فاعلية بعض مبيدات الآفات والمخصبات العضوية في يرقات نيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne incognita* مخبرياً

قتيبة حاصود* **خالد العسس وزكريا الناصر****

الملخص

تم تنفيذ البحث في مخابر مركز بحوث ودراسات المكافحة الحيوية في كلية الزراعة جامعة دمشق في عام 2018–2019. لتقييم فاعلية المبيد الفطري fluopyram (pyridinyl ethylbenzaimide) والمبيد النيماتودي (imicyafos) والمخصب العضوي Phosphoric Poly quat+ على الطور الثاني لنيماتودا تعقد الجذور الجنوبية (J2)Meloidogyne incognita. بينت النتائج أن المبيد fluopyram تفوق بشكل معنوي في موت يرقات الطور الثاني لنيماتودا M. incognita (J2) على المبيد imicyafos والمخصب العضوي Poly quat+ Phosphoricعند كل التراكيز، وكان التركيز القاتل النصفي LC_{50} للمبيد fluopyram (77.76و 22.24 ppm) بعد 24 و 48 ساعة من التحضين، تلاه المبيدimicyafos حيث أعطى نسبة موت أعلى ليرقات الطور الثاني لنيماتودا M. incognita مقارنة بالمخصب العضوي، وأظهرت النتائج أن المركبات المختبرة كانت أعلى سمية ليرقات الطور الثاني لنيماتودا M. incognita (J2) بعد 48 ساعة مقارنة بزمن التحضين 24 ساعة، وازدادت سمية المركبات المختبرة بزيادة التركيز.

الكلمات المفتاحية: نيماتودا Meloidogyne incognita، Fluopyram ,micyafos، مخصب عضوي

*طالب ماجستير في قسم وقاية النبات – كلية الزراعة– جامعة دمشق.
**أستاذ في قسم وقاية النبات – كلية الزراعة– جامعة دمشق.

Efficacy of Pesticides and Organic Fertilizer on Juveniles of Meloidogyne incognita In Laboratory

Qutaiba Hasod* Khaled Al-Asas and Zakaria Al-Nasser**

Abstract

The investigation was carried out during 2018 - 2019 at the laboratories of biological control studies and research center in Faculty of Agriculture, Damascus University. The efficacy of fungicide (fluopyram: pyridinyl ethylbenzaimide), nematicidal (imicyafos:organophosphate) and organic fertilizer (Poly quat+ Phosphoric) was assayed against Juveniles Meloidogyne incognita (J2). Results showed that fluopyram superiority significantly in killing the M. incognita (J2) compare with imicyafos and Poly quat+ Phosphoric at all concentration. fluopyram showed highest efficacy in killing M. incognita (J2) , with an LC_{50} 77.76 and 22.24 mg/L. after 24 and 48 hours, respectively., followed imicyafos witch was higher in mortality of M. incognita (J2) when compared with quat+ Phosphoric. The results showed that the tested compounds were highly toxic to M. incognita (J2) after 48 hours than 24 hours from incubation. In addition, the results showed that the toxicity of tested compounds increased as well as increase concentrations.

Keywords: Nematode Meloidogyne incognita, Imicyafos , Fluopyram , Organic fertilizer

*Master's student in the Department of Plant Protection - Faculty of Agriculture - Damascus University.

**Professor in the Department of Plant Protection - Faculty of Agriculture - Damascus University.

المقدمة

تسبب النيماتودا المتطفلة على النبات فقداً كبيراً في الإنتاج لمدى واسع من المحاصيل (Javad وزملاؤه، 2006). وتعد نيماتودا تعقد الجذور الجنوبية Meloidogyne incognita (Tylenchida: Heteroderidae) من أخطر أنواع النيماتودا المتطفلة على النبات ، والتي تحدث أضراراً نوعية وكمية للعديد من المحاصيل الزراعية الحولية والمعمرة. تهاجم نيماتودا Meloidogyne incognita 4500 نوعاً نباتياً وتسبب أضراراً نباتيةً جسيمة ، حيث تُخفض من قدرة الجذور على امتصاص الماء والمواد الغذائية مما تؤثر سلباً على نمو النبات وإنتاجيته (McCarter, 2008) ،و تظهر على النباتات المصابة بهذا النوع من النيماتودا أعراض إصابة نمطية واضحة بتشكيل عقد جذرية على جذور النباتات وتقزم واصفرار نتيجة نقص امتصاص الماء والعناصر الغذائية (Siddiqui وMahmood ، 1999). يقدر الفقد الناتج عن الإصابة بنيماتودا تعقد الجذور M. incognita في المحاصيل بـ 100 مليون دولار سنوياً في العالم (Yermiyahu وOka ،2002). إضافةً إلى أنّ مكافحة هذا النوع من النيماتودا صعب للغاية وذلك بسبب أن النيماتودا M. incognita تصيب مجالاً واسعاً من النباتات التي تنتمي لعوائل نباتية مختلفة، ولقدرتها الكبيرة على التكاثر، حيث تضع الأنثى الواحدة ألف بيضة (Natarajan وزملاؤه، 2006). تستخدم المبيدات الكيميائية في مكافحة هذه النيماتودا غير أنها مكلفة جداً ولذلك تستخدم فقط على المحاصيل ذات القيمة الاقتصادية العالية. إضافةً لذلك تُحدث المبيدات أضراراً بيئية وسمية للإنسان (Tsay وزملاؤه، 2004). استخدمت المبيدات الفوسفورية العضوية والكرباماتية لفترة طويلة بإضافتها للتربة منها من يعمل بالملامسة ومنها يمتص عن طريق الجذور لمكافحة النيماتودا المتطفلة على النبات، حيث تثبط أنزيم كولين أستيريز (Maan, 2004). كما

استخدمت بعض المبيدات في تعقيم التربة قبل الزراعة مثل بروميد الميثيل و1،3 دايكلوروبكرين وميتام الصوديوم للقضاء على النيماتودا والآفات الأخرى كونها سهلة الاستخدام وفعالة بتراكيز منخفضة (Rich وزملاؤه، 2004) ولكن تكاليفها عالية (Duniway, 2002). استخدم حديثاً المبيد الحيوي Abamectin المستخرج من بكتريا التربة Streptomyces avermitilis كمبيد حشري نيماتودي (Putter وزملاؤه، 1981)، وله طرائق عدة في التأثير على النيماتودا، ويمكن أنّ تعامل به البذور التي يمكن أنّ تخزن لعدة شهور قبل الزراعة ، علماً أن بقايا هذا المبيد لا تتراكم حيوياً ولا تمتص من قبل النباتات (Dybas، 1989). أثبت Nasr 2015 أنّ المبيد Abamectin أكثر سمية ليرقات الجيل الثاني وفقس البيض لنيماتودا M. incognita مقارنة بباقي المبيدات المختبرة تلاه المبيدات الفوسفورية cadusafos و fenitrothion و biofly وزاد التأثير السمي للمبيدات المختبرة بزيادة التركيز وطول فترة التعرض من 24– 72 ساعة. ويعد مبيد Imicyafos من المبيدات الفوسفورية العضوية المثبط لأنزيم كولين استيريز ويستخدم في مكافحة النيماتودا (Rich وزملاؤه (2004) وToyota and Wada، 2008)، وهو من المبيدات الآمنة بيئياً لأنه منخفض السمية على الكائنات الحية الدقيقة النافعة بالتربة (Wada and Toyota, 2008)

أثبتت الدراسات فعالية استخدام المبيد الفطري Fluopyram من مجموعة pyridinyl ethylbenzaimide في مكافحة النيماتودا الممرضة على النبات عند التراكيز المنخفضة (Westerdahl وزملاؤه، 2015 وOka وزملاؤه، 2009 وChawla وزملاؤه، 2018) وقد أشار Burns وزملاؤه (2015) أن مبيد Fluopyram يثبط التنفس من خلال تأثيره في الميتكوندريا (complex II (succinate–ubiquinone reductase))، وذكر Faske and Hurd (2015) أن مبيد ,fluopyram سبب موت الطور اليرقي الثاني (J) من نيماتودا M. incognita عند تراكيز منخفضة، حيث بلغت قيمة LC_{50}= 5.18 ppm بعد 2 ساعة

و1.18 ppm بعد 24 ساعة وبلغت LC_{90} = 5.31 ppm بعد 24 ساعة. كما ذكر Oka (2019) أن تركيز 4 ppm لمبيد fluopyram سبب موت 100%ليرقات نيماتودا M. incognita (J2) بعد 48 ساعة، وقد ذكر Gylsels (1972) أن أنزيم Proteases لنيماتودا Panagrelus silusiae و Turbatrix aceti تم تثبيطه بواسطة المبيدات الفوسفورية العضوية. درس الباحثان Nordmeyer و Dickson (1989) تأثير بعض مبيدات النيماتودا التابعة للمجموعات الكرباماتية والفوسفورية العضوية في استهلاك الأوكسجين ليرقات الطور الثاني(J2) لثلاثة أنواع من النيماتودا Meloidogyne spp.، ووجدا أن كمية الأكسجين المستهلكة من قبل طور الحداثة الثاني (J_2) للنيماتودا M. arenaria و M. incognita و M. javanica اعتمد على نوع مبيد النيماتودا المستخدم في التجربة ، وقد أظهرت يرقات(J2) لنيماتودا M. javanica أعلى انخفاض في امتصاص الأوكسجين عند معاملتها بمبيد aldicarb مقارنة مع الشاهد غير المعامل. وقد استعاد الطور اليرقي الثاني (J2) M. javanica حيويته سريعاً عند النقل من محلول المبيدات fenamiphos و aldicarb ووضعها في الماء مقارنة مع يرقات نيماتودا M. incognita وقد عزى ذلك إلى الإختلاف في حساسية الأنواع التابعة للجنس Meloidogyne.

أهداف البحث

اختبار فاعلية المبيدان Fluopyram و Imicyafos والمخصب العضوي Poly quat+ Phosphoric acid على يرقات الطور الثاني (J2) لنيماتودا تعقد الجذور Meloidogyne incognita في المخبر.

مواد وطرائق البحث

نفذ البحث في العام 2018 –2019 في مخابر كلية الزراعة و مركز المكافحة الحيوية في كلية الزراعة في جامعة دمشق.

- **عزل النيماتودا:**

تم الحصول على يرقات الطور الثاني J2 لنيماتودا M. incognita باستخلاصها بواسطة الخلاط وجمعها على المناخل من جذور بطيخ أصفر (Cucumis melo L.) صنف تورنادو الحساس لنيماتودا تعقد الجذور والمزروعة في حقل من منطقة (تيزين، حماة). جُمعت كتل البيض من العقد الجذرية لنباتات البطيخ الأصفر المصابة وفقاً لطريقة Hussey وBarker (1973) وتم تعقيمها سطحياً بـ هيبوكلوريد الصوديوم 0.5% لمدة 3 دقائق ،ثم غُسلت بالماء المعقم ثلاثة مرات. وتم استخلاص يرقات الطور الثاني (J2) من نباتات مزروعة في أصص وملقحة بنوع واحد من النيماتودا وفقاً لطريقة (Vrain, 1977).

الجدول (1): . المركبات المستخدمة

الاسم التجاري	معدل الاستخدام / 100ليتر ماء	المادة الفعالة وتركيزها
Velum Prime	**62.5 مل**	**Fluopyram**
Nemakick	**1 كغ**	**Imicyafos1.5%(W/W)**
Novo Safe	**400 مل**	**(Poly quat 5%, Phosphoric acid 10%)**

- **تقييم فاعلية المبيدات على يرقات الطور الثاني J2 للنيماتودا المدروسة في المخبر:**

تم تحضير المحلول الأساسي للمبيدات المختبرة بالماء المقطر بإذابة 1 غ أو 1 مل من المادة الفعالة للمبيد في 100 مل ماء (تركيز 10000 مغ/ليتر ماء). استخدمت أطباق بتري معقمة بقطر 5 سم ووضع فيها 0.5 مل من المحلول الأساسي للنيماتودا (100 يرقة طور ثاني J2). أضيفت كمية مناسبة من محلول

المبيد في الأطباق للحصول على التراكيز 5 و 10 و20 و40 و80 و100 و200 و 400 و 800 و 1000 و1500 ppm، ثم أكمل المزيج حتى 2 مل بالماء المقطر، واستخدم الماء المقطر فقط في الشاهد. تم تغطية أطباق البتري بمعدل ثلاثة أطباق لكل تركيز (مكررات). حُركت الأطباق بحركة دائرية بلطف ليتم تماس النيماتودا بالمبيد بشكل جيد لمدة 2 دقيقة. تم ترتيب الأطباق بالتصميم العشوائي الكامل بمعدل 3 أطباق لكل تركيز حضنت الأطباق على درجة حرارة 24 درجة مئوية بالظلام . أخذت القراءات بعد 24 و 48 ساعة من التحضين. فُحصَتْ الأطباق باستخدام المكبرة الضوئية عند تكبير 10 X. عُدت النيماتودا الميتة والحية ، وتم اعتبار النيماتودا ميته عندما لم تتحرك لمدة 2 ثانية بعد تحريكها بإبرة خاصة ثم نقلت إلى طبق مملوء بالماء المقطر فقط لمدة 2 ساعة للتأكد من موتها نهائيا ،ثم تم التخلص منها.

تم حساب النسبة المئوية للموت وفقاً لمعادلة Abbott (1925) المصححة كالتالي:

النسبة المئوية المصححة للموت =[(% للموت في المعاملة – % للموت في الشاهد)/(100– % للموت في الشاهد)] × 100

تم حساب قيم LC_{50} (التركيز القاتل النصفي) بعد 24 و48 ساعة من التحضين باستخدام قيم بروبت المقابلة لنسب الموت المصححة ووقعت مقابل لوغاريتم التركيز ورسم خطوط السمية(Finney،1978).

التحليل الإحصائي:

تم تحليل البيانات باستخدام ANOVA التي تم الحصول عليها حاسوبياً على برنامج SPSS.20، وتم اختبار L.S.D. لمقارنة المعاملات عند مستوى معنوي 1 %.

النتائج والمناقشة

- **فاعلية المبيدات المختبرة في يرقات الطور الثاني(J2) لنيماتودا *M. incognita* بعد 24 ساعة من التحضين**

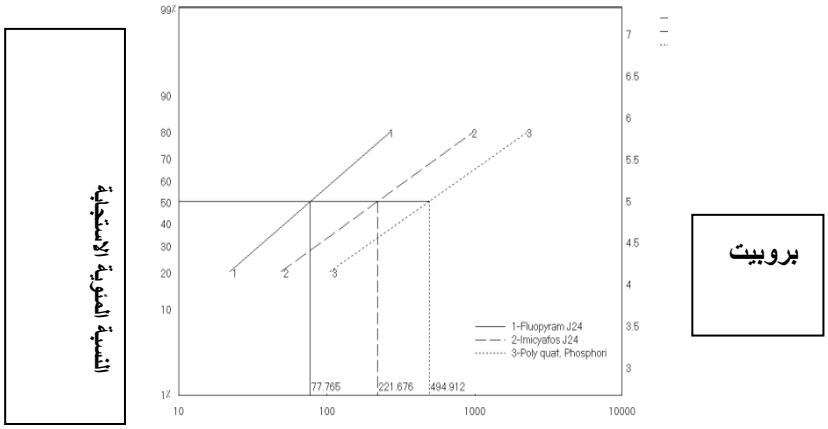
تم اختبار كفاءة المبيدان Imicyafos والمبيد الفطري Fluopyram والمخصب العضوي poly quat+ Phosphoric acid (له صفات مبيد نيماتودي لوجود حمض الفوسفور) في موت يرقات الطور الثاني (J2) لنيماتودا تعقد الجذور Meloidogyne incognita في المخبر، وتحديد قيم LC_{50} تحت الظروف المخبرية وعلى سلالة نيماتودا محلية. أظهرت النتائج في الجدول 2 تباين في فاعلية المركبات الكيميائية المستخدمة على يرقات (J2) لنيماتودا تعقد الجذور *M. incognita*، وفقاً للتركيب الكيميائي وتركيز المركب وفترة التعرض، فقد حقق المبيد Fluopyram أعلى نسبة موت ليرقات العمر الثاني (J2) لـ *M. incognita* بعد 24 ساعة وبفرق معنوي عند مستوى 1% مقارنة مع المبيد Imicyafos و المخصب الحيويPoly quat+ Phosphoric acid والشاهد، حيث كانت نسبة الموت المصححة (62.13% و100%) عند التركيزين 100 و1500 مغ/ ليتر على الترتيب، تلاه في ذلك المبيد الفوسفوري Imicyafos، حيث بلغت نسبة الموت المصححة (36.06% و96.03%) عند كلا التركيزين على التوالي. من جهة أخرى أعطى المخصب الحيوي Poly quat+ Phosphoric acid أقل تأثيراً على يرقات العمر الثاني (J2) لـ *M. incognita* بعد 24 ساعة وبفرق معنوي مع باقي المعاملات ،إذ بلغت نسبة الموت 19.72 و80.24% عند التركيزين 100 و1500 مغ/ ليتر على الترتيب. وقد زادت نسبة الموت ليرقات النيماتودا بزيادة

تراكيز المبيدات المختلفة، حيث كانت أعلى نسبة موت للمبيدات عند أقصى تركيز مستخدم (1500 مغ/ ليتر)، وكانت أقل نسبة موت عند التركيز الأدنى المستخدم (5 مغ/ ليتر). و ذكر العديد من الباحثين فاعلية مبيد fluopyram في يرقات نيماتودا تعقد الجذور (Faske and Hurd،2015 وOka، 2019). وأثبت الباحثان Nordmeyer وDickson (1989) تأثير مبيدات النيماتودا التابعة لمجموعة الفوسفور في استهلاك الأوكسجين ليرقات الطور الثاني(J2) للنيماتودا .

الجدول (1). فاعلية المبيدات المختبرة في يرقات الطور الثاني(J2) لنيماتودا M. incognita بعد 24 ساعة من التحضين

التركيز (مغ/ ليتر)	النسبة المئوية للموت المصححة لليرقات		
	Fluopyram	Imicyafos	Polyquat, Phosphoric acid
5	1.82	1.16	1.25
10	8.69	6.58	3.4
20	17.11	10.06	4.45
40	37.08	14.79	8.66
80	49.81	29.74	11.91
100	62.13	36.06	19.72
200	70.21	42.832	31.85
400	85.03	54.72	39.26
600	87.53	65.50	45.95
800	98.26	74.411	58.13
1000	100	82.37	71.80
1500	100	96.03	80.24

قيمة أقل فرق معنوي بين المعاملات0.01 L.S.D. (4.23) وبين التراكيز(8.23)



الشكل (1). خطوط السمية للمركبات المدروسة على يرقات الطور الثاني (J2) لنيماتودا M. incognita بعد 24 ساعة من التحضين.

فاعلية المبيدات المختبرة في يرقات الطور الثاني(J2) لنيماتودا M. incognita بعد 48 ساعة من التحضين

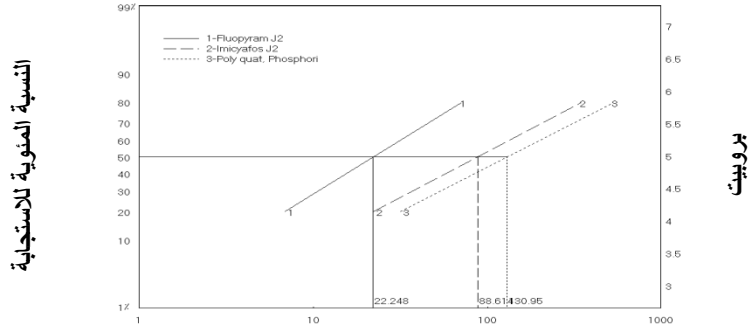
تظهر النتائج في الجدول 3 والشكل 2 أن المبيد Fluopyram أظهر أعلى نسبة موت الطور اليرقي الثاني (J_2) وبفروق معنوية مع كل المعاملات وقد كانت نسبة الموت المصححة أعلى من 50% عند التركيز 40 مغ/ليتر، وكانت أعلى نسبة موت مصححة 100% عند التركيز 200مغ/ ليتر بعد 48 ساعة من التعرض للمبيد على التوالي، بينما سجل المخصب العضوي Poly quat+ Phosphoric acid أقل فاعلية على يرقات الطور الثاني في المخبر عند التراكيز المنخفضة 100 مغ/ ليتر، ولم يعط نسبة موت أعلى من 50% إلا عند التركيز 200 مغ/ ليتر حيث كانت نسبة الموت المصححة 62.61% بعد 48 ساعة من التحضين. كما بينت النتائج أن للمبيد Imicyafos تأثير فعال في نسبة موت يرقات العمر الثاني و كانت نسبة الموت المصححة ليرقات العمر الثاني (J2)

100% عند التركيز 1000مغ/ليتر بعد 48 ساعة من التحضين. كما بينت النتائج أن مبيد Imicyafos له تأثير فعال في نسبة الموت المصححة ليرقات العمر الثاني (J2) في المخبر، حيث أعطى فاعلية أعلى من 50% بعد 48 ساعة من التحضين عند التركيز 100 مغ/ ليتر، وكانت نسبة الموت المصححة 100% ابتداء من التركيز 1000مغ/ليتر بعد 48 ساعة من التعرض للمبيد على التوالي، وظهرت على يرقات النيماتودا المعاملة بالمبيدات الكيميائية أعراض تشبه تلك الأعراض المثبطة لأنزيم كولين أستيريز (الاضطرابات، التشنج، الشلل ثم الموت) (Gylsels، 1972)، (Mann، 2004)، وقد أثبتWright وAwan (1976) أنّ مبيدات الآفات التي تتبع مجموعة الفوسفور العضوية والكربماتية تؤثر على تثبيط أنزيم كولين استريز في العديد من أنواع النيماتودا بينما تعود فاعلية المبيد Fluopyram لتأثيره على آلية التنفس في الميتوكندريا، أما المخصب الحيوي Poly quat+ Phosphoric acid قد يعود تأثيره لتخفيض الوسط المحيط إلى الحامضي ووجود حمض الفوسفور بتركيز ضعيف.

الجدول (2). فاعلية المبيدات المختبرة في يرقات الطور الثاني(J2) لنيماتودا M. incognita بعد 48 ساعة من التحضين

التركيز (مغ/ ليتر)	النسبة المئوية للموت المصححة لليرقات		
	Fluopyram	Imicyafos	Polyquat,Phosphoric acid
5	11.63	5.35	2.39
10	31.47	13.15	7.77
20	44.78	19.74	13.25
40	60.84	28.22	21.89
80	84.54	36.82	35.14
100	97.11	55.88	46.63
200	100	67.98	62.61
400	100	73.36	69.06
600	100	88.15	79.54
800	100	95.94	86.33
1000	100	100	96.02
1500	100	100	100

قيمة أقل فرق معنوي بين المعاملات0.01 L.S.D. (5.26) و بين التراكيز(7.26)



الشكل(2). خطوط السمية للمركبات المدروسة على يرقات الطور الثاني (J2) لنيماتودا M. incognita بعد 48 ساعة من التحضين

- قيم (LC_{50}) التركيز القاتل النصفي(مغ /ليتر) على يرقات الطور الثاني (J2) لنيماتودا M. incognita:

أظهرت النتائج في الجدول3 والشكلين 1 و2 إلى أن قيم (LC_{50}) للمبيدات بعد 24 ساعة من التعرض كانت أكبر من القيم بعد 48 ساعة من التعرض في المعاملات المختلفة، حيث حقق المخصب Poly quat+ Phosphoric acid أكبر قيم للتركيز القاتل النصفي 494.91 و130.95 مغ/ ليتر، بينما أعطى مبيد Fluopyram أقل قيم للتركيز القاتل النصفي 77.76 و22.24مغ/ ليتر بعد 24 و48 ساعة من المعاملة. في حين كانت قيم LC_{50} Imicyafos 221.67 و88.61 مغ/ ليتر بعد 24 و48 ساعة من المعاملة على التوالي، وقد أشار Xiaoxue وزملاؤه (2019) أنّ المبيد الفطري النيماتودي fluopyram سُجل في الصين كمبيد نيماتودي ضد نيماتودا تعقد الجذور على الخيار عام 2015 و له فاعلية عالية ضد يرقات الطور الثاني (J2) لنيماتودا M. incognita في المخبر حيث كانت قيمة LC_{50} =2.78 مغ/ليتر. أشار Faske وHurd (2015) أن مبيد Fluopyram شديد السمية لنيماتودا Meloidogyne incognita ،وذكر Wada

وزمـلاؤه (2011) و(Kim 2015 وزمـلاؤه) أنّ مبيـدImicyafos سـام لنيمـاتودا Pratylenchus penetrans ولنيمـاتودا Meloidogyne incognita. فـي حـين ذكـر Kim وزمـلاؤه (2016) أنّ مبيـدي Fluopyram وImicyafos كانـا شـديد السـمية لنيماتودا Heterodera schachtii .

الجدول (3): قيم (LC_{50}) التركيز القاتل النصفي (مغ /ليتر) ليرقات الطور الثاني (J2) لنيماتودا M. incognita بعد 24 و48 ساعة.

المعاملة	(LC_{50}) مغ/ليتر	
	24 ساعة	48 ساعة
Fluopyram	77.76	22.24
Imicyafos	221.67	88.61
Poly quat, Phosphoric acid	494.91	130.95

الاستنتاجات والتوصيات

- أعطـى المبيـد الفطـري الحـديث Fluopyram كفـاءة عاليـة فـي مكافحـة يرقـات الطور الثاني (J2) لنيماتودا M. incognita ، تلاه في ذلك مبيد Imicyafos.
- كانت فعالية المخصب العضوي منخفضة على يرقات الطور الثاني (J2) لنيماتودا M. incognita في المخبر.
- نوصـي بـإجراء تجـارب حقليـة موسـعة علـى المركبـات الثلاثـة كونهـا مركبـات حديثـة الاستعمال في سورية.

المراجع

Abbott W.S. 1925. A method for computing the effectiveness of an insecticide. Journal of Economic Entomology, Vol. 18, pp. 265–267.

Burns, A.R.; Luciani, G.M.; Musso, G.; Bagg, R.; Yeo, M.; Zhang, Y.; Rajendran, L.; Glavin, J.; Hunter, 2015. Caenorhabditis elegans is a useful model for anthelmintic discovery. Nat. Commun., 6, 7485.

Chawla, S. D.J. Patel, S.H. Patel, R.L. Kalasariya, P.G. Shah. 2018. Behaviour and risk assessment of fluopyram and its metabolite in cucumber (Cucumis sativus) fruit and in soil. Environ. Sci. Pollut. Res. 25, 11626–11634.

-Duniway, J.M. 2002. Status of chemical alternatives to methyl bromide for pre-plant fumigation of soil. Phytopathology 92, 1337–1343.

Dybas, R. A. 1989. Abamectin use in crop protection. In: Ivermectin and Abamectin (ed. W.C. Campbell) Springer, New York. 287-310.

Faske, T. R. and K. Hurd. 2015. Sensitivity of Meloidogyne incognita and Rotylenchulus reniformis to Fluopyram. Journal of Nematology 47(4):316–321.

Finney, D.J. 1978. Statistical method in biological assay. 3rd ed. Charles Griffin and Company LTD, London and High Wycombe.

Gylsels, H. 1972. The influence of some pollution componenents upon the electrophoretic protein and enzyme pattern of free- living nematodes. 11 th Internatl. Symp.of Nematology. Reading, Abstracts, p.27.

Hussey, R. S., and K. R. Barker, 1973. A comparison of methods of collecting inocula of Meloidogyne spp., including a new technique. Plant Disease Reporter 57:1025–1028.

Javad, N. SR. Gowmen, MI. Ulhaq, K. Abdullah, F. Shahina .2006. Systemic and persistent effect of neem (Azardirachta indica) formulations against root knot nematodes, Meloidogyne javanica and their storage life. Crop Protection 26: 911-916.

Kim, H. H., Y. H. Jung, D. H. Kim, T. K. Ha, J. B. Yoon, C. G. Park and H. Y. Choo. 2015. Control effects of imicyafos GR against

two species of the root-knot nematodes (Meloidogyne incognita and Meloidogyne hapla). Korean J. Pestic Sci. 19:101-105.

Kim,J., A. Okki, F. Kabir, J. H. Shin, Y. H. Choi, Jae-K. Lee, and D. W. Lee . 2016. Efficacy of Different Nematicidal Compounds on Hatching and Mortality of Heterodera schachtii Infective Juveniles. Korean J. Pestic. Sci. Vol. 20, No. 4, pp. 293-299.

Mann.P.J .2004. The Pesticide Manual . 3th ed. Database Right © 2004 BCPC (British Crop Protection Council.

McCarter, J.P. 2008. Nematology: terra incognita no more. Nat. Biotechnol. 26, 882–884.

Nasr, H. M. 2015. Toxicity and Biochemical Effect of Organophosphates and Bio-pesticides against Root-knot Nematode, Meloidogyne incognita. J Pollut Eff Cont 4: 151.

Natarajan, N, Cork A, Boomathi N, Pandi R, Velavan S, Dhaskshanamoorthy, G. 2006. Cold aqueous extracts of African marigold, Tagetes erecta for control tomato root-knot nematode, Meloidogyne incognita. Crop Protection 25:1210- 1213.

Nordmeyer, D, D. W. Dickson . 1989. Effect of Carbamate, Organophosphate, and Avermectin Nematicides on Oxygen Consumption by Three Meloidogyne spp. Journal of Nematology, Oct;21(4):472-6.

Oka , Y. 2019. Effect of fluensulfone and fluopyram on the mobility and infection of second-stage juveniles of Meloidogyne incognita and M. javanicPest Management Science, Volume 75, Issue8

Oka, Y, Shuker S and N. Tkachi. 2009. Nematicidal efficacy of MCW-2, a new nematicide of the fluoroalkenyl group, against the root-knot nematode Meloidogyne javanica. Pest Manag Sci 65: 1082– 1089.

Oka, Y, and U. Yermiyahu. 2002. Suppressive effect of composts against the root-knot nematode Meloidogyne javanica on tomato. Nematology 4: 891-898.

Putter, I, M. Connell, J.G, Preiser, F.A, A.A. Haidri ,S. S. Ristich. 1981. Avermectins: novel insecticides, acaricides and nematicides from a soil microorganism. Experientia 37: 963-964.

Rich, J.R.; Dunn, R.A.; Noling, J.W. 2004. Nematicides: Past and present uses. In Nematology Vol 2, Nematode Management and Utilization; Chen, Z.X., Chen, S.Y., Dickson, D.W., Eds.; CABI Publishing: Oxfordshire, UK; pp. 1179–1200.

Siddiqui, Z.A. and I. Mahmood. 1999. Role of bacteria in the management of plant parasitic nematodes: A review. Bioresource Technol. 69: 167-179.

Tsay ,T.T, T. S. Wu and Y.Y. Lin. 2004. Evaluation of asteraceae plant for control of Meloidogyne incognita. Journal of Nematology 36: 36-41.

Vrain, T. C. 1977. A technique for the collection of larvae of Meloidogyne spp. and a comparison of eggs and larvae as inocula. Journal of Nematology 9:249–251.

Wada, S., and K. Toyota.2008. Effect of three organophosphorous nematicides on non-target nematodes and soil microbial community. Microbes & Environments 23:331–336.

Wada, S., K. Toyota and A. Takada. 2011. Effects of the nematicide imicyafos on soil nematode community structure and damage to radish caused by Pratylenchus penetrans. J. Nematol. 43:1.

Westerdahl, B, D. Long, C.T. Schiller and C. A. Wilen. 2015. Nimitz (MCW-2) for management of root-knot nematode in tomatoes. Acta Hortic 1069: 260– 264.

Wright, D. J. and A. F. Awan. 1976. Acetylcholinesterase activity in the region of the nematode nerve ring: improved histochemical specificity using ultrasonic pretreatment. Nematologica 22:326 -331.

Xiaoxue, J.A., J. Li a, B. Dong , H. D. Zhang ,Z. b. Shouan, K. Qiao. 2019. Evaluation of fluopyram for southern root-knot nematode management in tomato production in China. Crop Protection 122. 84–89.

· تاريخ الموافقة 2021/6/15