

دراسة تأثير الفطور الميكوريزية الداخلية في مكافحة نيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne incognita* وزيادة نمو نباتات

البندورة

خالد العسس - أستاذ مساعد - مركز بحوث ودراسات مكافحة الحبيوية
كلية الزراعة - جامعة دمشق

الملخص

تهدف هذه الدراسة إلى تبيان التأثير التضادي بين الفطور الميكوريزية الداخلية Endomycorrhizal Fungi ، ونيماتودا تعقد الجذور الجنوبية *Meloidogyne incognita* ، وتأثيرهما المشترك في نمو نباتات البندورة، أجريت تجربة أصص في مخبر النيماتودا في مركز بحوث ودراسات مكافحة الحبيوية بكلية الزراعة - جامعة دمشق خلال الموسم 2009، بينت النتائج التأثير الضار للنيماتودا حيث انخفض وزن المجموع الخضري بنسبة 7.8% مقارنة بالشاهد، في حين ازداد عند المعاملة بفطر الميكوريزا بنسب مختلفة تبعاً لموعد التلقيح بكل من الفطر والنيماتودا، كما أظهرت النتائج أن التلقيح بالفطر الميكوريزي حقق مستويات مختلفة في زيادة الوزن الجذري ، وأكدت النتائج أن وجود الفطر يسهم معنوياً في خفض عدد عقد النيماتودا ودليل التعقد على الجذور بنسب متباينة في المعاملات المختلفة، وسُجل الانخفاض الأعظمي (بنسبة 88.5% مقارنة بالشاهد المصاب) عند إضافة الفطر للجذور قبل العدوى بالنيماتودا بأسبوعين.

كلمات مفتاحية: نيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne incognita*

، فطور الميكوريزا الداخلية، مكافحة، بندورة، سورية.

مقدمة Introduction:

تعد البندورة *Lycopersicon esculantum* التي تنتمي إلى العائلة الباذنجانية *Solanaceae*، إحدى أهم محاصيل الخضار الاقتصادية وأوسعها انتشاراً في العالم، وتفيد إحصائيات منظمة الأغذية و الزراعة الدولية (FAO) عام ٢٠٠٨ أن المساحة الإجمالية المزروعة بمحصول البندورة في العالم بلغت نحو ٥٢٢٧٨٨٣ هكتار أنتجت ١٢٩٦٤٩٨٨٣ طن تقريباً وبغلة ٢٤٧٩٩٦ طن/هكتار، وتدل إحصائيات وزارة الزراعة في القطر العربي السوري إلى تزايد إنتاج وغلة البندورة بين عام 1998 وعام 2010 (المجموعة الإحصائية السنوية، 2010)، ونظراً للأهمية الغذائية للبندورة كثمرة، انتشرت زراعتها في معظم بلدان العالم ومنها سورية، حيث تعد البندورة من أهم محاصيل الخضر التي تزرع على نطاق واسع وخاصة في البيوت البلاستيكية في محافظتي اللاذقية و طرطوس (المجموعة الإحصائية السنوية، 2010).

يصاب البندورة بالعديد من أجناس النيماتودا التي تعتبر من الآفات الهامة اقتصادياً وتسبب خسائر اقتصادية كبيرة بالإنتاج الزراعي إذ تقدر الخسارة السنوية التي تسببها النيماتودا المتطفلة على المحاصيل الزراعية المختلفة على المستوى العالمي بحوالي 100 بليون دولار أمريكي (Oka et al., ٢٠٠٠)، وفقداناً كبيراً بالمحاصيل الزراعية، حيث يصل إلى 20% من الإنتاج العالمي (حسين، 2001)، أما على مستوى منطقة الشرق الأوسط فإن أضرار النيماتودا يمكن أن يسبب فقداً بالإنتاج الإجمالي للمحاصيل الزراعية يزيد على 10% (FAO, ١٩٩٧)، وتعد أنواع الجنس *Meloidogyne*.

الأكثر أهمية من الناحية الاقتصادية مقارنة مع أجناس النيماتودا الأخرى المتطفلة على نبات البندورة في العالم.

تتعايش في نفس الوقت نباتات البندورة مع أنواع متعددة من فطريات الميكوريزا الداخلية *Endomycorrhizas* (Brussaard *et al.*, ٢٠٠١) والتي تظهر أهميتها الاقتصادية في كل النباتات ماعدا بعض نباتات العائلتين السرمقية *Chenopodiaceae* والصليبية *Brassicaceae* التي لا تستجيب للتعايش مع هذه الفطريات إلا في ظروف بيئية خاصة جداً (Joseph, ١٩٩٧)، إن العلاقة التكافلية التي تنشأ بين الفطر والجذر تعطي احتمالاً أكبر لتبادل المنفعة بينهما وتفيد معظم الدراسات الحديثة أن هذه الفطريات تلعب دوراً محفزاً لنمو النبات العائل، من حيث زيادة قدرة النبات على امتصاص العناصر المعدنية من التربة وتتراوح هذه الزيادة من عشر إلى عدة مئات من المرات وبالتالي تزداد الغلة إلى أكثر من 50% (Koide, ١٩٩١) ويظهر التأثير غير المباشر لهذه الفطريات من خلال تأثيرها في قابلية انتقال العناصر الغذائية بعد تحويلها إلى شكل منحل يسهل على النبات امتصاصها (Cartrell and Linderman, ٢٠٠١) فهي تسهم في تحسين تغذية النبات من العناصر (الفوسفور) وتحسن امتصاص بعض العناصر الأخرى، ويعود ذلك إلى أنها تزيد من سطح الجذور المتاح وهي بذلك تقوم مقام الشعيرات الجذرية في زيادة سطح الامتصاص وتخزين العناصر الغذائية والماء من التربة، كما يظهر دور هذه الفطريات أيضاً في تحسين عمليات الاستقلاب في النبات، وتشجيع وجود بعض الكائنات الحية الدقيقة النافعة في منطقة جذور النبات، مثل الجراثيم المحللة للفوسفور وجراثيم العقد الأزوتية المثبتة للنيتروجين في النباتات البقولية (Hodge and Campbell, ٢٠٠١) ، إن دور هذه الفطريات في تحفيز نمو النبات يسهم جزئياً في حمايته من الممرضات

المحمولة بالتربة فهي تؤثر في درجة استعمار هذه الممرضات للجذور، وتنقص حساسية النبات للإصابة بها، وتزيد القدرة على تحمل الإصابة بفطريات الذبول الممرضة للنبات مثل:

Fusarium oxysporium, *Rhizoctonia solani*,
Macrophomina phaseolina (Muchovej, ٢٠٠٢)

وفطريات أخرى مثل *Phytophthora* spp., *Pythium* spp. وأجناس من النيماتودا الممرضة مثل spp. (Schenck, ١٩٨٢) *Meloidogyne* spp., *Pratylenchus* الميكوريزا في مكافحة ممرضات التربة بتحسينها حالة امتصاص العناصر الغذائية، وتعويض الضرر الناتج عن المرض، كما تنشط آليات المقاومة في النبات، وتلعب دور المنافسة على مواقع الاختراق والتغذية (Harrier and Watson, ٢٠٠٤)، فقد برهنت العديد من الدراسات أن التلقيح بأبواغ الفطر *Glomus* sp. تزيد من تحمل النباتات للإصابة بالنيماتودا الممرضة مثل نيماتودا *Rotylenchulus reniformis* على البندورة، والنيماتودا *Heterodera glycines* على فول الصويا، والنيماتودا *Pratylenchus coffeae* على القهوة (Talavera et al., ٢٠٠١). كما ثبت دور الفطر *Glomus moseae* في تقليل ضرر النيماتودا *Tylenchulus semipenetrans* على الليمون الحامض *Citrus limon* (Abdel-Hadi et al., ١٩٨٩) وكذلك دور الفطر *Glomus intraradices* في خفض كثافة النيماتودا *Pratylenchus coffeae* على نبات الجزر *Daucus carota* (Elsen et al., ٢٠٠٣) كما أن تلقيح نباتات الـ *Ammophila arenaria* بفطور الـ VAM (Viscular Arbuscular Mycorrhizae) أنقصت من تكاثر النيماتودا *Pratylenchus penetrans* (De lapena et)

(al., ٢٠٠٣). و أثبت اسطيفان وآخرون (2002) أن استخدام خليط من الفطر *Glomus mosseae* والفطر *Gigaspora sp.* كان ذو كفاءة في الحد من إصابة الخيار والباذنجان بنيماتودا *Meloidogyne javanica* ، كما أن استخدام عزلة من الفطر *Glomus intraradices* أنقصت من قطر وأعداد العقد المتسببة عن النيماتودا *Meloidogyne incognita*، وحدث من تطور النيماتودا، وإنتاج كتل البيض في جذور البندورة *Lycopersicon esculentum*، وفي تجربة لإثبات دور الفطر *Glomus mosseae* في إنقاص ضرر النيماتودا *Meloidogyne javanica* على نبات البندورة تبين أن هذا الفطر أنقص دليل التعقد بنسبة 52% (Al-Raddad, ١٩٩٥)، ويمكن شرح هذا الدور الذي تلعبه فطور الـ VAM في مكافحة نيماتودا تعقد الجذور بأن كلا منهما يعتمد على النبات لإكمال دورة حياته، وبالتالي يؤثر كل منهما بالآخر، وتكون المنافسة بينهما على مواقع الاختراق والتغذية (Elsen et al., ٢٠٠٣) فالتلقيح المبكر بفطور الميكوريزا VAM يؤمن الجذور من الإصابة بالنيماتودا نتيجة غزو هذه الفطور لغالبية أجزاء الجذر وعدم ترك مواقع لاستقرار النيماتودا فيها، أما التأثير غير المباشر لفطور الـ VAM على نيماتودا التعقد فهو تأثيرها في الحالة الصحية للنبات (Hussey and Roncadori, ١٩٨٢) حيث تشجع تفرع الجذور وتطور الأحياء الدقيقة في منطقة جذور النبات، وهو ما يؤثر على درجة اختراق النيماتودا للجذر، ويحسن امتصاص العناصر الغذائية والماء من التربة وبالتالي تعويض النقص الحاصل من الإصابة بالنيماتودا (Azcon-Aguilar and Barea, ١٩٩٦) كما تؤثر في الحالة الفيزيولوجية للنبات وإحداثها لتغيرات بيوكيميائية وتشريحية في الجذر (Elsen et al., ٢٠٠٣) وهذا كله يؤثر سلباً في اختراق النيماتودا وتطورها وتكاثرها وانتشارها (Waceke et al., ٢٠٠١).

بالرغم من الأبحاث الكثيرة التي درست العلاقة بين النيماتودا وفطور الـ VAM فإن حقيقة هذا التفاعل مازال مشوشاً ويصعب فهم الآليات التي تسهم في هذا التفاعل، وقد تبين أنه يعتمد بشكل كبير على الصنف النباتي، نوع النيماتودا، نوع الفطر الميكوريزي وسلالته (Masadeh, ٢٠٠٥) ولهذا يجب تحديد ظروف النوع الميكوريزي المناسب للنبات للحصول على أفضل النتائج (Bellgard, ١٩٩١) مع الإشارة إلى أن معظم الدراسات عن فطور الـ VAM تم إنجازها في ظروف الزراعة المحمية أما الدراسات الحقلية فهي نادرة (Pelletier and Dionne, ٢٠٠٤)، ويتم حالياً تجهيز مستحضرات تجارية من فطور الـ VAM تحتوي على مشيجة وأبواغ الفطر، وذلك بتميتها على جذور عوائل نباتية مناسبة في ظروف الزراعة المحمية (Menge, ١٩٨٣) كما تتوفر منتجات تجارية من هذه الفطور كمخصبات حيوية في أوروبا وأمريكا، ويتم حالياً في اليابان إنتاج السلالة R١٠ATCC-٧٤٣١١ من الفطر *Glomus sp.* تجارياً (Talavera et al., ٢٠٠١)، وقد أصبح استخدام المكافحة الحيوية للنيماتودا باستخدام الأحياء الدقيقة الموجودة في منطقة الجذور أحد تقنيات المكافحة الأساسية وبديل فعال وآمن للمبيدات النيماتودية الكيميائية (Masadeh, ٢٠٠٥) ورغم ذلك فإنها وحدها لا تعد بديلاً للمكافحة الكيميائية، لكن يجب أن تتعاقد مع استراتيجيات المكافحة الأخرى وإدخالها في برنامج المكافحة المتكاملة لنيماتودا تعقد الجذور والذي يمكن بناءه بالاعتماد على العديد من الوسائل أحدها استخدام فطريات الميكوريزا الداخلية (Perr and Moens, ٢٠٠٦).

هدف البحث Objective :

نفذت تجربة أصص في مخبر النيماتودا في مركز بحوث ودراسات مكافحة الحيوية بكلية الزراعة - جامعة دمشق، وذلك لتقييم فاعلية فطريات الـ VAM في الحد من ضرر نيماتودا تعقد الجذور الجنوبية *Meloidogyne incognita* وفي تحسين نمو نبات البندورة.

مواد وطرائق البحث Materials and Methodes :

- تحضير اللقاح الميكوريزي :

نمي خليط من أبواغ فطريات الـ VAM التي تم الحصول عليها من منطقة جذور نباتات البندورة في محافظة درعا (مزيريب) خلال موسم عام 2009، على نباتات نرة صفراء صنف (غوطة 82) وهو نبات عرف بتعايشه الجيد مع هذه الفطريات، زرعت بذورها في خلطة ترابية (2/1) تربة، (2/1 تورب) معقمة بطريقة الحرارة الرطبة على درجة حرارة 120 س لمدة 20/دقيقة، وزعت البذور في ثلاث أصص قطر كل منها 30 سم بمعدل ثلاث بذور في كل أصيص، وأضيف محلول الأبواغ التي استخلصت من العينات الترابية بطريقة المناخل (Daniel and Skipper, 1982) وذلك لكبر قطر هذه الأبواغ (50-500) ميكرون، وفق ما يلي: أخذ حجم 200 سم³ تربة من كل مكرر، ووضع في وعاء مع 2 لتر ماء وتركت العينة لمدة خمس دقائق لتفتت حبيبات التربة، وتحرر الأبواغ، حرك المعلق ثم مرر عبر مجموعة من المناخل ذات قياسات 250، 180، 106، 36 ميكرون حيث كان المنخل الأكبر في الأعلى والأصغر في الأسفل، جمعت محتويات كل منخل بواسطة تيار مائي خفيف، ثم فحصت تحت المكبرة لمعرفة محتواها من الأبواغ، وتحديد أعدادها، أضيفت الأبواغ بشكل دوري مع ماء السقاية

وبمعدل 20 ± 2250 بوغة للأصيص، وبعد حوالي شهرين تم قلع نباتات الذرة الصفراء وقطعت الجذور المغسولة إلى قطع بطول 1 سم تقريباً لاستخدامها كلقاح ميكوريزي.

تجهيز الشتول للزراعة :

زرعت بذور البندورة المعاملة بالمبيد الفطري ثيرام 70% صنف (باك مور) في وسط من التورب المعقم ضمن لوح من ستريوبور، بمعدل بذرتين في كل حفرة، وتم ضبط درجة الحرارة على (25-30) س[°] وفترة إضاءة 16 ساعة يومياً (داخل غرف التربية) وسقيت حسب الحاجة، وعندما أصبحت الشتلات بعمر ورقتين حقيقيتين شتلت البادرات في أصص بقطر 20 سم بمعدل شتلة واحدة في كل أصيص.

تحضير الخلطة الترابية والأصص للزراعة :

تم تعقيم التربة بالحرارة الرطبة على درجة حرارة 120 س[°] لمدة 20 دقيقة، خلطت التربة مع رمل مزار وتورب معقمين بالحرارة الجافة، بنسبة الخلط النظامية (1:1:1) (تربة: رمل مزار: تورب) ثم وزعت الخلطة النظامية على أصص التجربة (25 أصيص بلاستيكي بقطر 20 سم) بمعدل 2,5 لتر خلطة ترابية/ أصيص ووزعت على طاولة الإنبات في المخبر.

تحضير العدوى النيماتودية :

تم الحصول على عقد نيماتودا تعقد الجذور من نباتات بندورة مصابة بشدة بنيماتودا التعقد من محافظة اللانقية، وعرفت أنواع نيماتودا التعقد بطريقة الأنماط الشرجية للأنتي Parineal Pattern حيث تبين أنها من النوع *Meloidogyne incognita*، جهزت مادة العدوى بالنيماتودا باستخلاص البيوض من الجذور المصابة وفق طريقة (Hussey and Barker, 1973) حيث قطعت الجذور إلى قطع بطول (1-2) سم وأخذ منها

50 غ وأضيف لها 200 مل هيبوكلوريد الصوديوم NaOCl بتركيز 0.5% ووضعت بالخلاط لمدة 20 ثانية لتحرير البيوض من الكيس الجيلاتيني ثم مرر المعلق فوق أربع مناخل بقياسات مختلفة 200-100-45-38 ميكرون، أخذت محتويات المنخل 38 ميكرون وغسلت بالماء العادي ثم جمعت بواسطة تيار مائي خفيف، وغسل البيوض عدة مرات بالماء المقطر وتم العمل على إكثار نيماتودا تعقد الجذور *M.incognita* عن طريق العدوى بالبيوض لنباتات البندورة المزروعة في البيت البلاستيكي، وذلك للحصول على مصدر كافٍ ونقي لاستخدامه في العدوى، وبعد مرور شهرين تم استخلاص بيوض نيماتودا تعقد الجذور، وتم تحديد محتوى واحد مل من المحلول من البيوض واليرقات، ثم حسبت الكمية اللازمة من مادة العدوى لكل أصيص. .

المعاملات وإجراء العدوى بالنيماتودا والتلقيح بالميكوريزا:

تضمنت التجربة خمس معاملات وكان عدد المكررات 5 مكررات

(المكرر = أصيص) لكل معاملة وشملت المعاملات على :

- A: شاهد سليم (بدون معاملة).
- B: شاهد مصاب (عدوى بنيماتودا التعقد *M.incognita* بمعدل 3000 بيضة و يرقة طور ثاني/أصيص).
- C: التلقيح بالميكوريزا والعدوى بالنيماتودا بنفس الوقت.
- D: التلقيح بالميكوريزا قبل العدوى بالنيماتودا بأسبوعين.
- E: العدوى بالنيماتودا قبل التلقيح بالميكوريزا بأسبوعين.

تم بعد نشئيل النباتات بيومين في الأصص إعداء نباتات البندورة حيث أضيف اللقاح النيماتودي المعدي بمعدل 2,5 مل محلول/أصيص (3000 بيضة و يرقة طور ثاني) لمكررات المعاملة B, C, E، وذلك بحقنه بالقرب من منطقة الجذور بواسطة محقن معقم، وأضيف اللقاح الميكوريزي

لمكررات المعاملات C, D، بعمل نفق حول جذور النباتات، ثم نثر اللقاح فيها بمعدل 7 غ/أصيص، تم تغطية النفق بطبقة رقيقة من رمل المزار المعقم (اسطيفان وآخرون، 2002)، وبعد أسبوعين أضيف اللقاح الميكوريزي لمكررات المعاملة E، وأضيفت مادة العدوى بالنيماتودا لمكررات المعاملة D، وكانت تتم السقاية حسب الحاجة.

البيانات المدونة

تم تدوين القراءات بعد شهرين من التشتيل (تاريخ 2009/6/29)، تم دراسة مؤشرات الوزن الخضري والوزن الجذري الرطبة، وعدد العقد على الجذور، ومعامل تعقد الجذور حسب سلم Taylor and Sasser لعام 1978 كالآتي:

عدد العقد	معامل التعقد
ولا عقدة على الجذر	0
1-2 عقدة على الجذر	1
3-10 عقد على الجذر	2
11-30 عقدة على الجذر	3
31-100 عقدة على الجذر	4
أكثر من 100 عقدة على الجذر	5

وحللت النتائج إحصائياً باستخدام برنامج SPSS للحصول على معنوية المعاملات المدروسة وتم اتباع اختبار دنكن (Dunkin's Multiple Range Test) للتفريق بين المعدلات على مستوى $p \leq 0.05$ (%).

النتائج والمناقشة Results and Discussions:

تبين من رصد مؤشرات نمو النباتات زيادة في الوزن الرطب للمجموع الخضري والجذري، كما بينت النتائج اختلاف في قيمة دليل التعقد الناتج عن الإصابة بنيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne incognita* وتباينت هذه القيمة باختلاف المعاملات (جدول رقم 1).

جدول (1): تأثير الإعداء الاصطناعي بنيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne incognita* وفطور الميكوريزا الداخلية في الوزن الخضري و الجذري الرطب (\pm الانحراف المعياري) لنباتات البندورة بعمر

المعاملات	الوزن الخضري (غ)	الوزن الجذري (غ)
A شاهد	cd 29 ± 2,49	a 1,43 ± 0,15
B العدوى بنيماتودا	d 26,7 ± 7,14	a 1,58 ± 0,74
C العدوى بنيماتودا والتلقيح بالميكوريزا في نفس الوقت	bc 28,35 ± 5,8	b 0,93 ± 0,33
D التلقيح بالميكوريزا قبل العدوى النيماتودا بأسبوعين	a 36,05 ± 9,55	a 1,45 ± 0,68
E العدوى بنيماتودا قبل التلقيح بالميكوريزا بأسبوعين	b 31 ± 1,98	b 0,8 ± 0,22

60 يوم.

الأرقام المتبوعة بنفس الأحرف لا تختلف معنوياً عند مستوى معنوية 0,05

في العمود الواحد.

أظهرت نتائج تقييم المعاملات في النمو الخضري بعد 60 يوماً من التشثيل عدم تأثير قيمة الوزن الخضري في ظروف الإعداد الاصطناعي بالنيماتودا مقارنة بالشاهد السليم (26.7 و 29 غرام) على التوالي، أما المعاملة بالميكوريزا فقد حسنت في النمو الخضري وكانت نسبة الزيادة أكبر وبفروق معنوية عند التلقيح بالميكوريزا قبل عدوى الجذور بالنيماتودا (36.05) غ مقارنة بالشاهد السليم والمصاب (جدول 1).

تتفق نتائج هذه الدراسة مع نتائج Rtillo وآخرون (2006) حيث بينوا أن استيطان فطريات *Glomus mosseae* و *G. viscosum* و *G. intraradices* زاد معنوياً من نمو نباتات الزيتون وذلك بنسب مختلفة حسب الصنف، عمر النبات، وقت العدوى بالنيماتودا *M. incognita*, *M. javanica* وكذلك عزلة الفطر المستخدمة (Rtillo et al., 2006) كما أثبت Talavera وآخرون (2001) أن العدوى بالنيماتودا أنقص معنوياً طول ووزن المجموع الخضري بغياب فطريات الميكوريزا، وبين اسطيفان وآخرون (1999) أن وجود الفطر *G. mosseae* في جذور بعض أصول الحمضيات أدى إلى زيادة في طول النبات وتحسين نموه الخضري، لكن في دراسات أخرى لم تسجل فروق معنوية في الوزن الخضري بين النباتات الملقحة بالميكوريزا أو غير الملقحة، لكن هذه الفطريات وفرت للنباتات قدراً إضافياً من المواد الغذائية (اسطيفان وآخرون، 1999)، كما أن الوزن الخضري لنباتات البندورة لم يتأثر بالمعاملة بالميكوريزا فقط (Talavera et al., 2002)، و لم يلحظ فروق معنوية في طول ووزن المجموع الخضري بين نباتات

البندورة الممكرزة وغير الممكرزة بغياب النيماتودا (Talavera et al., 2001).

كما بينت نتائج تقييم المعاملات في وزن المجموع الجذري التأثير الضار والمعنوي للعدوى بالنيماتودا والميكوريزا في نفس الوقت وبالنيماتودا قبل الميكوريزا (0.93 و 0.8 غ) على التوالي مقارنة مع باقي المعاملات، حيث خفضت العدوى بالنيماتودا من وزن المجموع الجذري، في حين أن المعاملة بالميكوريزا قبل العدوى أسهم في زيادة الوزن الجذري (1.45 غ)، وقد أثبتت هذه النتائج تطابقها مع دراسات سابقة، فعندما لقحت نباتات الأقحوان بسلاسل من الفطر *Glomus* زاد الوزن الجذري بنسبة 50% مقارنة بالشاهد (Wacek et al., 2001)، ولم تسجل في أبحاث أخرى فروق معنوية في وزن الجذور بين المعاملات الممكرزة وغير الممكرزة بالفطر *G.mosseae* وبوجود أو غياب النيماتودا *M.incognita* في نباتات البندورة (Masadeh, 2005) ويمكن أن يعزى ذلك لإختلاف نوع وسلالة الفطر كما أن تلقيح نباتات البندورة بالفطر *G.mosseae* لم يزيد الوزن الجذري بشكل ملحوظ عندما تمت عدوى النباتات بالنيماتودا (*M.javanica* Al-) (Raddad, 1995)، ويعزى زيادة الوزن الجذري في المعاملة بالنيماتودا لوحدها (1.58 غ) إلى زيادة عدد العقد على الجذور وهذا ما أشار إليه Talavera وآخرون (2001) بأن وزن الجذور المصابة بالتعقد يكون أكبر من وزن الجذور السليمة بسبب الزيادة في وزن العقد التي تسببها النيماتودا، كما لوحظ من خلال دراستنا أن المعاملة بفطريات الميكوريزا قد أثرت على حجم المجموع الجذري بحيث زادت من تفرعات الجذور وانتشارها في التربة.

أما المعاملة بالنيماتودا والفطر معاً وتأثير التفاعل المشترك بينهما فيختلف باختلاف وقت العدوى بالنيماتودا ووقت التلقيح بالفطر التكافلي، فعندما يسبق وجود الفطر لوجود النيماتودا يكون الوزن الخضري أكبر (1.45 غ) مما لو وجد الاثنان في نفس الوقت (0.93 غ) وهذا أكبر مما لو سبق وجود النيماتودا لوجود الفطر (0.8 غ)، وهذا ما تؤكدته العديد من الدراسات المرجعية فقد تبين أن تلقيح نباتات البندورة بالفطر *G. fasciculatum* زاد من نمو النباتات أكثر مما لو تمت العدوى بالنيماتودا أولاً (Mishra, 1997) ولاحظ Talavera وآخرون (2001) أن نباتات البندورة المعداة بنيماتودا *M. incognita* بعد ثلاثة أسابيع من التلقيح بالفطر *G. mosseae* عوضت الفقد الحاصل في النمو والوزن الجذري نتيجة الإصابة بالنيماتودا.

وفي تقييم التأثير التضادي للفطر في مكافحة النيماتودا بينت النتائج أن التلقيح بالميكوريزا قبل العدوى بالنيماتودا خفضت معنوياً من عدد العقد ومعامل التعقد على الجذور (3 و 2) على التوالي مقارنة بالشاهد المصاب (26 و 3)، وبنسبة أكبر مما في المعاملة بالنيماتودا قبل الميكوريزا، وتدل النتائج على أن وجود فطريات الميكوريزا والنيماتودا معاً يحد من ارتفاع عدد العقد على الجذور، وأن وجود فطريات الميكوريزا يؤثر في حيوية نيماتودا التعقد ويحد من مقدار ضررها بدرجات مختلفة تبعاً لزمان استعمار كل من النيماتودا والفطريات للجذر، وهذا ما أكدته نتائج دراسات سابقة عن دور فطريات الميكوريزا في تخفيف خطورة النيماتودا، حيث إن معاملة نباتات الأبقوان بفطريات الميكوريزا أنقص معنوياً دليل التعقد لنيماتودا *M. hapla* وكذلك عدد

البيوض والبرقات في جذور النباتات (Waceke et al., ٢٠٠١)، كما أنقص الفطر *G.mosseae* دليل التعقد لنيماتودا *M.javanica* مقارنة بالنباتات المعدة بالنيماتودا لوحدها (Al-Raddad, ١٩٩٥)، كما أن تلقيح نباتات البندورة بالفطر الميكوريزي *G.fasciculatum* أنقص عدد وحجم العقد على الجذور المتسببة عن العدوى بنيماتودا *M.incognita* أكثر مما لو أعدت النباتات بالنيماتودا (Mishra and Shukla, ١٩٩٦)، لكن الفطر *G.mosseae* لم يحم نباتات البندورة المعدة بالنيماتودا *M.incognita* عندما أعدت في نفس وقت التلقيح بالفطر، أما النباتات المعدة بالنيماتودا بعد ثلاثة أسابيع من التلقيح بالفطر فقد انخفض فيها معنوياً دليل التعقد (Talavera et al., ٢٠٠١)، كما بين اسطيفان وآخرون (2002) أن استخدام خليط من الفطرين *G.mosseae* و *Gigaspora* sp. كان ذو كفاءة مقبولة نوعاً ما، لكنها لم تكن كافية في الحد من إصابة نباتات الخيار والباذنجان بنيماتودا *M.javanica*

جدول (2): تأثير الإعداء الاصطناعي بنيماتودا تعقد الجذور
Meloidogyne incognita وفطور الميكوريزا الداخلية في عدد عقد
 النيماتودا ومعامل التعقد (\pm الانحراف المعياري) على جذور نباتات البندورة
 بعمر 60 يوم.

المعاملات	متوسط عدد العقد الجذرية في 10 غ/جذر	معامل التعقد	النسبة المئوية لانخفاض عدد العقد
A شاهد	0	a0	0
B العدوى بالنيماتودا	26 ± 6.16	c3	0
C العدوى بالنيماتودا والتلقيح بالميكوريزا في نفس الوقت	4.5 ± 1.12	a2	%82.7
D التلقيح بالميكوريزا قبل العدوى بالنيماتودا بأسبوعين	3 ± 2.24	a2	%88.5
E العدوى بالنيماتودا قبل التلقيح بالميكوريزا بأسبوعين	18 ± 4.16	b3	%30.8

تتفق كل النتائج على أن العدوى بالفطر والنيماتودا في نفس الوقت
 يوفر حماية بسيطة للنباتات من الإصابة بنيماتودا التعقد، لأن استعمار الفطر
 الميكوريزي للجذر يحتاج 2-4 أسابيع، أما اختراق النيماتودا يحدث خلال
 ساعات، وبذلك تكون النيماتودا هي الأكثر قدرة على احتلال مواقع التغذية
 والتكاثر فيها، أي أن الآثار النافعة على نمو النبات والتقليل من ضرر

النيماتودا تظهر عندما يكون التلقيح بالفطر قبل العدوى بالنيماتودا بأسبوعين أو ثلاثة (Talavera *et al.*, ٢٠٠١).

لذلك ينصح من خلال نتائج هذا العمل بإضافة الفطور الميكوريزية إلى تربة المشتل قبل زراعة بذور البندورة لتعزيز استعمار جذور الشتلات بالفطور التكافلية وقبل نقل النباتات إلى الحقل الدائم الموبوء بنيماتودا تعقد الجذور بهدف تقليل الإصابة بالنيماتودا وتخفيف الأضرار الناجمة عنها.

المراجع References

اسطفان زهير عزيز; كامل سلمان جبر; باسمه جورج أنطون;
وهديل بدري داود، 2002- المكافحة الإحيائية لنيماتودا تعقد الجذور
Meloidogyne spp. والفطر رايزوكتونيا في نباتات الباذنجان والخيار.
مجلة الزراعة العراقية، 7(5): 1-8.

اسطفان زهير عزيز; محمد صادق حسن; حافظ ابراهيم عباس;
وباسمه جورج أنطون، 1999- تأثير فطور المايكوريزا الداخلية على المعقد
المرضي لمرض الذبول ونيماتودا العقد الجذرية في نباتات الطماطة
والباذنجان. مجلة الزراعة العراقية، 4(4): 54-60.

المجموعة الإحصائية السنوية، ٢٠٠٧- المكتب المركزي للإحصاء،
الجمهورية العربية السورية. 585 صفحة.

حسين علي، 2001- أمراض النبات النيماتودية. مطابع الأهرام
التجارية، قليوب، مصر، 751 صفحة.

ABDEL-HADI, M. A., A. M. Heggo, F. M. Fadel,
and A. I. Ghorab, 1989- Intensity of *Glomus mosseae*
infection and response of rough Lemon seedlings to
Tylenchulus semipenetrans and *Rhizoctonia solani*.
Egyptian Journal, Application Science, (3) 4, 310-321.

AL-RADDAD, A. M., 1995- Interaction of *Glomus mosseae* and *Paecilomyces lilacinus* on *Meloidogyne javanica* of tomato. *Mycorrhizae Journal*, (3) 5, 233-236.

AZCON-AGUILAR, C., and J. M. Barea, 1996- Arbuscular mycorrhiza and biological control of soil borne plant pathogens, an overview of the mechanisms involved. *Mycorrhiza Journal*, 6, 457-464.

BELLEGARD, S. E., 1991- Mycorrhizal as sociation of plant species in Hawkesburg sandstone vegetation. *Australian Journal of Botany*, 39, 357-364.

BRUSSAARD, L., T. W. Kuyper, and R. G. M. DeGoede, 2001- On the relationship between nematodes, Mycorrhizal fungi and plants: functional composition of species and plant performance. *Plant Soil Journal*, 232, 155-165.

CARTRELL, I. C., and R. G. Linderman, 2001- Preinoculation of lettuce and onion with Mycorrhizal fungi reduces deleterious effects of soil salinity. *Plant Soil Journal*, 233, 269-281.

DANIEL, B. A., and H. D. Skipper, 1982- Methods for the recovery and quantitative estimation of propagules from soil. In "Methodes and principles of mycorrhizal research" (N. C. Schenck eds.). American Phytopathological Society, St. Paul. Minn. Pp. 29-37.

DE LAPENA, E., SR. Echeverria, WH. Putten, H. Freitas and M. Moens, 2002- Mechanism of control of root-feeding nematodes by mycorrhizal fungi in the dune

grass *Ammophila arenaria*. *New Phytologist Journal*, (٤) ١٦٩, ٨٢٩-٨٤٠.

ELSEN, A., S. Declerck, and D. DeWaele, ٢٠٠٣- Use of root organic cultures to investigate the interaction between *Glomus intraradices* and *Pratylenchus coffeae*. *Applied and Environmental Microbiology*, (٧) ٦٩, ٤٣٠٨-٤٣١١.

FAO plant production and protection paper, ١٩٩٧- Plant nematode problems and their control in the Near East region, Rome, Pp٣١٥.

FAO Statistics, ٢٠٠٨- Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, Italy.

HARRIER, L. A., C. A. Watson, ٢٠٠٤- The potential role of arbuscular mycorrhizal (AM) fungi in the bioprotection of plants against soil-borne pathogens in organic and/or other sustainable farming system. *Pest Management Science*, ٦٠, ١٤٩-١٥٧.

HODGE, A., and C. Campbell, ٢٠٠١- An arbuscular mycorrhizal fungus accelerates decomposition and acquires nitrogen directly from organic material. *Nature Journal*, ٤١٣, ٢٩٧-٢٩٩.

HUSSEY, R. S., and W. Roncadori, ١٩٨٢- Vesicular arbuscular mycorrhizae may limit nematode activity and improve plant growth. *Plant Disease Journal*, (١) ٦٦, ٩-١٤.

JOSEPH, R. K., ١٩٩٧- An examination of the interactions between *Garlic mustard* and vesicular

arbuscular Mycorrhizal (VAM) fungi (*Gigaspora rosea*).
Mycorrhizal Thesis and Dissertations, ٥٨, ٤٠٢١ (abstract).

KOIDE, R., ١٩٩١- Nutrient supply, nutrient demand and plant response to Mycorrhizal infection. *New Phytologist*, ١١٧, ٣٦٥-٣٨٦.

MASADEH, B., ٢٠٠٥- Biological control of *Meloidogyne incognita* (Tylenchida: Meloidogynidae) on Tomato using arbuscular Mycorrhizal fungi and rhizobacteria. Hannover University, Germany. Pp ١١٥. (Doctoral thesis).

MENGE, J. A., ١٩٨٣- Utilization of vesicular-arbuscular Mycorrhizal fungi in agriculture. *Canadian Journal Botany*, (٣) ٦١, ١٠١٥-١٠٢٤.

MISHRA, A., B. N. Shukla, ١٩٩٦- Interaction between *Glomus fasciculatum*, *Meloidogyne incognita* and fungicide in tomato. *Indian Journal of Mycology and Plant Pathology*, (١) ٢٦, ٣٨-٤٤.

MISHRA, A., ١٩٩٧- Interaction of *Glomus fasciculatum*, *Meloidogyne incognita* and herbicides in tomato. *Nematological Abstracts*, (٢) ٦٦, ١٠٠.

OKA, Y., H. Koltai, M. Bar-Eyal, M. Mor, E. Sharon, I. Chet and Y. Spiegel, ٢٠٠٠- New strategies for the control of plant parasitic nematodes. *Pest Management science*, ٥٦, ٩٨٣-٩٨٨.

PELLETIER, S., and J. Dionne, ٢٠٠٤- Inoculation rate of arbuscular-mycorrhizal fungi *Glomus intraradices*

and *Glomus etunicatum* affects establishment of landscape turf with no irrigation or fertilizer inputs. *Crop Science*, 44, 335-338.

PERR, R. N., and M. Moens, 2006. **Plant Nematology**. CABI International, Wallingford, Oxford, UK. Pp 447.

RTILLO, E., A. I. Nicol, C. Azcon-Aguilar, C. Del Rio-Rincon, C. C. Vel, and M. Jimenez-Diaz, 2006. **Protection of olive planting stocks against parasitism of root-knot nematodes by arbuscular Mycorrhizal fungi**. *Plant Pathology*, (5) 55, 705.(abstract).

SCHENCK, N. C., 1982. **Can mycorrhizae control root disease?**. *Plant Disease Journal*, 65, 231-234.

TALAVERA, M., K. Itou, and T. Mizukubo, 2001. **Reduction of nematode damage by root colonization with arbuscular mycorrhiza (*Glomus* spp.) in tomato-*Meloidogyne incognita* (Tylenchida: Meloidogynidae) and carrot-*Pratylenchus penetrans* (Tylenchida: Pratylenchidae) pathosystems**. *Applied Entomology Zoology*, (3) 36, 387-392.

TALAVERA, M. K. Itou, and T. Mizukubo, 2002. **Combined application of *Glomus* sp. and *pasteuria penetrans* for reducing *Meloidogyne incognita* (Tylenchida: Meloidogynidae) populations and improving tomato growth**. *Applied Entomology and Zoology*, (1) 37, 61-67.

TAYLOR, A. L., and J. N. Sasser, ١٩٧٨- Biology identification and control of root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.) Coop. Pub. Dep. Plant Pathol., North Carolina State Univ., and US Agency Int. Dev. Raleigh N. C. Pp١١١.

WACEKE, J. W., S. W. Waudu, and R. Sikora, ٢٠٠١- Suppression of *Meloidogyne hapla* by arbuscular mycorrhiza fungi (AMF) on pyrethrum in Kenya. *International Journal of Pest Management*, (٢) ٤٧, ١٣٥-١٤٠.

**Study of the Effect of the Endomycorrhizal Fungus
on the Control of Root-knot Nematode *Meloidogyne
incognita* on Tomato Plants**

Khaled Al-Assas, Associat Prof., Biological Control Studies and
Researches Centre, Faculty of Agriculture, Damascus University.

Abstract

This study aims to appear the antagonistic effect between Endomycorrhizal fungi and the southern root-knot nematode *Meloidogyne incognita*, and their corporate effect on tomato plant growth, plot experiment was carried out in Nematode laboratory in Biological Control Researches and Studies Central in Agriculture Faculty – Damascus University during ٢٠٠٩ season. The results showed that the treatment with the nematode decreased shoot weight by ٧.٨% in comparsion with the control, whereas it increased in the treatment with the mycorrhizal fungus in different percents up time hanging with the application of the nematode and fungi, and the results showed that the inoculation with mycorrhizal fungi have achieved different levels of increasing in root weight up to time of application of nematode and fungi, as well as the results assured that the existence of the fungi decreased significantly the number of nematode-s galls and gall index on the roots with different percents in the different treatments, the highest reduction was achieved when the fungi was added to the root before the nematode by one week (by ٨٨.٤% in comparision with control).

Key Words: Root-knot nematode *Meloidogyne incognita*, Endomycorrhizal fungus, Control, Tomato, Syria.