كفاءة بعض المعاملات الحيوية في مكافحة نيماتودا تعقد الجذور الجنوبية (*Meloidogyne incognita*) على البندورة/الطماطم تحت ظروف الزراعة المحمية في سورية

ريم نوفل يوسف*، حسن أحمد خليل، يزن حمزة محمد وعلي مصطفى العبد الله

قسم وقاية النبات، كلية الزراعة، جامعة حمص، حمص، سورية

*البريد الإلكتروني للباحث المراسل: rnyousef111@gmail.com

الملخص

يوسف، ريم نوفل، حسن أحمد خليل، يزن حمزة محمد، علي مصطفى العبد الله. 2025. كفاءة بعض المعاملات الحيوية في مكافحة نيماتودا تعقد الجذور الجنوبية (*Meloidogyne incognita*) على البندورة/الطماطم تحت ظروف الزراعة المحمية في سورية. مجلة وقاية النبات العربية، 43(4):527–533. https://doi.org/10.22268/AJPP-001347

تعدّ البندورة/الطماطم (*Solanum lycopersicom* L.) من الخضار الرئيسية في سورية، نظراً لقيمتها الغذائية والاستهلاكية والتصنيعية والتصديرية، ويتمّ إنتاجها على مدار السنة نظراً للمناخ المعتدل في المنطقة الساحلية من سورية، حيث يمكن زراعة البيوت المحمية بدون استخدام أجهزة التدفئة. وتعاني البندورة/الطماطم في الزراعة المحمية من نيماتودا تعقد الجذور التي تعدّ من بين أخطر خمسة أمراض تصيب البندورة/الطماطم المحمية في العالم. تمّت دراسة تأثير المستخلص الأسيتوني لأوراق نبات الدفلة (*Nerium oleander*) وبذور وثمار نبات الأصطرك (*Styrax officinalis*)، والمبيد الحيوي تريكوديرما، مع المبيد النيماتودي نيماكيك–30 (Imicyafos 30% W/W)، بالإضافة إلى مسحوق بذور الأصطرك مضافاً للتربة، في مؤشرات النمو الخضري للبندورة/الطماطم المعداة بنيماتودا تعقّد الجذور الجنوبية (*Meloidogyne incognita*) وفي مؤشرات الإصابة بالنيماتودا بالمقارنة مع الشاهد السليم والشاهد المعدى غير المعامل. بلغ أفضل تأثير في مؤشرات النمو الخضري لنباتات البندورة/الطماطم في معاملة مستخلص أوراق الدفلة، حيث أدّت إلى ارتفاع جميع المؤشرات المدروسة مقارنةً مع الشاهد المعدى غير المعامل، حيث بلغت قيم متوسط مؤشرات عدد العناقيد الزهرية، عدد الثمار، طول النبات، قطر الساق، وزن الثمار، وزن المجموع الخضري، وزن المجموع الجذري وطول الجذر: 5، 25، 162 سم، 5 سم، 533.3 غ، 515 غ، 137.7 غ و 56 سم، على التوالي، في حين بلغت قيم متوسطات المؤشرات نفسها في الشاهد المعدى غير المعامل: 4، 21.3، 130 سم، 2.7 سم، 223.3 غ، 281.7 غ، 124.7 غ و 51 سم، على التوالي. كما كان لمعاملة مستخلص ثمار الأصطرك أكبر تأثير في مؤشرات الإصابة مقارنةً بباقي المعاملات، حيث أدت إلى انخفاض معنوي في جميع مؤشرات الإصابة بالمقارنة مع الشاهد المعدى غير المعامل.

كلمات مفتاحية: نيماتودا تعقّد الجذور، *Nerium oleander*، *Styrax officinalis*، تريكوديرما، المستخلصات الأسيتونية، نيماكيك–30.

المقدمة

تنتمي البندورة/الطماطم (*Solanum esculentum*) إلى العائلة الباذنجانيّة (Solanaceae) وهي من المحاصيل المهمّة عالميّاً، حيث بلغ مجمل الإنتاج العالميّ من البندورة/الطماطم 186,821 مليون طناً في عام 2020، وقد تحقّق هذا الإنتاج بفضل المساحات المزروعة التّي شغلت 5,051,983 هكتاراً. تحتلّ سورية المركز الرابع عربيّاً في إنتاج البندورة/الطماطم، والمركز الخامس والعشرين عالميّاً، حيث بلغ إنتاجها 780 ألف طناً. ومن الجدير بالذّكر، أنّ سورية تزرع البندورة/الطماطم على مدار العام وذلك من خلال استخدام أصناف مبكّرة أو متأخّرة، فضلاً عن الاعتماد على الزراعة المحمية في المنطقة السّاحليّة والمناطق الملائمة (FAOSTAT, 2020).

تعاني زراعة البندورة/الطماطم في سورية من العديد من الأمراض التّي تخفّض القيمة الاقتصاديّة للمحصول كمّاً ونوعاً، ومن أهمّها نيماتودا تعقد الجذور (*Meloidogyne* spp.) التّي تُعدّ من أكثر أجناس النيماتودا إصابةً للبندورة/الطماطم (DeBeer, 2010). أشارت الدّراسات إلى وجود ثلاثة أنواع لهذه النيماتودا في السّاحل السّوري على البندورة/الطماطم والخيار، وهي: *M. incognita*، *M. javanica* و *M. Arenaria* (البودي وآخرون، 2018؛ Toumi *et al*., 2014).

يُعدّ تطبيق المبيدات الكيميائيّة الطريقة الأسهل لمكافحة نيماتودا تعقّد الجذور (Hooks *et al*., 2006؛ Duponnois *et al*., 2001) على الرغم من أضرارها البيئية والتّكلفة المرتفعة للمبيدات النّيماتوديّة وقّلة توفّرها في الأسواق (Mahalik & Routray, 2009).

https://doi.org/10.22268/AJPP-001347
© 2025 الجمعية العربية لوقاية النبات Arab Society for Plant Protection

دُرس تطبيق المستخلصات النّباتيّة والإضافات العضويّة في مكافحة نيماتودا تعقّد الجذور على نطاقٍ واسعٍ، فقد تمّ استعمال الطّحالب البحريّة والثّوم لمكافحة نيماتودا تعقّد الجذور (Anter *et al.,* 1994)، كما أشارت بعض الدّراسات إلى استخدام الهليون، البرسيم، الماري غولد، النّيم، وكسبة الزّيتون، حيث أبدى كل منها تأثيراً كبيراً في خفض أعداد العقد الجذريّة وكتل البيض على نبات دوّار الشّمس المُصاب بنيماتودا تعقّد الجذور (Abadir *et al.,* 1994). تمّت في السابق دراسة تأثير العديد من المستخلصات النباتية في مكافحة النيماتودا، مثل مستخلص الأوكاليبتوس (*Eucalyptus camaldulensis*)، النّيم (*Azadirachta indica*)، الثوم (*Allium sativum*) والقطيفة (*Tagetes erecta*) ضد نشاط نيماتودا تعقّد الجذور في التربة لما تحتويه من موادّ كيميائيّة سامّة وقاتلة، لها فعل المبيدات (Kamal *et al*., 2009).

نظراً للأهميّة الاقتصاديّة لمحصول البندورة/الطماطم في سورية وللضّرر الذّي تحدثه نيماتودا تعقّد الجذور على هذا المحصول، فقد هدف هذا البحث إلى دراسة تأثير كلٍّ من المستخلصات الأسيتونيّة لنباتيّ الدّفلة (*Nerium oleander*) والأصطرك/العبهر (*Styrax officinalis*)، والمبيد الحيويّ تريكوديرما *Trichoderma* spp. والمبيد الكيميائيّ نيماكيك 30 (Nemakick 30 SL) في مكافحة نيماتودا تعقّد الجذور على محصول البندورة/الطماطم تحت ظروف الزراعة المحمية.

مواد البحث وطرائقه

جمع النّباتات المختبرة وتحضير المُستخلصات

جُمعت أوراق الدّفلة من الحدائق العامّة في محافظة حمص، بينما تمّ الحصول على ثمار نبات الأصطرك من منطقة الدريكيش، ونُقلت إلى مختبر النّيماتودا في جامعة حمص، حيث جُفّفت في الظّل، وبعد تمام عمليّة التّجفيف تمّ سحق أوراق الدّفلة وفصل بذور ثمار الأصطرك عن الغلاف الثّمريّ وحُفظت كلّ منها بشكلٍ منفصلٍ. ولتحضير المستخلصات، أُخذ 10غ من المسحوق الجّاف للأوراق، وأُضيف له 200 مل من الأسيتون 70%، ونُقِع في دورقٍ زجاجيّ معقّم سعة 500 مل لمدّة 48 ساعة في الظّلام مع التّحريك المستمّر، وبعدها تمّ ترشيح المنقوع عبر ورق التّرشيح إلى دورق معقّم، ووُضِعت الرشاحة في جهاز المبخّر الدّوراني (120 دورة/دقيقة عند حرارة 56.7°س للتّخلص من المذيب العضوي (Harborne, 1984) واعتُبِر النّاتج بتركيز 100% وحُضّر منه التّركيز 50% بإضافة الأسيتون. حُفِظت المُستخلصات في دوارق محكمة الإغلاق في البرّاد عند حرارة 4°س لحين استخدامها. كما تمّ الحفاظ على جزء من مسحوق بذور الأصطرك بشكلٍ جافّ لاستخدامه فيما بعد وإضافته بشكل مسحوق مع الخلطة التّرابيّة.

تحضير مادّة اللّقاح المُعدي

تم الحصول على مادة العدوى من أكياس البيض باستخدام طريقة المناخل وهيبوكلوريد الصوديوم، حيث أخذ نبات بندورة بعمر شهرين ومُصاب بنيماتودا تعقّد الجذور (*Meloidogyne incognita*) من البيوت البلاستيكيّة في قرية المصيدة التّابعة لمدينة تلكلخ، غُسلت جذور النّبات المُصاب بالماء وقطّعت إلى قطع صغيرة، ووُضع 50 غ منها في دورق مع 200 مل من محلول هيبّوكلوريت الصوديوم 0.5%، ومُرّر المُعلّق النّاتج من خلال منخل 200 مش موضوع فوق آخر 500 مش، حيث بقي في الأخير البيض وتمّ التّخلّص من آثار هيبوكلوريت الصوديوم بالغسيل تحت تيّار خفيف من الماء لعدّة دقائق (Hussey & Barker, 1973)، وحضر معلق النيماتودا بالتركيز المختبر وحفظ في البراد للتجارب اللاحقة.

زراعة الشتول والنباتات

تمّ تجهيز خلطة ترابيّة مؤلّفة من تراب ورمل وسماد عضويّ متخمّر بنسبة 1:1:1 وتمّ تعقيمها بطريقة التّعقيم الشّمسيّ خلال شهري تموز/يوليو وآب/أغسطس. زرعت نباتات التجربة في كؤوس بلاستيكية شفافة حتى إجراء العدوى بالنيماتودا، وبعدها نقلت النباتات إلى أصص كبيرة معقّمة قطرها 35 سم سعة 9 كغ تحوي الخلطة التّرابيّة المعقّمة التّي تمّ تحضيرها سابقاً، وعُزلت الأصص عن تربة البيت البلاستيكيّ باستخدام رقائق من البولي إيثيلين لتجنّب انتقال الإصابة إلى التربة مع مياه الرّيّ أو بأي طريقة أخرى. بعد ذلك تمّ توصيل شبكة ريّ بالتّنقيط للأصص لضمان وصول كميّات كافية من المياه للشّتول وسهولة إجراء عمليّات التّسميد.

إجراء العدوى والمعاملات المستخدمة

أُحدثت العدوى بـ 2000 بيضة وطور الإنسلاخ الثاني للنيماتودا لكل شتلة بندورة واحدة. حُفظ مستخلص العدوى في عبوة بلاستيكيّة في البراد للحفاظ على حيويّة البيوض وطّور الإنسلاخ الثّاني حتّى اليوم التّالي أي أقلّ من 24 ساعة لحين الانتقال إلى منطقة التّجربة.

تمّ إجراء 8 معاملات مختلفة على النّباتات المزروعة بمعدّل ثلاثة مكرّرات لكلّ معاملة، توزّعت على النّحو التّالي: (1) معاملة شاهد سليم غير مُعدى وغير مُعامل، (2) معاملة شاهد مُعدى وغير مُعامل، (3) معاملة مستخلص ثمار الأصطرك، (4) معاملة مستخلص بذور الأصطرك، (6) معاملة مستخلص أوراق الدّفلة، (7) معاملة المبيد الحيويّ تريكوديرما، (8) معاملة مبيد النيماكيك، (المادّة الفعّالة Imicyafos 30% W/V) تمّ تحضيره (بالجرعة المُوصى بها) بمعدّل 0.25 مل من المبيد/500 مل ماء و (9) معاملة مسحوق بذور الأصطرك. أضيفت المُستخلصات النّباتيّة والمواد الأخرى المختبرة مع مياه الرّيّ بمعدّل 100 مل لكل نبات على دفعتين 50 مل في كل دفعة

بفارق يومين بينهما. في حين تم الري بالماء فقط في معاملة الشاهد. خُلط مسحوق بذور الأصطرك مع الخلطة التّرابيّة المستخدمة في الأصص بمعدل 1 غ لكل 1 كغ تربة أي 9 غ لكل أصيص وتركت لمدّة 10 أيام قبل الزّراعة. وُضعت الأصص في بيت بلاستيكيّ (في قرية المصيدة التّابعة لتلكلخ)، ووُزّعت الأصص وفق التّصميم العشوائيّ الكامل (RCB). وتمت عمليات الري والتسميد حسب الحاجة.

أخذ القراءات والتحليل الإحصائي

عندما أصبح عمر النّباتات خمسة أشهر ووصلت إلى مرحلة العنقود الثّمريّ الرّابع والخامس، نُقلت نباتات المعاملات المختلفة من البيت المحمي إلى مختبر النّيماتودا في كليّة الهندسة الزّراعيّة بجامعة حمص وذلك لأخذ القياسات وجمع البيانات اللّازمة. تمّ أخذ قراءات المجموع الخضريّ لكلّ نبات: عدد العناقيد الزّهريّة، عدد الثّمار، وزن الثّمار، طول السّاق، قطر السّاق عند ارتفاع 30 سم، الوزن الطّريّ للمجموع الخضريّ. جُمعت النّباتات بعناية للمحافظة على المجموع الجذريّ، وغُسلَت الجذور جيّداً بالماء الجاري وجُفّفت وأُخذ وزن الجذور الرّطب وطول الجذور. كما تمت دراسة تطور النيماتودا في المعاملات المختبرة وحسبت الكثافة النهائية للنيماتودا ضمن كل أصيص لمقارنة عدد العقد الجذريّة، عدد أكياس البيض، عدد البيض في الكيس الواحد.

حيث حسبت الكثافة النهائية لنيماتودا تعقد الجذور وفق المعادلة التالية:

الكثافة النهائية = عدد أفراد النيماتودا في الجذور + عدد طور الإنسلاخ الثاني في تربة الأصيص

عدد النيماتودا في الجذور=(عدد العقد × عدد أكياس البيض في العقدة الواحدة × عدد البيض في الكيس الواحد)+ عدد الديدان في الجذور.

تم حساب أعداد الإنسلاخ الثاني في 100 غ تربة بطريقة أقماع بيرمان، وحسب عدد الأفراد في التربة (Hussey & Barker, 1973) وأيضاً معدل التكاثر. أُجري تحليل التّباين البسيط ANOVA لكل مؤشّر على حدة ثمّ أُجريت المقارنات بين المتوسّطات عند مستوى احتمال 5%.

النتائج

نجحت العدوى الاصطناعيّة بنيماتودا تعقّد الجذور في جميع نباتات التّجربة التّي أُخضعت للعدوى. كما كان نموّ جميع النّباتات جيّداً ووصلت إلى مرحلة الإثمار مع بعض التّفاوت في مؤشّرات النّموّ الخضريّ في المعاملات المختلفة. وأشارت النتائج إلى مايلي (جدول1):

تطور النيماتودا

متوسّط أعداد البيض ضمن الأكياس– أعطت معاملة النيماكيك أقلّ قيمة في عدد البيوض ضمن الكيس (69.3) بدون أي فرق معنوي في قيمة هذا المؤشّر في معاملة مستخلص ثمار الأصطرك (81.7)، وكان الفرق معنويّاً في هاتين المعاملتين بالمقارنة مع الشّاهد الإيجابيّ.

متوسّط عدد العقد الجذرية– أدّت جميع المعاملات إلى انخفاض معنويّ في عدد العقد مقارنةً مع الشّاهد المُعدى، وكانت أقلّ قيمة بفرق معنويّ في معاملة مستخلص ثمار الأصطرك حيث بلغت 25 عقدة بينما كانت 444 عقدة في الشّاهد الإيجابيّ. لم يكن هناك فروقٌ معنويّة في مؤشّر عدد العقد بين معاملات مبيد النيماكيك والتريكوديرما ومسحوق بذور الأصطرك ومستخلص بذور الأصطرك ومستخلص أوراق الدّفلة.

متوسّط عدد أكياس البيض– أدّت المعاملة بمستخلص ثمار الأصطرك إلى انخفاض معنويّ في متوسّط عدد أكياس البيض بالمقارنة مع الشّاهد الإيجابيّ حيث بلغت هذه القيمة (11.3– 110.3كيس بيض) في المعاملتين على التّوالي، بينما كانت في معاملة النيماكيك 75 كيس، وأعطت معاملة مستخلص أوراق الدّفلة فعاليّة أكبر في خفض عدد أكياس البيض بالمقارنة مع مبيد النيماكيك (28.7 كيس بيض). وبشكلٍ عام لم تكن الفروق معنويّة في كلّ من معاملات مستخلص ومسحوق بذور الأصطرك ومعاملة النيماكيك.

الكثافة النهائية ومعدل التكاثر– أدّت جميع المعاملات إلى انخفاض معنويّ في الكثافة النهائية للنيماتودا مقارنة مع الشّاهد المُعدى، وكانت أقلّ قيمة بفرق معنويّ في معاملة مبيد النيماكيك، ولم تختلف قيم الكثافة الانتهائية معنوياً في معاملتي المبيد ومستخلص ثمار الأصطرك ولا مع الشاهد السليم حيث بلغت 1659.9 و 1660.6 في المعاملتين على التوالي. بلغ معدل التكاثر في الشاهد الايجابي (المعدى غير المعامل) 4.9، وكانت أدنى قيمة لمعدل التكاثر في معاملتي مستخلص ثمار الأصطرك ومبيد النيماكيك حيث بلغ 0.8 في كلا المعاملتين وتلتها معاملة مستخلص بذور الأصطرك (1.4).

مؤشرات النمو

يلخص جدول 2 نتائج أهم مؤشرات النمو لنباتات التجربة في المعاملات المختلفة التي تم الحصول عليها، وكانت كما يلي:

عدد العناقيد الزّهريّة– لم يكن هناك فروقٌ معنويّة في عدد العناقيد الزّهريّة بين المعاملات المختلفة المطبّقة في البحث وبين الشّاهد المُعدى غير المُعامل، إلاّ أنّ معاملة مستخلص أوراق الدّفلة أعطت أعلى قيمة لعدد العناقيد الزّهريّة بدون فرق معنويّ بالمقارنة مع الشّاهد السّليم، حيث بلغت 5 و 6 عنقود زهريّ في معاملة الدّفلة والشّاهد السّليم، على التّوالي.

متوسط عدد ووزن الثمار– لم تكن هناك فروق معنوية في متوسّط عدد الثّمار على النّبات في معاملات الشّاهد السّليم والشّاهد المُعدى غير المعامل ومستخلص بذور الأصطرك ومعاملة النيماكيك، بينما أدّت

المعاملة بمسحوق بذور الأصطرك والتريكوديرما إلى زيادة معنويّة في متوسّط عدد الثّمار مقارنة مع الشّاهد السّلبي والشّاهد الايجابي. كما أدّت المعاملة بمستخلص أوراق الدّفلة إلى ارتفاع في متوسّط عدد الثّمار، ولم تكن الفروق معنويّة بين معاملات الدّفلة والنيماكيك والشّاهد السّليم. أدّت معاملة مستخلص ثمار الأصطرك إلى انخفاض معنويّ في متوسّط عدد الثّمار بالمقارنة مع الشّاهد السّليم. لم يكن هناك فروق معنويّة في متوسّط وزن الثّمار بين جميع المعاملات، حيث أدّت جميعها إلى ارتفاع معنويّ في قيمة هذا المؤشّر بالمقارنة مع الشّاهد المُعدى غير المعامل، وكانت أعلى قيمة لمتوسّط وزن الثّمار في معاملة مستخلص أوراق الدّفلة تليها معاملة النيماكيك حيث بلغت هذه القيمة 533.3 و 491.7غ في المعاملتين، على التّوالي، بينما كانت في الشّاهد السّليم 453.3 غ، وفي الشّاهد المُعدى غير المعامل 223.3 غ.

متوسّط طول وقطر السّاق– أدّت جميع المعاملات إلى زيادة في متوسّط طول النّبات وقطر السّاق بالمقارنة مع الشّاهد المُعدى غير المعامل، ففي مؤشّر طول النّبات كان هذا الارتفاع معنوياً في معاملة مستخلص أوراق الدّفلة (162.3 سم) ومعاملة النيماكيك (152 سم) والتريكوديرما (147 سم)، بينما لم تُسجّل فروق معنويّة في متوسّط طول النّبات بين نباتات معاملة مستخلص ثمار الأصطرك، ومسحوق البذور، والشّاهد السّليم والشّاهد المُعدى غير المعامل. وبشكلٍ عام، سُجّل أقلّ ارتفاع في مؤشّر طول النّبات في نباتات معاملة مستخلص ثمار الأصطرك.
بينما في مؤشّر قطر السّاق، كانت أعلى قيمة مُسجّلة في معاملة مستخلص أوراق الدّفلة (5 سم) بفروق معنويّة عن كافة المعاملات، تلتها معاملتي التريكوديرما (4.5 سم) والنيماكيك (4.4 سم) إلاّ أنّ الفروق بين هاتين المعاملتين لم تكن معنويّة، بل كانت معنويّة بالمقارنة مع الشّاهد السّليم والشّاهد المُعدى غير المعامل. وسُجّلت أقلّ زيادة في مؤشّر قطر السّاق في نباتات معاملة مستخلص ثمار الأصطرك.

متوسّط وزن المجموع الخضري– تفوقت معاملة الدّفلة أيضاً في قيمة متوسّط وزن المجموع الخضريّ حيث بلغت 515 غ بدون فروق معنويّة في قيمة هذا المؤشّر عند معاملة الشّاهد السّليم (450 غ) ومعاملة مستخلص بذور الأصطرك (445 غ)، بينما لم تكن الفروقات معنويّة في معاملات مستخلص ثمار وبذور ومسحوق بذور الأصطرك والتريكوديرما والشّاهد السّليم. وسُجّلت أقلّ قيمة لمتوسط وزن المجموع الخضريّ في معاملة النيماكيك حيث كانت 256.7 غ أي أدنى من قيمتها في الشّاهد المُعدى غير المعامل (281.7 غ) ولم تكن الفروق بينهما معنوية.

متوسّط وزن المجموع الجذري– لم يُسجّل أي فرق معنويّ في قيمة متوسّط وزن الجذر في جميع المعاملات ماعدا معاملة النيماكيك حيث انخفضت قيمته بالمقارنة مع بقية المعاملات.

متوسّط طول الجذر– سجلت أدنى قيمة لهذا المؤشّر في معاملة النيماكيك (31.7 سم)، بينما كانت أعلى قيمة في معاملة مستخلص أوراق الدّفلة (56 سم)، ولم يكن هناك فروق معنويّة بين معاملات الدفلة والتريكوديرما والشاهدين السلبي والايجابي. وعموماً كانت أقل قيم لمؤشّرات النمو الخضري في معاملة مستخلص ثمار الأصطرك باستثناء مؤشّر وزن الجذر الذي بلغ أعلى قيمة في نباتات هذه المعاملة.

جدول 1. تأثير المعاملات المختلفة في قدرة نيماتودا تعقّد الجذور على التّكاثر في تربة وجذور البندورة/الطماطم.
Table 1. The effect of different treatments on the ability of root-knot nematodes to reproduce in tomato soil and roots.

معدل تكاثر النيماتودا Nematodes reproduction rate	الكثافة النهائية للنيماتودا Final density of nematodes	متوسط أعداد البيض/الكيس Average number of eggs/masses	متوسط عدد أكياس البيض Average number of egg masses	متوسط عدد العقد Average number of knots	Treatments	المعاملات
0.00	00.0 a	00.0 ae	00.0 a	00.0 a	Healthy control	شاهد سليم
0.80	1660.6 ab	81.7 ace	11.3 a	25.0 a	Storax fruit extract	مستخلص ثمار الأصطرك
1.40	2812.9 bc	223.3 bcd	32.3 ab	156.7 b	Storax seed extract	مستخلص بذور الأصطرك
1.30	2527.4 bc	108.7 abced	110.3 b	209.0 b	Storax seed powder	مسحوق بذور الأصطرك
1.60	3222.1 bc	123.7 abced	28.7 a	151.7 b	Oleander leaves extract	مستخلص أوراق الدفلة
2.09	4185.3 c	178.7 ced	212.0 c	220.7 b	Trichoderma	التريكوديرما
0.80	1659.9 ab	69.3 e	75.0 b	116.0 b	Nemake	مبيد النيماك
4.90	9749.9 d	222.3 d	110.3 b	444.0 c	Untreated infected control	شاهد معدى غير معامل
	2031.0	137.2	84.7	116.07	$LSD_{0.05}$	

القيم المتبوعة بنفس الأحرف في نفس العمود لا توجد بينها فروق معنويّة عند مستوى إحتمال 5%.
Values followed by the same letters in the same column are not significantly different at P= 5%.

جدول 2. تأثير المعاملات المستخدمة في بعض مؤشّرات النّموّ للنّباتات المعداة بنيماتودا تعقد الجذور (*M. incognita*).

Table 2. Effect of treatments on some growth indicators of plants infected with root-knot nematode *M. incognita*.

المعاملات Treatments	متوسط عدد العناقيد الزهرية Average number of flower clusters	متوسط عدد الثمار Average number of fruits	متوسط طول النبات (سم) Average plant length (cm)	متوسط قطر الساق (سم) Average stem diameter (cm)	متوسط وزن الثمار (غ) Average fruit weight (g)	متوسط وزن المجموع الخضري (غ) Average fresh shoot weight (g)	متوسط وزن المجموع الجذري (غ) Average root weight (g)	متوسط طول الجذر (سم) average root length (cm)
شاهد سليم Healthy control	6.0 a	23.0 ad	131.3 ab	3.9 a	453.3 a	450.0 ab	106.0 ab	61.0 a
مستخلص ثمار الأصطرك Storax fruit extract	3.7 b	17.3 b	130.7 a	3.8 a	398.3 a	421.7 a	166.0 a	45.7 bc
مستخلص بذور الأصطرك Storax seed extract	4.7 ab	20.0 ab	132.0 ab	4.0 ab	425.0 a	445.0 ab	143.3 a	38.3 cd
مسحوق بذور الأصطرك Storax seed powder	4.3 b	33.3 c	140.7 be	4.3 bdc	413.3 a	410.0 a	103.3 ab	41.0 cde
مستخلص أوراق الدفلة Oleander leaves extract	5.0 ab	25.0 d	162.3 c	5.0 c	533.3 a	515.0 b	137.7 a	56.0 ab
التريكوديرما Trichoderma	4.7 ab	34.3 c	147.0 def	4.5 d	443.3 a	406.7 a	91.7 ab	54.0 ab
مبيد النيماك Nemake	4.0 b	24.3 ad	152.0 f	4.4 d	491.7 a	256.7 c	26.7 b	31.70 d
شاهد معدى غير معامل Untreated infected control	4.0 b	21.3 abd	130.0 a	2.7 f	223.3 b	281.7 c	124.7 a	51.0 abe

القيم المتبوعة بنفس الأحرف في نفس العمود لا توجد بينها فروق معنويّة عند مستوى إحتمال 5%.

Values followed by the same letters in the same column are not significantly different at P= 0.05

المناقشة

يُعرف حتى الآن ما يقارب 200 نوعاً نباتياً يملك خواص مضادة للنيماتودا (Djian-Caporalino *et al.,* 2009). وأشارت بعض الدراسات إلى استخدام مستخلصات الهليون، البرسيم، الماري غولد، النيم وكسبة الزيتون، حيث أبدى كل منها تأثيراً كبيراً في تخفيض عدد كتل البيض والعقد الجذرية على نبات دوّار الشمس المصاب بنيماتودا تعقد الجذور (Abadir *et al*., 1994). يحتوي مستخلص أوراق الدفلة على بعض المجموعات الوظيفيّة مثل الأمينات والألكانات والعطريات الأمينية الأليفاتية التي تملك تأثير مانع التغذية للعديد من الآفات (Fazal *et al.,* 1996). تتوافق نتائج هذه الدراسة مع العديد من الأبحاث التّي أُجريت في هذا المجال، حيث ذُكر أنّ مستخلص أوراق الدّفلة أدّى إلى موت أفراد الطّور الثّاني لـ *M. javanica* بنسبة 42.37% على الباميا، وإلى خفض نسبة فقس بيض *M. javanica* على البندورة/الطماطم (Siddiqui *et al*., 1997). كما بيّنت النّتائج الحقليّة التّأثير المهمّ للمستخلص المائيّ والكحوليّ لأوراق الدّفلة في تثبيط الإصابة بنيماتودا تعقّد الجذور على الباذنجان وزيادة طول المجموع الجذريّ والخضريّ ومعدّل وزن الثّمار وبفروق معنويّة عن معاملة الشّاهد (الجنابي والعيسى، 2013).

كانت أفضل مؤشرات تطور النيماتودا في معاملة مستخلص ثمار الأصطرك والتي لم تختلف عن تأثير مبيد النيماكيك، وقد استخدم مستخلص الأصطرك في مكافحة الآفات الحشريّة والمرضيّة، حيث أظهرت نتائج الدّراسة التّي أجراها صقر وآخرون (2018) امتلاك مستخلص الأصطرك تأثيراً في ضبط مجتمع الأكاروس الأحمر ذو البقعتين (*Tetranychus urticae* Koch) على البندورة/الطماطم في الزّراعة المحميّة. بالإضافة إلى ذلك، أعطى مستخلص الأصطرك نسبة موت تراوحت بين 28.44 إلى 31.35% لحشرة خنفساء الشّوندر البرغوثيّة (*Chaetocnema tibialis*). كما أدى إلى موت نسبة عالية في يرقات خنفساء كولورادو (*Leptinotarsa decemlineata*) على البطاطا/البطاطس، كذلك بلغت نسبة موت الأكاروس الأحمر ذو البقعتين (*Tetranychus urticae*) 44.25%. أظهر مستخلص الأصطرك كفاءة عالية في مكافحة الحوريات والأطوار الكاملة لحشرة نمر الأجاص بمتوسط فعالية 94.3 و 91.8%، على التوالي (عودة وآخرون، 2017)، ولم يتوفر أي بحث لاستخدام مستخلص الأصطرك في مكافحة أجناس النيماتودا للمقارنة مع ما توصلت إليه هذه الدراسة التي أعطت نتائج

واعدة في استخدام مستخلص ثمار الأصطرك ومسحوق البذور لمكافحة نيماتودا تعقد الجذور الجنوبية على البندورة/الطماطم.

يمكن أن نستنتج مما سبق تفوق مستخلص ثمار الأصطرك في خفض مؤشّرات الإصابة بنيماتودا تعقّد الجذور بالمقارنة مع بقيّة المعاملات. كما أن لمستخلص الدّفلة تأثير محفّز للنّموّ بالإضافة لتأثيره في المكافحة وذلك من خلال تفوّقه في زيادة قيم مؤشّرات نموّ النّبات المدروسة. كذلك لم يكن هناك فروق معنويّة في مؤشّرات الإصابة بنيماتودا تعقّد الجذور بين معاملات المستخلصات وبين مبيد النيماكيك 30.

Abstract

Yousef, R.N., H.A. Khalil, Y.H. Mohamed and A.M. Al-Abdallah. 2025. Efficiency of Some Biological Treatments in the Control of Southern Root-Knot Nematode, *Meloidogyne incognita* on Tomatoes Under Greenhouse Conditions in Syria. Arab Journal of Plant Protection, 43(4):527-533. https://doi.org/10.22268/AJPP-001347

Tomato, *Solanum lycopersicum* is one of the important vegetables in Syria due to its nutritional, economical, industrial and export values. It is produced throughout the year due to the moderate climate conditions in the coastal regions, where greenhouse cultivation is possible without heating. Root-knot nematode is the fifth most damaging disease in the world that infects tomatoes in greenhouses. In this research, the effect of the acetone extract of Oleander leaves, the seeds and fruits of *Storax officinalis*, Storax seed powder as a soil additive, and the bio-pesticide *Trichoderma*, were compared with the nematicide nemake-30 (Imicyafos 30%), on the vegetative growth of nematode-infected tomato plants and on the southern root-knot nematode (*Meloidogyne incognita*) infection in comparison with the healthy control and untreated infected control. The best effect on vegetative growth of tomato plants was obtained from the oleander leaf extract treatment, as it caused an increase in all studied indicators compared to the untreated infected control. The average flower clusters, number of fruits, plant length, stem diameter, fruit weight, fresh shoot, root weight, and root length indicators were 5, 25, 162 cm, 5 cm, 533.3 g, 515 g, 137.7 g, and 56 cm, respectively, whereas the average values of the same indicators in the untreated infected control were: 4, 21.3, 130 cm, 2.7 cm, 223.3 g, 281.7 g, 124.7 g, and 51 cm, respectively. The Storax fruit extract treatment had a greater effect on infection indicators than the rest of the treatments, as it caused a significant decrease in all infection indicators compared to the untreated infected control.

Keywords: Root-knot nematode, acetone extracts, *Nerium oleander*, *Styrax officinalis*, *Trichoderma*, nemake-30.

Affiliation of authors: *R.N. Yousef*, H.A. Khalil, Y.H. Mohamed and A.M. Al-Abdallah. Plant Protection Department, Faculty of Agriculture, Homs University, Homs, Syria. *Email address of the corresponding author: rnyousef111@gmail.com*

المراجع

البودي، مازن، ريم يوسف وحسام صليبا ملص. 2018. تحديد الضرر والتركيب النوعي لنيماتودا تعقد الجذور .*Meloidogyne* spp على محصول الخيار في البيوت المحمية. المجلة السورية للبحوث الزراعية، 6(1):337-338.

*[**Al-Boudy, M., R. Yousef and H.S. Malas.** 2018. Identification of damage and species composition of Meloidogyne spp. infecting cucumbers crop in protected agriculture. Syrian Journal of Agricultural Research, 6(1):337-338 (In Arabic)].*

الجنابي، آلاء عدنان عباس ورافد عباس العيسى. 2013. دراسة التأثير السمي للمستخلص المائي والكحولي لأوراق نبات الدفلة *Nerium oleander* L. في يرقات ديدان العقد الجذرية *Meloidogyne incognita* (kofoid & white) chitwood وبعض الأحياء غير المستهدفة. مجلة جامعة كربلاء العلمية، 11(3):127-132.

*[**Al-janaby, A.A.A. and R.A. Al-Essa.** 2013. Studying the toxic effect of aqueous & alcoholic extracts of oleander leaves Nerium oleander L. on nematode' s larvae of Meloidogyne incognita (kofoid & white) chitwood & some non-target organisms. Karbala University Scientific Journal, 11(3):127-132 (In Arabic)].*

صقر، ابراهيم عزيز، ماجدة محمد مفلح ورندة أحمد سليمان. 2018. كفاءة بعض المستخلصات النباتيّة والمبيدات الكيميائيّة والأعداء الحيويّة في السيطرة على مجتمعات الأكاروس الأحمر ذي البقعتين *Tetranychus urticae* Koch على البندورة في الزراعة المحميّة. المجلة السورية للبحوث الزراعية، 5(2):217-228.

*[**Sakr, I.A., M.M. Mufleh and R.A. Suliman.** 2018. The Efficacy of Some Plant Extracts, Pesticides and Natural Enemies in Controlling of Tetranychus urticae Koch*

References

Populations on the Greenhouse Tomato. Syrian Journal of Agricultural Research, 5(2):217-228 (In Arabic)].

عودة، بسام، عبد الكريم الجردي، غزالة الوافي، هدى شحود وأكرم بدور. 2017. رصد نشاط حشرة نمر الأجاص *Stephanitis pyri* (F.) (Tingidae: Hemiptera) على شجرة الأجاص وحساسية بعض أصنافها للإصابة بهذه الآفة ومكافحتها باستخدام بعض المستخلصات النباتية حمص ـ سورية. المجلة الأردنية في العلوم الزراعية، 13(2):503-513.

*[**Odeh, B., G. Lawafi, A. Al-Jarde and H. Shhoud.** 2017. Monitoring the Activity of Stephanitis pyri (F.) (Hemiptera: Tingidae) on Pear Tree and Susceptibility of Its Cultivars to Infestation by This Pest and Controlling by Using some Plant Extracts in Homs, Syria. 2017. Jordan Journal of Agricultural Sciences, 13(2):503-513 (In Arabic)].*

Abadir, S.K., A.F. Ismail and A.M. Kheir. 1994. Efficacy of some plant wastes as soil amendments against *Meloidogyne incognita* on sunflower. Annals of Agricultural Science (Moshtohor, Egypt), 32:1027-1033.

Anter, E.A., A.Y. EL-Gindi, E.M. Ali and S. EL-Eraki. 1994. Nematicidal effect of garlic against *Meloidogyne incognita* infecting tomato. Proceedings of the 2nd international Symposium of the Biological Pest Control. Afro-Asian Society of Nematologists, 18-22 December, 1994, Menoufiya University, Shebin El-Kom, Egypt.

cover crop to suppress root-knot nematodes. Plant Disease, PD-32.

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(12):1025-1028.

Kamal, A.M., A.M. Abo-Elyousr, M.E. Awad and M.A. Abdel-Gaid. 2009. Management of root knot nematode Meloidogyne incognita by plant extracts and essential oils. Journal of Plant Pathology, 25(2):189-192.

Mahalik, J.K. and B.N. Routray. 2009. Changes in growth traits in blackgram mutant lines induced by different mutagenic treatments towards root knot nematode infection. Assam University Journal of Science and Technology Biological Sciences, 4(1):56-60.

Siddiqui, B.S., R. Sultana, S. Begum, A. Zia and A. Suria. 1997. Cardenolides from the methanolic extract of *Nerium oleander* leaves possessing central nervous system depressant activity in mice. Journal of Natural Products, 60(6):540-544. https://doi.org/10.1021/np960679d

Toumi, F., L. Waeyenberge, R. Yousef, H. Khalil, K. Al-Assas and M. Moens. 2014. Distribution of the root-knot nematode *Meloidogyne spp*., in tomato greenhouses at Lattakia and Tartus Province in Syria. Pakistan Journal of Nematology, 32(2):163-172.

DeBeer, E.F.L. 2010. The efficacy of abamectin in reducing plant-parasitic nematodes in cotton. M.Sc. thesis in Environmental Sciences, Potchefstroom Campus, North-West University, South Africa. 124 pp.

Djian-Caporalino, C., H. Védie and A. Arrufat. 2009. Gestion des nématodes à galles: lute conventionnelle et luttes alternatives. L'atout des plantes pièges. Phytoma, 624:21-22.

Duponnois, R., J.L. Chotte and S. Sall. 2001. The effect of organic amendments on the interactions between a nematophagous fungus *Arthrobotrys oligospora* and the root-knot nematode, *Meloidogyne mayaguensis* parasitizing tomato plants. Journal of Biology and Fertility of Soils, 34(1):1-6. https://doi.org/10.1007/s003740100344

FAOSTAT. 2020. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome

Fazal, M., M.I. Khan, M. Imran and A. Siddiqui. 1996. Evaluation of five nematicides as seed treatment for the control of *Meloidogyne incognita* infecting green gram, *Vigna radiate.* Nematologea Mediterranea, 24:279–281.

Harborne, J.B. 1984. Phytochemical methods, Chapman and Hall, Ltd. London. 288 pp.

Hooks, C., K. Wang and D. Fallon. 2006. An ally in the war against nematode pests: using sunn hemp as a

Received: March 5, 2024; Accepted: July 30, 2024

تاريخ الاستلام: 2024/3/5؛ تاريخ الموافقة على النشر: 2024/7/30