مجلة كلية التربية الاساسية
كلية التربية الاساسية – الجامعة المستنصرية
P- ISSN: 3007-3650 E- ISSN: 2706-8536
Journal of the College of Basic Education Vol.32 (No.139) 2026, pp.141-153

اختبار كفاءة الفطر *Trichoderma harzianum* في الحد من تطور نيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne* spp في الباميا

م. عمار امجد عايش
جامعة بغداد / كلية علوم الهندسة الزراعية / قسم وقاية النبات
Ammar.amjad@coagri.uobaghdad.edu.iq
07813699874

أ.د. سعد طارق عبد الملك ياس
جامعة بغداد / كلية علوم الهندسة الزراعية / قسم وقاية النبات
Saad.t@coagri.uobaghdad.edu.iq
07711445480

مستخلص البحث:
أجريت الدراسة لاختبار كفاءة ثلاث عزلات للفطر *Trichoderma harzianum*. أظهرت النتائج مقدرة العزلات في التأثير على عملية فقس البيوض وكانت العزلة الفطرية Fap1 اكثرها كفاءة في ذلك من العزلتين الفطرية Y o P 1 و DuP 1. اذ بلغ عدد البيوض التي ظهرت عليها اعراض الموت (40.33، 56.33، 71) بعد 1، 2، 3، يوم من المعاملة مقارنة ب (8.33، 11، 15.33) في معاملة المقارنة. وبلغت اعداد اليافعات الميتة (48.33، 69.33، 126.33) يافعة بعد مرور 1، 2، 3 يوم من المعاملة لنفس العزلة مقارنة ب (19.33، 31، 68.33) في معاملة المقارنة لنفس الفترة على الترتيب. واظهرت النتائج كفاءة راشح العزلة الفطرية FaP 1 في قتل بيوض نيماتودا تعقد الجذور يتناسب مع تركيز الراشح اذ بلغ عدد البيوض التي ظهرت عليها اعراض الموت (42.66، 56.33، 68.33) بعد مرور1، 2، 3، يوم من المعاملة بتركيز 30% مقارنة ب (10.33، 13.66، 17.33) في معاملة المقارنة لنفس الفترة. أظهر راشح الفطر كفاءة عالية في الحد من حيوية اليافعات للطور الثاني وبلغت اعلى قيمة لموت اليافعات بالتركيز 30% (48.33، 74.33، 118.33) بعد 1، 2، 3، يوم من المعاملة مقارنة ب (18.33، 28.33، 56) لنفس الفترة في معاملة المقارنة. كما بينت النتائج كفاءة عالية لنفس العزلة الفطرية ورواشحها في خفض دليل تعقد الجذور وشدة الإصابة ومعامل التكاثر اذ بلغ دليل تعقد الجذور 3.33 في معاملة المقارنة قياسا ب 1.70 في معاملة الفطر و1.79 في معاملة راشح الفطر. وبلغت شدة الإصابة 42.70 في معاملة الفطر و44.78 في معاملة راشح الفطر مقارنة ب 83.33 في المقارنة. وبلغت قيمة RF في معاملة الفطر 3.56 ومعاملة الراشح 3.76 مقارنة 4.70 في المقارنة.

الكلمات المفتاحية: *Trichoderma harzianum* ، *Meloidogyne* spp، الباميا ، معامل التكاثر، المقاومة الحيوية.

مجلة كلية التربية الاساسية
كلية التربية الاساسية – الجامعة المستنصرية
P- ISSN: 3007-3650 E- ISSN: 2706-8536
Journal of the College of Basic Education Vol.32 (No.139) 2026, pp.141-153

المقدمة:

الباميا *Abelmoschus esculentus* واحدة من بين اهم الخضر في العالم تعود للعائلة الخبازية Malvaceae وتكثر زراعتها في المناطق الاستوائية وشبه الاستوائية، موطنها الاصلي اثيوبيا (**Elkhalifa واخرون2021)**

بالإمكان الاستفادة من بذورها المجففة كمصدر للقهوة والالياف الموجودة في سيقانها في صناعة الورق (**Martin، 1982**). تعد مصدر غذائي مهم للإنسان لمحتواها من البروتين والفيتامينات والكالسيوم والبوتاسيوم والعديد من المعادن (**Habtamuواخرون، 2015).**

تعد نباتات الباميا احدى اهم النباتات الواعدة في مجال Phytotherapies (العلاجات النباتية) لما ما تحتويه من مكونات حيوية نشطة ومهمة خاصة في الاجزاء المختلفة من الثمار (البذور، القرون والمادة المخاطية) ذات الكفاءة في علاج بعض الامراض مثل داء السكري من النوع 2، وبعض الامراض القلبية والامراض الهضمية فضلا عن تأثيرها المضاد للإرهاق وتنقية الكبد والنشاط المضاد للبكتريا والوقاية من السرطان وتستخدم المادة المخاطية في بعض التطبيقات الطبية كبديل للبلازما أو لزيادة حجم الدم **(Elkhalifaواخرون 2021)**.

تمنع الباميا مقاومة الأنسولين واستعادة عملية البلعمة الذاتية للخلايا العصبية، مما يحسن وظيفة الحُصين hippocampal. وهذا يشير إلى إمكانية استخدامها كعلاج مساعد أو مكمل فعال في الوقاية من الإصابة بمرض الزهايمر المرتبط بمقاومة الأنسولين (**Huang واخرون، 2023).**

تعد نيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne* spp من اهم المسببات المرضية التي تسبب خسائر كبيرة في الغلة وانخفاض إنتاجية المحاصيل وتلحق الضرر بالمحاصيل المهمة اقتصاديا نوعيا وكما أ(**Schleker وآخرون، 2022؛ Feyisa، 2021**) تسبب العقد الجذرية انخفاض في امتصاص الماء والمغذيات مما يؤدي الى ذبول النبات وضعف في النمو وانخفاض الكتلة الحيوية للنبات (**Hallann و Meress، 2018).**تمتاز مبيدات النيماتود بصورة عامة بانها تمتلك قيمة منخفضة من نصف الجرعة القاتلة Lethal dose (LD_{50}) لذلك تعتبر من المبيدات شديدة السمية للثديات **(Eboneواخرون،2019)** ، فضلا عن الاثار السلبية للمبيدات على العاملين في مجال تصنيعها والكائنات الحية في التربة وإمكانية وصولها الى المياه الجوفية في بعض الأحيان **(Ali, 2023).** ونتيجة لمخاطر واضرار المبيدات تركزت جهود الباحثين في إيجاد بدائل، ومن هذه البدائل والتي لها القدرة على تقليل الضرر الناتج عن النيماتود هو استعمال الاحياء المجهرية او منتجاتها وهو ما يعرف بالمكافحة البايلوجية **(Khun-inواخرون2015).**

يمتلك الفطر Trichoderma المقدرة على مكافحة العديد من المسببات المرضية (فطرية، نيماتود، بكتريا)، من خلال العديد من الاليات التي يستعملها في المقاومة الحيوية ومنها المنافسة على كلا من العناصر الغذائية والمنافسة على مواقع النمو، افراز مضادات حيوية، التطفل المباشر على المسببات المرضية والتي تعد جميعها اليات مباشرة ضد المسببات المرضية، وكذلك مقدرته على تحفيز المقاومة الجهازية في النبات والتي تعد اهم الطرق الغير مباشرة في مقاومة امراض النبات **(Conteras-Sotoواخرون2025) .**

تنتج العديد من أنواع الفطر *Trichoderma* spp. العديد من مواد الايض الثانوي التي يمكن ان توثر على نيماتود تعقد الجذور بعده اليات **(Khanواخرون2020)** . ومن المواد التي تم تحديدها المفرزة من قبل الفطر *T. harzianum* Th43-14 مركبات السيسكويتربين

مجلة كلية التربية الاساسية
كلية التربية الاساسية – الجامعة المستنصرية
P- ISSN: 3007-3650 E- ISSN: 2706-8536
Journal of the College of Basic Education Vol.32 (No.139) 2026, pp.141-153

(Sesquiterpenes) ومنها Scirpenetriol 3,4,15، Scirpenetriol 3,7,8,15، Trichodermol، Naematolin والتي تؤثر على عمل انزيمات في نيماتودا تعقد الجذور مما تسبب لها فقدان المقدرة على الحركة Moo-Koh واخرون 2022. وجد **Contreras-Soto واخرون2025** ان الفطر *T. harzianum* له المقدرة التأثير في طبقة الكيوتكل لنيماتود تعقد الجذور من خلال افراز انزيمات مثل الكايتنيز.

مواد وطرائق عمل:

تحضير لقاح نيماتود تعقد الجذور *Meloidogyne* spp:

جمعت عينات نباتات باميا ظهرت عليها اعراض الإصابة بنيماتود تعقد الجذور (اصفرار الأوراق، ضعف بالنمو والذبول) مع ملاحظة وجود العقد على المجموع الجذري بعد عملية قلع مع جمع التربة المحيطة بالمجموع الجذري، وضعت بأكياس البولي اثلين حجم 1 كغم، وسجلت عليها المعلومات (منطقة الجمع، تاريخ الجمع) ثم نقلت بعد ذلك الى المختبر.

استخلصت بيوض نيماتودا تعقد الجذور من المجموع الجذري باستخدام طريقة **Hussey and Barker (1973).** غسلت الجذور جيدًا تحت ماء جارٍ للتخلص من بقايا التربة، ثم قُطّعت إلى أجزاء صغيرة يتراوح طول القطعة الواحدة 3–4 سم مع مراعاة عدم إتلاف العقد الجذرية. نُقلت القطع إلى اناء زجاجي سعة 500 مل يحتوي على 250 مل من محلول هيبوكلورات الصوديوم (NaOCl) بتركيز 1%. رُجّت جيدا لمدة 3 دقائق وأُمرِّر المعلق الناتج عبر سلسلة من المناخل ذات احجام (170، 75، 25) ميكرومتر تحت ماء جارٍ للتخلص من بقايا هيبوكلورات الصوديوم. جُمعت البقايا من المنخل الأخير (25 ميكرومتر)، والذي احتوى على البيوض، في بيكر زجاجي سعة 250 مل. حسبت أعداد البيوض في 1 مل من المعلق، باستخدام شريحة العد الخاصة بالنيماتودا (Nematode counting slide) تحت المجهر الضوئي وبقوة تكبير ×40

استخلصت يافعات الطور الثاني من التربة حسب **Southey 1986** وضع ما يقرب من 150 غم من التربة في اناء بلاستيكي حجم 5 لتر حاوي على 3 لتر ماء وجرت عملية تحريك للماء والتربة لمدة 5 دقائق وتركت لفترة 30 ثانية ومرر من خلال مناخل (170، 75، 32) ميكرومتر جمعت يافعات الطور الثاني من المنخل الأخير (حجم 32) في بيكر زجاجي حجم 250 مل.

حسب عدد اليافعات في 1 مل من خلال شريحة عد Nematode slide counting تحت المجهرة وبقوة تكبير 40 X.

تأثير عزلات الفطر *T. harzianum* على فقس بيض نيماتودا تعقد الجذور:

نميت عزلات الفطر *T. harzianum* (Flap 1، Y o P 1 وDuP 1)، على وسط غذائي Potato Dextrose Broth (PDB) المعقم وحضنت بحاضنة على درجة حرارة 25 ± 2 سليزية لمدة ثلاثة أيام. حضرت اطباق قياس 9 سم واضيف لكل طبق 100 بيضة ±5 مع 10 مل ماء مقطر معقم بعدها اضيف مل 10 من المعلق الفطري وكل عزلة على انفراد وبواقع ثلاث مكررات لجميع العزلات فضلا عن عمل ثلاث مكررات لكل من معاملة الماء المقطر المعقم ومعاملة الوسط الغذائي PDB للمقارنة.تم الحصول على العزلات الفطرية من مختبر امراض نبات (الدراسات العليا) /قسم وقاية النبات/ كلية علوم الهندسة الزراعية – جامعة بغداد.

بحسب عدد البيوض التي حدث لها موت (تحلل محتوياتها، ظهور فراغات) ولجميع المعاملات والمكررات بعد مرور (1، 2، 3) يوم من المعاملة.

مجلة كلية التربية الاساسية
كلية التربية الاساسية – الجامعة المستنصرية
P- ISSN: 3007-3650 E- ISSN: 2706-8536
Journal of the College of Basic Education Vol.32 (No.139) 2026, pp.141-153

تأثير عزلات الفطر *T. harzianum* على حيوية يافعات نيماتودا تعقد الجذور:

نميت عزلات الفطر *T. harzianum* (Flap 1، Y o P 1 وDuP 1)، على وسط غذائي PDB المعقم وحضنت بحاضنة على درجة حرارة 25 ± 2 سليزية لمدة ثلاثة أيام.

حضرت اطباق قياس 9 سم واضيف لكل طبق 150 يافعة ±10 مع 10 مل ماء مقطر معقم بعدها اضيف مل 10 من المعلق الفطري وكل عزله على انفراد وبواقع ثلاث مكررات لجميع العزلات فضلا عن عمل ثلاث مكررات لكل من معاملة الماء المقطر المعقم ومعاملة الوسط الغذائي PDB للمقارنة.

بحسب عدد اليافعات التي حدث لها موت ولجميع المعاملات والمكررات بعد مرور (1، 2، 3) يوم من المعاملة.

تأثير راشح الفطر *T.harzianum* FaP1 على فقس البيض:

حضر100 مل من الوسط الغذائي PDB في فلاسك زجاجي سعة 250 مل وبعدها تم تعقيم الوسط الغذائي بجهاز المؤصدة اجريت عملية نقل للعزلة *T.harzianum* FaP1 (الأكثر تأثيرا في فقس بيض وحيوية يافعات الطور الثاني) وحضنت على درجة حرارة 28 ± 2 سليزية لمدة 3 ايام. رشحت الأوساط الغذائية من خلال أوراق ترشيح Whatmman No. 1 وزعت على انابيب معقمة خاصة بجهاز الطرد المركزي وبعدها أجريت عملية الطرد المركزي على سرعة 4500 دورة / دقيقة لمدة 20 دقيقة، اخذ الراشح ومرر من خلال Millipore filter قطر 0.02 مايكروميتر.

حضرت ثلاثة تراكيز من راشح الفطر *T.harzianum* FaP1 وبواقع (10، 20، 30) %، اضيف لقاح النيماتود بواقع 100 بيضة ±5 الراشح الفطري وبواقع 3 مكررات لكل معاملة فضلا عن عمل 3 مكررات للمقارنة اضيف فيها ماء مقطر معقم.

حسب عدد البيوض التي حدث لها موت ولجميع المعاملات والمكررات بعد مرور (1، 2، 3) يوم من المعاملة.

تأثير راشح الفطر *T.harzianum* FaP1 على حيوية اليافعات:

اتبعت نفس الطريقة أعلاه في تحضير راشح الفطر *T.harzianum* FaP1.

حضرت ثلاثة تراكيز من راشح الفطر *T.harzianum* FaP1 وبواقع (10، 20، 30) %، اضيف لقاح النيماتود بواقع 150 يافعة ±15 بعدها اضيف الراشح الفطري وبواقع 3 مكررات لكل معاملة فضلا عن عمل 3 مكررات للمقارنة اضيف فيها ماء مقطر معقم.

تم حساب عدد اليافعات التي حدث لها الموت ولجميع المعاملات والمكررات بعد مرور (1، 2، 3) يوم من المعاملة.

التجربة الحقلية:

أجريت هذه التجربة في حقول كلية علوم الهندسة الزراعية جامعة بغداد / جامعة بغداد – موقع أبو غريب. حرثت الأرض ونعمت وبعدها وقسمت الى مروز. لتحضير اللقاح الخاص بالفطر *T.harzianum* FaP1 ، حضر وسط الدخن وذلك من خلال تنقيع بذور الدخن لمدة 6 ساعات في الماء بعدها رشحت من خلال قطعة قماش ووضعت في دوارق زجاجية سعة 250 مل وبواقع 50 غم / دورق وعقمت بالمؤصدة عند ضغط 15 كغم/سم^2 ودرجة حرارة 121 س لمدة 15 دقيقة مع تكرار العملية بعد 24 ساعة، بعدها لقحت الدوارق بخمسة أقراص قطر 0.5 سم

مجلة كلية التربية الاساسية
كلية التربية الاساسية – الجامعة المستنصرية
P- ISSN: 3007-3650 E- ISSN: 2706-8536
Journal of the College of Basic Education Vol.32 (No.139) 2026, pp.141-153

من مزارع الفطر FaP1 *T.harzianum* نامية على الوسط الزرعي Potato Dextrose Agar (PDA).

وبعد نمو نباتات الباميا وبعمر 2-4 أوراق حقيقية اضيف لقاح النيماتود بواقع 500 ± 25 يافعة /جورة عن طريق عمل ثقوب صغيرة تحيط بالنبات واضافة اللقاح من خلالها، واضيفت العوامل الخاصة بالتجربة بعد مرور ثلاث أيام والتي شملت المعاملات التالية وبواقع ثلاث مكررات يشمل كل مكرر ثماني نباتات

1- نبات فقط.
2- نبات + J2 لنيماتود تعقد الجذور *Meloidogyne* spp.
3- نبات + J2 لنيماتود تعقد الجذور *Meloidogyne* spp.+ الفطر FaP1 *T.harzianum* غم /نبات.
4- نبات + J2 لنيماتود تعقد الجذور *Meloidogyne* spp.+ راشح الفطر FaP1 *T.harzianum*
5- نبات + J2 لنيماتود تعقد الجذور *Meloidogyne* spp.+ مبيد Verox

حسب دليل تعقد الجذور بالاعتماد على دليل **Dube and Smart 1987** بعد اجراء تحوير بسيط:

1. 0= لا يوجد عقد على المجموع الجذري المصاب.
2. 1= العقد من 1 – 25% من المجموع الجذري المصاب.
3. 2= العقد من 26 – 50% من المجموع الجذري المصاب.
4. 3= العقد من 51 – 75% من المجموع الجذري المصاب.
5. 4= العقد من 76 – 100% من المجموع الجذري المصاب.

وحسبت شدة الإصابة بالاعتماد على معادلة Mackinney 1923:

$$\text{النسبة المئوية لشدة الإصابة} = \frac{\text{عدد النباتات في الدرجة 0}\times 0 + \ldots + \text{عدد النباتات في الدرجة 5.}\times 5}{\text{مجموع النباتات الكلي} \times \text{اعلى درجة}} \times 100$$

وحسب عامل التكاثر RI لنيماتود تعقد الجذور حسب **Zhang 1994 Schmitt and Schmitt**

RI=100*pf/Pi

حيث ان:

Pi = الكثافة الابتدائية للقاح (اللقاح المضاف)
Pf = الكثافة النهائية للديدان الثعبانية (يافعات الطور الثاني + البيوض)
RI = دليل التكاثر الديدان الثعبانية

مجلة كلية التربية الاساسية
كلية التربية الاساسية – الجامعة المستنصرية
P- ISSN: 3007-3650 E- ISSN: 2706-8536
Journal of the College of Basic Education Vol.32 (No.139) 2026, pp.141-153

النتائج:

تأثير عزلات الفطر *T. harzianum* على فقس بيض نيماتودا تعقد الجذور:

أظهرت النتائج لاختبار تأثير ثلاث عزلات من *T. harzianum* التأثير المتفاوت على عملية الفقس لبيوض نيماتود تعقد الجذور وكما موضح في الجدول (1). كانت العزلة (FaP1) اعلى نسبة تأثير على عملية الفقس بعد مرو (1، 2، 3) يوم اذ بلغت اعداد البيوض التي ظهرت فيها اعراض الموت (40.33، 56.33، 71) بيضة بعد مرور (1، 2، 3) يوم و بلغت اعداد البيوض التي حدث لها موت في المعاملة بالعزلتين *T. harzianum* (Y o P 1 و DuP 1) (18.33، 27.66، 32.33) و (14.66، 24.33، 37.00) بعد مرور (1، 2، 3) يوم على الترتيب، بينما بلغت اعداد البيوض التي حدث لها موت في معاملة المقارنة (ماء فقط) (8.33،11،15.33) بيضة بعد مرور (1، 2، 3) يوم على الترتيب اما في معاملات الأوساط الغذائية PDB فكانت اعداد البيوض التي حدث لها موت (12،17،22.66) بيضة بعد مرور (1، 2، 3) يوم.

ان النتائج المستوحاة من جدول (1) تبين ان الاحياء المجهرية لها المقدرة على التأثير المباشر على عملية فقس بيوض نيماتود تعقد الجذور *Meloidogyne* spp. لما ما تمتلكه من اليات في التأثير على بيوض النيماتود، تختلف هذه الاليات باختلاف نوع الاحياء المجهرية وتعد عملية تحلل الانزيمي (Enzymatic Lysis) احدى اهم الاليات للتأثير المباشر اذ يعد الكايتين أحد اهم مكونات القشرة وتمتلك العديد من الاحياء المجهرية المقدرة على افراز انزيم الكيتينيز الذي يقوم بتحليل الكايتين وهذا او عن طريق افراز انزيم البروتيز التي تعمل على تدمير وتحطيم المواد والمكونات البروتينية المتواجدة في قشرة البيض مما يؤثر على فقس البيض **(Settu واخرون2024)**

جدول (1) تأثير عزلات الفطر *T.harzianum* على فقس البيوض لنيماتود تعقد الجذور *Meloidogyne* spp. مختبريا

المعاملة	الموت في البيوض		
	اليوم الأول	اليوم الثاني	اليوم الثالث
***T.harzianum* YoP1**	**18.33**	**27.66**	**32.33**
***T.harzianum* FaP1**	**40.33**	**56.33**	**71.00**
***T.harzianum* DuP1**	**14.66**	**24.33**	**37.00**
الوسط الغذائي PDB	**12.00**	**17.00**	**22.66**
المقارنة (ماء فقط)	**8.33**	**11.00**	**15.33**
LSD	**2.738**	**2.933**	**3.901**

اختبار تأثير العزلات الفطر *T. harzianum* على حيوية اليافعات:

أظهرت النتائج لاختبار تأثير ثلاث عزلات *T. harzianum* المقدرة التضادية للتأثير المتفاوت على حيوية اليافعات لنيماتود تعقد الجذور وكما موضح في الجدول (2). كانت العزلة (FaP1) اعلى نسبة تأثير على حيوية اليافعات بعد مرو (1، 2، 3) يوم اذ بلغت اعداد النيماتود التي تظهر مستقيمة وغير متحركة اوما يطلق عليها Immobile في معاملة العزلة FaP1(48.33، 69.33، 126.33) يافعة بعد مرور (1، 2، 3) وبلغت اعداد اليافعات التي حدث لها موت في

مجلة كلية التربية الاساسية
كلية التربية الاساسية – الجامعة المستنصرية
P- ISSN: 3007-3650 E- ISSN: 2706-8536
Journal of the College of Basic Education Vol.32 (No.139) 2026, pp.141-153

المعاملة بالعزلتين *T. harzianum* (YoP 1 و DuP 1) (35.66، 55.66، 85.66) و (36.66، 46.66، 102.66) بعد مرور (1، 2، 3) يوم على الترتيب.
بينما بلغت اعداد اليافعات الميتة في معاملة المقارنة (ماء فقط) (17.33، 29.33، 53.33) يافعة بعد مرور (1، 2، 3) يوم على الترتيب اما في معاملة الوسط الغذائي PDB فكانت اعداد اليافعات الميتة (19.33، 31، 68.33) بعد مرور (1، 2، 3) يوم على الترتيب.

المعاملة	اعداد اليافعات الميتة (غير متحركة Immobile)		
	اليوم الأول	اليوم الثاني	اليوم الثالث
T.harzianum YoP1	35.66	55.66	85.66
T.harzianum FaP1	48.33	69.33	126.33
T.harzianum DuP1	36.66	46.66	102.66
الوسط الغذائي PDB	19.33	31.00	68.33
المقارنة (ماء فقط)	17.33	29.33	53.33
LSD	3.873	6.967	13.310

تأثير راشح الفطر *T.harzianum* FaP1 على فقس البيض

أظهرت النتائج لاختبار كفاءة راشح الفطر *T.harzianum* FaP1 المقدرة في احداث قتل لبيض نيماتود تعقد الجذور وكلما زاد تركيز الراشح زاد اعدا البيوض التي تظهر عليها اعراض موت، واظهرت جميع المعاملات فروق معنوية مع معاملة المقارنة (ماء فقط). بلغت اعلى قيمة للبيوض التي تظهر عليها اعراض الموت في معاملة راشح الفطر *T.harzianum* FaP1 بتركيز 30% والتي كانت (42.66، 56.33، 68.33) بعد مرور (1، 2، 3) يوم من المعاملة على الترتيب، بينما بلغت اعداد البيوض التي حدث لها موت في معاملة المقارنة (ماء فقط) (10.33، 13.66، 17.33) بعد مرور (1، 2، 3) يوم من المعاملة وعلى الترتيب وكما موضح في جدول (3). ان النتائج التي اظهرها جدول (3) تبين ان رواشح الفطر FaP1 *T.harzianum* تمتلك مقدرة للحد من عملية فقس البيوض لنيماتود تعقد الجذور لما ما تمتلكه من خصائص مختلفة تؤثر تأثيرا مباشر على البيوض لنيماتود تعقد الجذور سواء على اليافعات داخل البيضة او على غلاف البيضة، وجد ان راشح الفطر *T. harzianum* يحتوي على انزيم بروتياز شبيه بالتربسين Trypsin-like protease (PRA1) والذي يعمل على تحليل

مجلة كلية التربية الاساسية
كلية التربية الاساسية – الجامعة المستنصرية
P- ISSN: 3007-3650 E- ISSN: 2706-8536
Journal of the College of Basic Education Vol.32 (No.139) 2026, pp.141-153

البروتينات السطحية المكونة لقشرة البيضة مما يؤدي الى اضعاف غلاف البيضة والتأثير على الانزيمات الضرورية للتطور وفقس البيض **(Suarezواخرون 2004)** .

ووجد ان راشح الفطر *T. harzianum* يحتوي على مركبات ذات طبيعة سامة وتؤثر مباشرة على نيماتود تعقد الجذور وفقس البيض ومنها سيسكويتربينات Sesquiterpenes وبوليكيتيدات Polyketides والتي تتداخل مع عمليات الايض الخلوي للجنين مما يؤدي الى توقف عمليات النمو والتطور في داخل البيض **Moo-Koh (واخرون2022)** . انتاج الفطر *T. harzianum* ل Pentyl-α-pyrone-6 التي لها المقدرة على التداخل مع نفاذية وسلامة قشرة البيض مما يؤدي الى إعاقة نمو وتطور الجنين **(Lopesواخرون2024)** .

جدول (3) تأثير راشح الفطر *T.harzianum* FaP1 **على فقس البيض لنيماتود تعقد الجذور** ***M. javanica*** **مختبريا**

المعاملة	التركيز %	اعداد البيض الميت		
		اليوم الأول	اليوم الثاني	اليوم الثالث
راشح الفطر *T.harzianum* FaP1	10	28.33	37.33	42.00
	20	32.00	45.00	50.66
	30.00	42.66	56.33	68.33
المقارنة (ماء فقط)		10.33	13.66	17.33
LSD		3.522	4.981	5.069

تأثير راشح الفطر *T.harzianum* FaP1 **على حيوية اليافعات:**

أظهرت النتائج لاختبار كفاءة راشح الفطر *T.harzianum* FaP1 المقدرة التضادية في حيوية يافعات الطور الثاني لنيماتود تعقد الجذور والتي زادت من اعداد اليافعات التي حدث لها الموت كلما زاد تركيز الراشح واظهرت جميع المعاملات فرق مع معاملة المقارنة (ماء فقط). اذ بلغت اعلى قيمة لموت اليافعات في معاملة راشح الفطر *T.harzianum* FaP1 بتركيز 30% والتي بلغت (48.33، 74.33، 118.33) بعد مرور (1، 2، 3) يوم من المعاملة على الترتيب، بينما بلغت اعداد اليافعات التي حدث لها موت في معاملة المقارنة (ماء فقط) (18.33، 28.33، 56) بعد مرور (1، 2، 3) على الترتيب وكما موضح في جدول (4).

ان النتائج التي اظهرها الجدول (4) تبين احتواء راشح عزلة الفطر *T.harzianum* FaP1 على مواد ذات تأثير مباشر على حيوية اليافعات، وجد ان الفطر *T. harzianum* له القدرة على افراز مواد عطرية لها المقدرة على احداث اضطرابات في الاغشية الخلوية من خلال تحفيز الاجهاد التأكسدي ومن بين هذه المواد هي Furancarboxaldehyde-2، hydroxymethyl-5 المعروفة باسم hydroxymethylfurfural **(Sergany 2024)**. وجد Pradana **واخرون 2025** في راشح سلالات للفطر *T. harzianum* TGL و *T.harzianum* AJG استرات الاحماض الدهنية وخاصة ميثيل بالميتات Methyl palmitate ومثيل أوليات Methyl oleate التي تتفاعل مباشرة مع الاغشية الدهنية مما يؤدي الى زيادة نفاذية وتدمير الاغشية الخلوي وبالتالي موت اليافعات. فضلا عن انتاج سلالتي الفطر *T. harzianum* الجليوتوكسين Gliotoxin بتراكيز عالية والذي له المقدرة على التداخل بشكل كبير في عملية التمثيل الغذائي

مجلة كلية التربية الاساسية
كلية التربية الاساسية – الجامعة المستنصرية
P- ISSN: 3007-3650 E- ISSN: 2706-8536
Journal of the College of Basic Education Vol.32 (No.139) 2026, pp.141-153

الخلوي للنيماتود ويعطل العديد من العمليات الفسلجية مثل تنظيم الانزيمات ووظائف الميتوكوندريا مما يؤدي الى موت اليافعات **(Hamrouniواخرون2025).**

جدول (4) تأثير راشح الفطر *T.harzianum* FaP1 **على حيوية اليافعات لنيماتود تعقد الجذور *M. javanica* مختبريا**

المعاملة	التركيز %	اعداد اليافعات الميتة		
		اليوم الأول	اليوم الثاني	اليوم الثالث
راشح الفطر *T.harzianum* FaP1	10	29.00	38.66	83.00
	20	38.00	64.33	108.00
	30	48.33	74.33	118.33
المقارنة (ماء فقط)		18.33	28.33	56
LSD		3.821	5.795	29.660

تأثير الفطر*T.harzianum* FaP1 **على نيماتود تعقد الجذور في نباتات الباميا**

أظهرت نتائج جدول (5) الى مقدرة الفطر *T.harzianum* FaP1 والراشح على خفض دليل التعقد وشدة الإصابة وكذلك خفض معامل التكاثر RF قياسا مع معاملة المقارنة بإضافة لقاح النيماتود . بلغ دليل تعقد الجذور اعلى قيمة 3.33 في معاملة المقارنة بينما بلغت قيمة دليل التعقد في معاملة الفطر *T.harzianum* FaP1 1.70 و في معاملة راشح الفطر *T.harzianum* FaP1 1.79. وبلغت شدة الإصابة في معاملة المقارنة 83.33 بينما بلغت في المعاملة بالفطر *T.harzianum* FaP1 42.70 وفي معاملة الراشح 44.78. وبلغت قيمة RF في معاملة المقارنة 4.70 بينما بلغت في المعاملة بالفطر *T.harzianum* FaP1 3.56 وفي معاملة الراشح 3.76. ان النتائج التي اظهرها جدول (5) تبين مقدرة الفطر*T.harzianum* في مكافحة نيماتود تعقد الجذور لما ما اظهره من خفض في دليل التعقد، شدة الاصابة ومعامل التكاثر والتي تنعكس إيجابا على صحة النبات والتقليل من استعمال مبيدات النيماتود وضررها على صحة الانسان والبيئة. يمكن للفطر Trichoderma ان يفرز مركبات كيميائية تعمل كسموم مباشرة للنيماتود مثل حامض الخليك Acetic acid ومركب التريكوديرمين Trichodermin التي لها فعالية عالية في قتل يافعات الطور الثاني ومنع عملية فقس البيض **(Yangواخرون2010)** . ان اليات تأثير الفطر *T.harzianum* على نيماتود تعقد الجذور مختلفة ويكون تأثيرها اما بصورة منفردة او بصورة متداخلة مع بعضها البعض ومن بين اهم هذه الاليات مقدرة الفطر على افراز الانزيمات المحللة وإنتاج مركبات ذات طبيعة سامة للنيماتود فضلا عن تحفيز المقاومة الجهازية في النباتات وزيادة نشاط انزيمات مثل POD، CAT، SOD، APX **(Nishat واخرون2022).**

مجلة كلية التربية الاساسية
كلية التربية الاساسية – الجامعة المستنصرية
P- ISSN: 3007-3650 E- ISSN: 2706-8536
Journal of the College of Basic Education Vol.32 (No.139) 2026, pp.141-153

جدول (5) اختبار كفاءة تأثير الفطر والراشح في نيماتودا تعقد الجذور على نبات الباميا مقارنة مع المبيد Verox

المعاملة	دليل التعقد	شدة الاصابة	RF
الفطر *T.harzianum* FaP1	1.70	42.70	3.56
راشح الفطر FaP1 *T.harzianum*	1.79	44.78	3.76
المبيدVerox	1.04	26.04	1.36
النيماتود	3.33	83.33	4.70
المقارنة (ماء فقط)	0	0	0
LSD	0.467	11.673	0.341

المصادر:

1. **Ali, Israa Mahmood. (2023).** The Harmful Effects of Pesticides on the Environment and Human Health: A Review. Diyala Agricultural Sciences Journal, Vol. (15) No. 1: 114-126.
2. **Contreras-Soto, María Belia, Juan Manuel Tovar-Pedraza, Alma Rosa Solano-Báez, Heriberto Bayardo-Rosales, and Guillermo Márquez-Licona. (2025).** Biocontrol Strategies Against Plant-Parasitic Nematodes Using Trichoderma spp.: Mechanisms, Applications, and Management Perspectives. Journal of Fungi 11, no. 7: 517.
3. **Ebone, L.A.; Kovaleski, M. and Deuner, C.C. (2019).** Review Article Nematicides: History, mode, and mechanism action. Plant Sci. Today. 6, 91–97.
4. **Elkhalifa AEO, Alshammari E, Adnan M, Alcantara JC, Awadelkareem AM, Eltoum NE, Mehmood K, Panda BP and Ashraf SA. (2021).** Okra (Abelmoschus Esculentus) as a Potential Dietary Medicine with Nutraceutical Importance for Sustainable Health Applications. Molecules. 28;26(3):696.
5. **Elkhalifa, A. E. O.; Alshammari, E.; Adnan, M.; Alcantara, J. C.; Awadelkareem, A. M.; Eltoum, N. E.; Mehmood, K.; Panda, B. P. and Ashraf, S. A. (2021).** Okra (Abelmoschus Esculentus) as a Potential Dietary Medicine with Nutraceutical Importance for Sustainable Health Applications. Molecules (Basel, Switzerland), 26(3), 696: 1-21 https://doi.org/10.3390/molecules26030696.
6. **Feyisa, B.(2021).** Review on Root Knot Nematodes (Rkns): Impact and Methods For Control. J Plant Pathol Microbiol, 12(4): 547.

مجلة كلية التربية الاساسية
كلية التربية الاساسية – الجامعة المستنصرية
P- ISSN: 3007-3650 E- ISSN: 2706-8536
Journal of the College of Basic Education Vol.32 (No.139) 2026, pp.141-153

7. **Habtamu, F.G.; Negussie, R.; Gulelat, D.H.; Woldegiorgis, A.Z. and Fekadu, B. (2015).** Nutritional quality and health benefits of okra (Abelmoschus esculentus): a review. Pakistan Journal of Food Sciences, 25(1):16-25.

8. **Hallmann, J., and Meressa, B. H. (2018).** 10 Nematode Parasites of Vegetables. Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture, 346.

9. **Hamrouni R, Regus F, Farnet Da Silva A-M, Orsiere T, Boudenne J-L, Laffont-Schwob I, Christen P and Dupuy N. (2025).** Current status and future trends of microbial and nematode-based biopesticides for biocontrol of crop pathogens. Crit Rev Biotechnol 45 (2): 333-352.

10. **Huang, C. N., Lin, C. L., Li, H. H., Tsou, S. H., and Peng, C. H. (2023).** Abelmoschus esculentus (Okra) Prevents Insulin Resistance and Restores Neuron Autophagy by Regulating Dipeptidyl Peptidase-4 and Thus Improving Hippocampal Function. Journal of medicinal food, 26(7), 462–469.

11. **Hussey, R. S. and Barker K. R**.(1973). A Comparison of Methods of Collecting Inocula of Meloidogyne Species, Including a New Technique. Plant Disease Reporter, Vol. 57, 1973, pp. 1025-1028.

12. **Khan,R.A.A., Najeeb, S., Mao, Z., Ling, J., Yang, Y., Li, Y. and Xie, B.(2020).** Bioactive secondary metabolites from Trichoderma spp. against phytopathogenic bacteria and root-knot nematode. Microorganisms. 8, 401.

13. **Khun-in, A.; Sukhakul, S.; Chamswarng, C.; Tangkijchote, P. and Sasnarukkit, A. (2015).** Culture filtrate of Pleurotus ostreatus isolate Poa3 effect on egg mass hatching and juvenile 2 of Meloidogyne incognita and its potential for biological control. Journal of ISSAAS (International Society for Southeast Asian Agricultural Sciences), 21(1): 46-54.

14. **Lopes A, Rivadavea W and Silva G. (2024).** Trichoderma secondary metabolites for effective plant pathogen control. Nanohybrid Fungicides.239-255. DOI: 10.1016/B978-0-443-23950-2.00008-4.

15. **Martin, F. (1982).** Okra, Potential Multiple-Purpose Crop for the Temperate Zones and Tropics. Economic Botany, 36(3), 340–345.

16. **Moo-Koh, F. A., Cristóbal-Alejo, J., Andrés, M. F., Martín, J., Reyes, F., Tun-Suárez, J. M., and Gamboa-Angulo, M. (2022).** In

Vitro Assessment of Organic and Residual Fractions of Nematicidal Culture Filtrates from Thirteen Tropical Trichoderma Strains and Metabolic Profiles of Most-Active. Journal of fungi (Basel, Switzerland). 8(1), 82.

17. **Nishat, Y., Danidh, M., Mohamed, H.I., Shaikh, H., and Elhakem A. (2022).** Biological Control of Root-Knot Nematode Meloidogyne incognita in Psoralea corylifolia Plant by Enhancing the Biocontrol Efficacy of Trichoderma harzianum Using Press Mud. Phyton-International Journal of Experimental Botany.Vol.91, no.8: 1757-1777.

18. **Pradana AP, Sholehah S, Andriyani DR, Hoesain M, Astuti W, HadianiRU, Masnilah R, Adiwena M and Putri D. (2025).** Nematicidal activity of Trichoderma harzianum-derived secondary metabolites against Meloidogyne incognita and metabolomic profiling of selected potent isolates. Asian J Agric 9 (1): 326-338.

19. **Schleker, A.S.S.; Rist, M., Matera; C., Damijonaitis, A.; Collienne, U.; Matsuoka, K.; Grundler, F.M.(2022).** Mode of action of fluopyram in plant-parasitic nematodes. Sci. Rep. 12(1): 1 – 14.

20. **Settu, V., Annaiyan, S., and Mannu, J. (2024).** Revealing the genetic rsenal of Bacillus firmus TNAU1: unleashing nematicidal and plant growth promotion traits. Physiol. Mol. Plant Pathol. 129:102177.

21. **Southey, J. F. (1986).** Laboratory methods for work with plant and soil nematodes (6th ed.). Her Majesty's Stationery Office, London.

22. **Suarez, B., Rey, M., Castillo, P., Monte, E. and Liobell, A. (2004).** Isolation and characterization of PRA1, a trypsin-like protease from the biocontrol agent Trichoderma harzianum CECT 2413 displaying nematicidal activity Appl Microbiol Biotechnol 65, 46–55.

مجلة كلية التربية الاساسية
كلية التربية الاساسية – الجامعة المستنصرية
P- ISSN: 3007-3650 E- ISSN: 2706-8536
Journal of the College of Basic Education Vol.32 (No.139) 2026, pp.141-153

Evaluation the Efficiency of *Trichoderma harzianum* in Reducing the Development of Root-Knot Nematodes *Meloidogyne* spp. on Okra

Prof. Dr. Saad Tariq Abdul Malik Yass
University of Baghdad / College of Agricultural Engineering Sciences / Department of Plant Protection
Saad.t@coagri.uobaghdad.edu.iq
07711445480

Lect. Ammar Amgad Aish
University of Baghdad / College of Agricultural Engineering Sciences / Department of Plant Protection
Ammar.amjad@coagri.uobaghdad.edu.iq
07813699874

Abstract:
This study was conducted to evaluate the efficiency of three isolates of *Trichoderma harzianum*. The results showed that the isolates were able to affect egg hatching, with the isolate Fap1 being the most efficient than Y o P 1 and DuP 1. The numbers of eggs showing mortality symptoms reached 40.33, 56.33, and 71.00 after 1, 2, and 3 days of treatment, respectively, compared with 8.33, 11.00, and 15.33 in the control treatment. The numbers of dead second stage juveniles (J2) reached 48.33, 69.33, and 126.33 (J2) after 1, 2, and 3 days of treatment with the same isolate, respectively, compared with 19.33, 31.00, and 68.33 (J2) in the control treatment for the same periods. The results also demonstrated that the efficiency of the secondary metabolite of *T. harzianum* in decrees egg hatching with increasing concentration. The numbers of eggs showing mortality symptoms reached 42.66, 56.33, and 68.33 after 1, 2, and 3 days of treatment with the 30% concentration, respectively, compared with 10.33, 13.66, and 17.33 in control for the same periods. The secondary metabolite also showed high efficiency in reducing the viability of second-stage juveniles(J2). The highest (J2) mortality was recorded at the 30% con., reaching 48.33, 74.33, and 118.33 juveniles after 1, 2, and 3 days of treatment, respectively, compared with 18.33, 28.33, and 56.00 (J2) in the control for the same periods. Furthermore, the fungal isolate and its filtrates showed high efficiency in reducing the root galling index, disease severity, and reproduction factor (RF). The root galling index was 3.33 in the control compared with 1.70 in fungal isolate FaP 1 and 1.79 in filtrate. Disease severity reached 42.70 in the *T. harzianum* and 44.78 in the secondary metabolite compared with 83.33 in the control. The reproduction factor (RF) values were 3.56 in *T. harzianum* and 3.76 in the secondary metabolite compared with 4.70 in the control.

Keywords: *Trichoderma harzianum*, *Meloidogyne* spp., secondary metabolite, okra, reproduction factor, Biological Control.