

## الإدارة المتكاملة لديدان تعقد الجذور *Meloidogyne spp.* على محصول البندورة/الطماطم تحت ظروف البيت البلاستيكي

قيس كاظم زوين<sup>1</sup> وعمر ابراهيم طه<sup>2</sup>

(1) كلية الزراعة، جامعة تكريت، العراق، البريد الإلكتروني: qzewin@tu.edu.iq؛ (2) دائرة البستنة، وزارة الزراعة، العراق.

### الملخص

زوين، قيس كاظم وعمر ابراهيم طه. 2020. الإدارة المتكاملة لديدان تعقد الجذور *Meloidogyne spp.* على محصول البندورة/الطماطم تحت ظروف البيت البلاستيكي. مجلة وقاية النبات العربية، 38(1): 31-41.

أجريت هذه الدراسة لتقويم دور بعض المبيدات والمستحضرات النباتية والفطر *Paecilomyces lilacinus* في مكافحة ديدان تعقد الجذور على صنفين من البندورة/الطماطم ضمن برنامج متكامل لإدارة هذه الآفة. أظهرت النتائج الكفاءة العالية لهذه المركبات والفطر الاحيائي *P. lilacinum* عند استخدامها بصورة مفردة أو متكاملة في خفض شدة الإصابة وتحسين صفات النمو لنبات البندورة/الطماطم. سجلت المعاملة التكاملية (*P. lilacinum* + Nemadaed + Nematron + Tervigo) أعلى معدل خفض في دليل العقد والكثافة العددية للديدان في 100 غ تربة بلغت 0.28 و 61.56، على التوالي، قياساً بمعاملة المقارنة، في حين سجلت المعاملة بالفطر *P. lilacinum* المعدل الأقل بواقع 1.33 و 260.83، على التوالي. تفوقت المعاملة التكاملية (*P. lilacinum* + Nemadaed + Nematron + Tervigo) على باقي المعاملات في زيادة الوزن الرطب والجاف للمجموع الخضري وحاصل الثمار وكمية الكلوروفيل بمعدل 1174.78، 453.37، 2121.90 غ، 26.32 SU، على التوالي. في حين سجل كل من المستحضر Nemadaed والمبيد الكيماوي Oncol 5% G المعدلات الأقل من ذلك. كان لجميع المعاملات تأثيراً إيجابياً في زيادة معايير النمو للمجموع الجذري وتفوق الصنف شروق بمعدل 35.70 سم، أما فيما يخص الوزن الرطب والجاف فقد سجلت المعاملة التكاملية *Nematron* + *Tervigo* + *P. lilacinum* + *Nemadaed* أقل وزن 21.01 و 6.63 غ، على التوالي، قياساً بمعاملة المقارنة التي سجلت أعلى وزن 27.05 و 9.08 غ، على التوالي. جميع المعاملات حفزت المقاومة الجهازية للنبات و تفوقت المعاملة التكاملية *P. lilacinum* + *Nemadaed* + *Nematron* + *Tervigo* في تحفيز نشاط انزيم Peroxidase بكمية 13.96 وحدة/مل، بينما سجل المبيد Oncol 5% G أقل تحفيز لنشاط الأنزيم (10.80 وحدة/مل).

كلمات مفتاحية: بندورة/طماطم، *Meloidogyne spp.*، Nemadaed، Nematron، Abamectin.

### المقدمة

أكثر من 100 نوعاً لبعضها كثير من السلالات وأكثر أنواع هذا الجنس شيوياً *M. javanica*، *M. arenaria*، *M. incognita* و *M. hapla* (أبو غربية، 2010).

استخدمت قديماً العديد من المبيدات الكيماوية في مكافحة الديدان الثعبانية المسببة لمرض تعقد الجذور كان أبرزها *Vydate* و *Furadan* اللذين أظهرتا كفاءة عالية في مكافحة الديدان إلا أن سميتهما الحادة والمزمنة ساهمتا في أحداث تلوث خطير للنظام البيئي بما يهدد صحة وسلامة الإنسان بشكل خاص فضلاً عن فترة بقائها الطويلة وسميتها للكائنات الحية غير المستهدفة (Sukul et al., 2013)، وتراجع استخدامها تدريجياً لهذه الأسباب لتستبدل بطرائق أخرى كالتعقيم الشمسي والمبيدات الأحيائية والمبيدات الكيماوية قليلة السمية بالإضافة إلى الاستفادة من العوامل الأحيائية الموجودة أصلاً كأفراد ضمن النظام البيئي (البياتي، 2005). ومن بين الطرائق المساعدة للسيطرة على هذه الآفة استحثاث المقاومة الجهازية المكتسبة باستخدام المستحثات (Elicitors)

البندورة/الطماطم *Solanum lycopersicum* L. هي ثاني أهم محاصيل الخضار بعد محصول البطاطا على مستوى العالم وتعود إلى العائلة الباذنجانية Solaneaceae. بلغت المساحة المزروعة بمحصول البندورة/الطماطم للعام 2011 في العراق 61042 هكتار وإنتاجية قدرها 17.3576 طن/هكتار مقارنة بمتوسط المساحة المزروعة بالمحصول عالمياً والبالغة 4734357 هكتار وإنتاجية قدرها 33.5892 طن/هكتار (FAO, 2011). تصاب البندورة/الطماطم بمختلف الآفات ومنها ديدان تعقد الجذور *Meloidogyne spp.* وتتراد خطورة هذه الآفة بسبب مداها العوائل الواسع، وكذلك اشتراكها مع الأحياء الدقيقة الممرضة الأخرى في التربة في أحداث المعقدات المرضية فضلاً عن مقدرتها على كسر مقاومة الأصناف لبعض المسببات المرضية الأخرى أو إضعاف النباتات وتهيئتها للإصابة بأحياء ضعيفة (Qiao et al., 2013) ويضم هذا الجنس

بينية قدرها 40 سم بين نبات وآخر و 80 سم بين معاملة وأخرى لتلافي حدوث التداخل في اجراء الإختبارات والفحوصات الحقلية.

### عزل و تشخيص الديدان الثعبانية

تم جلب عينات من نباتات مختلفة (بندورة/طماطم، خيار، باذنجان) مصابة بديدان العقد الجذرية مع التربة الملاصقة للجذور من منطقة الدبس/كركوك إلى مختبر وقاية النبات في مديرية الزراعة في كركوك لغرض التشخيص ومن ثم الإكثار على نباتات باذنجان قابلة للإصابة بهذه الديدان لحين استخدامها في التجارب اللاحقة.

شخص نوع ديدان تعقد الجذور المستخدم بالاستناد إلى صفات وشكل الطراز العجاني Perineal patterns للإناث البالغة حسب طريقة Taylor & Netscher (1974)، تحت المجهر الضوئي المركب بقوة تكبير 40X ثم 100X.

### تحضير اللقاح النيماطودي

تم جلب كمية من جذور نباتات الباذنجان (مزروعة مسبقاً) تظهر عليها أعراض الإصابة تم غسلها بعناية من التربة العالقة بها بواسطة تيار مائي خفيف لتلافي حدوث ضرر لأوكياس البيض. قطعت الجذور إلى أجزاء صغيرة (1-1.5 سم) ثم أخذ 50 غ منها ووضعت في خلاط كهربائي blender وأضيف 200 مل من محلول هيبوكلوريت الصوديوم NaOCL بتركيز 0.5% لفصل البيوض حيث دور الخلاط لمدة 25 ثانية ثم مرر على ثلاثة مناخل ذات فتحات 125، 200 و 500 مش، على التوالي، حيث أن الأول والثاني لعزل قطع الجذور والشوائب والمنخل الأخير لجمع البيض المحرر من الجذور ثم جرت عملية الغسل بالماء لبضعة دقائق للتخلص من بقايا هيبوكلوريت الصوديوم (Javed et al., 2007) وبعدها جمع البيض من المنخل بواسطة تيار خفيف من الماء المقطر في دورق زجاجي. تم التحكم بعدد البيوض في المعلق بعد رجه وتجانسه بواسطة قضيب زجاجي معقم وأخذ 1 مل منه بواسطة ماصة معقمة ووضع على صحن العد لحساب عدد البيوض بالإستعانة بالمجهر الضوئي المجسم (عمي، 1998).

اختبار كفاءة العوامل الكيميائية والأحيائية في مكافحة الديدان الثعبانية أجريت عملية التلوين بعد مرور 10 أيام من نقل الشتلات إلى الأرض وبمعدل  $30 \pm 3000$  بيضة لكل شتلة. تم التلوين عن طريق اجراء شق طولي يبعد عن الساق 2 سم وبعمق 3 سم (ياس، 2015). وقد أشتملت التجربة على المعاملات الآتية:

1. Tervigo 20% SC الذي يتكون من (Abamectin + FE-chelate) وهو من انتاج شركة Syngenta، اسبانيا، واستخدم بجرعة 4 مل/لتر.

وهي عبارة عن مواد كيميائية أو فيزيائية أو مستحضرات ميكروبية تستحث الاستجابات الدفاعية للنبات إزاء الممرض على مستوى الأنسجة وأعضاء النبات وبناء مادة الفايثوإلكسن في أجزاء النبات البعيدة عن موضع الإصابة وبناء البروتينات المقاومة للمرض (Sahebani et al., 2011). ويعد الفطر *Paecilomyces lilacinus* من أشهر الفطور المستخدمة في مكافحة الأحيائية لديدان تعقد الجذور واستحثات المقاومة الجهازية في النبات (Stephan et al., 2009). كما اتجهت أنظار الباحثين أخيراً إلى العودة إلى استعمال المستحضرات النباتية في مكافحة الآفات لتوافرها ورخص ثمنها وكونها تتميز بالعدد من الصفات المرغوبة كقابليتها على التحلل السريع نتيجة حساسيتها للضوء والرطوبة والحرارة إلى مواد غير سامة (El Astal et al., 2005). وبالنظر لقلّة الأبحاث التي تناولت البدائل الآمنة لإدارة مرض تعقد الجذور النيماطودي على الخضروات في العراق، هدفت هذه الدراسة إلى: (1) تقويم فعالية فطر مكافحة الأحيائية *P. lilacinum* وبعض المستحضرات الأحيائية (Tervigo 20% SC) والنباتية العضوية (Nemadon، Nemadon) في مكافحة مرض تعقد الجذور على البندورة/الطماطم بشكل انفرادي أو تكاملي وكفاءتها في استحثات المقاومة الجهازية في نبات البندورة/الطماطم ضد المرض؛ (2) المقارنة بين صنفين معتمدين من البندورة/الطماطم هما شروق و GS-12 من حيث مقاومتهما للممرض ودور تركيبهما الوراثي في اختزال مؤشرات الإصابة المرضية وزيادة مؤشرات النمو والإنتاج للنبات العائل.

### مواد البحث وطرائقه

#### تهيئة البيت البلاستيكي

اجريت هذه التجربة تحت ظروف البيت البلاستيكي في محافظة كركوك، العراق. تم إجراء عملية التعقيم الشمسي لتربة البيت البلاستيكي لمدة ثمانية أسابيع اعتباراً من بداية شهر تموز/يوليو حيث تم مد خطوط للري لترطيب التربة ومن ثم تغطيتها بنايلون شفاف سمك 80 مايكرون وبمساحة  $50 \times 10$  م. تم ري التربة أسبوعياً للحفاظ على رطوبة التربة خلال فترة التعقيم. استعمل في هذه الدراسة صنفان من البندورة/الطماطم وهما صنف GS12 وهو صنف قابل للإصابة بديدان تعقد الجذور من انتاج شركة Syngenta والصنف Shourouq وهو صنف مقاوم للإصابة بديدان العقد الجذرية من إنتاج شركة Seminis. زرعت البذور خلال شهر آب/أغسطس في صواني سعة 72 عين تحتوي على بتموس معقم. بعد الإنبات، نقلت الشتلات الصغيرة إلى تربة البيت البلاستيكي بعد انتهاء فترة التعقيم وعند وصول النبات إلى عمر 4-5 أوراق. زرعت الشتلات بواقع 20 نبات لكل معاملة (10 نباتات لكل صنف) وبمسافة

بصورة عشوائية وبواقع 5 أوراق لكل نبات من نباتات المعاملة الواحدة ثم أخذ متوسط عام لكل معاملة وثلاثة مكررات. تم قياس ارتفاع النبات وطول الجذر لثلاثة نباتات باستخدام شريط القياس بعد فصل الساق عن الجذر عند منطقة التاج ومن ثم أخذ متوسط عام للمعاملة. تم حساب الوزن الطري لكل من المجموع الخضري والمجموع الجذري باستخدام ميزان حساس بعد تنظيف الجذور لازالة الأتربة العالقة بها. ولحساب الوزن الجاف وضعت النماذج في فرن عند درجة حرارة 70°س لمدة 72 ساعة لحين ثبات الوزن. تم أخذ وزن الحاصل لثلاث جنيات خلال مدة التجربة وبعد وزنها سجلت الأوزان لكل نبات ثم جمعت وحسب متوسط كل معاملة بثلاثة مكررات وبمعدل ثلاثة نباتات لكل معاملة داخل المكرر الواحد.

#### حساب الدليل المرضي لتعقد الجذور

لتحديد شدة الإصابة استعمل دليل تعقد الجذور (Dube & Smart, 1987). حيث أن: 0= لا توجد إصابة، 1= التعقد من 1-25% من مساحة الجذر، 2= التعقد من 26-50% من مساحة الجذر، 3= التعقد من 51-75% من مساحة الجذر، 4= التعقد من 76-100% من مساحة الجذر.

#### حساب الكثافة العددية ليافاعات الديدان الثعبانية في التربة

حسبت الكثافة العددية ليافاعات الديدان في التربة المحيطة بالجذر حسب طريقة قمع بيرمان وذلك بأخذ 1 مل من المعلق وحساب أعداد اليافاعات فيها تحت المجهر الضوئي المجهز بقوة تكبير 40X وكما أورده Coyne et al. (2007) ثم قدرت أعدادها في كامل المعلق لتمثل عدد اليافاعات في 100 غ تربة.

#### معايير المقاومة الجهازية المستحثة التي تم قياسها

قدرت مؤشرات المقاومة الجهازية على أساس البروتينات المرتبطة بالأمراضية Pathogenesis related proteins (PRP) وهي إنزيم البيروكسيداز Peroxidase

#### تحضير المستخلص الإنزيمي الخام

تم أخذ 1 غ من جذر كل معاملة وغسل جيدا ثم قطع إلى قطع صغيرة يسهل طحنها بواسطة هاون خزفي موضوع في حمام ثلجي، بعدها اضيف 10 مل من محلول الفوسفيت المنظم pH6 بالطريقة التي أوردها Hammerschmidt et al. (1982) وسحقت بصورة تامة ثم نقلت إلى انابيب اختبار سعة 20 مل ووضعت في جهاز الطرد المركزي على سرعة 10000 دورة/دقيقة ولمدة 20 دقيقة لضمان فصل الراشح عن

2. Oncal 5% G وهو عبارة عن مبيد كيميائي يحتوي على المادة الفعالة Aminoforacarb وهو من انتاج شركة OAT في اليابان، وتم استخدامه بمعدل 3.5 غ للنبات الواحد.

3. Nematron يتكون بشكل رئيسي من مستخلص نبات الثوم من انتاج شركة CosmoCell، المكسيك، واستخدم بتركيز 4 مل/لتر وعلى خمسة مراحل بين كل مرحلة وأخرى عشرة أيام حسب الطريقة الموصى بها من الشركة المصنعة وبمعدل 100 مل محلول لكل نبات.

4. Nemadead وهو سماد عضوي سائل من انتاج شركة Crop IQ technology الانكليزية يتكون بشكل رئيسي من زيت السمسم وبعض منتجات الأيض النباتي الثانوية، وقد استخدم بتركيز 6 مل/لتر وعلى مرحلتين بين كل مرحلة وأخرى 15 يوم حسب الطريقة الموصى بها من قبل الشركة المصنعة وبمعدل 100 مل محلول لكل نبات.

5. الفطر *P. lilacinum* و تم إكثاره على بذور الدخن اذ وضع 250 غ من الدخن في عدد من الدوايق الزجاجية سعة 1000 مل وأضيف لكل منها 100 مل ماء مقطر. عقت البذور في جهاز المعقم لمدة 20 دقيقة عند ضغط 1.5 كغ/سم<sup>2</sup> وحرارة 121 °س ثم تركت الدوايق عند حرارة الغرفة لحين انخفاض درجة حرارتها، بعدها لقت بخمسة اقراص من الفطر قطر 5 ملم لكل دورق أخذت من مزرعة للفطر النامية على وسط PDA ويعمر 7 أيام. حضنت الدوايق عند درجة حرارة 25±1 °س وتركت في الحاضنة لمدة 14 يوماً مع الرج المستمر للدوايق بين مدة وأخرى لضمان النشر المتجانس للغزل الفطري على وسط الدخن الغذائي (ياس، 2015).

تضمنت تجربة البيت البلاستيكي تسع معاملات بضمنها تداخلات العوامل الخمسة المذكورة آنفاً مع بعضها البعض على صنف البندورة/الطماطم GS12 وشروق على النحو التالي: (1) المعاملة بالمبيد الحيوي Tervigo، (2) المعاملة بالمستحضر Nematron، (3) المعاملة بالفطر *P. lilacinum*، (4) المعاملة بالمستحضر Nemadead، (5) المعاملة التكاملية *P. lilacinum* + Nematron + Tervigo، (6) المعاملة التكاملية *P. lilacinum* + Nematron + Tervigo + Nemadead، (7) المعاملة بالمبيد الكيماوي Oncol 5% G، (8) معاملة المقارنة الملوثة، (9) معاملة المقارنة غير الملوثة.

#### قياس المعايير الخضرية

استخدم لقياس نسبة الكلوروفيل الكلي للأوراق جهاز قياس محتوى الكلوروفيل chlorophyll content meter حيث أخذت القراءات للأوراق

الراسب، وبعدها تم أخذ المحلول الرائق ووضع في أنابيب اختبار جديدة وتم تخزينها في الثلاجة عند حرارة 4°س لحين أخذ القراءة.

### تقدير فعالية انزيم البيروكسيداز Peroxidase في جذور النباتات المعاملة

قدرت فعالية انزيم البيروكسيداز في جذور نباتات الطماطم/البندورة حسب طريقة Hammerschmidt *et al.* (1982) حيث تم أخذ 1 غ من جذر كل معاملة وغسل جيداً ثم قطع إلى قطع صغيرة يسهل طحنها بوساطة هاون خزفي موضوع في حمام ثلجي وضيف محلول الفوسفيت المنظم ذو درجة حموضة 6 وتم ترشيح المستخلص بوساطة ورق الترشيح ومن ثم وضع بجهاز الطرد المركزي بسرعة 10000 دورة/دقيقة ولمدة 20 دقيقة لضمان فصل الراشح عن الراسب. أخذ الراشح النباتي من أعلى انبوبة الطرد المركزي بمقدار 2.5 مل ووضع في أنابيب بلاستيكية معقمة لحفظ العينات. تم أخذ 0.1 مل من الراشح النباتي وأضيف له 0.9 من محلول البيروكسيداز ووضع في خلية لجهاز الطيف الضوئي (Spectrophotomer) عند طول موجة 470 نانوميتر. أخذت قراءات الجهاز بعد صفر و 5 دقائق. حيث حسبت فعالية الانزيم من خلال طرح قيمة القراءة في الدقيقة الخامسة من قيمة القراءة عند الزمن صفر ثم قسمت على 0.01 وأخيراً يقسم الناتج على الزمن النهائي (5 دقائق) لاستخراج كمية النشاط الانزيمي (وحدة انزيمية/ملتر).

### التحليل الاحصائي

حللت النتائج على أساس تصميم القطاعات العشوائية الكاملة Complete randomized block design (RCBD) باستخدام برنامج SAS واختبرت متوسطات الصفات المدروسة حسب اختبار دنكن المتعدد الحدود عند مستوى احتمال 0.05.

### النتائج والمناقشة

تأثير المبيدات والمستحضرات العضوية وعامل المقاومة الأحيائي *P. lilacinum* في الدليل المرضي للتعقد والكثافة العددية للديدان الثعبانية *M. javanica* في التربة

أظهرت النتائج (جدول 1) أن استخدام المبيدات النيماطودية الكيميائية والحيوية والمستحضرات العضوية النباتية والفطر الأحيائي كان لها تأثير واضح في تقليل عدد العقد الجذرية الناتجة عن الإصابة بديدان تعقد الجذور وبفروق معنوية عن معاملة المقارنة. ففي الصنف GS12 تفوقت المعاملة الرباعية (T+NT+PI+ND) على باقي المعاملات في خفض دليل العقد الجذرية والكثافة العددية للديدان في التربة إلى 0.56%

و 70.11%، على التوالي، قياساً بمعاملة الشاهد 4.00 و 1513.44، على التوالي، تلتها كل من المعاملة الثلاثية (T+NT+PI) والمبيد Oncol 5% G، ثم معاملة المبيد Tervigo 20% EC إذ بلغت 0.89، 103.78 و 1.11، 141.13 و 1.23، 140.47، على التوالي، وبدون فروق معنوية بينهم. بينما كانت معاملات المستحضرين العضويين Nematron، Nemadead والفطر *P. lilacinum* متقاربة في تأثيرها في دليل العقد والكثافة العددية للديدان وبدون فروق معنوية بينها. أما في الصنف شروق فلم تلاحظ أية عقد جذرية على المجموع الجذري في جميع المعاملات ومن ضمنها المقارنة الملوثة، و فيما يخص الكثافة العددية للديدان الثعبانية، فقد اثبتت جميع المعاملات كفاءتها في تقليل أعداد الديدان وبدون فروق معنوية بينهم، وبشكل عام أظهرت نتائج التحليل لمعدل الأصناف تفوق الصنف شروق على الصنف GS12 في خفض الكثافة العددية للديدان ودليل التعقد 0.00 و 315.31، 1.67، على التوالي. فيما سبق يلاحظ أن جميع المعاملات التي استخدمت في إدارة مرض تعقد الجذور أدت إلى خفض دليل التعقد والكثافة العددية للديدان وتفوقت المعاملة التكاملية (T+NT+PI+ND) في ذلك، وقد يعزى ذلك إلى تأثير مبيد Tervigo الذي يحتوي على مادة Abamectin التي تنتج من قبل البكتيريا *Streptomyces avermitilis* وتتميز بتأثيرها الطارد والقاتل للديدان وهي تستخدم في مكافحة الحيوية بسبب قدرتها العالية على إنتاج العديد من المركبات التي تؤثر في المسببات المرضية منها منظمات النمو (IAA) التي تعمل على إحداث شلل للأنظمة العصبية والعضلية في الديدان وتنتهي بموتها (Burkhart, 2000).

أما فيما يخص المستحضر العضوي Nemadead فقد يعزى تأثيره إلى احتوائه على مستخلص زيت السمسم *Sesamum indicum* الذي يحتوي بدوره على مواد سامة للنيماطودا مثل sesamol و sesamin و sesamol و Radwan *et al.*, (2009) أو قد يكون التأثير ناتج عن تحلل السمسم وانبعث غاز methyl isothiocyanates الذي يعمل كمبيد فعال للنيماطودا (Lear, 1956). أما الفطر الأحيائي *P. lilacinum* قد يعود تأثيره إلى افراز مجموعة من المضادات الحيوية مثل Giotoxin و Hadecciden بالإضافة إلى جينات تشفير الأيض الثانوي والتي تثبط حركة اليرقات فتصبح غير قادرة على اختراق الجذور وتكوين العقد الجذرية عليها (Wang *et al.*, 2016). أو قد يكون التأثير مباشر عن طريق تطفل الفطر *P. lilacinum* على بيوض النيماطودا وتقليل اللقاح الأولي وبالتالي تخفيف شدة الإصابة (Kiewnick & Sikora, 2006)؛ وقد يعزى تأثير مستحضر Nematron الذي يتكون من زيوت طيارة أهمها مستخلص الثوم الحاوي على بعض المواد السامة للنيماطودا مثل pyruvic acid والأمونيا و diallyl disulphide

ارتفاع الساق في الصنفين GS12 وشروق 148.22 و 153.77 سم، على التوالي، حيث تفوقا معنوياً على معاملة المقارنة للصنف GS12 والصنف شروق البالغة 110.67 و 146.11، على التوالي. أما فيما يخص معدلات الأصناف فقد تفوق الصنف شروق معنوياً على الصنف GS12 بمعدل ارتفاع 144.00، 134.41 سم، على التوالي.

**التأثير في الوزن الرطب والجاف للمجموع الخضري لنبات البنورة/الطماطم - أشارت النتائج (جدول 3) إلى تفوق المعاملة الرباعية (T+NT+PI+ND) ومعاملة المبيد Tervigo على بقية المعاملات وضمنها معاملة المقارنة في زيادة الوزن الرطب وبدون فرق معنوي بينهما. بلغ معدل الوزن الرطب 1268.33، 1081.22 و 1180.53، 1128.01 غ للصنفين GS12 وشروق، على التوالي، تلتهما المعاملة بالفطر الأحيائي *P. lilacinum* بمعدل وزن 929.00، 1236.64 غ للصنفين GS12 و شروق، على التوالي. بينما أظهرت المعاملة بالمستحضر Nemadead أقل زيادة معنوية في الوزن الرطب للمجموع الخضري حيث بلغت 868.90، 827.55 غ للصنفين GS12 وشروق، على التوالي. وفيما يخص التداخل بين الأصناف والمعاملات، فقد تفوقت المعاملة T+NT+PI+ND في الصنف شروق والمعاملتان Tervigo و *P. lilacinum* في الصنف GS12 على باقي المعاملات وبمعدل وزن 1236.64، 1268.33 و 1180.53 غ، على التوالي. بينما لم تختلف معنوياً معاملة Nemadead في الصنف شروق ومعاملة Oncol للصنف نفسه عن معاملة المقارنة الملوثة وبمعدل وزن 827.55، 827.98 و 825.12 غ، على التوالي.**

(Osman et al., 2005). وقد يكون تأثير الثوم غير مباشر في النيما تودا من خلال تعطيل حركتها وتكاثرها وامتصاصها للمواد الغذائية (Masamha et al., 2010).

وفيما يخص تفوق الصنف شروق يانخفاض دليل التعقد بواقع صفر إصابة، كذلك قد يعود انخفاض الكثافة العددية للنيما تودا إلى احتواء هذا الصنف على جين المقاومة Mi ضد نيما تودا تعقد الجذور (Goggin et al., 2006؛ Zhang et al., 2010) وقد يكون التأثير ناتج عن افراز مضادات الاكسدة مثل الفينولات والفلافونيدات في النبات التي تؤدي إلى تعزيز المقاومة الجهازية ضد نيما تودا تعقد الجذور (Banuelos et al., 2014؛ Carlsen et al., 2008).

#### تأثير المعاملات والأصناف في ديدان تعقد الجذور *M. javanica* وانعكاسه على صفات المجموع الخضري لنباتات البنورة/الطماطم

**التأثير في ارتفاع المجموع الخضري/سم - أشارت النتائج (جدول 2) إلى أن أعلى ارتفاع للمجموع الخضري سجل في المعاملة T+NT+PI+ND، فقد بلغ فيها معدل ارتفاع الساق 151.00 سم والتي تفوقت معنوياً على باقي المعاملات باستثناء المعاملة T+NT+PI والمعاملة *P. lilacinum* وبدون فروق معنوية بينها والذي بلغ 146.56، 145.94 سم، على التوالي. وكان أقل ارتفاع سجلته معاملة المقارنة الملوثة والذي بلغ 126.00 سم والذي اختلف معنوياً عن جميع المعاملات. وأشارت النتائج إلى أن أعلى تداخل بين الأصناف والمعاملات سجل في المعاملة T+NT+PI+ND حيث بلغ فيها معدل**

**جدول 1.** تأثير المعاملات المستخدمة في إدارة ديدان تعقد الجذور *Meloidogyne javanica* في الدليل المرضي للتعقد والكثافة العددية للنيما تودا في التربة تحت ظروف البيت البلاستيكي.

**Table 1.** Effect of treatments used in root knot nematode *Meloidogyne javanica* management on root knot index and nematode density in the soil under plastic house conditions.

الكثافة العددية للديدان في 100 غ متربة		دليل العقد الجذرية		المعاملات
Nematodes population count/100 g soil		Root knot index		
شروق	GS12	شروق	GS12	Treatments
Shourouq	GS12	Shourouq	GS12	Tervigo SC 20(T)
75.7 cd	140.47 cd	0.00 e	1.23 c	Nematron (NT)
155.91 cd	345.64 b	0.00 e	2.45 b	<i>P. lilacinum</i> (PI)
168.94 bcd	352.72 b	0.00 e	2.67 b	Nemadead (ND)
112.38 cd	170.44 bcd	0.00 e	2.11 b	(T+NT+PI)
53.00 cd	103.78 cd	0.00 e	0.89 cd	(T+NT+PI+ND)
31.11 cd	70.11 cd	0.00 e	0.56 de	Oncol 5%G
89.11 cd	141.13 cd	0.00 e	1.11 cd	المقارنة الملوثة
209.94 bc	1513.44 a	0.00 e	4.00 a	Inoculated control
103.06 b	315.31 a	0.00 b	1.67 a	Variety mean

كل رقم يمثل متوسطاً لثلاثة مكررات.

المتوسطات التي يتبعها نفس الأحرف في نفس العمود لا يوجد بينها فرق معنوي عند مستوى احتمال 0.05 حسب اختبار دنكن.

Each value represents the mean of 3 replicates.

Means followed by the same letters in the same column are not significantly different at P=0.05 based on Duncan multiple range test.

إن تأثير المعاملات الكيميائية والحيوية والعضوية يرجع إلى طبيعة ومحتوى هذه المواد من العناصر والمادة الفعالة، ويعزى تأثير المبيد Tervigo 20SC إلى احتوائه على الحديد المخلبي Fe-chelated بالإضافة إلى مادة Abamectin. حيث أن لعنصر الحديد فائدتين أساسيتين في العمليات الحيوية للنبات الأولى تنشيط انزيمات الأكسدة والاختزال في سلسلة انتقال الإلكترونات في عملية التنفس والثانية المساعدة في بناء الكلوروفيل على الرغم من أنه لا يدخل في تركيبه (Mengel & Kirkby, 2001). تتفق هذه النتائج مع دراسة قام بها (علي، 2018) بين فيها تفوق معاملة المبيد Tervigo 20SC والمستحضر Nematron على باقي المعاملات في زيادة معدل الوزن الرطب والجاف للمجموع الخضري ومعدل حاصل الثمار للنباتات.

كما أن للفطر الأحيائي *P. lilacinum* وبعض فطور المايكورايزا دوراً كبيراً في تجهيز النبات بالمواد الضرورية التي يحتاجها لزيادة نموه وتطوره من خلال إنتاج منظمات نمو وفيتامينات ومواد أيضية وزيادة مقاومة النبات للإجهاد البيئي فضلاً عن زيادة جاهزية عدد من العناصر الغذائية، مما يعكس إيجابياً على كمية الحاصل ونوعيته (Baker, 1989). وقد يعزى تفوق المعاملة الرباعية (T+NT+PI+ND) على باقي المعاملات إلى التأثير التآزري للمواد الأساسية المكونة لهذه المبيدات والمستحضرات العضوية والفطر الحيوي في تقليل مصدر اللقاح الأولي وتعزيز الوسائل الدفاعية في النبات ضد الديدان فضلاً عن توفير الاحتياجات الضرورية لنمو النبات سواء كانت جاهزة ضمن مكونات المستحضرات أو من خلال تحطيم المركبات المعقدة في التربة وتوفير عناصر يسهل امتصاصها من قبل النبات.

#### تأثير المعاملات والأصناف في ديدان تعقد الجذور *M. javanica* وانعكاسه على صفات المجموع الجذري لنبات البندورة/الطماطم

تأثير المعاملات والأصناف في الوزن الطري والجاف للمجموع الجذري لنبات البندورة/الطماطم - تشير النتائج المذكورة في الجدول 4 إلى أن جميع المعاملات قد أحدثت خفضاً معنوياً في الوزن الطري والجاف للمجموع الجذري قياساً بمعاملة المقارنة، ففي معدل تأثير المعاملات سجلت المعاملة الرباعية (T+NT+PI+ND) أعلى خفض في الوزن الطري والجاف للجذر (21.11، 20.91 و 6.76، 6.49 غ) للصنفين GS12 وشروق، على التوالي، تلتها المعاملة الثلاثية (T+NT+PI) بوزن (22.04، 21.18 و 7.67، 7.31 غ) للصنفين GS12 وشروق، على التوالي وسجلت معاملة المقارنة الملثة أعلى وزن طري وجاف حيث بلغ 29.43، 24.67 و 8.94، 9.22 غ للصنفين GS12 وشروق، على التوالي. وفيما يخص التداخل بين الأصناف والمعاملات فقد سجلت

جدول 2. تأثير المعاملات والأصناف المستخدمة في إدارة ديدان تعقد الجذور *M. javanica* في ارتفاع المجموع الخضري لنبات البندورة/الطماطم.

**Table 2.** Effect of treatments and tomato varieties used on root knot nematode *Meloidogyne javanica* management and on tomato plant height (cm).

الأصناف Varieties		المعاملات Treatments
شروق Shourouq	GS12	
136.89 efg	132.22 gh	Tervigo SC 20 (T)
133.00 gh	133.00 gh	Nematron (NT)
151.33 ab	140.55 cdefg	<i>P. lilacinum</i> (PI)
133.78 fgh	134.33 fgh	Nemadead (ND)
148.11 abc	145.00 bcde	(T+NT+PI)
153.78 a	148.22 abc	(T+NT+PI+ND)
138.44 defg	139.33 defg	Oncol 5% G
141.34 cdef	110.67 i	المقارنة الملثة
		Infested control
146.11 abcd	126.33 h	المقارنة غير ملثة
		Non-infested control
144.00 a	134.41 b	معدل الصنف
		Variety mean

كل رقم يمثل متوسطاً لثلاثة مكررات. المتوسطات التي يتبعها نفس الأحرف في نفس العمود لا يوجد بينها فرق معنوي عند مستوى احتمال 0.05 حسب اختبار دنكن.

Each value represents the mean of 3 replicates.

Means followed by the same letters in the same column are not significantly different at P=0.05 based on Duncan multiple range test.

أما فيما يخص معدل معاملة الوزن الجاف للمجموع الخضري فقد تفوقت المعاملة T+NT+PI+ND معنوياً عن باقي المعاملات بمعدل وزن جاف قدره 365.07 و 541.67 غ تلتها معاملة Tervigo 20SC بمعدل وزن جاف 441.03 و 369.07 غ للصنفين GS12 وشروق، على التوالي، بينما سجلت معاملة *P. lilacinum* أقل وزن جاف (321.14 و 334.95 غ) والتي لم تختلف معنوياً عن معاملة المبيد Oncol ومعاملة Nemadead بالإضافة إلى معاملة الشاهد الملثة وبمعدل وزن جاف 318.96، 345.92، 296.64، 401.21؛ 414.61، 251.02، 403.10 غ للصنفين GS12 وشروق، على التوالي. أوضحت نتائج التحليل الإحصائي (الجدولين 2 و 3) أن ديدان تعقد الجذور كان لها تأثير واضح في معايير النمو للنبات وهذا يتفق مع ما نشر سابقاً (العسس ونفاع، 2011؛ عبد القادر ومنصور، 2015)، وإن التداخل بين نوع المادة والصنف كان معنوياً في تأثيره في صفات المجموع الخضري، وقد يعزى ذلك إلى كفاءة المعاملات في تحسين صفات النمو للنبات.

(T+NT+Pl+ND) في إعطاء أقل وزن للجذر إلى الفعل التآزري للمواد المكونة لهذه المبيدات والمستحضرات العضوية وعامل المكافحة الحيوي، وقد يعزى التأثير إلى الفعل التآزري للحديد المخليبي Chalet-iron و Abamectin الموجودين في مبيد SCTervigo 20% وتكمن أهمية مركبات الحديد المخليبي في حرمان ديدان تعقد الجذور من عنصر الحديد إذ ترتبط بالحديد على شكل مركبات مخليبية وتجعله غير متاح للكائنات الدقيقة الأخرى و توفير العنصر المغذي للنبات وهذا يتوافق مع ما توصل إليه (Rosenblueth & Martinez-Romero, 2006) عندما ذكروا أن Abamectin يمتاز بتأثيره الطارد والقاتل للديدان وبالتالي انعكس ذلك إيجابياً في تقليل أعداد العقد ومن ثم التقليل من الوزن الرطب والجاف للمجموع الجذري.

كما أن لمستحضر Nematron دور هام في تقليل الإصابة بالعقد الجذرية من خلال ما يحتويه من مواد كيميائية حيوية موجودة في مستخلص الثوم، فقد ذكر (Osman et al., 2005) أن مستخلص الثوم يحتوي على مركبات كبريتية طاردة للديدان وبالتالي تقلل من شدة الإصابة الذي ينعكس بدوره على زيادة معايير النمو للنبات.

وفيما يخص مستحضر Nemadead فقد يعزى سبب تأثيره في خفض الوزن الرطب والجاف للجذر إلى إطلاق بعض المواد الكيميائية السامة للديدان أثناء عملية التحلل لهذه المستخلصات (Akhtar & Alam, 1993).

معاملة التداخل (T+NT+Pl+ND) مع الصنف شروق أقل وزن جذري رطب وجاف بلغ 20.91 و 6.49 غ، على التوالي يليه الصنف GS12 للمعاملة نفسها بوزن طري وجاف بلغ 21.11 و 6.76 غ، على التوالي، بينما تفوقت معاملة المقارنة الملوثة في الصنف GS12 على باقي المعاملات باستثناء معاملة *P. lilacinum* بتسجيل أعلى وزن جذري رطب بلغ 29.43 و 26.11 غ، على التوالي وبدون فروق معنوية بينهم، أما من حيث الوزن الجاف فقد سجلت معاملة المقارنة الملوثة في الصنف شروق والصنف GS12 أعلى وزن جذري جاف بلغ 9.22 و 8.94 غ وبدون فروق معنوية بينهما.

تشير النتائج في الجدول 4 إلى تفوق معاملة المقارنة في إعطائها أعلى وزن طري وجاف للمجموع الجذري ويعود السبب إلى شدة إصابته بالديدان وما تؤديه من دور في زيادة تعقد الجذور فضلاً عن دورها في تحفيز النبات على تكوين جذور جانبية وكذلك تشوه الجهاز الوعائي في منطقة الإصابة وتكوين الخلايا العملاقة في أنسجة الجذور مما يؤدي إلى زيادة وزنها وبالتالي ضعف النبات وانخفاض وزن المجموع الخضري (Fortnum et al., 1995). كما تشير النتائج إلى ان المعاملات سببت خفضاً في إصابة الجذور وذلك من خلال خفض أعداد العقد الجذرية ومن ثم انخفاض الوزن الطري والجاف للمجموع الجذري انعكس ذلك على تحسن في نمو المجموع الخضري وزيادة في الوزن الطري والجاف قياساً بمعاملة المقارنة. وقد يعود السبب في تفوق المعاملة الرباعية

**جدول 3.** تأثير المعاملات والأصناف المستخدمة في إدارة ديدان تعقد الجذور *Meloidogyne javanica* في الوزن الرطب والجاف للمجموع الخضري لنبات البندورة/الطماطم.

**Table 3.** Effect of used treatments and tomato varieties on root knot nematode *Meloidogyne javanica* management and on wet and dry weights of tomato foliage.

الوزن الخضري الجاف (غ) Vegetative dry weight(g)		الوزن الخضري الرطب (غ) Vegetative fresh weight(g)		المعاملات Treatments
شروق Shourouq	GS12	شروق Shourouq	GS12	
369.07 cde	441.03 b	1128.01 bc	1180.53 ab	Tervigo SC 20% (T)
414.61 bc	290.73 hi	1029.44 de	894.55 ghij	Nematron (NT)
321.14 efgh	334.95 defgh	1236.64 a	929.00 fgh	<i>P. lilacinum</i> (Pl)
401.21 bc	296.64 ghi	827.55 jk	868.90 hij	Nemadead (ND)
423.28 b	339.77 defgh	1073.10 cd	902.78 ghi	(T+NT+Pl)
541.67 a	365.07 def	1081.22 cd	1268.33 a	(T+NT+Pl+ND)
345.92 def	318.96 fghi	827.98 jk	918.54 gh	Oncol 5%G
403.10 bc	251.02 i	825.12 jk	619.45 k	المقارنة الملوثة Infested control
343.10 defg	376.20 cd	1019.86 def	838.33 hij	المقارنة غير الملوثة Non-infested control

كل رقم يمثل متوسطاً لثلاثة مكررات.

المتوسطات التي يتبعها نفس الأحرف في نفس العامود لا يوجد بينها فرق معنوي عند مستوى احتمال 0.05 حسب اختبار دنكن.

Each value represents the mean of 3 replicates.

Means followed by the same letters in the same column are not significantly different at P=0.05 based on Duncan multiple range test.

**جدول 4.** تأثير المعاملات والأصناف المستخدمة في إدارة ديدان تعقد الجذور *M. javanica* في الوزن الرطب والجاف للمجموع الجذري لنبات البندورة/الطماطم.

**Table 4.** Effect of treatments and tomato varieties used for root knot nematode *M. javanica* management on wet and dry weight of the tomato root system.

الوزن الجذري الجاف (غ) Dry root weight (g)		الوزن الجذري الرطب (غ) Wet root weight (g)		المعاملات Treatments
شروق Shourouq	GS12	شروق Shourouq	GS12	
7.09 de	8.24 abcd	21.98 cde	23.29 bcde	Tervigo SC 20% (T)
7.76 bcde	8.53 abc	22.12 cde	24.94 bcd	Nematron (NT)
6.89 e	8.72 ab	21.44 cde	26.11 ab	<i>P. lilacinum</i> (Pl)
8.40 abc	8.33 abcd	22.35 bcde	23.92 bcde	Nemadead (ND)
7.31 cde	7.67 bcde	21.18 de	22.04 cde	(T+NT+Pl)
6.49 e	6.76 e	20.91 e	21.11 de	(T+NT+Pl+ND)
8.76 ab	8.44 abc	23.78 bcde	25.39 bc	Oncol 5%G
9.22 a	8.94 ab	24.67 bcde	29.43 a	Inoculated control
8.58 abc	8.45 abc	22.78 bcde	22.55 bcde	Non-inoculated control

كل رقم يمثل متوسطاً لثلاثة مكررات.

المتوسطات التي يتبعها نفس الأحرف في نفس العمود لا يوجد بينها فرق معنوي عند مستوى احتمال 0.05 حسب اختبار دنكن.

Each value represents the mean of 3 replicates.

Means followed by the same letters in the same column are not significantly different at P=0.05 based on Duncan multiple range test.

سابقة إلى أن سقي نباتات البندورة/الطماطم المصابة بديدان تعقد الجذور بمستخلص الثوم أدى إلى خفض الدليل المرضي لتعقد الجذور وزيادة فعالية انزيم  $\beta$  1,3-glucanase الذي له نشاط عال في تحلل الجدار الخلوي الحاوي على الكايتين وكذلك احتوائه على بعض الانزيمات الدفاعية (Abd-Elgawad *et al.*, 2009). وذكر عبد الرسول وابراهيم (2011) أن عامل المكافحة الاحيائية *Trichoderma* أثبت كفاءته في استحثاث المقاومة الجهازية في نبات اللوبيا ضد ديدان تعقد الجذور من خلال رفع مستوى انزيمات البيروكسيديز وبولي فينول أوكسيديز والكايتينيز. وأشار Seenivasan (2011) إلى كفاءة استخدام كل من *P. fluorescens* و *P. lilacinum* في إدارة ديدان تعقد الجذور *M. graminicola* في حقول الارز حيث بينت النتائج تراكم كميات كبيرة من الفينولات وانزيمات البيروكسيديز والكايتينيز بالإضافة إلى التأثير الايجابي لمعايير النمو النباتي مثل ارتفاع النبات وطول الجذر وزيادة إنتاجية الحبوب.

**تأثير المعاملات والأصناف المستخدمة في مكافحة ديدان تعقد الجذور *M. javanica* وانعكاسه على حاصل الثمار**

تشير النتائج في جدول 6 إلى أن أعلى كمية حاصل سجلت في معدل المعاملة الرباعية (T+NT+Pl+ND) 2121.90 غ/نبات وبفرق معنوي على جميع المعاملات تلتها المعاملة الثلاثية (T+NT+Pl) ومعاملة Nematron بكمية حاصل بلغت 1.418 و 1.323 كغ/نبات،

**دور المعاملات والأصناف في استحثاث المقاومة الجهازية لنبات الطماطم ضد ديدان تعقد الجذور *M. javanica* ورفع نشاط انزيم Peroxidase المرتبط بالأمراضية**

تشير النتائج في جدول 5 إلى تفوق جميع المعاملات على معاملة المقارنة السليمة في استحثاث المقاومة الجهازية للنبات من خلال تنشيط مسارات بعض الانزيمات وتراكم المركبات الفينولية، وقد بينت النتائج كفاءة المعاملات في رفع فاعلية انزيم Peroxidase والتي بلغت أقصاها في معدل المعاملة الرباعية (T+NT+Pl+ND) إلى 14.75 و 13.18 وحدة/مل للصفين شروق و GS12 على التوالي، بينما سجلت أقل كمية من الانزيم في معاملة المقارنة السليمة بمعدل 9.59 و 10.47 وحدة/مل للصفين شروق و GS12، على التوالي. وفيما يخص التداخل بين المعاملات والأصناف فقد تفوقت المعاملة الرباعية (T+NT+Pl+ND) في الصنف GS12 على جميع المعاملات بكمية انزيم بلغت 14.75 وحدة/مل تلتها المعاملة نفسها للصف شروق بكمية انزيم بلغت 13.18 وحدة/مل والتي اختلفت معنوياً مع كل من معاملة Tervigo، Nematron و Oncol بالإضافة إلى معاملة المقارنة. من النتائج السابقة يتبين أن لهذه المعاملات القدرة على استحثاث انزيم peroxidase، وأن تأثير المعاملة الرباعية (T+NT+Pl+ND) قد يكون ناجم عن كفاءة هذه المواد في زيادة نشاط بعض البروتينات المتعلقة بالأمراضية وبعض الأنزيمات الدفاعية في جذور نباتات الطماطم ضد ديدان تعقد الجذور *Meloidogyne spp.* قياساً بالنباتات غير المعاملة. فقد أشارت دراسة

**جدول 5.** تأثير المعاملات والأصناف المستخدمة في إدارة ديدان تعقد الجذور *M. javanica* في تحفيز نشاط انزيم Peroxidase واستحثاث المقاومة الجهازية.

**Table 5.** Influence of treatments and tomato varieties used for root knot nematode *M. javanica* management and on stimulation of peroxidase enzyme activity and systemic resistance induction.

معدل نشاط انزيم البيروكسيداز (وحدة/غ)		المعاملات Treatments
Average of peroxidase enzyme activity (unit/g)		
الأصناف Varieties		شروق Shourouq
GS12	Shourouq	
11.14 cde	11.57 cde	Tervigo SC 20 (T)
11.05 cde	11.78 cde	Nematron (NT)
11.89 bcde	11.86 bcde	<i>P. lilacinum</i> (PI)
11.89 bcde	11.39 cde	Nemadead (ND)
12.12 bcd	12.47 bc	(T+NT+PI)
13.18 b	14.75 a	(T+NT+PI+ND)
10.70 def	10.91 de	Oncol 5%G
10.94 de	11.37 cde	المقارنة الملوثة
		Infested control
		المقارنة غير الملوثة
		Non-infested control

كل رقم يمثل متوسطاً لثلاثة مكررات.

المتوسطات التي يتبعها نفس الأحرف في نفس العمود لا يوجد بينها فرق معنوي عند مستوى احتمال 0.05 حسب اختبار دنكن.

Each value represents the mean of 3 replicates.

Means followed by the same letters in the same column are not significantly different at P=0.05 based on Duncan multiple range test.

**جدول 6.** تأثير المعاملات المختلفة في كمية الحاصل (كغ/نبات) لأصنافين من البندورة/الطماطم GS12 وشروق.

**Table 6.** Effect of various treatments on yield quantity (g/plant) of two tomato varieties GS12 and Shourouq.

الأصناف Varieties		المعاملات Treatments
GS12	شروق Shourouq	
1.258 defg	1.565 bc	Tervigo SC 20 (T)
1.133 efgh	1.514 cd	Nematron (NT)
1.127 efgh	1.263 defg	<i>P. lilacinum</i> (PI)
1.105 fgh	1.189 efgh	Nemadead (ND)
1.424 cde	1.412 cde	(T+NT+PI)
1.793 b	2.451 a	(T+NT+PI+ND)
1.012 gh	1.317 cdef	Oncol 5%G
0.585 i	1.340 cde	المقارنة الملوثة
		Infested control
		المقارنة غير الملوثة
		Non-infested control

كل رقم يمثل متوسطاً لثلاثة مكررات.

المتوسطات التي يتبعها نفس الأحرف في نفس العمود لا يوجد بينها فرق معنوي عند مستوى احتمال 0.05 حسب اختبار دنكن.

Each value represents the mean of 3 replicates.

Means followed by the same letters in the same column are not significantly different at P=0.05 based on Duncan multiple range test.

على التوالي وبدون فروق معنوية بينهم بينما سجلت معاملة المقارنة الملوثة أقل كمية في وزن الحاصل والتي بلغت 0.962 كغ/نبات، وبخصوص تداخل المعاملات مع الأصناف فقد تفوقت المعاملة الرباعية (T+NT+PI+ND) في الصنف شروق على جميع المعاملات بكمية حاصل بلغت 2.451 كغ/نبات تلتها المعاملة نفسها على الصنف GS12 بكمية حاصل 1.793 كغ/نبات والتي اختلفت معنوياً عن باقي المعاملات باستثناء معاملة Tervigo 20%SC إذ بلغت كمية الحاصل فيها 1.565 كغ، من خلال النتائج يمكن ملاحظة دور تكامل المعاملات الأربع في المعاملة الرباعية مع بعضها البعض وإعطاء أعلى كمية حاصل وقد يعزى ذلك إلى الفعل التآزري لهذه المعاملات في تقليل شدة الإصابة مما ينعكس على مرونة سريان المواد التي يحتاجها النبات من التربة إلى باقي أجزاء النبات فضلاً عن احتواء هذه المعاملات على مواد تساعد على نمو ونشاط النبات. يعزى تأثير المبيد Tervigo SC 20 إلى احتوائه على الابامكتين التي قللت من شدة الإصابة بالديدان فضلاً عن احتواء المبيد نفسه على الحديد المخليبي الذي يمسك مادة الابامكتين في منطقة الجذور لقتل الديدان في هذه المنطقة و لا يسمح لها بالانتقال إلى المجموع الخضري للنبات وكذلك يسهم في توفير الحديد الذي يعد عاملاً مساعداً في تكوين الكلوروفيل وما يترتب على ذلك من زيادة في نمو النبات وحاصل الثمار (علي، 2018). ويعود تأثير مستخلص الثوم إلى احتوائه على الكبريت و بعض الأحماض الأمينية التي قد تحسن من العمليات الحيوية داخل النبات مما يزيد من جاهزية بعض العناصر كالفسفور والنترجين والكبريت وإفراز بعض الهرمونات مما ينعكس على العمليات الكيموحيوية للنبات التي تؤدي إلى تحسين بعض الصفات ومنها زيادة إنتاجية النبات وهذا يتفق مع ما أكدته دراسة سابقة (حبيب، 2013) بأن مستخلص الثوم قد أعطى القدرة العالية على النمو لنبات الباذنجان. ومن جانب آخر فإن التأثير الإيجابي للمواد العضوية النباتية راجع إلى محتواها من بعض المواد التي تنشط النمو في النبات مثل الفيتامينات والهرمونات وكذلك يعود إلى احتوائها على بعض المواد ذات التأثير السام على الديدان فضلاً عن أنها تخصب التربة وتحسن من تركيبها وبالتالي تصبح النباتات أكثر تحملاً لتأثير الديدان (Vawdrey & Stirling, 1997) و ترجع زيادة النمو وحاصل الثمار عند زيادة عدد العوامل المشتركة معاً في إدارة المرض إلى زيادة تأثيرها التآزري في خفض أعداد الديدان وتقليل شدة الإصابة فضلاً عن توفير الاحتياجات الضرورية من عناصر غذائية ومركبات وإنزيمات يحتاجها النبات في النمو. بالإضافة إلى دور برامج الإدارة المتكاملة في كبح التأثيرات السلبية في النبات والبيئة التي تحدثها عوامل مكافحة ذاتها عند استخدامها بشكل انفرادي في مكافحة الآفة المستهدفة.

## Abstract

Zewain, Q.K. and O.I. Taha. 2020. Integrated management of root knot nematode *Meloidogyne* spp. on tomato crop under plastic house conditions. Arab Journal of Plant Protection, 38(1): 31-41.

This study was carried out to evaluate the role of some nematicides, botanical formulations and the bio-control fungus *Paecilomyces lilacinus* in the management of root knot nematode (RKN) *Meloidogyne* spp. on two tomato varieties, individually and collectively, on compatibility basis within an integrated program to manage this pest. Result showed the high efficacy of nematicides, botanical formulations and biocontrol fungus *P. lilacinus* in reducing RKN disease severity and improving tomato growth characteristics. Integrated treatment of Tervigo+ Nematron+Nemadaed+*P. lilacinus* (T+NT+Pl+ND) was superior in achieving highest reduction in root knot index and nematode population density in 100 g of soil which reached 0.28 and 61.56 compared with 2.00 and 861.69 for the infested control, respectively, whereas the lowest values of 1.33 and 260.83 were reached for the bio-control agent *P. lilacinus*, respectively. Highest means of wet and dry weight of vegetative growth, yield and chlorophyll content was observed for the integrated treatment (T+NT+Pl+ND) that reached 174.78, 453.37, 2121.90 g and 26.32 SU, respectively, whereas the lowest means of the same traits were observed for the Nemadaed and Oncol 5% G treatments. Shouroug tomato variety had the longest root length of 35.70 cm. Lowest mean of root fresh and dry weight were achieved by the integrated treatment (T+NT+Pl+ND) and reached 21.01 and 6.63 g compared with 27.05 and 9.08 for the infested control, respectively. The results showed that all the treatments stimulated systemic resistance in the tomato plant and the integrated treatment (T+NT+Pl+ND) was significantly superior to other treatments in stimulating peroxidase enzyme activity (13.96 unit/ml), contrary to Oncol 5% G treatment with least stimulation to enzyme activity (10.80 units/ml).

**Keywords:** IPM, tomato, *Meloidogyne* spp., Nemadaed, Nematron, Abamectin.

**Corresponding author:** Qais Kadhim Zewain, Faculty of Agriculture, Tikrit University, Iraq, email: qzewin@tu.edu.iq

## References

- الجدور *Meloidogyne* spp. على الطماطم. أطروحة دكتوراه، كلية الزراعة، جامعة بغداد، العراق.
- Abd-Elgawad, M.M., S.S. Kabeil and A.E. Abd El-Wahab. 2009. Changes in protein content and enzymatic activity of tomato plants in response to nematode infection. Egyptian Journal of Agronomy, 7: 49-61.
- Akhtar, M. and M.M. Alam. 1993. Utilization of waste materials in nematode control: A review. Bioresource Technology, 45: 1-7.  
[https://doi.org/10.1016/0960-8524\(93\)90134-W](https://doi.org/10.1016/0960-8524(93)90134-W)
- Baker, R.S. 1989. Improved *Trichoderma* spp. for promoting crop productivity. Trends in Biotechnology, 7: 34-38.  
[https://doi.org/10.1016/0167-7799\(89\)90055-3](https://doi.org/10.1016/0167-7799(89)90055-3)
- Banuelos, J., A. Alarcón, J. Larsen, S. Cruz-Sánchez and D. Trejo. 2014. Interactions between arbuscular mycorrhizal fungi and *Meloidogyne incognita* in the ornamental plant *Impatiens balsamina*. Journal of Soil Science and Plant Nutrition, 14: 63-74.  
<https://doi.org/10.4067/S0718-95162014005000005>
- Burkhardt, C.N. 2000. Ivermectin: an assessment of its pharmacology, microbiology and safety. Veterinary and Human Toxicology, 42: 30-35.
- Carlsen, S.C.K., A. Understrup, I.S. Fomsgaard, A.G. Mortensen and S. Ravnskov. 2008. Flavonoids in roots of white clover: interaction of arbuscular mycorrhizal fungi and a pathogenic fungus. Plant and Soil, 302: 33-43.  
<https://doi.org/10.1007/s11104-007-9452-9>
- Coyne, D.L., J.M. Nicol and B. Claudius-Cole. 2007. Practical plant nematology: a field and laboratory guide. SP-IPM Secretariat, International Institute of Tropical Agriculture. IITA, Cotonou, Benin. 38 pp.
- Dube, B. and G.C.J. Smart. 1987. Biological control of *Meloidogyne incognita* by *paecilomyces lilacinus* and *Pasteuria penetrans*. The Journal of Nematology, 9: 222- 227.

## المراجع

- أبوغربية، وليم إبراهيم. 2010. ديدان النبات في البلدان العربية. الجامعة الأردنية. دار وائل للنشر. 1242 صفحة.
- البياتي، عادل عدنان علي. 2005. التحري عن الفطريات المفترسة للديدان المتطفلة على النبات في بعض ترب المنطقة الجنوبية من العراق. رسالة ماجستير، كلية الزراعة، جامعة بغداد، العراق.
- حبيب، هديل مكي. 2013. تأثير مستخلص الثوم *Allium sativum* في إنبات ونمو بذور نبات الباذنجان *Solanum melongena* L خارج الجسم الحي. مجلة مركز بحوث التقنيات الإحيائية، 7: 5-11.
- عبد الرسول، اسماء منصور ويسام يحيى إبراهيم. 2011. تأثير المقاوم الحيوي *Trichoderma* spp في مستوى فاعلية انزيمات بيروكسيداز وبولي فينول اوكسيداز وكاتيناز في نباتات اللوبيا *Vigna unguiculata* المصابة بديدان تعقد الجذور *Meloidogyne javanica*. مجلة زراعة الرافدين، 39: 316.
- عبد القادر، مريم وريما منصور. 2015. تقويم كفاءة بعض الفطور المضادة في مكافحة ديدان تعقد الجذور *Meloidogyne incognita* على نبات البندورة/الطماطم. مجلة وقاية النبات العربية، 33: 201-207.
- العسس، خالد محمد ووليد غازي نفاع. 2011. فاعلية الفطر *Paecilomyces variotii* ومستخلص نبات الشوكران الكبير *Conium maculatum* وبعض المبيدات في مكافحة ديدان تعقد الجذور *Meloidogyne incognita* على نبات البندورة. المجلة العربية للبيئات الجافة، 4: 48-54.
- علي، سلام فاروق. 2018. كفاءة بعض الطرائق الكيماوية والحيوية في مكافحة مرض تعقد جذور الخيار المتسبب عن ديدان *Meloidogyne* spp تحت ظروف البيوت البلاستيكية. رسالة ماجستير، كلية الزراعة، جامعة تكريت، العراق.
- عمي، سليمان نائف. 1998. المقاومة المتكاملة لديدان تعقد الجذور *Meloidogyne javanica* على نبات الطماطم. أطروحة دكتوراه، كلية الزراعة والغابات، جامعة الموصل، العراق.
- ياس، سعد طارق. 2015. التداخل بين *Trichoderma harzianum* و مستحضر مبيد Glyphosate وتأثيره في المعقد المرضي بين الفطر *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* وديدان تعقد

- Radwan, M.A., E.K. El-Maadawy, S.I. Kassem and M.M. Abu-Elamayem.** 2009. Oil cakes soil amendment effects on *Meloidogyne incognita*, root-knot nematode infecting tomato. Archives of Phytopathology and Plant Protection 42: 58-64.  
<https://doi.org/10.1080/03235400600940830>
- Rosenblueth, M. and E. Martinez-Romero.** 2006. Bacterial endophytes and their interactions with hosts. Molecular Plant-Microbe Interactions, 19: 827-837.  
<https://doi.org/10.1094/MPMI-19-0827>
- Sahebani, N., N.S. Hadavi and F.O. Zade.** 2011. The effect of  $\beta$ - amino-butyric acid on resistance of cucumber against root-knot nematode, *Meloidogyne javanica*. Acta Physiologiae Plantarum, 33: 443-450.  
<https://doi.org/10.1007/s11738-010-0564-0>
- Seenivasan, N.** 2011. Efficacy of *Pseudomonas fluorescens* and *Paecilomyces lilacinus* against *Meloidogyne graminicola* infecting rice under system of rice intensification. Archives of Phytopathology and Plant Protection, 44: 1467-1482.  
<https://doi.org/10.1080/03235408.2010.505788>
- Stephan, Z.A., I.K. Al-Samerai, B.G. Antoon, H.B. Dawood and N.D. Salman.** 2009. Effect of mycorrhizal fungi on disease complex of rootknot nematode and *Rhizoctonia solani* on eggplant roots under lath house conditions. Arab Journal of Plant Protection, 27: 145-151.
- Sukul, N.C., I. Chakraborty and A. Sukul.** 2013. Potentized Cina reduces root-knot nematode in infestation of cucumber and the antinematode effect is transmitted through water. International Journal of High Dilution Research, 12: 133-134.
- Sun, J.H., H.K. Wang, F.P. Lu, L.X. Du and G.F. Wang.** 2008. The efficacy of nematocidal strain *Syncephalastrum racemosum*. Annals of Microbiology, 58: 369-373.
- Taylor, D.P. and C. Netscher.** 1974. An improved technique for preparing perineal patterns of *Meloidogyne* spp. Nematologica, 20: 268-269.  
<https://doi.org/10.1163/187529274X00285>
- Vawdrey, L.L. and G.R. Stirling.** 1997. Control of root-knot nematode (*Meloidogyne javanica*) on tomato with molasses and other organic amendments. Australasian Plant Pathology, 26:179-187.  
<https://doi.org/10.1071/AP97029>
- Wang, G., Z. Liu, R. Lin, E. Li, Z. Mao, J. Ling, Y. Yang, W.-B. Yin and B. Xie.** 2016. Biosynthesis of antibiotic leucinoastatins in bio-control fungus *Purpureocillium lilacinum* and their inhibition on *Phytophthora* revealed by genome mining. PLoS Pathogens, 12: e 1005685.  
<https://doi.org/10.1371/journal.ppat.1005685>
- Zhang, L.-Y., Y.-Y. Zhang, R.-G. Chen, J.-H. Zhang, T.-T. Wang, H.-X. Li and Z.-B. Ye.** 2010. Ectopic Expression of the tomato *Mi-1* gene confers resistance to root knot nematodes in Lettuce (*Lactuca sativa*). Plant Molecular Biology Reporter, 28: 204-211.  
<https://doi.org/10.1007/s11105-009-0143-y>
- El Astal, Z.Y., A.A. Ashour and A. Kerrit.** 2005. Antimicrobial activity of some medicinal plant extracts. West African Journal of Pharmacology and Drug Research, 19: 16-21.  
<https://doi.org/10.4314/wajpdr.v19i1.14727>
- FAOSTAT.** 2011. Available at: [www.faostat.fao.org/site/340/default.aspx](http://www.faostat.fao.org/site/340/default.aspx).
- Fortnum, B.A., D.R. Decoteau, M.J. Kasperbauer and W.C. Bridges.** 1995. Effect of colored mulch on root knot of tomato. Phytopathology, 85: 312-318.  
<https://doi.org/10.1094/Phyto-85-312>
- Goggin, F.L., L. Jia, G. Shah, S. Hebert, V.M. Williamson and D.E. Ullman.** 2006. Heterologous expression of the Mi-1.2 gene from tomato confers resistance against nematodes but not aphids in eggplant. Molecular Plant Microbe Interactions, 19: 383-388.  
<https://doi.org/10.1094/MPMI-19-0383>
- Hammerschmidt, R., E.M. Nuckles and J. Kuć.** 1982. Association of enhanced peroxidase activity with induced systemic resistance of cucumber to *Colletotrichum lagenarium*. Physiological Plant Pathology, 20: 77-82.  
[https://doi.org/10.1016/0048-4059\(82\)90025-X](https://doi.org/10.1016/0048-4059(82)90025-X)
- Javed, N., S.R. Gowen, M. Inam-ul-Haq and S. Anwar.** 2007. Protective and curative effect of neem (*Azadirachta Indica*) formulations on the development of root-knot nematode *Meloidogyne javanica* in roots of tomato plants. Crop Protection, 26: 530-534.  
<https://doi.org/10.1016/j.cropro.2006.05.003>
- Kiewnick, S. and R.A. Sikora.** 2006. Biological control of the root-knot nematode *Meloidogyne incognita* by *Paecilomyces lilacinus* strain 251. Biological Control, 38: 179-187.  
<https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2005.12.006>
- Lear, B.** 1956. Results of laboratory experiments with Vapam for control of nematodes. Plant Disease Reporter, 40: 847-852.
- Masamba, B., C.T. Gadzirayi and I. Mukutirwa.** 2010. Efficacy of *Allium sativum* (Garlic) in controlling nematode parasites in sheep. International Journal of Applied Research in Veterinary Medicine, 8: 161-170.
- Mengel, K. and E.A. Kirkby.** 2001. Principles of plant nutrition. 5<sup>th</sup> edition. Press. London. England. Springer. 849 pp.
- Osman, H.A., A.Y. El-Gindi, H.H. Ameen, M.M.A. Youssef and A.M. Lashein.** 2005. Evaluation of the nematocidal effects of smashed garlic, sincocin and nemaless on the root-knot nematode, *Meloidogyne incognita* infecting cowpea plants. Bulletin of National Research Centre (Egypt), 30: 297-305.
- Qiao, K., H. Zhang, H. Duan, H. Wang, X. Xia, D. Wang and K. Wang.** 2013. Managing *Meloidogyne incognita* with calcium phosphide as an alternative to methyl bromide in tomato crops. Scientia Horticulturae, 150: 54-58.  
<https://doi.org/10.1016/j.scienta.2012.10.015>

Received: April 4, 2019; Accepted: January 16, 2020

تاريخ الاستلام: 2019/4/4؛ تاريخ الموافقة على النشر: 2020/1/16