

## تقويم فعالية بعض العزلات السورية من الفطر *Verticillium chlamyosporium* ونوعين من الفطر *Paecilomyces* في مكافحة نيماتودا حوصلات الشوندر السكري/البنجر *Heterodera schachtii*

أسما محمد حيدر<sup>1</sup>، خالد محمد خير العسس<sup>2</sup> وأحمد عبد السميع محمد دواية<sup>3</sup>

(1) مركز بحوث ودراسات مكافحة الحبيوية، كلية الزراعة، جامعة دمشق. ص. ب. 30621، دمشق، سورية،

البريد الإلكتروني: esraaha77@yahoo.com؛ (2) قسم وقاية النبات، كلية الزراعة، جامعة دمشق، سورية،

البريد الإلكتروني khaledalass@hotmail.com؛ (3) قسم وقاية النبات، كلية علوم الأغذية والزراعة، جامعة الملك سعود. ص. ب. 2460،

الرياض 11451، المملكة العربية السعودية، البريد الإلكتروني: adawabah@ksu.edu.sa

### الملخص

حيدر، أسما محمد، خالد محمد خير العسس وأحمد عبد السميع محمد دواية. 2016. تقويم فعالية بعض العزلات السورية من الفطر *Verticillium chlamyosporium* ونوعين من الفطر *Paecilomyces* في مكافحة نيماتودا حوصلات الشوندر السكري/البنجر *Heterodera schachtii*. مجلة وقاية النبات العربية، 34(1): 42-51.

يعد محصول الشوندر السكري/البنجر المصدر الوحيد لإنتاج السكر في سورية، وتعد نيماتودا حوصلات الشوندر السكري/البنجر *Heterodera schachtii* من أهم الآفات التي تصيب نباتات الشوندر السكري أثناء زراعتها في الحقول السورية، مسببة خفصاً خطيراً في محصولها. من أجل ذلك، فقد تم تقويم فعالية أربع عزلات محلية من الفطر *V. chlamyosporium* تم عزلها من تربة حقول الشوندر السكري/البنجر في سورية، وعزلتين من الفطر *Paecilomyces* (*P. lilacinus*)، *P. variotii*)، بالمقارنة مع مبيد الكارباميل (carbaryl) في مكافحة تلك النيماتودا على نباتات الشوندر السكري صنف "ريزور Rizor"، وذلك في تجربة أصص تحت ظروف البيت الزجاجي. تم كذلك تقويم تأثير تلك المعاملات في مؤشرات النمو النباتية لنباتات الشوندر السكري المختبرة. أوضحت النتائج أن جميع المعاملات المختبرة قد أدت إلى خفض معنوي ( $P \leq 0.05$ ) في تكاثر النيماتودا على النباتات المختبرة. وكانت أكثر المعاملات فعالية هي عزلة المانية (DSMZ) من الفطر *P. lilacinus* (73.45%)، تلتها العزلة رقم 26 من الفطر *V. chlamyosporium* (61.06%)، ثم مبيد الكارباميل (59.29%). كما أدت المعاملات المختبرة إلى زيادة معنوية ( $P \leq 0.05$ ) في نمو النباتات الملقحة بالنيماتودا، وذلك بالمقارنة مع نباتات الشاهد الملقح بالنيماتودا فقط. وكانت المعاملة بالعزلة رقم (DSMZ 14052) من الفطر *P. lilacinus* أيضاً هي الأكثر كفاءة في ذلك، حيث أعطت تلك المعاملة ضعف الوزن الرطب للمجموع الجذري في نباتات الشاهد السليم غير الملقح بالنيماتودا، تلتها العزلة رقم 25 من الفطر *V. chlamyosporium*، التي لم يختلف الوزن الرطب للمجموع الجذري فيها معنوياً عن مثيله في نباتات الشاهد السليم. **كلمات مفتاحية:** شوندر سكري/بنجر، فطور متطفلة على بيوض النيماتودا، كارباميل، مكافحة أحيائية.

### المقدمة

هذه الخسائر عن طريق خفض الكثافة العددية لتلك النيماتودا في التربة إلى ما دون مستوى عتبة الضرر الاقتصادي، وذلك باتباع واحدة أو أكثر من عدة طرائق مختلفة (16). وتعد تقنيات مكافحة الأحيائية من أحدث هذه الطرائق وأكثرها جدوى، وخاصة تلك الطرائق التي تستخدم فيها الفطور المتطفلة على بيوض النيماتودا (Egg-parasitic fungi) (33). ونظراً لكفاءة هذه الطرائق في مكافحة النيماتودا، فقد تزايد الاهتمام كثيراً لاستخدامها في مكافحة نيماتودا الحوصلات خلال العقود الأخيرة (34). ويعد الفطران *Verticillium chlamyosporium* Goddard، و *Paecilomyces lilacinus* (thom.) Samson من الفطور المتطفلة على بيوض وإناث كل من نيماتودا تعقد الجذور (Root-knot nematodes)، ونيماتودا الحوصلات (Cyst nematodes)، وغيرهما من أجناس النيماتودا الأخرى (11)،

يُعد محصول الشوندر السكري/البنجر (*Beta vulgaris* L.) المصدر الوحيد لإنتاج السكر في سورية، ويُزرع بشكل رئيس في خمس محافظات هي: حلب، وحمص، وإدلب، والرقية، ودير الزور (4). يتعرض المحصول في كل مراحل نموه لعدد كبير من الإجهادات والآفات. وعلى المستوى العالمي، تُعد نيماتودا حوصلات الشوندر السكري *Heterodera schachtii* Schmidt, 1871 من أكثر أنواع الآفات أهمية على هذا المحصول، نظراً لما تسببه من أضرار كبيرة في مناطق زراعته في مختلف أنحاء العالم، وبخاصة في تلك المناطق التي تزرعه لسنوات طويلة (12). وفي سورية، تسبب هذه النيماتودا خسائر ملموسة في محصول الشوندر السكري (1)، ويمكن الحد من

نباتات البندورة/الطماطم والباذنجان بنسبة 78، و65%، على التوالي (23).

وقد درس اسماعيل وآخرون (27) وجود وتوزيع الفطور المتطفلة على بيبوض نيماتودا حوصلات حبوب البحر المتوسط على *H. latipons* في عينات تربة تم جمعها من سورية، وكذلك في عينات تربة ملوثة بنيماتودا حوصلات بنجر السكر *H. schachtii* تم جمعها من ألمانيا، ووجدوا أن أكثر الفطور انتشاراً في هذه العينات هما الفطران *Fusarium*، و *Acromonium*.

ونظراً لندرة الأبحاث التي تتناول مكافحة الأحيائية لنيماتودا حوصلات الشوندر السكري في سورية، وبخاصة باستخدام الفطرين *V. chlamydosporium*، و *Paecilomyces*، فقد هدفت هذه الدراسة إلى تقييم فعالية بعض العزلات من الفطر *V. chlamydosporium* المرافقة لحوصلات نيماتودا حوصلات الشوندر السكري *H. schachtii* في بعض الحقول السورية، بالإضافة إلى عزلة واحدة من كل من الفطر *P. lilacinus* والفطر *P. variotii* مقارنة بمبيد الكارباميل (carbaryl)، وكذلك دراسة تأثير تلك المعاملات في نمو نباتات الشوندر السكري/البنجر الملقحة بنيماتودا حوصلات الشوندر السكري/البنجر *H. schachtii*.

## مواد البحث وطرقه

### تحضير الخلطة الترابية وزراعة بذور نباتات الاختبار

تم تحضير خلطة ترابية مكونة من تربة وتورب (1:1)، وتم تعقيمها بالحرارة الرطبة بوساطة جهاز الأوتوكلاف مرتين عند 121 °س، كل مرة لمدة 20 دقيقة. بعد ذلك، تم فرد خليط التربة والتورب المعقم على مفارش بلاستيكية نظيفة لمدة ثلاثة أيام حتى يتم التخلص من النيتريت السام، ثم وُزِع الخليلط في أصص بقطر 30 سم. بعد ذلك، تمت زراعة بذور صنف الشوندر السكري "ريزور Rizor" (وحيد الجنين) المعروف بقابليته للإصابة بنيماتودا حوصلات الشوندر السكري *H. schachtii*، وذلك بمعدل ثلاث بذور/أصيص. وُزعت الأصص على طاوولات داخل البيت الزجاجي وفق تصميم قطاعات عشوائية كاملة بأربعة مكررات لكل معاملة. تم التحكم في الظروف البيئية داخل البيت الزجاجي طوال مدة التجربة على النحو الآتي: درجة الحرارة = 25 °س، ودرجة الرطوبة النسبية = 60-65%، والإضاءة = 16 ساعة إضاءة و 8 ساعات ظلام. وبعد أسبوع من الإنبات، تم خف النباتات ليبقى نبات واحد في كل أصيص.

(35). وقد أثبت هذان الفطران كفاءتهما الفعلية في مكافحة نيماتودا الحوصلات في المناطق المدارية وتحت المدارية (10، 19)، من خلال إفراز إنزيم سيرين بروتينيز Serine protease الذي يعمل على تحلل قشرة بيبوض النيماتودا، وإفشاء عملية الفقس (39).

وقد تُصاب الأطوار المختلفة من نيماتودا الحوصلات أيضاً خلال مراحل حياتها بفطر أو أكثر من الفطور قاطنة التربة المضادة للنيماتودا. فعلى سبيل المثال، وُجد أن الفطر *V. chlamydosporium* له القدرة على إصابة الإناث العالقة بالجذور (29). وتمثل إصابة الإناث حديثة العمر التي لم تضع البيض بعد، أو تلك التي وضعت القليل منه بعداً فعالاً في مكافحة نيماتودا الحوصلات، والحد من أعدادها بشكل كبير (29). فهذه الإناث تنخفض درجة خصوبتها إلى حد كبير، وتتطور إلى حوصلات ضعيفة صغيرة الحجم لا تحتوي سوى على عدد قليل من البيبوض السليمة (30). وبالفعل، وُجد في إحدى الدراسات حول تأثير الفطر *V. chlamydosporium* في نيماتودا حوصلات الحبوب *H. avenae*، أن الفطر قد قلل من إصابة نباتات القمح بتلك النيماتودا بما يوازي 26-80% (32). ومن حسن الحظ أنه لم يثبت حتى الآن أن للفطر *V. chlamydosporium* تأثيراً ممرضاً للنباتات أو حتى الحيوانات الراقية، وإنما وجد أنه يمكنه الاستيطان في التربة دون أن تكون له القدرة على إختراق أنسجة القشرة في الجذور، أو يسبب لها تقرحات، أو حتى يؤثر في نمو تلك الأنسجة بأي شكل من الأشكال (31).

يتطفل الفطر *P. lilacinus* بشكل رئيس أيضاً على بيبوض كل من نيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne spp.*، ونيماتودا الحوصلات *Heterodera*، و *Globodera*. وقد بدأ استخدام هذا الفطر كأداة فعالة في برامج مكافحة الحيوية ضد النيماتودا منذ العام 1979 (28). ويعد هذا الفطر أكثر الفطور التي تم استخدامها في مكافحة الأحيائية تأثيراً ضد نيماتودا تعقد الجذور ونيماتودا الحوصلات في المناطق المدارية وتحت المدارية (36). فعلى سبيل المثال، وجد أن الفطر قد خفض تكوين العقد الجذرية على نباتات الذرة، والطماطم، والبامية الملقحة بنيماتودا تعقد الجذور *M. incognita* في جمهورية مصر العربية بنسبة 71، و66، و60%، على التوالي. كما خفض أيضاً من تكوين كتل البيض النيماتودية على النباتات نفسها بنسبة 90، 81، و86%، على التوالي (25). وكذلك أمكن الحصول على خفض في عدد العقد الجذرية وكتل البيض النيماتودية المتكونة على جذور نباتات القمح بوساطة نيماتودا تعقد الجذور *M. javanica* بنسبة 85%، و96%، على التوالي (23). وفي المملكة العربية السعودية أيضاً، كان الفطر قادراً على خفض تكاثر نيماتودا تعقد الجذور *M. javanica* على

## استخلاص وتحضير اللقاح النيماودي وتلقيح النباتات

تم استخلاص حوصلات النيماودا *H. schachtii* من أحد حقول الشوندر السكري شديدة التلوث بهذه النيماودا، وذلك بطريقة الطفو باستخدام قمع فينيوك Fenwick Can (20)، وتم استبعاد الحوصلات الفارغة أو تلك التي تظهر عليها أي علامات للإصابات الفطرية. وبعد ذلك، تم سحق الحوصلات السليمة الممتلئة بالبيوض ويرقات الطور الثاني ( $J_2$ ) في زجاجات ساعة تحتوي على قليل من الماء، ثم تم نقل محتويات تلك الزجاجات نقلاً كميّاً إلى كؤوس زجاجية، وتمير هذه المحتويات تحت تيار خفيف من ماء الصنبور على منخلين متراكبين؛ العلوي منهما ذو سعة ثقب 150 ميكروميتر لجمع الشوائب، والسفلي 25 ميكروميتر لجمع البيوض ويرقات الطور الثاني ( $J_2$ ). أُخذت محتويات المنخل الثاني (25 ميكروميتر) ونُقلت نقلاً كميّاً إلى كأس زجاجي، وتمت مجانسة محتويات الكأس الزجاجي على مقلب مغنطيسي، وأخذ منها 1 مل ليوضع فوق شريحة عدّ النيماودا، وليتم تقدير عدد البيوض + يرقات الطور الثاني ( $J_2$ ) 1/مل بالاستعانة بالمجهر المركب. تم بعد ذلك ضبط الحجم النهائي في الكأس ليصبح عدد البيوض ويرقات الطور الثاني ( $J_2$ ) في كل مل فيه مساوياً للعدد 1000 بيضة ويرقة ( $J_2$ ) /مل.

بعد أسبوع من خف النباتات، تمت إضافة العدوى بنيماودا حوصلات الشوندر السكري إلى المعاملات المختلفة بمعدل 5000 بيضة + يرقة طور ثان ( $J_2$  + Eggs)/أصيص في ثلاث حفرات متفاوتة الأعماق حول ساق النبات والقرب من الجذور. بعد ذلك تُركت النباتات لتتو داخل البيت الزجاجي، وتم تسميدها وريها حسب الحاجة طوال مدة التجربة.

## عزل وتعريف الفطر *Verticillium chlamyosporium*

تم عزل الفطر *V. chlamyosporium* من العينات الترابية التي تم جمعها من حقول الشوندر السكري/البنجر الملوثة بنيماودا حوصلات الشوندر السكري *H. schachtii* في عدة محافظات سورية، وذلك باستخدام تقنية نثر (Sprinkling) التربة (22). ولإجراء ذلك، تم خلط العينات الترابية خلطاً جيداً، وتحت ظروف غرفة العزل المعقمة، أخذ 1 غ تربة من كل عينة ونثرت على سطح طبق بتري يحتوي آغار مائي (1.5%). بعد ذلك تمت إضافة 1 مل من معلق نيماودي يحتوي على 100 يرقة طور ثان ( $J_2$ ) من نيماودا حوصلات الشوندر السكري/البنجر *H. schachtii* كقطع تنمو عليه الفطور (22). وبذلك يكون قد تم تأمين مصدر غذائي للفطور المرتبطة بالنيماودا فقط، وعدم السماح بنمو فطور أخرى بسبب عدم توافر مصدر غذائي لها. تم عمل أربعة مكررات (أطباق) من كل عينة تربة، وتم إحكام إغلاق

الأطباق جيداً بشرائط البارافيلم، ثم حُضنت الأطباق في حضان عند 25 °س، ودرجة رطوبة 65% في الظلام لتأمين الوسط الملائم لنمو الفطور. تركت الأطباق في الحاضنة لمدة 72 ساعة، ثم بدأ التقصي عن وجود الفطر *V. chlamyosporium* في جميع المكررات (الأطباق)، وذلك بفحصها بوساطة المجهر الضوئي المركب بشكل دوري لمدة شهرين. وبناءً على أعراض التطفل على بيوض ويرقات النيماودا، تم نقل الفطور إلى أطباق بتري تحتوي على بيئة دكستروز آغار البطاطس/البطاطا تحت ظروف معقمة لتتقيتها، ثم تم تحضين هذه الأطباق في حاضنة عند 25 °س، ودرجة رطوبة 65% في الظلام ولمدة سبعة أيام، أو حتى اكتمال نمو المستعمرات الفطرية. بعد ذلك تم تعريف الفطر *V. chlamyosporium* بناءً على التوصيف المورفولوجي للمزارع الفطرية والقياسات المورفومترية لتشكيلات الفطر (8). تم بعد ذلك تحديد المكررات التي تحتوي على مزارع نقية غير مختلطة من الفطر *V. chlamyosporium*، وتم إكثارها وحفظها تحت ظروف معقمة لحين الحاجة عليها.

## تحضير اللقاح الفطري

تم اختيار أربع عزلات من الفطر *V. chlamyosporium* من بين العزلات التي تم عزلها من التربة السورية، وهي العزلات رقم 22، 24، 25 و26، بالإضافة إلى عزلة ألمانية (DSMZ 14052) من الفطر *P. lilacinus* تم الحصول عليها من جامعة فرايبورغ، وأخرى من الفطر *P. variotii* تم الحصول عليها من الباحث محمد القاسم الذي حصل عليها بدوره خلال عمله البحثي في أطروحته لنيل درجة الدكتوراه من كلية الزراعة، جامعة دمشق (3). بعد ذلك، تمت تنمية جميع العزلات على بيئة حبوب شعير معقمة بالبخار تحت ضغط (درجة حرارة 121 °س لمدة 20 دقيقة)، وذلك بإضافة أقراص صغيرة قطر كل منها 1 سم<sup>2</sup> من مستعمرات فطور العزلات الست المختارة المنماة على بيئة دكستروز آغار البطاطس إلى دوارق زجاجية يحتوي كل منها على 100 غ من بيئة حبوب الشعير المعقمة. تم إغلاق الدوارق بإحكام بوساطة شرائط البارافيلم وورق الألومنيوم، ثم وضعت في الحاضنة عند 25 °س لمدة أسبوعين. تمت إضافة اللقاح الفطري من الفطور المستخدمة، وذلك بإضافة البذور المحملة بالفطور بمعدل 200 غ/لأصيص داخل أنفاق بالقرب من جذور الشتلات، ورويت الأصص رياً خفيفاً لمدة أسبوع.

$$100 \times (X-1) = (\%) \text{ الفعالية}$$

حيث:  $X =$  عدد حوصلات النيماتودا في تربة وحدة المعاملة بالفطر/عدد حوصلات النيماتودا في تربة وحدة الشاهد الملقح بالنيماتودا فقط.

بعد الانتهاء من تلك الحسابات والتقديرات التي سبق توضيحها، تم سحق حوصلات كل مكرر (مجتمعة) في كمية من الماء بطبق زجاجي صغير (Syracuse dish)، وتم تمرير المعلق على منخلين مترابين؛ العلوي منهما قطر ثقوبه 150 ميكرومتر ليحجز الشوائب، والسفلي 25 ميكرومتر ليحجز البيوض ويرقات الطور الثاني ( $J_2$ )، ثم نقل محتويات المنخل السفلي إلى كأس زجاجي بوساطة تيار خفيف من الماء العادي. بعد ذلك، تم تقليب محتويات الكأس الزجاجي بوساطة المقلب المغنطيسي، ونُقل منها 1 مل إلى شريحة عدّ النيماتودا ليتم عدّ البيوض ويرقات الطور الثاني ( $J_2$ ) تحت المجهر المركب، وليتم بعد ذلك حساب العدد النهائي (Pf) للبيوض واليرقات في كل مكرر (جذر وتربة)، ومنه تم حساب عامل التكاثر Reproductive factors (RF) طبقاً للمعادلة التالية (40):

$$Rf = Pf/Pi$$

حيث:  $Pf =$  الكثافة النهائية للنيماتودا (عدد البيوض + يرقات الطور الثاني ( $J_2$ ) في كل مكرر)، و  $Pi =$  الكثافة الابتدائية للنيماتودا في كل مكرر (5000 بيضة + يرقة طور ثان  $J_2$ ).

تم أيضاً تقدير نسبة الزيادة في نمو نباتات الشوندر السكري الملقحة بالنيماتودا والمعاملة بالمعاملات المختلفة طبقاً للمعادلة التالية (45):

$$100 \times (Y - 1) = \text{نسبة الزيادة في النمو}$$

حيث  $Y =$  وزن الجذر في وحدة المعاملة بالفطر/وزن الجذر في وحدة الشاهد الملقح بالنيماتودا فقط

### التحليل الإحصائي

قبل البدء في تحليل النتائج، تم تحويل النتائج التي تحتوي على قيم صفرية إلى الجذر التربيعي لكل (قيمة + 1)، كما تم تحويل قيم النسب المئوية باستخدام التحويل الزاوي (Angular transformation). بعد ذلك، تم تحليل النتائج باستخدام برنامج تحليل البيانات (SAS) (38)، ثم تمت مقارنة المتوسطات باستخدام طريقة أقل فرق معنوي محمي عند مستوى احتمال 0.05 (Fishers' Protected LSD<sub>0.05</sub>) (38). وعند عرض النتائج في الجداول، تم عرض البيانات الأصلية غير المحولة مع ما يقابلها من أحرف المعنوية في البيانات المحولة.

شملت التجربة تسع معاملات (ثمان معاملات + معاملة الشاهد) كما يلي:

- (1) شاهد سليم غير ملقح بالنيماتودا أو مُعامل بأي معاملات.
- (2) شاهد مُلقح بنيماتودا حوصلات الشوندر السكري/البنجر *H. schachtii* فقط.
- (3) التلقيح بنيماتودا حوصلات الشوندر السكري *H. schachtii* + المعاملة بالمبيد الكيميائي كارباريل (Carbaryl) بمعدل 1.5 غ/0.5 لتر ماء/أصيص.
- (4) التلقيح بنيماتودا حوصلات الشوندر السكري *H. schachtii* + المعاملة بالعزلة رقم 22 من الفطر *V. chlamydosporium*.
- (5) التلقيح بنيماتودا حوصلات الشوندر السكري *H. schachtii* + المعاملة بالعزلة رقم 24 من الفطر *V. chlamydosporium*.
- (6) التلقيح بنيماتودا حوصلات الشوندر السكري *H. schachtii* + المعاملة بالعزلة رقم 25 من الفطر *V. chlamydosporium*.
- (7) التلقيح بنيماتودا حوصلات الشوندر السكري *H. schachtii* + المعاملة بالعزلة رقم 26 من الفطر *V. chlamydosporium*.
- (8) التلقيح بنيماتودا حوصلات الشوندر السكري *H. schachtii* + المعاملة بالعزلة (DSMZ) من الفطر *P. lilacinus* (DSMZ).
- (9) التلقيح بنيماتودا حوصلات الشوندر السكري *H. schachtii* + المعاملة بعزلة الفطر *P. variotii*.

### إنهاء التجربة وأخذ النتائج

تم إنهاء التجربة بعد 60 يوماً من التلقيح بالنيماتودا، حيث تم رفع النباتات من الأصص برفق شديد، ثم غسلها بتيار خفيف من الماء الجاري، وجُففت بوساطة مناشف ورقية لأخذ الوزن الرطب لكل من المجموعين الخضري والجذري. بعد ذلك، تم فحص المجموع الجذري باستخدام المجهر البسيط، وتم تقدير عدد الحوصلات على المجموع الجذري لكل مكرر. تم أيضاً خلط تربة كل أصيص خلطاً جيداً، وأُخذت منها عينة بحجم 200 سم<sup>3</sup>، وذلك لاستخلاص الحوصلات منها بطريقة الطفو باستخدام قمع فينوبك السابق توضيحها. تم جمع الحوصلات المتحصل عليها من كل من المجموع الجذري والتربة في كل مكرر ليتم حساب عدد الحوصلات في كل مكرر. بعد ذلك، تم حساب نسبة فعالية المعاملات المختلفة في المكافحة طبقاً للمعادلة الآتية (45):

بناءً على أعداد حوصلات وپرقات الطور الثاني ( $J_2$ ) في التربة، وكذلك عامل تكاثر النيماتودا ( $Rf$ )، فقد أثبتت هذه الدراسة قابلية صنف الشوندر السكري "ريزور Rizor" للإصابة بنيماتودا حوصلات الشوندر السكري *H. schachtii* تحت الظروف السورية، وهو صنف وحيد الجنين مستورد من فرنسا. وقد أدت هذه الإصابة إلى انخفاض شديد في الوزن الرطب لكل من المجموعتين الخضري والجذري، مما يدل على شدة قابلية هذا الصنف للإصابة بتلك العشييرة السورية من النيماتودا، وعدم تحمله لها. وفي الحقيقة، فإن التقارير عن قابلية بعض أنواع جنس الشوندر *Beta spp.* للإصابة بنيماتودا حوصلات الشوندر السكري *H. schachtii* قد وردت من مناطق مختلفة من العالم منذ نحو الخمسين عاماً (42، 44).

ويستدعي هذا الانخفاض الشديد في نمو نباتات الشوندر السكري نتيجة للإصابة بالنيماتودا *H. schachtii*، وبخاصة في نمو المجموع الجذري - الذي يستخرج منه السكر - طبقاً للدراسة الحالية وما سبقها من دراسات وتقارير (9، 13) إلى التدخل السريع الصارم لمكافحة تلك النيماتودا، ومجابهة خطرهما الشديد تجاه محصول الشوندر السكري الذي يعد المصدر الوحيد لإنتاج السكر في سورية (4). فالإصابة بهذه النيماتودا التي تعد واحدة من أخطر آفات الشوندر السكري وأكثرها انتشاراً على مستوى العالم (13) تؤدي إلى اختلال وظائف الجذور في امتصاص المغذيات والماء من التربة، ومن ثم انخفاض وزن الجذور المخزنة، وانخفاض نسبة السكر بها، وتكفي كثافة عديدة من هذه النيماتودا في التربة قدرها 3-4 بيضات + يرقة طور ثان/غ تربة لكي ينخفض محصول جذور الشوندر السكري بما يزيد عن الخمسين بالمائة (50%) (43)، وقد يتجاوز هذا الانخفاض في المحصول 80% عند وجود كثافات عالية من هذه النيماتودا في التربة (21).

ولما كانت مكافحة نيماتودا حوصلات الشوندر السكري/البنجر *H. schachtii* تتم بوحدة أو أكثر من عدة طرائق تشمل: الأصناف المقاومة والمتحملة للإصابة، والطرائق الكيميائية، والممارسات الزراعية، والطرائق الطبيعية والأحيائية، فإن اختيار أي من هذه الطرائق للمكافحة يعتمد على العديد من العوامل مثل: الكثافة الابتدائية للنيماتودا ( $P_i$ ) في التربة، ونوع المحصول، وحالة التربة وغيرها من العوامل، لكن الأفضل دائماً في مكافحة هذه النيماتودا هو تكامل عدة طرائق مع بعضها البعض في إطار ما يسمى بالمكافحة المتكاملة للآفات (16).

ونظراً لأن طرائق المكافحة الأحيائية تعد واحدة من أهم الطرائق التي تشملها برامج المكافحة المتكاملة للآفات النيماتودية بوجه عام، ونيماتودا الحوصلات (*Cyst nematodes*) ونيماتودا تعقد الجذور

أدى تلويت تربة الأوص المزروعة بصنف الشوندر السكري/البنجر "ريزور Rizor" بنيماتودا حوصلات الشوندر السكري *H. schachtii* إلى تكون أعداد كبيرة من حوصلات النيماتودا وپرقات الطور الثاني ( $J_2$ ) في جذور وتربة نباتات الشاهد الملقح بالنيماتودا فقط. كما زاد عامل تكاثر النيماتودا على نباتات هذا الشاهد عن الواحد الصحيح ( $Rf = 41.42$ ) (جدول 1). وقد أدت جميع المعاملات المختبرة باستخدام العزلات السورية من الفطر *V. chlamydosporium* والعزلة الألمانية (DSMZ 14052) من الفطر *P. lilacinus* وعزلة الفطر *P. variotii* إلى خفض معنوي ( $P \leq 0.05$ ) في الكثافة النهائية ( $P_f$ ) لنيماتودا حوصلات الشوندر السكري *H. schachtii*، ممثلة في عدد حوصلات النيماتودا/أصيص، وعدد پرقات الطور الثاني ( $J_2$ )/أصيص، وكذلك عامل تكاثر النيماتودا ( $Rf$ ) (جدول 1). وكانت العزلتان الألمانية (DSMZ 14052) من الفطر *P. lilacinus*، ورقم 26 من الفطر

*V. chlamydosporium* هما أكثر المعاملات فعالية (73.45%، و61.06%، على التوالي)، تلتها المعاملة بالمبيد كارباريل (59.29%). أما أقل المعاملات فعالية في المكافحة فقد كانت المعاملة بالعزلة رقم 24 من الفطر *V. chlamydosporium* (11.50% فقط) (جدول 1).

يوضح الجدول 2 تأثير العزلات السورية الأربع المختبرة من الفطر *V. chlamydosporium*، وكذلك العزلة الألمانية (DSMZ 14052) من الفطر *P. lilacinus* وعزلة الفطر *P. variotii* في الوزن الرطب لكل من المجموعتين الخضري والجذري لنباتات الشوندر السكري صنف "ريزور Rizor" الملقحة وغير الملقحة بنيماتودا حوصلات الشوندر السكري *H. schachtii*، وذلك مقارنة بمبيد الكارباريل (carbaryl). كما يوضح الجدول أيضاً تأثير تلك المعاملات في تحفيز نمو نباتات الشوندر السكري الملقحة بالنيماتودا نسبة إلى نباتات الشاهد الملقح بالنيماتودا فقط. أدت جميع المعاملات المختبرة إلى زيادة معنوية ( $P \leq 0.05$ ) في الوزن الرطب للمجموعتين الخضري والجذري في النباتات الملقحة بالنيماتودا، وذلك بالمقارنة بنباتات الشاهد الملقحة بالنيماتودا فقط. وقد بلغت الزيادة في نمو النباتات الكاملة (المجموع الخضري + المجموع الجذري) أقصاها في المعاملة بالعزلة الألمانية (DSMZ 14052) من الفطر *P. lilacinus* (1799.8%)، تلتها المعاملة بالعزلة رقم 25 من الفطر *V. chlamydosporium* (1117.86%)، وأدناها في المعاملة بالمبيد كارباريل (404.16%)، وذلك بالمقارنة مع نباتات الشاهد الملقح بالنيماتودا فقط (جدول 2).

(29، 30، 38) فقد قامت هذه الدراسة بتقويم فعالية عدة عزلات سورية من الفطر *V. chlamydosporium* وعزلتان (نوعان) من الفطر *Paecilomyces* في مكافحة نيماتودا حوصلات الشوندر السكري/البنجر *H. schachtii* على نباتات الشوندر السكري تحت الظروف السورية.

(Root-knot nematodes) بوجه خاص، وذلك بسبب عدم توافر الأصناف المقاومة أو المتحملة للإصابة، وبسبب المخاطر الناجمة عن استخدام المبيدات النيماتودية (2). وبما أن الفطور المتطفلة على النيماتودا، وخصوصاً تلك المتطفلة على بيوض النيماتودا، قد أعطت مؤشرات ناجحة في مكافحة نيماتودا الحوصلات ونيماتودا تعقد الجذور

**جدول 1.** فعالية بعض العزلات السورية من الفطر *Verticillium chlamydosporium* (VC) ونوعين من الفطر *Paecilomyces* (PL و PV) في مكافحة نيماتودا حوصلات الشوندر السكري *H. schachtii* (HS) على نباتات الشوندر السكري صنف "ريزور Rizor"، بعد 60 يوماً من العدوى بالنيماتودا.

**Table 1.** Efficacy of some Syrian isolates of *Verticillium chlamydosporium* (VC) and two species of *Paecilomyces* (PL and PV) in controlling the sugar beet cyst nematode, *Heterodera schachtii* (HS), on sugar beet plants cv. Rizor, 60 days after inoculation.

المعاملة	المعاملة	عدد يرقات الطور الثاني/إصيص (المتوسط±الانحراف المعياري)	عدد الحوصلات/إصيص (المتوسط±الانحراف المعياري)	عامل التكاثر * Reproduction factor (Rf)*	فعالية المعاملة ** (%) Treatment efficacy (%)**
شاهد غير ملقح بالنيماتودا	Non-infected control	0.0 a	0.0 a	-	-
شاهد ملقح بالنيماتودا (HS)	Nematode (HS)-infected control	7083±217 g	28.25±1.25 h	1.42	-
HS + كارباريل (بمعدل 1.5 غ/0.5 لتر ماء/أصيص)	HS + carbaryl (@ 1.5 g/0.5 liter water/pot)	2597±406 de	11.50±1.47 cd	0.52	59.29
VC + HS عزلة رقم 22	HS + VC (isolate # 22)	2800±274 de	18.00±1.63 f	0.56	36.28
VC + HS عزلة رقم 24	HS + VC (isolate # 24)	4219±694 f	25.00±2.27 gh	0.84	11.50
VC + HS عزلة رقم 25	HS + VC (isolate # 25)	3374±673 ef	17.75±2.78 ef	0.67	37.17
VC + HS عزلة رقم 26	HS + VC (isolate # 26)	1285±170 bc	11.00±085 bc	0.26	61.06
HS + الفطر <i>Paecilomyces lilacinus</i> (DSMZ 14052)	HS + <i>Paecilomyces lilacinus</i> (DSMZ 14052)	1296±190 bc	7.50±0.50 bc	0.26	73.45
HS + الفطر <i>Paecilomyces variotii</i>	HS + <i>Paecilomyces variotii</i>	2364±197 cde	15.50±0.87 def	0.47	45.13

تم تحويل البيانات التي تحتوي على قيم صفرية إلى الجذر التربيعي لكل (قيمة + 1)، كما تم تحويل بيانات النسب المئوية باستخدام التحويل الزاوي، وذلك قبل إجراء التحليل الإحصائي (ANOVA).

القيم المعروضة في الجدول هي عبارة عن القيم الأصلية لمتوسطات أربع مكررات في كل معاملة.

القيم المتبوعة بنفس الحرف (الأحرف) في نفس العمود لا تختلف فيما بينها معنوياً طبقاً لقيمة أقل فرق معنوي محمي عند مستوى احتمال 0.05.

\* عامل التكاثر = الكثافة النهائية للنيماتودا (eggs + J<sub>2</sub>) بكل إصيص/الكثافة الابتدائية للقاح بكل إصيص (5000 eggs).

\*\* فعالية المعاملة = (X-1) × 100، حيث X = عدد حوصلات النيماتودا في تربة وحدة المعاملة بالمبيد أو الفطر/عدد حوصلات النيماتودا في تربة وحدة الشاهد الملحق بالنيماتودا فقط.

Data which contain zero values were transformed to the square root of each (value + 1), while percentage data were transformed using the angular transformation, prior to ANOVA.

Values presented in the table are the original means of four replicates for each treatment.

Values followed by the same letter(s) in the same column are not significantly different according to the Fishers' Protected LSD<sub>0.05</sub>.

\* Rf= Pf (eggs + J<sub>2</sub>)/Pi (5000 eggs + J<sub>2</sub>/pot).

\*\* Treatment efficacy= (1 - x) × 100, where x= no. nematode cysts in the soil of the experimental unit treated with the nematicide or the fungus/no. nematode cysts in the soil of the nematode-infected control experimental unit.

**جدول 2.** تأثير بعض العزلات السورية من الفطر *Verticillium chlamydosporium* (VC) ونوعين من الفطر *Paecilomyces* (PL و PV) في الوزن الرطب وتحفيز نمو نباتات الشوندر السكري الملقحة بنيماتودا حوصلات الشوندر السكري *H. schachtii* (H)، بعد 60 يوماً من العدوى بالنيماتودا.

**Table 2.** Effect of some Syrian isolates of *Verticillium chlamydosporium* (VC) and two species of *Paecilomyces* (PL and PV) on the fresh weight and growth stimulation of sugar beet plant inoculated with sugar beet cyst nematode, *Heterodera schachtii* (HS), 60 days after inoculation.

المعاملة	Treatment	الوزن الرطب (غ) (المتوسط±الانحراف المعياري)		الزيادة في نمو النبات *(%) Plant growth increase (%)*
		المجموع الجذري Root system	المجموع الخضري Shoot system	
شاهد غير ملقح بالنيماتودا	Non-infected control	31.66±2.09 b	33.96±1 a	-
شاهد ملقح بالنيماتودا (HS)	Nematode (HS)-infected control	1.54±0.40 e	3.64±1.93 e	-
HS + كارباريل (بمعدل 1.5 غ/لتر ماء/أصيص)	HS + carbaryl (@ 1.5 g/0.5 liter water/pot)	12.62±0.98 d	12.79±0.74 d	404.16
VC + HS عزلة رقم 22	HS + VC (isolate # 22)	16.45±1.89 cd	24.25±2.56 bc	806.75
VC + HS عزلة رقم 24	HS + VC (isolate # 24)	20.88±1.78 c	22.30±2.51 c	756.75
VC + HS عزلة رقم 25	HS + VC (isolate # 25)	35.17±2.81 b	26.21±1.28 bc	1117.86
VC + HS عزلة رقم 26	HS + VC (isolate # 26)	14.61±2.17 cd	28.81±2.06 ab	761.51
الفطر <i>Paecilomyces lilacinus</i> (DSMZ 14052) + HS	HS + <i>Paecilomyces lilacinus</i> (DSMZ 14052)	61.81±4.72 a	33.94±3.28 a	1799.80
الفطر <i>Paecilomyces variotii</i> + HS	HS + <i>Paecilomyces variotii</i>	14.60±3.21 cd	23.67±2.49 bc	659.33

القيم المعروضة في الجدول هي عبارة عن متوسطات لأربع مكررات.  
القيم المتبوعة بنفس الحرف (الأحرف) في نفس العمود لا تختلف فيما بينها معنوياً طبقاً لقيمة أقل فرق معنوي محمي عند مستوى احتمال 0.05.  
\* نسبة الزيادة في نمو النبات (كاملاً) مقارنة بنمو النبات في معاملة الشاهد الملقح بالنيماتودا فقط.

Percentage data were transformed using the angular transformation prior to ANOVA.

Values are the means of four replicates for each treatment.

Values followed by the same letter(s) in the same column are not significantly different according to the Fishers' Protected LSD<sub>0.05</sub>.

\* Percent of the growth increase in the whole plant.

النيماتودية. وبالإضافة إلى ذلك، تبين أيضاً قدرة هذا الفطر على إصابة اليرقات داخل البيوض (7). وفي دراسة أخرى، وجد أن الفطر *P. lilacinus* كان أيضاً هو أكثر الفطور المستخدمة إمرضية للنيماتودا في الترب الإسبانية (37).

أوضحت الدراسة الحالية أيضاً أن العزلات السورية المختبرة من الفطر *V. chlamydosporium* قد اختلفت فيما بينها من حيث فعاليتها ضد النيماتودا *H. schachtii* تحت الظروف السورية، حيث كانت العزلة رقم 26 من هذا الفطر هي أفضل تلك العزلات في المكافحة، في حين كانت العزلة رقم 24 الأقل كفاءة. وهو الأمر الذي سبق الحصول عليه أيضاً في دراسة سابقة لتقويم فعالية ست عزلات من الفطر *V. chlamydosporium* في التطفل على بيوض نيماتودا الحوصلات،

وقد أثبتت هذه الدراسة فعالية جميع العزلات الفطرية المستخدمة في مكافحة تلك النيماتودا، حيث انخفضت معنوياً أعداد الحوصلات ويرقات الطور الثاني في التربة نتيجة للمعاملة بها، كما انخفض معنوياً أيضاً عامل تكاثر النيماتودا. وكانت العزلة الألمانية من الفطر *P. lilacinus* هي الأكثر تفوقاً من بين جميع المعاملات المختبرة في هذا الصدد. وتتوافق هذه النتائج إلى حد بعيد مع نتائج دراسة إيرانية لاختبار إمرضية عزلات مختلفة من الفطور المتطفلة على بيوض نيماتودا حوصلات الشوندر السكري *H. schachtii* التي أظهرت أن الفطر *P. lilacinus* كان هو الأكثر فعالية من بين جميع الفطور المختبرة في التطفل على بيوض تلك النيماتودا، حيث وجد الفطر متطفلاً على أكثر من 60% من البيوض داخل الحوصلات

حيث أوضحت تلك الدراسة تفاوت القدرة الإراضية للعزلات الست المختبرة، لكنها كلها كانت قادرة على إصابة البويض (26).

وقد يُعزى التفوق النسبي في الفعالية للفطر *P. lilacinus* مقارنة بالفطر *V. chlamydosporium* في مكافحة النيماتودا *H. schachtii* إلى تأثيره المباشر في قدرة إناث تلك النيماتودا على إنتاج بيض كامل الحيوية (26). كما أن الفطر *V. chlamydosporium* لا يمكنه الدخول إلى أنسجة الجذور النباتية. ومن ثم، تبقى فعاليته محدودة في التربة المحيطة بالجذور، وتقتصر قدرته فقط في التطفل على كتل البويض الموجودة خارج تلك الجذور (17). وفي الحقيقة لا تقتصر فعالية الفطر *P. lilacinus* على التطفل على البويض ومكافحة نيماتودا الحوصلات فقط، بل إن الدراسات حول فعاليته في مكافحة والتطفل على بيوض أنواع نيماتودا تعقد الجذور (root-knot nematodes) التابعة للجنس *Meloidogyne* ربما تكون هي الأغلب والأكثر عدداً. فعلى سبيل المثال لا الحصر وردت تقارير عدة من المنطقة العربية عن كفاءة هذا الفطر في مكافحة نيماتودا النوع *M. incognita* على كل من البندورة/الطماطم والذرة والبامياء في مصر (25)، وعلى البرسيم المصري في مصر أيضاً (24)، وعلى الفاصولياء الخضراء في المملكة العربية السعودية (6). كما أظهر الفطر كفاءة في مكافحة نيماتودا النوع *M. javanica* على البندورة والباذنجان في السعودية (23). وكذلك أثبتت دراسات سابقة أيضاً فعالية الفطر *V. chlamydosporium* في مكافحة نيماتودا تعقد الجذور *M. arenaria* (5، 25)، و *M. incognita* البيطاطا *Globodera rostochiensis* (14). كما تأكدت فعالية هذا الفطر أيضاً في مكافحة نيماتودا حوصلات فول الصويا *H. glycins* وحوصلات الشوندر السكري *H. schachtii* (15).

وإضافة إلى الفعالية العالية للفطور المتطفلة على بيوض النيماتودا في مكافحة، فقد وجد أيضاً أن هذه الفعالية قد تزيد كثيراً إذا وجدت تلك الفطور في التربة قبل قيام يرقات الطور المعدي (الطور الثاني غالباً) للنيماتودا باختراق جذور النباتات القابلة للإصابة، حيث يمكن في هذه الحالة أن يتطفل الفطر على تلك اليرقات ويقتلها أو يضعفها، فتتخفف نسبة الإصابة (18).

كان لمبيد الكاربازيل فعالية جيدة أيضاً في مكافحة نيماتودا حوصلات الشوندر السكري *H. schachtii* على نباتات الشوندر السكري في هذه الدراسة، ولكنه كان أقل فعالية نسبياً إذا ما قورن بالعزلة الألمانية من الفطر *P. lilacinus*، والعزلة المحلية رقم 26 من الفطر *V. chlamydosporium*. وبالرغم مما هو معروف عن كفاءة المبيدات النيماتودية في مكافحة نيماتودا حوصلات الشوندر السكري

*H. schachtii* (41)، إلا أن نتائجنا في هذه الدراسة تلقى تأييداً كبيراً من نتائج دراسات سابقة تفوقت فيها المعاملة بالفطور المتطفلة على بيوض النيماتودا كالفطر *P. lilacinus* على بعض المبيدات النيماتودية في مكافحة نيماتودا تعقد الجذور *M. incognita*، و *M. javanica* على العديد من نباتات محاصيل الحقل والخضر (23، 24، 25).

أدت جميع المعاملات المختبرة إلى زيادة كبيرة في نمو نباتات الشوندر السكري الملقحة بنيماتودا حوصلات الشوندر السكري *H. schachtii*، مقارنة بالنباتات الملقحة بالنيماتودا فقط. وكانت المعاملة بالعزلة الألمانية من الفطر *P. lilacinus* هي الأكثر تفوقاً، وتلتها في ذلك المعاملة بالعزلة المحلية رقم 25 من الفطر *V. chlamydosporium*، في حين كانت المعاملة بمبيد الكاربازيل هي أقل المعاملات في ذلك، برغم أنها أعطت زيادة في النمو الكلي بنسبة 404%، مقارنة بالنباتات الملقحة بالنيماتودا فقط، وهي زيادة ليست بسيطة بأي حال من الأحوال في ظل وجود الإصابة بنيماتودا حوصلات الشوندر السكري/البنجر *H. schachtii*. ولكن، وكما سبقت الإشارة إليه، أن كل ذلك كان بالمقارنة إلى نباتات الشاهد الملقح بالنيماتودا فقط، والذي كان نمو النباتات فيه ضعيفاً جداً سواء كان في المجموع الخضري أو الجذري نتيجة للحساسية الشديدة لنباتات الشوندر السكري تجاه هذه النيماتودا. أما إذا ما تمت مقارنة نمو النباتات الملقحة بالنيماتودا والمعاملة بالمعاملات المختلفة إلى نباتات الشاهد السليم غير الملقح بالنيماتودا والذي لم يتلق أيضاً أيّاً من المعاملات المختبرة، فسوف نجد أن المعاملة بالعزلة الألمانية (DSMZ 14052) من الفطر *P. lilacinus* كانت هي المعاملة الوحيدة التي أعطت نمواً خضرياً مماثلاً لنمو نباتات ذلك الشاهد تقريباً، ونمواً جذرياً يفوقه مرتين تقريباً، وهو الأهم لأن المجموع الجذري هو الذي يستخدم في استخراج السكر. ومرة أخرى، تتفق هذه النتائج إلى حد كبير مع نتائج سابقة حول تأثير الفطر *P. lilacinus* في نمو النباتات الملقحة بنيماتودا تعقد الجذور *M. incognita* أو *M. javanica* (23، 24، 25).

يبقى استخدام الفطور المتطفلة على بيوض النيماتودا جزءاً من برنامج الإدارة المتكاملة لنيماتودا حوصلات الشوندر السكري *H. schachtii*. وتشجع النتائج التي تم الحصول عليها في هذه الدراسة لإجراء المزيد من الدراسات لعزل هذه الفطور من التربة السورية، وإكثارها، واختبار فعاليتها لاستخدام الأفضل منها في البيئة السورية كعامل مكافحة اقتصادي فعال ضد هذه النيماتودا في حقول الشوندر السكري/البنجر، كما يجب أيضاً إجراء المزيد من الدراسات لتحديد الطريقة والجرعة والموعد الأنسب لإضافة هذه الفطريات للتربة.

## Abstract

Haidar, A.M., Kh.M.Kh. Al-Assas and A.A.M. Dawabah. 2016. Efficacy of some Syrian isolates of *Verticillium chlamyosporium* and two species of *Paecilomyces* in controlling the sugar beet cyst nematode (*Heterodera schachtii*). *Arab Journal of Plant Protection*, 34(1): 42-51.

Sugar beet is the only source of sugar production in Syria. The sugar beet cyst nematode, *Heterodera schachtii* is one of the most important pathogens that attack this crop in Syria causing serious yield losses. In this study, the efficacy of four *V. chlamyosporium* isolates plus two isolates of *Paecilomyces* (*P. lilacinus* and *P. variotii*), as compared to carbaryl were evaluated against *H. schachtii* on sugar beet in a greenhouse pot experiment. The effects of these treatments on the growth parameters of the sugar beet cv. Rizor were determined. The results showed that all treatments significantly reduced ( $P \leq 0.05$ ) the reproduction of *H. schachtii* on the sugar beet tested plants. The most effective treatments were; *P. lilacinus* (the German isolate DSMZ 14052) (73.45%), followed by *V. chlamyosporium* (isolate # 26) (61.06%), and carbaryl (59.29%). However, all treatments increased ( $P \leq 0.05$ ) the growth of sugar beet plants inoculated with *H. schachtii*. The DSMZ 14052 isolate of *P. lilacinus* again was the most effective, where the root fresh weight was almost double of the root fresh weight of the healthy (non-infected) plants. The isolate # 25 of *V. chlamyosporium* ranked second to the German isolate of *P. lilacinus* in this respect, where the root fresh weight did not significantly differ from that of the healthy plants.

**Keywords:** Biocontrol, carbaryl, egg-parasitic fungi, sugar beet.

**Corresponding author:** Asma M. Haidar, Biological Control Research and Studies Centre, Agriculture College, Damascus University, P.O. Box: 30621, Syria, email: esraaha77@yahoo.com

## References

## المراجع

1. البلخي، منهل، فيصل الفرواتي، عبد الرحمن قطميش وعبد الرزاق النافوح. 2006. تقصي مدى انتشار نيماتودا حوصلات الشوندر السكري/البنجر *Heterodera schachtii* في سورية. ملخصات المؤتمر العربي التاسع لعلوم وقاية النبات. 23-19 تشرين الثاني/نوفمبر 2006. قصر المؤتمرات، دمشق، سورية.
2. دواية، أحمد عبد السميع وفهد عبد الله اليحيى. 2015. مكافحة نيماتودا النبات (مترجم). الجزء الأول. دار جامعة الملك سعود للنشر، الرياض. 472 صفحة.
3. القاسم، محمد. 2003. النيماتودا المرافقة لأشجار الدراق، وفاعلية عزلات من الفطر *Paecilomyces* spp. في مكافحة نيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne javanica*. أطروحة دكتوراه، كلية الزراعة، جامعة دمشق، سورية. 141 صفحة.
4. وزارة الزراعة والاستصلاح الزراعي السورية. 2013. الكتاب الإحصائي السنوي. 356 صفحة.
5. Al-Hazmi, A.S., A.A.M. Dawabah and S.N. Al-Nadhari. 2013. *Verticillium chlamyosporium*, a fungal parasite of the cereal cyst nematode (*Heterodera avenae*) in the Saudi fields. Abstracts of the Fourth International Cereal Nematode Initiative Workshop. 22-24 August, 2013. Institute of Plant Protection, Chinese Academy of Agricultural Sciences in cooperation with International Maize and Wheat Improvement Center (CIMMYT). Friendship Hotel. Beijing, China.
6. Al-Hazmi, A.S., S.N. Al-Nadary, A.A.M. Dawabah and F.A. Al-Yahya. 2008. Comparative effects of some approaches to control *Meloidogyne javanica* on green beans. Abstracts of the Fourth International Conference for Development and the Environment. 18-20 March, 2008. King Saud University in cooperation with Assuit University. King Saud University, Riyadh, Saudi Arabia.
7. Ayatollahy, E. and S. Fatemy. 2010. *In vitro* assessment of pathogenicity and culture filtrates of fungi against *Heterodera schachtii*. *Applied Entomology and Phytopathology*, 77: 15-26.
8. Barnett, H.L. and B.B. Hunter. 1998. Illustrated Genera of imperfect fungi. The American Phytopathological Society, USA. 218 pp.
9. Bridge, J. 1980. The Beet Cyst Nematode *Heterodera schachtii* in Tropical Africa. *Plant Disease*, 64: 1036.
10. Butt, T.M., C. Jackson, and N. Magan. 2001. Fungi as biocontrol agents: progress problems and potential, CABI Publishing, London. 389 pp.
11. Cabanillas, E., K.R. Barker and M.E. Daylein. 1988. Histology of the interactions of *Paecilomyces lilacinus* with *Meloidogyne incognita* on tomato. *Journal of Nematology*, 20: 362-365.
12. Cooke, D. 1991. Europe goes green to control beet cyst nematode. *British Sugar Beet Review* 59, 44-47.
13. Cooke, D. 1993. Nematode parasites of sugarbeet. Pages 133-169. In: *Plant Parasitic Nematodes in Temperate Agriculture*. K. Evans, D.L. Trudgill and J.M. Webster (eds.). CAB International. Academic Press, Cambridge.
14. Crump, D.H. 1998. Progress towards achieving biocontrol of potato cyst nematodes. Abstracts of the 24<sup>th</sup> International Symposium of the European Society of Nematologists, 9-16 August, 1998. St. Andrews, UK.
15. Crump, D.H., R.M. Sayre and L.D. Young. 1983. Occurrence of nematophagous fungi in cyst nematode populations. *Plant Disease*, 67: 63-64.
16. Curto, G. 2008. Sustainable methods for management of cyst nematodes. Pages 221-237. In: *Integrated Management and Biocontrol of Vegetable and Grain Crops Nematodes*. A. Ciancio and K.G. Mukerji (eds.). Springer.
17. De Leij, F.A.A.M. and B.R. Kerry. 1991. The nematophagous fungus *Verticillium chlamyosporium* as a potential biological control agent for *Meloidogyne arenaria*. *Revue de Nématologie*, 14: 157-164.

32. Kerry, B.R., D.H. Crump and L.A. Mullen. 1982. Studies of the cereal-cyst nematode, *Heterodera avenae* under continuous cereals, 1975-1978. II. Fungal parasitism of nematode eggs and females. *Annals of Applied Biology*, 100: 489-499.
33. Kim, D.G. and R.D. Riggs. 1994. Techniques for isolation and evaluation of fungal parasites of *Heterodera glycines*. *Journal of Nematology*, 26(4S): 592-595.
34. Meyer, S.L.F. 1990. Evaluation of potential biocontrol agents for soybean cyst nematode. *Mycological Society of America Newsletter*, 41: 29.
35. Morgan-jones, G., G. Godoy and R. Rodrigues-Kabana. 1981. *Vreticillium chlamydosporium*, fungal parasite of *Meloidogyne arenaria* females. *Nematropica*, 11: 115-120.
36. Morgan-jones, G., J.F. White and R. Rodrigues-Kabana. 1984. Phytonematode pathology; ultrastructural studies. II. parasitism of *Meloidogyne arenaria* eggs and larvae by *Paecilomyces lilacinus*. *Nematropica*, 14: 57-71.
37. Olivares-Bernabeu C.M. and L.V. López-Llorca. 2002. Fungal egg- parasites of plant-parasitic nematodes from Spanish soils. *Revista Iberoamericana de Micología*, 19: 104-110.
38. SAS, 2013. SAS/STAT user's guide. SAS Institute, Inc., Cary, NC, USA.
39. Sharma, P. and R. Pandey. 2009. Biological control of root-knot nematode; *Meloidogyne incognita* in the medicinal plant; *Withanin somnifera* and the effect of biocontrol agents on plant growth. *African Journal of Agricultural Research*, 4: 564-567.
40. Smith, H.J., F.A. Gray and D.W. Koch. 2004. Reproduction of *Heterodera schachtii* Schmidt on resistant mustard, radish, and sugar beet cultivars. *Journal of Nematology*, 36: 123-130.
41. Steele, A.E. 1976. Effect of oxime carbamate nematicides on development of *Heterodera schachtii* on sugarbeet. *Journal of Nematology* 8: 137-141.
42. Steele, A.E. and H. Savitsky. 1962. Susceptibility of several *Beta* species to the sugar-beet nematode (*Heterodera schachtii* Schmidt). *Nematologica*, 8: 242-243.
43. Tacconi, R. 1987. Il punto sul nematode a cisti (*Heterodera schachtii* Schmidt) della barbabietola da zucchero. *Informatore Fitopatologico*, 7/8: 31-38.
44. Townshend, J.L. and Th.H.A. Olthof. 1967. The sugar beet nematode, *Heterodera schachtii* Schmidt, and other plant-parasitic nematodes on rhubarb in Ontario. *Canadian Plant Disease Survey*, 47: 14-16.
45. Zhang, L., E. Yang, M. Xiang, X. Liu, and S. Chen. 2008. Population dynamics and biocontrol efficacy of the nematophagous fungus *Hirsutiella rhossiliensis* as affected by stage of the soybean cyst nematode. *Biological Control Journal*, 47: 244-249.
18. Esfahani, M.N. and B.A. Pour. 2006. The effect of *Paecilomyces lilacinus* on the pathogenesis of *Meloidogyne javanica* and tomato plant growth parameters. *Iran Agriculture Research*, 24: 67-76.
19. Esser, R.P. and N.E. El-Goll. 1993. *Paecilomyces lilacinus*, a fungus that parasitizes nematode eggs. *Nematology Circular*, 20: 122-128.
20. Fenwick, D.W. 1940. Methods for the recovery and counting of cysts of *Heterodera schachtii* from soil. *Journal of Helminthology*, 18: 155-172.
21. Griffin, G.D. 1981. The relationship of *Heterodera schachtii* population densities to sugar beet yields. *Journal of Nematology*, 13: 181-184.
22. Hertz, B.N., H.B. Jansson and A. Tunlid. 2002. *Nematophagous Fungi*. *Encyclopedia of life sciences/2002 Macmillan Publishers Ltd, Nature Publishing Group/www.els.net*.
23. Ibrahim, A.A.M. 1994. Effect of cadusafos, *Paecilomyces lilacinus* and Nemout on reproduction and damage potential of *Meloidogyne javanica*. *Pakistan Journal of Nematology*, 12: 141-147.
24. Ibrahim, I.K.A., A.A.M. Ibrahim and M.A. Rezk. 1994. Biological and chemical control of root-knot nematodes on clover, corn and wheat. *Alexandria Journal of Agricultural Research*, 39: 453-462.
25. Ibrahim, I.K.A., M.A. Rezk, M.A. El-saedy and A.A.M. Ibrahim. 1987. Control of *Meloidogyne incognita* on corn, tomato and okra with *Paecilomyces lilacinus* and the nematicide aldicarb. *Nematologia mediterranea*, 15: 265-268.
26. Irving, F. and B.R. Kerry. 1986. Variation between strains of the nematophagous fungus, *Verticillium Chlamydosporium* Goddard. II. factors affecting parasitism of cyst nematode eggs. *Nematologica*, 32: 474-485.
27. Ismail, S., R.A. Sikora and R.P. Schuster. 2001. Occurrence and diversity of egg pathogenic fungi of the Meiterranean cereal cyst nematode *Heterodera latipons*. *Mededelingen-FaculteitLandbouwKundige en Toegepaste Biologische Wetenschappen, Universiteit Gent*, 66: 645-653.
28. Jatala, P., R. Kaltenbach and M. Bocangel. 1979. Biological control of *Meloidogyne incognita acrita* and *Globodera pallida* on potatoes. *Journal of Nematology*, 11: 30.
29. Kerry, B.R. 1980. Biocontrol: Fungal parasites of female cyst nematodes. *Journal of Nematology*, 12: 253-259.
30. Kerry, B.R. 1990. An assessment of progress toward microbial control of plant parasitic nematodes. *Journal of Nematology*, 22: 621-631.
31. Kerry, B.R., A. Simon and A.D. Rovira. 1984. Observations on the introduction of *Verticillium chlamydosporium* and other parasitic fungi into soil for the control of the cereal cyst nematode *Heterodera avenae*. *Annals of Applied Biology*, 105: 509-516.

Received: June 2, 2015; Accepted: December 28, 2015

تاريخ الاستلام: 2015/6/2؛ تاريخ الموافقة على النشر: 2015/12/28