تقييم النيماتودا الممرضة للحشرات في المكافحة الحيوية لبعض حشرات التربة: الدودة البيضاء، الديدان السلكية (Coleoptera) الدودة القارضة (Lepidoptera)

أ.د.عبدالنبي بشير[*] أ.د.خالد العسس[**] د.أماني جاوش[***]

الملخص

نفذ البحث في مركز بحوث ودراسات المكافحة الحيوية في كلية الزراعة في جامعة دمشق خلال عامي 2015–2016. استخدمت أربعة أنواع من النيماتودا الممرضة للحشرات هي: ***Steinernema feltiae*** Filipjev، (Weiser) *S. carpocapsae*، *Heterorhabditis bacteriophora* Poinar و *H. zealandica* Poinar وبثلاثة تراكيز 500 – 1000 – 2000 فرد /1مل ماء، لإختبار فاعليتها ضمن الظروف المخبرية ضد يرقات الديدان البيضاء *Anomala orientalis* Waterh والديدان السلكية *Agriotes lineatus* (Linnaeus) والديدان القارضة *Agrotis ipsilon* (Hufnagel). أظهرت نتائج التحليل الإحصائي تفوق النوع *H. zealandica* معنوياً على بقية الأنواع المستخدمة في مكافحة يرقات الدودة البيضاء والديدان السلكية حيث حقق نسبة موت 100%، يليه النوع *H. bacteriophora* حيث وصلت نسبة الموت إلى 86.67 %، كما تفوق النوعان *H. zealandica*، *S. feltiae* معنوياً على بقية الأنواع في مكافحة الديدان القارضة مخبرياً حيث بلغت نسبة الموت 100%

[*]أستاذ في قسم وقاية النبات، كلية الزراعة، جامعة دمشق.

[**]أستاذ في قسم وقاية النبات، كلية الزراعة، جامعة دمشق.

[***]قائمة بالأعمال في قسم وقاة النبات، كلية الزراعة، جامعة دمشق.

بعد أربعة أيام من المكافحة. بلغت نسبة مكافحة اليرقات التابعة لفصيلة Scarabaidae حقليًا 40-55.6% عند استخدام النوع *H. bacteriophora*، بينما إرتفعت هذه النسبة عند النوع *H. zealandica* إلى 53.3-77.8% وذلك بعد 14 يوم من التطبيق، وأشارت نتائج تحليل التباين إلى تفوق النوع *H. zealandica* معنوياً على النوع *H. bacteriophora* عند التركيزين 1000-2000 طور معدي/مل وكان أكثر كفاءة في المكافحة.

الكلمات المفتاحية: نيماتودا، ممرضة، الدودة ،البيضاء، ديدان، سلكية.

Evaluation of Entomopathogenic Nematodes in Biological Control of Some Soil Insects: white grubs, wireworms(Coleoptera) Cutworm (Lepidoptera)

Dr. Abdulnabi Basheer[*] Dr. Khaled Al-assas[**]
Dr. Amani Jawish[***]

Abstract

Research carried out at the Research and Studies Biological control Center - Faculty of Agriculture, University of Damascus during 2015-2016 season. Four species of entomopathogenic nematodes were used, they are: *Steinernema feltiae* Filipjev, *S. carpocapsae* (Weiser), *Heterorhabditis bacteriophora* Poinar and *H. zealandica* Poinar with three concentrations 500 - 1000 - 2000 / 1 ml of water was used to test its effectiveness within the laboratory conditions against larvae of the white grubs *Anomala orientalis* Waterh, wireworms *Agriotes lineatus* (Linnaeus), cutworms *Agrotes ipsilon* (Hufnagel). The results of the statistical analysis shoewd that *H. zealandica* was the effective species against *Anomala oreintalis* achieved 100% mortality, followed by *H. bacteriophora* where the percentage of death was (86.67%). *H. zealandica* was the effective species against *A. lineatus* comparing to other species and achieved 100% mortality, followed by *H. bacteriophora* (86.67%). *H. zealandica*, and *S. feltiae* where the effective species against *A. ipsilon* killing 100% of the cutworm larvae about four

[*] Prof in the Department of plant protection, Faculty of Agriculture, University of Damascus.

[**] Prof in the Department of plant protection, Faculty of Agriculture, University of Damascus.

*** Researcher. Department of plant protection, Faculty of Agriculture, University of Damascus

days. In the field the percentage of the control of Scarabaidae larvae was 40-55.6% when using *H. bacteriophora*, while this percentage rose using *H. zealandica* to 53.3-77.8%. The results of analysis of variance to showed that *H. zealandica* was better in controlling than *H. bacteriophora* using 1000-2000 dauer larvae / mL concentrations and was more efficient in the control

Key words: nematodes, pathogenic, grubs, white, wireworms.

المقدمة:

تُعد النيماتودا الممرضة للحشرات ثاني أهم مبيد حيوي مستخدم عالمياً بعد البكتريا *Bacillus thuringiensis* (Glazer و Lewis، 1998؛ Bedding، 1998؛ Divya و Sankar، 2009؛ Lewis و Clarke، 2012)، وتُعد آفات المروج الخضراء وبخاصة الديدان البيضاء التي تتبع فصيلة Scarabaeidae من أكثر الآفات الحشرية التي أُستهدفت لمكافحتها بالنيماتودا الممرضة للحشرات (Klein، 1993). عُزل العديد من أنواع النيماتودا الممرضة للحشرات وسلالاتها من يرقات الديدان البيضاء (Peters،1996)، وكان عزل النيماتودا S. glaseri من يرقات الخنفساء اليابانية Popillia japonica في نيوجيرسي نتيجة لاستخدام النيماتودا بمحاولات متكررة كعامل مكافحة للآفات (Glaser، 1932؛ Fleming، 1968). أُستخدمت في أمريكا عزلة النيماتودا الممرضة للحشرات H. bacteriophora GPS11 مخبرياً لمكافحة يرقات الديدان البيضاء من النوع Cyclocephala borealis وسجلت نسبة مكافحة تراوحت بين (47–83%)، بينما استطاع النوع H. zealandica (السلالة X1) أن يحقق نسبة مكافحة بين (72–96%) (Grewal وزملاؤه 2004). أشار Koppenhofer وزملاؤه (2004) في دراسة لمقارنة كفاءة ثلاثة أنواع من النيماتودا *H. bacteriophora* (السلالة TF) و *S. glaseri* (السلالة NC) و *S. scarabaei* (السلالة AMK001) ليرقات 12 نوع من الديدان البيضاء مخبرياً، أن النوع *P. japonica* كان الأكثر حساسية لأنواع النيماتودا الثلاثة، بينما كانت الأنواع *Ataenius orientalis* و *Rhizotrogus majalis* و *Maladera castanea* حساسة للإصابة بالنوع *S. scarabaei*. بينت دراسات أخرى أن النوع S. scarabaei ذو فعالية كبيرة في مكافحة الديدان البيضاء من تحت فصيلة Melolonthae التي تنتمي إليها أنواع Phyllophaga spp. (Koppenhofer و Fuzy، 2003). أُستخدمت النيماتودا الممرضة للحشرات بنجاح كعامل مكافحة حيوية للديدان القارضة (Georgis و Poinar، 1989)، فقد أُستخدم النوع S. carpocapsae في مكافحتها،

كما سُجل عدد كبير من عزلات النوع *H. bacteriophora* لمكافحة كافة الأعمار اليرقية بالإضافة إلى العذارى (Watschke و زملاؤه 1995؛ Rosa و Simoes، 2004؛ Badr El – Sabah وزملاؤه 2009). أُستخدمت النيماتودا الممرضة للحشرات بنجاح كعوامل مكافحة حيوية ضد الديدان السلكية، وكان النوع *H. bacteriophora* رائداً في ذلك (Ansari وزملاؤه 2008)، كما تم الحصول على عزلة للنوع *Neoaplectana carpocapsae* من يرقات الديدان السلكية (*Agriotes lineatus* (Poinar و Veremtshuk، 1970). أدى استخدام النوع *S. carpocapsae* إلى خفض كبير بأعداد يرقات الديدان السلكية وبالتالي خفض الأضرار الناتجة عنها (Williams و Walters، 2000).

2- مواد وطرائق البحث Material and Methods

2-1- جمع عينات التربة واستخلاص النيماتودا

تم إنجاز البحث خلال عامي 2016-2017 حيث جمعت عينات التربة من الحدائق والمروج وبعض البساتين في مدينة دمشق (حديقة تشرين، ، ثم كشف عن وجود النيماتودا بطريقة طعوم يرقات فراشة الشمع (Bedding و Akhurst ، 1975)، استخلصت النيماتودا الممرضة للحشرات بطريقة مصائد وايت (Kaya و Stock، 1997).

تم توصيف عزلات النيماتودا التي تم الحصول عليها مورفولوجياً حسب Kaya و Stock (1997) وتبين نتيجة التوصيف وجود الأنواع *Heterorhabditis bacteriophora*، *H. zealandica*، *H. indicus*، *H. megidis*، *H.chongmingensis*، *S. carpocapsae*، *S. feltiae*.

2-2- اختبار فعالية النيماتودا الممرضة للحشرات في بعض حشرات التربة مخبرياً

تم إكثار وتنمية أنواع النيماتودا التي أثبت مرجعياً كفاءتها في مكافحة حشرات التربة المختبرة في هذا البحث (*H. bacteriophora*-*H. zealandica*-*S.*

(*S. feltiae*–*S. carpocapsae*) والمعزولة من مروج حدائق وملاعب مدينة دمشق على يرقات فراشة الشمع الكبيرة *Galleria mellonella* حسب (Woodring و Kaya ، 1988)، وخزنت بطريقتين على قطع الاسفنج، وضمن أطباق بتري بالماء المقطر المضاف إليه فورمالين 0.1% وذلك على درجة حرارة 15 س° بالنسبة للنوع *H. zealandica* وعلى الدرجة 10 س° بالنسبة لبقية الأنواع لمدة 10–22 يوم قبل الاستخدام (Kaya و Stock، 1997).

جُمعت يرقات (Scarabaeidae: Coleoptera) *Anomala oreintalis* بالعمر اليرقي الثاني والثالث من أماكن الإصابة (الحدائق والملاعب وبعض البساتين) حيث شكلت يرقات العمر الثاني 30 % من مجموع اليرقات، وحفظت اليرقات ضمن تربة رطبة مضاف إليها مواد عضوية على درجة حرارة 15 س° لمدة أسبوعين لاستبعاد غير السليمة منها (Koppenhofer و Fuzy ، 2008) .

جُمعت يرقات الديدان السلكية *Agriotes lineatus* بالعمر الرابع والخامس من أماكن الإصابة (الحدائق وبعض حقول البطاطا)، تم حفظ اليرقات ضمن تربة رطبة مع شريحة من الجزر على درجة حرارة 15 س° لحين استخدامها (Ansari وزملاؤه 2009).

جُمعت يرقات الدودة القارضة (Noctuidae: Lepidoptera) *Agrotis ipsilion* بالعمر الرابع والخامس من المروج المصابة في محيط رئاسة جامعة دمشق، حيث وضعت ضمن علب بلاستيكية مع قليل من التربة والأعشاب على درجة الحرارة 15 س° لمدة يومين قبل استخدامها لاستبعاد اليرقات غير السليمة منها.

حضرت ثلاث تراكيز من أنواع النيماتودا المستخدمة في البحث (*H. bacteriophora*–*H. zealandica*–*S. carpocapsae*–*S. feltiae*) – 500 – 1000 – 2000 فرد من الطور المعدي /1مل ماء مقطر، لإختبار فاعليتها ضمن الظروف المخبرية ضد يرقات الديدان البيضاء والديدان السلكية والديدان القارضة، تم وضع تربة معقمة داخل أطباق بقطر 15 سم، ورطبت هذه التربة بواسطة 1 مل من

المعلق النيماتودي وذلك بالنسبة لكل نوع نيماتودا وكل تركيز، ثم أُضيفت 10 يرقات من كل نوع فوق التربة المرطبة بالنيماتودا وذلك بمعدل يرقة واحدة من كل نوع في كل طبق. غُطيت الأطباق وكُتبت عليها البيانات اللازمة ثم وضعت في الحاضنة على درجة حرارة 25 س°. نفذت التجربة بثلاث مكررات لكل تركيز بالنسبة لكل نوع نيماتودا ولكل نوع من اليرقات على حدة بالإضافة إلى شاهد أُضيف إليه الماء فقط، أُخذت القراءات اللازمة لهذا الإختبار يومياً ولمدة أسبوع.

3-2- إختبار فاعلية النيماتودا الممرضة للحشرات في مكافحة يرقات من فصيلة Scarabaidae حقلياً

لإجراء هذا الاختبار جهزت قطعة أرض في الحقول التجريبية لمركز بحوث ودراسات المكافحة الحيوية في كلية الزراعة – جامعة دمشق زرعت بشتول فريز على شكل خطوط في كل خط 15 شتلة. وبعد أسبوعين من الزراعة أضيفت يرقات من فصيلة Scarabaidae (تم جمعها من مروج حدائق وملاعب مصابة ومن بعض الحقول في منطقة كفر سوسة) إلى الشتول المزروعة حيث تم عمل حفرة بجانب كل شتلة فريز وبالقرب من الجذر بعمق حوالي 15 سم. وضعت يرقة من اليرقات التي جُمعت ثمّ غُطيت بالتربة، مع مراعاة ترك خط بين كل خطين بدون يرقات ثمّ تمّ إجراء سقاية للشتول بعد إضافة اليرقات .

جُهزت مُعلقات النيماتودا التابعة للنوعين *H. bacteriophora-H. zealandica* بتركيزين 1000- 2000 طور معدي من النيماتودا /500 مل ماء من كل نوع .

لُقحت في الصباح الباكر الخطوط المزروعة بشتلات الفريز والمضاف إليها اليرقات بالنيماتودا، وذلك بسقاية كلّ شتلة بلليتر من محلول النيماتودا (خطين من كل تركيز بالنسبة لكل نوع من أنواع النيماتودا المستخدمة لهذا الاختبار).

أُخذت القراءة بعد 7 أيام و 14 يوم من التلقيح حيث سُجلت أعداد اليرقات الميتة نتيجة إضافة كل نوع وكلّ تركيز من النيماتودا المضافة.

حُللت النتائج إحصائياً باستخدام برنامج Genestate لمعرفة أفضل نوع وأفضل تركيز لمكافحة اليرقات.

3- النتائج والمناقشة Results and discussion

3-1- إختبار كفاءة النيماتودا الممرضة للحشرات في مكافحة بعض حشرات التربة مخبرياً

3-1-1- كفاءة النيماتودا في مكافحة يرقات الدودة البيضاء *Anomala oreintalis* (Scarabaeidae:Coleoptera)

إختلفت فاعلية النيماتودا الممرضة للحشرات ضد يرقات *Anomala oreintalis* بإختلاف نوع النيماتودا وبإختلاف التركيز، حيثُ ظهرت أعراض الإصابة بالنيماتودا (الشكل 1) والموت على يرقات العمر الثاني بعد 48 ساعة من العدوى عند استخدام التركيز 2000 فرد معدي/مل بالنسبة للنوعين *H. zealandica* و *H. bacteriophora*، وكانت نسبة الموت 10% و 13.33 % على التوالي، وتفوق هذان النوعان معنوياً على أنواع الجنس *Steinernema*، وإرتفعت نسبة الموت بعد 72 ساعة عند هذين النوعين لتصل إلى (13.33- 16.67%)، وأشارت نتائج تحليل التباين إلى معنوية الفروق حيث تفوقت أنواع الجنس *Heterorhabditis* على أنواع الجنس *Steinernema* عند التركيز 2000 فرد معدي/مل، كما بدأ تأثير التركيز 1000 فرد معدي / مل بالظهور، حيثُ بلغت نسبة الموت عندّ هذا التركيز للنوعين السابقين 6.67 % وكانت الفروق ظاهرية مع أنواع الجنس *Steinernema*.

الشكل (1) أعراض الإصابة بالنيماتودا الممرضة للحشرات على يرقة *Anomala oreintalis*، جاويش وزملاؤه (2016).

حقق النوع *H. zealandica* بعد أربعة أيام نسبة موت 26.67-43.33-20.00 % عند التراكيز 500-1000-2000 فرد معدي/مل على التوالي، أما النوع *H. bacteriophora* فكانت نسبة الموت 6.67-13.33 - 23.33 %، كما ظهر تأثير النوع *S. feltiae* حيث حقق نسبة موت عند التركيزين 1000-2000 قدرها 3.33-13.33 % ، أما النوع *S. carpocapsae* فقد ظهرت فعاليته عند التركيز 2000، حيث حقق نسبة موت قدرها 10 %، أشارت نتائج التحليل الإحصائي إلى وجود معنوية في الفروق بين الأنواع، حيث تفوق النوع *H. zealandica* معنوياً على

بقية الأنواع، يليه النوع *H. bacteriophora* الذي حقق تفوقاً معنوياً على نوعي الجنس *Steinernema* . تفوق النوع H. zealandica معنوياً على بقية الأنواع المستخدمة، حيث وصلت إلى أعلى مستوى لها 100% في اليوم السادس من إجراء العدوى وذلك عند التركيزين 2000–1000، أما عند النوع *H. bacteriophora* فكانت نسب الموت 63.33–46.67–43.33% عند التراكيز 2000–1000–500 على التوالي، كما ارتفعت نسبة الموت عند النوع *S. feltiae* بشكل واضح حيث بلغت 53.33% عند التركيز 2000. وصلت نسبة الموت في اليوم السابع من العدوى إلى 100% عند النوع *H. zealandica* وذلك بالنسبة لكل التراكيز وكان متفوقاً بصورة واضحة معنوياً على الأنواع الثلاثة الأخرى، يليه النوع *H. bacteriophora*

حيث وصلت نسبة الموت إلى 86.67% عند التركيز 2000، وكانت الفروق ظاهرية بينه وبين النوع *S. feltiae* الذي وصلت نسبة الموت عنده إلى 83.33%، وكانت الفروق معنوية بين النوعين الأخيرين والنوع *S. carpocapsae* حيث بلغت نسبة الموت عنده 50.00% عند التركيز 2000، الجدول (1)، وكانت زيادة نسبة الموت واضحة مع زيادة التركيز، حيث تفوق التركيزان 2000–1000 عند الأنواع *H. zealandica* و *H. bacteriophora* و *S. feltiae* معنوياً، في حين تفوق التركيز 2000 معنوياً على بقية التراكيز عند النوع *S. carpocapsae*، وهذا يتوافق مع ما جاء به Simard وزملاؤه (2001) وهو أنه من الضروري التركيز العالي للنيماتودا الممرضة للحشرات حتى تحقق مستوى مقبول من المكافحة للديدان البيضاء، وتشير الدراسات المرجعية إلى استخدام النيماتودا الممرضة للحشرات بشكل متكرر وناجح في مكافحة الديدان البيضاء، وفي أوائل عام 1980 أُنتجت كمستحضرات تجارية حيث وجد بشكل عام أن النيماتودا *Heterorhabditis* spp. والنوع *S. glaseri* أكثر فعالية في المكافحة من النوعين *S.carpocapsae* &*S.feltiae* (Klein، 1990، 1993)، وهذا يتوافق مع نتائج هذا البحث، ومن الأنواع المتاحة تجارياً لمكافحة الديدان البيضاء

H. bacteriophora و *H. zealandica* (Grewal وزملاؤه 2005). في دراسة لإختبار عدة أنواع من النيماتودا الممرضة للحشرات (*S.glaserei*–*S. scarabaei*–*Popillia japonica* والخنفساء الشرقية *Anomala orentalis* تبين أن النوع *H. bacteriophora* والنوع *H. zealandica* هي أفضل الأنواع في إحداث العدوى (Koppenhofer و Fuzy، 2006)، من جهة أخرى في تحليل ل82 تجربة في مكافحة الديدان البيضاء في أمريكا بين عامي 1984 – 1988 وجد أن النوع *H. bacteriophora* وسلالاته هي أكثر الأنواع نجاحاً في المكافحة وكانت تستخدم كمقياس لبقية الأنواع أما النوع *S.* carpocapsae كان أقل تأقماً وكفاءة في المكافحة (Georgis و Gaugler، 1991).

2-1-3- فاعلية النيماتودا في مكافحة يرقات الديدان السلكية *Agriotes lineatus* (Coleoptera:Elateridae)

أظهرت الديدان السلكية حساسية مختلفة اتجاه أنواع النيماتودا الممرضة للحشرات والتراكيز المختلفة المستخدمة ضدها، حيث بدأت أعراض الإصابة بالنيماتودا بالظهور على اليرقات بعد 48 ساعة من العدوى الشكل (2)، وكانت نسبة الموت 13.33% بالنسبة للنوع *H. zealandica*، وذلك عند التركيز 2000 فرد معدي/مل، كما سُجلت النسبة 16.67% لنفس التركيز عند النوع *H. bacteriophora*، في حين لم تظهر أي إصابة عند النوعين *S. fltiae* و *S. carpocapsae* وأظهرت نتائج تحليل التباين تفوق نوعي الجنس *Heterorhabditis* معنوياً عند مستوى معنوية 0.01 على نوعي الجنس *Steinernema* .

الجدول (1). التقييم المخبري لفاعلية النيماتودا الممرضة للحشرات في مكافحة يرقات *Anomala oreintalis*.

اليوم	التركيز	النسبة المئوية للموت نوع النيماتودا				$LSD_{0.01}$
		H.zealandica	*H.bacteriophora*	*S.feltiae*	*S.carpocapsae*	
2	500	0.00	0.00^{B}	0.00	0.00	–
	1000	0.00	0.00^{B}	0.00	0.00	–
	2000	10.00 a	13.33^{aA}	0.00 b	0.00 b	5.77
$LSD_{0.01}$		–	7.56	–		
3	500	0.00^{A}	0.00^{B}	0.00	0.00	–
	1000	6.67 ^{aA} A	6.67 ^{aAB}	0.00 ^{a}	0.00 ^{a}	8.81
	2000	13.33 a	16.67^{aA}	0.00 ^{b}	0.00 ^{b}	7.45
$LSD_{0.01}$		13.09	11.95	–		
4	500	20.00 ^{aB}	6.67^{bB}	0.00 ^{bB}	0.00 ^{b}	9.99
	1000	26.67 ^{aB} B	13.33 ^{bAB}	3.33 ^{cAB}	0.00 ^{c}	9.42
	2000	43.33 ^{aA}	23,33 ^{bA}	13.33 ^{cA}	10.00 ^{c}	9.99
$LSD_{0.01}$		9.25	15.11	11.95	–	
5	500	53.33 ^{aC}	16.67 ^{bB}	6.67 ^{bcB}	00.00 ^{cB}	11.04
	1000	73.33 ^{aB}	20.00 ^{bB}	19.00 ^{bcA}	6.67 ^{cAB}	13.73
	2000	96.67 $^{a\ A}$	33.33 ^{bA}	26.67 ^{bA}	13.33 ^{cA}	8.81
$LSD_{0.01}$		15.11	13.09	7.56	9.25	
6	500	80.00 ^{aB}	43.33 ^{bB}	26.67 ^{cB}	3.33 ^{dC}	11.04
	1000	100.0 ^{aA}	46.67 ^{bB}	46.67 ^{bA}	13.33 ^{cB}	11.04
	2000	100.0 ^{aA}	63.33 ^{bA}	53.33 ^{cA}	30.00 ^{dA}	6.66
$LSD_{0.01}$		13.09	7.56	11.95	7.56	
7	500	100.00 ^{a}	63.33 ^{bB}	76.67 ^{bA}	20.00 ^{dC}	6.66
	1000	100.00 ^{a}	73.33 ^{bAB}	76.67 ^{bA}	33.33 ^{cB}	7.45
	2000	100.00 ^{a}	86.67 ^{bA}	83.33 ^{bA}	50.00 ^{cA}	7.45
$LSD_{0.01}$		–	15.11	15.11	7.56	
الشاهد		0.00				

* الأحرف الصغيرة المختلفة ضمن السطر تشير إلى وجود فروق معنوية بين الأنواع، الأحرف الكبيرة المختلفة ضمن العمود تشير إلى وجود فروق معنوية بين التراكيز ضمن النوع الواحد عند مستوى معنوية 0.01.

إرتفعت النسبة المئوية للموت في اليوم الثالث من العدوى لتصل إلى 26.67%عند استخدام النوع *H. zealandica* بالتركيز 2000فرد معدي/مل، وإلى20%عندالنوع *H. bacteriophora*، كما بدأت نسب الموت بالإرتفاع عند النوعين *S. feltiae* و *S. carpocapsae*، وسُجلت النسبة 6.67% بالنسبة للنوع الأول للتركيزين 1000-2000 فرد معدي/مل، والنسبة 13.33% للنوع الثاني عند استخدام التركيز 2000، واستمر تفوق النوعين التابعين للجنس *Heterorhabditis*، في اليوم الرابع تراوحت نسبة الموت عند النوع *H. zealandica* بين 53.33-76.67% وكان هو الأفضل معنوياً على بقية الأنواع ، كما بلغت 26.67% عند استخدام التركيز الأعلى للنوع *H. bacteriophora*، سُجلت نسبة الموت 20% عند استخدام النوعين *S. feltiae* و *S. carpocapsae* بالتركيز 2000.

الشكل (2) أعراض الإصابة بالنيماتودا الممرضة للحشرات على يرقات الديدان السلكية، جاويش وزملاؤه (2016).

وصلت نسبة الموت إلى أقصاها (100 %) في اليوم الخامس وذلك عند استخدام التركيزين 1000–2000 فرد معدي /مل من النوع *H. zealandica* كما بلغت هذه النسبة 83.33% عند التركيز 500، في حين وصلت نسبة موت اليرقات 50% في النوع *H. bacteriophora* عند التركيز 2000 فرد معدي /مل، وعند استخدام النوعين *S. feltiae* و *S. capocapsae* وصلت نسب الموت إلى 23.33–36.67% على التوالي مع التركيز 2000 فرد معدي /مل، بلغت نسبة الموت في اليوم السادس 100 % ولكل التراكيز المستخدمة في النوع *H. zealandica*، من جهة أخرى وصلت هذه النسبة إلى 80 % عند

استخدام النوع *H. bacteriophora* ، وكان اليوم السادس هو المدة اللازمة لقتل نصف يرقات التجربة تقريباً (53.33 %) عند استخدام التركيزين 1000–2000 من النوع *S. feltiae*، في حين وصلت هذه النسبة عند النوع *S. carpocapsae* إلى 43.33% باستخدام التركيزين 500–1000 وارتفعت إلى 46.67% عند التركيز 2000 فرد معدي /مل وأظهرت نتيجة التحليل الإحصائي أن الفروق معنوية بين الأنواع حيث تفوق النوع *H. zealandica* وحقق أعلى نسبة موت يليه النوعين *H. bacteriophora* و *S. feltiae* وكانت الفروق ظاهرية بينهما عند التركيزين 500–1000 ومعنوية عند التركيز 2000. تراوحت نسبة الموت في اليوم السابع بين 86.67–100% عندالنوع *H. bacteriophora* كما وصلت هذه النسبة إلى90 % عند استخدام النوع *S. feltiae* و 80% عند النوع *S. carpocapsae* وذلك عند استخدامها بالتركيز 2000 فرد معدي /مل، وبينت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروق معنوية بين أنواع النيماتودا المستخدمة عند مستوى معنوية 0.01، حيث تفوق النوع *H. zealandica* معنوياً على بقية الأنواع وكان هو النوع الأكثر فعالية ضد يرقات الديدان السلكية وبكل تراكيزه يليه النوع *H. bacteriophora* وكانت الفروق ظاهرية بينه وبين النوعين *S.carpocapsae* و *S. feltiae* عند التركيز 1000 الجدول (2)

أظهرت نتائج هذا البحث أن النيماتودا الممرضة للحشرات ذات إمراضية عالية إلى متوسطة ليرقات الديدان السلكية وهذا يتوافق مع بعض الدراسات المرجعية المشابهة (Ansari وزملاؤه 2009) بالمقابل هناك دراسات تخالف هذا الرأي حيث أكد Toba وزملاؤه (1983) أن النيماتودا غير ممرضة بشكل كافٍ ليرقات الديدان السلكية من النوع *Limonius californicus* فعند استخدام النوع *S. carpocapsae* بتركيز عالي كانت نسبة المكافحة قليلة وضعيفة، وبشكل مشابه أثبت Morris (1985) أن يرقات الديدان السلكية من النوع *Ctenicera destructor* غير حساسة للإصابة بالنيماتودا الممرضة للحشرات من النوعين *H. bacteriophora* و *S. carpocapsae* ويمكن

أن تعود هذه الاختلافات في الحساسية اتجاه النيماتودا الممرضة للحشرات إلى مجموعة من الحواجز المادية (فتحة الشرج مجهزة بعضلات قوية تجعلها ضيقة يصعب دخول أفراد النيماتودا من خلالها) عند يرقات الديدان السلكية تختلف باختلاف النوع (Edit و Thurston، 1995). كما بينت نتائج هذا البحث وجود فروق معنوية بين أنواع النيماتودا المستخدمة في إمراضيتها للديدان السلكية تفوق فيها النوع *H. zealandica* (100% مكافحة) يليه النوع *H. bacteriophora* (86–100%) و النوع *S. feltia* (73–90%) حيث تفوقا معنوياً على النوع *S. carpocapsae* (70–80% مكافحة) وهذا يتوافق مع إحدى الدراسات المرجعية (Ansari وزملاؤه 2009) حيث سجل النوع *H. bacteriophora* نسبة مكافحة 67% بينما انخفضت هذه النسبة إلى 50% عند النوع *S. carpocapsae* ولم تشاهد أي نسبة للموت عند استخدام النوع *S. feltiae* ، من جهة أخرى أشار Kovacs وزملاؤه (1980) أن استخدام النوع *S. carpocapsae* ضد الديدان السلكية في حقول الذرة خفض وبشكل واضح من أضرارها على المحصول، كما بينت إحدى الدراسات أن النوع *S. carpocapsae* استخدم للحد من أضرار الديدان السكية في حقول البطاطا في أوربا ونجح في خفض أعدادها وأضرارها بشكل واضح وبشكل خاص عندما استخدم إلى جانب الأصناف المقاومة و/أو المبيدات الحشرية (Schalk وزملاؤه 1993).

3–1–3– فاعلية النيماتودا في مكافحة يرقات الديدان القارضة *Agrotes ipsilon* (Lepidoptera:Noctuidae)

أظهرت الديدان القارضة حساسية عالية للإصابة بالنيماتودا الممرضة للحشرات ويبين الشكل (3) أعراض الإصابة، وإختلفت النسبة المئوية للموت بإختلاف نوع النيماتودا والتركيز المستخدم وهذا موضح في الجدول (3). بدأ تأثير النيماتودا يظهر بعد 48 ساعة من العدوى، حيث سجل النوع *H. bacteriophora* نسبة موت 46.67% وذلك بالتركيز 2000 فرد معدي /مل، بينما إنخفضت هذه النسبة إلى 26.67–

36.67% عند التركيزين 500–1000 فرد معدي /مل، وبشكل متقارب سجل النوع *H. zealandica* نسبة موت قدرها 43.33% باستخدام التركيز 2000 فرد معدي /مل، وإنخفضت هذه النسبة مع إنخفاض التركيز حيث وصلت إلى 16.67–36.67% عند التركيزين 500–1000، كان تأثير النوعين *S. feltiae* و *S. carpocapsae* جيداً في اليوم الثاني، وتم تسجيل نسب مختلفة من الموت 6.67–13.33–13.33% للنوع الأول، و 6.67–13.33–26.67% للنوع الثاني، وبينت نتائج التحليل الإحصائي لهذا اليوم تفوق النوعان *H. zealandica* و *H. bacteriophora* معنوياً على أنواع الجنس *Steinernema* .

إرتفعت نسبة الموت في اليوم الثالث لتصل إلى 73.33% عند استخدام النوع *H. zealandica* بالتركيز 2000، بينما بلغت هذه النسبة 36.67–46.67% عند التركيزين 500– 1000 فرد معدي /مل. بصورة متقاربة سجل النوع *H. bacteriophora* نسب الموت 40.00–53.33–66.67%، حيث إزدادت نسبة الموت مع إزدياد التركيز، كما إرتفعت نسبة موت اليرقات في اليوم الثالث عند استخدام النوعين *S. feltiae* و*S. carpocapsae*، حيث وصلت إلى 36.67 %عند الأول و 40% عند الثاني. استمر تفوق نوعي الجنس *Heterorhabditis* على نوعي الجنس *Steinernema* معنوياً، وكان أفضل تركيز 2000 فرد معدي /مل. كانت المدة اللازمة لقتل 100%من يرقات الدودة لقارضة أربعة أيام عند النوع *H. zealandica*، بينما عند النوع *H. bacteriophora* وصلت نسبة الموت في هذا اليوم إلى 56.67–80–90 % تبعاً لزيادة التركيز.

الجدول (2). التقييم المخبري لفاعية النيماتودا الممرضة للحشرات في مكافحة يرقات *Agriotes lineatus* .

$LSD_{0.01}$	النسبة المئوية للموت نوع النيماتودا				التركيز	اليوم
	S.carpocapsae	*S.feltiae*	*H.bacteriophora*	*H.zealandica*		
–	0.00	0.00	0.00^{B}	0.00^{B}	500	2
–	0.00	0.00	0.00^{B}	0.00^{B}	1000	
7.45	0.00 b	0.00^{b}	16.67^{aA}	13.33^{aA}	2000	
	–	–	7.56	7.56	$LSD_{0.01}$	
6.66	0.00^{abB}	0.00^{abA}	6.67^{aB}	6.67^{aB}	500	3
7.45	0.00^{bB}	6.67^{abA}	10.00^{aB}	13.33^{aB}	1000	
9.42	13.33^{bcA}	6.67^{cA}	20.00^{abA}	26.67^{aA}	2000	
	7.56	7.56	7.56	11.95	$LSD_{0.01}$	
11.04	6.67^{bB}	6.67^{bB}	10.00^{bB}	53.33^{aC}	500	4
11.04	10.00^{bB}	16.67^{bA}	16.67^{bAB}	63.33^{aB}	1000	
8.81	20.00^{bA}	20.00^{bA}	26.67^{bA}	76.67^{aA}	2000	
	7.56	7.56	11.95	7.56	$LSD_{0.01}$	
6.66	16.67^{cA}	16.67^{bcB}	23.33^{bB}	83.33^{aB}	500	5
9.99	13.33^{dA}	33.33^{bAA}	23.33^{cB}	100.00^{aA}	1000	
7.45	23.33^{dA}	36.67^{cA}	50.00^{bA}	100.00^{aA}	2000	
	15.11	11.95	11.95	7.56	$LSD_{0.01}$	
13.73	43.33^{bA}	36.67^{bB}	50.00^{bB}	100.00^{a}	500	**6**
9.42	43.33^{cA}	53.33^{bA}	56.67^{bB}	100.00^{a}	1000	
15.97	46.67^{cA}	53.33^{cA}	80.00^{bB}	100.00^{a}	2000	
	27.24	15.11	17.72	–	$LSD_{0.01}$	
9.42	70.00^{cA}	73.33^{cB}	86.67^{bB}	100.00^{a}	500	**7**
12.9	80.00^{bA}	86.67^{abA}	90.00^{abB}	100.00^{a}	1000	
9.99	80.00^{cA}	90.00^{bA}	100.00^{aA}	100.00^{a}	2000	
	22.27	9.25	7.56	–	$LSD_{0.01}$	
	0.00				**الشاهد**	

*الأحرف الصغيرة المختلفة ضمن السطر تشير إلى وجود فروق معنوية بين الأنواع، الأحرف الكبيرة المختلفة ضمن العمود تشير إلى وجود فروق معنوية بين التراكيز ضمن النوع الواحد عند مستوى معنوية 0.01.

إرتفعت نسبة الموت عند النوع *S.feltiae* بشكل ملحوظ حيث سجلت 63.33-73.33-70%، وكانت النسبة المئوية للموت 36.67-46.67-56.67% عند النوع *S. carpocapsae*، تفوق النوع *H. zealandica* معنوياً على بقية الأنواع حيث حقق أعلى نسبة للموت (100%)، و كانت الفروق ظاهرية بين النوع *H. bacteriophora* والنوع *S. feltiae* وتفوقا معنوياً على النوع *S. carpocapsae*، وصلت في اليوم الخامس نسبة الموت إلى 100% عند النوع *H. bacteriophora* بالتركيز 2000 فرد معدي /مل، وإنخفضت هذه النسبة إلى 86.67-90% عند انخفاض التركيز، بينما إرتفعت هذه النسبة لتصل إلى أعلاها 100% عند النوع *S. feltiae*، أما النوع *S. carpocapsae* فكانت نسبة الموت عنده تتراوح بين 53.33-68.67% مع إختلاف التركيز، تفوق النوعان *H. zealandica* و *S. feltiae* معنوياً، وكانت هناك فروق معنوية بين النوعين *H. bacteriophora* و *S. carpocapsae* تفوق فيها الأول (LSD=5.77). كانت نسبة الموت 100% في اليوم السادس عند النوع *H. bacteriophora*، وإرتفعت عند النوع *S. carpocapsae* لتصل إلى 86.67-93.33-100% ، وسُجلت فروق معنوية بين النوع الأخير وبقية الأنواع عند التركيزين 500-1000.

في اليوم السابع بلغت نسبة الموت 100% لجميع الأنواع.

الشكل (3) أعراض الإصابة بالنيماتودا الممرضة للحشرات على يرقات الدودة القارضة، جاويش وزملاؤه (2016).

بينت نتائج هذا البحث السمية العالية للنيماتودا الممرضة للحشرات على يرقات الدودة القارضة وهذا يتوافق مع معظم الأبحاث التي إختبرت قدرة النيماتودا على مكافحة الديدان القارضة (Capinera وزملاؤه، 1988؛ Levine و Oloumi–Sadeghi ،

1992؛ Shapiro وزملاؤه، 1999)، وقد أكد على هذه السمية العالية Dunphy و Webster (1988) وأضافا أن هذه السمية العالية تختلف بشكل كبير عند أنواع النيماتودا بإختلاف البكتريا المتعايشة معها.

أشار Badr El-Sabah وزملاؤه (2009) أن نسبة الموت المسجلة ليرقات الديدان القارضة عند استخدام النوع *S. carpocapsae* تراوحت بين 70-100% كما سجلت النسبة 80-100% عند استخدام النوع *H. bacteriophora* وهذا يتوافق مع نتائج هذا البحث، بينما كانت نسبة الموت المسجلة للنوع *S. carpocapsae* بين 67-80% بالرش الحقلي (Yokomizo و Kashio، 1996).

من نتائج هذا البحث تبين تفوق النوع *H. bacteriophora* معنوياً على النوع *S. carpocapsae* في فعاليته ضد يرقات الديدان القارضة، وهذا ما أثبته Badr El-Sabah وزملاؤه (2009) عندما طبقوا هذان النوعان ضد يرقات الديدان القارضة حقلياً، كما تثبت أغلب الدراسات المشابهة أن تأثير النيماتودا يزداد بازدياد تركيزها (Lossbroek و Theunissen ، 1985؛ Badr El-Sabah وزملاؤه، 2009)، وهذا يتفق مع ما جاء في هذا البحث حيث كانت هناك معنوية في الفروق بين التراكيز وتفوق التركيز الأعلى في أغلب الأحيان.

بينت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروق معنوية بين العوائل الحشرية الثلاثة المستخدمة (الدودة البيضاء، الديدان السلكية، الدودة القارضة)، وكانت يرقات الدودة القارضة هي الأكثر حساسية وتفوقت معنوياً على الديدان السلكية والدودة البيضاء، ويمكن أن يُعزى السبب في إنخفاض حساسية الديدان البيضاء للإصابة بالنيماتودا وحسب الدراسات المرجعية إلى أن الديدان البيضاء طورت العديد من الميكانيكيات الدفاعية المورفولوجية والسلوكية ضد النيماتودا، منها تقليل كمية غاز ثاني أوكسيد الكربون الذي يُطرح عن طريق الثغور التنفسية، ووجود صفيحة تشبه الغربال تغطي الثغور التنفسية، واتباع أسلوب المراوغة والهروب من النيماتودا، إضافة إلى الأغشية بين

الحلقات السميكة (Cui وزملاؤه، 1993؛ Wang وزملاؤه، 1995)، لذلك عند استخدام النيماتودا كعامل مكافحة ضد الديدان البيضاء لابد من الأخذ بعين الاعتبار نوع النيماتودا المستخدم في المكافحة حيث يجب أن يكون متأقلم مع الظروف البيئية والحيوية للديدان البيضاء (Klein وزملاؤه، 2007).

الجدول(3). التقييم المخبري لفاعلية النيماتودا الممرضة للحشرات في مكافحة يرقات *Agrotes ipsilon*

اليوم	التركيز	النسبة المئوية للموت نوع النيماتودا				$LSD_{0.01}$
		H.zealandica	*H.bacteriophora*	*S.feltiae*	*S.carpocapsae*	
2	500	16.67 ^{abB}	26.67 ^{aB}	6.67 ^{bA}	6.67 ^{bB}	12.9
	1000	36.67 ^{aA}	36.67 ^{aAB}	13.33 ^{bA}	13.33 ^{bAB}	6.66
	2000	43.33 ^{aA}	46.67 ^{aA}	13.33 ^{cA}	26.67 ^{bA}	8.81
$LSD_{0.01}$		11.95	13.09	7.56	15.11	
3	500	36.67 ^{aB}	40.00 ^{aB}	26.67 ^{abB}	16.67 ^{bB}	16.31
	1000	46.67 ^{bB}	53.33 ^{aAB}	33.33 ^{cAB}	26.67 ^{dAB}	6.66
	2000	73.33 ^{aA}	66.67 ^{aA}	36.67 ^{bA}	40.00 ^{bA}	14.89
$LSD_{0.01}$		11.95	18.51	7.56	15.11	
4	500	100.0 ^{a}	56.67 ^{bB}	63.33 ^{bA}	36.67 ^{cB}	9.42
	1000	100.0 ^{a}	80.00 ^{bA}	70.00 ^{bA}	46.67 ^{cAB}	15.26
	2000	100.0 a	90.00 ^{bA}	73.33 ^{cA}	56.67 ^{dA}	9.42
$LSD_{0.01}$		–	11.95	19.99	13.09	
5	500	100.0 a	86.67 ^{bB}	100.0^{a}	53.33 ^{cB}	9.42
	1000	100.0 a	90.00 ^{bB}	100.0 ^{a}	63.33 ^{cB}	5.77
	2000	100.0 a	100.0 ^{aA}	100.0 ^{a}	86.67 ^{bA}	5.77
$LSD_{0.01}$		–	7.56	–	15.11	
6	500	100.00 ^{a}	100.0 ^{a}	100.0 ^{a}	86.67 ^{bB}	5.77
	1000	100.00 ^{a}	100.0 ^{a}	100.0 ^{a}	93.33 ^{bAB}	5.77
	2000	100.00	100.00	100.0	100.00	–
$LSD_{0.01}$		–	–	–	9.25	
7	500	100.00	100.00	100.0	100.00	–
	1000	100.00	100.00	100.00	100.00	–
	2000	100.00	100.00	100.00	100.00	–
الشاهد		0.00				

*الأحرف المختلفة الصغيرة ضمن السطر تشير إلى وجود فروق معنوية بين الأنواع، الأحرف الكبيرة المختلفة ضمن العمود تشير إلى وجود فروق معنوية بين التراكيز ضمن النوع الواحدعند مستوى معنوية 0.01.

وتشير دراسة مخبرية لمقارنة حساسية أربعة أنواع من الديدان البيضاء: *Anomala orientalis* , *Popillia japonica* *Cyclocephala borealis* , *Rhizotrogus majalis* اتجاه النيماتودا الممرضة للحشرات التابعة للأنواع *H.bacteriophora* ، *H.zealandica* و *H.megidis* أن نوع الديدان البيضاء *R.majalis* هو أقلها حساسية للإصابة بأنواع النيماتودا الأربعة، حيث أن نسبة الموت لم تزيد عن 20%، أما بقية أنواع الديدان البيضاء فكانت حساسة للإصابة بأنواع النيماتودا الأربعة (Grewal وزملاؤه، 2001).

إختلف تأثير أنواع النيماتودا في حشرات التربة وتشير الدراسات المرجعية عموماً أن أنواع النيماتودا ذات الحركة والنشاط مثل .spp *Heterorhabditis* و *S.glaseri* متأقلمة أكثر من غيرها من الأنواع لإصابة حشرات التربة مثل الديدان البيضاء مقارنة بالأنواع ذات سلوك الترقب والانتظار مثل *S.carpocapsae* (Gaugler وزملاؤه، 1997)، هذا الإختلاف في سلوك البحث عن العائل يبرر تفوق النيماتودا *H.bacteriophora* و *H.zealandica* على النوع *S.carpocapsae* في مكافحة الخنفساء اليابانية *Popillia japonica* (Georgis و Poinar، 1994)، إضافة إلى ذلك فإن الاختلاف في فعالية المكافحة بين أنواع النيماتودا تعود إلى التفاعل بين المعقد نيماتودا – بكتريا ونوع حشرات التربة (Koppenhofer وزملاؤه، 2000).

2-3- الاختبار الحقلي لفاعلية النيماتودا الممرضة للحشرات في مكافحة يرقات من فصيلة Scarabaidae

تحققت بعد 7 أيام من التطبيق نسبة مكافحة تتراوح بين 15.6-24.4% عند النوع *H. bacteriophora* وذلك باستخدام التركيزين 1000-2000 طور معدي/مل على التوالي، في حين سجل النوع *H. zealandica* نسبة مكافحة 24.4% عند استخدامه

بـالتركيز 1000 طـور معـدي/مل، والنسـبة 35.6% عنـد اسـتخدامه بـالتركيز الأعلـى، وتشـير نتـائج التحليل الإحصـائي باختبـار T-Test إلـى عدم وجـود فـروق معنويـة بـين النـوعين عند التركيز 1000 طور معدي/مل بينما تفوق النوع *H. zealandica* على النوع *H. bacteriophora* عند استخدام التركيز 2000 طور معدي/مل.إرتفعت نسبة المكافحـة بعـد 14 يـوم مـن التطبيـق لتصـل إلـى 40% عنـد اسـتخدام النـوع *H. bacteriophora* بـالتركيز المـنخفض، و 55.6% عنـد اسـتخدامه بـالتركيز المرتفـع، بينمـا ازدادت هذه النسبة عند النوع *H. zealandica* لتصل إلـى 53.3% بـالتركيز المنخفض و 77.8% بالتركيز المرتفع، وبينت نتائج تحليل التباين إلى معنوية الفروق حيث تفوق النوع *H. zealandica* معنوياً على النوع *H. bacteriophora* عند التركيزين 1000-2000 طور معدي/مل وهذا موضح في الجدول (4)، وكانت الفروق ظاهرية بين التركيزين ضمن النوع النيماتودي .

الجدول (4). التقييم الحقلي للمكافحة الحيوية ليرقات الدودة البيضاء باستخدام نوعين من النيماتودا الممرضة للحشرات.

نوع النيماتودا	نسبة الموت					
	اليوم 7		$LSD_{0.05}$	اليوم 14		$LSD_{0.05}$
	التركيز (C)			التركيز (C)		
	1000	2000	بين التراكيز	1000	2000	التراكيز
H. bacteriophora	15.6 [a]	24.4 [b]	9.56	40.0 [b]	55.6 [b]	25.30
H. Zealandica	24.4 [a]	35.6 [a]	19.12	53.3 [a]	77.8 [a]	50.59
$LSD_{0.05}$ بين الأنواع	13.80	8.73		11.8	20.59	
الشاهد	00	00		00	00	

اختلاف الأحرف في العمود الواحد تعني وجود فروق معنوية عند مستوى دلالة 0.05.

إن هذا التأثير الواضح للنوع *H. zealandica* في مكافحة الديدان البيضاء قد يعود إلى قدرة أفراده العالية على الإختراق ودخول العائل بالمقارنة مع النوع *H. bacteriophora* (Grewal وزملاؤه ، 2004)، وبصورة مشابهة لنتائج هذا البحث سجل Grewal وزملاؤه (2002) أن قدرة النوع *H. zealandica* على إختراق يرقات

الديدان البيضاء وإحداث العدوى أكثر بأربع مرات من قدرة النوع *H. bacteriophora* وأكد أن هذه القدرة على المكافحة تعود لإمكانية هروب أفراد هذا النوع *H. zealandica* من الكبسلة عند الديدان البيضاء وهي رد فعل دفاعي ضد النيماتودا وبذلك يصبح أكثر فاعلية في المكافحة.

الاستنتاجات والتوصيات

- إختلفت سلوك النيماتودا الممرضة للحشرات المختبرة في البحث عن العائل مما أدى إلى اختلاف فعاليتها على الحشرات المدروسة. لذلك تفوقت النيماتودا و *H.zealandica* على النوع *H. bacteriophora* في مكافحة الديدان البيضاء.
- إن هذا التأثير الواضح للنوع H. zealandica في مكافحة الديدان البيضاء قد يعود إلى قدرة أفراده العالية على الإختراق ودخول العائل بالمقارنة مع النوع H. bacteriophora.
- ضرورة استخدام النيماتودا الممرضة للحشرات في مكافحة آفات الحدائق والملاعب الرياضية المختلفة

المراجع:

- جاويش **أماني.(2016)**. رسالة دكتوراه. التوصيف الحيوي والمورفولوجي لعزلات النيماتودا الممرضة للحشرات والبكتريا المتعايشة معها وتقييم كفاءتها في مكافحة حشرات التربة. جامعة دمشق، سوريا. 210 ص.

- **Ansari, M. A., Shah, F. A. and Butt, T. M. (2009)**. The entomopathogenic nematode Steinernema kraussei and Metarhizium anisopliae work synergistically in controlling overwintering larvae of the black vine weevil, Otiorhynchus sulcatus, in strawberry growbags. Biocontrol Science and Technology 20, 99-105.
- **Ansari MA, Shah FA, Butt TM. (2008).** Combined use of entomopathogenic nematodes and Metarhizium anisopliae as a new approach for black vine weevil, Otiorhynchus sulcatus, control. Entomologia Experimentalis et Applicata. 129:340–347.
- **Badr El – Sabah A. Fetoh, Amani S. Khaled and Thoraia F. K. El-Nagar. (2009).** Combined effect of entomopathogenic nematodes and biopesticides to control the greasy cutworm, Agrotis ipsilion (Hufn.) in the strawberry fields. Egypt. Acad. J. biolog. Sci., 2 (1): 227- 236
- **Bedding R.A. (1998).** Future possibilities for using ento-mopathogenic nematodes. Japanese Journal of Nematology, 28: 46-60.
- **Bedding, R**. A. and R.J.Akhurst. (1975). A simple technique for the detection of insect parasitic nematodes in the soil. Nematol, 21: 109-110.
- **Capinera JL, Pelissier D, Menout GS, Epsky ND. (1988).** Control of black cutworm, Agrotis ipsilon (Lepidoptera: Noctuidae), with entomogenous nematodes (Nematoda: Steinernematidae, Heterorhabditidae) Journal of Invertebrate Pathology. 52:427–435
- **Cui L, Gaugler R, Wang Y. (1993).** Penetration of Steinernematid nematodes (Nematoda: Steinernematidae) into Japanese beetle larvae (Coleoptera: Scarabaeidae) Journal of Invertebrate Pathology. 62:73–78.
- **Divya, K. and M. Sankar. (2009)**. Entomopathogenic nematodes in pest management. Indian Journal of Science and Technology 2:53- 60.
- **Dunphy, GB. Webster, JM. (1998).** Virulence mechanisms of Heterorhabditis heliothidis and its bacterial associate, Xenorhabdus luminescens, in non-immune larvae of the greater wax month, Galleria mellonella. I. J. Parasitol., 18: 729-737.

- **Eidt DC, Thurston GS. (1995).** Physical deterrents to infection by entomopathogenic nematodes in wireworms (Elateridae: Coleoptera) and other soil insects. Canadian Entomologist. 127:423–429.
- **Fleming, W.E. (1968).** Biological control of the Japanese beetle. US Dep. Agric. Tech. Bull. No. 1383.
- **Gaugler, R., Lewis, E., Stuart, R.J., (1997).** Ecology in the service of biological control: the case of entomopathogenic nematodes. Oecologia 109, 483–489.
- **Georgis, P. O. and G. O. Poinar. (1989).** Field effectiveness of entomophilic nematodes, *Neoaplectana* and *Heterorhabditis*. In : A. R. Lesile, and R. L. Metcalf. Eds. Pp. 213-224. Integrated past management for turf grass and ornamentals. US Environmental Protection Agency, Washington, D.C., 337.
- **Georgis, R., Poinar Jr., G.O. (1994)**. Nematodes as bioinsecticides in turfand ornamentals. In: Leslie, A.R. (Ed.), Handbook of Integrated Pest Management for Turf and Ornamentals. CRC Press, Boca Raton, FL, pp. 477–489.
- **Georgis, R. and Gaugler, R. (1991)**. Predictability in biological control using entomopathogenic nematodes. Journal of Economic Entomology 84, 713–720.
- **Glaser, R.W. (1932).** Studies on Neoplectana glaseri, a nematode parasite of the Japanese beetle (Popillia japonica). New Jersey Department of Agriculture Circular No. 211.
- **Glazer, I., and Lewis, E. E. (1998). Bioassays for entomopathogenic** nematodes. In A. Navon (Ed.), Bioassays for entomopathogens and nematodes (pp. 274–293). Wallingford, UK: CABI
- **Grewal PS, Ehlers RU,** Shapiro-**Ilan DI .(2005)**. Nematodes as biocontrol agents. CABI, New York, USA
- **Grewal PS, Power KT, Grewal SK, Suggars A, Haupricht S. (2004)**. Enhanced consistency in biological control of white grubs (Coleoptera: Scarabaeidae) with new strains of entomopathogenic nematodes. Biological Control. 30:73–82.
- **Grewal, P. S., Kevin, T. Power and M. Klein. (2002)**. *Heterorhabditis zealandica*: anew tool in the management of white grubs in turfgrass and ornamentals. This presentation is part of: Arthropoda pests of turfgrass 0177.

- **Grewal PS, Power KT, Shetlar DJ. (2001).** Neonicotinoid insecticides alter diapause behavior and survival of overwintering white grubs (Coleoptera: Scarabaeidae) Pest Management Science. 57:852–857.
- **Kaya HK and Stock SP .(1997). Techniques in insect nematology. In: Manual of Techniques in insect Pathology. Biological Techniques Series (Ed. Lacey LA), pp. 281–324.**
- **Klein MG, Grewal PS, Jackson TA, Koppenhöfer AM. (2007). La**wn, turf and grassland pests. Pp. 655–675 in L. A. Lacey and H. K. Kaya, eds. Field manual of techniques in invertebrate pathology: Application and evaluation of pathogens for control of insects and other invertebrate pests, second ed. Dordrecht: Springer.
- **Klein MG. (1993)**. Biological control of scarabs with entomopathogenic nematodes. In: Bedding, R., Akhurst, R. and Kaya, H.K. (eds) Netodes and the Biological Control of insect pests. CSIRO puplications, Est Melboume, Astralia, pp.49-58.
- **Klein MG. (1990)**. Efficacy against soil-inhabiting insect pests. In: Gaugler R and Kaya HK. ed. Entomopathogenic Nematodes in Biological Control. CRC Press. Boca Raton, FL; Pp. 195-214.
- **Koppenhofer, A. M. and Fuzy, E. M. (2008)**. Effect of the anthranilic diamide **insecticide**, chlorantraniliprole, on *Heterorhabditis bacteriophora* (Rhabditida: Heterorhabditidae) efficacy against white grubs (Coleoptera: Scarabaeidae). Biological Control 45, 93-102.
- **Koppenhofer, A.M. and E.M. Fuzy. (2006)**. Effect of soil type on infectivity and persistence of the entomopathogenic nematodes *Steinernema scarabaei*, *Steinernema glaseri*, *Heterorhabditis zealandica*, and *Heterorhabditis bacteriophora*. Journal of Invertebrate Pathol, 92:11-22.
- **Koppenhöfer, A.M., Fuzy E.M.,** Crocker **R., Gelernter W., and Polavarapu S .(2004).** Pathogenicity of Steinernema scarabaei, Heterorhabditis bacteriophora and S. glaseri to twelve white grub species. Biocontrol Sci. Technol. 14, 87-92.
- **Koppenhofer, A.M. and Fuzy, E.M. (2003)**. *Steinernema scarabaei* for the control of white grubs. Biological Control 28, 47–59.

- **Koppenhofer, A.M., Wilson, M.G., Brown, I., Kaya, H.K. and Gaugler, R. (2000)**. Biological control agents for white grubs (Coleoptera: Scarabaeidae) in anticipation of the establishment of the Japanese beetle in California. Journal of Economic Entomology 93, 71–80.
- **Kovacs, A., Deseo, K.V., Poinar Jr., G.O., De Leoardis, A., .(1980)**. Prove di lotta contro insetti con applicazione di nematode entomogeni. Atti Giornale Fitopatologiche 1, 499–546.
- **Levine, E.,** Oloumi-**Sadeghi, H., .(1992)**. Field evaluation of *Steinernema carpocapsae* (Rhabditida: Steinernematidae) against black cutworm (Lepidoptera: Noctuidae) larvae in field corn. J. Entomol. Sci. 27, 427–435.
- **Lewis EE** and **Clarke DJ. (2012)**. Nematode parasites and entomopathogens. Pp. 395–443 in F. E. Vega and H. K. Kaya, eds. Insect pathology, second ed. San Diego: Academic Press.
- **Lossbroek TG and Theunissen J .(1985)**. The entomogenous nematode Neoplectana *bibionis* as a biological control agent of Agrotis segetum in lettuce. Exp. Appl. Nematol. 39, 261-264.
- **Morris, O.N., .(1985**). Susceptibility of 31 species of agricultural pests to entomogenous nematodes Steinernema feltiae and Hetrorhabditis bacteriophora. Can. Entomol. 122, 309–320.
- **Peters A .(1996).** The natural host range of Steinernema and Heterorhabditis spp and their impact on insect populations. Biocontrol Sci Technol 6:389-402
- **Poinar, G. O., Jr., and Veremtshuk, G. V. (1970).** A new strain of entomopathogenic nematodes and geographical distribution of Neoaplectana carpocapsae Weiser (Rhabditida, Steinernematidae). Zoo-logical Journal 49:966–969.
- **Rosa J.S. and Simões N., .(2004).** Evaluation of twenty-eightstrains of Heterorhabditis bacteriophora isolated in Azoresfor biocontrol of the armyworm, Pseudaletia unipuncta (Lepidoptera: Noctuidae). Biological Control, 29: 409-417.
- **Schalk, J. M., Bohac, J. R., Dukes, P. D., and Martin, W. R. (1993).** Potential of non-chemical control strategies for reduction of soil insect damage in sweet potato. Journal of the American Society for Horticultural Science, 118, 605-608.

- **Shapiro, D. I., J. R. Cate, J. Pena, A. Hunsberger, and C. W. (1999).** Effects of temperature and host range on suppression of Diaprepes abbreviatus (Coleoptera: Curculionidae) by entomopathogenic nematodes. Journal of Economic Entomology 92:1086–1092.
- **Simard L, Bélair G, Brodeur J .(2001).** Susceptibility of the European chafer (Coleoptera: Scarabaeidae) to entomopathogenic nematodes (Rhabditida: Steinernematidae, Heterorhabditidae). J Nematol 33: 297–301.
- **Toba, H. H., Lindergren, J. E., Turner, J. E., and Vail, P. V. (1983).** Susceptibility of the Colorado potato beetle and the sugarbeet wireworm to Steinernema feltiae and S. glaseri. J. Nematol. 15: 597-601.
- **Wang, Y., Campbell, J.F. and Gaugler, R. (1995).** Infection of entomopathogenic nematodes Steinernema glaseri and Heterorhabditis bacteriophora against Popillia japonica (Coleoptera: Scarabaeidae) larvae. Journal of Invertebrate Pathology 66, 178–184.
- **Watschke, T.L.; P.H. Dernoeden, D.J. Shetlar. (1995).** Managing Turfgrass Pests. Boca Raton: CRC, 384p.
- **Williams EC, Walters KFA. (2000).** Foliar application of the entomopathogenic nematode Steinernema feltiae against leafminers on vegetables. Biocontrol. Science and Technology. 10:61–70
- **Woodring, J. L., and H. K. Kaya. (1988).** Steinernematid and heterorhabditid nematodes: A handbook of biology and techniques. Southern Cooperative Series Bulletin 331. Fayetteville, AR: Arkansas Agricultural Experiment Station.
- **Wright PW .(1992).** Cool temperature reproduction of steinernematid and heterorhabditid nematodes. J Invertebr Pathol 60:148–151
- **Yokomizo K, Kashio T .(1996).** Application of an entomogenous nematode, Steinernema carpocapsae, for control of the cutworm, Agrotis segetum, in carrot fields. Proceedings of the Association for Plant Protection of Kyushu 42: 89–92 (in Japanese).