

الدور التعاضدي للنيماتودا المتطفلة وفطر ذبول فيوزاريوم الوعائي *Fusarium oxysporum f. sp. lentis* على نبات العدس في سورية

محمد فرحان إسماعيل، أحمد الأحمد، ومحمد هشام الزينب

قسم وقاية النبات، كلية الزراعة، جامعة حلب، حلب، سورية، البريد الإلكتروني: m_f_ismail@hotmail.com

الملخص

إسماعيل، محمد فرحان، أحمد الأحمد، ومحمد هشام الزينب. 2009. الدور التعاضدي للنيماتودا المتطفلة وفطر ذبول فيوزاريوم الوعائي *Fusarium oxysporum f. sp. lentis* على نبات العدس في سورية. مجلة وقاية النبات العربية، 27: 18-25.

تمت دراسة تأثير أربعة مستويات من اللقاح المعدي لنيماتودا الحوصلات *Heterodera ciceri* (8، 16، 32 و 64 بيضة ويافعة/غ تربة) و 2 ± 10 حيوان/غ تربة من أهم أجناس النيماتودا المتجولة المتطفلة على العدس، وكذلك العلاقة التعاضدية بين تلك النيماتودا وفطر الذبول *Fusarium oxysporum f. sp. lentis* في نمو وإنتاج صنف العدس كردي وحراني. تناسب التأثير في كل من طول النبات، عدد القرون، الوزن البيولوجي للنبات ووزن البذور عكسياً مع الكثافة الأولية للقاح المعدي من نيماتودا الحوصلات، وازداد وزن الجذور مع زيادة كثافة العدوى المختبرة من تلك النيماتودا. وظهر تأثير سلبي لكل من أجناس النيماتودا المتجولة وفطر الذبول في تلك العناصر آفة الذكر، وسبب التعاضد ما بين النيماتودا المتجولة وفطر الذبول تأثيراً عالياً في نمو وإنتاج صنف العدس وتساقطاً لأوراقها وارتفاعاً معنوياً في شدة ذبول نباتاتها مقارنة مع تعاضد هذا الفطر مع النيماتودا الحوصلية. كما سبب وجود تلك الممرضات مجتمعة على مستوى جذور النبات تأثيراً عالياً معنوياً في نمو نباتات الصنفين، وذبولاً وصلت شدته إلى درجة 9 مؤدياً إلى انعدام تكوين القرون والبذور على حد سواء ومن ثم موت النبات. ارتبطت الكثافة النهائية ومعدل تكاثر نيماتودا الحوصلات عكساً مع الكثافة الابتدائية للقاح المعدي، وانخفضت الكثافة النهائية ومعدل تكاثر كلتا مجموعتي النيماتودا معنوياً إلى أدنى مستوى لها بوجود فطر الذبول معها على جذور النبات. كما أظهرت النتائج وجود علاقة ارتباط سلبية قوية بين كثافة اللقاح المعدي وكل من طول النبات، عدد القرون، والوزن البيولوجي والبذري للنبات.

كلمات مفتاحية: النيماتودا الحوصلية، المتجولة، فطر فيوزاريوم، التعاضد، نيماتودا، العدس، سورية.

المقدمة

سورية (13، 14). إذ تسبب تلك النيماتودا خسائر كبيرة كمية ونوعية في إنتاج محصول العدس قد تصل إلى 100% عند كثافة عدوى أولية أعلى من 64 بيضة/سم³ تربة (15).

كما وجد بأن محصول العدس في سورية يصاب بـ 14 مرضاً فطرياً يسببها 39 نوعاً من الممرضات الفطرية (20). ويعتبر مرض الذبول الوعائي المتسبب عن الفطر *Fusarium oxysporum f. sp. lentis* Vasud. and Srin. من الأمراض الهامة والخطيرة التي تصيب العدس، مسبباً خسائر عالية في إنتاجه قد تصل إلى 100% في المناطق الموبوءة (2، 6). وتتفاقم الأضرار على العدس عندما تترافق الإصابة بالنيماتودا مع الممرضات الفطرية ذات المنشأ التربوي، إذ وجد Fazai وآخرون (10) بأن الأضرار على هذا المحصول أصبحت أكثر وطأة عندما تراكمت الإصابة بنيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne incognita* Kofoid et White مع مرض الذبول الوعائي الفيوزاريومي. كما تشير العديد من المراجع إلى أن أنواع النيماتودا داخلية التطفل التابعة للأجناس: *Globodera*، *Heterodera*، *Meloidogyne*، *Rotylenchulus* ونيماتودا النقرح *Pratylenchus* sp. أكثر شيوعاً في إحداث المعقدات المرضية مع

يتعرض محصول العدس للإصابة بعدد من الأمراض المتسببة عن النيماتودا، إذ سجل عبر عملية مسح حقلي في سورية انتشار 12 جنساً ونوعاً مختلفاً من النيماتودا رصدت في تربة وجذور خمسة محاصيل بقولية من بينها العدس. وتتضمن: النيماتودا الحوصلية (*Heterodera ciceri* Vovlas, Greco et Di Vito)، نيماتودا النقرح (*Pratylenchus thornei* Sher. et Alen.)، نيماتودا الساق والأبصال (*Ditylenchus dipsaci* Filipjive)، نيماتودا تعقد الجذور (*Meloidogyne* spp.) ونيماتودا أخرى خارجية التطفل على الجذور (12، 14).

سجلت نيماتودا الحوصلات *Heterodera* sp. لأول مرة في سورية على محاصيل البازلاء (*Pisum sativum* L.)، الحمص (*Cicer arietinum* L.)، البيقية (*Vicia sativa* L.) والفصة (*Medicago sativa* L.) (1983 (20)، والعدس (1). أظهرت الدراسات اللاحقة لهذه النيماتودا أنها نوع جديد سميت *Heterodera ciceri* sp.n. (Vovlas & Greco et DiVito, 1985) (27)، واعتبرت كافة خطيرة على كل من محصولي الحمص والعدس في

ومدخل البازلاء "IFPI 205" لإكثار نيماتودا تقرح الجذور (*Pratylenchus* sp.)، والعدس كبير الحبة (ILL 4401) لإكثار الأنواع *Aphelenchus* sp.، *Tylenchorhynchus* sp. و *Aphelenchoides* sp.

عزلت حوصلات النيماتودا الحوصلية بشكل مباشر من جذور نباتات الحمص، ومن تربتها بطريقة التصفية والترسيب عبر المناخل. كما عزلت نيماتودا القرع من جذور نباتات البازلاء بطريقة التحضين (8)، وتم عزل الأطوار المتجولة للنيماتودا: *Aphelenchoides* و *Aphelenchus* sp.، *Tylenchorhynchus* sp. بطريقة بيرمن المعدلة.

مادة العدوى بفطر الذبول الوعائي

استخدمت 8 عزلات ممرضة من فطر *F. o. f. sp. lentis* (Fol: Sar6، Tal11، Ga19، Ha21، Ha24، Ma34، Te4 و Te46) تم عزلها من سوق نباتات عدس مريضة بالذبول، جمعت في الأسبوع الأول من شهر نيسان/أبريل، 2003 من حقول عدس محافظة إربل، واختبرت قدرتها الإمراضية على صنف العدس إربل1. حدد الفطر بعد تنميته على مستنبت بطاطا - دكستروز - آجار (PDA) وفق مفتاح متخصص بتحديد أنواع الجنس *Fusarium* (23)، ومن ثم كوثر على المستنبت ذاته في أطباق بتري (فطر 9 سم) وحضنت عند درجة حرارة 1 ± 23 °س.

تحضير التربة

جمعت تربة طينية من أحد حقول محطة بحوث يحمل ونخلت، ثم عقت في جهاز تعقيم بالحرارة الرطبة (الأوتوكلاف) مرتين عند 100 °س لمدة ساعة. حضرت خلطة ترابية من 25% رمل مغسول بالماء ومعقم حرارياً و74% تربة طينية و1% مادة عضوية متخمرة ومعقمة حرارياً بالطريقة ذاتها. أذيب 300 غ سكروز في 3 لترات ماء صلبور ثم أضيف إليها 950 مغ من الملقح البكتيري *Rhizobium leguminosarum* LE-719. أضيف المعلق الناتج رشاً، على ثلاث مراحل، إلى 300 كغ تربة محضرة مع تقليبها باستمرار لضمان تجانس الملقح البكتيري في كامل التربة، كما أضيف إليها أثناء تقليبها الكميات السمادية التالية: 350 غ سوبر فوسفات ثلاثي عيار 46%، 100 غ يوريا عيار 46%، 175 غ سلفات البوتاس عيار 50%. وزع الخليط بعد ذلك على الأصص المخصصة للزراعة بمعدل 5 كغ/أصيص.

المرضات الفطرية، وتتعاقد تلك الأجناس بشكل مثالي مع فطر ذبول الفيوزاريوم الوعائي، فطر ذبول الفيرتسليوم وممرضات تعفنات الجذور المتسببة عن كل من *Pythium*، *Phytophthora* و *Rhizoctonia* (5).

نظراً لشيوع كل من أمراض النيماتودا المتطفلة ومرض ذبول الفيوزاريوم الوعائي *F. oxysporum* f. sp. *lentis* على العدس في سورية، ونظراً لندرة الأبحاث الأكاديمية المتعلقة بدراسة العلاقة التعاقدية بينهما وكذلك الضرر الكبير الذي قد ينجم عنهما، فقد هدف هذا البحث إلى دراسة: (1) تأثير كثافة اللقاح المعدي من النيماتودا الحوصلية *H. ciceri* في نمو نبات العدس وإنتاجيته؛ (2) تأثير النيماتودا المتجولة المتطفلة مجتمعة (*Pratylenchus* sp.)، *Aphelenchoides* و *Aphelenchus* sp.، *Tylenchorhynchus* sp. (sp) في نبات العدس؛ و (3) دور العلاقة التعاقدية بين تلك النيماتودا وفطر ذبول الفيوزاريوم الوعائي في نمو نبات العدس وإنتاجيته.

مواد البحث وطرقه

أجريت الدراسة خلال عام 2005 في محطة بحوث يحمل (60 كم شمال حلب) تحت الظروف الطبيعية لمنطقة الاستقرار الأولى، وذلك في أصص بلاستيكية سعة 5 كغ تربة باستخدام صنف العدس كردي وهوراني. استخدمت النيماتودا الحوصلية *H. ciceri* وأجناس النيماتودا المتطفلة الأكثر تردداً في حقول عدس محافظتي حلب وإربل وهي: *Pratylenchus* sp.، *Tylenchorhynchus* sp.، *Aphelenchus* sp. و *Aphelenchoides* sp. إضافة إلى فطر الذبول الوعائي الفيوزاريومي.

مادة العدوى بالنيماتودا

جمعت في عام 2003 حوصلات النيماتودا الحوصلية *H. ciceri* من تربة أحد حقول العدس المصابة بشدة في منطقة سراقب (محافظة إربل) في مرحلة تكوين القرون (الأسبوع الأول من شهر أيار/مايو)، بطريقة التصفية والترسيب عبر المناخل (22). واستخلصت أجناس النيماتودا المتجولة المذكورة من تربة وجذور حقول عدس محافظتي حلب وإربل، بطريقة قمع بيرمن المعدلة (22). تم إكثار هذه النيماتودا في عام 2004، على طرز وراثية عالية القابلية للإصابة بها (13، 16) ضمت العدس، الحمص والبازلاء تم الحصول عليها من المركز الدولي للبحوث الزراعية في المناطق الجافة (إيكاردا)، في تربة معقمة حرارياً ضمن أواني معدنية (80 × 50 × 10 سم). استخدم صنف الحمص "غاب 1" لإكثار النيماتودا الحوصلية،

الإعداد الاصطناعي والزراعة

تم حساب عدد حويصلات النيماتودا الحوصلية الواجب إضافتها إلى تربة كل أصيص من الأصص المخصصة عن طريق تقدير متوسط محتوى الحوصلة الواحدة من البيوض والياضعات، وخلطت مع تربة كل أصيص لتحقيق الكثافات الابتدائية التالية: 8، 16، 32 و 64 بيضة وياضعة/غ تربة. وكذلك معدل 300 مل/الأصيص الواحد من معلق النيماتودا (*Pratylenchus sp.*، *Tylenchorhynchus sp.*، *Aphelenchus sp.* و *Aphelenchoides sp.*) بكثافة عدوى تعادل 2 ± 10 حيوان من كل جنس/غ تربة. كما حضرت معاملة أخرى مشتركة بكل نيماتودا الحوصلات (32 بيضة وياضعة/غ تربة) وأجناس النيماتودا المتجولة الأخرى (كثافة 2 ± 10 حيوان من كل جنس/غ تربة) مباشرة قبل الزراعة. وتركت معاملة دون عدوى بالنيماتودا استخدمت كشاهد.

زرعت الأصص بصنفي العدس كردي وهوراني في 2005/1/12، بمعدل 12 بذرة/أصيص، ثم رويت ووزعت وفق تصميم القطاعات كاملة العشوائية (RCBD) كتجربة عاملية، بثلاثة مكررات. بعد أسبوع من الإنبات، أضيف اللقاح المعدي من فطر ذبول الفيوزاريوم الوعائي إلى الأصص المعدة بالنيماتودا الحوصلية (كثافة 32 بيضة وياضعة/غ تربة)، وإلى الأصص المعدة بأجناس النيماتودا آفة الذكر (كثافة 2 ± 10 حيوان/غ تربة)، وكذلك إلى المعاملة المشتركة بكل من النيماتودا الحوصلية والأجناس المتجولة. استخدم لذلك معلق بوغي تركيزه 2×10^6 بوغة كونيديية/مل وذلك بمعدل 300 مل/الأصيص. أضيف المعلق البوغي في خطوط فتحت في تربة كل أصيص، ثم أعيدت التربة لتغطيتها. استخدمت معاملة بدون إضافة فطر الذبول واعتبرت كشاهد، وكذلك معاملة أخرى معدة بفطر الذبول فقط دون نيماتودا، وشاهد آخر أضيفت إليه كمية 300 مل ماء صنبور/أصيص. وضعت كل الأصص في الحقل تحت الظروف الطبيعية وروبت عند الحاجة، وأخذت النتائج بتاريخ 2005/5/1.

القراءات المأخوذة

تمت مراقبة النباتات وسجلت القراءات التالية عند نضج النبات: طول النبات/سم، الوزن البيولوجي الرطب للنباتات (غ/الأصيص)، عدد القرون/أصيص، الوزن الرطب للجذور (غ/أصيص)، عدد الحوصلات/غ جذور، عدد الحوصلات/100 غ تربة، عدد حيوانات النيماتودا المتطفلة المتجولة/100 غ تربة، وعددها/غ جذور، وزن البذور المتكونة (غ/أصيص)، عدد الأوراق المتساقطة ونسبتها من أوراق النباتات الكلية/أصيص. حسبت الكثافة النهائية للنيماتودا

الحوصلية والمتجولة/غ تربة، وحسب معدل تكاثرها، كما قومت الإصابة بالذبول وفق سلم تقييس خماسي مؤلف من 9 درجات (2)، حيث: 1= النباتات سليمة ولا توجد عليها أعراض إصابة، 3= ظهور اصفرار بسيط غير مترافق بذبول لا يزيد عن 25% من النبات، 5= ظهور اصفرار يعم ثلثي النبات مترافق بعلام ذبول، 7= ظهور ذبول على معظم أجزاء النبات غير مترافق بموت النبات، 9= موت النبات بالكامل أو أحد فروع.

حللت النتائج إحصائياً وفق برنامج Genstat وحسب أقل فرق معنوي (LSD) للمتوسطات عند مستوى معنوية 5%.

النتائج

يظهر جدول 1 التأثير الإفرادى لكل من النيماتودا الحوصلية وخليط بعض الأجناس المتطفلة المتجولة (*Pratylenchus*، *Tylenchorhynchus*، *Aphelenchus* و *Aphelenchoides*) وفطر الذبول الوعائي، وكذلك أثرها التعاضدي في صنف العدس كردي وهوراني. ويتضح أن ذلك التأثير كان عالي المعنوية في كل من طول النبات، عدد القرون، الوزن البيولوجي ووزن الجذور والبذور، مقارنة مع الشاهد غير المعدي. كما يبين أن تأثير النيماتودا الحوصلية في تلك العناصر تناسب عكساً مع كثافة اللقاح المعدي بدءاً من 8 حتى 64 بيضة وياضعة/غ تربة، إذ تراوحت أطوال نباتات الصنفين المدروسين ما بين 20.27-27.00 سم و 18.18-24.50 سم، على التوالي. ويندرج الشيء ذاته على التأثير في كل من عدد القرون، متوسط الوزن البيولوجي للنباتات وكذلك وزن البذور المنتجة عند الصنفين ذاتهما فتراوحت ما بين 45.67-75.00 و 31.00-50.33 قرناً، و 46.71-75.58 و 67.70-75.00 غ، و 2.04-3.91 و 1.14-2.55 غ، على التوالي. وتباين بشكل معنوي التأثير في وزن الجذور المتكونة/أصيص تبعاً لكثافة العدوى التي تناسبت طردياً معها، فتراوحت تلك الأوزان عند الصنفين ما بين 11.01-14.75 و 11.30-15.49 غ.

وعلى مستوى مزيج النيماتودا المتجولة: *Pratylenchus sp.*، *Tylenchorhynchus sp.*، *Aphelenchus sp.* و *Aphelenchoides sp.*، فقد كان تأثيرها بصورة عامة في النبات مماثلاً للكثافة المتوسطة من اللقاح المعدي لنيماتودا الحوصلات، وذلك تبعاً لصنف العدس المدروس. غير أن تأثير هذه النيماتودا في وزن جذور الصنف حوراني ظهر مماثلاً لتأثير الكثافة الأعلى من اللقاح المعدي للنيماتودا الحوصلية (64 بيضة وياضعة) (جدول 1). ويبين الجدول ذاته أن فطر الذبول لوحده سبب تأثيراً في أطوال نباتات صنف العدس كردي وهوراني، فوصلت أطوال النباتات إلى 20.56

و17.72 سم، على التوالي؛ وتأثيراً في عدد القرون ووزن البذور المنتجة (52.00 و36.33 قرناً و2.72 و1.68 غ، على التوالي) مماثلاً لتأثير الكثافة المتوسطة (32 بيضة ويافعة) من نيماتودا الحوصلات. وسبب هذا المرض تأثيراً في أطوال تلك النباتات فاق معنوياً تأثير كثافة اللقاح المعدي من أجناس النيماتودا المتجولة بمفردها، وتأثيراً في عدد القرون المنتجة (52.00 و36.33 قرناً، على التوالي) مماثلاً لتأثير تلك الأجناس. إلا أن هذا الفطر قلص معنوياً من وزن جذور تلك النباتات لدى الصنفين ذاتهما إذ بلغت 9.64 و9.08 غ، على التوالي مقارنة بالشاهد غير المعدي أو بالكثافة الأدنى (8 بيضة ويافعة) من نيماتودا الحوصلات أو النيماتودا المتجولة.

وتشير النتائج إلى أن التعاضد بين نيماتودا الحوصلات (معدل كثافة لقاح 32 بيضة ويافعة) وفطر ذبول الفيوزاريوم الوعائي سبب انخفاضاً معنوياً ليس فقط في طول النبات وعدد القرون بل أيضاً في الوزن البيولوجي والبذور التي أنتجتها نباتات العدس المدروسة. فأطوال نباتات الصنفين كردي وهوراني انخفضت إلى 16.09 و13.16 سم، وانخفض عدد القرون إلى 35.00 و19.33 قرناً، والوزن البيولوجي إلى 47.82 و33.90 غ، ووزن البذور المنتج 1.98 و1.04 غ، على التوالي، مقارنة مع كل من النيماتودا الحوصلية أو فطر فيوزاريوم كل بمفرده. وسبب التعاضد بين النيماتودا المتجولة وفطر الذبول انخفاضاً معنوياً أيضاً في نباتات صنف العدس فاق تأثير كل منهما على حده، بحيث وصلت أطوال نباتاتهما إلى 14.80 و11.85 سم، وعدد القرون إلى 26.67 و17.00 قرناً، والوزن البيولوجي إلى 38.55 و26.46 غ ووزن البذور المنتجة إلى 1.79 و0.83 غ، على التوالي، مقارنة مع تأثير تلك النيماتودا منفردة أو تأثير فطر الذبول بمفرده. كما سبب التعاضد ما بين النيماتودا الحوصلية والمتجولة من جهة وفطر الذبول من جهة أخرى تأثيراً معنوياً في أطوال نباتات صنف العدس كردي وهوراني وموتاً كاملاً لنباتاتهما وانعداماً لتكوين القرون والبذور على حدٍ سواء. فانخفضت أطوال نباتاتهما إلى 12.96 و8.74 سم، كما وانخفض وزنها البيولوجي إلى 21.09 و16.16 غ، على التوالي، مقارنة مع وجود فطر الذبول مع النيماتودا الحوصلية أو مع المتجولة (جدول 1).

ويشير جدول 2 إلى أن النيماتودا الحوصلية بمفردها لم تسبب تساقطاً لأوراق صنف العدس كردي وهوراني حتى مع كثافة اللقاح المعدي العالية (64 بيضة ويافعة)، ويندرج الشيء ذاته على النيماتودا المتجولة وكذلك فطر الذبول، كل على حده. إلا أن وجود النيماتودا الحوصلية مع فطر الذبول سبب تساقطاً لأوراق الصنفين

المدروسين وصل إلى 16.33 و51.00%، على التوالي، عند وجوده مع النيماتودا الحوصلية وإلى 28.33 و57.33%، على التوالي عند وجوده مع النيماتودا المتجولة. وأحدث التعاضد بين الممرضات الثلاثة موتاً كاملاً لنباتات الصنفين، دون تساقط أوراقها. كما يشير الجدول ذاته إلى أن كلاً من النيماتودا الحوصلية والمتجولة لم تحدث أعراض ذبول النبات، في حين أحدث فطر الذبول بمفرده أعراض إصفرار وذبول بشدة وصلت عند الصنفين كردي وهوراني إلى 4.33 و5.67 درجة، على التوالي. وسبب وجود النيماتودا الحوصلية مع فطر الذبول أعراض إصفرار وذبول بشدة وصلت عند كلا الصنفين 5.67 و6.67 درجة بفارق معنوي مقارنة مع تأثير فطر الذبول منفرداً. أما النيماتودا المتجولة مع فطر الذبول فأحدثت ذبولاً وصلت شدته عند كلا الصنفين إلى 7.00 و7.67 درجة، على التوالي. وعند وجود تلك الممرضات مجتمعة في جذور النبات أحدثت ذبولاً وصلت شدته إلى درجة 9 (جدول 2) مؤدية إلى موت النبات.

يبين جدول 3 أن الكثافة النهائية للنيماتودا الحوصلية على صنف العدس المدروسة ارتبطت عكساً مع الكثافة الأولية للقاح المعدي. فوصل أعلى معدل تكاثر لهذه النيماتودا إلى 15.47 مرة (كردي) و17.70 مرة (هوراني)، وذلك عند أدنى كثافة لقاح معدي (8 بيضة ويافعة). ثم انخفض معنوياً عند ازدياد تلك الكثافة حتى وصل إلى 0.91 و1.09 مرة، على التوالي، عند كثافة اللقاح المعدي الأعلى (64 بيضة ويافعة). كما وصل معدل تكاثر النيماتودا المتجولة منفردة عند الصنفين ذاتهما إلى 15.40 و18.08 مرة، على التوالي. وأثر وجود فطر الذبول مع أي من مجموعتي النيماتودا سلباً في معدل تكاثر تلك النيماتودا، إذ انخفض معنوياً إلى 1.15 و1.66 مرة عند نيماتودا الحوصلات وإلى 6.32 و8.17 مرة عند النيماتودا المتجولة عند صنف العدس كردي وهوراني، على التوالي. وتقلص معنوياً معدل تكاثر كلتا مجموعتي النيماتودا الحوصلية والمتجولة عند وجود فطر الذبول معها في جذور النبات، إذ انخفض عند الصنفين ذاتهما إلى 0.89، 1.20 مرة و3.75، 4.47 مرة، على التوالي.

ظهرت علاقة ارتباط سلبية قوية بين كثافة اللقاح المعدي للنيماتودا بشكل عام وكل من طول النبات، عدد القرون المتكونة، الوزن البيولوجي، الإنتاج البذري للنبات، معدل تكاثر النيماتودا (الحوصلية ومزيج الأجناس المتجولة) والإنتاج البذري ($r = -0.78$ ، $r = -0.67$ ، $r = -0.80$ ، $r = -0.76$ ، $r = -0.81$ و $r = -0.88$ ، على التوالي). كما ظهرت علاقة ارتباط سلبية قوية بين شدة الذبول على النبات وكل من العناصر الأربعة الأولى أنفة الذكر ($r = -0.85$ ، $r = -0.78$ ، $r = -0.87$ ، $r = -0.70$ ، على التوالي).

جدول 1. متوسط طول النبات، عدد القرون، الوزن البيولوجي، وزن الجذور ووزن البذور عند صنفى عدس كردي وهوراني تحت ظروف العدوى الإصطناعية بأهم أجناس الديدان الطفيلية على العدس وفطر ذبول الفيوزاريوم الوعائي وأثرها التعاضدي في النبات وذلك تبعاً لكثافة اللقاح المعدى بالنيماتودا.

Table 1. Average of plant height, number of pods, biological and seed weight of two lentil varieties (Kordy and Hurani) artificially inoculated with the major lentil parasitic nematodes' genera and vascular wilt fungus, and effect of different nematode inoculation levels.

وزن البذور (غ/أصيص) Seed weight (g/pot)		وزن الجذور (غ/أصيص) Root weight (gr/pot)		الوزن البيولوجي (غ/أصيص) Biological weight (g/pot)		عدد القرون أصيص/ No. of pods/pot		طول النبات (سم) Plant height (cm)		المعاملة وكثافة اللقاح المعدى للنيماتودا* Treatment & nematode inoculation levels*
هوراني Hurani	كردي Kordy	هوراني Hurani	كردي Kordy	هوراني Hurani	كردي Kordy	هوراني Hurani	كردي Kordy	هوراني Hurani	كردي Kordy	
2.9 d	4.4 a	9.9 i	10.8 h	78.5 ab	80.2 a	64.3 c	82.7 a	27.7 b	29.5 a	شاهد Check
2.6 e	3.9 b	11.3 gh	11.0 h	67.7 c	75.6 b	50.3 de	75.0 b	24.5 c	27.0 b	8 A
2.1 g	3.6 c	12.4 e	12.0 ef	60.9 d	70.0 c	42.3 ef	61.0 c	21.3fg	24.5 c	16
1.5 i	2.6 e	14.6 c	13.4 d	51.1 fg	61.8 d	33.7 g	54.3 d	20.0 h	22.6 de	32
1.1 j	2.0 g	15.5 a	14.8 bc	46.7 h	54.9 ef	31.0 hi	45.7 e	18.2 i	20.3 gh	64
1.4 i	2.4 f	15.2 ab	13.5 d	61.0 d	59.0 de	38.3 fg	54.0 d	20.9 fg	21.8 f	10±2 B
1.7 h	2.7 e	9.1 j	9.6 i	40.0 i	46.0 h	36.3 g	52.0 d	17.7 i	20.6 gh	Fol C
1.0 j	2.0 g	12.4 e	12.2 ef	33.9 j	47.8 gh	19.3 j	35.0 gh	13.2 i	16.1 j	Fol + 32 A.C
0.8 k	1.8 h	13.5 d	11.7 fg	26.5 k	38.6 i	17.0 j	26.7 i	11.9 m	14.8 k	Fol + (10±2) B.C
0.01	0.01	12.3 e	11.0 h	16.2 m	21.11	0.0 k	0.0 k	8.7 n	13.0 lm	Fol + 32 + (10±2) A.B.C
0.18		0.55		4.28		4.95		1.14		أقل فرق معنوي عند مستوى احتمال 5% LSD at P=5%

* A= 8, 16, 32, 64 بيضة وياقعة من نيماتودا الحوصلات *H. ciceri* غ/تربة، B= 10±2 حيوان من كل من النيماتودا المتجولة: *Pratylenchus* sp., *Tylenchorhynchus* sp., *Aphelenchus* sp. و *Aphelenchoides* sp. غ/تربة، C= *F. oxysporum* f. sp. *lentis*. القيم المتبوعة بأحرف متشابهة أفقياً وعمودياً لا توجد فروق معنوية بينها عند مستوى احتمال 5%.
* A= 8, 16, 32, 64 egg + juvenile of *H. ciceri*/gr soil., B= 10±2 juvenile from each migratory nematodes (*Pratylenchus* sp., *Tylenchorhynchus* sp., *Aphelenchus* sp. and *Aphelenchoides* sp.)/g soil., C= *F. oxysporum* f. sp. *lentis*.
Note: Values followed by the same letter (horizontally and vertically) are not significantly different at P = 0.05.

المناقشة

دراساتهم حول تأثير نيماتودا تعقد الجذور (*M. incognita*) في أربعة أصناف من الموز ضمن البيت المحمي.

وعندما وجدت تلك النيماتودا المدروسة (الحوصلية والمتجولة) وكذلك فطر الذبول *F. oxysporum* f. sp. *lentis* مختلطة مع بعضها، في جذور النبات، ارتفع تأثيرها السلبي في كل من طول النبات ووزنه البيولوجي، وانعدم تشكل القرون وبالتالي انعدم تكوين البذور عند صنفى العدس كردي وهوراني (جدول 1). ويعود ذلك إلى أن كلا من نيماتودا التقرم *Tylenchorhynchus* sp. ونيماتودا *Aphelenchus* sp مصنفة ضمن النيماتودا المتجولة خارجية التطفل، أما نيماتودا تقرح الجذور (*Pratylenchus* sp.) والنيماتودا *Aphelenchoides* sp. فمصنفة بأنها نيماتودا داخلية التطفل متجولة (18، 26). وهذا يعني أن تلك النيماتودا قد أدت إلى إحداث تخريب أكبر في المجموع الجذري أثناء تغذيتها وتنقلها خارجياً على الجذور، أو من جراء اختراق الجذور وتغذيتها داخلياً. إضافة لما تمتلكه

ارتبط تأثير النيماتودا الحوصلية في كل من طول النبات، عدد القرون، الوزن البيولوجي ووزن البذور عكساً مع كثافة ذلك اللقاح المعدى، وتوافقت هذه النتيجة مع ما نشره Greco وآخرون (15). كما أظهر خليط النيماتودا المتجولة *Pratylenchus* sp., *Tylenchorhynchus* sp. و *Aphelenchus* sp. تأثيراً مشابهاً ولكن بدرجة أقل مقارنة مع الكثافات العالية من اللقاح المعدى لنيماتودا الحوصلات، وهذا يتفق أيضاً مع دراسات سابقة (9، 11). ويمكن تفسير هذا التباين إلى المنافسة نتيجة تزامم أفراد النيماتودا على الوحدة المحدودة من أنسجة الجذور المتاحة لتغذيتها، الأمر الذي انعكس سلباً على كثافتها النهائية ومعدل تكاثرها. وتتفق هذه النتائج إلى حد بعيد مع ما بينه عباس وآخرون (3) في

مستويات عالية من المقاومة لهذا المرض (4)، إذ تعد تلك العلاقة بينهما علاقة بيولوجية وفيزيولوجية أكثر من كونها علاقة ميكانيكية (19). ولسوء الحظ لا تتوفر معلومات عن مثل هذه العلاقة مع النيماتودا موضوع الدراسة الحالية. لذلك يمكن أن نقترح بأن الإصابة بنيماتودا الحوصلات وبقية النيماتودا المدروسة قد أثرت في فيزيولوجية صنفى العدس المدروسين، بحيث أنتجت تداخلاً كلياً أو جزئياً في التعبير عن رد فعل النبات إزاء الإصابة بالمرضى معاً، مما أدى إلى زيادة ذلك الفقد في نمو النبات وإنتاجه عند وجود فطر الذبول. وعليه فإنه لمن المتوقع حدوث الإصابة بفطر ذبول الفيوزاريوم أو تبدل شدته على النبات عند وجود الإصابة بالنيماتودا. وتتفق هذه النتائج مع ما بينه Caperton وآخرون (7) عن تأثير كثافات مختلفة من فطر ذبول الفيوزاريوم الوعائي ونيماتودا تعقد الجذور في مقاومة القرع الصيفي لمرض الذبول.

جدول 3. الكثافة النهائية للنيماتودا ومعدل تكاثرها عند صنفى العدس كردي وهوراني تحت ظروف العدوى الاصطناعية وذلك تبعاً لكثافتها الابتدائية وتأثيرها التعاضدي مع فطر الذبول الوعائي الفيوزاريومي.

Table 3. Final nematode population and their reproduction rate on two lentil varieties (Kordy and Hurani) artificially inoculated with the major lentil parasitic nematodes according to initial nematodes population and their synergetic effect with the vascular fusarium wilt fungus.

معدل التكاثر Reprod. rate (Pf/Pi)		الكثافة النهائية Final population		المعاملة وكثافة اللقاح المعدي للنيماتودا* Treatment & nematode inoculation levels*
هوراني Hurani	كردي Kordy	هوراني Hurani	كردي Kordy	
17.7 a	15.5 b	142.0 a	123.8 b	8 A
7.5 c	6.3 d	119.7 b	101.4 c	16
3.3 e	2.6 f	105.8 c	84.5 d	32
1.1 hi	0.9 i	69.9 e	58.3 f	64
18.1 a	15.4 b	162.7 a	138.6 b	10 ± 2 B
1.7 g	1.2 h	53.0 f	36.7 g	Fol + 32 A.C
8.2 c	6.3 e	73.6 c	56.9 d	Fol + (10 ± 2) B.C
1.2 h	0.9 i	38.4 g	28.6 h	Fol + 32 + (10 ± 2) A.B.C
4.5 f	3.8 g	42.4 e	35.6 f	
				أقل فرق معنوي عند مستوى احتمال 5% LSD at P=5%
0.42		5.71		
0.23		2.12		

* أنظر جدول 1.

القيم المتبوعة بأحرف متشابهة أفقياً وعمودياً لا توجد فروق معنوية بينها عند مستوى احتمال 5%.

* See table 1.

Values followed by the same letter (horizontally and vertically) are not significantly different at P = 0.05.

النيماتودا الحوصلية من آلية عالية التخصص في اختراقها وتغذيتها داخل خلايا الجذر (28). وأسهم كل ذلك في إفساح المجال أمام الوحدات المعدية من فطر *F. oxysporum f. sp. lentis* وغزوها لتلك الجذور حتى الوصول إلى الأسطوانة الوعائية للنبات، الأمر الذي انعكس سلباً على إجمالي نمو نبات العدس وإنتاجه. ويسمى هذا النوع من التعاضد بالتفاعل الإيجابي بين معقد النيماتودا-الفطر أو التأثير التعاضدي بين المرضى، ويتفق هذا إلى حد بعيد مع دراسة سابقة (17).

جدول 2. نسبة الأوراق المتساقطة وشدة الذبول عند صنفى العدس كردي وهوراني المعداة اصطناعياً بأهم أجناس النيماتودا المتطفلة على العدس وفطر الذبول الفيوزاريومي وأثرها التعاضدي، وذلك تبعاً لكثافة اللقاح المعدي للنيماتودا.

Table 2. Average of falling leaves (%) and wilt severity of two lentil varieties (Kordy and Hurani) artificially inoculated with the major lentil parasitic nematodes genera and fusarium wilt, and their synergetic effect according to the nematode inoculation levels.

شدة الذبول (1-9) Wilt severity (1-9)		أوراق متساقطة (%) Leaves fall (%)		المعاملة وكثافة اللقاح المعدي للنيماتودا* Treatment & nematode inoculation levels*
هوراني Hurani	كردي Kordy	هوراني Hurani	كردي Kordy	
1.0 f	1.0 f	0.0 e	0.0 e	شاهد A
1.0 f	1.0 f	0.0 e	0.0 e	8
1.0 f	1.0 f	0.0 e	0.0 e	16
1.0 f	1.0 f	0.0 e	0.0 e	32
1.0 f	1.0 f	0.0 e	0.0 e	64
1.0 f	1.0 f	0.0 e	0.0 e	2±10 B
5.7 d	4.3 e	0.0 e	0.0 e	Fol C
6.7 c	5.7 d	51.0 b	16.3 d	Fol+32 A.C
7.7 b	7.0 bc	57.3 a	28.3 c	Fol+(2±10) B.C
9.0 a	9.0 a	0.00	0.00	32+(2±10) A.B.C
				Fol+
				أقل فرق معنوي عند مستوى احتمال 5% LSD at P=5%
		0.87	2.31	

* أنظر جدول 1.

القيم المتبوعة بأحرف متشابهة أفقياً وعمودياً لا توجد فروق معنوية بينها عند مستوى احتمال 5%.

* See table 1.

Values followed by the same letter (horizontally and vertically) are not significantly different at P = 0.05.

ويحتل هذا التأثير التعاضدي، أكثر الدراسات عن توليفة فطر

ذبول الفيوزاريوم ونيماتودا تعقد الجذور (24). وتشير تلك الدراسات إلى أن نيماتودا تعقد الجذور قد لا تكون قادرة بمفردها على كسر مقاومة العائل إزاء فطر ذبول الفيوزاريوم، سيما إذا كان العائل يحمل

المدروسة وفطر الذبول معاً أدى إلى موت نبات العدس بشكل كامل وانعدام تكوين البذور. وأدت المعاملة بنيماتودا الحوصلية أو النيماتودا المتجولة عند وجود فطر الذبول إلى تساقط الأوراق (51% و57%، على التوالي) وارتفاع شدة الإصابة بمرض الذبول (درجة 7.67) بفارق أعلى معنوياً مقارنة مع معاملة فطر الذبول بمفرده، التي لم تحدث تساقط الأوراق ولم تتجاوز شدة إصابة النبات فيها عن درجة 5.67 (جدول 2). وتتفق هذه النتائج إلى حد بعيد مع ذكره Pablo وآخرون (24) حول تأثير التعاضد بين نيماتودا تعقد الجذور (*M. artiellia*) وفطر ذبول الفيوزاريوم الوعائي على الحمص *F. oxysporum* f. sp. *ciceri*.

ويندرج الشيء ذاته على التأثير في وزن الجذور، الكثافة النهائية للنيماتودا المختبرة ومعدل تكاثرها بوجود فطر الذبول. فالإصابة بالنيماتودا منفردة تحدث تهيجاً في خلايا أنسجة الجذور، فيزداد تكاثر خلاياها وكذلك حجمها مما يؤدي إلى زيادة وزنها (18، 29)، أما فطر الذبول الوعائي الفيوزاريومي فيؤثر في نمو الجذور ويقلص حجمها (25). وعند وجود هذين الممرضين في جذور العائل لم تجد النيماتودا أنسجة جديدة من الجذور كي تهاجمها وتتكاثر على مستواها. كما أن منافستها في مواقع الإصابة على محتوياتها من المواد الغذائية اللازمة لنموها، يجعلها في حالة غير صالحة لتطور النيماتودا وتكاثرها. وعلى ما يبدو أن النيماتودا هي الممرض الأكثر خطورة في هذا التعاضد، إذ بينت النتائج أن وجود النيماتودا

Abstract

Ismail, M. F., A. El-Ahmed and M.H. Al-Zainab. 2009. Interaction of Plant Parasitic Nematodes and Vascular Wilt Fungus *Fusarium oxysporum* f. sp. *lentis* with the lentil crop in Syria. Arab Journal of Plant Protection, 27: 18-25.

The influence of four inoculation levels (8, 16, 32 and 64 egg + juveniles/gr soil) of *Heterodera ciceri*, 10±2 juveniles of combined major migratory lentil nematodes genera/g soil, and the interaction between these nematodes and vascular wilt fungus *F. oxysporum* f. sp. *lentis* on plant growth and yield of two lentil varieties (Kordy and Hurani) were investigated. Results showed that plant height, number of pods, plant biological and seed weight were inversely proportional and significantly correlated with the initial *H. ciceri* inoculum level, but root weight was significantly increased with the increase of initial inoculum level of this nematode. The effect of both migratory lentil nematodes and *Fusarium wilt* on plant growth and yield were also significantly decreased. Interaction between migratory nematodes and *Fusarium wilt* caused significant influence on plant growth, yield, defoliation and high wilt severity of the two lentil varieties, compared to *H. ciceri* and *Fusarium wilt* alone. In addition, interaction between the three groups of nematodes and *Fusarium wilt* resulted significant failure of plant growth, and raised wilt severity up to 9 degree, and finally plant death of the two lentil varieties. Final population and reproduction of *H. ciceri* were inversely correlated with its initial inoculation level, and both nematode groups were significantly decreased to the lowest level when existed together with *Fusarium wilt* on root.

Keywords: *Heterodera ciceri*, migratory nematodes, *Fusarium wilt*, interaction, lentil, Syria.

Corresponding author: M.F. Ismail, Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Aleppo University, Aleppo, Syria, Email: m_f_ismail@hotmail.com

References

المراجع

1. بلار، مصطفى. 1984. حصر لأمراض العدس المنتشرة في وسط وشمال سورية (1979-1980). مجلة وقاية النبات العربية، 10: 10-15.
2. بياعة، بسام، ويلي إرسكين وعباس عباس. 1994. مقارنة طرائق تقويم مختلفة لاختبار أصناف عدس مقاومة لمرض الذبول الوعائي الذي يحدثه الفطر *F. oxysporum* f. sp. *lentis*. مجلة وقاية النبات العربية، 12: 83-91.
3. عباس، خير، أمين وفدي أمين، حسين هندي ومصطفى السيد مصطفى. 2004. تأثير مستويات اللقاح على تكاثر نيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne incognita* وقابلية أربعة أصناف من الموز للإصابة تحت ظروف البيت المحمي. مجلة وقاية النبات العربية، 22: 97-102.
4. Abawi, G.S. and K.R. Barker. 1984. Effects of cultivar, soil temperature, and population levels of *Meloidogyne incognita* on root necrosis and *Fusarium wilt* of tomatoes. *Phytopathology*, 74: 433- 438.
5. Abd El-Alim, F.F., K.R. Barker, I.K. Ibrahim and S.H. Michail. 1999. Interactions of *Fusarium oxysporum* f. sp. *Vasinfestum* and *Meloidogyne*

- legume crops in the dry areas of Syria. *Phytopathology Mediterranea*, 22: 80.
21. **Mamluk, O.F., O. Tahan, R.H. Miller, B. Bayaa, K.M. Makkouk and S.B. Hanounik.** 1992. A checklist of cereal, food legume and pasture and forage crop diseases and insects in Syria. *Arab Journal of Plant Protection*, 10: 166-225.
 22. **Maqbool, M.A.** 1981. Plant nematology laboratory techniques nematode collection, extraction, killing, fixing and mounting. National Nematological Research Center, University of Karachi, Karachi, Pakistan.. Pages 56-61.
 23. **Nelson, P.E., T.A. Tousoun and W.F.O. Marasas.** 1983. *Fusarium* species: An Illustrated Manual for Identification. The Pennsylvania State University Press. 193 pp.
 24. **Pablo, C., A. Juan, C. Navas, G.T. David, M. DiVito and M.J.D. Rafael.** 2003. Interactions between *Meloidogyne artiellia*, the cereal and legume root-knot nematode, and *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceris* Race 5 in chickpea. *Phytopathology*, 93: 1513-1523.
 25. **Saxena, D.R. and M.N. Khare.** 1988. Factors influencing vascular wilt of lentil. *Indian Phytopathology*, 41: 69-74.
 26. **Roberts, P.A.** 1992. Current status of the availability, development, and use of host plant resistance to nematodes. *Journal of Nematology*, 24: 213-227.
 27. **Volvas, N., N. Greco and M. DiVito.** 1985. *Heterodera ciceri* sp.n. (Nematoda: Heteroderidae) on *Cicer arietinum* L. from Northern Syria. *Nematologia Mediterranea*, 13: 239-252.
 28. **Von Mende, N., M.J. Gravanto Nobre and R.N. Perry.** 1988. Host finding, invasion and feeding. Pages 38-215. In: *The cyst nematodes*. S. B. Sharma (editor). Chapman & Hall, London, UK.
 29. **Whitehead, A.G.** 1998. *Plant nematode control*. University Press, Cambridge, London, UK. 384 pp.
 30. **incognita and Fusarium oxysporum f. sp. lentis** on lentil. *Nematologia Mediterranea*, 22: 185-187.
 11. **Greco, N. and M. DiVito.** 1994. Nematodes of food legumes in the Mediterranean region and their control. *OEPP/EPP Bulletin*, 24: 393-398.
 12. **Greco, N., M. DiVito and M.C. Saxena.** 1992. Plant parasitic nematodes of cool season food legumes in Syria. *Nematologia Mediterranea*, 20: 37-46.
 13. **Greco, N., M. DiVito, M.V. Reddy and M.C. Saxena.** 1986. Effect of Mediterranean cultivated plants on the reproduction of *Heterodera ciceri*. *Nematologia Mediterranea*, 14: 193-200.
 14. **Greco, N., M. DiVito, M.V. Reddy and M.C. Saxena.** 1984. A preliminary report of survey of plant parasitic nematodes of Leguminous crops in Syria. *Nematologia Mediterranea*, 12: 87-93.
 15. **Greco, N., M. DiVito, M.C. Saxena and M.V. Reddy.** 1988a. Effect *Heterodera ciceri* on yield of chickpea and lentil and development of this nematode on chickpea in Syria. *Nematologia*, 34: 98-114.
 16. **Greco, N., M. DiVito, M.C. Saxena and M.V. Reddy.** 1988b. Investigation on the root lesion nematode *Pratylenchus thornei*, in Syria. *Nematologia Mediterranea*, 16: 101-105.
 17. **Jones, M. and D.H. Northcote.** 1972. Nematode-induced syncytium- a multinucleate transfer cell. *Journal of Cell Science*, 10: 789-809.
 18. **Luc, M., R.A. Sikora and J. Bridge.** 1993. *Plant parasitic nematodes in Subtropical and Tropical Agriculture*. Cambrian Printers, Ltd, Aberystwyth. CAB International, UK. 629 pp.
 19. **Mai, W.F. and G.S. Abawi.** 1987. Interactions among root-knot nematodes and *Fusarium* wilt fungi on host plants. *Annual Review of Phytopathology*, 25: 317-338.
 20. **Mamluk, O.F., B. Augustin and M. Bellar.** 1983. New records of cyst and root-knot nematodes on

Received: April 2, 2007; Accepted: August 10, 2008

تاريخ الاستلام: 2007/4/2؛ تاريخ الموافقة على النشر: 2008/8/10