Bull. Fac. Agric.,Cairo Univ., 63: 217-225 (2012).

THE EFFECT OF INTERACTION BETWEEN *Azotobacter chroococcum* BACTERIA INOCULATION, NITROGEN FERTILIZER AND SULFUR ON GROWTH AND YIELD OF TOMATO

(Received: 11.3. 2012)

By
F.M. Suhal, A.A. Al-Rawi* and A.H.Fahmi

*College of Agricultural University of Diyala and * College of Agricultural University of Anbar,Iraq*

ABSTRACT

A greenhouse experiment was condunted in sandy loam soil at the College of Agriculture ,University of Diyala, to investigate the effect of interaction between *A. chroococcum* bacteria and five different levels of nitrogen (0, 40 , 80 , 120 and 160) kgN.ha^{-1} and three levels of sulfur (0, 100 and 150) kgS .ha^{-1} on growth and yield of tomato. A factorial experiment with a complete randomized block design (CRBD) was carried out.

Significant differences were found between inoculation factor, nitrogen and sulfur levels and their interaction for all the studied traits. Bacterial inoculation caused significant increase in plant length (16.44%), dry weight (25.75%), number of phalanges (13.24%), number of branches (13.42) and the tomato yield (5.89 %) compared without addition inoculation, and regardless the application of nitrogen and sulfur fertilizer. The treatment N_{120} with bacterial inoculation was superior to other nitrogen treatments. The treatment S_{150} with inoculation was superior to other sulfur treatments with and without addition of inoculation in all the traits.

The treatment N_{120} + S_{150} with inoculation gave the highest plant height (157.5 cm), dry weight(235.0) gm .plant^{-1}, number of phalanges (40.5), number of baranches (14.0). The highest yield (60.5) ton.ha^{-1} was produced from the treatment N_{160} + S_{150} without inoculation and no significant differences were found between the two treatments N_{120} +S_{150} (60.01)ton.ha^{-1} and N_{80} + S_{150} (59.0) ton.ha^{-1} with inoculation . It can be concluded that the treatment (N_{80}+S_{150}) was more economical and best one.

Key words: *Azotobacter chroococcum, nitrogen fertilizer, sulfur , tomato*

تأثير التداخل بين التلقيح ببكتريا *Azotobacter chroococcum* والسماد النيتروجيني والكبريت في نمو وحاصل الطماطم

فارس محمد سهيل - *علي عبد الهادي الراوي - علاء حسن فهمي

كلية الزراعة – جامعة ديالـى - * كلية الزراعة – جامعة الانبار- العراق

ملخص

نفذت تجربة في البيت البلاستيكي التابع لكلية الزراعة – جامعة ديالى في تربة مزيجيه رملية بهدف دراسة تأثير التداخل بين بكتريا *A.chroococcum* وخمس مستويات من السماد النتروجيني(0، 40، 80 ، 120، 160) كغمN.هكتار$^{-1}$. وثلاث مستويات من الكبريت الزراعي(0، 100، 150) كغم كبريت .هكتار$^{-1}$ في نمو وحاصل الطماطم ، باستعمال التجربة العاملية ضمن تصميم القطاعات العشوائية الكاملة (CRBD).

وجدت فروق معنوية بين عامل التلقيح ومستويات النتروجين والكبريت الزراعي والتداخل بينهما ولكافة الصفات المدروسة. أدت إضافة اللقاح البكتيري إلى زيادة معنوية في طول النبات (16,44 %) والوزن الجاف (25,75 %) وعدد السلاميات

(13,24%) وعدد الأفرع (13,42 %) والحاصل الكلي للطماطم (5,89 %) مقارنة بعدم إضافته بغض النظر عن إضافة السماد النتروجيني والكبريت الزراعي .

تفوقت معاملة إضافة N_{120} مع اللقاح البكتيري على بقية المعاملات عند إضافة وعدم إضافة اللقاح البكتيري ، تفوقت معاملة إضافة S_{150} مع اللقاح البكتيري على المعاملتين S_0 ، S_{100} عند إضافة وعدم إضافة اللقاح البكتيري ولجميع تلك الصفات .

سجلت معاملة إضافة $N_{120} + S_{150}$ مع إضافة اللقاح أعلى طول للنبات(157,5 سم) ووزن جاف (235,0 غم.نبات$^{-1}$) وعدد السلاميات (40,5) وعدد الأفرع (14,0) . نتج أعلى حاصل كلي للطماطم (60,5 طن .هكتار$^{-1}$) من إضافة $N_{160} + S_{150}$ وبدون إضافة اللقاح البكتيري وبفروق غير معنوية عن المعاملتين $N_{120} + S_{150}$ (60,1 طن .هكتار$^{-1}$) و $N_{80} + S_{150}$ (59,0) طن. هكتار$^{-1}$ وبإضافة اللقاح البكتيري . تعد المعاملة الأخيرة هي المفضلة وان البكتريا وفرت 50 % من كمية السماد النتروجيني .

1. المقدمة

تتميز الأسمدة الكيميائية المستعملة عادة بزيادة إنتاجية المحاصيل بمحاذير وسلبيات كثيرة ، فهي ذات كلفة عالية وملوثة للتربة وتزيد ملوحتها إضافة إلى تلويث المياه الجوفية ، فضلا عن الأضرار الصحية الناتجة من تناول الخضر والفواكه والمياه الحاوية نسبة عالية من الأملاح ولاسيما النترات، كل ذلك يؤكد الحاجة الملحة لاستعمال الأحياء المجهرية في تثبيت النتروجين الجوي وتحويله إلى آمونيا لتتمكن النباتات من استعماله في التغذية (نظام والأشقر، 2007). فالعلاقات الموجودة بين الأحياء المجهرية والنباتات الراقية ذات تأثير واضح في خصوبة التربة والإنتاج الزراعي، إذ وجد ارتباط بين النباتات الراقية وبكتريا الازوتوباكتر المثبتة للنتروجين الجوي لاتكافليا ، فهي تنمو ملاصقة لأسطح جذور النباتات مستفيدة من المواد الكربوهدراتية المفرزة كمصدر للطاقة (Alexander ،1977) . يؤدي استعمال الازوتوباكتر إلى زيادة تثبيت النتروجين ، إذ إن تثبيت النتروجين الجوي من أهم الميكانيكيات المؤثرة في العائل النباتي لامتلاك الكائن ألمجهري لأنزيم النتروجينيز وتكون الامونيا هي الناتج الرئيس لعملية التثبيت الحيوي (Beck وآخرون، 1993)، تستطيع بكتريا الازوتوباكتر تثبيت حوالي (7) كغم N .هكتار$^{-1}$.سنة$^{-1}$ (محمود وآخرون، 1997)، ولهذا فهي تسهم في تقليل الاعتماد على الأسمدة النتروجينية ، إذ إنها من المجاميع الميكروبية المستخدمة في مجال التسميد الحيوي (Mashhoor وآخرون ،2002).

تتصف الترب العراقية بقلة محتواها من المادة العضوية وارتفاع كاربونات الكالسيوم مما يجعل درجة تفاعل التربة تميل إلى القاعدية (الـ pH اكبر من 7) ، وهذا يجعل التسميد المعدني بالعناصر الغذائية يعاني من مشاكل كبيرة ، إذ إن عنصر النتروجين من العناصر الضرورية لنمو وإنتاجية المحاصيل ، وان أعلى كمية جاهزة له تكون عند الـ pH = 6 ـ 7، فضلا عن زيادة نشاط عملية تثبيت النتروجين الجوي حيويا (ألنعيمي، 1999) . فقد يتعرض للفقد عن طريق الانجراف بالتعرية المائية والريحية أو قد يفقد بعملية عكس النترجة وتطاير الامونيا مسببة تلوث البيئة (Narula ،2000) ، لذا يمكن إضافة بعض المحسنات ومنها الكبريت الذي يتواجد في العراق بكميات كبيرة لخفض درجة تفاعل التربة في منطقة الجذور للاستفادة من المغذيات ، إذ انه يتأكسد بايولوجيا إلى حامض الكبريتيك مما يساعد على خفض درجة تفاعل التربة مما يؤدي إلى زيادة ذوبانية العناصر المثبتة ومن ثم زيادة تركيزها في منطقة الجذور(Kandil و Gad، 2010) ، فضلا عن تكوين مجموعة جذرية جديدة تساعد على رفع كفاءة النباتات في امتصاص العناصر الغذائية (Landemann وآخرون ،1991 والنعيمي ،1999) ، إضافة إلى زيادة تثبيت النيتروجين الجوي حيويا ، إذ إن نقص الكبريت يؤثر على تثبيت النيتروجين الجوي بسبب المحتوى العالي من الكبريت في إنزيم النتروجينيز (Mortensen وThornley، 1979) . لذا هدف هذا البحث إلى معرفة تأثير التداخل بين التلقيح البكتيري من بكتريا *A.chroococcum* وخمسة مستويات من السماد النتروجيني وثلاث مستويات من الكبريت الزراعي في نمو وحاصل الطماطم .

2. المواد وطرائق العمل

أجريت تجربة عامليه بتصميم القطاعات العشوائية الكاملة (CRBD) في البيت البلاستيكي التابع لكلية الزراعة - جامعة ديالى للموسم 2008– 2009 في تربة مزيجيه رملية ، لدراسة تأثير التداخل بين التلقيح البكتيري *A. chroococcum* والسماد النتروجيني والكبريت الزراعي في نمو وحاصل الطماطم. جدول (1) يبين بعض الصفات الكيميائية والفيزيائية للتربة قبل الزراعة.

تضمنت التجربة (30) معاملة نتجت من التداخل بين عامل التلقيح (تلقيح وبدون تلقيح) وخمسة مستويات من السماد النتروجيني (0، 40، 80، 120، 160) كغم N .هكتار-1 وثلاث مستويات من الكبريت الزراعي (0، 100، 150) كغم كبريت .هكتار- 1 وبمكررين ، إذ تضمنت التجربة 60وحدة تجريبية .قسمت التجربة إلى ثلاث قطاعات يضم كل قطاع خطين من خطوط نظام الري بالتنقيط ، إذ كانت مساحة الوحدة التجريبية (2 م 2)، زرعت البذور صنف "جنان" محدود النمو في وسط زرعي (بتموس معقم ألماني المنشأ) بتاريخ 2008/12/15، ثم نقلت الشتلات بتاريخ 2009/1/25 إلى البيت البلاستيكي عند عمر 40 يوما وبارتفاع 10– 15 سم حيث زرعت بواقع 4شتلات للوحدة التجريبية أي (2 نبات لكل خط من خطوط الري بالتنقيط) والمسافة بين كل نبات وأخر 50 سم (التلال ، 2000) . استعمل سماد السوبر فوسفات الثلاثي (P_2O_5 46 %) بمعدل(160) كغم P_2O_5 .هكتار$^{-1}$ كمصدر للفسفور وكبريتات البوتاسيوم ($41K_2O$ %) بمعدل (120)

كغم K_2O .هكتار$^{-1}$ مصدرا للبوتاسيوم ، أضيفت هذه الأسمدة قبل الزراعة ، إذ قلبت مع التربة وإلى عمق كافي ولجميع المعاملات. أضيف سماد اليوريا (N 46 %) بخمسة مستويات وحسب المعاملات ، إذ أضيفت الدفعة الأولى بعد أربعة أسابيع من الزراعة في البيت البلاستيكي وبنسبة (25%) من الكمية المقررة لكل مستوى، أما بقية السماد فقد أضيفت على دفعتين بين كل دفعة وأخرى ثلاث أسابيع وحسب المستويات. اخذ اللقاح البكتيري من المزرعة السائلة لبكتريا *A. chroococcum* وهي عزلة محلية عزلت من تربة رايزوسفير نباتات الذرة الصفراء، أضيف لها معلق الصمغ العربي والمحضر بنسبة (1 :10) صمغ : ماء ، لضمان زيادة التصاق اللقاح البكتيري بجذور النباتات بعد غمس جذور الشتلات باللقاح لمدة ساعة. في نهاية التجربة تم قياس أطوال النباتات والوزن الجاف وعدد السلاميات وعدد الأفرع والحاصل الكلي للطماطم.

جدول (1): بعض الصفات الكيميائية والفيزيائية للتربة قبل الزراعة .

التوصيل الكهربائي EC	**ديسيسمنز.م$^{-1}$**	**4.6**
درجة التفاعل pH		**7.4**
المادة العضوية	**غم. كغم$^{-1}$**	**8.45**
النتروجين الجاهز		**25.82**
الفسفور الجاهز	**ملغم .كغم$^{-1}$**	**29.80**
البوتاسيوم الجاهز		**127.33**
النسجة		**مزيجيه رملية**

3. النتائج والمناقشة

بينت النتائج في الجدولين (2 و 3) إن أطوال النباتات والوزن الجاف ازدادت معنويا بزيادة مستويات النيتروجين مقارنة بعدم إضافة السماد النتروجيني بغض النظر عن إضافة اللقاح البكتيري والكبريت الزراعي . أعطى المستوى (120) كغم N .هكتار$^{-1}$ أعلى طول للنبات ووزن جاف ، وانخفضت القيم عند المستوى (160) كغم N .هكتار$^{-1}$ وبفروق غير معنوية عن المستوى (120) كغم N .هكتار$^{-1}$، كانت هذه الزيادة نتيجة لاستجابة النباتات لعنصر النتروجين، إذ انه يؤدي إلى تحسين نمو النبات وزيادة نمو المجموع الخضري (Tisdale وآخرون ، 1986) .

أدت زيادة مستويات الكبريت الزراعي إلى زيادة معنوية في أطوال النباتات والوزن الجاف للنبات مقارنة بعدم إضافته، بغض النظرعن إضافة اللقاح البكتيري والسماد النتروجيني، أعطى المستوى (150) كغم كبريت .هكتار$^{-1}$ أعلى طول للنبات ووزن جاف . إن إضافة الكبريت إلى الترب الكلسية يؤدي إلى خفض الأس الهيدروجيني للترب والى زيادة الجاهزية الغذائية في التربة ولاسيما الفسفور نتيجة لأكسدة الكبريت إلى حامض الكبريتيك (Tisdale وآخرون ،1997) ،وبين و(Kandil و Gad ،2010) إن إضافة الكبريت أدت إلى حدوث زيادة معنوية في أطوال نباتات الطماطم والوزن الجاف للمجموع الخضري . كان للتداخل بين مستويات السماد النتروجيني والكبريت الزراعي تأثيرا معنويا في أطوال النباتات والوزن الجاف للنبات بغض النظر عن إضافة اللقاح البكتيري وأعطت المعاملة (120كغم N .هكتار$^{-1}$ + 150 كغم كبريت .هكتار$^{-1}$) أعلى طول للنبات ووزن جاف ، إذ سجل (132,5 سم ، 198,75 غم .نبات$^{-1}$) لكل من طول النبات والوزن الجاف على التوالي وأعطت معاملة المقارنة (بدون تسميد نتروجيني وكبريت زراعي) اقل القيم ، إذ بلغت (75,0 سم ، 113,75 غم .نبات$^{-1}$) ، إذ إن إضافة عنصري النتروجين والكبريت غالبا ما يزيد احدهما امتصاص الأخر(Janzen و Betteny ، 1984) . وجد Mahmoud وآخرون ،(2004) إن اتحاد الكبريت والنتروجين يعطي أفضل نمو للبزاليا ومحتوى عالي من الصبغات . أدت إضافة اللقاح البكتيري من بكتريا *A.chroococcum* إلى زيادة معنوية بلغت (16,44 % ، 25,75 %) لكل من أطوال النبات والوزن الجاف على التوالي مقارنة بعدم إضافة اللقاح بغض النظر عن إضافة السماد النتروجيني والكبريت الزراعي. إذ إن بكتريا الرايزوسفير ومنه ـا الازوتوباكتر تحسن نمو النبات بواسطة خفض مستويات الاثلين في الجذور بسبب إنتاجها لأنزيم Acc deaminase (aminocyclopropane -1- carboxylate) وإذابة الفوسفات وإنتاج IAA وزيادة تركيز N,P, K (Sajid وآخرون،2006). وبين ألزغبي وآخرون، (2007) إن بكتريا الازوتوباكتر أثبتت فعاليتها في تثبيت النتروجين الجوي وذلك من خلال عزل (33) عزلة من بكتريا الازوتوباكتر من بعض الترب السورية . أوضح Govedarica وآخرون (1993) استعمال صنفين من الطماطم فان بكتريا *A.chroococcum* أدت إلى زيادة طول النبات والوزن الجاف ومحتوى النتروجين من خلال قابلية البكتريا على إنتاج منظمات النمو والاندول والفينول والجبرلين.

سجلت إضافة اللقاح البكتيري مع المستوى (120) كغم N .هكتار-1 أعلى القيم لأطوال النباتات والوزن الجاف ، إذ بلغت (130,5 سم ، 226,67 غم.نبات$^{-1}$) بغض النظر عن إضافة الكبريت الزراعي وبزيادة معنوية قدرها (21,78 % ، 33,98 %) لكل من أطوال النباتات والوزن الجاف على التوالي مقارنة بالمستوى (160) كغم N .هكتار- 1 وبدون إضافة اللقاح البكتيري ، إذ بلغت (107,16 سم ، 169,17 غم نبات$^{-1}$. لم تختلف قيم أطوال النباتات عند المستوى (120) كغم N .هكتار$^{-1}$ معنويا عن قيمها عند المستوى (80) كغم N . هكتار$^{-1}$ ، إذ إن زيادة كمية الأسمدة المعدنية المضافة تثبط من فعالية الأحياء المجهرية المثبتة للنتروجين ومنها الازوتوباكتر (Govedarica وآخرون، 1995). أشار سهيل وآخرون، (2010) إن إضافة *A.chroococcum* عند المستوى (90) كغم N. هكتار$^{-1}$ سجلت زيادة معنوية لكل من ارتفاع النبات والوزن الجاف مقارنة بالمستوى (180) كغم N .هكتار$^{-1}$. إن إضافة المستوى 150كغم كبريت .هكتار$^{-1}$ أدت إلى زيادة معنوية في أطوال النباتات والوزن الجاف عند إضافة وعدم إضافة اللقاح البكتيري مقارنة بالمستوى صفر،

جدول (2): تأثير التلقيح البكتيري ومستويات النتروجين والكبريت في طول النبات (سم) .

مستويات النيتروجين	بدون تلقيح				التلقيح				المتوسط
	S_0	S_{100}	S_{150}	المتوسط	S_0	S_1	S_2	المتوسط	
N^0	67.5 i	75.0 hi	100.0 cdefg	80.83 d	82.5 hi	95.0 cdefgh	102.0 bcdefg	93.16 cd	87.0 b
N^{40}	85.0 fghi	90.0 efghi	101.5 bcdefg	92.16 cd	90.0 efghi	100.0 cdefg	105.0 bcdefg	98.33 cd	95.25 b
N^{80}	87.5 fghi	94.0 cdefgh	105.0 bcdefg	95.5 cd	97.5 cdefgh	115.0 bcd	152.5 a	121.66 ab	108.58 a
N^{120}	92.5 defgh	96.0 cdefgh	10.5 bcdef	98.66 cd	109.0 bcdef	125.0 b	157.5 a	130.5 a	114.58 a
N^{160}	94.0 cdefgh	115.0 bcd	112.5 bcde	107.16 bc	103.5 bcdefg	117.5 bc	105.0 bcdefg	108.66 bc	107.91 a
المتوسط	85.3 d	94.0 cd	105.3 bc	94.86 b	96.5 bcd	110.5 ab	124.40 a	110.46 a	

تقارن قيم كل مجموعة من المتوسطات مع بعضها . القيم في المجموعة الواحدة ذات الحروف المتشابه لاتختلف معنويا بينها حسب اختبار دنكن متعدد الحدود بمستوى احتمال0.05

بغض النظر عن إضافة السماد النتروجيني ، وسجلت مستويات الكبريت عند إضافة اللقاح البكتيري زيادة معنوية مقارنة بالمستويات نفسها عند عدم إضافة اللقاح البكتيري ، وأعطى المستوى 150كغم كبريت .هكتار $^{-1}$ وبإضافة اللقاح البكتيري أعلى القيم ، إذ بلغت (124,40 سم ، 203,0 غم .نبات$^{-1}$) وبزيادة معنوية قدرها (18,13 % ، 23,0 %) لكل من أطوال النباتات والوزن الجاف على التوالي مقارنة بالمستوى نفسه وبدون إضافة اللقاح البكتيري، إذ كانت (105,30 سم ، 165,0غم .نبات $^{-1}$). إن قيم أطوال النباتات والوزن الجاف عند المستوى (150) كغم كبريت. نبات$^{-1}$ وباضافة اللقاح البكتيري لا تختلف معنويا عن قيمها عند المستوى (100) كغم .نبات $^{-1}$. إن زيادة مكونات نمو النبات بزيادة مستويات الكبريت الزراعي وبإضافة اللقاح البكتيري يمكن إن تعزى إلى إن الكبريت قد يؤدي إلى زيادة نشاط البكتريا مما يؤدي إلى زيادة تثبيت النتروجين الجوي، إذ إن الكبريت يدخل في تركيب أنزيم النتروجينيز المسؤول عن عملية تثبيت النتروجين حيويا (Tisdale و Nelson، 1975) .كما أشار Aleem، (1975) إلى إن أكسدة الكبريت حيويا تؤدي إلى تحرير الطاقة التي تستفيد منها الأحياء المجهرية في نشاطها الحيوي .

إن إضافة اللقاح البكتيري مع المستوى (120 كغم N . هكتار$^{-1}$+150 كغم كبريت.هكتار$^{-1}$) أعطت أعلى طول للنبات ووزن جاف، إذ بلغ (157,5 سم ، 235,0 غم .نبات$^{-1}$ على التوالي وبزيادة معنوية قدرها (36,95 % ، 28,76 %) لكل من أطوال النبات والوزن الجاف على التوالي مقارنة بالمعاملة (160 كغم N. هكتار$^{-1}$ + 100 كغم.هكتار$^{-1}$) وبدون إضافة اللقاح البكتيري التي سجلت (115,0 سم ، 182,5 غم .نبات$^{-1}$). في حين إن الزيادة لم تكن معنوية بين المعاملة (120 كغم N .هكتار$^{-1}$+ 150 كغم كبريت .هكتار$^{-1}$) والمعاملة (80 كغم N .هكتار$^{-1}$ + 150 كغم كبريت .هكتار$^{-1}$) وبإضافة اللقاح البكتيري، لذلك تعد المعاملة الأخيرة هي الأفضل وذلك لتحقيق النمو الأمثل في مكونات النبات بدلا من زيادة السماد النيتروجيني وما يسببه من أثار سلبية على البيئة.

أوضح كل من Landemann وآخرون، (1991) والنعيمي، (1999) الآثار الجانبية لإضافة الكبريت، إذ يتأكسد بايولوجيا إلى حامض الكبريتيك مما يساعد على خفض درجة تفاعل التربة مما يؤدي إلى جاهزية العناصر ومنها العناصر الصغرى ،فضلا عن تكوين مجموعة جذرية جديدة تساعد في رفع كفاءة النباتات في امتصاص المغذيات.

أظهرت النتائج في الجدول (4) إن عدد السلاميات وعدد الأفرع ازدادت معنويا بزيادة مستويات النتروجين مقارنة بعدم إضافته، بغض النظر عن إضافة اللقاح البكتيري والكبريت الزراعي . أعطى المستوى (120) كغم N .هكتار$^{-1}$ أعلى عدد للسلاميات وعدد الأفرع وبفروق معنوية عن باقي المستويات الأخرى . أدت زيادة مستويات الكبريت الزراعي إلى زيادة معنوية في عدد السلاميات وعدد الأفرع مقارنة بعدم إضافته ، بغض النظر عن إضافة اللقاح البكتيري والسماد النيتروجيني، أعطى المستوى (150) كغم كبريت. هكتار$^{-1}$ أعلى عدد للسلاميات وعدد الأفرع إذ بلغت (34,55 ، 9,30)على التوالي وبفروق معنوية عن باقي المستويات الأخرى . يعد الكبريت احد العناصر الأساسية الضرورية في تغذية النبات فهو يدخل في تركيب بعض الفيتامينات والأحماض الامينية ويؤثر في اختزال النترات إلى آمونيا وبالتالي تكوين البروتين في أنسجة النباتات (Tisdale و Nelson ، 1975) .فضلا عن دوره المه ـم في العمليات الايضية للنبات (Lai-Jk وآخرون، 2000)، إذ بين كل من Mahmoud، (1999) وSaleep و Abdel-Ghani، (2000) إن إضافة الكبريت تزيد من النمو الخضري لعدد من المحاصيل. اثر التداخل بين مستويات النتروجين والكبريت الزراعي تأثيرا معنويا في عدد السلاميات وعدد الأفرع، بغض النظر عن إضافة اللقاح البكتيري . أعطت المعاملة (120 كغم N.هكتار$^{-1}$+150 كغم كبريت هكتار$^{-1}$) أعلى عدد للسلاميات وعدد الأفرع ، إذ كانت (38,0، 12,0) على التوالي. إن إضافـة الكبريت تزيد من استجابـة المحصول للسماد النيتروجيني (بكتاش وكاظم، 2002). أشار Mahmoud وآخرون ،(2004) إلى إن إضافة الكبريت تزيد من محتوى النتروجين في قرون البزاليا .

أدت إضافة اللقاح البكتيري من *A.chroococcum* إلى زيادة معنوية بلغت (13,24 % ، 31,42%) لكل من عدد السلاميات وعدد الأفرع على التوالي مقارنة بعدم إضافته، بغض النظر عن إضافة السماد النتروجيني والكبريت الزراعي. إذ إن للازوتوباكتر القدرة على إنتاج مواد منشطة للنمو كالجبريلينات والسايتوكينات والاوكسينات والفيتامينات التي تزيد من حجم المجموع الجذري ونمو الشعيرات الجذرية وبالتالي زيادة نمو النبات (Papic-vidakovic،2000).

أعطى المستوى (160) كغم N.هكتار$^{-1}$ وبدون إضافة اللقاح البكتيري أعلى عدد للسلاميات وعدد الأفرع ، إذ بلغت (34,66 ، 8,83) على التوالي مقارنة بالمعاملات الأخرى عند عدم إضافة اللقاح البكتيري ، في حين سجل المستوى (120) كغم N. هكتار$^{-1}$ وبإضافة اللقاح البكتيري أعلى عدد للسلاميات وعدد الأفرع ، إذ بلغت (38,83 ، 12,16) على التوالي مقارنة بجميع معاملات التجربة وبإضافة وعدم إضافة اللقاح البكتيري وبزيادة معنوية قدرها (12,03 % ، 37,71 %) لكل من عدد السلاميات وعدد الأفرع على التوالي مقارنة بالمستوى (160) كغم N .هكتار$^{-1}$ وبدون إضافة اللقاح البكتيري. أشار الشيباني ،(2005) إن إضافة *A.chroococcum* أدت إلى زيادة معنوية في مكونات نمو نبات الطماطم عند (50 % ، 100 %) من التوصية السمادية لـ NPK .

أدت زيادة مستويات الكبريت الزراعي إلى زيادة غير معنوية في عدد السلاميات ومعنوية في عدد الأفرع عند إضافة وعدم إضافة اللقاح البكتيري مقارنة بالمستوى (صفر) بغض النظر عن إضافة السماد النتروجيني. سجلت مستويات الكبريت وبإضافة اللقاح البكتيري زيادة معنوية مقارنة بالمستويات نفسها وبدون إضافة اللقاح، وأعطى المستوى (150) كغم كبريت .هكتار$^{-1}$ وبإضافة اللقاح أعلى القيم، إذ بلغت (36,60، 10,40) لكل من عدد السلاميات وعدد الأفرع على التوالي وبزيادة معنوية قدرها (12,61 % ، 26,82 %) على التوالي مقارنة بالمستوى نفسه وبدون إضافة اللقاح البكتيري. إن عدد السلاميات وعدد الأفرع عند المستوى (150) كغم كبريت .هكتار- 1 وبإضافة اللقاح البكتيري لاتختلف معنويا عن قيمها عند المستوى (100) كغم كبريت .هكتار$^{-1}$. إن زيادة مكونات نمو النبات بزيادة مستويات الكبريت وبإضافة اللقاح البكتيري يمكن إن يعزى إلى إن الكبريت له دور في تثبيت النتروجين الجوي بسبب العلاقة بين المحتوى العالي من الكبريت في أنزيم النتروجينيز وبالتالي زيادة تثبيت النتروجين الجوي بفعل البكتريا (Mortensen و Thorneley ، 1979) .

أعطت إضافة اللقاح البكتيري مع المستوى (120 كغم N.هكتار$^{-1}$ +150 كغم كبريت.هكتار$^{-1}$) أعلى عدد للسلاميات وعدد الأفرع ، إذ بلغ (40,5 ، 14,0) على التوالي وبزيادة معنوية قدرها (12,5 % ، 40,0 %) لكل من عدد السلاميات وعدد الأفرع على التوالي مقارنة بالمعاملة (160 كغمN.هكتار$^{-1}$ +150 كغم كبريت. هكتار$^{-1}$) وبدون إضافة اللقاح البكتيري. إن القيم عند المعاملة (120كغمN.هكتار$^{-1}$ + 150 كغم كبريت. هكتار$^{-1}$) وبإضافة اللقاح لاتختلف معنويا عن قيمها عند المعاملة (80 كغم N.هكتار$^{-1}$ + 150 كغم كبريت. هكتار$^{-1}$) .

جدول (3): تأثير التلقيح البكتيري ومستويات النتروجين والكبريت في الوزن الجاف (غم .نبات$^{-1}$).

مستويات النيتروجين	بدون تلقيح				التلقيح				المتوسط
	S_0	S_{100}	$S1_{50}$	المتوسط	S_0	S_{100}	$S1_{50}$	المعدل	
N0	105.0 l	140.0 hijk	150.0 fghijk	131.67 d	122.5 kl	152.5 fghijk	160.0 fghij	145.0 cd	138.33 d
N40	122.5 Kl	142.5 ghijk	167.5 fghi	144.17 Cd	132.5 jkl	175.0 defg	200.0 bcde	169.17 c	156.66 c
N80	135.0 ijkl	150.0 fghijk	170.0 efgh	151.67 Cd	175.0 defg	200.0 bcde	215.0 ab	196.67 b	174.16 b
N120	140.0 hijk	160.0 fghij	162.5 fghij	154.17 Cd	225.0 ab	220.0 ab	235.0 a	226.67 a	190.41 a
N160	150.0 fghijk	182.5 cdef	175.0 defg	169.17 C	205.0 abcd	210.0 abc	205.0 abcd	206.67 ab	187.91 ab
المتوسط	130.5 d	155.0 c	165.0 c	150.16 b	172.0 bc	191.5 ab	203.0 a	188.83 a	

تقارن قيم كل مجموعة من المتوسطات مع بعضها . القيم في المجموعة الواحدة ذات الحروف المتشابه لا تختلف معنويا بينها حسب اختبار دنكن متعدد الحدود بمستوى احتمال0.05 .

جدول (4): تأثير التلقيح البكتيري ومستويات النتروجين والكبريت في عدد السلاميات وعدد الأفرع .

عدد السلاميات

مستويات النيتروجين	بدون تلقيح				التلقيح				المتوسط
	S_0	S_{100}	S_{150}	المتوسط	S_0	S_{100}	S_{150}	المتوسط	
N_0	22.0 M	24.5 lm	26.5 klm	24.33 F	28.5 ijkl	30.0 ghijk	32.5 defghij	30.33 de	27.33 d
N_{40}	28.0 Jkl	29.0 hijkl	31.5 efghijk	29.50 E	31.0 fghijk	32.5 defghij	34.0 cdefgh	32.50 bcd	31.0 c
N_{80}	30.0 ghijk	31.0 fghijk	33.0 defghij	31.33 Cde	32.5 defghij	35.0 bcdefg	36.5 abcde	34.66 b	33.0 c
N_{120}	32.0 Efghij	34.0 cdefghi	35.5 abcdef	33.83 bc	37.5 abcd	38.5 abc	40.5 a	38.83 a	36.33 a
N_{160}	33.5 Cdefghi	34.5 bcdefg	36.0 abcdef	34.66 b	36.0 abcdef	37.5 abcd	39.5 ab	37.60 a	36.16 a
المتوسط	29.10 d	30.60 cd	32.50 bcd	30.73 b	33.10 abc	34.7 ab	36.6 a	34.80 a	

عدد الأفرع

مستويات النيتروجين	بدون تلقيح				التلقيح				المتوسط
	S_0	S_{100}	S_{150}	المتوسط	S_0	S_{100}	S_{150}	المتوسط	
N_0	3.5 h	5.0 gh	6.5 efgh	5.0 e	6.0 fgh	7.0 defgh	8.0 cdefg	7.0 cde	6.0 b
N_{40}	4.5 gh	6.5 efgh	7.0 defgh	6.0 de	7.0 defgh	8.0 cdefg	10.0 bcde	8.33 c	7.16 cd
N_{80}	6.0 fgh	6.5 efgh	7.5 cdefg	6.66 cde	9.0 bcdef	11.0 abc	12.0 ab	10.66 ab	8.66 b
N_{120}	7.5 cdefgh	8.0 cdefg	10.0 bcde	8.5 c	10.5 abcd	12.0 ab	14.0 a	12.16 a	10.33 a
N_{160}	7.0 defgh	9.5 bcdef	10.0 bcde	8.83 bc	7.5 cdefg	8.0 cdefg	8.8 cdefg	7.83 cd	8.33 bc
المتوسط	5.7 c	7.10 bc	8.20 b	7.0 b	8.0 b	9.20 ab	10.40 a	9.20 a	

تقارن قيم كل مجموعة من المتوسطات مع بعضها . القيم في المجموعة الواحدة ذات الحروف المتشابه لاتختلف معنويا بينها حسب اختبار دنكن متعدد الحدود بمستوى احتمال0.05 .

توضح النتائج في الجدول (5) إن حاصل الطماطم الكلي ازداد معنويا عند زيادة مستويات النتروجين مقارنة بعدم إضافته ، بغض النظر عن إضافة اللقاح البكتيري والكبريت الزراعي. وأعطى المستوى120كغم N.هكتار$^{-1}$ أعلى حاصل للنبات ، إذ بلغ 51,30طن .هكتار$^{-1}$. بين George وHanlon (1995) بان الحد الأدنى للنتروجين الذي يحتاجه محصول الطماطم للحصول على أعلى إنتاج هو مابين 100– 150 كغم N .هكتار$^{-1}$. أشار Tisdale وآخرون (1997) إلى زيادة حاصل النبات نتيجة إضافة الأسمدة النتروجينية من خلال تحسن الحالة التغذوية للنتروجين. أدت زيادة مستويات الكبريت الزراعي إلى زيادة معنوية في الحاصل الكلي للطماطم مقارنة بعدم إضافته ، بغض النظر عن إضافة اللقاح البكتيري والسماد النتروجيني. أعطى المستوى (150) كغم كبريت .هكتار$^{-1}$ أعلى حاصل للنبات، إذ بلغ (50,85) طن.هكتار$^{-1}$ وبزيادة معنوية قدرها (40.89 %) مقارنة بعدم إضافته. إذ أن إضافة الكبريت تخفض pH التربة مما يؤدي إلى زيادة ذوبانية وجاهزية عدد من العناصر(Lai-Jk وآخرون، 2000)، إذ أوضح Kandil و Gad،(2010) إن إضافة الكبريت تزيد من تركيز العناصر NPK والعناصر الصغرى (Fe , Mn , Zn) في ثمار الطماطم. هذه النتيجة تتفق مع ما توصل إليه كل من Bly وآخرون، (2001) و Fontanetto وأخرون، (2000) إذ بينوا إن زيادة مستويات الكبريت تؤدي إلى زيادة الحاصل . كما أشار Gad, Kandil، (2010) إلى إن إضافة الكبريت أدت إلى زيادة معنوية قدرها (8 %) في حاصل الطماطم مقارنة بمعاملة المقارنة.

كان للتداخل بين مستويات النتروجين والكبريت الزراعي تأثيرا معنويا في الحاصل الكلي للطماطم، بغض النظر عن إضافة اللقاح البكتيري. أعطت المعاملة (120 كغم N. هكتار$^{-1}$ +150 كغم كبريت .هكتار$^{-1}$) أعلى حاصل للطماطم، إذ بلغ (57,10) طن .هكتار$^{-1}$ وبزيادة معنوية قدرها (130,7 %) مقارنة بمعاملة بدون تسميد نتروجيني وكبريت زراعي. هذه القيم لاتختلف معنويا عن قيمها في المعاملات (160كغم N.هكتار$^{-1}$+ 150 كغم كبريت.هكتار$^{-1}$) و 120 كغمN.هكتار$^{-1}$+ 100 كغم كبريت .هكتار$^{-1}$) و(80 كغم N. هكتار$^{-1}$+150 كغم كبريت .هكت ـار$^{-1}$). أدت إضافـة اللقـاح البكتيـري من

جدول (5): تأثير التلقيح ومستويات النتروجين والكبريت في الحاصل الكلي للطماطم (طن . هكتار$^{-1}$).

مستويات النيتروجين	بدون تلقيح				التلقيح				المتوسط
	S_0	S_{100}	S150	المتوسط	S_0	S_{100}	S150	المتوسط	
N_0	22.5 k	37.7 ij	40.95 fghi	33.71 d	27.0 K	41.95 efghi	42.25 efghi	37.06 cd	35.39 c
N_{40}	28.32 k	44.35 defghi	44.85 defghi	39.17 bcd	29.6 Jk	46.35 defghi	47.05 cdefghi	41.0 bcd	40.08 b
N_{80}	37.37 ij	47.15 cdefghi	50.75 bcdef	45.09 abc	48.05 cdefgh	48.8 cdefg	59.0 ab	51.95 a	48.52 a
N_{120}	38.5 Hij	50.9 bcde	54.1 abcd	47.83 ab	47.90 Cdefgh	56.30 abc	60.1 ab	54.73 a	51.3 a
N_{160}	41.65 efghi	52.15 abcd	60.5 a	51.43 a	40.05 Ghi	46.8 cdefghi	48.95 cdefg	45.26 abc	48.35 a
المتوسط	33.66 B	46.45 a	50.23 a	43.43 b	38.52 B	48.04 a	51.47 a	46.01 a	

تقارن قيم كل مجموعة من المتوسطات مع بعضها . القيم في المجموعة الواحدة ذات الحروف المتشابه لاتختلف معنويا بينها حسب اختبار دنكن متعدد الحدود بمستوى احتمال 0.05.

A.chroococcum إلى زيادة معنوية في الحاصل الكلي للطماطم بلغت (5,89 %) مقارنة بعدم إضافته ، بغض النظر عن إضافة السماد النتروجيني والكبريت الزراعي . إذ إن التلقيح بالازوتوباكتر لايحسن النمو ومحتوى الكلوروفيل فقط ، بل يحسن امتصاص ونقل الايونات إلى الجزء الخضري (Hajeeboland وآخرون،2004). وبين الشيباني ، (2005) إن إضافة بكتريا *A.chroococcum* أدت إلى زيادة معنوية في الحاصل الكلي للطماطم بلغت (8,3 %). أعطى المستوى (160) كغم N .هكتار $^{-1}$ وبدون إضافة اللقاح البكتيري اعلي حاصل للطماطم، بغض النظر عن إضافة الكبريت الزراعي ، إذ بلغ (51,43) طن. هكتار$^{-1}$ مقارنة بجميع المعاملات وعند عدم إضافة اللقاح ، في حين أعطى المستوى (120 كغم N.هكتار$^{-1}$) وبإضافة اللقاح البكتيري أعلى حاصل للطماطم، إذ بلغ (54,73) طن. هكتار$^{-1}$ مقارنة بجميع معاملات التجربة، وبزيادة غير معنوية مقارنة بالمستوى (160 كغمN.هكتار$^{-1}$ وبدون إضافة اللقاح البكتيري . لم تختلف قيم الحاصل عند المستوى (120) كغم N .هكتار $^{-1}$ وبإضافة اللقاح البكتيري معنويا عن قيمها عند المستوى (80) كغم N.هكتار$^{-1}$ ، إذ بلغ الحاصل (51,95) طن .هكتار $^{-1}$. أدت زيادة مستويات الكبريت الزراعي إلى زيادة معنوية في الحاصل الكلي للطماطم مقارنة بعدم إضافته وعند إضافة وبدون إضافة اللقاح البكتيري ، بغض النظر عن إضافة السماد النيتروجيني. لم يختلف حاصل الطماطم عند مستويات الكبريت وبدون إضافة اللقاح البكتيري معنويا عن قيمته عند المستويات نفسها وبإضافة اللقاح البكتيري. أعطت المعاملة (160كغم N.هكتار$^{-1}$+ 150 كغم كبريت.هكتار $^{-1}$) وبدون إضافة اللقاح البكتيري أعلى حاصل للطماطم، إذ بلغ (60,5) طن. هكتار$^{-1}$ مقارنة بجميع المعاملات الأخرى، وبفروق غير معنوية عن المعاملة (120كغمN .هكتار $^{-1}$ + 150 كغم كبريت.هكتار$^{-1}$) والمعاملة (80 كغم N.هكتار$^{-1}$ + 150 كغم كبريت .هكتار $^{-1}$) إذ بلغ الحاصل عند هاتين المعاملتين (60,1، 59,0) طن .هكتار $^{-1}$ على التوالي .لذلك وبالرغم من تحقق الحاصل الأعظم عند (160 كغم N.هكتار$^{-1}$ +150 كغم كبريت. هكتار$^{-1}$) إلا إن معاملة إضافة (80 كغم N. هكتار$^{-1}$ + 150 كغم كبريت. هكتار$^{-1}$) تعد هي الأفضل وذلك لتحقيق الحاصل الأمثل بدلا من زيادة السماد النتروجيني وما يسببه من أثار سلبية وعدم زيادة الحاصل من خلاله زيادة معنوية.

نستنتج من هذه الدراسة بان المعاملة (160 كغم N. هكتار$^{-1}$ + 150 كغم كبريت.هكتار $^{-1}$) وبإضافة اللقاح البكتيري أعطت أعلى حاصل إلا إن معاملة إضافة (80 كغم N. هكتار$^{-1}$ + 150 كغم كبريت. هكتار$^{-1}$) وبإضافة اللقاح البكتيري تعد المعاملة المفضلة لان زيادة السماد النيتروجيني عن هذا المستوى أدت إلى زيادة غير معنوية سواء بالحاصل الكلي أو بطول النبات والوزن الجاف وعدد السلاميات وعدد الأفرع، وهذا يعني بأنه ستكون الإضافة السمادية غير مجدية اقتصاديا أي إن البكتريا قد وفرت (50 %) من كمية السماد النتروجيني.

4. المراجع

التلال،حسين. (2000). زراعة الطماطم في المناطق الصحراوية. مطبعة النجف الاشرف.

ألزغبي، محمد منهل والضمان ، فاطمة وكريدي ، نبيلة وارسلان، اواديس. (2007). عزل بكتريا الازوتوباكتر من بعض الترب السورية واختبار فعاليتها في تثبيت الازوت الجوي في التربة. مجلة باسل الأسد للعلوم الهندسية. العدد (37).

الشيباني، جواد عبد الكاظم كمال. (2005). تأثير إضافة المادة العضوية والمبيد الحيوي *T.harzianum* والبكتيري*A.chroococcum* في نمو وحاصل نبات الطماطم. أطروحة دكتوراه.كلية الزراعة- جامعة بغداد.

النعيمي، سعد الله نجم عبد الله. (1999). الأسمدة وخصوبة التربة. الطبعة الثانية. جامعة الموصل.

بكتاش، فاضل يونس وكاظم، محمد هذال (2002) استجابة الحنطة لمستويات من السماد النتروجيني والكبريت. مجلة العلوم الزراعية العراقية. مجلد 33 العدد 3. صفحة (135 – 142).

سهيل، فارس محمد وعبود، محمد علي وفرحان، لؤي داود. (2010). تأثير التداخل بين بكتريا *Azotobacter chroococcum* والمادة العضوية والسماد النيتروجيني في نمو الذرة الصفراء مجلة الانبار للعلوم الزراعية. مجلد 8 العدد (4). صفحة (172 –181).

محمود، سعد علي زكي، عبد الوهاب محمد عبد الحافظ، محمد الصاوي ومحمد مبارك. (1997). ميكروبيولوجيا الأراضي. الطبعة الثانية، القاهرة.

نظام، عدنان احمد علي والأشقر ، كمال. (2007). بيولوجيا الأحياء الدقيقة . منشورات جامعة دمشق - كلية العلوم.

4. REFERENCES

Aleem M. I. H.(1975). Biochemical reaction mechanisms in sulfur oxidation by synthetic bacteria. Plant Soil 43:578-607.

Alexander M. (1977). Introduction to soil microbiology.2*nd*ed. John Wiley and Sons.New York

Beck D. P., Materon L. A., and Afandi F. (1993). Partical Rhizobiumlegume technology. Mannual, No. 9 ICARDA. Aleppo, Syria

Bly H., Woodard H. and Winter D. (2001). Corn response to sulfur application. pub. South Dakota University. pp. 1-4.

Fontanetto H., Keller O., Inwinkelried R., Citroni N. and Garca F. (2000). Phosphorus and sulfur fertilization of corn in the northern pampas. Better Crops Inter.14 (1):1-4.

George J. H. and Hanlon E. A. (1995). Comercial vegetable crop nutrient require-ments in Florida. Gainesville. Univ. of Florida. SP 177. Florida Coop.Ext. Serv .

Govedarica M., Milic V. and Grozdenovic D. J (1993). Efficiency of the association between *Azotobacter chroococcum* and some tomoto varieties. Zemljiste-i-biljka (Yugoslavia) V.42 (2), P. 113-120.

Govedarica M., Tasic M., Milosvic N. and Jarak M. (1995). Nitrogen- fixing organisms applied in wheat production. Sovremena-poljoprivreda (Yugoslavia). 49: 127-131.

Hajeeboland R., Asgharzadeh N. and Mhrfar Z. (2004).Ecological study of *Azotobacter* in two pasture lands of the north – west Iran and its inoculation effect on growth and mineral nutrition of wheat plant.Journal of Science and Technology of Agriculture and natural Resources. V. 8 P : 75- 90.

Janzen H. H and Betteny J. R. (1984).Sulphur nutrition of rafe seed influence of fertilization nitrogen and sulphur rates. Soil Sci.Soc. Am.J.48.100-107.

Kandil H. and Gad N. (2010). Response of tomato plants to sulphur and organic fertilizer .International Journal of Academic Research. V.2 No.3 P: 204- 210.

Lai-JK., Mishra B. and Sarkar Ak. (2000). Effect of sulphur on availability of some plant nutrients. Indian J.Society of Soil Science. 48 (1): 67-71.

Landemann W.C., Aburto J.J., Haffiner W and Bono A. (1991). Effect of sulfur on sulfur oxidation . Soil Sci. Soc. Am. J. 55:85-90.

Mahmoud Assmaa R., Hafeez Magda M. and Ahmed A. A.(2004). Response of pea plant to the sulphur addition with organic and inorganic nitrogen fertilizer. Egypt J. Appl. inorganic nitrogen fertilizer. Egypt J. Appl. Sci. 19 (2) : 245-261.

Mahmoud F.L. (1999).Effect of sulphur application on plant growth ,yield components and chemical constituents of pea cultivates. Egypt. J. Appl. Sci.13(4) :111-118 .

Mashhoor W. A., El-Borollosy M. A., Selim Sh., Nasr Sohair A. and Abdel-Azeem Hoda H.M.. (2002). Production of an N_2 –fixing inoculant resistant to environmental stress condition for application as N-Bio-Fertilizer in desert soil .Ura b univ. J.Agric. Sci,Ain Shams Univ.Cairo. 10 (2): 567-580

Mortensen L.E. and Thornley R.N.F. (1979). Structure and function of nitrogennase. Ann. Rev. Biochem. 48: 387- 418.

Narula N. (2000). Azotobacter as an organism. Azotobacter in sustainable Agriculture ch (1).ed Neetr N. India.

Papic-Vidakovic T. (2000). An efficiency of *Azotobacter* soil. Univerzitet u Novom sadu, Novi sad (Yugoslavia). Poljprivredni fakultet.

Sajid M. N., Zahir A., Naveed M., Arshad M . and Shahzad S.M.(2006). Variation in growth and ion uptake of maize due to inoculation with plant growth promoting rhizobacteria under salt stress. Soil and Environ. 25(2):78- 84.

Saleep S.R. and Abdel-Ghani M.M. (2000). Effect of sulphur application and *Rhizobium* inoculation on growth, nodulation and yield of soybean, Egypt J.Appl.Sci.15 (4):93-101.

Tisdale S.L., and Nelson W.L.(1975). Soil Fertility and Fertilizers.3rd ed. MacMillan Publishing Co., Inc., New York.

Tisdale S.L.,Nelson.W.L.and Beaton J.D.(1986).Soil fertility and ferilizers. MacMillan publishing company,New York.Collier MacMillan publishing London.

Tisdale S.L., Nelson W.L., Beaton J.D. and Havlin J.L. (1997). Soil fertility and fertilization 5rd Ed. prentices. Hall of India Pvt .Ltd. Newdelhi-110001.