تأثير التسميد الحيوي والصخر الفوسفاتي في جاهزية التربة ومحتوى العدس من الحديد

موفق يونس سلطان
قسم علوم التربة والموارد المائية/ كلّيَّة الزراعةِ والغابات / جامعة الموصل-العراق

الخلاصة

أجريت تجربة حقلية في تربة كلسيه من شمال العراق (مدينة الموصل) ضمن رتبة Calciorthid لدِراسَة تأثير التسميد الحيوي ببكتيرية الرايزوبيا والتسميد الكيميائي بالصخر الفوسفاتي على جاهزية الحديد في التربة ومحتوى العدس (*Lens culinaris*) منه. نفذت التجربة بالتصميم العشوائي الكامل (RCBD) بإضافة مستويان من التسميد الحيوي(ملقحة وغير ملقحة بخليط من سلالات معزولة لبكترية الرايزوبيا *Rhizobium leguminosarum*) وثلاثة مستويات من الصخر الفوسفاتي (صفر و٤٠ و٨٠ كيلوغرام P / هكتار) وبثلاثة مكررات لكل وحدة تجريبية. وأضيف سماد البوتاسيوم بمعدل ١٠كغم/هكتار لجميع الوحدات التجريبية. أخذت نماذج من التربة والنبات في ثلاث فترات زمنية هي ٦٥ و ١٠٥ و١٣٧ يوماً من عمر النبات (النمو الخضري وبداية التزهير وعند الحصاد)، وقُدِر الحديد الجاهز في التربة وتركيز الحديد في النبات(ppm). أوضحت النتائج أن بكتريا الرايزوبيا تلعب دور في زيادة جاهزية حديد التربة وبمعدل زيادة بلغ ٧.٤٤% وبمعامل ارتباط بلغ٠.٩٤٩ لجميع مراحل نمو النبات رافقه زيادة في محتوى النبات من الحديد، كذلك أشارت النتائج إلى إن إضافة الصخر الفوسفاتي رافقه زيادة في محتوى النبات من الحديد خصوصاً عند المستوى ٤٠كغم /هـ والتي تفوقت في زيادة الحديد الجاهز للتربة وفي محتوى النبات عن المعاملات المسمدة بـ٨٠ كغم / هـ وهذه إشارة لعدم الحاجة إلى الإفراط في إضافة الأسمدة الفوسفاتية، ومن النتائج الواضحة التي توصلنا أليها في هذا البحث هي حاجة بكتريا الرايزوبيا إلى الحديد الجاهز في التربة خصوصاً في فترة النمو الأولى (عند ٦٥ يوم من نمو النبات) وهي بداية مرحلة تكوين العقد الجذرية.

المقدمة

تعاني معظم الترب الزراعية ولاسيما الكلسية منها من نقص واضح في محتوى الحديد الجاهز في التربة. فهي تتأثر بدرجة كبيرة بدرجة تفاعل التربة حيث وجد أن هناك علاقة ارتباط سالبة بين محتوى الحديد الجاهز ودرجة تفاعل التربة (Kuhad وآخرون،١٩٨٦و Al-Mustafaوآخرون،٢٠٠١ وSharma وآخرون،٢٠٠٤). كذلك أشارت الدراسات إلى أن معادن الكاربونات لها المقدرة على تقييد الحديد من خلال عمليات الامتزاز والترسيب وتكوين معقدات مع الحديد والتي تسهم في خفض جاهزيته للنبات (Olsenو Frank، 1959 و Mengel ،١٩٩٤) كذلك فان للتسميد المبالغ فيه وخاصة الأسمدة الفوسفاتية تعمل على ترسيب الحديد الضروري للعمليات الحيوية للنبات بالرغم من أن الحديد واحد من أكثر المعادن وفرة على سطح الأرض وهو عنصر أساسي لمعظم أشكال الحياة في النبات والحيوان على السواء فهو يؤدي دوراً كبيراً ومؤثراً في العمليات الحيوية للنبات باشتراكه المباشر كجزء تركيبي لمواد النبات وتنشيطه للعمليات الأنزيمية داخل النبات فهو جزء تركيبي للسايتوكرومات النباتية المسئولة عن نقل الالكترونات كما يشارك في عمليات الأكسدة والاختزال في عمليتي التنفس والتركيب الضوئي، كذلك فان الحديد مهم للفسيولوجية الطبيعية للإنسان والحيوان على السواء فهو جزء لا يتجزأ من العديد من البروتينات والأنزيمات التي تحافظ على الصحة الجيدة وضروري في تركيب البروتينات التي تشارك في نقل الأوكسجين(Dallman، 1986) ومهم أيضا في تنظيم نمو الخلايا والتمايز(Bothwell ، ١٩٧٩وAndrews، ١٩٩٩) وان نقص الحديد يسبب نقص في إيصال الأوكسجين إلى خلايا الجسم مما يؤدي إلى التعب، وضعف أداء العمل، وانخفاض المناعة(Haasو Brownlie،٢٠٠١ وBhaskaram،٢٠٠١) ومن ناحية أخرى فأن الكميات الزائدة والمبالغ فيها من الحديد قد يسبب السمية ويمكن أن يصل إلى الموت(Corbett،١٩٩٥). ويعتبر العدس من المحاصيل المهمة التي تساهم في تغذية الإنسان والحيوان حيث يحتوي على نسبة جيدة من الحديد وعلى نسبة عالية من البروتين تصل ٢٢-٢٦%

تاريخ تسليم البحث ٢٠٠٩/١٢/١٦ وقبوله ٢٠١٠/٦/٢١

وهو مصدر بديل ورخيص للحوم في البلدان التي تكون فيها اللحوم غير متوفرة والأسعار مرتفعة (Whitehead وآخرون، ١٩٩٨) فضلاً عن أن بقاياه تُعد مستودعاً للنتروجين والكاربون والعناصر
الغذائية الأخرى. وعليه لابد من الإفادة من نشاط وفعالية كائنات التربة الدقيقة في تجهيز النبات ببعض العناصر الغذائية الضرورية كالفسفور والنتروجين والحديد وبعض العناصر الغذائية الضرورية الأخرى كمصدر بديل ورخيص وآمن بيئياً مقارنةً بالأسمدة الكيميائية المصنعة. وقد وجد Halde وآخرون (١٩٩٠) إن بعض سلالات البكتريا المثبتة للنتروجين للنتروجين *Rhizobium* تلعب دوراً هاماً في إذابة الصخر الفوسفاتي وأكد سلطان (٢٠٠٥) إن البكتريا العقدية لنبات العدس (*Rhizobium leguminosarum*) لها القدرة على إذابة المركبات الفوسفاتية القليلة الذوبان كالصخور الفوسفاتية وسد جزء من متطلبات النبات من الفسفور نتيجة لتأثيرها في خفض درجة تفاعل البيئة الغذائية ودرجة تفاعل التربة لفترة محددة، فضلاً عن قابلية هذه البكتريا في تثبيت النتروجين بمعيشتها التكافلية مع محصول العدس وسد احتياجاته بحوالي ٨٠% من النتروجين إليها (Saxena وYadav ، 1976) .
ولأهميته كل هذا وقلة البحوث كان الهدف من الدراسة معرفة العلاقة بين التسميد الحيوي (باستخدام ثلاث سلالات من بكتريا الرايزوبيا) والصخر الفوسفاتي وإمكانية زيادة جاهزية التربة بالعناصر الصغرى وزيادة محتوى النبات من هذه العناصر وبصورة خاصة الحديد الذي يلعب دور كبير في معظم الفعاليات الحيوية للنبات والحيوان والإنسان وكذلك معرفة إمكانية استخدام الصخر الفوسفاتي كبديل للسماد الفوسفاتي المصنع والغالي التكاليف.

مواد البحث وطرائقه

استخدمت ثلاث سلالات من البكتريا العقدية *Rhizobium leguminosarum* وهي Le_{719} ، Le_{726} و Le_{735} تم الحصول من المركز الدولي للبحوث الزراعية في المناطق الجافة حلب/سورية (ICARDA) وتم تنشيطها وتنميتها في أطباق بتري بطريقة التخطيط ثم تلقيحها في أنابيب اختبار (slant) تحتوي على الوسط الغذائي Yeast Extract Manitol Agar وحضنت في الحاضنة على درجة حرارة ٢٨مْ لمدة ٧٢ ساعة ثم حفظت في الثلاجة لحين استخدامها في تحضير اللقاح البكتيري.تم تحضير اللقاح البكتيري بزراعة وتلقيح كل سلالة من السلالات السابقة في دوارق زجاجية مخروطية (حجم ٢٥٠ مل) تحتوي على بيئات غذائية سائلة (Yeast Extract Manitol Broth) معقمة بالبخار تحت الضغط باستخدام جهاز الـ (Autoclave) على درجة حرارة ١٢١مْ وضغط ١٥ باوند/ انج ^{2} لمدة ٢٠ دقيقة ، وتحضينها في الحاضنة الرجاجة على درجة حرارة ٢٨ مْ لمدة ٧٢ ساعة قبل استخدامها في التجارب المختبرية والحقلية واختير موقع كلية الزراعة والغابات داخل جامعة الموصل لتربة مصنفة ضمن رتبة Calciorthid . أخذت عينات تربة ممثلة للحقل قبل الزراعة، جففت هوائياً وطحنت خلال منخل ٢ملم وأجريت لها تحاليل فيزيائية وكيميائية ومايكروبايولوجية وكما مبين في الجدول(1) .
حرثت الأرض حراثتين متعامدتين مع التنعيم والتعديل لغرض تنفيذ تجربة عامليه في تصميم عشوائي كامل (RCBD) وتم عمل كل وحدة تجريبية بشكل أحواض (ألواح١ × ٢ متر) لمستويين من التلقيح البكتيري × ثلاثة مستويات من الفسفور (مصدره الصخر الفوسفاتي) × ٣ مكررات) وتركت فواصل بينها بحدود ٠.٥ متر لضمان عدم حدوث تلوث بكتيري بين الأحواض. سمدت الوحدات التجريبية بالصخر الفوسفاتي نثراً على جانبي خطوط الزراعة دفعة واحدة قبل الزراعة وأضيف السماد البوتاسي من كبريتات البوتاسيوم (42%K) إلى جميع الوحدات التجريبية بعد ٢٨ يوم من الزراعة.
وضعت بذور العدس (*Lens culinaris*) Lentil (صنف ادلب ٣ التي تم الحصول عليها من ايكاردا أيضا وهو صنف معتمد ومنتخب في مراكزها البحثيةويمتاز بمقاومته للاضطجا ومن الإصابة بفطر الـ *Fusarium* الذي يصيب معظم أصناف العدس) في أوعية زجاجية، ثم عقمت بكلوريد الزئبق المحمض ١% بغمر البذور في المحلول لمدة ثلاث دقائق ثم بالكحول الاثيلي ٩٥% لمدة ثلاثة دقائق وغسلت بالماء المقطر المعقم خمس مرات وكما جاء في Black (١٩٦٥). لقحت البذور بخليط من السلالات البكتيرية السابقة وبمعدل (٣.٥ ×١٠^{٧} خلية بكتيرية/١ مل) وكما جاء في Vincent (١٩٧٠) وذلك بتغطيس البذور لمدة نصف ساعة في المعلق البكتيري المضاف له سكر وحليب لزيادة وفسح المجال في لصق اللقاح البكتيري على سطح البذور، ثم نقلت إلى سطح معقم وتركت بعيداً عن

أشعة الشمس المباشرة حتى الجفاف في ظل وجو الحقل، وغلفت بكاربونات الكالسيوم للمحافظة على الرايزوبيا وبقائها على سطح البذور أطول فترة ممكنة بعد زراعتها وتركت قسم من البذور بدون تلقيح. تم زراعتها مباشرة (في جور داخل خطوط في الألواح المسافة بين خط وأخر ٢٥سم) بمعدل ٣-٤ بذرة/ جورة (٢٠ كغم/هكتار) .

الجدول (١) : بعض صفات التربة الكيميائية والفيزيائية

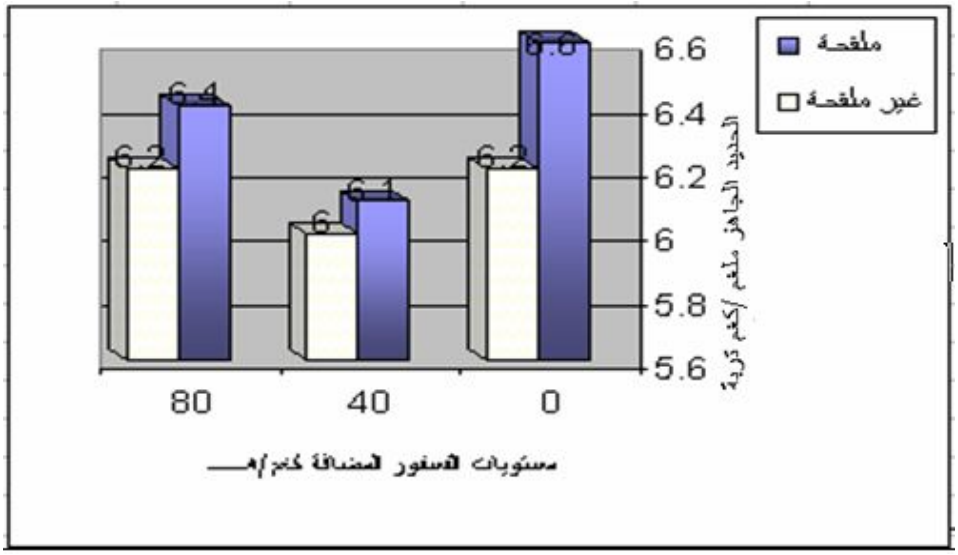
الصفة	القيمة ووحدة القياس		المصدر
التوصيل الكهربائي	١.٠١ دسي سيمنز.م$^{-١}$		١٩٥٤ Richards
تفاعل التربة	٧.٩		١٩٨٤ Mckeague
السعة التبادلية للايونات الموجبة	٢٠.١ سنتي مول. شحنة. كغم$^{-١}$ تربة		١٩٥٤ Richards
المادة العضوية	غم.كغم$^{-١}$ تربة	١٥.٢	١٩٧٤ FAO
كاربونات الكالسيوم		٣٣٠	
الحديد الجاهز	ملغم.كغم$^{-١}$ تربة	٥٨	Page وآخرون1982
النتروجين الجاهز		٣١.٥	جهاز المايكروكلدال
الفسفور الجاهز		٧.٥	Page وآخرون1982
البوتاسيوم الجاهز		٢٢١	١٩٦٥Black
النسجة	Clay Loam		
الرمل	غم.كغم$^{-١}$ تربة	٣٨٩	١٩٦٥ Day
الغرين		٣٢١	
الطين		٢٩٠	
البكتريا الكلية	CFU.غم$^{-١}$ تربة	٨١٠×٢.٠١	١٩٦٥ Black
الفطريات الكلية		٤١٠×١,٥	

أخذت عينات النبات في ثلاثة مراحل من عمر النبات (٦٥ و ١٠٥ و ١٣٧ يوماً من الزراعة) الأولى تمثل مرحلة النمو الخضري، الثانية تمثل مرحلة بداية التزهير، أما المرحلة الأخيرة فهي مرحلة الحصاد أخذت عشرة نباتات من كل حوض بصورة عشوائية بعد ترك الخط القريب من الحافات، جففت في الفرن الكهربائي على درجة حرارة ٦٥-٧٠ مْ لحين ثبات الوزن، طحنت العينات وحفظت في أكياس النايلون في مكان جاف لحين تحليلها حيث تم تقدير الحديد فيها على أساس وزن النبات الجاف عن طريق هضم العينات النباتية باستخدام حامض الكبريتيك المركز وحامض البيروكلوريك حسب ما ورد في (Ryan وآخرون ؛ ٢٠٠١) باستخدام جهاز الامتصاص الذري. وتم اخذ نماذج التربة في نفس وقت أخذ العينات النباتية نفسه للمراحل الثلاثة المذكورة أعلاه ، وبمعدل ٥ عينات على عمق (٠-١٥ سم) من كل وحدة تجريبية ومن الخطوط الوسطية ، خلطت نماذج كل وحدة تجريبية خلطاً جيداً وجففت هوائياً، واخذ وزن مناسب لإجراء التحاليل وتقدير الحديد الجاهز فيها. حللت النتائج إحصائيا باستخدام الحاسبة الإلكترونية بإجراء اختبار دنكن متعدد الحدود وعند درجة احتمالية (٠.٠٥) (الراوي ، ١٩٧٧) وكذلك القيم الإحصائية الأخرى باستخدام نظام Anonymous (٢٠٠١).

النتائج والمناقشة

يلاحظ في الشكل (١) وعند ٦٥ يوم من عمر النبات أن جميع المعاملات الملقحة بالرايزوبيا قد تفوقت على المعاملات غير الملقحة وبمعامل ارتباط بلغ ٠.٩١٨ وبلغ أعلى محتوى للحديد الجاهز في المعاملة الملقحة وبدون إضافة الصخر الفوسفاتي (٦.٦ ملغم/كغم$^{-١}$) حيث حققت أعلى مستوى في الحديد الجاهز بمعدل زيادة بلغ٦.٤٥ و١٠ و٦.٤٥% عن المعاملات غير الملقحة (٦.٢ و٦.٠ و٦.٢ ملغم/كغم$^{-١}$) وقد يعود السبب إلى إمكانية بكتريا الرايزوبيا على إفراز أحماض عضوية تسبب في خفض مؤقت لحموضة التربة وبالتالي إذابة المركبات المغلفة للحديد وزيادة جاهزية حديد التربة. وعند إضافة الصخر الفوسفاتي بمعدل ٤٠ كغمP/هـ (٦.٠ ملغم/كغم$^{-١}$) أدى إلى انخفاض في قيم الحديد الجاهز بمعدل ٣.٣٣ % نتيجة استخدام الأحياء المهجرية للفسفور التي تحتاجها للقيام بفعالياتها الحيوية وهذا يرافقه زيادة امتصاص بقية العناصر ومنها الحديد، أما عند إضافة ٨٠ كغمP/هـ (٦.٢ ملغم/كغم$^{-١}$

) حدث فيها زيادة قليلة في الحديد الجاهز نتيجة لزيادة نشاط الإحياء في تحليل المركبات العضوية والصخر الفوسفاتي الذي يحتوي على نسبة من الحديد ٠.٢٥% Fe_2O_3 (الجدول ٢).

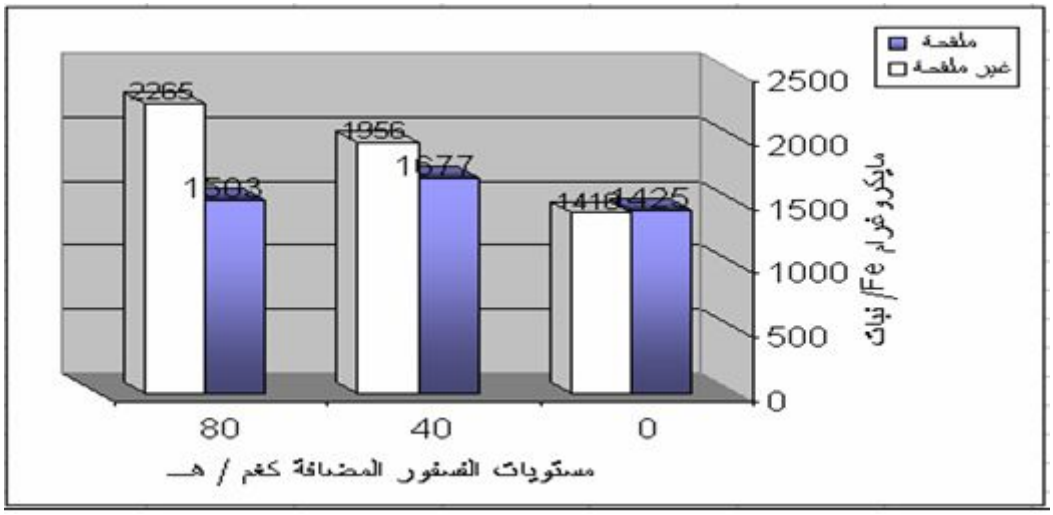


الشكل (١): تأثير التسميد الحيوي والصخر الفوسفاتي في جاهزية الحديد عند ٦٥ يوم من عمر النبات

الجدول (٢): التحليل الكيميائي للصخر الفوسفاتي

الصفة	القيمة	Oxides	%
PH	٨.٠٥	CaO	٥٢.١٢
		K_2O	٠.٠٥
Ec	١٨.٥ديسي سيمنز.م$^{-1}$	P_2O_5	٢٦.٠٠
		SiO_2	٠.٦٨
		Fe_2O_3	٠.٢٥

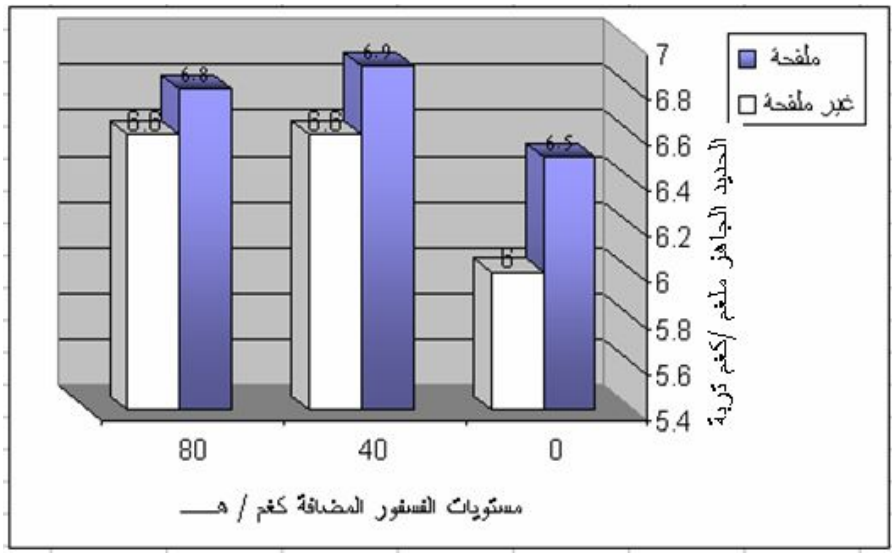
كما يلاحظ في الشكل (٢) أن إضافة الصخر الفوسفاتي بمعدل ٤٠ و٨٠ كغمP/هكتار رافقه زيادة في محتوى النبات من الحديد خصوصاً في المعاملات غير الملقحة حيث أدى إلى زيادة بلغت ٣٨.٧٢ و ٦٠.٦٤% مقارنة بالشاهد وعلى الترتيب وقد سلكت المعاملات الملقحة نفس الاتجاه وقد يعود السبب



الشكل(٢): تأثير التسميد الحيوي والصخر الفوسفاتي في محتوى النبات من الحديد عند ٦٥ يوم من عمر النبات

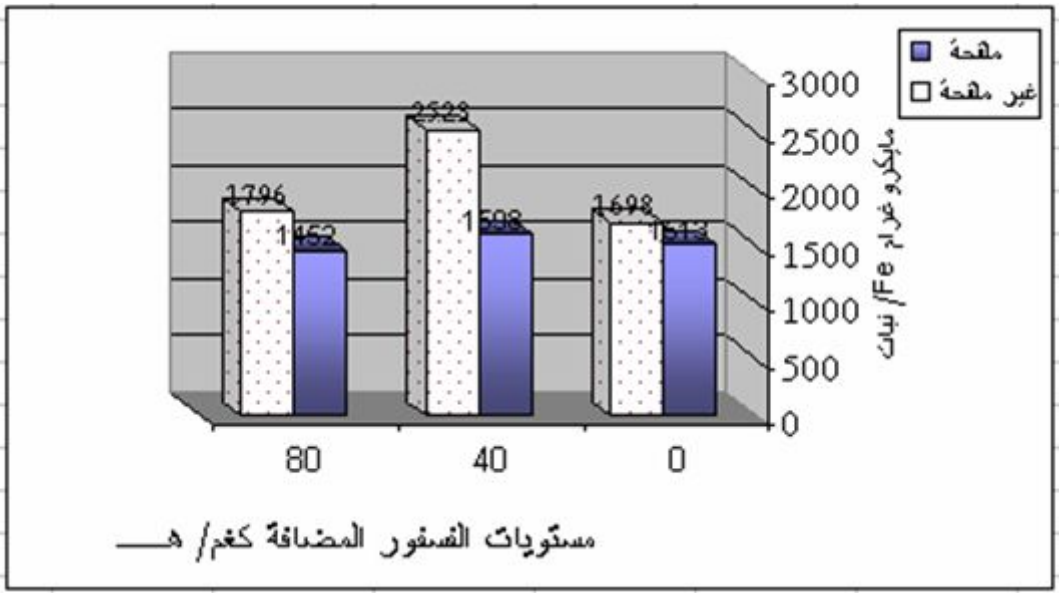
لزيادة مستويات الفسفور المضاف الذي يحتاجه النبات في العمليات الحيوية وبالتالي زيادة وزن النبات في هذه المرحلة من عمر النبات، ويلاحظ أيضا من الشكل أعلاه أن النبات في المعاملات الملقحة ببكتريا الرايزوبيا قد انخفض محتواها من الحديد في هذه الفترة (مرحلة النمو الخضري) مقارنة بالمعاملات غير الملقحة نتيجة تكوين العقد الجذرية وحاجة هذه البكتريا لكميات من الحديد لعملية التمثيل الغذائي حيث تحتاج الرايزوبيا إلى الحديد في النظام الإنزيمي nitrogenase الذي يحتوي على البروتين الأول (Mo-Fe protein) والبروتين الثاني(Iron protein) اللذان يساعدان في عملية تثبيت النتروجين تكافلياً ونقل الالكترونات من حوامل الالكترونات إلى النيتروجين كما جاء في قاسم ومضر (١٩٨٩).

أما الشكل (٣) الذي يمثل تأثير التسميد الحيوي والصخر الفوسفاتي في جاهزية الحديد عند ١٠٥ يوم من عمر النبات فيلاحظ حدوث انخفاض بسيط في الحديد الجاهز في المعاملات غير المسمدة بالصخر الفوسفاتي ٦.٠ و ٦.٥ ملغم/كغم$^{-1}$ مقارنةً بعمر النبات الأولى ٦٥ يوم ٦.٢ و٦.٦ ملغم/كغم$^{-1}$ ولنفس المعاملتين السابقتين على الترتيب، كما يمكن ملاحظة أن اقل محتوى للحديد الجاهز كان في المعاملة غير الملقحة بالبكتريا وبدون إضافة الفسفور(٦ملغم / كغم تربة) ويعود السبب للامتصاص الحيوي للحديد من قبل النبات والبكتريا وعدم وجود مجهز للحديد عدا الحديد الجاهز في التربة، كما يلاحظ أن إضافة الصخر الفوسفاتي أدى إلى زيادة الحديد الجاهز خصوصاً في المعاملات الملقحة بالرايزوبيا التي حققت زيادة ١٥.٠٠ و ١٣.٣٣% مقارنة بالشاهد (٦ملغم / كغم تربة) لمستويات المضافة ٤٠و٨٠كغم/هكتار على التوالي، كذلك فان إضافة هذه المستويات من الصخر(غير الملقحة) حققت زيادة مقدارها ١٠ و١٠% مقارنة بالشاهد وهذا يعود إلى إمكانية تحليل الصخر الفوسفاتي بفعل البكتريا والفطريات الموجودة بالتربة وتحرير الأحماض العضوية مما تسبب في خفض درجة تفاعل التربة وزيادة جاهزية العناصر الغذائية الضرورية ومنها الحديد، كذلك فالتلقيح بالرايزوبيا مع إضافة ٤٠و٨٠كغم/هكتار من الفسفور على شكل صخر فوسفاتي حقق زيادة مقدارها٦.١٥و٤.٦٢% مقارنة بالملقحة وغير المسمدة وان المعاملات غير الملقحة عند نفس مستويات الصخر الفوسفاتي المضاف، وبلغت الزيادة في المعاملات الملقحة ٨.٣٣ و٤.٥٥ و٣.٠٣% مقارنةً بالمعاملات غير الملقحة لمستويات الفسفور المضافة صفر و ٤٠ و٨٠ كغمP/هكتار وبمعامل ارتباط مقداره ٠.٩٧١ وهذا دليل مقدرة هذه البكتريا في إذابة الصخر الفوسفاتي وعند جميع مستويات الفسفور المضاف نتيجة إنتاجها الأحماض العضوية التي تعمل على خفض حموضة التربة وتحرير بعض العناصر الغذائية ومنها الحديد (سلطان،٢٠٠٥). ونتيجة لزيادة جاهزية الحديد في التربة وزيادة نمو النبات يلاحظ وجود زيادة في محتوى النبات من الحديد ولجميع المعاملات في هذه المرحلة مقارنة بالمرحلة الأولى من عمر النبات وفي جميع المعاملات خصوصا المعاملة الملقحة بالرايزوبيا والمسمدة بـ ٤٠كغم/هـ التي حققت زيادة معنوية بمقدار ٦٦.٧٥% مقارنة بالمعاملة غير المسمدة وغير الملقحة بالرايزوبيا الشكل (٤) حيث يلاحظ إن التلقيح البكتيري قد حقق زيادة واضحة في

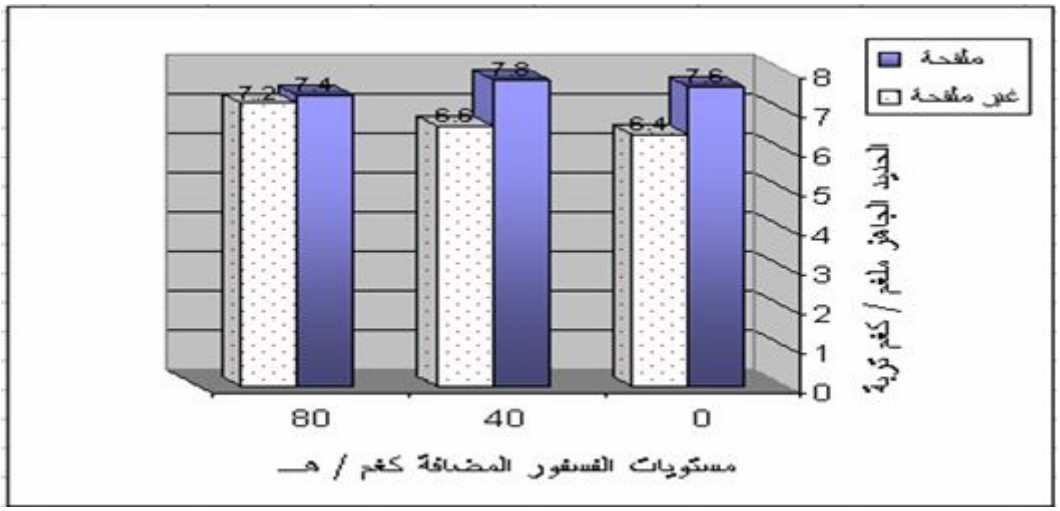


الشكل(٣) : تأثير التسميد الحيوي والصخر الفوسفاتي في جاهزية الحديد عند ١٠٥ يوم من عمر النبات

محتوى النبات من الحديد وبعلاقة ارتباط معنوية مقدارها (٠.٨٦) وبلغت الزيادة في محتوى النبات من الحديد للمعاملات الملقحة وعند صفر و ٤٠ و ٨٠ كغمP /هكتار من الصخر الفوسفاتي ١٢.٢٣ و ٥٧.٨٨ و٢٣.٦٩% مقارنة بغير الملقحة وعلى الترتيب ومنها يلاحظ أن أفضل مستوى للفسفور هو ٤٠كغمP/هـ ولم نلاحظ أي زيادة معنوية بين المعاملات غير الملقحة بالرايزوبيا والمسمدة بـ ٤٠ و٨٠ كغم / هـ.. أما مرحلة النمو الثالثة بعد ١٣٧ يوم من عمر النبات فيوضح الشكل (٥) إلى أن معاملات التلقيح البكتيري البكتيري قد سارت بنفس الاتجاه حيث بقي الحديد الجاهز في جميع المعاملات الملقحة بالرايزوبيا أعلى منه في المعاملات غير الملقحة ولجميع مستويات الصخر الفوسفاتي المضافة فبلغت الزيادة في معاملة



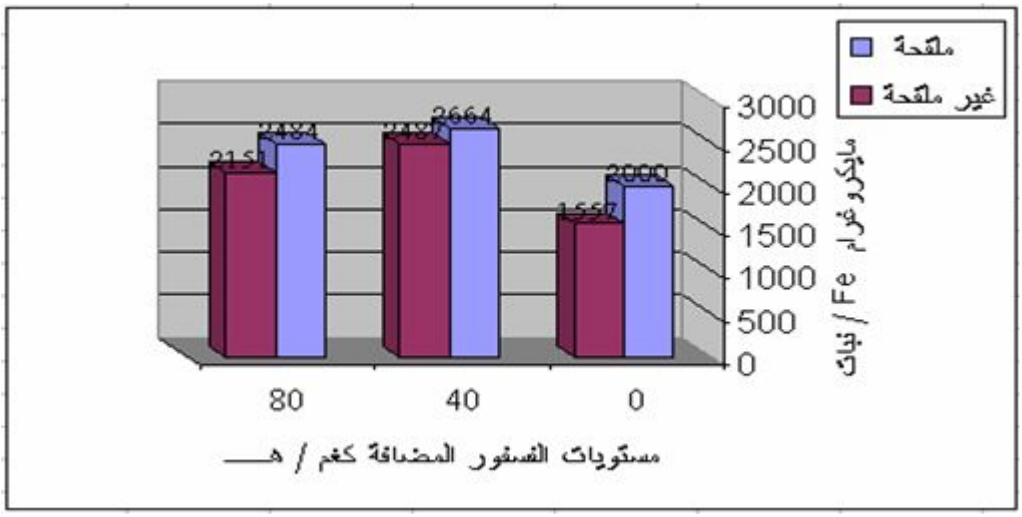
الشكل (٤): تأثير التسميد الحيوي والصخر الفوسفاتي في محتوى النبات من الحديد عند ١٣٧ يوم من عمر النبات



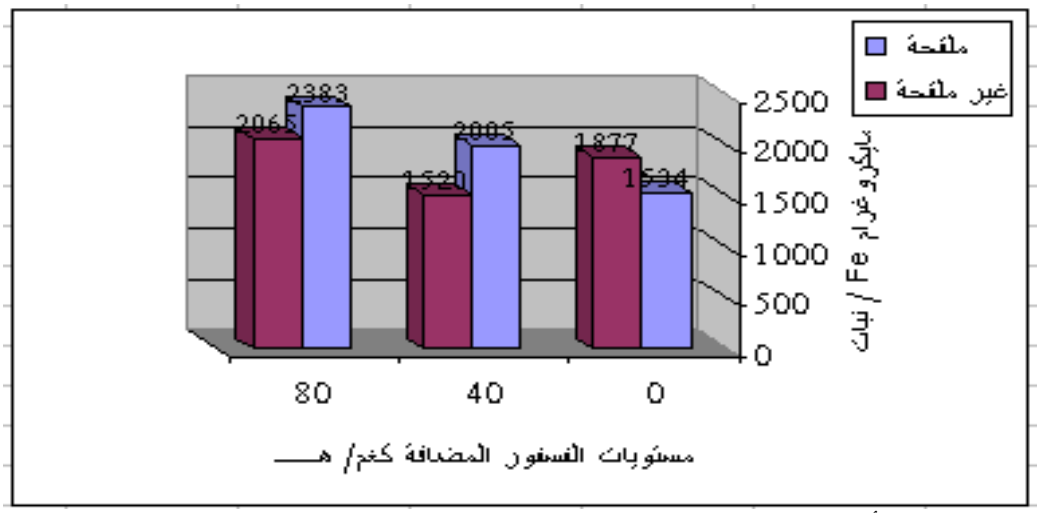
الشكل (٥) : تأثير التسميد الحيوي والصخر الفوسفاتي في جاهزية الحديد بعد ١٣٧ يوم

الشاهد١٨.٧٥%، وعند إضافة ٤٠ كغمP/هكتار من الصخر الفوسفاتي بلغت الزيادة ١٨.١٨% أما عند إضافة٨٠ كغمP/هكتار فقد بلغت الزيادة ٢.٧٨%. وهنا نلاحظ إن التسميد بـ ٤٠ كغم/ هـ قد تفوقت على باقي المعاملات وفي مراحل النمو المختلفة وهذا يعطي مؤشر بعدم الضرورة لإضافة المستويات العاليةمن الصخر الفوسفاتي وهذه النتائج تتفق مع ماتوصل إليه سلطان (٢٠٠٥). أما نتائج

الشكل (٦) فقد بقيت المعاملات الملقحة متفوقة في محتوى النبات من الحديد حيث بلغت ٢٨.٤٥ و ٧.١٢ و ١٥.٤٨% لمستويات الصخر الفوسفاتي المضافة أعلاه وعلى الترتيب وبمعامل ارتباط معنوي قوي بلغ (٠.٩٩). كما يلاحظ أن محتوى النبات من الحديد في هذه المرحلة من عمر النبات قد تفوق على المراحل السابقة من عمر النبات ولجميع المعاملات نتيجة زيادة نمو النبات وانتقال الحديد من الجذور والعقد الجذرية إلى الأجزاء العليا من النبات. وفي الشكل (٧) الذي يشير إلى تفوق المعاملات الملقحة بالرايزوبيا على المعاملات غير الملقحة عند مراحل النمو ٦٥ و١٣٧ يوم من عمر النبات بزيادة بلغت ٣١.٩١ و ١٥.٤٠% للمرحلتين السابقتين بخلاف المرحلة الأولى من نمو النبات حيث نلاحظ انخفاض محتوى النبات من الحديد في المعاملات الملقحة ٢٢.٣٦% مقارنة بالمعاملات غير الملقحة بالرغم من زيادة جاهزية التربة من الحديد وهذا يدل دلالة قاطعة على استخدام الحديد الجاهز من قبل بكتريا الرايزوبيا في هذه المرحلة من عمر النبات وبصورة خاصة المعاملة غير المسمدة بالصخر الفوسفاتي (لاحظ الشكل ١).



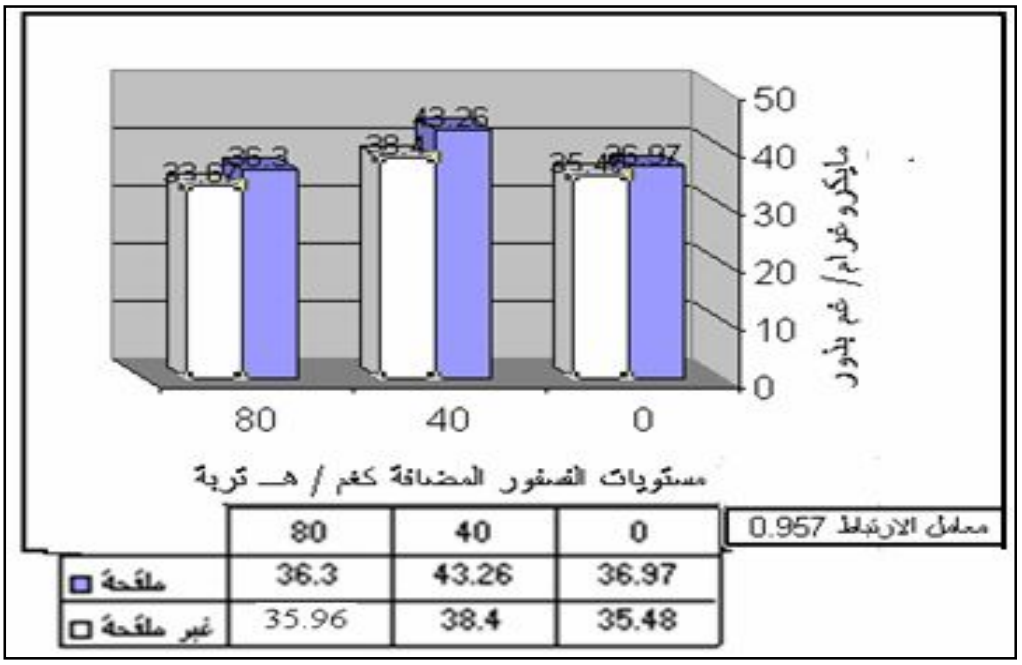
الشكل (٦): تأثير التسميد الحيوي والصخر الفوسفاتي في محتوى النبات من الحديد عند ١٣٧ يوم من عمر النبات



الشكل (٧): تأثير التلقيح البكتيري في محتوى النبات من الحديد خلال فترات النمو المختلفة .

يلاحظ من الشكل (٨) أن محتوى بذور العدس من الحديد في جميع المعاملات الملقحة بالرايزوبيا أعلى من المعاملات غير الملقحة بالرايزوبيا ولجميع مستويات الصخر الفوسفاتي المضافة فبلغت الزيادة في معاملة الشاهد٤.٢٠%، وعند إضافة ٤٠ كغمP/هكتار من الصخر الفوسفاتي حيث بلغت الزيادة ٢١.٩٣% أما عند إضافة٨٠ كغمP/هكتار فقد بلغت الزيادة ٢.٣١%. وهنا نلاحظ إن معاملة التلقيح

بالرايزوبيا مع التسميد بـ٤٠ كغم/ هـ قد تفوق على جميع المعاملات السمادية وكان متماشياً مع



ماتوصلنا أليه في محتوى النبات من الحديد لهذه العاملة وفي جميع مراحل النمو المختلفة.

الشكل (٨): تأثير التسميد الحيوي والصخر الفوسفاتي في محتوى البذور من الحديد عند ١٣٧ يوم من عمر النبات

EFFECT OF BIOFERTILIZER AND ROCK PHOSPHATE ON IRON AVAILABILITY IN SOIL AND THE IRON CONTENT OF LENTIL

Mowafaq Younis Sultan
Soil Sci. and Water Resources / College of Agri. and Forestry/ University of Mosul, Iraq

ABSTRACT

Field experiment was conducted in Calciorthid to study the effect of biofertilizer(*R. Leguminosarum* mixture of the three rhizobial strains Le_{719}, Le_{726} and Le_{735}) and phosphate fertilizers as rock phosphate to determine the

content of Iron in the Lentil (*Lens culinaris)* and its availability in the soil. The experiment was conducted by using (RCBD) this study involved three levels of phosphorus (0, 40, and 80 kg P/H) as rock phosphate besides two levels of inoculation (inoculated with rhizobial bacteria and non inoculated). K was added to all treatments at a rate of 10 kg K/H with three replicates. Samples of soil and plant were taken at three interval times 75, 105, and 137days after seeding for determining iron. Results showed an ability of strains under-study to increase the availability of Iron in the soil and the Lentil content of iron al so application of rock phosphate increase iron in the soil and plant. This study indicated the ability of using the rock phosphate instead of P fertilizer.

المصادر

الراوي ، خاشع محمود (١٩٧٧) . المدخل الى تحليل الانحدار – كلية الزراعة والغابات – جامعة الموصل .

سلطان، موفق يونس (٢٠٠٥). تأثير التلقيح البكتيري والتسميد الكيميائي لمحصول العدس Lentil (*Lens culinaris*) باستخدام النظام المتكامل للتشخيص والتوصية (DRIS). اطروحة دكتوراه، كلية الزراعة والغابات، جامعة الموصل، العراق.

قاسم، غياث محمد ومضر عبد الستار علي (١٩٨٩). علم أحياء التربة المجهرية، مديرية دار الكتب للطباعة والنشر، جامعة الموصل.

Andrews, N.C.(1999). Disorders of iron metabolism. N. Engl. J, Med. 341:1986-95. [PubMed abstract].

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

Anonymous (1974). The Euphrates Pilot Irrigation Project. Methods of soil analysis, Gadeb Soil Laboratory (A laboratory manual). Food and Agriculture Organization, Rom, Italy.

Anonymous (1998). FAO. Production Year Book 52. Roma. Italy. Grain Legum Crops. London. Collins.

Anonymous (2001). User's Guid : Satistic (version 6-12 Edition) Statistical Analysis System Institute Inc., Cary NC.USA.

Bhaskaram P.(2001). Immunobiology of mild micronutrient deficiencies. Br J Nutr. 85:S75-80. [PubMed abstract]

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.

Bothwell, TH, R.W.Charlton, J.D.Cook, C.A.Finch (1979). Iron Metabolism In Man. St. Louis: Oxford: Blackwell Scientific.

Corbett J.V.(1995). Accidental poisoning with iron supplements. MCN Am J Matern Child Nurs. 20:234. [PubMed abstract]

Dallman P.R.(1986). Biochemical basis for the manifestations of iron deficiency. Annu Rev Nutr.6:13-40. [PubMed abstract]

Day, P. R. (1965). Partical fractionation and partical analysis. pp.: 546-566. In C. A. Black (ed.). Methods of Soil Analysis, Agon. No.9, Part 1: Physical and Mineralogical Properties. Am. Soc. Agron., Madison, WI, U. S. A.

Haas JD, T. Brownlie (2001). Iron deficiency and reduced work capacity: a critical review of the research to determine a causal relationship. J Nutr 2001;131:691S-6S. [PubMed abstract]

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

McKeague, J. A. (ed). (1982). 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.

Saxena, M. C.; and D. S. Yadav (1976). Agronomic studies on lentil under sub. tropical conditions of pantanagar, India. Lens Newsletter 3: 17-26.

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

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