تاثير عامل الزمن والإخصاب الورقي بالنحاس والحديد في العلاقة بين اعداد العقد البكتيرية الجذرية واوراق نباتات الفاصولياء

Effect of time factor, spray feeding of Copper and Iron in the relation between the number of bacterial root nodules and leaves of Bean

علي صبيح عبد الأمير
كلية العلوم للبنات \ جامعة بغداد
Ali Sabeeh Abdulameer
College of Science for Women/ Baghdad University

المستخلص

نفذت تجربة سنادين خلال الموسم الربيعي 2008 بهدف دراسة تاثير عامل الزمن والاخصاب الورقي بالنحاس والحديد في العلاقة بين اعداد العقد الجذرية البكتيرية واوراق نباتات الفاصولياء ، حيث اظهرت نتائج التحليل الاحصائي تفوق معاملات الرش بالنحاس والرش بالحديد معنويا على معاملة مقارنتهما (الرش بالماء فقط) وتفوق زمن الرش بالحديد بعد 20 يوم من البذار معنويا على معاملة زمن الرش بالحديد بعد 30 يوم من البذار وتفوق صنف البذور الاسباني على صنف البذورالبرازيلي في كل من اعداد العقد الجذرية واوراق نباتات الفاصولياء ، واظهر كل من اعداد العقد الجذرية واعداد اوراق النباتات علاقة ارتباط موجبة معنوية (r=0.899) ، فقد اظهرت معاملة التداخل Fe1×Cu1×S2 (صنف البذور الاسباني×الاخصاب الورقي بالنحاس×الاخصاب الورقي بالحديد بعد 20 يوم من البذار) اعلى قيم لاعداد العقد الجذرية واوراق نباتات الفاصولياء لبغت 9.00 عقدة / نبات و 59.33 ورقة / نبات وبفارق معنوي عن باقي المعاملات .

Abstract

Pot experiment was carried out during the spring season in the year 2008 to investigate the effect of the time factor, spray feeding of copper and Iron on the relation between the number of nodules and leaves of Beans. The statistical analysis showed that spray feeding of copper and Iron exceed significantly on the control treatment (water spray feeding), also, the spray feeding of Iron after 20 days of seeding excelled significantly on the spray feeding of Iron after 30 days of seeding, as well as the Spanish type of seed surpassed significantly on the Brazilian kind of seed in the number of root nodules and leaves of bean. On the other hand the studied characteristics appeared positive significant correlation coefficient (r=0.899). The interaction (overlap) treatment Cu1×S2×Fe1 recorded the highest values in both root nodules and leaves of bean by 9.00 nodule/ plant and 59.33 leaves/ plant, respectively.

المقدمة:

ان الزمن عامل مهم جداً بالرغم من انه اقل العوامل المدروسة . كما ان تثبيت النتروجين حيويا يمكن ان يكون بديلا عملياً عن اسمدة النتروجين الغالية والملوثة للبيئة [1] ، إذ إن سماد النتروجين الكيميائي هو الأكثر كلفة واستهلاكاً للطاقة وتلويثاً للبيئة [2] ، كما إنه يتعرض إلى عمليات فقد تصل الى نسبة 50% في الماء الارضي والتحول الى صورة غير جاهزة في التربة ، لذا لجاء إلى استعمال أنظمة حيوية صديقة للبيئة مسؤولة عن عملية تثبيت النتروجين الجوي حيوياً لتجهيز النتروجين [3] ، وان التقنيات الجزيئية الحديثة أظهرت إن تثبيت النتروجين حيوياً يلعب دور المحافظ على الحياة في الأرض وان الأنظمة البيئية الأكثر كفاءةً هي البكتريا من جنس الرايزوبيوم [4] . فقد أكد [5] إن تكامل النظرات الجزيئية بدراسات أساسها المختبر والحقل والفسلجة والكيمياء الحيوية مطلوبة لتحسين فهم الأهمية البيئية والاقتصادية لاستجابة الرايزوبيا للعناصر المغذية.

ان النحاس من المغذيات الضرورية مع متطلب مباشر في ايض الرايزوبيا لتتمكن من البقاء والنمو كاحياء حرة المعيشة وكاحياء متكافلة مع البقول، وان الاشكال المفيدة للنحاس لبكتريا الرايزوبيا في محلول التربة هي Cu^{+2} ومركبات النحاس العضوية ، وان له فائدة مباشرة في الاداء الوظيفي الانزيمي في الرايزوبيا ، كما وان له دور مباشر في تكوين التعايش مع النباتات البقولية من خلال تكوين العقد الجذرية وتثبيت النتروجين الجوي . وكذلك

كلمات مفتاحية: عامل الزمن ، الاخصاب الورقي ، النحاس ، الحديد ، عدد العقد الجذرية والاوراق

الحال بالنسبة للحديد وصور الحديد المفيدة لبكتريا الرايزوبيا في محلول التربة هي Fe^{+2} وFe^{+3} والحديد المخلبي وان له دور مهم اضافي كمؤشر كيميائي- تنظيمي في الخلية [5] .

يعد الحديد العنصر الرابع من حيث انتشاره في القشرة الارضية الا ان نقص الحديد في الترب على العموم ومنها الترب العراقية هي الظاهرة الاكثر صعوبة من حيث المعالجة بسبب الفة الحديد لتكوين مركبات ثابتة مع السليكون والاوكسجين والكبريت ولقابليته العالية على الاحلال محل الالمنيوم والمغنيسيوم. فالترب القاعدية الحاوية على نسبة عالية من كاربونات الكالسيوم والمغنيسيوم كما في الترب العراقية تعاني بدرجة كبيرة من نقص الحديد . حيث يترسب الحديد في الترب بهيئة هايدروكسيدات الحديديك الغير جاهزة للامتصاص [7,6].

ان تجهيز المغذيات عن طريق الجذور قد يُحدْ في بَعْض الظروف البيئية والترب مثل الـpH المرتفع ومحتوى الكلس العالي بالإضافة إلى نقص ماء الري . ان مثل هذه الظروف تسود في المناطق القاحلة ونصف القاحلة [8] ، كالعراق. اذ ان الترب العراقية تقع ضمن ترب مناخ البحر الابيض المتوسط وتتصف بانها ذات محتوى عالي من كاربونات الكالسيوم ودرجة تفاعل قاعدية وانخفاض نسبة المادة العضوية لذا فان الحديد المرسب هو السائد [7,6] ، وكذلك الحال بالنسبة للنحاس [6]. ففي هذا النوع من الترب تكون إضطرابات المواد المغذّيةِ هو العاملَ المُحدّدَ الأكثر أهميةً في انتاج المحاصيل ، حيث أنّ عدم توفر المغذيات الصغرى ممكن ان تُعيقُ إنتاجَ المحاصيل [9] . وهنا يبرز دور الاخصاب الورقي الضروري لتَعويض نَقْصِ المواد المغذّيةِ عن طريق الجذورِ أو لتَصحيح نقص هذه المواد المغذّيةِ أَو لمُوَاجَهَة الحاجاتِ العظيمةِ لهذه العناصر عن طريق الأوراقِ [10] .

وعلى ما يبدو ان الدراسات حول تاثير الزمن والاخصاب الورقي بالنحاس والحديد في اعداد العقد الجذرية البكتيرية واوراق نباتات نوعين من الفاصولياء ضئيلة جداً او غير موجود اصلا في العراق ، لذالك صُمم البحث الحالي لتقيم تاثير مستويان من النحاس وثلاثة مستويات من الحديد ونوعين من بذور نباتات الفاصولياء مع تلقيح البذور باللقاح الرايزوبي في العلاقة بين اعداد العقد الجذرية والاوراق ليتبعها دراسة هذا التاثير على باقي الصفات في دراسات لاحقة.

المواد وطرائق العمل

اجريت تجربة سنادين ذات حجم 15 كغم في كلية الزراعة / جامعة بغداد في الموسم الربيعي 2008 حيث ملئت بتربة معقمة بطريقة بروميد المثيل باستعمال التصميم RCBD وثلاثة مكررات لكل معاملة ، وقد قدرت بعض الصفات الكيميائية والفيزيائية للتربة المستعملة باستعمال الاجراءات التحليلية القياسية ، وكما مبين في جدول (1) ادناه :

جدول (1) : بعض الصفات الكيميائية والفيزيائية لتربة الدراسة

الصفات		القيم
الرمل		16
الغرين	%	46
الطين		38
النسجة		مزيجة طينية غرينية
Ec (ds/m)		2.43
pH		7.91
O. M. (g/kg)		10.12
$CaCO_3$ (g/kg)		248.24
Total N (g/kg)		0.70
P (Cmolc/kg)		0.161
الجاهزFe (mg/Kg Soil)		5.96
الجاهزCu (mg/kg Soil)		0.51

تم اعتماد اثناعشر معاملة في التجربة ناتجة عن مستويان من النحاس (Cu1, Cu0) (صفر ، رش ماء فقط , 25 ملغم Cu/ لتر بهيئة $CuSO_4.5H_2O$ (25% نحاس) وبمعدل رشتين بعد 25 و40 يوم من البذار) وثلاثة مستويات من الحديد (Fe2, Fe1, Fe0) وبفترتين زمنيتين مختلفتين (صفر رش ماء فقط ، 60 ملغم/ لتر بعد 20 يوم من البذار ، ونفس التركيز بعد 30 يوم من البذار) باستعمال الحديد المخلبي EDTA (13% حديد) وبمعدل رشة واحدة ونوعين من بذورنباتات الفاصولياء (S2, S1) (برازيلي (احمر) و اسباني (ابيض) تم الحصول عليها من شركة الدهلكي للمنتوجات الزراعية ، مع تلقيح البذور بخليط اللقاح المكروبي تابع للبكتريا العقدية *Rhizobium leguminosarum* خليط السلالتين (889 ، 1865) تم الحصول عليها من مركز اباء

للابحاث الزراعية ، حيث سمدت كل السنادين بـ 125 كغم K/ه بهيئة كبريتات البوتاسيوم (K%41.5) و40 كغم N/ه بشكل نترات الامونيوم (N%33) بواقع جرعة واحدة قبل البذار و60 كغم P/ه بهيئة السوبر فوسفات الثلاثي (P%20) بواقع جرعتين الاولى قبل البذار والثانية عند الازهار . عوملت البذور باللقاح باستعمال مادة البتموس والصمغ العربي بمقدار 30 غم/كغم بذور وبذرت عند المساء ، ومورست كل الاجراءات الزراعية كازالة الاعشاب والري لحدود السعة الحقلية بصورة منتظمة [11] ، وبعد مرور 50 يوم تم تسجيل القياسات الخاصة بالعقد وبعد 75 يوم القياسات الخاصة بالاوراق . حيث تم اعتماد اجراءات قياسية حديثة لتسجيل وتحليل النتائج باستخدام Microsoft Excel 2007 وبرنامج الSAS 2005 وقورنت المتوسطات باستعمال اقل فرق معنوي LSD عند مستوى معنوية 5 %.

النتائج والمناقشة

1- تاثير النحاس في اعداد العقد الجذرية

اظهرت نتائج التحليل الاحصائي وجدول (2) تفوق معاملة النحاس Cu1 معنوياً مقارنة بباقي معاملات النحاس باحرازها اعلى متوسط اعداد عقد جذرية بلغ 5.89 عقدة / نبات وبفارق معنوي عن معاملة الرش بالماء فقط التي سجلت 4.50 عقدة / نبات . اظهرت عدد من الدراسات ان نقص النحاس المبكر في التربة يتعارض مع عملية تثبيت النتروجين بواسطة العقد الجذرية الرايزوبية لنباتات الجت الابيض والجت التحت الارضي-المخفي (Subterranean Clover) . الا ان الدور الحيوي-الكيميائي (Biochemical) للنحاس ليس واضحاً لحد الان ويحتاج المزيد من الدراسة [12, 5] ، ولكن التغذية الارضية بالنحاس لنباتات الترمس *Lupinus luteus* L. له تاثير ايجابي على عملية تثبيت النتروجين الجوي بواسطة الرايزوبيا [12] ، وقد حصل الاخير على نتائج معنوية في اعداد العقد الجذرية لنبات الباقلاء (Faba bean) والترمس الاصفر (Yellow lupin) نتيجة تطبيق النحاس الى التربة وعلل ذلك بالمشاركة المباشرة الفعالة للنحاس في التفاعلات المؤكسدة لمركبات العقد الجذرية الفينولية حيث ان المركبات الفينولية تتاكسد الى كوينونات (Quinones) بواسطة انزيم النحاس (Polyphenol oxidase) حيث تتبلمر هذه الكوينونات الى مركبات الميلانين ، ولكن وعلى مايبدو ليس هناك تاثير واضح على عقد نباتات فستق الحقل (Soybean) ، ولربما بسبب متطلبات فستق الحقل العالية للحديد . واضاف الى ان هناك علاقة واضحة بين نقص النحاس وكل من الاوكسجين في العقد والاكسدة الفوقية للشحوم (lipid peroxidation) وتحتاج المزيد من الدراسة .

ومن المعروف ان رش الاوراق بالعناصر الغذائية يسبب ارتفاع تركيزه في النبات ، حيث اشار [13] الى أن العناصر الغذائية تمتص عن طريق الأوراق بطريقتين اولها طريقة الSymplasm أي بوساطة جسور سايتوبلازمية (Ectodesmata) موجودة تحت طبقة كيوتكل خلايا بشرة الأوراق ومن ثم عن طريق السايتوبلازم إلى أجزاء النباتات الأخرى ومنها الجذور, والثانية عن طريق الـ (Apo-plasm) أي عن طريق الثغور أو المسافات البينية بين خلايا الورقة حتى وصول الأوعية الناقلة ثم إلى أجزاء النبات المختلفة. وبهذه الاليات يمكن التخلص من التضاد الحاصل بين العناصر الغذائية المهمة في التربة .

اضافة الى ما سبق فان النحاس مشترك على الأقل في 12 إنزيمات ، والتي هي من نوع انزيمات الأكسدة (Oxidase) في كل من النبات والحيوان [5] . الا ان الاهمية المباشرة للنحاس في نمو النبات وتكوين العقد الجذرية هو دوره في عملية التركيب الضوئي لقيامه بنقل الالكترونات عند تحويل الطاقة الضوئية الى طاقة كيميائية (كاربونية) [6] . والتي هي اساس علاقة التعايش بين الرايزوبيا والبقول ، والتي تستعمل لتنشيط الكثير من الفعاليات الحيوية كنمو المجموع الخضري والجذري وبالتالي تزداد المساحة الفعالة للاوراق والجذور ، مما يشجع العلاقة التعايشية مع بكتريا الرايزوبيا الحرة المعيشة في التربة [14] . ومن ناحية اخرى فان اشتراك النحاس في تركيب انزيمات الاكسدة والاختزال التي تساهم في عمليات الاكسدة والاختزال في خلايا انسجة النبات والتي تؤدي عمليات حيوية مثل التنفس وتكوين الكلوروبلاست والبروتين واختزال النترات في اثناء تثبيت النتروجين الجوي في البقوليات وتكوين فيتامين C بالاضافة الى زيادة قابلية النبات على تكوين الاحماض النووية DNA وRNA وبالتالي زيادة الانقسام الخلوي وتحسين نمو النبات [6] ، مما يزيد الطلب على النتروجين المثبت تعايشيا بواسطة الرايزوبوبيوم ، وان هذا الطلب المتزايد يعتبر من اهم العوامل المشجعة على تنشيط وتفعيل عمل العقد الجذرية (الباكترويدات) في تثبيت النتروجين الجوي [14] . كما ان الرش بالعناصر مثل K ، Zn ، Cu ، Mn يعمل على زيادة مقاومة النبات للاصابة بالامراض والحشرات [15] .

2- تاثير رش الحديد في اعداد العقد الجذرية:

يظهر جدول (2) نتائج التحليل الاحصائي التي ابرزت تفوق جميع معاملات الرش بالحديد Fe1 وFe2 معنويا على معاملة الرش بالماء فقط (Fe0) التي بلغت 3.25 عقدة / نبات ، بينما سجلت معاملات الرش بالحديد Fe1 وFe2 7.25 و5.08 عقدة / نبات على التوالي . ان الابحاث المنجزة في تاثير الرش بالحديد في اعداد العقد الجذرية للنباتات البقولية نادرة جداً رغم توفر العديد من الدراسات حول تاثير اضافة الحديد للتربة في كل من البقوليات والرايزوبيا [16] . فقد سجل احد الباحثين [17] في تجربة بيت زجاجي مع الترب الكلسية وفستق الحقل زيادة بارزة في اعداد واوزان العقد الجذرية لنباتات فستق الحقل المرشوشة بالحديد مقارنة بالنباتات الغير مرشوشة بالحديد ، فبعد خمسة ايام على رش الحديد اظهرت عقد النباتات المرشوشة تضاعف عدد الباكترويدات (Bacteroids) 200 مرة في العقد و14 تضاعف اكثر في تركيز الهيموكلوبين في العقد الجذرية وانتهت اعراض نقص الحديد وتفعيل عمل انزيم النتروجينيز . وعلى ما يبدو ان الرش بالحديد احد الاساليب المهمة ذات التأثير المباشر في زيادة قابلية النباتات البقولية الحاوية على العقد الجذرية البكتيرية والمزروعة في تربة تعاني من نقص محتواها من الحديد الجاهز وكما هي الحالة في الترب العراقية ، على تحسين كفاءة عملية تثبيت النتروجين الجوي .

جدول (2): تاثير زمن الرش بالنحاس والحديد في اعداد العقد الجذرية (عقدة / نبات) لنوعين من الفاصولياء

Cu Means	Fe Means	Cu×S Means	Fe×Cu Means	Bean Types S2	Bean Types S1	Cu	Fe
Cu0	3.25	4.11	2.83	*3.33*	*2.33*	Cu 0	Fe 0
4.50 b	c	S1×Cu0	3.67	*4.00*	*3.33*	Cu 1	
		5.44		3.67	2.83	Fe0 Means×S	
Cu1	7.25	S1×Cu1	6.33	*6.67*	*6.00*	Cu 0	Fe 1
5.89 a	a	4.89	8.17	*9.00*	*7.33*	Cu 1	
		S2×Cu0		7.83	6.67	Fe1 Means×S	
	5.08	6.33	4.33	*4.67*	*4.00*	Cu 0	Fe 2
	b	S2×Cu1	5.83	*6.00*	*5.67*	Cu 1	
				5.33	4.83	Fe2 Means×S	
				5.61 A	4.78 B	S Means	

LSD 0.05, S=0.5569, Fe=0.6821, Cu=0.5569, S×Fe=1.3053, S×Cu=1.873, Fe×Cu=1.0509, S×Fe×Cu=1.3641

= النحاسCu=الحديد ، Fe=نوع البذور ، S

يعد الحديد ذو أهمية كبيرة لعملة تثبيت النتروجين الجوي وخاصة تعايشاً في النباتات البقولية وذلك لحاجة طرفي العملية ، البكتريا العقدية والنبات البقولي العائل له ، فبالنسبة للبكتريا يدخل الحديد في تركيب نوعين من البروتين (Fe-Protien, Mo-Fe-protein) المكونة لا نزيم النتروجينيز ، وفي تكوين مادة اللكهيموكلوبين الموجودة داخل العقد الجذرية وفي نمو هذه العقد وفعاليتها ، وكذلك يؤثرعلى تواجد البكتريا العقدية في التربة قبل اقامتها للعلاقة التعايشية مع النبات العائل ، كما ان له اهميته مباشرة في تكوين وبناء الكلوروفيل وفي نشاط العديد من الانزيمات (key enzymes) [18] . وبالاخص انزيمات نقل الالكترونات electron carrier ferredoxin في النباتات [16] لقدرة الحديد على اكتساب وفقد الالكترونات ضمن عمليات الاكسدة والاختزال داخل النسيج النباتي ، اذ ان الحديد يشترك في تركيب العديد من الانزيمات التنفسية الموجودة في النبات مثل , Peroxidase Catalase Cytochromr Oxidase ، ويدخل الحديد مكوناً أساسياً في تركيب السايتوكرومات وهي بروتينات هيمية تقوم بدور حوامل وسطية للالكترونات في السلسلة التنفسية ولذلك تكون مهمة في التفاعلات التنفسية للنباتات بما يشبه النظام التنفسي للحيوان وتحتوي البلاستيدات الخضراء على بروتينات غير هيمية هي الفيردوكسينات والتي تحوي على المجموعة الفعالة Fe_2S_2 والتي يتم فيها نقل الالكترونات بواسطة الحديد ، وله أثر هام في بناء الخلية النباتية ، كما ان وظيفة الحامض النووي RNA للخلية تتأثر بفعل نقص الحديد . ان امتصاص الحديد يعتمد على مقدرة الجذور على اختزال الحديدك الى حديدوز . وقد افترض العلماء أن أختزال الحديديك Fe^{3+} في القسم الخارجي من البلازما يحفز بواسطة مصدر الالكترونات داخل الخلية النباتية . ان حركة الحديد المخلبي داخل النبات اسرع 2-3 مرات من حركته بصورته الايونية وان صور الحديد المتحركة داخل النبات هي على الاغلب بشكل سترات الحديد ، وان نقص الحديد يؤدي الى حدوث خلل في جميع اجهزة التركيب الضوئي وذلك لان الحديد يرتبط بالاحماض الأمينية وغيرها من البوليميرات الحيوية فضلاً عن اشتراك ايون الحديد بشكل مباشر وفعال في تفاعلات الاكسدة و الاختزال لعملية التركيب الضوئي [16 ,18] .

وكما ذكرنا سابقا ، ان رش الاوراق بالعناصر الغذائية يسبب ارتفاع تركيزه في النبات . مما يسبب تلبية الحاجة المباشرة لعنصر الحديد لكل من العائل البقولي والبكتريا ولعملية بناء الكلوروفيل ، حيث يعتبر الاخير الوحدة الاساسية لعملية البناء الضوئي والتي تحول الطاقة الضوئية الى طاقة كيميائية (كاربونية) . والتي هي اساس علاقة التعايش بين الرايزوبيا والبقول ، والتي تستعمل لتنشيط الكثير من الفعاليات الحيوية كنمو المجموع الخضري والجذري وبالتالي تزداد المساحة الفعالة للاوراق والجذور ، مما يشجع العلاقة التعايشية مع بكتريا الرايزوبيا الحرة المعيشة في التربة [14] .

أن النباتات البقولية المتكافلة مع بكتريا الرايزوبيا تحتاج فيها عملية تكوين العقد الجذرية وتثبيت النتروجين كميات من الحديد أعلى من حاجة كل من النبات نفسه والبكتريا على حدا للحديد فأن نمو هذه النباتات سيتأثر بشكل حاد عند نقص الحديد اذا ما قورنت بالنباتات المجهزة بمصدر نتروجيني معدني بسبب التأثير الواضح للحديد في عملية تثبيت النتروجين ، حيث ان نقص الحديد يسبب الانخفاض الشديد في كل من اعداد واوزان العقد الجذرية ومحتوى خضاب العقد (Leghemoglobin) واعداد الباكترويدات في العقد وفعالية انزيم النتروجينيز [18, 16] .

3- تاثير زمن الرش في اعداد العقد الجذرية:

يعد الزمن من العوامل المهمة جداً رغم ان الدراسات التي اجريت حوله تكاد تكون معدومة ، حيث ان [19] تعد من الدراسات القليلة في هذا المجال . ويمكن تعريف عامل الزمن الحقيقي (RTF) هو مقياس شائع لقياس سرعة اجراء عملية (Process) ما او المدة المطلوبة لاجراء عملية ما [21,20] ، ووحداتها من اجزاء الثانية الى القرون .

اظهرت نتائج التحليل الاحصائي تفوق مدة الرش بالحديد بعد 20 يوم من البذار Fe1 معنوياً على مدة الرش بعد 30 يوم من البذار Fe2 عند تسجيلهما (5.08 ، 7.25) عقدة / نبات على التوالي . وعلى مايبدو ان التجهيز المبكر للحديد لسد حاجة عملية تكوين العقد الجذرية انعكس ايجابيا على اعداد العقد الجذرية وفعاليتها في تثبيت النتروجين الجوي مما حفز تجهيز النبات بالنتروجين بصورة ابكر داعماً نمو المجموع الجذري والخضري وبالتالي ازدياد المساحة الفعالة للجذور والاوراق وازدياد كثافة انتشار مواقع الاصابة على الجذور وشجع تطور الاصابة الاولية في الجذور بواسطة بكتريا اللقاح ، كما ان دعم المجموع الخضري للنبات (الاوراق) بصورة عامة يحسن انتاج وتجهيز الطاقة (الكاربون) لوحدات تثبيت النتروجين البكتيرية (Bacteroids) في العقد الجذرية والذي يعد من اهم عوامل تطور الاصابة الاولية في نسيج لحاء الشعيرات الجذرية . ومن ناحية اخرى فان زيادة الطلب على النتروجين المثبت من قبل النبات يعد من العوامل ذات التاثير المباشر في تشجيع تطور وتكوين وعمل العقد الجذرية ، وان دور النحاس في الانزيمات واختزال النترات وتكوين الكلوروبلاست والبروتين وتكوين الاحماض النووية DNA وRNA وموعد اضافتة (خمسة ايام بعد رش الحديد) شجع الاستهلاك والطلب على النتروجين المثبت حيويا لاجل استعماله في الايض والبناء الخلوي وبالتالي زيادة الانقسام الخلوي وتحسين نمو المجموع الخضري (الاوراق) والجذري . كما ان تحسن نمو المجموع الجذري دعم بصورة مباشرة امتصاص العناصر الغذائية المهمة الاخرى .

ولعل من اسباب تفوق مدة الرش بالحديد بعد 20 يوم من البذار Fe1 على مدة الرش بعد 30 يوم من البذار Fe2 رغم انهما بنفس الجرعة هو ان نشاط بكتريا الرايزوبيا في التربة (اللقاح البكتيري) تبدا بالانخفاض بعد مرور 21 يوم من بدء نشر اللقاح في التربة ، فقد اشار [19] الى أن أعداد الخلايا الحية قد ازدادت خلال مدد التحضين الأربع (3, 9, 15, 21) يوم مقارنة بالأعداد التي سجلت في بداية التجربة عند الزمن صفر وبدأت بالانخفاض قليلاً في المدة الأخيرة 21 يوم ، وقد يعود إلى موت بعض الخلايا لتناقص العناصر الغذائية في التربة ، إضافة إلى انه بعد مرور 21 يوماً من التحضين ربما حصلت تغيرات غير ملائمة في بيئة نمو البكتريا مما ظهر في خفض أعداد البكتريا خلال مدة التحضين الأخيرة . وبناءً على ذلك فلا بد من دعم البكتريا المتكافلة مع العائل النباتي خلال مدة لا تتجاوز 21 يوماً من بدء عملية التلقيح والبذار حيث تعتبر هذه المدة مناسبة لتوفر مجموع خضري مناسب لعملية الاخصاب الورقي (الرش) .

4- تاثير نوع البذور (العامل الوراثي-البيئي) في اعداد العقد الجذرية

يتضح من جدول (2) تفوق النباتات الناتجة عن البذور صنف اسباني S2 معنويا على النباتات الناتجة عن البذور صنف برازيلي S1 في اعداد العقد الجذرية حيث سجل الاول 5.61 عقدة / نبات والاخير 4.78 عقدة / نبات رغم انهما يعودان الى نفس النوع النباتي . وعلى ما يبدو ان توافق اللقاح البكتيري مع النوع الاول S2 كان بدرجة معنوية اكبر من الاخير S1 ، ذالك ان التعايش هي وظيفة مستجيبة بصورة فعلية لحوافز وراثية وبيئية

عديدة [22] . فقد وجد [23] اختلافاً وراثياً بين أصناف الفاصولياء الكفوءة وغير الكفوءة في مدى الانتفاع من التلقيح والمغذيات المتوافرة والمرتبط مع البنية الوراثية للعائل النباتي . والشيء نفسه بالنسبة للبكتريا العقدية إذ إن شركاءها البكتيريين التعايشيين متنوعون إلا أنهم يشتركون في امتلاكهم مورث وعامل تكوين العقد [4] .

ان تاثير العامل الوراثي النباتي يختلف ضمن الصنف الواحد من النبات في نوع افرازات الجذور وكثافة انتشار الجذور في التربة والمساحة السطحية الفعالة للجذور والتي تعد من اهم العوامل التي تؤثر في عملية تكوين العقد بعد تثبيت عامل القاح على كلا اصناف البذورفي التجربة . ومن ناحية اخرى فان تاثير العامل البيئي لمنشأ البذور له تاثير مهم حيث ان بيئة البرازيل استوائية او شبه استوائية بينما البيئة الاسبانية تقع ضمن مناخ البحر الابيض المتوسط الذي يقع العراق ضمن مناخه ، وعلى مايبدو ان الصنف الاسباني كان اكثر ملائمة للبيئة العراقية من الصنف البرازيلي .

5- تاثير التداخل بين النحاس والحديد في اعداد العقد الجذرية Fe×Cu:

اظهر جدول (2) نتائج التحليل الاحصائي التي افرزت تفوق معاملة تداخل النحاس والحديدFe1×Cu1 معنويا على باقي معاملات تداخل الحديد والنحاس عند تسجيلها 8.17 عقدة / نبات تلتها وبفارق معنوي معاملة التداخل Fe1×Cu0 التي بلغت 6.33 عقدة / نبات والتي لم تسجل فروق معنوية مع معاملة التداخل Fe2×Cu1 عند بلوغها 5.83 عقدة / نبات حيث تفوقت هذه المعاملات معنويا على معاملة المقارنة التي سجلت 2.83 عقدة / نبات . أن أسباب زيادة أعداد العقد الجذرية عند التداخل بين النحاس والحديد يعود إلى تأثير هذين العنصرين المهمين في الكثير من الفعاليات الحيوية لكل من بكتريا الرايزوبيا والعائل النباتي والعلاقة التعايشية بحد ذاتها ، إذ أن تاثير الرش المتتابع بهما زمنيا قد زاد على ما يبدو هذا التأثير وبالتالي اثر إيجاباً في اعداد العقد الجذرية.

6- تاثير التداخل بين صنف البذور والنحاس في اعداد العقد الجذرية Cu×S:

يتضح من جدول (2) ونتائج التحليل الإحصائي تفوق معاملة تداخل صنف البذور والنحاس Cu1×S2 معنويا على معاملة المقارنة وعدم وجود فروق معنوية بين باقي معاملات التداخل . حيث سجلا 6.33 و4.11 عقدة / نبات على التوالي .

7- تاثير التداخل بين صنف البذور والحديد في اعداد العقد الجذرية Fe×S:

يظهر جدول (2) تأثير التداخل بين صنف البذور والحديد إذ وصلت أعداد العقد البكتيرية الجذرية إلى ذروتها عند معاملة التداخل S2×Fe1 التي سجلت 7.83 عقدة / نبات وبفارق معنوي عن جميع معاملات تداخل صنف البذور والحديد عدا معاملة التداخل S1×Fe1 التي احرزت 6.67 عقدة / نبات حيث لا توجد فروق معنوية فيما بينها ولكنهما تفوقتا معنويا على باقي معاملات تداخل صنف البذور والحديد وعلى معاملة المقارنة التي سجلت 2.83 عقدة / نبات .

8- تاثير التداخل بين صنف البذور والنحاس والحديد في اعداد العقد الجذرية:

بينت النتائج في جدول (2) والتحليل الإحصائي تفوق معاملة تداخل صنف البذور والنحاس والحديد Fe1×Cu1×S2 معنويا على جميع معاملات تداخل صنف البذور والنحاس والحديد عند تسجيلها 9.00 عقدة / نبات تلتها وبفارق معنوي معاملة التداخل Fe1×Cu1×S1 التي بلغت 7.33 عقدة / نبات واللتان تفوقتا على معاملة المقارنة التي احرزت 2.33 عقدة / نبات . وكما ذكرنا سابقا فأن التاثير المتداخل لكل من النحاس والحديد اضافة الى صنف البذور المناسب والرش المتتابع بهما زمنيا قد زاد على ما يبدو هذا التأثير وبالتالي اثر معنويا في اعداد العقد الجذرية .

جدول (3): تاثير زمن الرش بالنحاس والحديد في اعداد الاوراق (ورقة / نبات) لنوعين من الفاصولياء

Cu Means	Fe Means	Cu×S Means	Fe×Cu Means	Bean Types S2	Bean Types S1	Cu	Fe
Cu0	40.75	44.00	39.00	*40.00*	*38.00*	Cu 0	Fe
45.39b	c	S1×Cu0	42.50	*43.33*	*41.67*	Cu 1	0
		47.00		41.67	39.83	Fe0 Means×S	
Cu1	53.50	S1×Cu1	51.00	*52.67*	*49.33*	Cu 0	Fe
49.06a	a	46.78	56.00	*59.33*	*52.67*	Cu 1	1
		S2×Cu0		56.00	51.00	Fe1 Means×S	
	47.42	51.11	46.17	*47.67*	*44.67*	Cu 0	Fe
	b	S2×Cu1	48.67	*50.67*	*46.67*	Cu 1	2
				49.17	45.67	Fe2 Means×S	
				48.94 A	45.50 B	S Means	

LSD 0.05, S=0.9807, Fe=1.2011, Cu=0.9807, S×Fe=3.0312, S×Cu=5.6958, Fe×Cu=2.959, S×Fe×Cu=2.4022

9- تاثير النحاس في اعداد اوراق النبات:

يبرز جدول (3) نتائج التحليل الاحصائي وتفوق معاملة النحاس Cu1 معنوياً مقارنة بباقي معاملات النحاس باحرازها اعلى متوسط اعداد اوراق نباتية بلغ 49.06 ورقة / نبات وبفارق معنوي عن معاملة الرش بالماء فقط التي سجلت 45.39 ورقة / نبات . وعلى مايبدو لم نجد دراسات مماثلة حول تاثير الرش بالنحاس على اعداد اوراق نباتات الفاصولياء ، الا ان احد الباحثين [12] حصل على نتائج معنوية نتيجة اضافة النحاس الى التربة في النمو العام للنبات والوزن الجاف للمجموع الخضري لنبات الباقلاء (Faba bean) والترمس الاصفر (Yellow lupin) . كما اظهرت عدد من الدراسات ان نقص النحاس المبكر في التربة يتعارض مع عملية تثبيت النتروجين الجوي تعايشيا ، والذي يعتبر من اهم عوامل النمو الخضري للعائل البقولي . كما في نباتات الجت الابيض والجت التحت الارضي-المخفي (Subterranean Clover) [12, 5] ، حيث ان التغذية الارضية بالنحاس لنباتات الترمس *Lupinus luteus* L. له تاثير ايجابي على عملية تثبيت النتروجين الجوي تكافليا بواسطة بكتريا الرايزوبيا [12] .

وكما تم الاشارة اليه سابقا ، ان رش الاوراق بالعناصر الغذائية يسبب ارتفاع تركيزه في النبات عموما [13] ، وان النحاس مشترك على الأقل في دزينة إنزيمات ، والتي هي من نوع انزيمات الأكسدة في كل من النبات والحيوان [5]. الا ان الاهمية المباشرة للنحاس في نمو النبات وتكوين اوراق النبات هو دوره في عملية التركيب الضوئي لقيامه بنقل الالكترونات عند تحويل الطاقة الضوئية الى طاقة كيميائية (كاربونية) [6] . والتي هي اساس علاقة التعايش بين الرايزوبيا والبقول ، والتي تستعمل لتنشيط الكثير من الفعاليات الحيوية كنمو المجموع الخضري والجذري وبالتالي تزداد المساحة الفعالة للاوراق والجذور [14] . ومن ناحية اخرى فان اشتراك النحاس في تركيب انزيمات الاكسدة والاختزال التي تساهم في عمليات الاكسدة والاختزال في خلايا انسجة النبات والتي تؤدي عمليات حيوية مثل التنفس وتكوين الكلوروبلاست والبروتين واختزال النترات في اثناء تثبيت النتروجين الجوي في البقوليات بالاضافة الى زيادة قابلية النبات على تكوين الاحماض النووية DNA وRNA وبالتالي زيادة الانقسام الخلوي وتحسين نمو النبات عامة والمجموع الخضري خاصة [6] .

10- تاثير رش الحديد في اعداد اوراق النبات:

يلخص جدول (3) نتائج التحليل الاحصائي التي اظهرت تفوق جميع معاملات الرش بالحديد Fe1 وFe2 معنويا على معاملة الرش بالماء فقط (Fe0) التي بلغت 40.75 ورقة / نبات ، بينما سجلت معاملات الرش بالحديد Fe1 وFe2 (53.50 ،47.42) ورقة / نبات على التوالي . ان الابحاث المنجزة في تاثير الرش بالحديد في اعداد اوراق النباتات البقولية نادرة جداً ، رغم توفر العديد من الدراسات حول تاثير اضافة الحديد للتربة في كل من البقوليات والرايزوبيا [16] ، والوزن الجاف للمجوع الخضري وارتفاع نباتات الحمص [18] . الا ان عدد من الباحثين [24 ,25] توصلوا الى أن الرش بالمحلول المغذي (النهرين) الحاوي على الحديد أدى إلى زيادة معنوية في عدد الأوراق الكلي لنباتات الطماطة (*Lycopersicon esculentum*) والثوم (*Allium sativum* L) ، على التوالي .

يعد الحديد ذو أهمية كبيرة مباشرة في تكوين وبناء الكلوروفيل وفي نشاط العديد من الانزيمات (key enzymes) [18]. وبالاخص انزيمات نقل الالكترونات electron carrier ferredoxin في النباتات [16] .

وكما ذكرنا سابقا ان رش الاوراق بالعناصر الغذائية يسبب ارتفاع تركيزه في النبات . مما يسبب تلبية الحاجة المباشرة لعنصر الحديد للعائل البقولي ولعملية بناء الكلوروفيل ، حيث يعتبر الاخير الوحدة الاساسية لعملية التركيب الضوئي الجارية في الاوراق والتي تحول الطاقة الضوئية الى طاقة كيميائية (كاربونية) . والتي هي اساس علاقة التعايش بين الرايزوبيا والبقول ، والتي تستعمل لتنشيط الكثير من الفعاليات الحيوية كنمو المجموع الخضري والجذري وبالتالي تزداد المساحة الفعالة للاوراق والجذور [14] . مما يشجع النمو الخضري وازدياد اعداد الاوراق . كما ان توفر النتروجين المثبت حيويا في العقد الجذرية المستفيدة من تحسن انتاج مركبات الطاقة الكيميائية يدعم بصورة مباشرة النمو الخضري عامة واعداد الاوراق خاصة .

11- تاثير زمن الرش في اعداد اوراق النبات:

اظهرت نتائج التحليل الاحصائي تفوق مدة الرش بالحديد بعد 20 يوم من البذار Fe1 معنوياً على مدة الرش بعد 30 يوم من البذار Fe2 عند تسجيلهما (53.50, 47.42) ورقة / نبات على التوالي . وللاسف ايضا وعلى مايبدو لا توجد دراسات حول تاثير زمن الرش بكل من النحاس والحديد في اعداد اوراق النباتات البقولية ، الا ان التجهيز المبكر للحديد لسد حاجة عملية تكوين العقد الجذرية انعكس ايجابيا على اعداد العقد الجذرية وفعاليتها في تثبيت النتروجين الجوي مما حفز تجهيز النبات بالنتروجين بصورة ابكر داعماً نمو المجموع الجذري والخضري وبالتالي ازدياد المساحة الفعالة للجذور والاوراق وازدياد كثافة انتشار مواقع الاصابة على الجذور وشجع تطور الاصابة الاولية في الجذور بواسطة بكتريا اللقاح ، كما ان دعم المجموع الخضري للنبات (الاوراق) بصورة عامة يحسن انتاج وتجهيز الطاقة (الكاربون) لوحدات تثبيت النتروجين البكتيرية (Bacteroids) في اوراق النبات والذي يعد من اهم عوامل تطور الاصابة الاولية في نسيج لحاء الشعيرات الجذرية . وان دور النحاس في الانزيمات واختزال النترات وتكوين الكلوروبلاست والبروتين وتكوين الاحماض النووية DNA وRNA وموعد اضافتة (خمسة ايام بعد رش الحديد) شجع الاستهلاك والطلب على النتروجين المثبت حيويا لاجل استعماله في الايض والبناء الخلوي وبالتالي زيادة الانقسام الخلوي وتحسين نمو المجموع الخضري (الاوراق) والجذري . كما ان تحسن نمو المجموع الجذري دعم بصورة مباشرة امتصاص العناصر الغذائية المهمة الاخرى لنمو النبات بصورة عامة .

وكما نوهنا سابقا في اسباب تفوق مدة الرش بالحديد بعد 20 يوم من البذار Fe1 على مدة الرش بعد 30 يوم من البذار Fe2 رغم انهما بنفس الجرعة , كان بسبب ان نشاط بكتريا الرايزوبيا في التربة (اللقاح البكتيري) تبدا بالانخفاض بعد مرور 21 يوم من بدء نشر اللقاح في التربة ، فقد اشار [19] الى أن أعداد الخلايا الحية قد ازدادت خلال مدد التحضين الأربع المذكورة سابقا الا انها بدأت بالانخفاض قليلاً في المدة الأخيرة 21 يوم ، بسبب موت الخلايا البكتيرية لانخفاض مستويات العناصر الغذائية في التربة ، وحصول تغيرات غير ملائمة في بيئة نمو البكتريا مما انعكس سلبا في أعداد البكتريا خلال مدة التحضين الأخيرة .

12- تاثير نوع البذور (العامل الوراثي-البيئي) في اعداد اوراق النبات:

يمكن الاستنتاج من جدول (3) تفوق النباتات الناتجة عن البذور صنف اسباني S2 معنويا على النباتات الناتجة عن البذور صنف برازيلي S1 في اعداد اوراق النبات ، حيث سجل الاول 48.94 ورقة / نبات والاخير 45.50 ورقة / نبات رغم انهما يعودان الى نفس النوع النباتي . وعلى ما يبدو لاتوجد دراسات حول تاثير نوع بذور الفاصولياء في اعداد اوراق الفاصولياء ، الا انه وكما ذكرنا سابقا ان توافق اللقاح البكتيري مع النوع الاول S2 كان بدرجة معنوية اكبر من الاخير S1 ، ذالك ان التعايش هي وظيفة مستجيبة بصورة فعلية لحوافز وراثية وبيئية عديدة [22] . فقد وجد [23] اختلافاً وراثياً بين أصناف الفاصولياء الكفوءة وغير الكفوءة في مدى الانتفاع من التلقيح والمغذيات المتوافرة والمرتبط مع البنية الوراثية للعائل النباتي .

13- تاثير التداخل بين النحاس والحديد في اعداد اوراق النبات Fe×Cu:

اظهر جدول (3) نتائج التحليل الاحصائي التي افرزت تفوق معاملة تداخل النحاس والحديدFe1×Cu1 معنويا على باقي معاملات تداخل الحديد والنحاس عند تسجيلها 56.00 ورقة / نبات تلتها وبفارق معنوي معاملة التداخل Fe1×Cu0 التي بلغت 51.00 ورقة / نبات والتي لم تسجل فروق معنوية مع معاملة التداخل Fe2×Cu1 عند بلوغها 48.67 ورقة / نبات حيث تفوقت هذه المعاملات معنويا على معاملة المقارنة التي سجلت 39.00 ورقة / نبات . أن أسباب زيادة أعداد اوراق النبات عند التداخل بين النحاس والحديد يعود إلى تأثير هذين العنصرين المهمين في الكثير من الفعاليات الحيوية للعائل النباتي والعلاقة التعايشية بحد ذاتها ، إذ أن تاثير الرش المتتابع بهما زمنيا قد زاد على ما يبدو هذا التأثير وبالتالي اثر إيجاباً في اعداد اوراق النبات .

14- تاثير التداخل بين صنف البذور والنحاس في اعداد اوراق النبات Cu×S:

يتضح من جدول (3) ونتائج التحليل الإحصائي تفوق معاملة تداخل صنف البذور والنحاس Cu1×S2 معنويا على معاملة المقارنة وعدم وجود فروق معنوية فيما بين معاملات التداخل الاخرى . حيث سجلا (51.11 ،44.00) ورقة / نبات على التوالي .

15- تاثير التداخل بين صنف البذور والحديد في اعداد اوراق النبات Fe×S:

ان جدول (3) يظهر تأثير التداخل بين صنف البذور والحديد إذ وصلت أعداد الاوراق النباتية إلى ذروتها عند معاملة التداخل S2×Fe1 التي سجلت 56.00 ورقة / نبات وبفارق معنوي عن جميع معاملات تداخل صنف البذور والحديد ، تلتها وبفارق معنوي معاملة التداخل S1×Fe1 التي سجلت 51.00 ورقة / نبات ليتبعها معاملة التداخل Fe2 ×S2 وبدون فارق معنوي عند بلوغها 49.17 ورقة / نبات لكنهما تفوقتا معنويا على باقي معاملات تداخل صنف البذور والحديد وعلى معاملة المقارنة التي سجلت 39.833 ورقة / نبات . ان هذه النتائج تظهر اختلاف استجابة اصناف الفاصولياء للاخصاب الورقي بالحديد ومدى الانتفاع من عملية الرش .

16- تاثير التداخل بين صنف البذور والنحاس والحديد في اعداد اوراق النبات:

بينت النتائج في جدول (3) والتحليل الإحصائي تفوق معاملة تداخل صنف البذور والنحاس والحديد Fe1×Cu1×S2 معنويا على جميع معاملات تداخل صنف البذور والنحاس والحديد عند تسجيلها 59.33 ورقة / نبات تلتها وبفارق معنوي معاملة التداخل Fe1×Cu1×S1 التي بلغت 52.67 ورقة / نبات تلتها وبدون فارق معنوي معاملة التداخل Fe2×Cu1×S2 التي سجلت 50.67 ورقة / نبات الا انهما تفوقتا على معاملة المقارنة التي احرزت 38.00 ورقة / نبات. وكما ذكرنا سابقا فأن التاثير المتداخل لكل من النحاس والحديد اضافة الى صنف البذور المناسب والرش المتتابع بهما زمنيا قد زاد على ما يبدو هذا التأثير وبالتالي اثر معنويا في اعداد اوراق النبات .

17- العلاقة بين اعداد العقد البكتيرية الجذرية واوراق نباتات الفاصولياء:

اظهرات النتائج في الجدولين (2 ,3) ارتباط ايجابي معنوي (r) فيما بين اعداد كل من العقد الجذرية واعداد اوراق نباتات الفاصولياء بلغ 0.899 ، حيث ان العقد الجذرية الفعالة هي مصدر مهم بيئيا واقتصاديا للنتروجين المثبت حيويا للنباتات البقولية والمهم جدا في نمو النبات بصفة عامة والمجموع الخضري خاصة (الاوراق والساق) ، وان اداء وحدة تثبيت النتروجين التعايشية (الباكترويد) في العقد الجذرية وكميات النتروجين المثبت تتاثر بصورة مباشرة بتجهيز مركبات الطاقة الكيميائية (الكاربون) والتي تعتبر المصدر الرئيسي للكاربون المهم جدا لنمو وتكاثر وايض الباكترويد ، والتي يتم انتاجها في الاوراق النباتية ، وان اي عامل يسهم بصورة مباشرة او غير مباشرة في زيادة انتاج كل من النتروجين المثبت حيويا ومركبات الطاقة الكيميائية النباتية سيدعم بصورة مباشرة نمو المجموع الخضري (الاوراق والساق) والجذري ، وان هذا بدورة سيزيد المساحة الفعالة لكل من المجموع الخضري والجذري ليضاف عاملا اضافيا يزيد تكوين ونمو العقد الجذرية وزيادة امتصاص العناصر الغذائية المهمة عامة وتثبيت النتروجين تكافليا وعملية انتاج الطاقة الكيميائية والكاربون ، مما يسبب ازدياد العوامل المساهمة في دوران عجلة النمو الخضري (الاوراق والساق) والجذري (الشعيرات الجذرية والعقد الجذرية) وبالتالي ينعكس ايجابيا على الحاصل والبيئة . ومن ناحية اخرى فان عملية الرش بحد ذاتها ولو بالماء سيعمل على تنظيف سطح الاوراق ومساماتها من الغبار والملوثات البيئية الاخرى العالقة على سطح الورقة مما يزيد كفاءة عمل الاوراق في عملية التركيب الضوئي والمسامات في عملية التنفس والتبادل الغازي مما سينعكس ايجاباً على انتاج الطاقة الكيميائية المهمة في كثير من الفعاليات الحيوية لكل من العائل البقولي والعقد البكتيرية وعلاقة التكافل بحد ذاتها. فتزداد كفاءة النبات على تبادل الغازات من البيئة المحيطة فيتوفر للبلاستيدات الخضراء الماء وثاني اوكسيد الكاربون والطاقة ومن ثم يتمكن النبات من انتاج الاوكسجين والطاقة اللازمة لامتصاص المغذيات وبكفاءة اعلى من الجذور .

المصادر

1. Havlin, J. L.; J. D. Beaton; S. L. Tisdale and W. L. Nelson. 1999. Soil Fertility and Fertilizers (sixth edition). An Introduction to Nutrient Management.
2. Franco, A. A. 1998. Importance of Biological N_2 Fixation in Sustainable Agriculture. EMBRADA-Agrobiologia, Km 47, Seropcdica Rj, 23851-970 Brazil.
3. Demerchi, Salh Mahmood, 1985. The First Council in the Biological Nitrogen Fixation. Biology Research Center, Department of Microbiology, Baghdad, Iraq.

4. Elmerich, C.; A. Kondorosi and W. E. Newton. 1998. Biological Nitrogen Fixation for the 21st Century. Kluwer Academic Publishers. Paris.

5. O'Hara, G. W. 2001. Nutritional Constraints on Root Nodule Bacteria Affecting Symbiotic Nitrogen fixation: a Review. Centre for *Rhizobium* Studies, School of Biological Sciences and Biotechnology, Murdoch University, Murdoch, Australia. Aust. J. of Exp. Agri., 41, 417-433.

6. Amadi, Tarq Hassan, 1991. Micronutrient in Agriculture. Soil & Water Science, College of Agriculture, University of Baghdad, IRAQ.

7. Al-Taher, faysal mahbas madlol, 2005. Effect of Different Foliar Nutrition of Iron, Zinc and Potassium on the Growth and Yield of Wheat. M.Sc. thesis, College of Agriculture - University of Baghdad. Iraq.

8. Hussein, M.M., Abd El-Kader, A.A. and Mona A. M., 2009. Mineral Status of Plant Shoots and Grains of Barley under Foliar Fertilization and Water Stress. Research J. of Agri. and Bio. Sci., 5(2): 108-115.

9. Nasef, M.A.; Nadia, M. B. and Amal, F. A., 2006. Response of Peanut to Foliar Spray with Boron And / or *Rhizobium* inoculation. J. of Appl. Sci. Res., 2(12): 1330-1337.

10. Kassab, O.M., 2005. Soil Moisture Stress and Micronutrients Foliar Application Effects on the Growth and Yield of Mungbean Plants. J. Agric. Sci., Mansoura University, 30: 247-256.

11. Beck, D.P; L. A. Materon and F.A. Fadi., 1993. Practical *Rhizobium* Legume Technology Manual. Technical No: 19. ICARDA, Syria.

12. Seliga, Henryka. 1997. Physiological Aspects of Nitrogen Fixation Response to Copper Nutrition in Several Grain Legume Species. In: Plant Nutrition for Sustainable Food Production and Environment. Ando et al (Eds.), 1997. p. 699-702.

13. Al-Sahaf, Fadhel Husain Redha, 1989. Practical Plant Nutrition. University of Baghdad, Ministry of Higher Education, Iraq.

14. Al-Sadi A. S., 2007. Effect of Potassium and Cobalt on *Rhizobium* Efficiency and on Growth and Yield of *Phaseolus vulgaris* L., M.Sc. thesis, College of Agriculture - University of Baghdad. Iraq.

15. Ahmed, Firas Wa`dallah, 2006. Effect of Fertilizers Addition of K and Mg in Soil and Foliar Application on Tomato Growth and Yeild Under Plastic House Conditions. M.Sc. Thesis, College of Agriculture - University of Baghdad. Iraq.

16. Osotsapar Y., 2005. Micronutrients in Crop Production in Thailan. Department of Soils, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Kamphaeng Sean, Nakorn Pathom 73140, Thailand.

17. Parkpian, P, and N .Boonkerd .1989. Involvement of Iron in Nodulation and Symbiolic Nitrogen Fixation in Groundnut. In :The Proceedings of National Groundnut Conference. Roi-et., Thailand.

18. Alkrtani, R. 2005. Effect of Iron and Phosphorus on *Rhizobium* Efficiency and on Growth and Yield of cowpea. M.Sc. Thesis, College of Agriculture - University of Baghdad. Iraq.

19. Abdulameer, Ali Sabeeh. 2010. Effect of Time Factor, Molybdenum and Potassium on *Rhizobium* Growth in the Al-jaderya Sterilized Soil. Baghdad Science Journal. Vol. 7, No. 3.

20. 20 Wikipedia, 2010. The Free Encyclopedia. USA.

21. Baalbaki, Ramzi Munir, 2009. Al-Mawrid Al-Hadeeth. Dar El-Ilm Limalayin Publisher, Lebanon. P: 1230.

22. Vance, C. P. 2001. Agronomy and Ecology of Nitrogen Fixation. United States Department of Agriculture, Agricultural Research Service, Plant Science Research Unit, Department of Agronomy and Plant Genetics, University of Minnesota, St. Paul, MN, 55108, USA.

23. Shea, P. F., G. C. Gerloff and W. ZH. Gabelman.1968. Differing Efficiencies of Potassium Utilization in Strains of Snap beans. Departments of Horticulture and Botany, University of Wisconsin, Madison, Wisconsin. Plant and Soil, XXVIII, no.2.

24. Al-Mohamdawi, Saad Khalaf Menshed, 2004. Effect of Foam Sulfur Addition and Spray Nutrition of Al-Nahrain Solution on the Growth and yield of Garlic (*Allium sativum* L). M.Sc. thesis, College of Agriculture - University of Baghdad. Iraq.

25. Al-Recabi, Fakher Hamed Ibraheem and Muntser Mansour, 2001. Response of Tomato Plants (*Lycopersicon esculentum*) to Cycosel Spraying and Foliar Nutrition to Improve Some of Effective Characteristics on the Production. Iraqi Agricultural Science Journal, Vol: 32, No: 1.