التربة الكلسية ذات درجة pH قاعدية،الأمر الذي يسوّغ اقتصادياً إضافتهما رشاً على المجموع الخضري بمعدل 750غ بورون و 1.5 كغ سلفات زنك لكل هكتار، إضافة إلى الإدارة الجيدة لهذا المحصول التي ستؤدي إلى الحصول على إنتاجية جيدة في وحدة المساحة تحت ظروف الساحل السوري.

كما توصلنا إلى المعادلة السمادية B75 Zn100 التي تعطي أفضل نمو مورفولوجي، وزيادة في نسبة البروتين في بذور نباتات الفول العادي.

التوصيات:

1 ـ دراسة استجابة نبات الفول للرش الورقي بعناصر غذائية أخرى كبرى أو صغرى.

2 ـ دراسة التغيرات الفيزيولوجية التي تحدث في أثناء الرش الورقي للنبات و بعده، و من ثَمّ فهم آلية عملها.

المراجع:

المراجع العربية:

1. عبد العزيز، محمد، ومحمد، يوسف (2008). تأثير التسميد البوراتي في إنتاجية الصويا، ومحتوى الأوراق، من اللكوروفيل، والعصير الخلوي، وبعض عناصر المعدنية. مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية، سلسلة العلوم البيولوجية المجل (30)العدد(1).

2. المكتب المركزي للإحصاء في سوريا، منشورات 2013.

3. المعهدالدوليللتنميةالمستدامةبالتعاونمعمنظمةالأغذيةوالزراعة (2009).

النشرةالإعلاميةحولالأمنالغذائي العدد الأول 150:. http://www.iisd.ca/ymb/food/wsfs (1).

المراجعالاجنبية:

1. Abdelghany,. Effect of timing of first irrigation and application of zinc and manganese on growth and yield of faba bean (*Viciafaba.* L) Giza blanka cultivar. Al-Azhar J. Agric. Res., 35: 53-72, 2002

2. Abd El-Monem M. Sharaf, Ibrahim I. Farghal and Mahmoud R. Sofy. Response of Broad Bean and Lupin Plants to Foliar Treatment with Boron and Zinc Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 3(3): 2226-2231, 2009

3. Abdulameer Ali Sabeeh. Impact of Rhizobial strains Mixture, Phosphorus and Zinc Applications in Nodulation and Yield of Bean (*Phaseolus vulgaris* L.), Baghdad Science Journal Vol.8(1)1111,2014

4. Ahlawat I.P.S., GANGAIAH B., ASHRAF ZADID M. -Nutrient management in chickpea. In: Chickpea breeding and management (Yadav S.S., Redden R., Chen W., Sharma B., eds). CAB International, Wallingford, Oxon, United Kingdom. pp. 213-232. 2007.

5. AlemayehuWorkalemahu.The Effect of Indigenous Root-Nodulating Bacteria on Nodulation and Growth of Faba Bean (*ViciaFaba*) in the Low-Input Agricultural Systems of Tigray Highlands, Northern Ethiopia,Volume 1 (2):30-43, 2009

6. Alloway BJ Zinc in soil and crop nutrition. Areas of the World with Zinc deficiency Problem. Int. Zn Assoc. Publications, Brussels, pp. 1-116, 2004

7. Ali M., MISHRA J.P.,. Effect of foliar nutrition of boron and molybdenum on chickpea. Indian J Pulses Res14, 41-43. 2001

8. Ali, A. S.and N.S. Ali.The Effect of Boron Fertilization on Faba bean (*Viciafaba*L) yield, fertilizer and water productivity ,Researches of the first International Conference (Babylon and Razi Universities, pp.81-86.2011

9. Amijee, F &Giller, K.E. 1998. Environmental constraints to nodulation and nitrogen fixation of *Phaseolus vulgaris* L. in Tanzania, I. A survey of soil fertility, root nodulation and Multilocational responses to rhizobium inoculation. African Crop Science, 6: 159-169

10.AnnathuraiGnanasambandam, Jeff Paull , Ana Torres , Sukhjiwan Kaur , Tony Leonforte , Haobing Li , XuxiaoZong , Tao Yang and Michael Materne Impact of Molecular Technologies on Faba Bean (*Viciafaba* L.) Breeding Strategies, Agronomy 2012, 2(3), 132-166;

11- ArgawAnteneh , 2012. Characterization of Symbiotic Effectiveness of Rhizobia NodulatingFaba bean (Viciafaba L.) Isolated from Central Ethiopia. Research

12.Aynabeba Adamu, FassilAssefa, AsfawHailemariam&EndashawBekele. 2001. Studies of *Rhizobium* inoculation and fertilizer treatment on growth and production of faba bean (*Viciafaba*) in some yield depleted and yield sustained regions of Semien Showa. SINET: Ethiopian Journal of Science, 24:197-211

13. BellalouiNacerEffect of Water Stress and Foliar Boron Application on Seed Protein, Oil, Fatty Acids, and Nitrogen Metabolism in Soybean,American Journal of Plant Sciences ,DOI: 10.4236/ajps.2011.25084 , 2014

14. BellalouiNacer. Effect of Water Stress and Foliar Boron Application on Seed Protein, Oil, Fatty Acids, and Nitrogen Metabolism in Soybean,American Journal of Plant Sciences, 2011, 2, 692-701

15. Bellaloui N., Reddy K. N., Gillen A. M., Abel C. A.. Nitrogen metabolism and seed composition as influenced by foliar boron application in soybean. Plant Soil 336, 143–155,(2010a)

16. BellalouiNacer, Yanbo Hu, AlemuMengistu, My A. Kassem,andCraig A. Abel Effects of foliar boron application on seed composition, cell wall boron, and seed $\delta^{15}N$ and $\delta^{13}C$ isotopes in water-stressed soybean plants, Front Plant Sci.; 4: 270. 2013

17. Bolaños Luis, Abdelaziz El-Hamdaoui, Ildefonso Bonilla.Recovery of development and functionality of nodules and plant growth in salt-stressed Pisumsativum – Rhizobium leguminosarum symbiosis by boron and calcium,J. Plant Physiol. . – (2003)

18. Brenchley W.E. and H.G.Thornton The Relation between the Development, Structure and Functioning of the Nodules on (*ViciaFaba*), as Influenced by the Presence or Absence of Boron in the Nutrient Medium ,Proc. R. Soc. Lond. B 1925 1925

19. Cakmak I. Enrichment of fertilizers with zinc: An excellent investment for humanity and crop production in India. J. Trace Elem. Med. Biol. 23:281-289. 2010

20. Carpena R. O., Esteban E., Sarro M. J., Peñalosa J., Gárate A., Lucena J. J., et al. (2000). Boron and calcium distribution in nitrogen-fixing pea plants. Plant Sci. 151, 163–170

21. Dannel F., Pfeffer H., Romheld V. (2002). Update on boron in higher plants uptake, primary translocation and compartmentation. Plant Biol. 4, 193–204

22. Das Shrila, NavneetPareek, K.P. Raverkar, R. Chandra and Aditya Kaustav. Effectiveness of micronutrient application and Rhizobium inoculation on growth and yield of Chickpea, Intl. J. Agric. Env. Biotech. 5(4): 445-452, December, 2012

23. -Dospekhov B.A. 1976 . Methodical of field trail . 416p . Moscow. Russian.

24. El-Bassiony, A.M., Z.F. Fawzy, M.M.H. Abd El-Baky and A.R. Mahmoud, 2010. response of bean plants to mineral fertilizers and humic acid application. Res. J. Agric. And Bio. Sci., 6(2): 169-175

25. El-Gizawy and S.A.S. Mehasen. Response of Faba Bean to Bio, Mineral Phosphorus Fertilizers and Foliar Application with Zinc, World Applied Sciences Journal 6 (10): 1359-1365, 2009

26. El-Masri, M.F., A. Amberger, M.M. El-Fouly and A.I. Rezk,. Zn increased flowering and pod setting faba beans and its interaction with Fe in relation to their contents in different plant parts. Pakistan J. of Bio. Sci., 5 (2): 143-145. 2002

27. El-Yazied A. Abou, M.A. Mady. Effect of boron and yeast extract foliar application on growth, pod setting and both green pod and seed yield of broad bean (*Viciafaba*L.) Journal of Applied Sciences Research, 8(2): 1240-1251, 2012

28. FAOStat, (2008). Online agricultural Statistics. Rome, Italy,http/www.faostatorg

29. Fageria, N.K., Baligar, V.C. and Clark, R.B. Micronutrients in crop production. Adv. Agron. 77:185-268. 2002

30. Fageria N K, Baligar V C, Zobel R W. Yield,nutrient uptake and soil chemical properties as influenced by liming and boron application in common bean in a No – Tillage system.Communications in soil science and plant analysis (38): 1637 - 1653. 2007

31. Frechilla S., Gonzalez E. M., Royuela M., Minchin F. R., Aparicio-Tejo P. M., Arrese-Igor C. Source of nitrogen nutrition (nitrogen fixation or nitrate assimilation) is a major factor involved in pea response to moderate water stress. J. Plant Physiol. 157, 609–617(2000).

32. Hassan M. Ishag Physiology of seed yield in field beans (*Viciafaba L.*): I. Yield and yield components, The Journal of Agricultural Science (1973), 80 : pp 181-189. 2009

33. Heidarian AR, Kord H, Mostafavi KH, ParvizLak A, Mashhadi FA Investigating Fe and Zn foliar application on yield and its components of soybean (Glycine max (L) Merr.) at different growth stages. J.of Agricultural Biotechnology and Sustainable Development. 3(9): 189 -197. (2011)

34. Hemantranjan A., A.K. Trivedi and Maniram, . Impact of Boron, Zinc and IAA on growth, dry matter accumulation and sink potential of pigeon pea (*Cajanuscajan* L.) Agricultural Science, Volume: 29, Issue: 4. 2009

35. Jasim Ali Husain, Amir Sadiq OBAID. EFFECT OF FOLIAR FERTILIZERS SPRAY, BORON AND THEIR INTERACTION ON BROAD BEAN (VICIA FABA L.) YIELD, Scientific Papers. Series B, Horticulture. Vol. LVIII, 2014

36. Jones-Lee .A.and Lee. G.F.Eutrophication (Excessive fertilization) . Water Encyclopedia: Surface and Agricultueral water, Wiely, Hoboken, NJ. 2005.107-114

37. Mady, M. A. Effect of foliar application with yeast extract and zinc on fruit setting and yield of Faba Bean (*Viciafaba L*). J. Biol. Chem. Environ. Sci., Vol. 4(2): 109-127. 2009.

38. Mahmoud, M. Shaaban, Abdalla, Fouad El-Sayed, Abou El-Nour, El-Zanaty Abdel MottalebAly, El-Saady and Abdel Kareem Mohamed, Boron/Nitrogen Interaction Effect on Growth and Yield of Faba Bean Plants Grown under Sandy Soil Conditions. International Journal of Agricultural Research, 1: 322-330. 2006.

39. Malla R M, Padmaja B, Malathi S, Jalapathi R L. Effect of micro- nutrients on growth and yield of pigeon pea. J. Semi - Arid Top. Agric. Res. 2007

40. O'Hara, G. W. (2001) Nutritional constraints on root nodule bacteria affecting symbiotic nitrogen fixation: a review, Aust. J. Exp. Ag. 41, 417-433

41. O'Hara, G. W., E.N.T. Akobundu and A.N. Okaka, 2002. Human nutrition: An integrated Aproach. 2th Edn., OCAJANCO Academic Publishers, Enugu, Nigeria, pp: 312-320.

42. Okaka, J.C., E.N.T. Akobundu and A.N. Okaka, 2002. Human nutrition: An integrated Aproach. 2th Edn., OCAJANCO Academic Publishers, Enugu, Nigeria, pp: 312-320

43. -Pathak Girish Chandra; Bhavana Gupta; Nalini Pandey. Improving reproductive efficiency of chickpea by foliar application of zinc, Braz. J. Plant Physiol. vol.24 no.3 Campos dos Goytacazes July/Sept. 2012

44. Redondo -Nieto M, Rivilla R, El-Hamdaoui A, Bonilla I, Bolaños L Boron deficiency affects early infection events in the pea- Rhizobium symbiotic interaction. Aust J Plant Physiol 28: 819–823,(2001)

45. Redendo-Nieto M., A. R. WILMOT, A. EL-HAMDAOUI,I. BONILLA andL. BOLAÑOS. Relationship between boron and calcium in the N_2-fixing legume–rhizobia symbiosis, Plant, Cell & Environment,Volume 26, Issue 11, pages 1905–1915, 2003

46. Reddy M M, B Padmaja, S Malathi, L R Jafapathi. Effect of micronutrients on growth and yield of pigeon pea. An Open Access J., (5):1-3. 2007

47. Rizk, W.M. and F.A. Abdo, The response of two mung bean cultivars to zinc, manganese, boron II. Yield and chemical composition of seeds. Bull. Of Fac. of Agric. Cairo Univ., 52(3): 467-477. 2001.

48. Shafeek, M.R., Y.I. Helmy, Nadia, M. Omer and Fatma A. Rizk Effect of foliar fertilizer with nutritional compound and humic acid on growth and yield of broad bean plants under sandy soil conditions, Journal of Applied Sciences Research, 9(6): 3674-3680, 2013

49. Snedecor, G.W. and W.G. Cochran,. Statistical Methods. Seventh Edition. Iowa State Univ. Press, Ames, Iowa, USA., 1980

50. WeisanyWeria, YaghoubRaei, Kaveh Haji Allahverdipoor. Role of Some of Mineral Nutrients in Biological Nitrogen Fixation, Bulletin of Environment, Pharmacology and Life Sciences., Vol 2 (4): 77-84,2013

51. Weisany, W., Sohrabi, Y. Heidari, G. Siosemardeh,A. and GhassemiGolezani, K.Physiological responses of soybean (Glycine max L.) to zinc application under salinity stress. Aust J Crop Sci, 5(11):1441 1447. (2011)

52. WelduYirga and HabtegrielKiros. Effect of zinc and phosphorus fertilizers application on nodulation and nutientconcentation of faba bean (*Viciafaba*L.) grown in calcariccambisol of semi-arid Northern Ethiopia, Academia Journal of Agricultural Research 1(11): 220-226, November 2013

53. Yamagishi Masumi & Yukio Yamamoto Effects of boron on nodule development and symbiotic nitrogen fixation in soybean plants, Soil Science and Plant Nutrition, 40:2, 265-274, (1994)

54. Zahoor R., Basra S.M.A., Munir H., Nadeem M.A., Yousaf S., 2011. Role of Boron in Improving Assimilate Partitioning and Achene Yield in Sunflower. J. Agric. Soc. Sci., Vol. 7, No. 2., p. 49-55

55. Zhang L. (2000): Effects of foliar application of boron and dimilin on soybean yield. Mississippi Agricultural & Forestry Experiment Station. Research Report 22(16).