مجلة
الإسكندرية
للتبادل العلمي

مجلد ٣٢ | يوليو - سبتمبر | ٢٠١١

تأثير التلقيح بفطر الميكورايزا على كفاءة التسميد الفوسفاتي في الترب المستزرعة بنخيل التمر المكاثر نسجياً

عبدالرحمن بن محمد المديني[1] وأحمد بن عبدالعزيز العمران[2]

الملخص العربي

تهدف هذه الدراسة إلى تقويم نمو ومعدل امتصاص الفسفور بشتلات نخيل التمر (صنف الخلاص) المكاثرة نسيجياً والمزروعة في أصص معبأة بعينات تربة زراعية ملقحة بالميكوريزا (*Mycorrhiza Glomus*) ومسمدة بالفسفور باضافة السوبر فوسفات ثلاثي أو الفوسفات الصخري مع وجود معاملات قياسية (بدون تلقيح وبدون تسميد).

أوضحت نتائج هذه الدراسة أن التلقيح بسلالة الميكورايزا LPA21 أو LPA22 أدى إلى إصابة جذور شتلات نخيل التمر المكاثرة نسيجياً بالفطر، وأيضاً إلى زيادة معنوية في قيم صفات نموها. فقد زاد معنوياً كل من طول الساق والجذور والوزن الجاف للساق والجذور مقارنة بشتلات المعاملة القياسية (غير الملقحة بالميكورايزا). كما أدت إضافة الأسمدة الفوسفاتية إلى زيادة صفات نمو شتلات نخيل التمر مقارنة مع المعاملة القياسية (بدون إضافة سماد). وقد كانت قيم طول الساق والجذور والوزن الجاف للساق والجذور أعلى معنوياً مع إضافة سماد السوبر فوسفات الثلاثي بالمقارنة بإضافة الصخر الفوسفاتي، ولكن بدون فروق معنوية عند مستوى ٥%.

أوضحت نتائج الدراسة إيضا التأثير الإيجابي للتفاعل بين التلقيح بسلالتي الميكورايزا وإضافة الأسمدة الفوسفاتية على النمو ومحتوى السيقان وجذور شتلات نخيل التمر المكاثرة نسيجياً من الفسفور، حيث امتصت الشتلات الملحقة بالميكورايزا كمية أكبر من الفسفور المشع من التربة مقارنة بالشتلات غير الملحقة. واستناداً على ما تقدم، فإنه يوصى عند استخدام الميكورايزا في مرحلة أقلمة شتلات النخيل المكاثرة نسيجياً الأخذ في الاعتبار اختيار السلالة المناسبة من الفطر للحكم على إمكانية استخدامها في مشاتل الزراعة النسيجية لنخيل التمر. كما يفضل استخدام الأسمدة الفوسفاتية الأكثر جاهزية مع التلقيح بالميكورايزا خاصة في الترب الزراعية التي تتميز بخاصية تثبيت الفسفور الناتجة من وجود نسبة عالية من كربونات الكالسيوم كتلك الترب السائدة في واحة الأحساء والمملكة العربية السعودية عامة. وعلى الرغم من ذلك، فإن إمكانية استخدام الصخر الفوسفاتي تظل متاحة.

كلمات دالة:

الميكرورريزا، التسميد الحيوي، الفسفور، السوبر فوسفات الثلاثي، الصخر الفسفاتي، فاعلية التسميد، نخيل التمر، الزراعة النسيجية.

المقدمة والمشكلة البحثية

في ثمانينات القرن الماضي، برزت تقنية زراعة الأنسجة لإكثار النخيل بغرض الحصول على شتلات جيدة ولمقابلة الطلب المتزايد عليها والتوسع في زراعتها (Tisserat, 1979). وتعتبر المملكة العربية السعودية أحد الدول الرائدة في هذا المجال، حيث تم إجراء العديد من البحوث لتوطين وتطوير تقنية إكثار نخيل التمر نسيجياً

[1] قسم البيئة والمصادر الطبيعية الزراعية، كلية العلوم الزراعية والأغذية، جامعة الملك فيصل، الأحساء، المملكة العربية السعودية. * المؤلف المسؤول (بريد اليكتروني: aalmadini@kfu.edu.sa أو madini_1960@hotmail.com)

[2] قسم أبحاث الزراعة النسيجية، المركز الوطني لأبحاث النخيل والتمور بالأحساء، وزارة الزراعة، المملكة العربية السعودية.

استلام البحث في ٣ أغسطس ٢٠١١ الموافقة على النشر في ١٢ سبتمبر ٢٠١١

(Al-Ghamdi, 1996). وتتميز تقنية الإكثار النسيجي للنخيل بارتفاع عدد الشتلات المنتجة في زمن وجيز وإنتاج شتلات خالية من الآفات المرضية وبصفات متماثلة شكلاً وحجماً، مما يجعلها صفات مميزة عند إنشاء مزارع النخيل الحديثة ومما يسهل نقلها أيضاً بين المناطق أو الدول (Smith and Ansley, 1995).

تكاثر النباتات المستزرعة نسيجياً في البدء في أنابيب اختبار لينتخب منها بعد ذلك الشتلات التي تتميز بمجموعها الخضري والجذري الجيدين لتنقل من وسطها الغذائي المعقم إلى أصص بلاستيكية صغيرة تحتوي على خليط التربة لوضعها في البيوت المحمية بغرض أقلمتها للظروف البيئية الطبيعية. وتعتبر هذه المرحلة من مراحل زراعة الأنسجة هامة، نظراً لحاجة هذه الشتلات لعناية خاصة من رطوبة نسبية ودرجة حرارة مناسبة لتعطي معدل نمو سريع (Brar and Jain, 1998). وتتم بعد ذلك عملية نقل الشتلات المكاثرة نسيجياً إلى الحقل المخصص لأشجار النخيل عندما يتراوح طولها بين ٣٠ و٤٠ سم وطول جذورها حوالي ٢٥ سم، حيث يتأثر معدل نمو الجذور في هذه المرحلة بعدة عوامل من أهمها توفر الماء والعناصر الغذائية بالتربة والأكسجين ودرجات الحرارة المناسبة. ولكن يتحتم الأخذ في الاعتبار الإختلافات في قدرة النبات على امتصاص الماء والعناصر الغذائية من التربة باختلاف صفات مجموعها الجذري وتعمقها وانتشارها ونفاذيتها واختلاف كفاءتها في الامتصاص ومقاومتها للإجهادات البيئية المحيطة (Cassells et al., 1999).

يستطيع فطر الميكورايزا (Arbuscular mycorrhizhal (AM) fungi) وبكفاءة عالية امتصاص الماء والعناصر الغذائية سواءً المثبتة مثل الفسفور والزنك والنحاس أو الميسرة مثل الكبريت والكالسيوم والحديد والماغنيسيوم والمنجنيز والكلور والبورون والنيتروجين. ففي الترب التي تعاني من نقص حاد في هذه العناصر، أو أن تكون أقل جاهزية، فإن فطر الميكورايزا يزيد من كفاءة امتصاص العناصر بواسطة النباتات النامية على هذه الترب مما يساهم في زيادة معدل نموها (Bagyaraj, 1984; Turk et al., 2006; Kikvidze et al., 2010). وقد لوحظ أيضاً أن وجود الميكورايزا على جذور النباتات يوازن حالة النقص لعنصر الفسفور في التربة بالاضافة إلى قيام هذا الفطر باستحداث عمليات تعويضية في المجموع الجذري للتغلب على أية خسارة في كثافة الجذور، ولذا تعزي قدرة تحمل النباتات التي تحوي جذورها على الميكورايزا للإجهادات البيئية المحيطة إلى كل من زيادة نمو جذورها وتوفر الفسفور (Calvet et al., 1992; Rilling, 2004; Smith et al, 2010).

ويعتبر الميكورايزا كائن حيوي (فطر) ثنائي التعايش بما يعكس العلاقة الإجبارية بين الفطر والخلايا القشرية لجذور معظم النباتات الطبيعية، فقد لوحظ إسهام هذه العلاقة التبادلية في رفع معدل النمو للنبات الملقح بالميكورايزا (Vessey, 2003). وتعزى هذه الزيادة في معدل النمو النباتي إلى المنفعة المتبادلة الناتجة من هذه العلاقة والتي تميل وبشكل واضح لمصلحة النبات من خلال زيادة كفاءة قدرته على امتصاص العناصر الغذائية وتحمل أو مقاومة الإجهادات البيئية وآفات الجذور في التربة والتي تتعرض لها النباتات إضافة إلى إنتاج مواد منشطة للنمو (Calvet et al., 1992). كما تبين أن معظم الأشجار تعتمد على الميكورايزا في عمليات بدء ودعم النمو وعند غيابه تتأثر قدرتها على البقاء سلباً (Azcon-Aguilar and Barea, 1997). كما دلت الدراسات على أن إضافة الميكورايزا للتربة يمكن أن تساهم في زيادة أعداد وكفاءة الكائنات الحية الدقيقة في التربة كمثبتات النيتروجين (N-fixers) ومذيبات الفسفور (P-solubilizers) مما ينعكس إيجاباً على معدل نمو النبات (Cripps and Miller, 1993; Hodge, 2000; Rilling, 2004; Turk et al., 2006). واستناداً إلى المعلومات المتوفرة عن الدور الايجابي لتلقيح الترب الزراعية بالميكورايزا في زيادة إتاحية الفسفور للنبات وتحسين كفاءة المجموع الجذري برفع معدل امتصاص الفسفور المضاف (Iniobong et al., 2008; Feddermann et al., 2010; Martion and Perotto, 2010; Smith et al, 2010)، فإنه يمكن الاستفادة من هذه المعلومات في تحسين إدارة التسميد الفوسفاتي للتربة الكلسية الشائعة في مناطق زراعة النخيل بواحة الأحساء (El-Prince, 1982; Al-Barrak, 1986; Abo-Rady, 1987; Al-Barrak and Al-Badawi, 1988; Al-Barrak, 1990)، كما غالب الترب الزراعية في المملكة العربية السعودية (Bashour et al., 1983; MAW, 1985 and 1995)، والتي تتصف بمحتواها العالي نسبياً من كربونات الكالسيوم ($CaCO_3$)، وانخفاض محتواها من

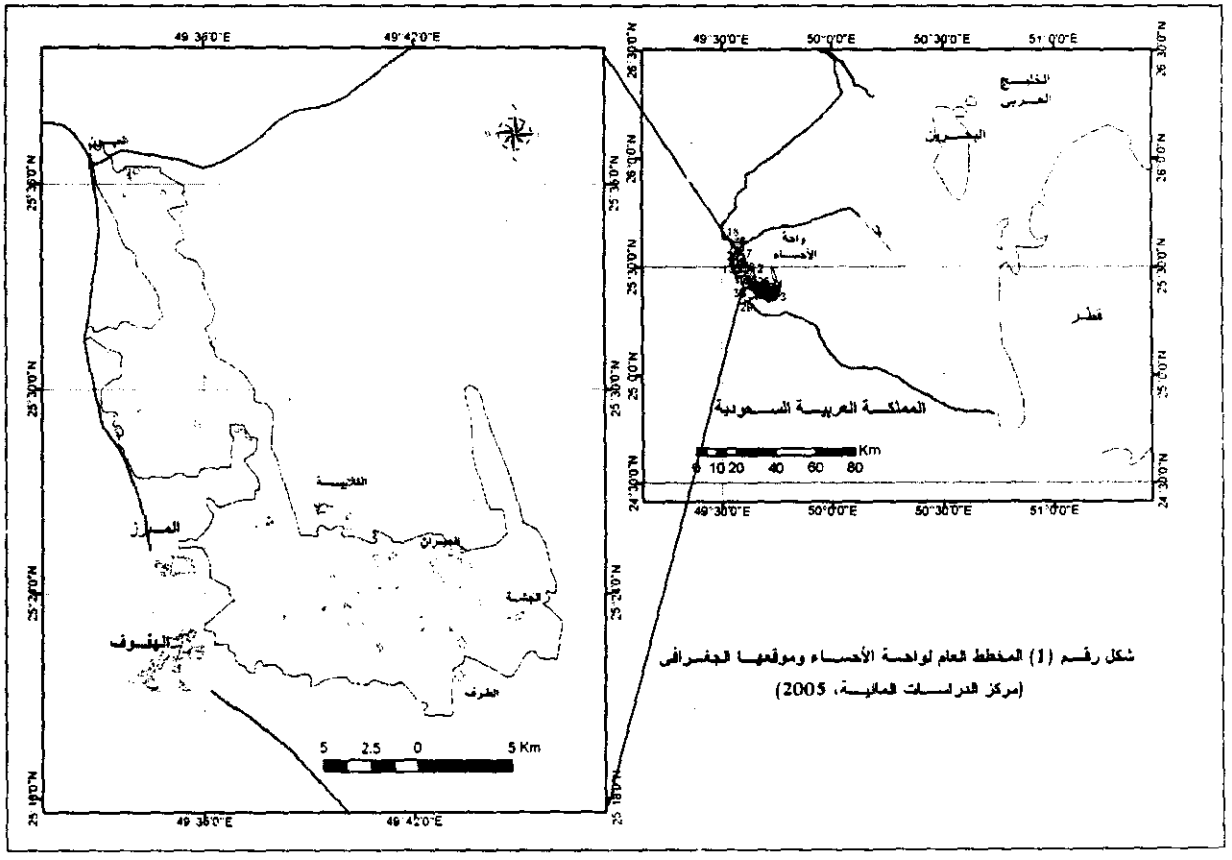
المادة العضوية (organic matter) وارتفاع قيم أسها الهيدروجيني (pH). تؤثر هذه الصفات سلباً على إتاحية عنصر الفسفور للنبات النامي، مما يخفض كفاءة استخدام الأسمدة الفوسفاتية المضافة للترب الزراعية بواسطة النباتات النامية عليها.

تتوفر معلومات عن تواجد الميكورايزا بصورة طبيعية وبأعداد كبيرة في التربة ومعيشتها التكافلية في جذور العديد من النباتات ومنها المكاثرة نسيجياً مما يبرز دور هذا الفطر في تحسين نمو النباتات في الظروف الحقلية (Vidal et al., 1992; Varma and Schuepp, 1995; Azcon-Aguilar and Barea, 1997; Estrada-Luna et al., 2000). ولكن لم يحظى استخدام فطر الميكورايزا على نطاق أقلمة نباتات نخيل البلح المكاثرة نسيجياً بالمملكة العربية السعودية بالدراسات الكافية. لذا أجريت هذه الدراسة بهدف تقويم تأثير سلالتين من الميكورايزا (LPA21 وLPA22) ونوعين من الأسمدة الفوسفاتية (السوبر فوسفات الثلاثي والفوسفات الصخري) على نمو شتلات نخيل البلح (صنف الخلاص) المكاثر نسيجياً ودورها في تيسير الفسفور في التربة ومدى استفادة الشتلات منه.

المواد وطرق البحث

جمع وإعداد عينات التربة

جمعت عينات التربة المستخدمة في هذه الدراسة عشوائياً من عدة مزارع للنخيل بواحة الأحساء المعروفة كواحدة من أكبر الواحات المروية بالعالم. تتميز الواحة بكثافة زراعة نخيل التمر بها، حيث يقدر عددها بما يزيد على ٣ مليون نخلة مستزرعة على مساحة لا تقل عن ٧٠% من المساحة الزراعية الإجمالية للواحة والبالغة حوالي ٨،٢٠٠ هكتار. تقع الواحة في المنطقة الشرقية من المملكة العربية السعودية على بعد ٧٠ كم تقريباً غرب الخليج العربي و١٣٠ كم جنوب مدينة الدمام (العاصمة الإدارية للمنطقة) وبين دائرتي العرض ٢١′ ٢٥° و٢٥′ ٣٧° جنوباً وخطي الطول ٣٣′ ٤٩° و ٤٦′ ٤٩° شرقاً (شكل ١).



شكل رقم (1) المخطط العام لواحة الأحساء وموقعها الجغرافي
(مركز الدراسات المالية، 2005)

شكل١. المخطط العام لواحة الأحساء بالمملكة العربية السعودية وموقعها الجغرافي (WSC, 2005).

تم تجفيف عينات التربة هوائياً في المعمل ونخلها بمنخل قطر فتحاته ٢ مم وتعقيمها إشعاعياً (10 KGy) بغرض التخلص من الكائنات الحية الموجودة فيها، ثم تم خلطها خلطاً متجانساً لإنتاج عينة مركبة ممثلة لتربة الواحة.

تم إجراء التحاليل المعملية على ثلاث عينات تربة (مكررات) تم اختيارها عشوائياً من العينة المركبة لتقدير بعض الصفات الفيزيائية والكيميائية للتربة قبل الزراعة والموضح بياناتها في جدول ١. تم استكمال تقدير هذه الصفات بإتباع الطرق الموصى بها (Rowell, 1994) في معامل قسم البيئة والمصادر الطبيعية الزراعية بكلية العلوم الزراعية والأغذية بجامعة الملك فيصل.

معاملة التربة بالفسفور المشع

تمت إضافة محلول الفسفور المشع $^{32}PO_4^{-3}$ بمعدل ٣,٧ × ١٠^{٧} ملجم/ كجم تربة لتوسيم التربة، ثم بعد ذلك قسمت التربة الموسومة إلى قسمين: الأول أضيف له سماد السوبر فوسفات الثلاثي triple super phposphate ($Ca(H_2PO_4)_2.H_2O$) (TSP), (19.8%P) والثاني أضيف له سماد الفوسفات الصخري (rock phosphate (RP), 13.2%P) وذلك بتركيز ٦٦ ملجم فسفور / كجم تربة. وضع في كل أص ٤٠٠ جرام من التربة الموسومة بالفسفور المشع $^{32}PO_4^{-3}$. كما تضمنت الدراسة معاملة مرجعية (بدون تسميد) استخدمت فيها عينة تربة موسومة دون إضافة أي سماد.

تلقيح جذور شتلات النخيل بالميكورايزا

تم الحصول على شتلات نخيل (*Phoenix dactylifera* L.) التمر المكاثرة نسيجياً والمستخدمة في هذه الدراسة من مشتل مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية بالرياض بالمملكة العربية السعودية. وقد تم تلقيح جذور هذه الشتلات بالميكورايزا سلالة (Glomus LPA 21) وسلالة (Glomus LPA 22) كل معاملة على حده. وقد استكملت عملية تلقيح الجذور باستخدام جذور النبات البقولي *Tephrosia candida* التي يعيش عليها الميكورايزا في معيشة تكافلية. كما تم استكمال المعاملة القياسية (control treatement) بنفس الطريقة دون تلقيح جذور شتلاتها بالميكورايزا.

وبعد مضي ٥,٦ يوماً تم نقل كافة شتلات النخيل المتأقلمة ووضعها في أصص بمعدل شتلة لكل أص.

الزراعة النهائية ومتابعة التجربة

وضعت كافة الأصص المحتوية على شتلات نخيل التمر المكاثرة نسيجياً لكافة المعاملات في غرفة إنبات (درجة حرارة ٢٧°م/٢٥°م و٨٠-٩٠% رطوبة نسبية وإضاءة ٢٥٠ ميكرومول/ م^{٢} لمدة ١٦ ساعة في اليوم)، ثم تمت متابعة ري كل أص بماء مقطر يومياً حتى الوصول الى السعة الحقلية بالاضافة إلى ذلك ريه أسبوعياً بمعدل ٥٠ مل من المحلول المغذي الموضح مكوناته من العناصر الغذائية وتركيزها في جدول ٢.

استخدم في هذه الدراسة التصميم العشوائي الكامل (complete randomized desgin) بثمانية مكررات.

بعد مضي ١٨٠ يوماً من بداية التجربة، تم أخذ عينات عشوائية من شتلات النخيل المكاثرة نسيجياً من كل معاملة، ثم فصلت جذورها عن المجموع الخضري لتقدير الوزن الجاف لكل منها، وتم أيضاً في نفس عينات الجذور قبل تجفيفها تقدير العدوى بفطر الميكورايزا (Phillips and Hayman, 1970; Trouvelot et al., 1986). بعد التجفف وأخذ الأوزان، طحنت عينات الساق والجذور كل على حده ثم هضمت وتم تقدير محتواها من الفسفور باستخدام حمض الأسكوربيك والفسفور المشع بطريقة Cerenkon effect. وتم تقدير معدل امتصاص الفسفور وذلك بطرح محتوى الفسفور الموجود في النبات قبل التجربة، (والذي سبق تقديره في عينات شتلات النخيل المكاثرة نسيجياً قبل نقلها للأصص)، من محتوى الفسفور في النبات بعد نهاية التجربة. كما تم أيضاً تقدير محتوى النبات من الفسفور السمادي المصدر بتقدير نسبة الفسفور المشع للفسفور الكلي (^{32}P/Total P) في التربة والنبات، وكذلك تقدير كفاءة استخدام سماد الفسفور (الفسفور في النبات/ كمية سماد الفسفور المضاف) ونسبة الفسفور السمادي داخل النبات/ المحتوى الكلي للنبات من الفسفور. وقد حسبت هذه النسب باستخدام المعادلات التي ذكرها Fardeau (1984). وبعد نهاية التجربة، تم أيضاً تقدير محتوى التربة من الفسفور الميسر سواء

جدول ١. ملخص قيم الصفات الفيزيائية والكيميائية للتربة المستخدمة في الدراسة قبل الزراعة

الصفة	الوحدة	القيمة	الصفة	الوحدة	القيمة
الصفات الفيزيائية					
الرمل	%	٨١,٩ (±١,٨)	السلت	%	١١,٤ (±٠,٧)
الطين	%	٦,٧ (±١,١)	القوام	-	رملي طميي (loamy sand)
الصفات الكيميائية					
الأس الهيدروجيني (pH)	-	٧,٥ (±٠,٣)	التوصيل الكهربي (EC)	dS m^{-1}	٩,٨ (±٤,٩)
كربونات الكالسيوم الكلية($CaCO_3$)	%	١٦,٣ (±٢,٥)	السعة التبادلية الكاتيونية (CEC)	مول/كجم	٤٨,٥ (±١,٣٦)
المادة العضوية (OM)	%	٠,٥ (±٠,٢)	النيتروجين	%	١,٤٢ (±٠,٠٧)
الكربون الكلي	%	٣,٢٩ (±٠,٢٧)	نسبة الكربون للنيتروجين (C:N)	-	٢,٦٥
الكالسيوم المتبادل	ملجم/١٠٠جم	١٦,٨ (±٢,٠٣)	البوتاسيوم المتبادل	ملجم/١٠٠جم	٤٩,٢ (±٣,٧٢)
الماغنيسيوم المتبادل	ملجم/١٠٠جم	٩,٥٠ (±١,٦١)	الصوديوم المتبادل	ملجم/١٠٠جم	٤٨,٩ (±٤,٢٧)
الفسفور الكلي	ملجم/كجم	٣,٠٤ (±٠,١٨)	الفسفور المتاح	ملجم/كجم	١,٢٥ (±٠,٢٦)

تشير الأرقام بين الأقواس إلى قيم الانحراف المعياري (standard deviation).

جدول ٢. المكونات والعناصر الغذائية وتركيزها في المحلول المغذي المستخدم في الدراسة

العنصر	الصيغة	التركيز (ملجم / لتر)	العنصر	الصيغة	التركيز (ملجم / لتر)
نترات النيتروجين	NO_3-N	٦٩,٧٠	الحديد	Fe	٦,١١
نترات الأمونيا	NO_3NH_4	٢٦,٤٠	المنجنيز	Mn	١,٢٦
النيتروجين	N	٩٦,١٠	الزنك	Zn	٠,٧٠
البوتاسيوم	K	١٩٣,٧٠	النحاس	Cu	١,٢٦
الكالسيوم	Ca	٣٢,٦٠	البورون	B	١,٣٥
الماغنيسيوم	Mg	٧,٥٠	المولبيدونيوم	Mo	٠,٠٧
الكبريت	S	١٨,٠٠	الصوديوم	Na	١,٠٠

المسمدة بالسوبر فوسفات الثلاثي أو الفوسفات الصخري أو غير المسمدة (Fardeau, 1984).

النتائج والمناقشة

معدل الإصابة بالميكورايزا

بينت النتائج المتحصل عليها في هذه الدراسة (شكل ١) إصابة شتلات نخيل التمر المكاثرة نسيجياً بفطر الميكورايزا بعد تلقيحها بسلالتي الفطر LPA21 وLPA22 سواءً المسمدة بالسوبر فوسفات الثلاثي أو الفسفات الصخري، فيما لم تسجل أي إصابة بالميكورايزا في الشتلات التي لم تلقح بأي من الفطرين. يلاحظ كذلك من الشكل تفوق الإصابة بفطر الميكوريزا في الشتلات المسمدة بالسوبر فوسفات الثلاثي مقارنة بالفوسفات الصخري. ويمكن إيعاز ذلك إلى تأثير الفارق في سرعة تيسر الفسفور من كلا السمادين، حيث يعتبر سماد السوبر فوسفات الثلاثي أسرع من سماد الصخر الفسفاتي الذي يعتبر بطيئاً في تحرير عنصر الفسفور للنبات النامي (Rivaie et al., 2008). كما يلاحظ أيضاً أن نسبة الإصابة بفطر الميكوريزا في التربة الملقحة بسلالة LPA21 أكبر من تلك الملقحة بسلالة LPA22 في كلا السمادين، ولكن لم تكن هناك دلالات في وجود تأثير معنوي لنوع السماد الفوسفاتي أو السلالة على نسب الإصابة بفطر الميكورايزا (شكل ١). وتتوافق هذه النتائج مع ما تم التوصل إليه في الدراسات التي تمت في هذا المجال والتي تشير إلى أن التلقيح بالميكورايزا يزيد معدل الإصابة في جذور النبات (Chen et al., 2000; Rajan et al., 2000; Al-Karaki et al., 2006).

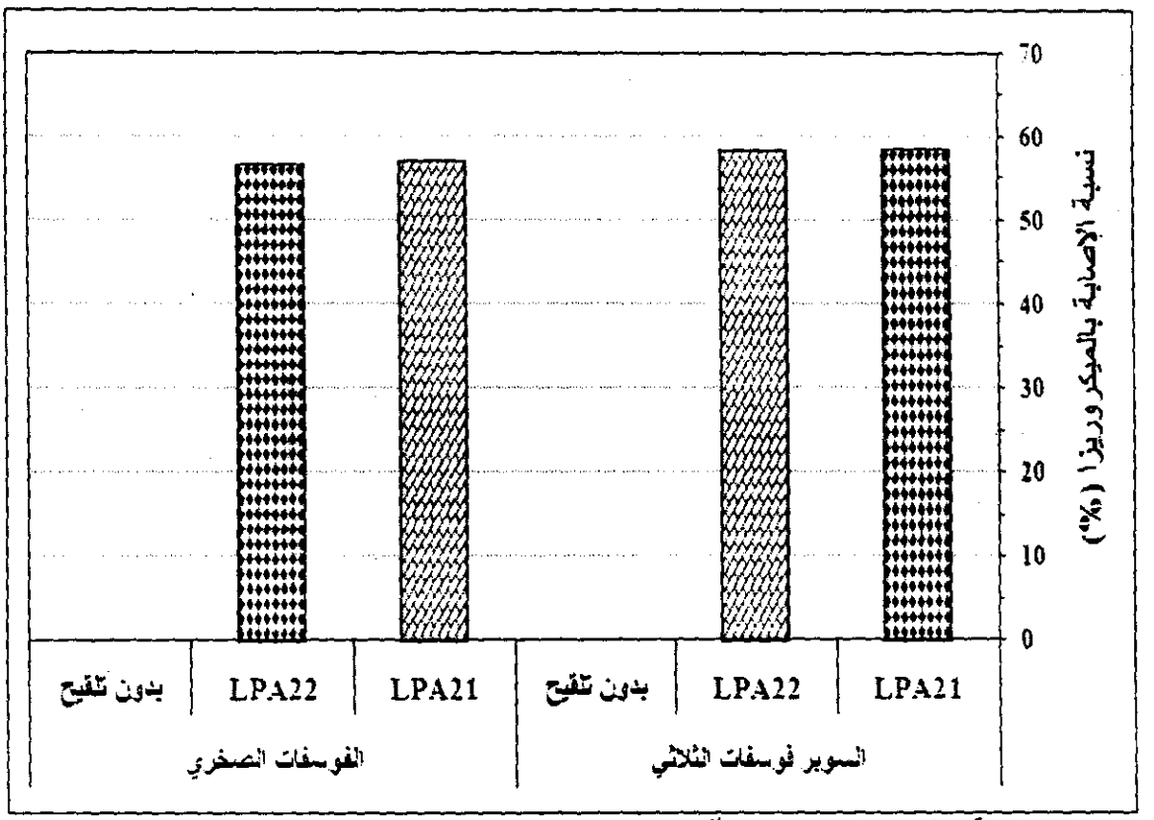
يستنتج من هذه النتائج أن معدل الإصابة بفطر الميكوريزا لم يتأثر معنوياً باستخدام الأسمدة الفوسفاتية سواءً السوبر فوسفات الثلاثي أو الفوسفات الصخري بعد تلقيحها بالسلالة LPA21 أو

LPA22. كما لم تشر هذه النتائج إلى أن التسميد الفوسفاتي له تأثير سلبي على معدل تأسيس الميكورايزا في جذور شتلات نخيل التمر المكاثرة نسيجياً، هذه النتائج تتفق مع ما توصل إليه (Khasa et al., 2002) الذين لم يجدوا أي تأثير سلبي للتسميد على الإصابة بالميكورايزا في جذور النباتات المزروعة في حاويات بلاستيكية أو تحت الظروف الحقلية.

ويتضح من هذه النتائج أن الأنواع المختلفة للميكورايزا تختلف في مدى استجابتها وتحملها للتسميد الفوسفاتي عند تكوين العلاقة التكافلية مع نفس النوع النباتي، حيث لوحظ في هذه الدراسة اختلاف معدل الإصابة مع التسميد إلا أن ذلك لم يصل إلى مستوى الفارق المعنوي بين سلالتي الفطر أو في تفاعلها مع نوعي الأسمدة الفوسفاتية المستخدمة.

صفات النمو النباتي

أدى التلقيح بسلالة الميكورايزا LPA21 أو LPA22 إلى زيادة معنوية في صفات النمو المتمثلة في طولي الساق والجذور والوزن الجاف للساق وللجذور (جدول ٣). وقد وجد كثيرٌ من الباحثين تحسن صفات نمو النباتات المكاثرة نسيجياً والملقحة بفطر الميكورايزا (Varma and Schuepp, 1995; Azcon-Aguilar and Barea, 1997). كما أشارت عدة دراسات سابقة أيضاً إلى زيادة في طول بعض أشجار الفاكهة بمعدل يتراوح بين ١،٥ و ٣ أضعاف كما في نبات التفاح (Granger et al., 1983)، الأفوكادو (Vidal et al., 1992)، الخوخ (Rapparini et al., 1996) والجوافة (Estrada-Luna et al., 2000). فقد أظهرت هذه الدراسة أن التلقيح بالميكورايزا أدى إلى زيادة معنوية في قياسات الطول لشتلات نخيل التمر المكاثرة نسيجياً والنامية على التربة الملقحة بسلالة الميكورايزا LPA21 أو LPA22 مقارنة بتلك بالمعاملة المرجعية (النامية على ترب غير ملقحة وغير مسمدة بالفسفور) (جدول ٣)، حيث بلغت الزيادة في طول الساق ٦٨,٩٧% و٦٠,٣٤% وفي طول الجذور ٤٢,٤٨% و٣٨,٠٣%، على التوالي.



شكل١. نسب الإصابة بفطر الميكورايزا تحت تأثير التلقيح بسلالتي الميكورايزا LPA21 و LPA22 والتسميد الفوسفاتي

جدول٣. تأثير التلقيح بسلالتي الميكورايزا ونوع التسميد الفوسفاتي على صفات نمو شتلات نخيل التمر صنف الخلاص المكاثر نسيجياً

	المعاملة	الطول (سم)		الوزن الجاف (جم)		نسبة الساق للجذور
		الساق	الجذور	الساق	الجذور	
الميكورايزا	LPA21	٢٩,٤٠ أ	١٦,١٠ أ	٣,٠٦ أ	٠,٧٦ أ	٤,٠٣ أ
	LPA22	٢٧,٩٠ أ	١٥,٦٠ أ	٢,٩٩ أ	٠,٧٥ أ	٣,٩٩ أ
	القياسية	١٧,٤٠ ب	١١,٣٠ ب	٢,٤٤ ب	٠,٥٧ ب	٣,٩٣ ب
السماد	السوبر الفوسفات الثلاثي	٢٨,١٠ أ	١٥,٥٠ أ	٣,٠٥ أ	٠,٧٤ أ	٤,١٢ أ
	الفوسفات الصخري	٢٥,٣٠ ب	١٤,٨٠ ب	٣,٠٥ أ	٠,٧٣ أ	٤,١٨ أ
	القياسية	٢١,٣٠ ج	١٢,٧٠ ج	٢,١٩ ب	٠,٦١ ب	٣,٥٩ ب

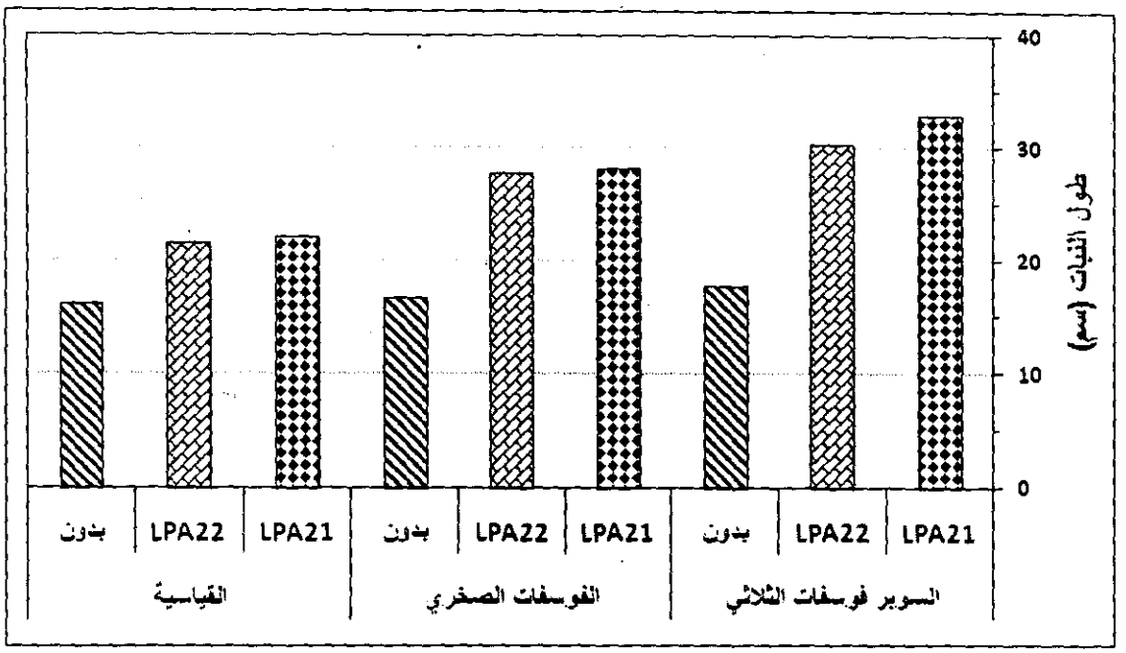
* القيم المتبوعة بنفس الحروف لكل صفة في كل معاملة لا توجد بينها اختلافات معنوية باستخدام اختبار أقل فارق معنوي عند مستوى ٥% (LSD٥%).

وقد أدت إضافة الأسمدة الفوسفاتية إلى زيادة معنوية في طول الساق والجذور لشتلات نخيل التمر المكاثرة نسيجياً مقارنة بالمعاملة القياسية (غير المسمدة معدنياً)، مع ملاحظة وجود تفوق معنوي لسماد السوبر فوسفات الثلاثي على الفوسفات الصخري بمقدار وصل إلى ١١,٠٣% في طول الساق وإلى ٤,٧٣% في الجذور (جدول ٣) فيما تراوحت نسبة الزيادة في طول سيقان الشتلات المسمدة مقارنة بالمعاملة القياسية بين ٣١,٩٢% للشتلات المسمدة بالسوبر فوسفات الثلاثي و١٨,٧٨% للشتلات المسمدة بالفوسفات الصخري وكذلك لطول الجذور بنسب تراوحت بين ٢٢,٠٥% و١٦,٥٤%،على التوالي.و يمكن إيعاز هذا الفروقات إلى الاختلاف في سرعة إتاحية الفسفور للشتلات من هاذين السمادين، حيث يتميز السماد الأول بسرعته في إمداد الشتلات النامية بالفسفور مقارنة بالثاني (Rivaie et al., 2008; Franzini et al., 2009; Osivand et al., 2009).

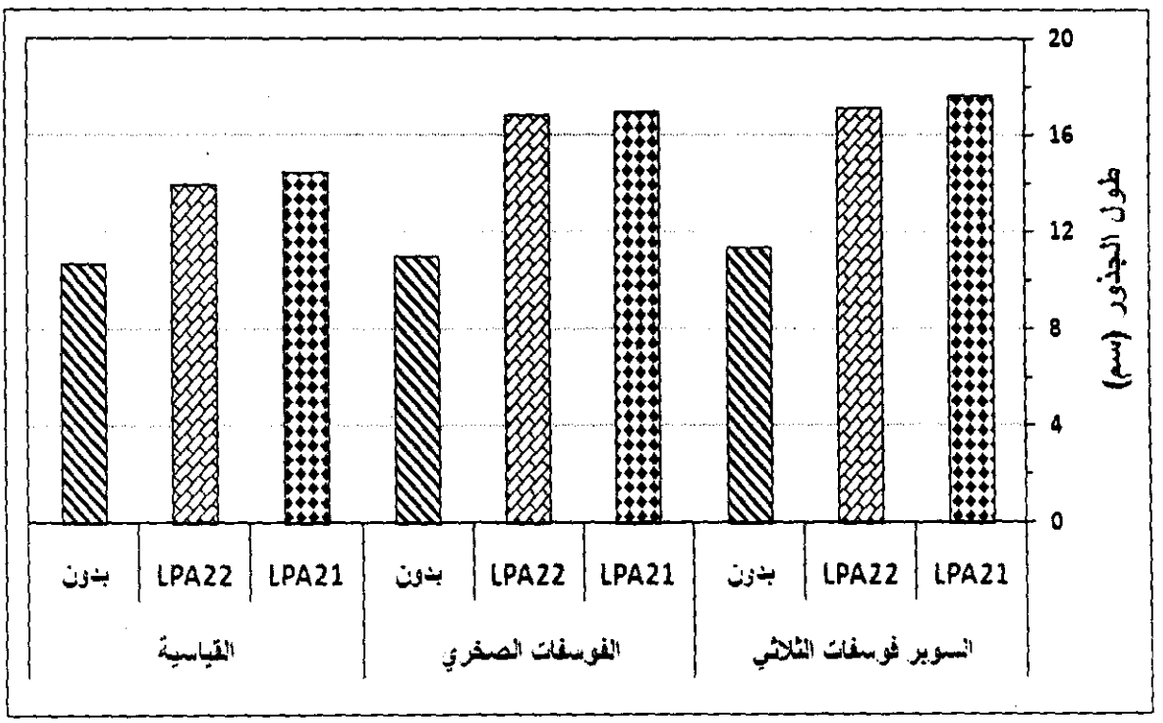
يوضح الشكل ٢ الزيادة المعنوية في طول الساق باستخدام سلالتي فطر الميكورايزا LPA21 وLPA22 في وجود السمادينالفوسفاتيين (السوبر فوسفات الثلاثي والفوسفات الصخري) مقارنة بالمعاملة القياسية التي لم يتم تلقيح تربتها بفطر الميكورايزا. فقد سجلت شتلات النخيل التي تمت معاملتها بالسلالة LPA21 أعلى القيم ولكن بدون أي فارق معنوي بينها وبين السلالة LPA22 حيث بلغ متوسط طول الشتلات المعاملة بالسلالة LPA21 ٣٢,٩ سم و٢٨,٢ سم باستخدام سماد سوبر فوسفات الثلاثي والفوسفات الصخري على التوالي؛ بينما بلغ متوسط طول شتلات النخيل المعاملة بالسلالة LPA22 ٣٠,٣ سم و٢٧,٨ سم باستخدام نفس السمادين على التوالي. وبلغت نسبة الزيادة في حالة السلالة LPA21 مقارنة بالمعاملة القياسية ٤٨,٩% مع سماد السوبر فوسفات الثلاثي و٢٧,٦% مع سماد الفوسفات الصخري فيما بلغت مع السلالة LPA22 ٤٠,٩% و٢٩,٣% باستخدام السمادين، على التوالي. ويمكن إيعاز هذا الفارق في زيادة الطول الناتج من اختلاف سرعة ذوبان وجهازية الفسفور من كلا السمادين بعد إضافتهما إلى التربة كما سبق الاشارة إليه.

يوضح الشكل ٣ نتائج قيم طول جذور شتلات النخيل المكاثرة نسيجياً والتي تم الحصول عليها تحت تأثير أي من سلالتي فطر الميكورايزا (LPA21 وLPA22) والسماد الفوسفاتي بالسوبر فوسفات الثلاثي والصخر الفوسفاتي. ويتضح من الشكل وجود فروق معنوية في طول جذر الشتلات المعاملة بسلالتي الفطر مقارنة بالمعاملة القياسية التي لم تلقح تربتها بالفطر. كما يتضح أيضاً أن الأسمدة الفوسفاتية قد أثرت معنوياً على طول الجذر مقارنة مع المعاملة القياسية التي لم يضاف لها السماد الفوسفاتي، ولكن كان تأثير التفاعل بين المعاملة بالفطر وإضافة السماد الفوسفاتي غير معنوي. كما أن الفروق بين سلالتي الفطر ونوعي السماد الفوسفاتي لم تصل إلى مستوى المعنوية في تأثيرهما على طول الجذور مع تفوق السلالة LPA21 وسماد السوبر فوسفات الثلاثي.

يتضح من النتائج في جدول ٣ مدي التباين المعنوي في الوزن الجاف للساق والجذور تحت تأثير المعاملات المختلفة حيث سجلت المعاملة القياسية (بدون التلقيح بالفطر) أدنى القيم التي يقابلها تفوقاً ملحوظاً للشتلات الناميه على الترب الملقحة بالسلالة LPA21 أوLPA22. حيث بلغت نسبة الزيادة في وزن الساق باستخدام السلالتين مقارنة مع المعاملة المرجعية ٢٥,٤١% و٢٢,٥٤% على



شكل٢. تأثير التلقيح بسلالتي الميكورايزا LPA21 وLPA22 والتسميد الفوسفاني على طول ساق شتلات النخيل المكاثرة نسيجياً

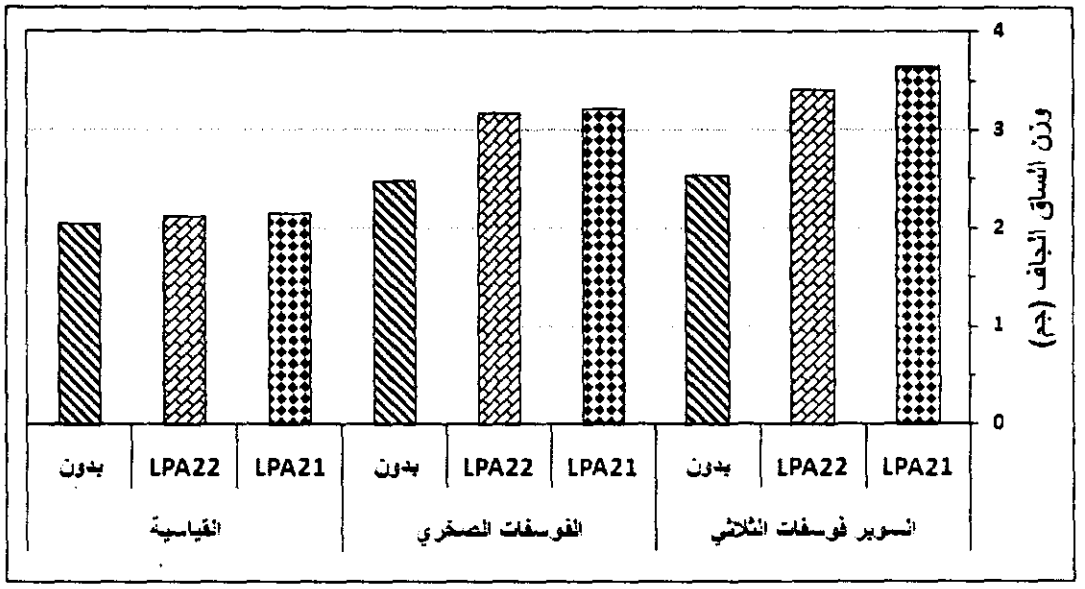


شكل٣. تأثير التلقيح بسلالتي الميكورايزا LPA21 و LPA22 والتسميد الفوسفاني على طول جذور شتلات النخيل المكاثرة نسيجياً

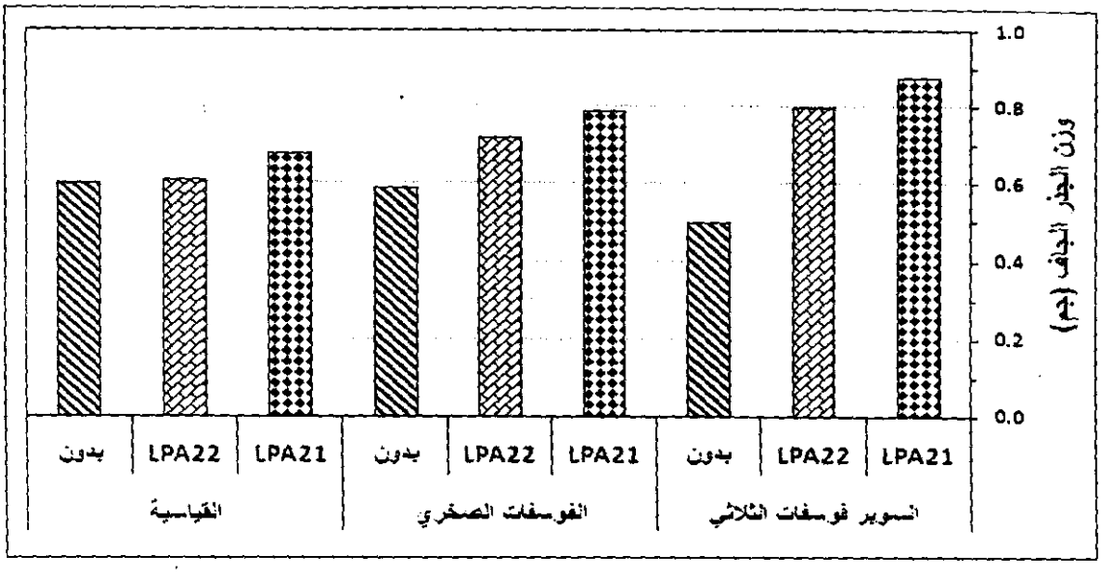
التوالي، فيما كانت الزيادة في الجذور ٣٣,٣٣% و٣١,٥٨% باستخدام السلالتين تواليا. ولقد وردت مثل هذه الزيادات في صفة الجذور الناتجة من تلقيح التربة بفطر الميكورايزا في عدة دراسات أجريت على نباتات مختلفة مكاثرة نسيجياً (Rincon et al., 1993; Azcon-Aguilar and Barea, 1997; Shashikala et al., 1999; Estrada-Luna et al., 2000).

يوضح الشكلان ٤ و٥ تأثير تلقيح التربة بسلالتي الميكورايزا (LPA21 وLPA22) والتسميد الفوسفاتي بسمادي السوبر فوسفات الثلاثي والفوسفات الصخري على الوزن الجاف للساق وجذور شتلات النخيل المكاثرة نسيجياً، على التوالي. يتضح من الشكلين الفارق البارز في الوزنين للشتلات النامية على التربة الملقحة بالسلالتين والمسمدة مقارنة بالمعاملة القياسية، حيث سجلت أعلى القيم للشتلات التي لقحت تربتها بسلالة الميكورايزا LPA21 أوLPA22 تحت ظروف التسميد الفوسفاتي، مع تفوق واضح للسلالة الأولى ومعاملة التسميد بالسوبر فوسفات الثلاثي دون أن يصل الفارق بين السلالتين إلى مستوى المعنوية. يمكن أيعاز هذه النتائج المتحصل عليها إلى قدرة فطر الميكورايزا إلى إنتاج مواد منشطة لنمو النباتات ومواد مثبطة لنمو آفات الجذور (Harman and Björkman, 1998; Vessey, 2003; Khan et al., 2010)، مما ينعكس إيجاباً على تحسن النمو الجذري وكثافته وبالتالي نمو الساق والنبات عموماً.

يتضمن من جدول ٤ زيادة المحتوي من الفوسفور مقارنة بالمعاملة القياسية التي لم تلقح بالميكورايزا. كما يتضح من الجدول تفوق محتوى الفسفور في الشتلات الملقحة بالسلالة LPA21 على تلك الملقحة بالسلالة LPA22 دون أن يكون الفارق بين السلالتين معنوياً. وقد يعزي ذلك إلى دور الميكورايزا للمجموع الجذري للاستفادة من العناصر الغذائية المتاحة في مساحة أكبر في التربة. بينت الدراسات (Azcon-Aguilar and Barea, 1997; Chen et al., 2000) قدرة الميكورايزا عن طريق الهيفات (hyphae) على الانتشار بعيداً من الجذور مما يساعدها على امتصاص ونقل الفسفور من أجزاء في التربة لم يصلها المجموع الجذري، يضاف إلى ذلك قدرت هذه الهيفات على الانتشار في الفراغات البينية الدقيقة لحبيبات التربة والتي لا تستطيع الشعيرات الجذرية بلوغها، وأيضاً الاستفادة من الفوسفات العضوي من خلال إنتاج أحماض الفوسفاتيز العضوية (Chen et al., 2000).



شكل ٤. تأثير التلقيح بسلالتي الميكورايزا LPA21 و LPA22 والتسميد الفوسفاتي على وزن الساق الجاف لشتلات النخيل المكاثرة نسيجياً



شكل٥. تأثير التلقيح بسلالتي الميكورايزا LPA21 و LPA22 والتسميد الفوسفاتي على وزن الجذور الجاف لشتلات النخيل المكاثرة نسيجياً

جدول٤. تأثير التلقيح بسلالتي الميكورايزا والتسميد الفوسفاتي على محتوى الفسفور (%) في ساق وجذور شتلات نخيل البلح صنف الخلاص المكاثرة نسيجياً

	المعاملة	الساق	الجذور
الميكورايزا	LPA21	٠,٠٩٨ أ	٠,٠٦٢ أ
	LPA22	٠,٠٨٥ أ	٠,٠٥٣ أ
	القياسية	٠,٠٥٨ ب	٠,٠٤٤ ب
السماد	السوبر الفوسفات الثلاثي	٠,١٠٠ أ	٠,٠٦٤ أ
	الفوسفات الصخري	٠,٠٨٥ أ	٠,٠٥٦ أ
	القياسية	٠,٠٥٦ ب	٠,٠٣٩ ب

* القيم المتبوعة بنفس الحروف في كل معاملة لكل جزء نباتي لا توجد بينها اختلافات معنوية باستخدام اختبار أقل فارق معنوي عند مستوى ٥% ($LSD_{0.05}$).

كما تشير النتائج الموضحة في الجدول ٤ إلى الارتفاع المعنوي في محتوى الساق والجذور من عنصر الفسفور مع التسميد الفوسفاتي بنوعيه السوبر فوسفات الثلاثي والفوسفات الصخري بالمقارنة مع المعاملة القياسية التي لم تسمد بالأسمدة الفوسفاتية، مع تفوق ملحوظ ولكن غير معنوي للسماد الأول. ويعود ارتفاع معدل امتصاص الفسفور عند استخدام السوبر فوسفات الثلاثي إلى تفوق جهوزيته للامتصاص بالنباتات النامية، بالمقارنة مع صخر الفوسفات حيث تتناغم هذه النتائج مع ما ذكره العديد من الباحثين (Richardson et al., 2004; Bolland et al., 2003; Handreck, 1997) الذين أوضحوا أن الفسفور الممتص يعود جزئياً لطبيعة الأسمدة المضافة وجزئياً لإتاحية هذا الفسفور في التربة.

تتوافق زيادة محتوى الساق والجذور من عناصر الفسفور الناتجة من التلقيح بالميكورايزا في هذه الدراسة مع ما توصلت إليه عدة دراسات سابقاً. فقد أشار (Turk et al., 2006) إلى مساهمة الميكورايزا في رفع معدل امتصاص العناصر الغذائية مثل عنصر الفسفور الذي يكون في كثير من الأحيان غير ميسر للنبات. تنمو الميكورايزا بكثافة داخل جذور النباتات وفي التربة مكونة الهيفات التي تساعد النبات على امتصاص العناصر الغذائية مما يرفع من كفاءة امتصاص هذه العناصر والماء من التربة. تتميز النباتات المكاثرة نسيجياً في مراحل تأقلمها حيث تتميز بمجموعها الجذري الضعيف أو المحدود، لذا تشكل هيفات الميكورايزا رابطاً فاعلاً بين المجموع الجذري والعناصر الغذائية المتوافرة في التربة مما يساهم في تعزيز

امتصاص هذه العناصر خاصة غير الميسرة منها لهذه النباتات (Azcon-Aguilar and Barea, 1997). وبحسب نوع النبات العائل، فإن التلقيح بالميكوريزا يرفع معدل امتصاص الفسفور والعناصر الغذائية الأخرى مثل الحديد والنحاس والزنك والمنجنيز كما أشار (Jefferies et al., 2003)، الذين أوضحوا أيضاً قدرة هيفات هذه الميكورايزا على امتصاص الفسفور من المواقع التي تتصف بمحتواها المنخفض من الفسفور المتاح بما يساهم في زيادة محتواه في النباتات النامية عليها تكافلياً هذه الهيفات.

نسبة الفسفور في شتلات نخيل التمر المكاثرة نسيجياً من السماد الفوسفاتي (PUE%)

أظهرت نسبة الفسفور (PUE%) سمادي المصدر في أنسجة شتلات نخيل التمر المكاثرة نسيجياً انخفاضاً معنوياً عند استخدام الفوسفات الصخري مقارنة بسماد السوبر فوسفات الثلاثي (جدول ٥). كما يتبين من الجدول أيضاً إنخفاض قيم PUE% مع التلقيح بالميكوريزا سلالة LPA22 مقارنة بسلالة LPA21. ويمكن إيعاز هذه النتائج إلى سهولة امتصاص الفسفور من السوبر فوسفات الثلاثي بواسطة جذور الشتلات نتيجة ارتفاع معدل جهوزيته من هذا السماد مقارنة بسماد الفوسفات الصخري، مما يساهم في زيادة قدرة النبات على امتصاصه كما سبق الاشارة إليه.

امتصاص النبات المكاثر نسيجياً للفسفور من التربة ومن الأسمدة

تشير البيانات المتعلقة بمحتوى شتلات نخيل التمر المكاثرة نسيجياً من الفسفور والموضحة في جدول ٦ إلى اختلاف معدل امتصاص الفسفور باختلاف المعاملات، حيث يتضح انخفاض معدل الامتصاص في شتلات الترب غير الملقحة بالميكورايزا وغير المسمدة مقارنة بالمعاملات القياسية، خاصة عند استخدام سماد الفسفور الصخري. أدت إضافة الأسمدة الفوسفاتية للشتلات في الترب غير الملقحة إلى زيادة معنوية في معدل امتصاصها للفسفور (جدول ٦)، فقد سجلت شتلات نخيل التمر المكاثرة نسيجياً والمنماة على الترب الملقحة بالميكورايزا أعلى معدل امتصاص للفسفور مقارنة بشتلات نخيل التمر المنماة على الترب غير الملقحة (جدول ٦). وقد سجل أعلى معدل امتصاص للفسفور في شتلات نخيل التمر المكاثرة نسيجياً والنامية على ترب مسمدة فسفورياً بسمادي السوبر فوسفات الثلاثي والفوسفات الصخري وملقحة بالميكورايزا، مما يشير إلى التفاعل الإيجابي بين عمليتي التسميد الفوسفاتي والتلقيح بالميكورايزا.

جدول٥. محتوى ساق وجذور شتلات نخيل التمر المكاثرة نسيجياً من الفسفور سمادي المصدر ومن التربة التي زرعت عليها

المعاملة		الفسفور سمادي المصدر (ملجم/نبات)		الفسفور من التربة (ملجم/نبات)	
		الساق	الجذور	الساق	الجذور
الميكورايزا	LPA21	١٥,٠١أ	٩,١٠أ	٨٦,٨٢أ	٩٠,٩١أ
	LPA22	١٤,١٠أ	٨,٤٤أ	٨٩,٢٢أ	٩٠,١٦أ
	القياسية	٦,٤٢ب	٢,٤٤ب	٩٣,٤٠ب	٩٤,٢٢أ
السماد	السوبر فوسفات الثلاثي	١٣,٧٢أ	٨,٩٢أ	٨٥,٧٧ب	٩١,٠٨ب
	الفوسفات الصخري	١١,٩٢ب	٨,٤٧أ	٨٩,٩٠ب	٩١,٨٧ب
	القياسية	٩,٨٩ج	٢,٥٩ب	٩٣,٧٧أ	٩٢,٣٤أ

* القيم المتبوعة بنفس الحروف في كل معاملة لكل جزء نباتي لا توجد بينها اختلافات معنوية باستخدام اختبار أقل فارق معنوي عند مستوى ٥% ($LSD_{5\%}$).

جدول٦. تأثير التلقيح بالميكورايزا والتسميد الفوسفاتي على معدل استفادة شتلات نخيل التمر المكاثرة نسيجياً من مصادر الفسفور المختلفة

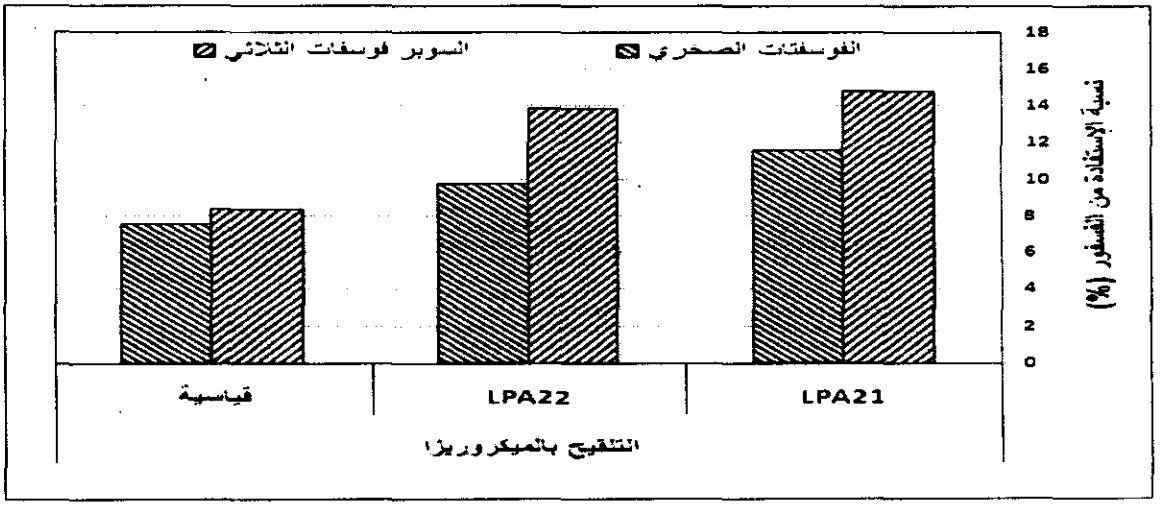
نوع السماد	محتوى الشتلات من الفسفور سمادي المصدر (%)			محتوى الشتلات من فسفور التربة (ملجم/أص)			نسبة الاستفادة من التسميد الفوسفاتي (%)		
	LPA21	LPA22	قياسية	LPA21	LPA22	قياسية	LPA21	LPA22	قياسية
السوبر فوسفات الثلاثي	٤٦,٣	٤٢,٠	٢٧,٣	١٧,١	١٥,٧	٧,٥	١٤,٧	١٣,٨	٨,٣
الفوسفات الصخري	٤١,٥	٣٨,٧	٢٤,٢	١٦,٣	١٣,٤	٨,٢	١١,٥	٩,٧	٧,٥

توضح النتائج في (جدول ٦) أن معدل امتصاص الشتلات للفسفور يتفاوت تبعاً لمصدر السماد المضاف. فقد أدت إضافة سماد السوبر فوسفات الثلاثي إلى زيادة معدل امتصاص الفسفور، إلا أن ذلك لم يصل إلى مستوى المعنوية. فقد زادت الكمية المستفادة من الفسفور السمادي المصدر بصورة ملحوظة بإضافة سماد السوبر فوسفات الثلاثي مقارنة بالفوسفات الصخري، وهو ما يتفق مع ما ذكره (Saroa et al., 1990)، الذين وجدوا زيادة معدل امتصاص الفوسفور المتبقي بالتربة مع إضافة كميات جديدة من السماد الفوسفاتي. ويزيد معدل الاستفادة من الفسفور من السماد المضاف عندما يكون متاحاً في التربة نتيجة انخفاض معدل تثبيت هذا العنصر في التربة بما يجعله أكثر جاهزية للامتصاص بواسطة النبات.

قد تعزى هذه الزيادة الملحوظة في امتصاص الشتلات للفسفور مع إضافة الأسمدة الفوسفاتية بنوعيها مقارنة بالمعاملة القياسية (غير المسمدة) إلى تأثير هذه الأسمدة على معدل جهازية الفوسفات (Dravid and Biswas, 1996). وعادة تحتاج التربة الكلسية إلى معدلات سمادية عالية من الفسفور وإلى مدة أطول ليكون هذا العنصر متاحاً بمستوى يفي حاجة النبات، وهذه الطريقة تعزز معدل الاستفادة من الفسفور. كما تشير النتائج المتحصل عليها تحت ظروف التجربة الحالية إلى أن سماد السوبر فوسفات الثلاثي كان أكثر إتاحيةً للفسفور من سماد الفوسفات الصخري، مما يعني أن معدل تثبيت الفسفور المتيسر من سماد الأول في التربة مع الزمن كان أقل من قدرة السماد الثاني على تحرير ومعدنة محتواه من عنصر الفسفور، الأمر الذي يتوافق مع ما أوضحه كل من (Dravid and Biswas, 1996)، اللذان أشارا إلى انخفاض مستوى جهازية الفسفور للنبات من مصدر الفوسفات الصخري كما يتضح من النتائج المتحصل عليها (جدول ٦) التأثير البارز للتلقيح بالميكورايزا على امتصاص الفسفور، فقد أدى التلقيح باي من السلالتين إلى زيادة محتوى النبات من الفسفور سواء من التربة أو المضاف عن طريق التسميد بالمقارنة مع المعاملة القياسية.

معدل الاستفادة من الفسفور السمادي

تشير النتائج المتحصل عليها في هذه الدراسة إلى التأثير الايجابي لعمليتي التسميد والتلقيح بالميكروريزا على استفادة شتلات النخيل المكاثرة نسيجياً من عنصر الفسفور (شكل ٦)، حيث يتضح من الشكل عموماً أن الاستفادة من هذا العنصر من سماد السوبرفوسفات الثلاثي كانت أكبر من سماد الفوسفات الصخري وأن التلقيح بسلالة LPA21 قد أدت إلى زيادة هذه الاستفادة أكثر من التلقيح بسلالة LPA22 مقارنة بالمعاملة القياسية.



شكل٦. تأثير عمليتي التلقيح بالميكروريزا والتسميد الفوسفاتي على استفادة شتلات النخيل المكاثرة نسيجياً من عنصر الفسفور

تتفق هذه النتائج مع ما توصلت إليه الدراسات السابقة التي أوضحت أن إضافة الأسمدة الفوسفاتية والتلقيح بالميكورايزا تزيد نسبة استفادة النباتات النامية من عنصر الفسفور (Dravid and Biswas, 1996; Rivaie et al., 2008; Franzini et al., 2009; Osivand et al., 2009). لذا يمكن استنتاج الدور الايجابي للتلقيح بالميكورايزا في تحرير الفسفور وبالتالي إستفادة النباتات النامية من هذا العنصر، مما يعني إمكانية تجاوز مشكلة قابلية الفسفور للتثبيت في التربة وعدم إتاحيته للنباتات.

شكر وتقدير

يتقدم الباحثان بجزيل الشكر والعرفان للإدارة العامة لمنح البحوث بمدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية على دعم هذا البحث بالمنحة رقم (م ص- ١٢- ١٥) ولمسئولي المشتل بالمدينة لتأمين شتلات نخيل التمر المكاثرة نسيجياً، والشكر موصول للقائمين على كل من جامعة الملك فيصل والمركز الوطني لأبحاث النخيل والتمور بالأحساء على تسهيل مهمة الباحثين لاستكمال هذه الدراسة .

المراجع

Abo-Rady, M.D.K. (1987). Morphology and composition of some soils under date palm cultivation in Al-Hassa oasis, Saudi Arabia. Arab Gulf J. Scie. Res. Agric. Biol. Sci. B5(3), 379-389.

Al-Barrak, S. (1986). Properties and classification of some oasis soils of Al-Ahsa, Saudi Arabia. Arab Gulf J. Scie. Res. Agric. 4, 349-359.

Al-Barrak, S. and M. Al-Badawi (1988). Properties of some salt affected soils in Al-Ahsa, Saudi Arabia. Arid Soil Research and Rehabilitation 2, 85-95.

Al-Barrak, S.A. (1990). Characteristics of some soils under date palm in Al-Hassa Eastern oasis, Saudi Arabia. Journal of King Saud Univ., Agric. Sci. 2(1), 115-130.

Al-Ghamdi, A.S. (1996). Cell and tissue culture techniques as means for vegetative propagation and genetic improvement of date palm (*Phoenix dectalifera* L.). Proceedings of the National Seminar on Genetic Engineering and Biotechnology, Riyadh, KSA (5-9 Dec. 1996). pp. 45-56.

Al-Karaki, G., N. Abu-Qobah and Y. Othman (2006). Influence of mycorrhizal fungi and water stress on growth and yield of two onion cultivars. Arab Gulf J. Scie. Res. Agric. 24(4), 206-214.

Azcon-Aguilar, C.A. and J.M. Barea (1997). Applying mycorrhiza biotechnology to horticulrure: Significance and potentials. Scienctia Horticulture 68, 1-24.

Bagyaraj, D.J. (1984). Mycorrhiza. Boca Raton: CRC Press (ISBN: 0-8493-5694-6). pp. 131-135.

Bashour, I.I., A.S. Al-Mashhady, J.D. Prasad, T. Miller, and M. Mazroa (1983). Morphology and composition of soils under cultivation in Saudi Arabia. Geoderma 29, 327-340.

Bolland, M.D.A., D.G. Allen and N.J. Barrow (2003). Sorption of phosphorus by soils: How it is measured in Western Australia. Bulletin 4591, Department of Agriculture, Government of Western Australia, Perth.

Brar, D.S. and S.M. Jain (1998). Somaclonal variation: Mechanisms and applications in crop improvement. In: S.M. Jain, D.S. Brar and B.S. Ahloowalia (eds.), *Somaclonal Variation and Induced Mutations in Crop Improvement*. Kluwer Academic Publishers, Boston, USA, pp. 17-37.

Calvet, C., J.M. Barea and J. Pera. (1992). In vitro interactions between the vesicular arbuscular fungus *Glomus mosseae* and some saprophytic fungi isolated from organic substrates. Soil Biol. Biochem. 24, 775-780.

Cassells, A.C., S.M. Joyce, R.F. Curry and T.F. McCarthy (1999). Detection of economic variability im micropropagatin. In: A. Altman, M. Ziv and S. Izhar (eds.). Plant biotechnology and in vitro biology in the 21st Century. Kluwer Academic Publishers, The Netherlands, pp. 241-244.

Chen, Y.L., M.C. Brundrett and B. Dell (2000). Effects of ecomycorrhizas and vesicular-arbuscular mycorrhizas, alone or in competition, on root colonization and growth of *Eucalyptus globulus* and *E. urophylla*. New Phytol. 146, 545-556.

Cripps, C. and O.K. Miller (1993). Ecto-mycorrhizal fungi associated with aspen on three sites in the north central Rocky Mountains. Canad. Jou. of Botany 71(11), 1414-1420.

Dravid, M.S. and C.R. Biswas (1996). Effect of phosphorus, poultry manure, biogas slurry and farmard manure on dry matter yield and utilization of applied P by wheat. J. Nuclear Agric. Biol. 25, 89-94.

El-Prince, A.M. (1982). The search for suitable land for cultivation in the Eastern Province. Final Report Submitted to Saudi Arabian National Center for Science and Technology, Riyadh, KSA. Project No. Ar-1-018.

Estrada-Luna, A.A., F.T. Davies Jr. and J.N. Egilla (2000). Mycorrhizal fungi enhancement of growth and gas exchange of micropropagated guava plantlets (*Psidium guajava* L .) during *ex vitro* acclimatization and plant establishment. Mycorrhiza 10(1),1-8.

Fardeau, J.C. (1984). Results of direct measures of the utilization coefficient in fertilizers by isotopic labelling with ^{32}P, ^{15}N and ^{40}K. Fert. Agric. 86, 23.

Feddermann, N., R. Finlay, T. Boller and M. Elfstrand (2010). Functional diversity in arbuscular mycorrhiza: The role of gene expression, phosphorus nutrition and symbiotic efficiency. Fungal Ecology 3, 1-8.

Franzini, V.I., T. Muraoka and F.L. Mendes (2009). Ratio and rate effects of ^{32}P-triple superphosphate and phosphate rock mixtures on corn growth. Sci. Agric. (Piracicaba, Braz.), 66 (1), 71-76.

Granger, R.L., C. Plenchette and J.A. Fortin (1983). Effect of VA endomycorrhizal fungus (*Glomus epigaeum*) on the growth and leaf mineral content of two apple clones propagated in vitro. Can. J. Plant Sci. 63, 351-355.

Handreck, K.A. (1997). Phosphorus requirement of Australain native plants. Aust. J. Soil Res. 35, 241-289.

Harman, G.E. and T. Björkman (1998). Potential and existing uses of *Trichoderma* and *Gliocladium* for plant disease control and plant growth enhancement. In: *Trichoderma* and *Gliocladium*, vol. 2 (Eds.: G. E. Harman and C. P. Kubicek), pp. 229-265, Taylor and Francis, London, UK.

Hodge, A. (2000). Microbial ecology of the arbuscular mycorrhiza. FEMS Microbilogy Ecology 32, 91-96.

Iniobong, E.O., M.G. Solomon and O. Osonubi (2008). Effects of arbuscular mycorrhizal fungus inoculation and phosphorus fertilization on the growth of *Gliricidia sepium* insterile and non-sterile soils. Res. J. Agron. 2(1), 23-27.

Jefferies, P., S. Gianinazzi, S. Perotto, K. Turnua and J.M. Barea (2003). The contribution of arbuscular mycorrhizal fungi in sustainable maintenance of plant health and soil fertility. Biol. Fert. Soils 37, 1-16.

Khan, M.S., A. Zaidi, M. Ahemad, M. Oves and P.A. Wani (2010). Plany growth promotion by phosphate solubilizing fungi: Current perspective. Archieves Agron. Soil Sci. 56(1), 73-98.

Khasa, P. D., P. Chakravarty, A. Robertson, B. R. Thomas and B. P. Dancik. 2002. The mycorrhizal status of selected poplar clones introduced in Alberta. Biomass and Energy. 22: 99-104.

Kikvidze, Z., C. Armas, K. Fukuda, L. B. Martinze-Garcia, M. Miyata, A. Oda-Tanka, F. I. Pugnaire and B. Wu (2010). The role of arbuscular mycorrhizae in primary succession: Differnces and similarities across habitats. Web Ecology 10, 50-57.

Martion, M. and S. Perotto (2010). Mineral transformations by mycorrhizal fungi. Geomicrobiology Journal 27, 609-623.

MAW (1985). General Soil Map of the Kingdom of Saudi Arabia. Department of Land Management, Ministry of Agriculture and Water in Cooperation with the Saudi Arabian-United States Joint Commission on Economic Cooperation, Riyadh, KSA.

MAW (1995). The Land Resources. Land Management Department, Ministry of Agriculture and Water, Riyadh, KSA.

Osivand, M., P. Azizi, M. Kavoosi, N. Davatgar and T. Razavipour (2009). Increasing phosphorus availability from rock phosphate using organic matter in rice (*Oryza sativa* L.). Philipp Agric Scientist 92(3), 301-307.

Phillips, J.M. and D.S. Hayman (1970). Improve procedure for clearing roots and staining parasitic and VA mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. Transactions of the British Mycological Soceity 55, 158-161.

Rajan, S.K., B.J.D. Reddy and D.J. Bagyaraj (2000). Screening of arbuscular mycorrhizal fungi for their symbiotic efficiency with *Tectona grandis*. Forest Ecology and Management 126 (2), 91-95.

Rapparini, F., G. Bertazza and R. Baraldi (1996). Growth and carbohydrate status of *Pyrus communis* L. Plantlets inoculated with *Glomus* sp. Agronomie 16, 653-661.

Richardson, S.I., D.A. Peltzer, R.B. Allen, M.S. McGlone and R.L. Parfitt (2004). Rapid development of phosphorus limitation in temperature rainforest along the Franz Joset soil chronosequence. Oecologia. 139: 267-276.

Rilling, M.C. (2004). Arbuscular mycorrhizae and terrestrial ecosystem processes. Ecology Letters 7, 740-754.

Rincon, I., P. Haunte and P. Renerez (1993). Influence of vesicular arbuscular mycorrhizae on biomass production by cactus, *Pachycercus pectin-arborigum*. Mycorrhiza 3, 79-81.

Rivaie, A.A., P. Loganathan, J. D. Graham, R. W. Tillman and T. W. Payn (2008). Effect of phosphate rock and triple superphosphate on soil phosphorus fractions and their plant-availability and downward movement in two volcanic ash soils under Pinus radiata plantations in New Zealand. Nutr. Cycl. Agroecosystem 82, 75-88.

Rowell, D.L. (1994). Soil Science: Methods and Applications. Longman Scientific and Technical, Essex, UK.

Saroa, G.S., C.R. Biswas and A. C. Vig. 1990. Distribution and stability of pyrophosphatase in soils. Soil Biology and Biochemistry 11: 655-659.

Shashikala, B. N., B. J. D. Reddy and D. J. Bagyaraj. 1999. Response of micropropagated banana plantlets to *Glomus mosseae* at varied levels of fertilizers of phosphorus. Indian J. of Exper. Biol. 37: 499-502.

Smith, R.J. and J.S. Ansley (1995). Field performance of tissue cultured date palms (*Phoenix dectalifera* L.) clonally produced by somatic embryo genesis. Principes 39: 47-52.

Smith, S.E., E. Facelli, S. Pope and F.A. Smith (2010). Plant performance in stressful environments: Interperting new and established knowledge of the roles of arbuscular mycorrhizs. Plant and Soil 326, 3-20.

Tisserat, B. (1979). Propagation of date palm (*Phoenix dectalifera* L.) in vitro. J. Experim.Bot. 30: 1275-1283.

Trouvelot, A., J. Kough and V. Gianinazzi-Pearson (1986). Measure du taux de mycorhization VA d'un systeme radiculaire. Recherche de methodes d'estimation ayant une signification fonctionnelle. In: V. Gianinazzi-Pearson and S. Gianinazzi (eds.), *Physiological and Genetical Aspects of Mycorrhizae*. INRA, Paris, France. pp. 217-221.

Turk, M.A., T.A. Assaf, K.M. Hameed and A.M. Al-Tawaha (2006). Significance of mycorrhizae. World J. Agric. Sci. 2(1), 16-20.

Varma, A. and H. Schuepp (1995). Mycorrhization of the commercially important micropropagated plants. In: G.G. Stewart and I. Russell (eds.), *Critical Reviews in Biotchnology*. CRC Press, Canada. pp. 313-328.

Vessey, J.K. (2003). Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers. Plant and Soil 255, 571-586.

Vidal, M.T., C. Azcon-Aguilar, J.M. Barea and F. Pliego-Alfaro (1992). Mycorrhizal inoculation enhances growth and development of micropropagated plants of avocado. Hort. Sci. 27, 785-787.

WSC (2005). Unpublised Map. Water Studies Center (WSC), King Faisal University, Al-Hassa, KSA.

SUMMARY

Effect of Mycorrhiza Inoculation on Phosphate Fertilization Efficiency of Soils Cultivated with Tissue Cultured Date Palm Trees

Abdulrahman M. Almadini and Ahmed A. Al-Omran

The aim of this current study was to evaluate the growth and absorption of phosphorus (P) by tissue cultured date-palm offshot trees (cv. Khallas) grown in pots filled with cultivated soils inoculated with mycorrhiza (*Mycorrhiza Glomus*) and supplied with P from triple super-phosphate (TSP) or rock phosphate (RP) with control treatments (uninoculated and unfertilized).

The obtained results showed that the roots of the tissue cultures trees were invaded after being inoculated with the mycorrhiza strains of LPA21 and LPA22. Also, the mycorrhiza inoculation caused significant increases in growth traits of the inoculated tissure cultured date-palm trees represented by the length as well as the fresh and dry weights of both the stems and roots as compared to the uninocluated trees. Also, it was found that application of phosphate fertilizers caused significant increases in growth characters of these trees in comparison with the control treatment (unfertilized). The values of the length of stems and roots as well the fresh and dry weights of stem and roots were significantly higher with the application of TSP than with the RP.

The obatined results also showed that there were positive interaction effects between inoculation with both strains and appliaction of phosphate fertilizers on growth and phosphorus contents in the stems and roots of the tissue cultured date palm trees. The inocultaed trees absorbed more isotops phosphorus from the soils than the uninoculated trees. It can be recommended to take into considrations the appropriate selection of the mycorrhiza strain when used for inoculation in oredr to assure its utilization success for the tissue cultured date palm trees. Also, it is favorable to use of the more readily available phosphate fertilizers with the mycorrhiza inoculation particularly for cultivated soils characterized by its high P fixation capacity resulting from their high calcium carbonate contents as those in the Al-Hassa Oasis and KSA in general. Nonetheless, the use of RP is potentially feasible.

Keywords:

Myorrhiza, biological fertilization, phosphorus, triple superphosphate, rock phosphate, fertilization efficiency, date-palm trees, tissue culture.