مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية ــ (2010) ــ المجلد (26) ــ العدد 2 ــ الصفحات: 43-58

تأثير التلقيح البكتيري والتسميد الكيميائي في إتاحة الزنك في التربة وإنتاجية العدس

موفق يونس سلطان[1]

الملخص

أجريت تجربة في حقول قسمِ علوم التربةِ والمياه التابعة لكليَّة الزراعة والغابات جامعة الموصل (تربة Haplocalcids) لدِراسَة تأثيرِ التسميد بالرايزبيوم وتداخله مع التسميد النتروجيني والفوسفاتي في إتاحة الزنك (في التربة) وتأثير ذلك في إنتاجية العدس. صممت التجربةُ وفق القطاعات العشوائية الكاملة (RCBD) لثلاثة مستويات من النتروجين (صفر و40 و80 كيلوغرام N/ هكتار) من سماد اليوريا (46%N) وثلاثة مستويات من الفسفور(صفر و40 و80 كيلوغرام P/ هكتار) من سماد السوبر فوسفات ومعاملتان من التلقيحِ البكتيري إذ تم تلقيح نصف المعاملات (بخَليْط منْ ثلاث سلالات Le_{719}, Le_{726} and Le_{735} من بكتريا الرايزوبيوم (*Rhizobium leguminosarum*) والنصف الآخر دون تلقيح بكتيري وبثلاثة مكررات لكل معاملة وبهذا أصبح عدد الوحدات التجريبية 54. وقد أضيف سماد البوتاسيوم بمعدل 10كغ/هكتار إلى جميع الوحدات التجريبية. لقحت البذور بالرايزوبيوم قبل الزراعة وزرعت في حفر ضمن خطوط داخل الألواح (1×2م) المسافة بين خط وآخر 20 سم وبمعدل 3-4 بذرة/جوره (20كغ/ هكتار). أخذت نماذج من التربة في ثلاثة أزمان من عمر النبات 75 و105 و134 يوماً (النمو الخضري وبداية التزهير وعند الحصاد) وأخذ المحصول، جففت العينات النباتية وعينات التربة، وقُدّر تركيز الزنك المتاح في التربة وحسب المحصول بالهكتار لكل وحدة تجريبية وحللت النتائج إحصائياً. أوضحت النتائج أن بكتريا الرايزوبيوم تؤدي دوراً كبيراً في زيادة إتاحة الزنك في التربة وفي مراحل نمو النبات المختلفة وزيادة محصول الحبوب سواء أضيفت بمفردها أو مع المعاملات السمادية الكيميائية، وقد أدت إضافة كل من السماد النتروجيني والفوسفاتي إلى زيادة محصول العدس وانخفاض غير معنوي في محتوى الزنك المتاح في التربة، خصوصاً عندما أضيف كل سماد بمفرده، وعند المستويات السمادية المضافة جميعها.

الكلمات المفتاحية: تلقيح بكتيري، إتاحة الزنك، إنتاجية العدس، الرايزوبيوم.

[1] قسم علوم التربة والمياه، كليَّة الزراعة والغابات، جامعة الموصل، الموصل، العراق.

Effect of Rhizobial Bacteria and Chemical Fertilizers on Zinc Availability for Lentil

Mowafaq Younis Sultan[(1)]

ABSTRACT

Field experiment was conducted in the fields of soil and water science at the Faculty of Agriculture and Forestry University of Mosul. Haplocalcids soil was used to study the effect of rhizobial inoculation and their interaction with N and P fertilizers on available zinc and its impact on the lentil yield (*Lens culinaris*). Experiment was carried out as (RCBD) design for the three levels of nitrogen (zero, 40 and 80 kg N/ ha) of urea (46% N) and three levels of phosphorus (zero, 40 and 80 kg P / ha) of fertilizer super phosphate and two bacterial inoculations (Half treatments have been inoculated with a mixture of three strains of *Rhizobium leguminosarum* and the other half without inoculated). Three duplicates for each treatment and that the number of experimental units is 54 units a pilot. Potassium fertilizer has been added at 10 kg/ ha to all experimental units. Samples of soil were taken in three time periods during the growth of the plant 75, 105 and 134 days, dried specimens of plant and soil samples, were estimated, concentration of zinc in the soil was determine. The results showed that the inoculation play a significant role in increasing the availability of zinc in the soil at different stages of plant growth and increase the sum of grains which were added either alone or with added chemical fertilizer at various treatments, the addition of N and P fertilizer cause an increase in yield of lentils and no cause anon significant decrease in availability of zinc especially when each fertilizer was added alone.

Key words: Bacterial inoculation, Zinc availability, Yield of lentil, Rhizobium.

[(1)] Dept. of Soil &water Sci. College of Agri. and Forestry, University of Mosul, Mosul, Iraq.

المقدمة

يُعدُّ العدس من المحاصيل المهمة التي تسهم في تغذية الإنسان دون حدوث تدهور للبيئة والتربة، وهو يحتوي على نسبة عالية من البروتين تصل 22-26%، وعليه فهو مصدر بديل ورخيص للحوم في البلدان الفقيرة (Whitehead وآخرون؛ 1998، مراد؛ 1999) تُعدُّ بقاياه غنية بالنتروجين والكربون والعناصر الغذائية الأخرى. وقد ازدادت زراعته عالمياً ازدياداً مضطرداً، وبلغت المساحة المزروعة 3.404 مليون هكتار حسب إحصائيات منظمة الغذاء والزراعة الدولية (FAO؛ 1998) وبإنتاج كلي قدره 3 مليون طن بمعدل 878 كغ/هكتار. وطبقاً لتقرير منظمة الغذاء والزراعة الدولية (Anon؛ 1988). يزرع العدس في بعض الدول العربية كالمغرب ومصر وسورية والعراق حيث بلغت المساحة المزروعة فيها (95، 9، 67 و7) ألف هكتار وبمعدل إنتاج بلغ (53، 15، 63 و6) ألف طن على التوالي. كما ازدادت زراعة العدس في العراق مؤخراً حيث بلغت المساحة المزروعة 22130 هكتار في عام 1996 بعد أن كان 6300 هكتار عام 1977، ورافق ذلك انخفاض في معدل إنتاجية وحدة المساحة من 951 كغ/هـ إلى 576 كغ/هـ في عام 1996 (مجهول؛ 1998).

توصل Saxena، (1988) إلى أن لبكتريا الرايزوبيوم لنبات العدس القدرة على تثبيت النتروجين الجوي وسد احتياجات العدس من النتروجين بنحو 80% وذلك بمعيشتها التكافلية مع هذا النبات، ووجد العارضي (1997) أن كمية النتروجين المثبتة كانت بين 88-104 كغ/هكتار سنوياً، ولاحظ Halder وآخرون (1990) أن بعض سلالات الرايزوبيوم تؤدي دوراً مهماً في إذابة الصخر الفوسفاتي وزيادة فسفور التربة المتاح، وأكد سلطان (2005) أن لبكتريا رايزوبيوم نبات العدس القدرة على إذابة المركبات الفوسفاتية القليلة الذوبان كالصخور الفوسفاتية، وسد جزء من متطلبات النبات من الفسفور وزيادة إنتاجية العدس.

ويعدُّ الزنك من العناصر الضرورية لنمو النبات ويؤدي دوراً كبيراً في العديد من الوظائف الحيوية (النعيمي، 1987)، وتكون كمية الزنك الذائب في محلول التربة والناتج من عمليات التجوية للمعادن الأولية أو المتحرر من المعادن الثانوية قليلة جداً مقارنة بكمية الزنك الكلي للتربة إذ إن الزنك قد يتعرض كباقي العناصر الغذائية الصغرى إلى امتزاز قوي عند وجود كربونات الكالسيوم النشطة (Leeper، 1952) مما يؤثر في نوعية وكمية الحاصل ولهذا فإن معظم المحاصيل المزروعة في أراضينا غالباً ما تظهر عليها أعراض نقص الزنك. وتوصل سليمان والطائي (1990) إلى أن إضافة الزنك إلى التربة الكلسية أدى إلى زيادة معنوية في بعض صفات حبوب الذرة الصفراء ومحصولها.

يقتضي التطور الزراعي الحديث استخداماً أفضل لنشاط وفعالية أحياء التربة الدقيقة

وإمداد النبات ببعض العناصر الغذائية الضرورية كمصدر بديل ورخيص وآمن بيئياً مقارنةً بالأسمدة الكيميائية.

ولأهمية كل ذلك وقلة البحوث التي تتناول دور بكتريا الرايزوبيوم في إمداد تجهيز النبات ببعض العناصر الصغرى كالزنك بزيادة إتاحته في التربة، وكذلك معرفة العلاقة بين الرايزوبيوم والتسميد النتروجيني والفسفور ودورها في هذه العملية البيولوجية، عليه فقد تناولت دراستنا استخدام ثلاث سلالات من بكتريا الرايزوبيوم مع التسميد الكيميائي لمعرفة إمكانية زيادة إتاحة الزنك في التربة وإنتاجية العدس.

مواد البحث وطرائقه

السلالات المستخدمة

تم الحصول على ثلاث سلالات من البكتريا العقدية *Rhizobium leguminosarum* وهي Le_{719} وLe_{726} وLe_{735} من المركز الدولي للبحوث الزراعية في المناطق الجافة (ICARDA) في حلب/سورية، وتم تنشيطها وتنميتها بشكل سلالات نقية في أطباق بتري تحتوي على الوسط الغذائي Yeast Extract Manitol Agar ودراسة بعض الصفات المورفولوجية (صبغة غرام، حجمها، شكلها، لون المستعمرات والحركة) وإكثارها في أنابيب اختبار تحتوي الوسط الغذائي السابق نفسه بشكل مائل (agar slant) وحُضّنت في الحاضنة على درجة حرارة 28مْ مدة 72 ساعة حتى ظهور نمو البكتريا بشكل جيد على سطح الوسط الغذائي ثم حُفظت في الثلاجة.

تحضير اللقاح البكتيري

يُحَضَر اللقاح بزراعة وتلقيح كل سلالة من السلالات السابقة في دوارق زجاجية مخروطية (250 مل) تحتوي على بيئات غذائية سائلة (Yeast Extract Manitol Broth) معقمة بالمؤصدة (Autoclave) على درجة حرارة 121مْ وضغط 15 باوند/ انش^2 مدة 20 دقيقة، تحضن في الحاضنة الرجاجة على درجة حرارة 28 مْ مدة 72 ساعة، إذ يمكن استخدامها كلقاح بكتيري حديث النمو.

اختيار الموقع

اختير موقع كلية الزراعة والغابات داخل جامعة الموصل في تربة مصنفة ضمن مجموعةHaplocalcids إذ تم وصف مقد (مقطع) التربة في الجدول (1).

الجدول (1) الوصف المورفولوجي لتربة الحقل

الموقـــع	حقول كلية الزراعة والغابات داخل جامعة الموصل
المناخ	حار جاف صيفاً بارد شتاءً
الأمطار	شبه مضمونة الأمطار(250-350مم)
الانحدار والطبوغرافية	مستوية
الصرف	متوسطة الصرف
الانجراف	قليل
الملوحة	غير ملحية
استعمال الأرض	تستعمل لزراعة الخضر في دورات زراعية عشوائية من قبل الفلاحين (الـــسلق والبصل والثوم والكرفس والفجل)
تصنيف التربة	Haplocalcids (الترب البنية) Arid sols
العمق	0 – 30 سم
لون التربة	الحالة الجافة بني فاتح 10 YR 7/4 pale الحالة الرطبة بني 10 YR 5/4
النسجة (النسيج)	Clay Loam
تاريخ الوصف	2004/11/25

أخذت عينات تربة ممثلة للحقل قبل الزراعة، جففت هوائياً وطحنت خلال منخل 2مم وأجريت لها تحاليل فيزيائية وكيميائية وميكروبيولوجية كما هو مبين في الجدول (2).

العمليات الزراعية

حرثت الأرض حراثتين متعامدتين مع التنعيم والتسوية لغرض تنفيذ تجربـــة تـــصميم قطاعات عشوائية كاملة (RCBD)، وتم عمل الوحدات التجريبية بشكل أحواض 1×2 م.

تلقيح البذور بالرايزوبيوم

وضعت بذور العدس (*Lens culinaris*) Lentil صنف إدلب 3 التي تم الحـــصول عليها من المركز (ايكاردا/حلب/ سورية) في أوعية زجاجية (وهو صنف معتمد ومنتخب في مراكزها البحثية ويمتاز بمقاومته للاضطجاع والإصابة بفطر الـــ *Fusarium* الـــذي يصيب معظم أصناف العدس)، عقمت بكلوريد الزئبق المحمض 1% بغمرها في المحلول مدة ثلاث دقائق ثم بالكحول الاثيلي 95% مدة ثلاث دقائق ثم غسلت بالماء المقطر المعقم خمس مرات، لقحت البذور بخليط من السلالات البكتيرية السابقة وبمعدل (3.5×10^7 1/ مل) كما جاء في (Vincent؛ 1970) وذلك بتغطيس البذور مدة نصف ساعة في المعلق البكتيري المضاف إليه سكر وحليب لزيادة لصق اللقاح البكتيري على ســـطح البـــذور،ثم نقلت البذور إلى سطح معقم وتركت في الهواء الطلق في ظل الحقل وجوّه بعيداً عن أشعة الشمس المباشرة حتى الجفاف، ثم غلفت بكربونات الكالسيوم للمحافظة على الرايزوبيـــوم وبقائها أطول مدة ممكنة على سطح البذور بعد زراعتها، وترك قسم مـــن البـــذور دون تلقيح. زُرعتْ مباشرة في حفر على خطوط داخل.

الجدول (2) بعض الصفات الكيميائية والفيزيائية لتربة الحقل قبل الزراعة مع بيـــان الطرائـــق المستخدمة في التقدير والمصادر.

نوع التحليل	القيمة	وحدة القياس	الطريقة ونوع الجهاز	المصدر
التوصيل الكهربائي	1.03	ديسيمينز.م$^{-1}$	العجينة المشبعة جهاز EC- meter	Richards 1954
تفاعل التربة	7.8	–	العجينة المشبعة جهاز pH –meter	Mckeague 1982
السعة التبادلية للايونات الموجبة	25.1	سنتيمول. شحنة. كغ$^{-1}$ تربة	خلات الصوديوم خلات الامونيوم	Richards 1954
المادة العضوية	18.2	غ.كغ$^{-1}$ تربة	طريقة Walkley	1974،FAO
كاربونات الكالسيوم	345		المعايرة	
الايونات الذائبة				
الكالسيوم Ca^{+2}	3.28	سنتيمول. شحنة.كغ$^{-1}$	طريقة EDTA	Richards 1954
المغنيسيوم Mg^{+2}	0.35			
البوتاسيوم K^{+}	0.26		جهاز Flamephotometer	
الصوديوم Na^{+}	0.21			
النتروجين	13.5	مغ.كغ$^{-1}$ تربة	جهاز المايكروكلدال	–
الفسفور	25.5		اولسن المعدلة وجهاز Spectrophotometer	Page وآخرون،1982
البوتاسيوم	80		جهاز Flamephotometer	Black 1965
النسجة	**Clay Loam**			
الرمل	400	غ.كغ$^{-1}$ تربة	الماصة Pipette	1965 Day
الغرين	304			
الطين	296			
البكتريا الكلية	1.58×10^{8}	CFU.غ$^{-1}$ تربة	Standard plate tech.	1965 Black
الفطريات الكلية	2.15×10^{4}			

الأحواض (القطع 1×2م) المسافة بين خط وآخر 20 سم وبمعدل 3–4 بذور/ حفرة (80 كغ/هكتار).

القياسات الحقلية والتحليلات المختبرية:

أخذت عينات النبات في ثلاث مراحل من عمر النبات (75، 105، 134 يومـــاً مـــن الزراعة) الأولى تمثل مرحلة النمو الخضري، والثانية تمثل مرحلة بداية التزهيـــر، أمّـــا المرحلة الأخيرة فهي مرحلة الحصاد أخذت عشرة نباتات مـــن كـــل حـــوض بـــصورة عشوائية بعد ترك الخط القريب من الحافات، جففت في الفرن الكهربـــائي علـــى درجـــة حرارة 65–70 مْ إلى حين ثبات الوزن، وقُدّر معدل وزن النبات الجاف الواحد، طحنـــت العينات وحفظت في أكياس النايلون في مكان جاف إلى حين تحليلها حيث تم تقدير الزنك فيها على أساس وزن النبات الجاف عن طريق هضم العينات النباتية باستخدام حـــامض

الكبريتيك المركز وحامض البيروكلوريك حسب ما ورد في (Ryan وآخرين؛ 2001) باستخدام جهاز الامتصاص الذري.

أخذ عينات التربة:

أُخذت نماذج التربة في وقت أخذ العينات النباتية نفسه للمراحل الثلاث المذكورة أعلاه، وبمعدل 5 عينات على عمق (0-15 سم) من كل وحدة تجريبية ومن الخطوط الوسطية، خلطت نماذج كل وحدة تجريبية خلطاً جيداً وجففت هوائياً، وأُخذ وزن مناسب لإجراء التحاليل وتقدير الزنك فيها.

الحصـــاد:

بعد امتلاء القرون وقبل جفاف المحصول تماماً (المرحلة الثالثة بعد 134 يوماً) حُصد المحصول، بأخذ عشرة نباتات عشوائياً من كل وحدة تجريبية حيث تم حساب وزن الحبوب فيها ثم حسب الإنتاج الكلي لكل وحدة تجريبية بعدما حسب عدد النباتات في كل وحدة تجريبية والتعبير عنها بوحدة كغ حبوب/ هكتار. حللت النتائج إحصائياً باستخدام الحاسبة الإلكترونية بإجراء اختبار دنكن متعدد الحدود وعند درجة احتمالية 0.05 (الراوي، 1977) وكذلك القيم الإحصائية الأخرى باستخدام نظام SAS (2001).

النتائج والمناقشة

1- إتاحة الزنك في التربة

تشير نتائج الجدول (3) إلى أن للتلقيح البكتيري تأثيراً معنوياً في إتاحة الزنك حيث بلغ معدل الزنك المتاح في المعاملات الملقحة (1.49 مايكرو غرام.غرام$^{-1}$) بزيادة على المعاملات غير الملقحة (1.26 مايكرو غرام.غرام$^{-1}$) بمقدار18.25% وقد يعود السبب لقابلية هذه البكتريا على إفراز بعض الأحماض العضوية وخفض الرقم الهيدروجيني للتربة (سلطان، 2005) الذي يساعد في زيادة إتاحة الزنك. ولم يلاحظ وجود فروق معنوية للزنك المتاح نتيجة إضافة النتروجين أو الفسفور سواء في المعاملات الملقحة أو غير الملقحة، وقد لوحظ وجود انخفاض بسيط غير معنوي في المعاملات غير الملقحة عند إضافة مستويات النتروجين وحدها، وكذلك الحال مع مستويات الفسفور المضافة وحدها، أما في المعاملات الملقحة فقد أدت إضافة النتروجين بمعدل 40 كغ (1.71مايكرو غرام.غرام$^{-1}$) إلى زيادة معنوية في الزنك المتاح الجاهز بمعدل 17.93 و24.82%في المعاملتين الملقحة وغير الملقحة، ودون إضافة النتروجين على التوالي. ولم يلاحظ وجود أية فروق معنوية في المعاملات التي سمدت بـ80كغ N /هـ عن المعاملات غير المسمدة بالنتروجين على الرغم من وجود زيادة غير معنوية في المعاملة الملقحة على غير الملقحة وبمعدل 30.69% عند مستوى النتروجين المضاف نفسه (80 كغ/هـ).

الجدول (3) تأثير التلقيح البكتيري والتسميد الكيميائي في إتاحة الزنك في التربة (مايكرو غرام. غرام$^{-1}$) بعد 75 يوماً من الزراعة.

المعاملات		صفر فسفور	40 P	80 P	تداخل التلقيح والنتروجين	معدل التلقيح	معدل النتروجين
غير ملقح	صفر نتروجين	1.37 أ ب ج	1.32 أ ب ج	1.27 أ ب ج	1.32 ب		
	40 N	1.11 ج	1.33 أ ب ج	1.39 أ ب ج	1.28 ب		
	80 N	1.01 ج	1.24 أ ب ج	1.31 أ ب ج	1.19 ب		
ملقح	صفر نتروجين	1.45 أ ب ج	1.67 أ ب	1.72 أ	1.61 أ		
	40 N	1.71 أ	1.67 أ ب	1.47 أ ب ج	1.61 أ		
	80 N	1.32 أ ب	1.16 أ ب ج	1.28 أ ب ج	1.25 ب		
تداخل التلقيح والفسفور	ملقح غير	1.16 ب	1.30 أ ب	1.32 أ ب		1.26 ب	
	ملقح	1.49 أ	1.50 أ	1.49 أ		1.49 أ	
تداخل الفسفور والنتروجين	صفر نتروجين	1.41 أ	1.49 أ	1.49 أ			1.47 أ
	40 N	1.40 أ	1.50 أ	1.43 أ			1.44 أ
	80 N	1.17 أ	1.20 أ	1.29 أ			1.22 ب
معدل الفسفور		1.33 أ	1.40 أ	1.40 أ			

المتوسطات التي تأخذ الحروف نفسها في العمود الواحد لاتختلف عن بعضها معنوياً

ويمكن ملاحظة أن المعاملة الملقحة وعند إضافة 80 كغP/هكتار أعطت أعلى مستوى من الزنك المتاح (1.72 مايكرو غرام.غرام$^{-1}$) بزيادة على الشاهد (1.37 مايكرو غرام.غرام$^{-1}$) بلغت 25.55% وبزيادة عن الإضافة نفسها من الفسفور دون تلقيح (1.27 مايكرو غرام.غرام$^{-1}$) بلغت 35.43%، وقد يعود السبب إلى أهمية الفسفور في زيادة نشاط هذه البكتيريا وحيويتها، وهذا يعطي مؤشراً ودليلاً واضحاً على أن التلقيح البكتيري يؤدي إلى زيادة إتاحة الزنك في التربة خصوصاً مع إضافة الفسفور الضروري للنشاطات الحيوية. كذلك يلاحظ أن اقل قيمة للزنك المتاح كانت في المعاملة غير الملقحة ودون إضافة الفسفور وبإضافة 80 كغ N/هـ (1.01 مايكروغرام.غرام$^{-1}$) حيث انخفض الزنك المتاح فيها عن الشاهد بمقدار 35.64% وقد يعود إلى انخفاض نشاط الرايزوبيوم عند إضافة مستويات عالية من النتروجين واستهلاك الزنك من قبل النبات نتيجة لأهمية النتروجين للنبات وزيادة نموه الخضري في هذه المرحلة من النمو، ومن ثم زيادة امتصاص الزنك كبقية العناصر الغذائية الضرورية.

وفي مرحلة النمو الثانية بعد105 أيام من الزراعة (الجدول 4) يلاحظ كذلك أن التلقيح البكتيري قد حقق زيادة معنوية في قيم الزنك المتاح مقارنة بالمعاملات غير الملقحة، فمعدل قيم الزنك في المعاملات الملقحة (1.27 مايكروغرام.غرام$^{-1}$) قد حققت زيادة معنوية بمقدار16.51% على معدل المعاملات غير الملقحة (1.09 مايكروغرام.غرام$^{-1}$) ولم يلاحظ وجود أية فروق معنوية من تأثير إضافة الفسفور والنتروجين وتداخلاتها، ولكن يلاحظ وجود زيادة غير معنوية في معدل الزنك المتاح في المعاملات السمادية المضافة والملقحة بالرايزوبيوم جميعها مقارنة بالمعاملات السمادية غير الملقحة.

الجدول (4) تأثير التلقيح البكتيري والتسميد الكيميائي في إتاحة الزنك في التربة (مايكرو غرام. غرام$^{-1}$) بعد 105 أيام من الزراعة.

المعاملات		صفر فسفور	40 P	80 P	تداخل التلقيح والنتروجين	معدل التلقيح	معدل النتروجين
غير ملقح	صفر نتروجين	1.13 أ	1.16 أ	1.27 أ	1.19 أ ب		
	40 N	1.01 أ	1.00 أ	1.12 أ	1.04 ب		
	80 N	1.01 أ	1.00 أ	1.12 أ	1.04 ب		
ملقح	صفر نتروجين	1.24 أ	1.46 أ	1.40 أ	1.39 أ		
	40 N	1.29 أ	1.10 أ	1.12 أ	1.17 أ ب		
	80 N	1.20 أ	1.28 أ	1.30 أ	1.28 أ ب		
تداخل التلقيح والفسفور	ملقح غير	1.05 أ	1.05 أ	1.17 أ		1.09 ب	
	ملقح	1.24 أ	1.28 أ	1.30 أ		1.27 أ	
تداخل الفسفور والنتروجين	صفر نتروجين	1.19 أ	1.31 أ	1.33 أ			1.28 أ
	40 N	1.15 أ	1.12 أ	1.05 أ			1.11 أ
	80 N	1.10 أ	1.14 أ	1.25 أ			1.16 أ
معدل الفسفور		1.15 أ	1.16 أ	1.23 أ			

المتوسطات التي تأخذ الحروف نفسها في العمود الواحد لاتختلف عن بعضها معنوياً عند0.05

أما معدل زيادة الزنك المتاح في المعاملات الملقحة على المعاملات غير الملقحة في معاملات الفسفور المضافة بمعدل صفر و40 و80 كغ P/هـ ودون إضافة النتروجين فكانت على الترتيب 9.73، 25.86 و10.23%، بالاتجاه نفسه فإن معدل زيادة الزنك المتاح نتيجة تأثير التلقيح في معاملات النتروجين المضافة بمعدل صفر و40 و80 كغ P/هـ ودون إضافة الفسفور فكانت على الترتيب 9.73، 27.72 و18.81% هذا أيضاً يعطي تأكيداً واضحاً على إمكان بكتريا الرايزوبيوم من زيادة إتاحة الزنك في التربة نتيجة تأثيرها الحامضي في التربة وعند المعاملات السمادية المضافة جميعها. وقد يلاحظ وجود انخفاض بسيط في معدل الفسفور الذائب في هذه المرحلة وللمعاملات جميعها، وقد يعود السبب نتيجة امتصاص الزنك من قبل النبات في هذه المرحلة (الجداول 6 و7).

أما البيانات في (الجدول 5) فأشارت إلى أن التلقيح البكتيري حقق زيادة معنوية في تركيز الزنك المتاح وإن معدل قيم الزنك المتاح في المعاملات الملقحة بالرايزوبيوم (1.49 مايكروغرام.غرام$^{-1}$) قد حققت زيادة معنوية بمقدار26.27% على معدل المعاملات غير الملقحة بالرايزوبيوم (1.18 مايكروغرام.غرام$^{-1}$)، ولم يلاحظ وجود أية فروق معنوية لتأثير إضافة الفسفور والنتروجين وتداخلاتها، ولكن يلاحظ وجود فروق واضحة غير معنوية في المعاملات السمادية المضافة والملقحة بالرايزوبيوم جميعها عنه في المعاملات غير الملقحة، وإن معدل زيادة الزنك نتيجة التلقيح في معاملات الفسفور المضافة بالمستويات صفر و40 و80 كغ P/هـ ودون إضافة النتروجين فكانت على الترتيب 4.20، 17.89 و23.33%. وبالاتجاه بنفسه كانت الزيادة عند مستويات

النتروجين المضافة بمعدل صفر و40 و80 كغ/هـ ودون إضافة للفسفور، أما معدل زيادة الزنك الجاهز في معاملات النتروجين صفر،40 و80 كغ P/هـ ودون إضافة الفسفور فكانت على الترتيب 4.20 ،40.71 و17.59%، وهذا أيضاً يعطي تأكيداً.

الجدول (5) تأثير التلقيح البكتيري والتسميد الكيميائي في إتاحة الزنك في التربة (مايكرو غرام. غرام$^{-1}$) بعد 134 يوماً من الزراعة.

المعاملات		صفر فسفور	40 P	80 P	تداخل التلقيح والنتروجين	معدل التلقيح	معدل النتروجين
غير ملقح	صفر نتروجين	1.19 أ ب	1.23 أ ب	1.20 أ ب	1.20 أ ب		
	40 N	1.13 ب	1.23 أ ب	1.17 أ ب	1.15 أ ب		
	80 N	1.08 ب	1.09 ب	1.28 أ ب	1.18 ب		
ملقح	صفر نتروجين	1.24 أ ب	1.45 أ ب	1.48 أ ب	1.39 أ ب		
	40 N	1.59 أ ب	1.39 أ ب	1.63 أ ب	1.53 أ ب		
	80 N	1.27 أ ب	1.52 أ ب	1.87 أ	1.55 أ		
تداخل التلقيح والفسفور	ملقح غير	1.13 أ	1.18 أ ب	1.22 ب		1.18 ب	
	ملقح	1.36 ب	1.45 أ ب	1.66 أ ب		1.49 أ	
تداخل الفسفور والنتروجين	صفر نتروجين	1.21 أ	1.34 أ	1.34 أ			1.30 أ
	40 N	1.31 أ	1.36 أ	1.40 أ			1.36 أ
	80 N	1.17 أ	1.31 أ	1.57 أ			1.35 أ
معدل الفسفور		1.25 أ	1.32 أ	1.44 أ			

المتوسطات التي تأخذ الحروف نفسها في العمود الواحد لاتختلف عن بعضها معنويا عند 0.05

واضحاً على إمكانية بكتريا في زيادة إتاحة الزنك نتيجة تأثيرها الحامضي في التربة وضمن جميع مراحل النمو المختلفة. وقد يلاحظ أن أعلى قيمة للزنك الجاهز (1.87 مايكرو غرام. غرام$^{-1}$) كان في المعاملة الملقحة ب +80كغ P + 80كغN/هـ وبزيادة على الشاهد بلغت 57.14% وهذه القيمة تتماشى مع أعلى إنتاجية تم الحصول عليها. وقد يعود السبب إلى حصول أفضل اتزان في امتصاص العناصر الغذائية كما ورد في سلطان (2005).

2- محتوى النبات من الزنك

تشير نتائج الجدول (6) إلى أن أقل محتوى للزنك في النبات بلغ 67.57 مايكروغرام. نبات$^{-1}$ في معاملة الشاهد وإن معاملة التلقيح بالرايزوبيوم (91.10 مايكروغرام. نبات$^{-1}$) حققت زيادة معنوية مقدارها 23.53 مايكروغرام. نبات$^{-1}$ وبمعدل 34.82%.

وكذلك الحال في جميع المعاملات الملقحة بالرايزوبيوم مع المعاملات السمادية الكيمائية المختلفة التي حققت زيادات واضحة في كمية الزنك الممتصة عند مستويات الإضافة جميعها. أمّا التسميد بالفسفور فقد حققت مستويات الفسفور المضافة جميعها زيادة غير معنوية في كمية الزنك الممتصة (مع إضافة النتروجين أو دونها) وبالاتجاه ذاته سارت الزيادة غير المعنوية مع إضافة التلقيح بالرايزوبيوم (وبمعدل زيادة أكبر في معدل الزنك الممتص) إذ أدى التلقيح إلى زيادة الزنك المتاح في التربة (الجدول 3) ولجميع مستويات

الفسفور المضافة، وقد يعود السبب لأهمية الفسفور في النشاطات الحيوية للنبات والبكتريا مما أدى إلى زيادة نمو النبات ومن ثم زيادة امتصاصه للعناصر الغذائية ومنها الزنك.

الجدول (6) تأثير التلقيح البكتيري والتسميد الكيميائي في محتوى النبات من الزنك (مايكرو غرام. نبات$^{-1}$) بعد 75 يوماً من الزراعة.

المعاملات		صفر فسفور	40 P	80 P	تداخل التلقيح والنتروجين	محل التلقيح	محل النتروجين
غير ملقح	صفر نتروجين	67.57 هـ	71.80 جـ د هـ	72.20 جـ د هـ	77.52 ب		
	40 N	74.32 ب-هـ	84.50 ب-هـ	101.27 ا-هـ	86.70 آب		
	80 N	69.27 د هـ	75.70 ب-هـ	123.70 ا	89.56 أ		
ملقح	صفر نتروجين	91.10 أ-هـ	100.53 ا هـ	88.90 ب-هـ	93.51 أ		
	40 N	91.60 أ-هـ	94.87 أ-هـ	107.27 آب	97.91 أ		
	80 N	78.97 ب-هـ	103.43 ا-د	105.07 أبج	95.88 أ		
تداخل التلقيح والفسفور	ملقح غير	70.39 ب	77.33 ب	99.06 أ		82.26 ب	
	ملقح	87.22 آب	99.61 أ	100.41 ا		95.75 أ	
تداخل الفسفور والنتروجين	صفر نتروجين	79.33 ج	86.17 ب-ج	80.55 ج			82.01 أ
	40 N	82.97 ب-ج	89.68 ب-ج	104.27 آب			92.31 أ
	80 N	74.12 ج	89.57 ب-ج	114.38 ا			92.67 أ
محل الفسفور		78.81 ب	88.47 آب	99.73 أ			

المتوسطات التي تأخذ الحروف نفسها في العمود الواحد لاتختلف عن بعضها معنوياً عند0.05

أما زيادة إضافة النتروجين لوحده فأدى إلى انخفاض غير معنوي في محتوى النبات من الزنك خصوصا عند المستويات العالية منه (80 كغ N/هـ)، وقد يكون سبب ذلك تأثير النتروجين السلبي في نشاط بكتريا الرايزوبيوم وفعاليتها في تثبيت النتروجين وزيادة المحصول. وقد يلاحظ أن المعاملة الملقحة بالرايزوبيوم والمسمدة بـ 80 كغ N+ 80 كغ P/هكتار قد حققت أعلى محتوى من الزنك (123.70مايكروغرام. نبات$^{-1}$) بزيادة على معاملة الشاهد بلغت 83.07%، تلتها المعاملة الملقحة بالرايزوبيوم والمسمدة بـ 40 كغ نتروجين مع 80كغ فسفور/هـ (107.27 مايكروغرام. نبات$^{-1}$) إذ بلغت فعالية الامتصاص 58.75%، وهذا يعطي مؤشراً لأهمية التلقيح البكتيري مع الفسفور المضاف في المحصول وفي كمية الزنك الممتص على السواء.

أما في مرحلة النمو الثانية فتشير النتائج في الجدول (7) إلى أن تقدم عمر النبات (105 أيام من عمر النبات) قد ازداد الامتصاص البيولوجي للزنك للمعاملات كلها مقارنةً بالمرحلة السابقة، خصوصاً في المعاملات الملقحة بالرايزوبيوم نتيجة نمو النبات وزيادة حجمه، وهذا يفسر الانخفاض الذي حصل في زنك التربة المتاح في هذه المرحلة (الجدول 4).

ومن النتائج المتحصل عليها والمهمة في هذا البحث يلاحظ أن المعاملات الملقحة بالرايزوبيوم جميعها حدث فيها انخفاض في قيم الزنك الممتص على الرغم من زيادة وزن النبات مقارنةً بالمرحلة السابقة من عمر النبات وعلى الرغم من زيادة إتاحة الزنك

في التربة (الجدول 4)، وهذا يعطي مؤشراً ودليلاً على إمكانية حاجة بكتريا الرايزوبيوم لهذا العنصر الغذائي واستهلاكه في العديد من الوظائف الحيوية لهذه البكتريا.

الجدول (7) تأثير التلقيح البكتيري والتسميد الكيمياوي في محتوى النبات من الزنك (مايكروغرام. نبات$^{-1}$) بعد 105 يوم من الزراعة.

المعاملات		صفر فسفور	40 P	80 P	تداخل التلقيح والنتروجين	محل التلقيح	محل النتروجين
غير ملقح	صفر نتروجين	242.67 ج	281.67 أب	211.00 ج	245.11 أ		
	40 N	276.76 أ	238.00 ج	212.87 ج	242.44 أ		
	80 N	237.67 ج	329.33 أ	222.67 ج	263.22 أ		
ملقح	صفر نتروجين	144.60 جـ	171.73 ب ج	167.50 ب ج	161.28 ب		
	40 N	180.07 ب ج	175.90 ب ج	165.60 ب ج	173.86 ب		
	80 N	158.60 ب ج	168.43 ب ج	175.70 ج	167.58 ب		
تداخل التلقيح والفسفور	ملقح غير	252.33 أ ب	283.00 أ	215.44 ب ج		250.21 أ	
	ملقح	161.09 ج	172.02 ج	169.60 ج		167.57 أ	
تداخل الفسفور والنتروجين	صفر نتروجين	193.63 أ	226.70 أ	189.25 أ			203.19 أ
	40 N	228.37 أ	206.95 أ	189.13 أ			208.15 أ
	80 N	198.13 أ	248.88 أ	199.18 أ			215.40 أ
محل الفسفور		206.71 أ	227.51 أ	192.52 أ			

المتوسطات التي تأخذ الحروف نفسها في العمود الواحد لاتختلف عن بعضها معنوياً عند0.05

وعليه يلاحظ أن المعاملة الملقحة بالرايزوبيوم (144 مايكروغرام. نبات$^{-1}$) كانت أقل منها قيمة لمحتوى الزنك الممتص نظراً إلى صغر حجم النبات وحاجة البكتريا للزنك وعدم وجود مصدر ممول له.

أمّا في مرحلة الحصاد فتشير النتائج في الجدول (8) إلى أن تقدم عمر النبات (134 يوماً من عمر النبات) رافقها انخفاض في محتوى النبات من الزنك وللمعاملات كلّها مقارنة بالمرحلة السابقة نتيجة لحصول انتقال للعناصر الغذائية وخزنها في الحبوب، كذلك فإن معدل الامتصاص الحيوي للزنك قد سار بالاتجاه ذاته التي سارت عليه في المرحلة الثانية ولم يلاحظ وجود فروق معنوية في المعاملات جميعها وبقيت معدلات الزنك الممتصة في المعاملات الملقحة بالرايزوبيوم أقل من معدلات الزنك الممتصة في المعاملات غير الملقحة.

3- إنتاجية العدس

يتبين من الجدول (9) أن أقل إنتاجية تم الحصول عليها كانت في معاملة الشاهد 919 كغ/هـ وكان للتلقيح البكتيري 1045كغ/هـ تأثيراً معنوياً في الإنتاجية حيث بلغت الزيادة 126 كغ/هـ وبما يعادل نسبه مقدارها 13.71% عن معاملة الشاهد وهذه الزيادة تدل على استجابة العدس للتلقيح بالرايزوبيوم وهو يتماشى مع ما توصل إليه Yadav وآخرون، 1992، Kumar وآخرون؛ 1993، Tiwari and Jain؛ 1997 وسعد؛ 1999). كذلك

فإن إضافة النتروجين بمعدل 40 كغ/ هــ في المعاملات غير الملقحة بـــالرايزوبيوم 1123 كغ/هــ أدت إلى زيادة معنوية في إنتاجية العدس بمقدار 204 كغ/هــ.

الجدول (8) تأثير التلقيح البكتيري والتسميد الكيميـــائي فـــي محتـــوى النبـــات مـــن الزنـــك (مايكروغرام. نبات$^{-1}$) بعد 134 يوماً من الزراعة.

المعاملات		صفر فسفور	40 P	80 P	تداخل التلقيح والنتروجين	محدل التلقيح	محدل النتروجين
غير ملقح	صفر نتروجين	100.73أ	126.90أ	144.00أ	123.88أ		
	40 N	128.80أ	142.43أ	120.23أ	130.49أ		
	80 N	137.97أ	118.37أ	144.00أ	133.44أ		
ملقح	صفر نتروجين	105.77أ	123.83أ	123.93أ	117.44أ		
	40 N	113.70أ	119.93أ	120.03أ	117.89أ		
	80 N	109.00أ	86.77أ	119.13أ	104.97أ		
تداخل التلقيح والفسفور	ملقح غير	122.50أ	129.23أ	136.08أ		129.27أ	
	ملقح	109.49أ	110.18أ	121.03أ		113.56أ	
تداخل الفسفور والنتروجين	صفر نتروجين	103.25أ	125.37أ	133.97أ			120.86أ
	40 N	121.25أ	131.18أ	120.13أ			124.19أ
	80 N	123.48أ	102.57أ	131.57أ			119.21أ
محدل الفسفور		115.99أ	119.77أ	128.56أ			

المتوسطات التي تأخذ الحروف نفسها في العمود الواحد لاتختلف عن بعضها معنوياً عند0.05

عن المعاملة غير المسمدة بالنتروجين أي بزيادة مقدارها 22.20%، أما إضافة 80كغ من النتروجين 1249كغ/ هــ فقد أدت إلى زيادة في المحصول بمقدار 330 كغ/هــ وبما يعادل 35.91%. وقد يلاحظ أن إضافة 40 كغ/هــ من النتروجين الأولى أدت إلى زيادة الإنتاج بمقدار 22.20%، أمّا إضافة 40كغ/هــ من النتروجين الثانية فقد أدت إلى زيـــادة بمقدار 13.71%، وهذا يتماشى مع قانون تناقص الغلة. ولم يلاحظ وجود فروق معنويـــة واضحة بين المعاملات المسمدة بالنتروجين وغيـــر الملقحـــة بـــالرايزوبيوم والمـــسمدة بالنتروجين والملقحة، وقد يعود السبب إلى أن النتروجين يقلل من فعالية هـــذه البكتريـــا ونشاطها في تثبيت النتروجين وزيادة المحصول فيما عدا احتياجها إلـــى دفعـــة منـــشطة وتحفيزية في بداية النمو، وقد لا يحتاج إليها في هذه التربة.

والاتجاه ذاته فقد استجاب العدس للتـــسميد الفوســـفاتي بالمـــستويات (40 و80 كـــغ فسفور/هــ) وحقق نسبة زيادة على معاملة الشاهد(غير ملقحة ودون إضافة النتـــروجين) بمقدار (17.63، 24.16%) على التوالي، وهذا أيضاً يتماشى مع قانون تنـــاقص الغلـــة. ويلاحظ بصورة عامة أن متوسط إضافة الفسفور أدى إلى نسبة زيادة في الإنتاجية بمقدار 20.90% وهي أقل من المتحقق من متوسط إضافة النتروجين التـــي بلغـــت 29.05%، وهي في ذلك تدل على استجابة العدس للتسميد النتروجيني أكثر من اســـتجابتها للتـــسميد الفوسفاتي، وبهذا فإن النتروجين في هذه التربة يمكن عدّه عنـــصراً أكثـــر تحديـــداً مـــن

الفسفور وكون التربة تحتوي على نسبة عالية من الفسفور المتاح (الجدول 2).

الجدول (9) تأثير تلقيح بذور العدس ب والتسميد الكيميائي في الإنتاج كغ/هكتار.

المعاملة	النتروجين المضاف كغم / هـ	الفسفور المضاف كغم / هكتار			التداخل بين التلقيح والنتروجين	معدل التلقيح	معدل النتروجين
		0	40	80			
غير ملقحة	0	919 د	1081 ب-د	1141 ب-د	1047 ب		
	40	1123 ب-د	1231 أ-د	1248 أ-د	1200 ب ج		
	80	1249 أ-د	1311 أ-ج	1355 أ-ج	1305 أ ب		
ملقحة	0	1045 ب	1114 ب-د	1194 ب-د	1117 ج		
	40	1205 أ-د	1336 أ-ج	1365 أ-ج	1302 أ ب		
	80	1300 ا-ج	1381 أ	1515 أ	1398 أ		
التداخل بين التلقيح والفسفور	غير ملقحة	1100 ج	1207 أ-ج	1254 أ-ج		1187 ب	
	ملقحة	1150ب ج	1277 أ ب	1358 أ		1262 أ	
التداخل بين النتروجين والفسفور	0	934 د	1097 ج د	1172 ب ج			1067 ب
	40	1164 ب ج	1283 أ-ج	1306 أ-ج			1251 أ
	80	1274 أ ج	1346 أ ب	1434 أ			1351 أ
معدل الفسفور		1133 ج	1242 أ ب	1305 أ			

المتوسطات التي تأخذ الحروف نفسها في العمود الواحد لاتختلف عن بعضها معنوياً عند0.05

يظهر من نتائج الجدول أعلاه أن للتداخل بين التلقيح بالرايزوبيوم وإضافة 80 كغ من الفسفور مع 80 كغ من النتروجين/هـ تأثيراً معنوياً كبيراً في زيادة الإنتاجية وأعطى أعلى إنتاج بلغ 1515 كغ/هـ وبزيادة على الشاهد بلغت 64.85%، وبهذا فإن هذه المعاملة تكون قد حققت أفضل اتزان بين العناصر الغذائية لحصولها على أفضل إنتاج من العدس.

الاستنتاجات

1- إن التلقيح بالرايزوبيوم بصورة عامة أدى إلى زيادة إزاحة الزنك في التربة وفي جميع مراحل نمو النبات المختلفة.

2- وجود انخفاض غير معنوي في الزنك المزاح عند جميع مستويات النتروجين والفسفور المضاف وفي جميع المراحل رافق ذلك انخفاض الزنك في النبات.

3- حدث انخفاض في الزنك المزاح بعد 105 يوم من الزراعة (مرحلة قبل التزهير) وهي مرحلة تكوين العقد الجذرية وقد يعود السبب لحاجة بكترية الرايزوبيوم لهذا العنصر.

4- وجود انخفاض في محتوى النبات من الزنك عند الحصاد نتيجة انتقاله إلى البذور.

المراجع REFERENCES

الراوي، خاشع محمود. (1977). المدخل إلى تحليل الانحدار – كلية الزراعة والغابات – جامعة الموصل.

سعد، تركي مفتن. (1999). دور التلقيح البكتيري في حاصل بعض البقوليات البذرية، مجلة الزراعة العراقية، المجلد 4، العدد 4، ص29-36.

سلطان، موفق يونس. (2005). تأثير التلقيح البكتيري والتسميد الكيميائي لمحصول العدس Lentil (*Lens culinaris*) باستخدام النظام المتكامل للتشخيص والتوصية DRIS، أطروحة دكتوراه، كلية الزراعة والغابات، جامعة الموصل.

سليمان، محمد صالح وطه أحمد علوان. (1990). التأثير المشترك للفسفور والزنك في حاصل الذرة الصفراء في تربة كلسيه في العراق، مجلة زراعة الرافدين، المجلد (22) العدد(2)80-92.

العارضي، تركي مفتن سعد. (1997). استجابة الحمص والعدس للتلقيح بسلالات مختلفة من بكتريا العقد الجذرية، أطروحة دكتوراه، كلية الزراعة، جامعة بغداد.

مجهول. (1998). التقرير السنوي للبرنامج الوطني لتطوير زراعة الحبوب والبقوليات، محافظة نينوى.

مراد، سلو سيتو. (1999) . إباء 98 صنفاً جديداً من العدس، نشرة شهرية تصدر في محافظة نينوى لجنة متابعة الحملة الزراعية، العدد العاشر.

النعيمي، سعد الله نجم. (1987). الأسمدة وخصوبة التربة، مؤسسة دار الكتب للطباعة والنشر، جامعة الموصل، الموصل– العراق.

Anon. (1988). Food Production Yearbook. Food and Agriculture Organization (FAO). Lens Newsletter Vol. 15 p. 46.

Black, C. A. (1965). Methods of soil analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Properties. Amer. Soc. of Agron. Inc Puplisher, Madison, Wisconsin, U. S. A.

Day, P. R. (1965). Practical fractionation and practical analysis. pp.: 546-566. In C. A. Black (ed.). *Methods of soil analysis*, Agron. No.9, Part 1: *Physical and mineralogical properties.* Am. Soc. Agron.,

FAO, (1998). FAO. Production year book 52. Roma. Italy. Summer field, R. J. and E. H. Roberts, 1985. Grain Legum Crops. London. Collins.

Halder, A. K.; A. K. Mishra,; and P. Bhattacharyya, Chakabartty (1990). Solubilization of rock phosphate by *Rhizobium* and *Bradyrhizobium*. J. Org. Gene. and App. Microb. 36(2): 81-92.

Jain, R. C.; R. J. Tiwari (1997). Lentil response to kimberlite in combination with chemical fertilizers and phosphate-solubilizing bacteria in India. Newsletter (ICARD). Lentil Experimental News Service. V. 24(1-2). p.37-38.

Kumar, P. Agarwal; J. P. and S. Chandra (1993a). Effect of phosphorus fertilization on yield and nodulation of lentil. Lens Newsletter 20(1): 25-27.

Leeper, G. W. (1952). Factors affecting availability of inorganic nutrient in soil with special refrence to micronutrient metals. Ann. Rcv. Plant physiol.3:1-6.

McKeague, J. A. (ed). (1978). Manual on soil sampling and methods of analysis. Canadian Society of Soil Science: 66-68.

Page, A. L.; M. H. Miller, and D. R. Keeney. (1982). Methods of soil analysis part 2: Chemical and microbiological properties. Agron. Series No.9 Amer. Soc. Agron. Soil Sci. Soc. Am. Inc. Madison U.S.A.

Richards, L. A. (ed.) (1954). Diagnosis and Improvement of Soil and Alkali Soils. U. S. D. A. Hand book No. 60.

Ryan, J.; G. Estefan, and A. Rashid (2001). Soil and Plant Analysis Laboratory Manual. 2nd Edition. ICARDA. Aleppo, Syria.

Saxena, M.C. (1988). Foodlegumes in the Mediterranean type of environments and ICARDA efforts in improving their productivity. In: Nitrogen fixation by legumes in Mediterranean Agriculture, Procd. Workshop on biological nitrogen fixation on Mediterranean type of agriculture, ICARDA, Syria, April 1986. Martinus Nijoff Publ., Drodrecht, Boston, Lancaster.

Vincent, J. M. (1970). A Manual for Practical Study of Root Nodule Bacteria. Blackwell Sicentific Publications.Oxford.

Whitehead, S. J.; R. J. Field Sumner; F. J. Muehlbauer; R. Ellis and T. R. Wheeler (1998). Biomass production, partitioning and structure in lentil. Grain Legumes: 22-4th quarter.

Yadav, K.; Prasad, V. Mandal, K. and Ahmad, N. (1992). Effect of co-inoculation (Azospirillum and Rhizobium strains) on nodulation, Yield, nutrient uptake and quality of lentil in calcareous soil (lens culinaris). Lens-Newsletter 19(2). p. 29-31.

Received	**2008/10/27**	**إيداع البحث**
Accepted for Publ.	**2009/02/26**	**قبول البحث للنشر**