مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم البيولوجية المجلد (40) العدد (5) 2018
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Biological Sciences Series Vol. (40) No. (5) 2018

الوجود الطبيعي للنيماتودا الممرضة للحشرات (EPNs) في بساتين الحمضيات في محافظة اللاذقية- سورية

الدكتور نبيل أبو كف*
الدكتور مازن البودي**
الدكتورة ماجدة مفلح **
غادة زيني***

(تاريخ الإيداع 27 / 5 / 2018. قبل للنشر في 17 / 9 / 2018)

□ ملخّص □

نُفِذَ البحث في مخبر النيماتودا في مركز البحوث العلمية الزراعية باللاذقية، وهدف إلى تقصي وجود النيماتودا الممرضة للحشرات (EPNs)في ترب بساتين الحمضيات في محافظة اللاذقية. تمَّ القيام بعدة جولات حقلية إلى مناطق زراعة الحمضيات خلال العامين (2016-2017)، جُمع خلالها 66 عينة ترابية مركبة، كُشف عن وجود النيماتودا الممرضة للحشرات باستخدام طريقة طعوم العمر اليرقي الأخير من دودة الشمع الكبرى.*Galleria mellonella* L (المربّاة على بيئة اصطناعية)، كما اتبعت تقنية مصيدة وايت للحصول على الطور اليرقي المعدي الثالث(IJ).

تم تمييز الجنس *Heterorhabditis* (Ord. Rhabditida: Fam. Heterorhabditidae) من خلال تغير لون يرقات دودة الشمع المصابة إلى لون أحمر قرميدي، وبعض الصفات المورفولوجية، وُحدِّد النوع *H. bacteriophora* من خلال بعض القياسات البيومترية للطور اليرقي المعدي.

بينت نتائج الحصر أن 12.12% من المجموع الكلي للعينات قد احتوى على النيماتودا الممرضة للحشرات، وتمَّ الحصول على 8 عزلات محلية وجدت طبيعياً في المناطق التالية: البصة، المغريط، الشامية، غيّو، الخرنوبة، السرسكية، فديو، برج القصب. أظهرت نتائج تحليل العينات الترابية في هذه الدراسة وجود النيماتودا الممرضة للحشرات في ترب لومية رملية، لومية سلتية، رملية لومية، رملية طينية لومية، وطينية، وذات درجات حموضة (pH 8.03-6.34)، ومحتوى المادة العضوية (4.82-1.99) غ/100غ، وتراوحت درجة الملوحة من 0.33 إلى 0.82 m/ds.

الكلمات المفتاحية: تقصي، نيماتودا، EPN، *Heterorhabditis*، حمضيات، اللاذقية، سورية.

* **أستاذ – قسم وقاية النبات في كلية الزراعة – جامعة تشرين- اللاذقية – سورية.**
** **باحث في مركز بحوث اللاذقية – قسم وقاية النبات – الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية – اللاذقية – سورية.**
*** **طالبة دراسات عليا(دكتوراه)- قسم وقاية النبات في كلية الزراعة – جامعة تشرين- اللاذقية – سورية.**

مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم البيولوجية المجلد (40) العدد (5) 2018
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Biological Sciences Series Vol. (40) No. (5) 2018

Natural Occurrence of Entomopathogenic Nematodes (EPNs) in Citrus Orchards in Lattakia Governorate, Syria.

Dr. Nabil Abo Kaf*
Dr. Mazen Al- Body**
Dr. Majda Mofleh**
Ghadah Zeini***

(Received 27 / 5 / 2018. Accepted 17 / 9 /2018)

□ ABSTRACT □

This research was conducted in laboratory of Nematology in the Center of Scientific Agricultural Research in Lattakia, to detection of Entomopathogenic Nematodes (EPNs) in Citrus Orchards soils in Lattakia governorate.

A total of 66 composite soil samples were collected from Citrus orchards during (2016-2017). Entomopathogenic nematodes (EPNs) were recovered from soil samples by the insect baiting technique, using seventh instar larvae of the Greater wax moth *Galleria mellonella* (Lepidoptera: Pyralidae). Infective juveniles (IJs) were collected from *G. mellonella* cadavers using the method of White (1927).

EPN isolates were identified based on morphometric methods. Eight isolates were identified as *Heterorhabditis bacteriophora* Poinar 1976 (Ord. Rhabditida: Fam. Heterorhabditidae) .

Positive soil samples ratio was 12.12% of total samples, where EPNs isolates were extracted from regions (Al-Bassa, Al-Magreet, Al-Shamia, Gio, Al-Kharnoba, Al-Sorsokia, Fideo, Borj Al-Qasab). The soil textures of the EPNs positive samples were (sandy loam, silt loam, loamy sand, loamy clay sand, clay) with (pH 6.34- 8.03) and (1.99- 4.82) g\100g organic content. The electrical conductivity of the nematode positive soils varied from 0.33 to 0.82 ds/m.

Key Words: Isolation, Nematode, EPN, *Heterorhabditis*, Citrus, Lattakia, SYRIA.

* **Professor, Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Tishreen University, Syria.**
** **Researcher, General Commission for Scientific Agricultural Research , Department of plant portection , Lattakia, Syria.**
*** **Postgraduate Student (Doctorate), Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Tishreen University, Syria.**

مقدمة:

ركّزت معظم أبحاث النيماتودا الممرضة للحشرات Entomopathogenic Nematodes (EPNs) على وجودها، وفعاليتها، واستمرارها(Gaugler, 2002; Grewal *et al*., 2005). وعزلت الـ EPNs من ترب بلدان مختلفة في أنحاء العالم مثل بلغاريا (Gradinarov *et al*., 2012)، وبولندا (Tumialis *et al*., 2016)، والتشيك (Mráček *et al*., 1999)، والهند (Kumari *et al*., 2017)، والبرازيل (Brida *et al*., 2017)، والأرجنتين (Cagnolo *et al*., 2016) وبلدان حوض البحر المتوسط كالبرتغال (Valadas *et al*., 2014)، وإيطاليا (Tarasco *et al*., 2014)، وتركيا (Canhilal *et al*., 2017)، ولبنان (Noujeim *et al*., 2011)، والأردن (Stock *et al*., 2008)، ومصر (Shamseldean and Abd-Elgawad, 1994).

أجريت أبحاث عديدة في سورية للتقصي عن النيماتودا الممرضة للحشرات، فقد أظهرت نتائج حصرها في الترب السورية لبعض المحافظات وجود نوع واحد من النيماتودا هو *Heterorhabditis bacteriophora* وذلك في مناطق الرقة ودير الزور وأريحا (Canhilal *et al*., 2006). وفي دراسة لمسلم (2009) تمّ الحصول على 13 عزلة من EPNs وحدّد النوع *Steinernema cubanum* والنوع *H. bacteriophora* ثم درست فعالية هذه العزلات في مكافحة حشرة الكابنودس *Capnodis* spp. في بساتين اللوزيات في محافظة اللاذقية. حدّد العسس وآخرون (2009) بعض أجناس الـ EPNs في بساتين اللوزيات والتفاحيات والحمضيات وكروم العنب والجوز وحقول الخضار والمحاصيل النجيلية والمروج الخضراء ومن تحت أشجار الحور والزيتون في محافظة ريف دمشق، كما حدّد العسس وحيدر (2010) وجود 4 عزلات تعود لأربع أنواع من الجنس *Heterorhabditis* و3 عزلات من الجنس *Steinernema* في دراسة أخرى لتقصي النيماتودا الممرضة للحشرات في بساتين اللوزيات في حماة وحمص، وبيّنت نتائج المسح الذي جرى في المنطقة الجنوبية من سورية للتقصي عن وجود النيماتودا والفطريات الممرضة للحشرات من قبل AL-Manoufi وآخرون (2012) وجود الجنس *Steinernema* sp. بنسبة 1.27% في ترب بساتين التفاح في منطقة ضهر الجبل في محافظة السويداء.

استخدمت النيماتودا الممرضة للحشرات Entomopathogenic Nematodes (EPNs) بشكل فعال كأحد عوامل المكافحة الحيوية للحشرات في برامج إدارتها(Grewal *et al*. 2005)، وهي تمتلك عدداً من الصفات التي تسهل استخدامها كعوامل مكافحة حيوية (Lacey & Georgis, 2012)، مثل القدرة على البحث عن عوائلها، ونظراً لقدرتها التكاثرية العالية فهي ذات قدرة على التأثير السريع وتخفيض كثافات الآفة، وهي غير سامة للإنسان، وتعتبر آمنة على البيئة، ويمكن تربيتها بشكل كمي، وتشكيل مستحضراتها ثم تطبيقها (Koppenhöfer *et al*., 2012).

ونظراً لإمكانية استخدام EPNs كعوامل مكافحة حيوية لذبابة فاكهة البحر المتوسط في عدة بلدان من العالم (Laborda *et al*., 2003; Almeida *et al*., 2007; Malan & Manrakhan, 2009; Rohde *et al*., 2012) ولعدم وجود أي دراسات أو أبحاث في بساتين الحمضيات في المنطقة الساحلية من سورية فقد هدف هذا البحث إلى تقصي وجود النيماتودا الممرضة للحشرات في ترب بساتين الحمضيات المزروعة في محافظة اللاذقية.

طرائق البحث ومواده

1-جمع االعينات الترابية:

تمّ جمع 66 عينة ترابية من بساتين الحمضيات في محافظة اللاذقية خلال العامين(2016-2017)، أُخذت كل عينة ترابية بمقدار 1 كغ، مركبة من 4 تحت عينات بسيطة بعد استبعاد الطبقة السطحية الجافة والتي يستبعد وجود النيماتودا فيها، على عمق 5- 30 سم، وعلى بعد (100) سم من ساق شجرة الحمضيات باستخدام مجرفة يدوية، ووضعت العينات في أكياس بلاستيكية لمنع فقد الرطوبة، أرفقت العينات ببطاقة بيانات(الموقع- رقم الحقل- رقم العينة- تاريخ الجمع)، حفظت العينات بعيداً عن أشعة الشمس المباشرة ونقلت إلى مخبر النيماتودا في مركز البحوث العلمية الزراعية باللاذقية.

كما سُجّل في جداول خاصة لكل موقع إحداثياته من خلال نظام تحديد المواقع The Global Positioning System (GPS) (Hussaini, 2017)، عمر الشجرة وصنفها، وطريقة الريّ ، وأجريت تحاليل مخبرية لعينات التربة وحددت خصائصها وهي (درجة الحموضة pH، درجة الملوحة، محتوى المادة العضوية، قوام التربة) في مخابر محطة الهنادي التابعة لمركز البحوث العلمية الزراعية باللاذقية.

2- عزل النيماتودا الممرضة للحشرات:

استخدمت طريقة الطعم بدودة الشمع الكبرى *Galleria* -Bait method الموصوفة من قبل Bedding وAkhurst (1975) للكشف عن وجود النيماتودا الممرضة للحشرات. تمّت تربية دودة الشمع الكبرى *Galleria mellonella* (Linnaeus) (Lepidoptera: Pyralidae) في المخبر على بيئة اصطناعية تكونت من:(900غ من سائل العسل، 900غ من الغليسرين، 200غ من شمع العسل، 400غ من رقائق الخميرة، 1300 غ من حبوب مجروشة) على درجة حرارة 25 س°، وجمعت الحشرات في وعاء زجاجي بسعة 1500 مل (Wiesner, 1993).

وضعت يرقات العمر الأخير لدودة الشمع الكبرى كطعوم حشرية في علب بلاستيكية سعة 250 مل تحتوي على تربة متجانسة من كل عينة وبمعدل مكررين، و 6 يرقات من العمر الأخير لدودة الشمع الكبرى في كل علبة وغطيت العلب بغطاء مثقب لتأمين التهوية، ثم قلبت رأساً على عقب وحضّنت عينات الطعم في مكان مظلم على درجة حرارة المخبر (25-26) س°وتمّ الكشف على هذه العلب بعد (1-2) يوم بسبب انتقال أو حركة يرقات دودة الشمع الكبرى إلى سطح التربة (Pilze *et al*., 2014)، كما فحصت العينات بعد (5-14) يوماً للبحث عن اليرقات الميتة بفعل النيماتودا الممرضة للحشرات، فاستبعدت اليرقات (ذات اللون الأحمر وتلك التي تصدر رائحة كريهة أو اليرقات ذات الألوان المتعددة) لأنه من غير المحتمل أنها قد قتلت بفعل EPNs، حيث تبدي اليرقات الميتة بفعل EPNs عادة لوناً واحداً (Stock & Goodrich-Blair, 2012)، ويتمثّل هذا اللون بالبرتقاليّ المحمرّ لأفراد الجنس *Heterorhabditis* والبنيّ المصفرّ لأفراد الجنس *Steinernema* (Kaya and Stock,1997).

غسلت اليرقات الميتة من دودة الشمع الكبرى والتي يشتبه بإصابتها بـ EPNs بالماء عدة مرات ووضعت في مصائد وايت (White Trap) لاستخلاص الطور اليرقي المعدي الثالث(IJ) Infective Juvenile للنيماتودا الممرضة للحشرات(White, 1927).

3- تحديد أجناس وأنواع النيماتودا الممرضة للحشرات:

تمّ تمييز الجنس *Heterorhabditis* بالاعتماد على المفتاح التصنيفي الموصوف من قبل Lucskai (1999). وذلك من خلال فتحة الإطراح الموجودة بعد الحلقة العصبية في الطور اليرقي المعدي، وكذلك وجود سن واضح في مقدمة الرأس، ووجود كيس السفاد عند الذكر (Nguyen & Hunt, 2007a).

سجّلت القياسات البيومترية لثلاثين فرداً من الطور اليرقي المعدي لكل عزلة من عزلات النيماتودا الممرضة للحشرات: الطول الكامل لليرقة (Length(L، العرض الأعظمي(Maximum Body Width (MBW ، المسافة بين النهاية الأمامية وفتحة الإطراح (Excretory Pore(EP، المسافة بين النهاية الأمامية ونهاية المري (ES) Oesophagus Length، المسافة بين المقدمة والحلقة العصبية (Nerve Ring(NR ، طول الذيل (Tail(T. ومن خلال الأطوال السابقة تم حساب قيم النسب التالية(Nguyen, 2007):

$a = L/MBW$ ، $b = L/ES$ ، $c = L/T$ ، $E\% = (EP/T)\times 100$ ، $D\% = (EP/ES)\times 100$

النتائـج والمناقشة:

1- الوجود الطبيعي للنيماتودا الممرضة للحشرات:

بلغ العدد الإجمالي لبساتين الحمضيات المختبرة (37) بستاناً، وعدد البساتين التي ظهرت فيها النيماتودا الممرضة للحشرات (8) بساتين تعود للمواقع التالية: (فديو، السرسكية، غيو، المغريط، الشامية، البصة، الخرنوبة، برج القصب) جدول(1)، وبذلك تمَّ الحصول على 8 عزلات محلية وجدت طبيعياً، وقد احتوت تربة هذه البساتين على نيماتودا تابعة للجنس *Heterorhabditis*، وبذلك تكون النسبة المئوية للوجود الطبيعي لهذه النيماتودا في البساتين التي تم التقصي فيها 21.62%. وقد بيّنت نتائج الحصر الذي شمل أصناف مختلفة من الحمضيات أن نسبة الاستخلاص للنيماتودا الممرضة للحشرات هي 12.12% من المجموع الكلي للعينات.

تقاربت النسبة المئوية للوجود الطبيعي للنيماتودا الممرضة للحشرات في هذه الدراسة مع نتائج أبحاث حديثة في سورية، ففي التقصي الذي تم في بساتين اللوزيات في محافظة اللاذقية بلغت هذه النسبة 15%، كان معظمها يتبع النوع *H. bacteriophora* بنسبة 92.4%، وعزلة واحدة للنوع *Steinernema cubanum* Mracek بنسبة 7.6%(مسلم، 2009). بينما أظهرت نتائج التقصي عن النيماتودا الممرضة للحشرات في بساتين اللوزيات في محافظتي حمص وحماة انخفاض نسبة الوجود الطبيعي لهذه النيماتودا إلى 12.28%، حيث تم الحصول على 4 عزلات تعود لأنواع الجنس *Heterorhabditis* وبتكرار 7.02% و3 عزلات تتبع للجنس *Steinernema* بتكرار 5.26% (العسس وحيدر، 2010). وانخفضت نسبة الوجود الطبيعي للنيماتودا الممرضة للحشرات في التقصي الذي أجرته Jawish وآخرون (2015) إلى 9% في محافظة ريف دمشق.

تعدّ نسب التواجد الطبيعي للنيماتودا الممرضة للحشرات في سورية مرتفعة مقارنة مع مثيلاتها في لبنان حيث بلغت هذه النسبة 1.05% (Noujeim *et al.*, 2011) و 0.9% في الأردن (Stock *et al.*, 2008)، بينما نجد نسب تواجد مرتفعة لهذه النيماتودا (50.6%) في جمهورية التشيك (Mráček *et al.*, 2005) وفي تركيا وصلت هذه النسبة إلى 35.1% (Canhilal *et al.*, 2017). يمكن أن يعزى اختلاف نسب الاستخلاص للنيماتودا الممرضة للحشرات في مناطق مختلفة من العالم إلى عوامل متعددة كاستخدام دودة الشمع الكبرى *G. mellonella*

جدول(1) الوجود الطبيعي لعزلات النيماتودا الممرضة للحشرات في بساتين الحمضيات خلال العامين (2016–2017) في محافظة اللاذقية.

الرقم	الموقع	إحداثيات الموقع	صنف الحمضيات	تاريخ أخذ العينة	عدد البساتين المختبرة	عدد العينات الموجبة	طريقة الري	الارتفاع عن سطح البحر
1	دروقيات	N 35˚41.914’ E 035˚51.968’	أبو صرة- يافاوي حامض- كلمنتين	شباط 2016	2	0	تنقيط	146
2	جبلايا	N 35˚33.718’ E 036˚02.214’	حامض	شباط 2016	1	0	تقليدي	315
3	رأس الشمرا	N 35˚34.401’ E 035˚47.612’	يافاوي- فالنسيا	آذار2016	1	0	تنقيط	26
4	الشامية	N 35˚37.754’ E 035˚49.232’	حامض- يافاوي	آذار2016	2	1	تقليدي	46
5	الصنوبر	N 35˚27.902’ E 035˚53.265’	كلمنتين-يافاوي- فالنسيا	آذار2016	1	0	تنقيط	12
6	مغريط	N 35˚36.272’ E 035˚48.962’	بوميلو- كلمنتين -أبو صرة	أيار 2016	2	1	تقليدي	46
7	برج القصب	N 35˚35.788’ E 035˚47.631’	ساتزوما -يوسفي مندلينا -يافاوي	أيار 2016	2	1	تقليدي	11
8	عين العروس	N 35˚26.262’ E 035˚55.926’	ماير-أبو صرة	أيار 2016	1	0	تقليدي	51
9	القبو	N 35˚26.262’ E 035˚55.926’	أبو صرة-يافاوي	أيار 2016	1	0	تقليدي	51
10	الخرنوبة	N 35˚29.748’ E 035˚54.109’	فالنسيا-يوسفي- مندلينا- حامض	حزيران2016	2	1	تقليدي	54
11	فديو	N 35˚35.787’ E 035˚47.636’	أبو صرة- يافاوي حامض-جريب فروت	حزيران2016	2	1	تنقيط	36
12	سرسكية	N 35˚42.454’ E 035˚53.943’	فالنسيا- أبوصرة ساتزوما	تموز 2016	2	1	تقليدي	39
13	ستخيرس	N 35˚32.382’ E 035˚52.558’	يافاوي- ماير- كلمنتين-أبوصرة	آب2016	2	0	تنقيط	12
14	كرسانا	N 35˚36.790’ E 035˚49.167’	يافاوي-كلمنتين	آب 2016	2	0	تنقيط	50
15	غيو	N 35˚28.375’ E 035˚56.930’	أبو صرة- فالنسيا- كلمنتين	تشرين أول2016	1	1	تقليدي	122
16	البصة	N 35˚29.944’ E 035˚50.511’	يافاوي- مندلينا- فالنسيا-أبو صرة- ماير-أحمر وردي	تشرين اول2016	3	1	تنقيط	7
17	الدامات	N 35˚36.734’ E 035˚55.367’	يافاوي-كلمنتين	نيسان 2017	1	0	تنقيط	31
18	الشير	N 35˚36.629’ E 035˚55.563’	ساتزوما- فالنسيا	نيسان2017	1	0	تنقيط	69
19	المختارية	N 35˚34.258’ E 035˚56.304’	يافاوي- أبو صرة-كلمنتين	أيار 2017	2	0	تنقيط	75
20	حرفوش	N 35˚38.475’ E 035˚51.156’	بوميلو- كلمنتين	أيار 2017	1	0	تنقيط	106
21	برنة	N 35˚38.451’ E 035˚51.836’	يافاوي- حامض	أيار 2017	1	0	تنقيط	120
22	سيانو	N 35˚21.632’ E 035˚58.149’	حامض- كلمنتين	آب2017	1	0	تنقيط	43
23	زغرين	N 35˚43.049’ E 035˚53.242’	ساتزوما- فالنسيا- كلمنتين-أبو صرة	آب2017	3	0	تنقيط	53
المجموع	23		12		37	8		

فقط كطعم حشري وقد تكون عائلاً غير مناسباً لكل أنواع EPNs (Spiridonow & Moens, 1999). أو استخدام نسبة عالية من المبيدات الكيميائية لمكافحة الآفات الحشرية في المناطق الزراعية (Kary *et al*., 2009) إضافة لاستخدام طريقة الطعم الحشري لعينات التربة خلال عزل النيماتودا على درجة حرارة الغرفة فقط، كما يلعب حجم العينة دوراً هاماً فكلما زاد هذا الحجم اشتمل على مناطق أكثر مما يزيد التنوع الحيوي لأنواع النيماتودا وعدد العينات التي تحتوي عليها.

العلاقة بين الوجود الطبيعي للنيماتودا الممرضة للحشرات وأصناف الحمضيات:

تمّ عزل النيماتودا الممرضة للحشرات من ترب بعض أشجار أصناف الحمضيات في محافظة اللاذقية(جدول،1)، حيث وجد أربع عزلات في تربة الصنف أبو صرة، عزلتان في تربة الصنف الحامض، عزلة في تربة الصنف اليافاوي، وعزلة في تربة الصنف ساتزوما، وبلغ التكرار النسبي لوجود النيماتودا الممرضة للحشرات أعلى قيمة له (50%) في أشجار الصنف أبو صرة في مواقع المغريط والسرسكية وغيّو والبصة، يليه الليمون الحامض(25%) في موقعي الشامية والخرنوبة، ثم الصنف يافاوي (12.5%) في موقع فيديو، وصنف الساتزوما (12.5%) في موقع برج القصب. بينما خلت ترب أشجار الأصناف(الكلمنتين، البوميلو، الفالنسيا، المندلينا، الماير، الأحمر الوردي، اليوسفي، الجريب فروت) من وجود النيماتودا الممرضة للحشرات، وقد أثبت Shamseldean وAbd-Elgawad (1994) أن وجود وتوزع EPNs يتأثران بنوع الشجرة التي أخذت منها العينة الترابية ووجود الحشرات المختلفة.

تأثير طريقة الري على وجود النيماتودا الممرضة للحشرات:

بينت نتائج هذه الدراسة وجود غالبية عزلات النيماتودا الممرضة للحشرات التي حصلنا عليها في مواقع(السرسكية، غيو، المغريط، الشامية، الخرنوبة، برج القصب) في بساتين حمضيات تعتمد فيها طريقة الري التقليدي أو السطحي، بينما وجدت العزلتين من موقعي (البصة، فديو) في بساتين حمضيات تعتمد فيها طريقة الري بالتنقيط. بيّن Dzięgielewska وSkwierczy (2018) إمكانية تواجد النيماتودا الممرضة للحشرات في بولندا في ترب ذات رطوبة منخفضة جداً كالكثبان الرملية الساحلية وفي ترب ذات رطوبة مرتفعة كالمروج والسهول الفيضية، كما أشار Kondo وIshibashi (1985) إلى التأثير السلبي لمستويات الرطوبة المنخفضة وكذلك الرطوبة المرتفعة على هذه النيماتودا وتوزعها في التربة. وقد أكّد Koppenhöfer وآخرون(1995b) وPůža و Mráček (2007) أن الرطوبة الكافية في التربة هي عامل هام لهجرة النيماتودا الممرضة للحشرات فيها، كما قد يبطئ المحتوى المنخفض للرطوبة في التربة من هجرة اليرقات المعدية للنيماتودا من الحشرات الميتة إلى البيئة المحيطة، مما يؤثر على كثافة هذه النيماتودا في التربة (Půža & Mráček, 2007).

تأثير الارتفاع عن سطح البحر على وجود النيماتودا الممرضة للحشرات:

تراوح ارتفاع المواقع التي أخذت منها العينات في دراستنا من 7 إلى 315 م، ووجدت النيماتودا الممرضة للحشرات في ترب مواقع مختلفة ذات ارتفاعات(7، 11، 36، 39، 46، 54، 122) م كما في الجدول (1)، وقد أكد Steiner (1996) على توزع النيماتودا الممرضة للحشرات في الأراضي المنخفضة وحتى في الارتفاعات الشاهقة في سويسرا، ولم يكن لارتفاع الموقع عن سطح البحر أي تأثير معنوي على وجود النيماتودا الممرضة في التشيك Mráček (*et al*., 2005)، كما ذكر Tumialis وآخرون(2016) في دراسة لتقصي وجود الـ EPNs في الترب البولندية أنه لا يوجد ارتباط معنوي بين وجود EPNs والارتفاع وفصول السنة.

تأثير خصائص التربة على وجود النيماتودا الممرضة للحشرات:

بيّنت نتائج تحليل العينات الترابية في هذه الدراسة وجود النيماتودا الممرضة للحشرات في ترب (لومية رملية، لومية سلتية، طينية، رملية لومية، ورملية طينية لومية) جدول(2). حيث يمكن أن تساهم خصائص التربة في ظهور تباينات في فعالية النيماتودا (Kaya, 1990; Shapiro *et al*., 2000). تتأثر هذه الفعالية بشكل كبير ببنية التربة، لأن حركة النيماتودا وبقائها وقدرتها على إيجاد عوائلها تتأثر ببنية التربة وحجم مساماتها (Kaya & Gaugler, 1993) فتتناقص حركة النيماتودا عادة كلما أصبحت مسامات التربة أصغر (Kaya, 1990). وستحدد المسامات الصغيرة للتربة (وخاصة بوجودها مع محتوى أعلى من الرطوبة) مستويات الأكسجين وبالتالي سيتأثر نشاط وبقاء هذه النيماتودا (Kung *et al*., 1990) التي تتنفس الهواء(Burman & Pye, 1980)، ولذلك يتناقص توزع وبقاء النيماتودا مع ازدياد محتوى التربة من الطين (Georgis and Poinar 1983; Kung *et al*., 1990; Barbercheck and Kaya 1991) والتربة كموطن طبيعي لـEPNs هي بيئة معقدة لاستمرارية أي كائن حي، نظراً للتعقيد الذي تتميز به مكوناتها الحيوية والكيميائية والفيزيائية (Poinar, 1990; Hominick *et al*., 1996). وقد تنوعت المواطن وخصائص التربة في الأماكن التي عزلت منها النيماتودا الممرضة للحشرات: الغابات، المراعي، حقول المحاصيل، البساتين، الشواطئ، الترب الكلسية، الترب اللومية الرملية، اللومية، الرملية والهيومية، والهيومية والترب الغنية بالعناصر ذات المنشأ العضوي (Akhurst & Brooks, 1984; Hara *et al*., 1991; Hominick, 2002)، والطور الوحيد حر المعيشة للنيماتودا الممرضة للحشرات في التربة هو اليرقة المعدية غير المتغذية أو اليرقة المستمرة (IJ)، تحمل في أمعائها بكتريا متعايشة وهي أساسية لنجاح التطفل، وقد يتأثر نشاط واستمرار اليرقات المعدية بعوامل كثيرة كرطوبة التربة، بناء التربة، الغطاء النباتي، والعوائل الحشرية (Molyneux &Bedding, 1984; Molyneux, 1986; Kung *et al*., 1991; Koppenhöfer &Kaya, 1995a; Grant (Villani, 2003a; b ويؤكد Kaya(1990) وSmits (1996) أن نجاح تطبيق النيماتودا كعوامل مكافحة حيوية واستمرارها في المناطق الطبيعية يعتمد على قدرة اليرقات المعدية على الانتشار والاستمرار حتى تموضعها على العائل، فانتشارها واستمرارها يتأثران بعوامل كثيرة داخلية كالعوامل السلوكية والفسيولوجية، وعوامل خارجية كالحرارة، الرطوبة، بناء التربة، pH التربة والأشعة فوق البنفسجية UV.

تأثير درجات ملوحة التربة على وجود النيماتودا الممرضة للحشرات:

تراوحت درجات الملوحة في الترب التي احتوت علىEPNs في دراستنا بين 0.33 −0.82 m/ ds، ومن المعروف أن النيماتودا الممرضة للحشرات متكيفة بشكل فعلي مع اختلاف درجات ملوحة التربة(Thurston *et al*., 1994).

تأثير درجات حموضة التربة وكمية المادة العضوية على وجود النيماتودا الممرضة للحشرات:

بينت معطيات هذه الدراسة أن درجة الحموضة تراوحت بين 6.34 -8.03، أما المادة العضوية فتراوحت بين 2.69 و 4.82 غ/100غ، وقد استخلص Canhilal و Carner (2006) نيماتودا ممرضة للحشرات في كاليفورنيا متحملة للحمض ومحبة للقيم المتطرفة (pH= 4.3) وهذا يشير إلى أن EPNs متكيفة مع محتويات مختلفة للتربة من المادة العضوية والـ pH، وقد ذكر Hara وآخرون (1991) إمكانية وجود EPNs في مدى واسع من درجات حموضة التربة (من 4.6 إلى 8)، كما تفسر Noujeim وآخرون (2010) في دراسة في شمال لبنان عدم وجود ارتباط بين وجود EPNs ومحتوى التربة من المادة العضوية ودرجة الحموضة.

جدول(2) تحليل وبنية ترب بساتين الحمضيات التي احتوت على النيماتودا الممرضة للحشرات خلال العامين(2016-2017) في محافظة اللاذقية.

الموقع	pH	مادة عضوية غ/100غ	EC ds/m	التحليل الميكانيكي%		
				رمل	سلت	طين
برج القصب	6.50	3.91	0.59	25	19	56
الخرنوبة	6.34	3.65	0.64	69	6	25
المغريط	7.03	2.87	0.55	30	23	47
فديو	7.01	4.6	0.37	71	13	16
السرسكية	7.35	2.69	0.50	14	62	24
الشامية	8.03	2.73	0.33	24	25	51
غيو	7.51	1.99	0.82	31	28	41

ومن الجدير بالذكر أن الحرارة والرطوبة من أكثر العوامل أهمية في تحديد نجاح EPNs، فكلا العاملين يؤثران بشكل مباشر في القدرة الإمراضية (Molyneux & Bedding, 1984; Molyneux, 1986) وفي البحث عن العائل (Byers & Poinar, 1982) لأن النيماتودا الممرضة للحشرات تحتاج لغشاء من الماء من أجل تحرك نشط (Wallace, 1958). والرطوبة وثيقة الصلة بشكل كبير بعوامل هامة أخرى مثل المادة العضوية وحجم جزيئات التربة (Koppenhöfer & Fuzy, 2006).

2- تعريف النيماتودا:

استخلصت النيماتودا الممرضة للحشرات من 66 عينة مدروسة وتم الحصول منها على ثماني عزلات، تمّ تمييز الجنس*Heterorhabditis* (Ord. Rhabditida: Fam. Heterorhabditidae) من خلال تغير لون يرقات دودة الشمع المصابة، فقد أبدت اليرقات المصابة بالجنس *Heterorhabditis* لوناً أحمر قرميدياً، وبعض الصفات المورفولوجية التالية: كموقع فتحة الإطراح، ووجود كيس السفاد عند الذكر(Nguyen & Hunt, 2007b).

يؤكد Lucskai (1999) أنه لا يوجد مفتاح تعريف كامل لأنواع النيماتودا الممرضة للحشرات التي تنتمي للأجناس *Heterorhabditis*، *Steinernema*، *Neosteinernema*، في هنغاريا أو خارجها، ولذلك وضع مؤخراً مفتاح تعريف لهذه النيماتودا بمقاييس للأفراد المعدية، وقد اعتمد هذا المفتاح بعض الصفات المورفولوجية للنوع مثل: متوسط الطول الكامل للجسم، متوسط طول الذيل، النسبة **C**، النسبة **E**.

تمّ تحديد النوع *H. bacteriophora* Poinar 1976 من خلال قياسات بيومترية لثلاثين فرداً من الطور اليرقي المعدي(طول اليرقة، أكبر عرض لها، طول المريء، طول الذيل، المسافة بين المقدمة الأمامية وفتحة الإطراح، المسافة بين المقدمة الأمامية والحلقة العصبية)، و حسبت قيم النسب التالية: a, b, c, D%, E% ويبيّن الجدول (3) نتائج قياسها، حيث سجل الحد الأعلى(602.68) µm لمتوسط الطول الكامل للجسم (L) للطور اليرقي المعدي في عزلة موقع الشامية على صنف الحامض، بينما سجل الحد الأدنى (556.96) µm لمتوسط الطول الكامل للجسم(L) في عزلة موقع السرسكية على صنف أبو صرة. وسجل الحد الأعلى (23.11) µm لمتوسط العرض الأعظمي لجسم اليرقة (MBW) في عزلة موقع الشامية على صنف الحامض ، بينما سجل الحد الأدنى (21.30) µm لمتوسط العرض الأعظمي لجسم اليرقة في عزلة موقع السرسكية على صنف أبو صرة.

TYPE SPECIES
Heterorhabditis bacteriophora Poinar, 1976
= *Chromonema heliothidis* Khan, Brooks & Hirschmann, 1976
= *Heterorhabditis heliothidis* (Khan, Brooks & Hirschmann, 1976)
Poinar, Thomas & Hess, 1977
= *H. argentinensis* Stock, 1993

ينتمي النوع *H. bacteriophora* Poinar للعائلة Heterorhabditidae التي تتميز أن جميع البالغات في الجيل الأول هي خنثى، أما بالغات الجيل الثاني فهي ذكور وإناث، أفراد الطور اليرقي الثالث المعدي غير متغذية، وتحمل بكتريا ممرضة متعايشة (Hunt, 2007).

وصف الخنثى: المقدمة الأمامية مستوية أو مدورة قليلاً، تحمل المنطقة الشفوية 6 شفاه مندمجة، كل شفة تحتوي على حليمة شفوية، تقع المجاسات الأمفيدية خلف هذه الحليمات، الخطوط الجانبية للجسم غير واضحة، تتميز الأمعاء بوجود بعض الخلايا الضخمة، الفتحة التناسلية الأنثوية في منتصف الجسم، تقع الفتحة الأطراحية عادة بعد البصيلة القاعدية التي تحاط عادة بالجزء الأمامي من الأمعاء، الذيل مستدقّ(Nguyen & Hunt, 2007b).

وصف الذكر: تشبه مقدمة الرأس لدى الذكر مقدمة رأس الأنثى لكنها أصغر، له خصية واحدة منعكسة، وزوج من أشواك التسافد المنفصلة المنحنية، يمتلك 9 أزواج من الحليمات التناسلية، كيس التسافد موجود، ويمتد حتى نهاية الذيل (Nguyen & Hunt, 2007b).

وصف الأطوار اليرقية المعدية: تجويف الفم والشرج مغلقان، خلايا بكتيرية مرئية بهيئة متفككة، مقدمة الجسم مزودة بسن ظهري، تقع فتحة الإطراح بعد الحلقة العصبية، وغالباً ما يحاط هذا الطور بجلد انسلاخ الطور الثاني ويفقده عند دخوله جسم العائل، يتميز جدار الجسم بوجود خطوط طولية، مري ومعدة مختزلة، البلعوم نموذجي لهذا الجنس، الذيل مدبب (Nguyen & Hunt, 2007b).

تمَّ تعريف ووصف أكثر من 80 نوعاً ينتمي للجنس *Steinernema* حتى الآن، و 20 نوعاً تنتمي للجنس *Heterorhabditis* (NCBI, 2015) ونوعاً واحداً ينتمي للجنس *Neosteinernema* (Grewal *et al*., 2001). وتعد (EPNs) من الكائنات المتعايشة مع البكتريا في التربة حيث تترافق الأجناس *Heterorhabditis*، *Neosteinernema*، *Steinernema* بشكل عام مع بكتريا تنتمي للجنس *Xenorhabdus* لدى النيماتودا *Steinernema* وللجنس *Photorhabdus* لدى *Heterorhabditis* (Kaya and Koppenhofer, 2004).

سُجّل النوع *Heterorhabditis bacteriophora* في جميع القارات باستثناء المنطقة المحيطة بالقطب الجنوبي (Hominick, 2002). ووجد في إسبانيا، إيطاليا، مولدوفا، هنغاريا، جنوب فرنسا(Smits *et al*., 1991)، ألمانيا، Azores، سويسرا (Hominick, 2002)، جنوب روسيا (Ivanova *et al*., 2000)، الجزء الأوروبي من تركيا (Hazir *et al*., 2003)، وسلوفينيا(Laznik *et al*., 2009)، ويؤكد Griffin وآخرون (1994) أن الوجود النادر للجنس *Heterorhabditis* في تقصيات مختلفة في أوروبا يعود إلى تفضيله الملحوظ للترب الرملية، وبشكل خاص على طول السواحل البحرية. ويعدّ هذا الجنس شائعاً نسبياً في تركيا وبنسبة 31.8 % من إجمالي العينات الموجبة لـ EPNs (Hazir *et al*., 2003)، وإن التكرار المرتفع لأفراد مجموعة Heterorhabditids في كل من

بلغاريا وتركيا هو واضح بشكل رئيسي لوجود النوع *H. bacteriophora* الذي يفضل درجات الحرارة الدافئة(Hominick, 2002).

جدول (3) متوسط المقاييس البيومترية (µm) ± SD لثلاثين فرداً معدياً من كل عزلة نيماتودا ممرضة للحشرات مستخلصة من تربة بساتين الحمضيات باللاذقية ومقارنتها مع متوسط المقاييس المرجعية للنوع *H. bacteriophora*

رقم العزلة	الموقع	طول اليرقة L	أكبر عرض لليرقة MBW	المسافة من المقدمة الأمامية إلى الحلقة العصبية NR	المسافة من المقدمة الأمامية حتى فتحة الإطراح EP	المسافة من المقدمة الأمامية حتى نهاية المريء ES	طول الذيل T	a	b	c	D%	E%
1	غيّو	17.14± 593.83	1.29± 21.84	5.83± 85.06	2.67±1 05.39	5.22±1 26.46	3.00± 99.52	1.66± 27.28	0.19± 4.70	0.19± 5.97	3.51± 83.45	2.42±1 05.95
2	برج القصب	35.12± 597.12	1.55± 22.64	3.83± 87.02	3.56±1 03.36	5.64±1 26.61	3.35± 97.86	1.11± 26.41	0.37± 4.73	0.48± 6.11	0.40± 81.74	2.55±1 05.65
3	السّر سكية	26.97± 556.96	1.08± 21.30	3.60± 82.69	3.54±1 02.06	4.87±1 27.54	5.04± 93.08	1.64± 26.20	0.24± 4.37	0.37± 6.00	3.69± 80.12	6.67±1 09.93
4	الشّامية	25.93± 602.68	1.54± 23.11	4.10± 82.86	4.86±1 01.24	6.79±1 28.80	4.12± 94.06	1.28± 26.14	0.29± 4.69	0.34± 6.42	2.19± 78.65	4.69±1 07.71
5	المغربط	25.70± 579.01	1.90± 22.71	6.21± 83.75	4.95±1 02.59	6.85±1 23.71	5.49± 95.11	1.88± 25.63	0.26± 4.69	0.35± 6.10	4.24± 83.06	4.86±1 07.99
6	الخرنوبة	25.30± 567.95	1.09± 22.14	4.74± 87.86	4.34±1 04.31	5.74±1 26.55	4.62± 98.06	1.05± 25.68	0.27± 4.50	0.24± 5.80	4.30± 82.54	3.05±1 06.43
7	فديو	25.91± 591.83	1.43± 22.54	2.65± 88.75	3.44±1 04.44	5.20±1 29.85	3.57± 99.63	1.43± 26.32	0.23± 4.56	0.21± 5.94	3.36± 80.51	1.38±1 04.84
8	البصّة	18.47± 590.56	1.26± 22.95	3.05± 83.62	2.25±9 9.38	4.57±1 27.40	4.26± 95.15	1.27± 25.79	0.21± 4.64	0.29± 6.22	1.98± 78.02	1.05±1 04.46
المقاييس المرجعية للنوع *H. bacteriophora*		(671-512) 588	(31-18) 23	(93-72) 85	(110-87) 103	(139-100) 125	(112-83) 98	(30-17) 25	(5.1-4.0) 4.5	(7.0-5.5) 6.2	(92-76) 84	(130-103) 112

a = L/MBW, b = L/ES, c = L/T

الاستنتاجات والتوصيات:

الاستنتاجات:

1. وجدت النيماتودا الممرضة للحشرات في ترب بساتين الحمضيات في محافظة اللاذقية، وتمَّ الحصول على 8 عزلات محلية وجدت طبيعياً في المناطق التالية: (البصّة، المغريط، الشّامية، غيّو، الخرنوبة، السّرسكية، فديو، برج القصب).

2. وجدت النيماتودا الممرضة للحشرات في ترب (لومية رملية، لومية سلتية، رملية لومية، رملية طينية لومية، وطينية).

3. حدِّد النوع *H. bacteriophora* لجميع عزلات النيماتودا الممرضة للحشرات.

المراجع:

1- العسس، خالد؛ بشير، عبد النبي وجاويش، أماني. تحديد بعض أجناس النيماتودا الممرضة للحشرات في بعض البساتين والحقول في محافظة ريف دمشق. مجلة بحوث جامعة حلب. العدد(75): 2009، 160-149.

2- العسس، خالد و حيدر، أسماء. تقصي أولي لانتشار النيماتودا الممرضة للحشرات في بساتين اللوزيات في محافظتي حمص وحماة من سورية. مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية.(2)26: 2010، .285-273

3- مسلم، زكريا. فعالية النيماتودا الممرضة للحشرات في مكافحة حشرة الكابنودسCapnodis spp. في حقول اللوزيات. كلية الزراعة، جامعة تشرين. رسالة دكتوراه. 2009، 117 صفحة.

AKHURST, R. J. and BROOKS, W. M. The distribution of entomophilic nematodes (Heterorhabditidae and Steinernematidae) in North Carolina. Journal of Invertebrate Pathology 44, 1984, 140-145.

ALMANOUFI, A.; JAMAL, M.; LILLO E. D.; TARASCO, E. and YASEEN, T. A Survey of the Native Entomopathogenic Nematodes and Fungi in the Soil of Southern Region of Syria. Jordan J. of Agricultural Sciences, Vol. 8, No.(3), 2012, 358-366.

ALMEIDA, E. M.; BATISTA, A.; OLIVEIRA, F. C. and. RAGA, E. A. Pathogenicity of the Entomopathogenic Fungi and Nematode on Medfly Ceratitis capitata (Wied.) (Diptera: Tephritidae). BioAssay 2, 2007,1-7.

BARBERCHECK, M. E. and KAYA, H. K. Effect of host condition and soil texture on host finding by the entomogenous nematodes Heterorhabditis bacteriophora (Rhabditida: heterorhabditidae) and Steinernema carpocapsae (Rhabditida: Steinernematidae). Environmental Entomology. 20, 1991, 582–589 .

BEDDING, R. A. and AKHURST, R. J. A simple technique for the detection of insect parasitic rhabditid nematode in soil. Nematologica, 221, 1975, 109- 110 .

BRIDA, A. L.; ROSA, J. M. O; OLIVEIRA, C. M. G; CASTRO, B. M. C.; SERRÃO, J. E.; ZANUNCIO, J. C.; LEITE, L. G.; WILCKEN, S. R. S. Entomopathogenic nematodes in agricultural areas in Brazil. Scientific Reports. Vol. 7, 2017, p 45254 .
www.nature.co

BURMAN, M. and PYE, A. E. Neoaplectana carpocapsae: respiration of infective juvenile. Nematologica, 26, 1980, 214-219.

BYERS, J. A. and POINAR, G. O. Location of insect host by nematode, Neoaplectana carpocapsae, in response to temperature. Behaviour. 79, 1982, 1-10.

CAGNOLO, S. R.; CARRANZA, F.; TRIMARCHI, L. and BERTO LOTTI, M. A. New findings of Heterorhabditis bacteriophora and Steinernema rarum (Nematoda: Heterorhabditidae, Steinernematidae) in Córdoba, Argentina. Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales, Vol. 18, No.(2), 2016, 191-199.

CANHILAL, R.; REID, W.; KUTUK, H. and El-BOUHSSINI, M. Natural Occurrence of Entomopathogenic nematodes (Rhabditida: Steinernematidae and Heterorhabditidae) in Syrian soils. Research Journal of Agriculture and Biological Sciences, Vol. 2, No.(6), 2006, 493-497.

CANHILAL, R. and CARNER, G. Natural occurrence of entomopathogenic nematodes) Rhabditida: Steinernematidae and Heterorhabditidae) in South Carolina. J. Agric. Urban Entomol. Vol. 23, No.(3), 2006,159-166.

CANHILAL, R.; WAEYENBERGE, L.;YÜKSEL, E.; SAMI KOCA, A.; DENIZ, Y.AND İMREN, M. Assessment of the Natural Presence of Entomopathogenic Nematodes in Kayseri soils, Turkey. Egyptian Journal of Biological Pest Control. Vol. 27, No.(2), 2017, 237-244 .

DZIĘGIELEWSKA, M. and SKWIERCZ, A. The Influence of selected abiotic factors on the occurrence of entomopathogenic nematodes (Steinernematidae, Heterorhabditidae) in soil. Polish Journal of Soil Science, VOL. LI/1 , 2018, PL ISSN 0079-2985.

GAUGLER, R. (ed.). Entomopathogenic Nematology. CABI Publishing, Wallingford, UK. 2002.

GEORGIS R.; POINAR G. O., J. R. Effect of soil texture on the distribution and infectivity of Neoaplectana carpocapsae (Nematoda: Steinernematidae). Journal of Nematology. 15,1983, 308–311.

GRADINAROV, D.; PETROVA, E.; MUTAFCHIEV, Y.; KARADJOVA, O. Distribution of entomopathogenic nematodes of the genus Heterorhabditis (Rhabditida: heterorhabditidae) in Bulgaria. Nematol. medit. 40, 2012,173-180.

GRANT, J. A. and VILLANI, M.G. Soil moisture effects on entomopathogenic nematodes.Environ. Entomol., 32, 2003a, 80–87.

GRANT, J. A., VILLANI, M. G. Effects of soil rehydration on the virulence of entomopathogenic nematodes. Environ. Entomol., 32, 2003b, 983– 991.

GREWAL, P.S.; EHLERS, R. and SHAPIRO-ILAN D.I. Nematodes as Biological Control Agents. CABI Publishing, Wallingford, UK, 2005, 528 pp .

GREWAL, P.S., DE NARDO, A.B. and AGUILLERA, M. M. Entomopathogenic nematodes: Potential for exploration and use in South America. Neotrop. Entomol. 30, 2001, 191-205.

GR1FFIN, C. T.; JOYCE, S. A.; DIX, I., BURNELL, A. M. and DOWNES, M. J. Characterization of entomopathogenic nematodes Helerorhabdùis (Nematoda : Heterorhabditidae) from Ireland and Britain by molecular and crossbreeding techniques and the occurence of the genus in these island. Fundam. appl. Nemarol. 17, 1994, 245-253.

HARA, A. H., GUNGLER, R., KAYA, H. K. and LEBECK, L. M. Natural population of entomopathogenic nematodes (Rhabditida: Steinernematidae and Heterorhabditidae) from Hawaiian Islands. Environmental Entomology, 20, 1991, 211-216.

HAZIR, S.; KESKIN, N.; STOCK, P.; KAYA, H.K. and ÖZCAN, S. Diversity and distribution of entomopathogenic nematodes (Rhabditida: Steinernematidae and Heterorhabditidae) in Turkey. Biodiversity and Conservation 12, 2003, 375–386.

HOMINICK, W. M.; REID, A. P.; BOHAN, D. A. and BRISCOE, R. Entomopathogenic nematodes: biodiversity, geographical distribution and the convention on biological diversity. Biocontrol Sci. Technol. 6, 1996, 317-332 .

HOMINICK, W. M. Biogeography. In: Entomopathogenic Nematology (R. Gaugler, ed.). CABI Publishing. Wallingford, UK, 2002, 115-143.

HUNT, D J. Overview of taxonomy and systematics In: Nguyen, K. B. and Hunt, D. J(Eds.), Entomopathogenic nematodes: systematics, phylogeny and bacterial symbionts. Nematology monographs and perspectives. Leiden, E.J. Brill Eds. Vol. 5, 2007, 27-57.

HUSSAINI, S. S. Entomopathogenic nematodes: Ecology, Diversity and Geographical distribution. In: Mahfouz, M. M. Abd- Elgawad, Tarique Hassan Askary, James Coupland)Eds.), Biocontrol Agents: Entomopathogenic and Slug Parasitic Nematodes. Wallingford, Oxfordshire, CABI, 2017, 110-111, 662 pp.

IVANOVA, T. I.; DANILOV, L. G. and IVAKHNENKO, O. A. Distribution of entomopathogenic nematodes of the families Steinernematidae and Heterorhabditidae in Russia and their morphological characteristics. Parazitologia, 34, 2000, 323-334.

JAWISH , A.; AL-ASSAS, K. and BASHEER, A. A survey of entomopathogenic nematodes of the families Steinernematidae and Heterorhabditidae (Nematoda: Rhabditida) in Damascus countryside of Syria. Bulletin OEPP/EPPO Bulletin Vol. 45, No.(1), 2015, 81–89.

KARY, N. E.; NIKNAM, G.; GRIFFIN, C. T.; MOHAMMADI, S. A.; MOGHADDAM, M. A survey of entomopathogenic nematodes of the families Steinernematidae and Heterorhabditidae (Nematoda: Rhabditida) in the North-west Iran. Nematology, 11, 2009, 107–116.

KAYA, H. K. Soil ecology. In: Gaugler, R. and Kaya, H. K. (Eds.). CRC Press, Boca Raton, Florida, 1990, 93-116.

KAYA, H. K. and GAUGLER, R. Entomopathogenic nematodes. Annu. Rev. Entomol. 38: 1993, 181-206 .

KAYA, H. K. and STOCK, S. P. Techniques in insect nematology. In: Lacey, L.A. (Ed.), Manual of Techniques in Insect Pathology. Academic Press, New York, 1997, 281–324.

KAYA, H. K. AND KOPPENHÖFER, A. M. Biological control of insects and other invertebrates with nematodes. In: Nematology – Advances and Perspectives, Beijing, P. R. China. Vol II, 2004, 447-496.

KONDO, E. and ISHIBASHI, N. Effects of soil moisture on the survival and infectivity of the entomogenous nematode, Steinernema feltiae (DD-136). Proceedings of the Association for Plant Protection of Kyushu, 31: 1985,186–190.

KOPPENHÖFER, A. M.; JACKSON, T. A. and KLEIN, M. G. Bacteria for use against soil-inhabiting insects. In: L.A. Lacey (Eds.), Manual of techniques in insect pathology. London, UK. 2012, 373- 426.

KOPPENHÖFER, A. M. and FUZY, E. M. Effects of soil type on infectivity and persistence of the entomopathogenic nematodes Steinernema scarabaei, Steinernema glaseri, Heterorhabditis zealandica, and Heterorhabditis bacteriophora. J. Invert. Pathol. 92, 2006, 11-22.

KOPPENHÖFER, A. M.; KAYA, H.K. Density-dependent effects on Steinernema glaseri)Rhabditida: Steinernematidae) within an insect host. J. Parasitol. 81, 1995a,797–799.

KOPPENHÖFER, A. M., KAYA, H. K., TAORMINO, S. P. Infectivity of entomopathogenic nematodes (Rhabditida: Steinernematidae) at different soil depths and moistures. Journal of Invertebrate Pathology, 65: 1995b, 193–199.

KUMARI, B., RAM, S., KUMAR, A. and KUMAR, V. Isolation, Identification and Culturing of Native Strains of Entomopathogenic Nematodes (Epns), Steinernema spp. And Heterorhabditis spp. From Different Parts of Haryana. Chem. Sci. Rev. Lett., Vol. 6, No.(23), 2017, 1837-1840.

KUNG, S. P., GAUGLER, R., KAYA, H. K.. Effects of soil temperature, moisture and relative humidity on entomopathogenic nematode persistence. J. Invertebr. Pathol., 57, 1991, 242–249.

KUNG, S. P.; GAUGLER, R.; KAYA, H. K. Soil type and entomopathogenic nematode persistence. J. Invertebr. Pathol. 55, 1990, 401- 406.

LABORDA, R.; BARGUES, L.; NAVARRO, C.; BARAJAS, O.; ARROYO, M.; GARCÍA, E. M.; MONTORO, E.; LOPIS, E.; MARTÍNEZ, A.and SAYAGUÉZ, J. M. Susceptibility of the mediterranean fruit fly (Ceratitis capitata) to entomopathogenic nematode Steinernema spp. ("Biorend C"). Bulletin OILB/SROP, Vol. 26, No.(6), 2003, 95-97 .

LACEY, L.A. and GEORGIS, R. Entomopathogenic nematodes for control of insect pests above and below ground with comments on commercial production. Journal of Nematology. Vol. 44, No.(2), 2012, 218-225.

LAZNIK, Zˇ.; TÓTH, T.; LAKATOS, T. and TRDAN, S. Heterorhabditis bacteriophora (Poinar) – the first member from Heterorhabditidae family in Slovenia. Acta Agriculture Slovenica. 92, 2009,181-187.

LUCSKAI, A. Identification Key to Entomopathogenic Nematode Species. Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica. Vol. 34, No.(4), 1999, 317–325 .

MALAN, A. P. and MANRAKHAN, A. Susceptibility of the Mediterranean fruit fly (Ceratitis capitata) and the Natal fruit fly (Ceratitis rosa) to entomopathogenic nematodes.Journal of Invertebrate Pathology. 100: 2009, 47–49 .

MOLYNEUX, A. S. Heterorhabditis spp. and Steinernema spp. temperature and aspects of behaviour and infectivity. Experimental Parasitology. 62, 1986; 169-180.

MOLYNEUX, A. S. and BEDDING, R. A. Influence of soil texture and moisture on the infectivity of Heterorhabditis sp. D1 and Steinernema glaseri for larvae of the sheep blowfly Lucilia cuprina. Nematologica. 30, 1984, 358–365.

MRÁČEK, Z.; BEČVÁŘ, S.; KINDLMANN, P. and JERSÁKOVÁ, J. Habitat preference for entomopathogenic nematodes, their insect hosts and new faunistic records for the Czech Republic. Biological control, 34, 2005, 27-37.

MRÁČEK, Z.; BEČVÁŘ, S. and KINDLMANN, P. Survey of entomopathogenic nematodes from the families Steinernematidae and Heterorhabditidae (Nematoda: Rhabditida) in the Czech Republic. Folia Parasitologica, 46, 1999, 145-148.

NCBI. NCBI taxonomy database. National Center for Biotechnology Information, U.S. National Library of Medicine, Bethesda MD, USA. 2015, from http://www.ncbi.nlm.nih.gov/taxonomy.

NGUYEN, K. B. and HUNT, D. J. Entomopathogenic nematodes: systematics, phylogeny and bacterial symbionts. Nematology monographs and perspectives. Leiden, E.J. Brill Eds. Vol. 5, 2007a, 816 pp.

NGUYEN, K. B. and HUNT, D. J. Heterorhabditidae: species descriptions. In: Nguyen, K. B. and Hunt, D. J(Eds.), Entomopathogenic nematodes: systematics, phylogeny and bacterial symbionts. Nematology monographs and perspectives. Leiden, E.J. Brill Eds. Vol. 5, 2007b, 623-636.

NGUYEN, K. B. Methodology, morphology and identification. In: Nguyen, K. B. and Hunt, D. J(Eds.), Entomopathogenic nematodes: systematics, phylogeny and bacterial symbionts. Nematology monographs and perspectives. Leiden, E.J. Brill Eds. Vol. 5, 2007, 77-119.

NOUJEIM, E.; KHATER, C.; PAGES, S.; OGIER, J.; TAILLIEZ, P.; HAMZE, M. and THALER, O. The first record of entomopathogenic nematodes (Rhabiditiae: Steinernematidae and Heterorhabditidae) in natural ecosystems in Lebanon: A biogeographic approach in the Mediterranean region. Journal of Invertebrate Pathology Elsevier Inc. (107), 2011 ,82–85 .

NOUJEIM, E.; EL HAYEK, P.; NEMER, N. ; DARWICH, T.; THALER, O. and KHATER, C. Habitat Characterization of Entomopathogenic Nematodes in North Lebanon. Lebanese Science Journal, Vol. 11, No.(2), 2010, 27-37.

PILZE, C.; TOEPFER, S.; KNUTH, P.; STRIMITZER, T.; HEIMBACH, U. and GRABENWEGER, G. Persistence of the entomoparasitic nematode Heterorhabditis bacteriophora in maize fields. Journal of Applied Entomology, 138, 2014, 202–212.

POINAR, G.O. Taxonomy and biology of Steinernematidae and Heterorhabditidae. (In: Gaugler, R. and Kaya, H.(Eds.). Boca Raton, CRC Press., Florida. 1990, 23-61.

PŮŽA, V. and MRÁČEK, Z. Natural population dynamics of entomopathogenic nematode Steinernema affine (Steinernematidae) under dry conditions: Possible nematodePersistence within host cadavers? Journal of Invertebrate Pathology, 96: 2007, 89–92.

ROHDE, C.; JUNIOR, A. M.; SILVA, M. A. T. and CARVALHO, F. D. Effect of Heterorhabditis sp. and Steinernema carpocapsae applied in different periods of soil infestation with larvae of Ceratitis capitata (Wied.) (Diptera:Tephritidae). Brazilian J. of Applied Technology for Agricultural Sci., Guarapuava-PR, Vol. 5, No.(3), 2012, 79-84.

SHAMSELDEAN, M. M. and ABD- ELGAWAD, M. M. Natural occurrences of insect pathogenic nematodes (Rhabditida: Heterorhabditidae) in Egyptian soils. Afro- Asian Journal of Nematology, Vol. 4, No.(2), 1994, 151-154 .

SHAPIRO, D. I., MCCOY, C.W., FARES, A., OBREZA, T., DOU, H. Effects of soil type on virulence and persistence of entomopathogenic nematodes in relation to control of Diaprepes abbreviatus. Environ. Entomol. 29, 2000, 1083–1087.

SMITS, P. Post-application persistence of entomopathogenic nematodes. Biocontr. Sci. Technol., 6: 1996, 379–387.

SMITS, P. H.; GROENEN, J. T. M. and DE RAAY, G. Characterization of Heterorhabditis isolates using DNA restriction fragment length polymorphism. Revue de Nématologie, 14, 1991, 445-453.

SPIRIDONOW, S. E. and MOENS, M. Two previously unreported species of steinernematids from woodlands in Belgium. Russ J. Nematol,7, 1999, 39- 42.

STEINER, W.A. Distribution of entomopathogenic nematodes in the Swiss Alps. Rev. Suisse Zool. 103,1996, 439–452.

STOCK, S. P. and GOODRICH-BLAIR, H. Nematode parasites, pathogens and associates of insects and invertebrates of economic importance. In: L.A. Lacey (Eds.), Manual of techniques in insect pathology. 2012, 373–426.

STOCK, S.P.; Al BANNA; L.; DARWISH, R. and KATBEH, A. Diversity and distribution of entomopathogenic nematodes (Nematoda: Steinernematidae, Heterorhabditidae) and their bacterial symbionts (g-Proteobacteria: Enterobacteriaceae) in Jordan. J. Invertebrate Pathology 98, 2008, 228–234.

TARASCO, E.; CLAUSI, M.; RAPPAZZO, G.; PANZAVOLTA, T.; CURTO, G.; SORINO, R.; ORESTE, M.; LONGO, A.; LEONE, D.; TIBERI, R.; VINCIGUERRA, M.T. and TRIGGIANI, O. Biodiversity of entomopathogenic nematodes in Italy. J. Helminthol. Vol. 89, No.(3), 2014, 359-366 .

THURSTON, G. S.; NI, Y. ANA KAYA, H. K. Influence of salinity on survival and infectivity of entomopahtogenic nematodes. J. Nematol. Vol. 26, No.(3), 1994, 345- 351.

TUMIALIS, D.; MASZEWSKA, J.; PEZOWICZ, E.; SKRZECZ, I.; MAZURKIEWICZ, A.; PIETRASZCZYK, J. J. and KUCHARSKA, K. Occurrence of entomopathogenic nematodes in Polish soils. Ciência Rural, Santa Maria, Vol. 46, No.(7), 2016, 1126-1129.

VALADAS, V.; LARANJO, M.; MOTA, M.; and OLIVEIRA, S. A survey of entomopathogenic nematode species in continental Portugal. J. Helminthol., Vol. 88, No.(3), 2014, 327-341 .

WALLACE, H. R.. Movement of eelworms. 46, 1958, 74–85.

WHITE, G. F. A method for obtaining infective nematode larvae from cultures. Science Journal, 66, 1927, 302-303 .

WIESNER, A. The induction of the immune defense of an insect (Galleria mellonella: Lepidoptera) through synthetic materials and species-specific hemolytic factors. PhD thesis, Berlin, 1993, 107 pp.