

## إصابة وتطور بيض نيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne javanica* المتطفلة على نبات الدفلة *Nerium oleander*

رحمة مخلص و فراس كاظم الجبوري\*

قسم وقاية النبات، كلية الزراعة والغابات، جامعة الموصل، العراق.

\*البريد الإلكتروني للباحث المراسل: firasaljuboori@uomosul.edu.iq

### الملخص

عادل، رحمة مخلص و فراس كاظم الجبوري. 2022. إصابة وتطور بيض نيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne javanica* المتطفلة على نبات الدفلة *Nerium oleander*. مجلة وقاية النبات العربية، 40(4): 293-298. <https://doi.org/10.22268/AJPP-40.4.293298>

أكدت نتائج اختبار تفاعل البوليمريز المتسلسل PCR باستعمال زوج البادئات المتخصصة Rjav و Fjav تسجيل إصابة نبات الدفلة (*Nerium oleander*) بنيماتودا تعقد الجذور (*Meloidogyne javanica*). ولم تختلف طبيعة الأعراض المرضية على المجموعتين الخضري والجذري عما يسببه هذا النوع من النيماتودا على عوائله من النباتات الزهرية المختلفة. ودلت نتائج دراسة أشكال ومراحل تطوّر الأجنة داخل البيض تحت ظروف المختبر على وجود تباين في مؤشر شكل البيض الذي تضعه الإناث المتطفلة على نبات الدفلة إذ تراوح ما بين 35.8 و 87.9، في حين تراوح مؤشر شكل البيض السائد ما بين 44.5 و 48.8. كما بيّنت النتائج المراحل المختلفة التي تمرّ بها الأجنة داخل البيض حتى وصولها إلى مرحلة الفقس النهائية.

**كلمات مفتاحية:** الدفلة، *Nerium oleander*، بيض، تطوّر الجنين، نيماتودا تعقد الجذور، *Meloidogyne javanica*.

### المقدمة

إلى إعاقة امتصاص الماء أو قد تتسبب أحياناً بانسداد الأوعية الناقلة (Kihika et al., 2020). وتعود قدرة هذه الكائنات على غزو واستيطان الحقول الزراعية إلى خصوبة إناثها العالية، إذ يمكن لأنثى واحدة تحت ظروف مواتية إنتاج ما بين 500 إلى 2000 بيضة، تقف عن يافعات الطور الثاني ذات القدرة العالية على غزو الجذور، فضلاً عن إمكانية إنتاجها عدة أجيال خلال موسم واحد.

تعدّ نيماتودا تعقد الجذور من الكائنات عديدة الخلايا، والتي تتكاثر لا جنسياً بشكل بكري، والذي يعدّه بعض الباحثين من طرائق التوالد قليلة الانتشار، والتي غالباً ما تتوزع أفرادها في بيئات هامشية مضطربة فقيرة الموارد، لذلك اعتُبر النكاث البكري طريفاً تطورياً مسدوداً، في حين اعتُبر النكاث الجنسي على أنه المستوى الأعلى للنكاث وللتنوع الجيني (Kondrashov، Kearney، 2003؛ Castagnone-Sereno، 2006). إلا أن هناك ثمة جدلٌ مستمر حول اعتبار النكاث البكري في نيماتودا تعقد الجذور استثناءً من ذلك، فهي واسعة الانتشار في المناطق الحارة والاستوائية وشبه الاستوائية، كما أنها ذات مدى عوائل واسع، يشمل العديد من النباتات الاقتصادية ونباتات الزينة الزهرية، فضلاً عن قدرتها العالية على الاستجابة للانتقاء البيئي والتغلب على مورثات المقاومة في النبات؛ وبالتالي، فإنّ مجمل ذلك يمكن أن يُدرجها بين أكثر

تعرض نباتات الزينة لكثير من الممرضات كالبكتريا والفطريات والفيروسات وغيرها. وتعدّ نيماتودا النبات جزءاً من هذه الممرضات، ولها دورٌ مهمٌ في حياة هذه النباتات والذي يتسم بالتعقيد أحياناً، إلا أنها لم تلقَ اهتماماً في كثير من دول العالم، ولم تتم دراسة تطفلها على نباتات الزينة بشكل مفصل (Sigariova & Karplyk، 2005). وتعدّ شجيرة الدفلة (*Nerium oleander*) من العائلة الدفلية Apocynaceae من نباتات الزينة واسعة الانتشار في المناطق المعتدلة وشبه الاستوائية، وتحتوي على العديد من المركبات السامة مثل: plumericin، alpha-glycosides، beta-sitosterol، amyirin، kaempferol، glycosides في جذورها، في حين تحتوي الأوراق على جلايكوسيدات، kaneroside، digitoxigenin، neriumoside و alpha L-olendroside-5α وغيرها (Kiran & Prasad، 2014). وتعدّ نيماتودا تعقد الجذور (*Meloidogyne javanica*) من طفيليات النبات المهمة اقتصادياً، فهي ذات مدى عوائل واسع، ويمكنها استيطان الجذور والتطور فيها بسرعة كبيرة عند توفر العائل والظروف المناسبة، محدثة تغيرات شكلية/مورفولوجية وتشوهاً في تلك الجذور، وتؤدي في النهاية

## مواد البحث وطرائقه

### التشخيص الجزيئي

استخلص الحمض النووي (DNA) من الإناث البالغة المستخلصة من الجذور المصابة، باستخدام محلول الاستخلاص Addprep Genomic DNA Extraction Kit المنتج من قبل الشركة الكورية ADD Bio Inc وفق طريقة الاستخلاص المرفقة مع المُنتَج. أُجري التشخيص الجزيئي لدينا المستخلص بتقانة تفاعل البوليميريز المتسلسل PCR باستعمال 25 ميكروليتر من محلول التفاعل المؤلف من:  $MgCl_2$ , dNTPs، أنزيم البلمرة Taq polymerase، 2 ميكروليتر من DNA المستخلص، وزوج البادئات المتخصصة Specific sequence characterized amplified-region البادئ الأمامي Fjav "GGTGCATTGAACTGAGC" والبادئ الخلفي Rjav "CAGGCCCTTGTGTGGAAGTATAC"، تحت ظروف تفاعل: 94°س لمدة دقيقتين، ثم 35 دورة (94°س لمدة 30 ثانية يليها 64°س لمدة 30 ثانية و72°س لمدة 60 ثانية) وفق ما نُشر سابقاً (Zijlstra et al., 2000). تمّ الترحيل الكهربائي لنتائج التفاعل في هلام الأجاروز 1%، وتم أخذ صورة لهلام الأجاروز وتسجيل النتائج باستعمال جهاز Bio-Rad Gel Documentation Systems.

### إعداد المزرعة النقية وجمع البيض

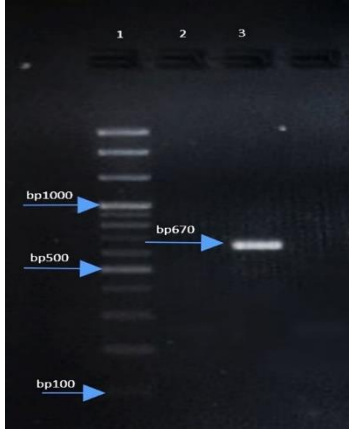
استعملت شتلات الدفلة بعمر سنة، لإنشاء مزرعة نقية للنيماوتودا المدروسة، حيث نُقلت الشتلات الى أصص معقمة حاوية على 5 ليتر من تربة معقمة، وتُركت لمدة أسبوع لتتو مع مراعاة سقايتها عند الحاجة. نُفّحت شتلات الدفلة باستعمال 3 مل من معلق يافعات الطور الثاني الحاوي على  $15 \pm 3000$  يافعة؛ وتُركت لتنمو تحت ظروف البيت البلاستيكي لحين حدوث الإصابة. قُلت الشتلات بعناية وغسلت الجذور بتيار خفيف من ماء جارٍ للتخلص من التربة العالقة بها. أُختيرت الجذور شديدة الإصابة والحاوية على العقد الجذرية، ثم قُطعت إلى قطع صغيرة (5 سم) برفق ووضعت في محلول هيبوكلوريت الصوديوم تركيز 10% مع الرجّ بقوة لمدة 5 دقائق. سُكب المعلق بعد ذلك في منخل ذي حجم فتحات 250 ميكرومتر، لإزالة قطع الجذور، ثم جُمع البيض بتمرير المعلق بعد ذلك خلال منخل ذي حجم فتحات 25 ميكرومتر. تمّ شطف البيض في المنخل عدّة مرات باستعمال الماء المقطر بغرض التخلص من آثار هيبوكلوريت الصوديوم (Calderón-Urrea et al., 2016). تمّ فحص البيض باستعمال المجهر الضوئي المركّب نوع Optika بهدف اختيار البيض في مراحل تطوره الأولى قُدّر المستطاع ثم نقل ما تمّ

مسببات الأمراض النباتية ضرراً في العالم (Aljuboori & Al-Castagnone-Hakeem, 2020؛ Alheyalee & Aljuboori, 2020؛ Muhae-ud-Din et al., 2001؛ Sereno, 2002؛ Yigezu Wendimu, 2021). تفرز الإناث البالغة كميات كبيرة من المادة الجيلاتينية قبل وأثناء وضعها للبيض، من خلال الغدد الشرجية السّت، والتي يتمّ دفعها خلال قناة في المستقيم عبر فتحة الشرج خارج الجسم، وقد يفوق حجم هذه الكتلة جسم الأنثى بأكمله (Moens et al., 2009). ويعدّ إفراز الجيلاتين إحدى المظاهر المتخصصة للجنس *Meloidogyne*، حيث تتألف الكتلة الجيلاتينية بشكل أساسي من البروتينات والسكريات المتعددة المخاطية وبعض الأنزيمات، وتعمل على حماية البيض من المفترسات والمتطفلات، فضلاً عن إكسابه المقاومة لجفاف في التربة، إذ يعمل الهيكل الشبكي المكوّن للمادة الجيلاتينية على الاحتفاظ بالماء، ويؤمّن نموّ البيض في بيئة رطبة ثابتة، في حين يعمل الجفاف على انكماش وتصلب الكتلة ممّا يُؤدّ ضغطاً ميكانيكياً على البيض فيمنع فقسه (Sharon & Spiegel, 1993). وتضع الأنثى البالغة ما بين 30-40 بيضة في اليوم، وعند توفر العائل المناسب يتم إنتاج ما يزيد عن 100 بيضة يومياً (Mahmud & Wesemael, 2014). ووجد Calderón-Urrea et al. (2016) تبايناً في شكل بيض نيماوتودا تعقد الجذور *M. incognita*، فعلى الرغم من أن غالبية البيوض كانت بيضاوية الشكل، إلا أن بعضها كان قصيراً بشكل ملحوظ، بينما كان بعضها الآخر متطاولاً. وقد يعطي شكل البيض مؤشراً لحيويته، فقد أشار Bird & Bird (2012) إلى أن متوسط حجم البيضة القابلة للحياة يتراوح ما بين  $5.71 \pm 94.37$  ميكرومتر طولاً و  $2.83 \pm 41.24$  ميكرومتر عرضاً. وتبدو مراحل تطور الجنين داخل قشرة البيضة واضحة خلال مراحلها الأولى، ففي بداية الأمر تمتلئ الكتلة الخلوية للبيضة بشكل كامل، ليتكثّف بعدها السيتوبلازم وينسحب الغشاء الدهني تاركاً مساحةً محيطية، يحدث بعدها الانقسام الخلوي الأول، يليه الانقسام الخلوي الثاني، الذي تتجه فيه الخليتان إلى الأمام ويصبح التناظر الثنائي غير واضح، بعدها تتكون خليتان إضافيتان ثم تنقسم لتكوّن خليتين إضافيتين، ليصبح عددها ست خلايا بعد ثلاثة أيام من الانقسام الأول. وتستمر الانقسامات بمرور الوقت، ويبدأ الجنين الكروي بالاستطالة ويُجبر على الانحناء ليبدأ تكوّن الطور الودودي. وتستغرق عملية الفقس حوالي 21 يوماً عند درجة حرارة 20°س (Karssen et al., 2013).

هدفت هذه الدراسة لتشخيص نيماوتودا تعقد الجذور المتطفلة على نبات الدفلة، والتعرّف على الأعراض التي تسببها على هذا النبات المعروف بمحتواه العالي من المركبات السامة ذات التأثير السلبي في نشاط الأحياء الدقيقة، فضلاً عن دراسة شكل البيض والملاح العام لتطور الجنين.

## وضع البيض

أشارت نتائج تشريح الجذور إلى تموضع الإناث في منطقة القشرة مكونةً مناطق تغذيتها التي تتطور مسببةً تكوين العقد الجذرية. ازداد حجم الإناث تدريجياً لحين اكتمال نموها فتصل إلى سطح الجذور ممزقة خلاياه السطحية (شكل 3-B). وضعت الإناث البيض في كتل جيلاتينية ظهرت خارج أنسجة الجذر (شكل 3-A).



**شكل 1.** الترحيل الكهربائي لنتائج تفاعل البوليميرز المتسلسل في هلام الأجاروز: (1) سلم الدنا الدليل، (2) العينة السالبة، (3) الـ *Nematoda* *M. javanica*.

**Figure 1.** Agarose gel electrophoresis of PCR products: (1) DNA marker, (2) Negative sample, (3) *M. javanica*.



**شكل 2.** أعراض إصابة نبات الدفلة *Nerium oleander* بنيماتودا تعقد الجذور *M. javanica*. (A و B) عقد الـ *Nematoda* على الجذور، (C) ضرر العقد على الجذور، (D) شكل العقد في وسط الجذور، (E) شكل العقد الكبيرة.

**Figure 2.** Symptoms of the root-knot nematode *M. javanica* infection on roots of *Nerium oleander*. (A and B) knots of the nematode on the root, (C) the knot damage on the root, (D) knot shape in the middle of the root, (E) the shape of large knots.

اختياره إلى أطباق بتري ذات قطر 60 مم وتحتوي على 5 مل من الماء المعقم، ووضعت في الحاضنة عند 20°س بغرض إبطاء تطوّر البيض ولمدة 21 يوماً بهدف دراسة تطوره مع مراعاة تعويض فقد الماء (Bird, 1972).

## حساب مؤشر شكل البيض (ESI) Egg shape index

تم فحص البيض داخل الأطباق باستعمال المجهر. ثم نُقل البيض باستعمال ماصة ماصة معقمة إلى شريحة زجاجية معقمة، وأخذت النتائج باستعمال المجهر الضوئي المركب نوع Optika microscope المزود بكاميرا تصوير نوع Optika B5 Digital Camera وبرنامج التشغيل OptikalSview version 3.9.0.605. اختيرت 40 بيضة بشكل عشوائي لدراسة مؤشر شكل البيض، حيث تم تحديد شكل البيض عن طريق (طول أقصر محور/أطول محور)  $\times 100$  وفق طريقة Calderón-Urrea *et al.* (2016).

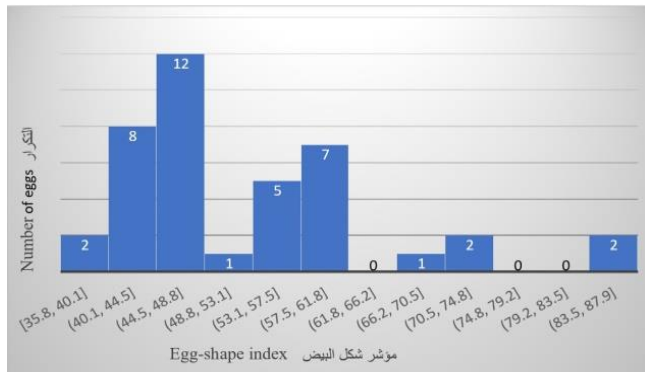
## النتائج والمناقشة

### تشخيص نيماتودا تعقد الجذور

دلّت نتائج التشخيص باستعمال اختبار تفاعل البوليميرز المتسلسل PCR والترحيل الكهربائي في هلام الأجاروز (شكل 1) على إصابة نبات الدفلة بنيماتودا تعقد الجذور من خلال ظهور حزمة الدنا بحجم 670 زوج نيكلوتيدي، وهي الحزمة المتوقعة تكوينها عند تضخيم المنطقة SCAR للنوع *M. javanica* باستعمال زوج البادئات R-Jav و F-Jav المتخصص بنوع نيماتودا تعقد الجذور (Zijlstra *et al.*, 2000). وقد سُجّل مرض تعقد جذور الدفلة سابقاً (الحيالي، 2021)، إلا أن هذا التسجيل يُعدّ الأول للنوع *M. javanica* على الدفلة، إذ لم تُشر المصادر المتوفرة لأيّ تسجيل لهذا النوع على الدفلة سابقاً.

### إصابة الجذور وتكوين العقد

يُبيّن (شكل 2) مظهر إصابة جذور نبات الدفلة بنيماتودا تعقد الجذور حيث تتوزع العقد الجذرية بوضوح على جذور النبات الرئيسة والفرعية. وتختلف العقد من حيث الحجم والشكل وفقاً لعمر الجذر ومرحلة الإصابة (شكل 2-A)، فغالباً ما لوحظت العقد الكبيرة على الجذور الأكبر سناً (شكل 2-E). شكّلت بعض العقد انتفاخات في القمم النامية للجذور والتي أدت إلى توقّف نموّ الجذر بشكل نهائي (شكل 2-C)، في حين استمر نموّ جذورٍ أخرى وكانت العقد في وسطها (شكل 2-D)، وازدادت في الحجم مع استمرار نموّ الجذور وتسببت أحياناً بتشقّق هذه الجذور نتيجة زيادة حجمها (شكل 2-C).

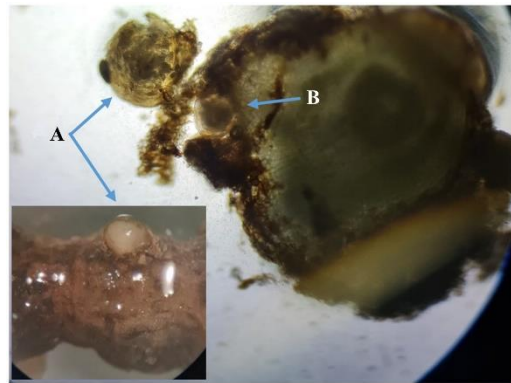


**شكل 4.** تكرار تنوع شكل البيض الذي تضعه الانثى البالغة لنيماتودا تعقد الجذور *M. javanica* داخل الكتلة الجيلاتينية باستعمال مؤشر شكل البيض مؤشر شكل البيض=(طول اقصر محور للبيضة/أطول محور للبيضة)×100.

**Figure 4.** Variation of the *M. javanica* eggs shape within the gelatinous mass using the egg-shape index (egg shape index=length of shortest egg axis/longest egg axis) X 100.

وتعدّ هذه المرحلة الأكثر مشاهدةً في كتل البيض الموضوعه

حديثاً، ويتفق هذا مع ما ذكره Calderón-Urrea *et al.* (2016) حول أنّ هاتين المرحلتين تشكلان الطور الممثل للبيض الموضوع من قبل الأنثى النشطة، وأنه يمكن فقط اكتشاف مراحل نمو أكثر تطوراً في الجهاز التناسلي للإناث الأكبر سناً أو الإناث المنهكة، التي تضع آخر بيضٍ لها. وخلال الانقسام الخلوي الثاني اتجهت الخليتان إلى الأمام، وبسبب هذا التقدم كان التناظر الثنائي غير واضح في التطور الجنيني المبكر، دخل الجنين بعدها في مرحلة 3 ثم 4 خلايا تليها 6 ثم 8 خلايا (شكل C-5 و D-5)، وتغيّر عندها نمط الانقسام من النمط الخطّي الى النمط المعيني. تلى ذلك عدة انقسامات خلوية متعاقبة أصبح الجنين بعدها عبارة عن كتلة عديدة الخلايا أو ما يعرف بطور المعيدة (شكل E-5). وسرعان ما تمايزت خلايا الأديم الباطن الكبيرة، المحاطة بخلايا الأديم الظاهر الأصغر حجماً (شكل F-5). ويبين (شكل G-5) بداية مرحلة استطالة الجنين، يُجبر الجنين بعدها نتيجة الاستطالة للانحناء داخل قشرة البيضة، ويبدأ تكوّن الطور الدودي. ويبين (شكل H-5 و I-5) زيادة طول الجنين والثقافه، مكوناً مرحلة ثنائي الطيّات، ثم تليها مرحلة ثلاثي الطيّات أو ما يُعرف بمرحلة برتزل (Pretzel stage). وعند مرحلة الاستطالة يبدأ الجنين بالحركة بشكل متكرر وبقوة مما يدلّ على بدء عمل عضلات الجسم. وقد أشار Calderón-Urrea *et al.* (2016) إلى مراحل تطور بيض نيماتودا تعقد الجذور حيث استغرقت عملية الفقس حوالي 21 يوماً عند درجة حرارة 20°س؛ في حين أشار Bird (1972) إلى اختلاف سرعة تطور جنين نيماتودا العقد الجذرية باختلاف درجات الحرارة، حيث تتراوح الدرجة المثلى للتطور الجنيني وفي جميع مراحلها



**شكل 3.** قطاع عرضي في جذر نبات الدفلة *Nerium oleander* يبين الكتلة الجيلاتينية تحوي البيض (A)، وموضع الانثى الناضجة *M. javanica* داخل طبقة القشرة في الجذر (B).

**Figure 3.** Cross-section of *Nerium oleander* root shows the gelatinous mass containing eggs (A), and *M. javanica* mature female embedded in the root cortex layer (B).

### شكل البيض

دلّت نتائج مؤشر شكل البيض (ESI) على وجود اختلاف في شكل البيض، فعلى الرغم كون غالبية البيوض بيضاوية الشكل وبلغت أبعادها 79 ميكرومتر في الطول و42 ميكرومتر في العرض (شكل 4) إلا أن بعضها كان يعاني من التقزم بشكل ملحوظ ليظهر بشكل كروي، في حين كان بعضها الآخر متطاولاً أكثر من المعتاد، فتراوح مؤشر شكل البيض ما بين 35.8 و87.9. وأشارت بعض البحوث أيضاً إلى هذا التنوع في حجم البيض التي تضعه إناث الجنس *Meloidogyne* وإلى اختلاف قدرة هذه الأشكال على الحياة تبعاً لتطور أجنحتها، فقد ذكر Bird & Bird (2012) أن حجم البيض الذي لديه القدرة على الحياة كان بطول 94.37 ميكرومتر وبعرض 41.24 ميكرومتر، وأن أبعاد هذا البيض مقارب جداً لأبعاد العديد من بيض أنواع نيماتودا تعقد الجذور. في حين أشار Calderón-Urrea *et al.* (2016) إلى أن تنوع أشكال بيض نيماتودا تعقد الجذور يشابه تنوعه الموجود في عدة أنواع أخرى تابعة للجنس نفسه.

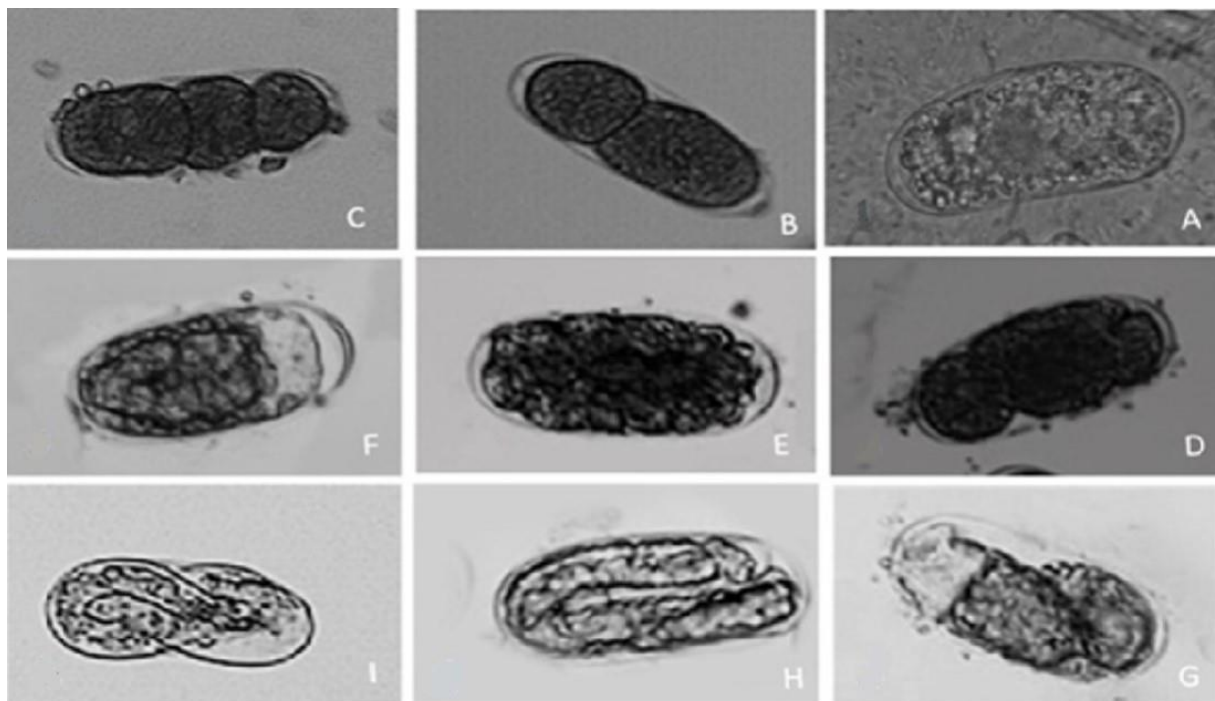
### الملاحظات العامة للتطور الجنيني

بيّنت نتائج دراسة تطور أجنة بيض نيماتودا تعقد جذور الدفلة تحت ظروف المختبر مراحل تطوّر الجنين داخل البيضة (شكل 5). بدأ تطور الجنين داخل الجهاز التناسلي للإناث بإمتلاء الكتلة السيتوبلازمية للبيضة بشكل كامل، لتتكثف بعد ذلك وينسحب الغشاء الدهني تاركاً مساحة محيطية واضحة، تفصل بين غلاف البيضة والسيتوبلازم (شكل A-5)؛ تلى ذلك حدوث الانقسام الخلوي الأول غير المتكافئ الذي يفصل الكتلة السيتوبلازمية إلى خليتين غير متساويتين في الحجم (شكل B-5).

## شكر وتقدير

يتقدم الباحثان بخالص الشكر والعرفان الى قسم وقاية النبات في كلية الزراعة والغابات، جامعة الموصل للدعم المقدم من قبلهم لانجاز هذا البحث.

بين 25 و30°س، إلا أن معدّل موت الأجنة عند 30°س هو ضعف ما هو عليه عند 25°س، في حين كان الفرق طفيفاً في معدّل موت الأجنة ما بين 25 و 20°س، وقابله معدل نمو أبطأ بكثير عند درجة حرارة 20°س، ليصل الى 20 يوماً حتى فقس البيض.



شكل 5. المراحل المختلفة لتطور جنين نيماتودا تعقد جذور الدفلة *M. javanica* كما تظهر تحت المجهر الضوئي. (A، B و C) مراحل الانقسامات الخلوية المبكرة، (E و F) بداية التخصص الخلوي وتكوين الانسجة، (G، H و I) مراحل تشكّل الياقعة.

**Figure 5.** Stages of root-knot nematode *M. javanica* embryo development as they appear under the light microscope. (A, B, C, and D) represent the stages of early cell divisions; (E and F) the beginning of cellular differentiation and tissue formation; (G, H, and I) stages of juvenile formation.

## Abstract

Adel, R.M. and F.K. Aljuboori. 2022. Infection and Egg Development of the Root-Knot Nematode *Meloidogyne javanica* on Oleander *Nerium oleander*. Arab Journal of Plant Protection, 40(4): 293-298. <https://doi.org/10.22268/AJPP-40.4.293298>

The identification and first record of *Nerium oleander* infection with root-knot nematode *M. javanica* was confirmed by the PCR test using the pair of species-specific primers (Fjav and Rjav). Symptoms of the Oleander root-knot disease are similar to those caused by these nematodes on other flowering plants. The results of the study described the stages of embryo development inside the egg and until hatching under laboratory conditions. The difference in egg shape index ranged from 35.8 to 87.9, whereas the dominant egg shape index was between 44.5 and 48.8.

**Keywords:** *Nerium oleander*, eggs, embryo development, root knot nematode, *Meloidogyne javanica*.

**Affiliation of authors:** Rahma Mukhlis Adel and Firas Kadhim Aljuboori\*, Plant Protection Department, College of Agriculture and Forestry, University of Mosul, Iraq. \*Email of corresponding author: [firasaljuboori@uomosul.edu.iq](mailto:firasaljuboori@uomosul.edu.iq)

## References

[Al-Heyalee, R.S.M. 2021. Investigation of important genuses of nematode associated with ornamental plants (Rosaceae, Apocynaceae and Solanaceae) in the city of Mosel and the its control. M.Sc. thesis, Faculty of Agriculture and Forestry, University of Mosel, Iraq. 83 pp. (In Arabic).]

الحياي، ريان سالم محمود. 2021. التحري عن اهم اجناس النيماتودا المصاحبة لنباتات الزينة (العائلة الوردية والعائلة الدفلية والعائلة الباذنجانية) في مدينة الموصل ومكافحتها. رسالة ماجستير، كلية الزراعة والغابات، جامعة الموصل، العراق. 83 صفحة.

- Kondrashov, A.S.** 1993. Classification of hypothesis on the advantages of amphimixis. *Journal of Heredity*, 84(5): 372–387.  
<https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.jhered.a111358>
- Mahmud, M.R. and W. Wesemael.** 2014. The importance of the gelatinous matrix for the survival of eggs of *Meloidogyne chitwoodi* and *M. fallax*. Ph.D. dissertation, Ghent University, Belgium.
- Moens, M., R.N. Perry and J.L. Starr.** 2009. *Meloidogyne* species, a diverse group of novel and important plant parasites. Pages 1-17 In: *Root-knot Nematodes*. M. Moens, R.N. Perry and J.L. Starr (eds.). CABI, UK. 483 pp.  
<https://doi.org/10.1079/9781845934927.0001>
- Muhae-ud-Din, G., A. Moosa, U.F. Ghummen, M. Jabran, A. Abbas, M. Naveed and M.A. Ali.** 2018. Host status of commonly planted ornamentals to *Meloidogyne incognita* and management through endophytic bacteria. *Pakistan Journal of Zoology*, 50(4): 1393-1402.  
<http://dx.doi.org/10.17582/journal.pjz/2018.50.4.1393.1402>
- Sharon, E. and Y. Spiegel,** 1993. Glycoprotein characterization of the gelatinous matrix in the root-knot nematode *Meloidogyne javanica*. *Journal of Nematology*, 25(4): 585-589.
- Sigariova, D.D and V.G. Karplyk.** 2015. Parasitic nematodes in flowering and ornamental plants: effect of parasites on the plants and response of the plants to the presence of nematodes. *Vestnik Zoologii*, 49(5): 427-432. <https://doi.org/10.1515/vzoo-2015-0049>
- Trudgill, D.L and V.C. Blok.** 2001. Apomictic, polyphagous root-knot nematodes: exceptionally successful and damaging biotrophic root pathogens. *Annual Review of Phytopathology*, 39: 53-77.  
<https://doi.org/10.1146/annurev.phyto.39.1.53>
- Yigezu Wendimu, G.** 2021. Biology, Taxonomy, and Management of the Root-Knot Nematode (*Meloidogyne incognita*) in Sweet Potato. *Advances in Agriculture*, 2021: 13 pp.  
<https://doi.org/10.1155/2021/8820211>
- Zijlstra, C., D.T. Donkers-Venne and M. Fargette.** 2000. Identification of *Meloidogyne incognita*, *M. Javanica* and *M. Arenaria* using sequence characterized amplified region (SCAR) based PCR assays. *Nematology*, 2(8): 847-853.  
<https://doi.org/10.1163/156854100750112798>
- Alheyalee, R.S. and F.K. Aljuboori.** 2020. The first record of root-knot nematodes *Meloidogyne javanica* on the winter cherry *Solanum pseudocapsicum* and its control in vitro. *EurAsian Journal of BioSciences*, 14(2): 6679-6685.
- Aljuboori, F.K. and A.M. Al-Hakeem.** 2020. The first report of root-knot nematode on *cestrum nocturnum* in Ninawa, Iraq. *Plant Archives*, 20(2): 6778-6780.
- Bird, A.F.** 1972. Influence of temperature on embryogenesis in *Meloidogyne javanica*. *Journal of Nematology*, 4(3): 206-213.
- Bird, A.F. and J. Bird.** 2012. *The structure of nematodes*. Academic Press. 334 pp.
- Calderón-Urrea, A., B. Vanholme, S. Vangestel, S.M. Kane, A. Bahaji, K. Pha and G. Gheysen.** 2016. Early development of the root-knot nematode *Meloidogyne incognita*. *BMC Developmental Biology*, 16: 10. <https://doi.org/10.1186/s12861-016-0109-x>
- Castagnone-Sereno, P.** 2006. Genetic variability and adaptive evolution in parthenogenetic root-knot nematodes. *Heredity*, 96(4): 282-289.  
<https://doi.org/10.1038/sj.hdy.6800794>
- Castagnone-Sereno, P.** 2002. Genetic variability of nematodes: a threat to the durability of plant resistance genes. *Euphytica*, 124(2): 193-199.  
<https://doi.org/10.1023/A:1015682500495>
- Karssen, G., W. Wesemael and M. Moens.** 2013. Root-knot nematodes. Pages 73-108 In: *Plant Nematology*, R.N. Perry and M. Moens (eds.). CABI, Wallingford, UK. 904 pp.  
<https://doi.org/10.1079/9781780641515.0073>
- Kearney, M.R.** 2003. Why is sex so unpopular in the Australian desert. *Trends in Ecological and Evolution*, 18(12): 605–607.  
<https://doi.org/10.1016/j.tree.2003.09.021>
- Kihika, R., D.P. Tchouassi, M.M. Ng'ang'a, D.R. Hall, J.J. Beck and B. Torto.** 2020. Compounds associated with infection by the root-knot nematode, *Meloidogyne javanica*, influence the ability of infective juveniles to recognize host plants. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 68(34): 9100-9109.  
<https://doi.org/10.1021/acs.jafc.0c03386>
- Kiran, C and D.N. Prasad,** 2014. A review on: *Nerium oleander* Linn. (Kaner). *International Journal of Pharmacognosy and Phytochemical Research*, 6(3): 593-597.

Received: December 20, 2021; Accepted: June 21, 2022

تاريخ الاستلام: 2021/12/20؛ تاريخ الموافقة على النشر: 2022/6/21