

التسجيل الأول للحشرتين *Lycoriella ingenua* و *Megaselia halterata* التي تصيب بعض الفطور الغذائية في العراق ودراسة الأضرار التي تسببها

عبد الله عبد الكريم حسن^{1*} وعبير رؤوف محمود القيسي²

(1) قسم وقاية النبات، كلية الزراعة، جامعة تكريت، العراق؛ (2) دائرة البحوث الزراعية، وزارة العلوم والتكنولوجيا، العراق.

*البريد الإلكتروني للباحث المراسل: drabdullah.has67@tu.edu.iq

الملخص

حسن، عبد الله عبد الكريم وعبير رؤوف محمود القيسي. 2022. التسجيل الأول للحشرتين *Lycoriella ingenua* و *Megaselia halterata* التي تصيب بعض الفطور الغذائية في العراق ودراسة الأضرار التي تسببها. مجلة وقاية النبات العربية، 40(3): 209-214. <https://doi.org/10.22268/AJPP-40.3.209214>

شُخِّصت إصابة حشرية في الأجسام الثمرية للفطريين الغذائيين *Agaricus bisporus* و *Pleurotus spp.* المستزرعة في مزرعة الفطر، كلية الزراعة، جامعة تكريت، من خلال وجود تقويب وتخرات وأفاق في هذه الثمار. جُمعت الأجسام الثمرية المصابة الحاوية على اليرقات وتمت تربية الحشرات مختبرياً بغرض تشخيصها. أثبت التشخيص المظهري المدعم بالتشخيص الجزيئي اعتماداً على التتابع النيوكليوتيدي للمورث/ الجين سايتوكروم أوكسيداز C الوحدة الثانوية I (في الميتوكوندريا) أن الحشرتين تعودان للنوعين *Lycoriella ingenua* و *Megaselia halterata*، وتم تسجيلهما في البنك العالمي للسلاسل NCBI Database تحت الرقم العالمي MZ021516.1 و MZ021517.1. ويعدّ هذا أول تسجيل لهذين النوعين في العراق. كما تضمنت الدراسة أيضاً وصف الأضرار الناجمة عن هاتين الحشرتين على الأجسام الثمرية للفطريين *A. bisporus* و *Pleurotus spp.*

كلمات مفتاحية: التشخيص الجزيئي، ذبابة الفطر، *Agaricus bisporus*، *Pleurotus spp.*

المقدمة

يتسبب ذباب الفطر في إتلاف الفطر عن طريق التغذية المباشرة لليرقات على الأجسام الثمرية والغزل الفطري النامية في السماد العضوي أو الركيزة الأساس (الوسط الغذائي)، فضلاً عن التنافس ما بين اليرقات والغزل الفطري النامي للحصول على العناصر الغذائية في سماد تنمية الفطر. ويبرز من الآثار الضارة غير المباشرة لذبابة الفطر احتمال نقلها للعديد من مسببات المرضية مثل البكتيريا والفطور والفيروسات والديدان الخيطية (Singh & O'Connor & Keil, 200)؛ ومن المعروف أن انخفاضاً كبيراً يطل غلة المحاصيل عند مستوى كثافة يرقة واحدة فقط لكل 125 غ من الوسط (White, 1986). أدت إصابة الفطور الغذائية مثل *Agaricus spp.* و *Pleurotus spp.* بالآفات الحشرية ولاسيما *Lycoriella sp.* و *Megaselia sp.* إلى حدوث خسائر كبيرة في كمية ونوعية حاصل الفطر، ولذلك استخدمت العديد من الدراسات تطبيقات مختلفة لمقاومة ومكافحة هذه الحشرات بالطرق الكيميائية والأحيائية والفيزيائية (Badshah et al., 2021؛ Singh & Sharma, 2016). وفي العراق، تم سابقاً دراسة العديد من هذه الآفات والممرضات التي تصيب الفطور الغذائية (Hassan, 2013)، ولم تتم دراسة ذباب الفطر الغذائي رغم ظهورها المحدود في معظم دورات إنتاج الفطر (Hassan & Mahmoud, 2003, 2008)؛ ونظراً لأهمية حاصل الفطر

يعدّ الفطر الأبيض *Agaricus bisporus* والفطر المحاري *Pleurotus spp.* من الفطريات الصالحة للأكل التي يمكن أن توفر العديد من العناصر الغذائية المهمة بما فيها البروتين والفيتمينات والمعادن فضلاً عن العديد من الخصائص الطبية التي لها فوائد صحية مختلفة للإنسان (Cheung, 2010). يتعرض حاصل الفطر الغذائي إلى العديد من الآفات والأمراض التي تسبب خسائر في كمية ونوعية المنتج، وتعدّ ذبابة الفطر، والتي تعود أنواعها إلى بعض الأجناس مثل *Lycoriella sp.*، *Bradysia sp.* و *Megaselia sp.* وغيرها، من أهم الحشرات التي تهاجم معظم مراحل إنتاج الفطر ابتداءً من الوسط الغذائي وصولاً إلى مرحلة إنتاج الأجسام الثمرية، كما وتصيب هذه الحشرات معظم أنواع الفطريات الغذائية المنتجة تجارياً مثل *A. bisporus*، *Pleurotus spp.* و *Lentinus edodes* وغيرها (Cloonan et al., 2016؛ O'Connor & Keil, 2005).

التشخيص الجزيئي للحشرات

تم تأكيد التشخيص إلى مستوى النوع باستخدام التشخيص الجزيئي (Folmer *et al.*, 1994) المعتمد على تتابع القواعد النروجينية للمورث/الجين سايتوكروم أوكسيداز C الوحدة الثانوية 1 (في الميتوكوندريا). تم عزل الحمض النووي المجيني من جسم الحشرة كاملاً باستخدام عدّة الاستخلاص G-spin DNA extraction kit , cat.no. 17045 من شركة Intron Biotechnology, Korea. تم استخراج الحمض النووي المجيني من الحشرتين بواسطة الترحيل الكهربائي خلال هلام الأجاروز بتركيز 1% عند قوة تيار بمعدل 5 فولت/سم² لمدة 1.30 ساعة. وتم تصوير نتائج الترحيل الكهربائي لـ DNA المجيني.

استخدم تفاعل البلمرة المتسلسل (PCR) لتضخيم مورث/جين السايتوكروم أوكسيداز C الوحدة الثانوية I (COI) باستخدام البادئات التالية (Folmer *et al.*, 1994):

المقدم: 5'-GGTCAACAAATCATAAAGATATTG-3'

العكسي: 3'-TAAACTTCAGGGTGACCAAAAAATCA-5'

استخدمت العدّة Maxime PCR PreMix kit (i-Taq) 20µlrxn (Cat. No. 25025) لاجراء تفاعل PCR بحجم إجمالي 25 ميكروليتر، وفق الآتي: 1 ميكروليتر يحتوي على 10 بيكومول بادئ متقدم، 1 ميكروليتر يحتوي على 10 بيكومول بادئ عكسي، 5 ميكروليتر Taq PCR Pre Mix، 16.5 ميكروليتر ماء مقطر، 1.5 ميكروليتر مستخلص DNA مجيني.

استخدم الدور الحراري لاتمام تفاعل البلمرة المتسلسل على الشكل التالي: دورة واحدة عند درجة حرارة 95 °س لمدة 5 دقائق، 35 دورة مكونة من 45 ثانية عند درجة حرارة 95 °س و 45 ثانية عند درجة حرارة 58 °س و 45 ثانية عند درجة حرارة 72 °س، وبعد ذلك دورة واحدة عند درجة حرارة 72 °س لمدة 7 دقائق.

تم الترحيل الكهربائي لنتائج تفاعل الـ PCR على هلام الأجاروز (2% مذاب في محلول منظم TBE) باستخدام تيار كهربائي بقوة 5 فولت/سم² لمدة 1.30 ساعة، ثم تصوير ناتج التفاعل باستخدام عدّة التوثيق.

تحليل التتابع النيوكليوتيدي

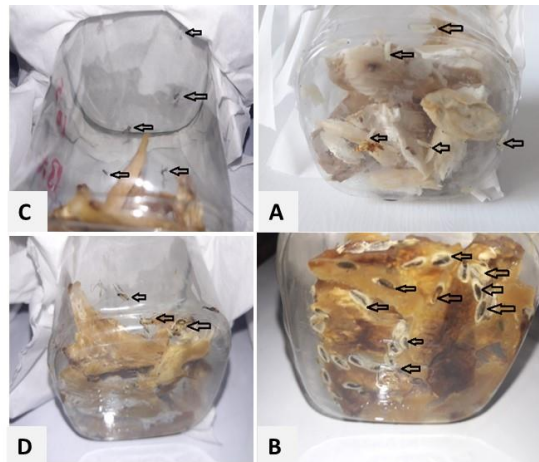
حُدّد التتابع النيوكليوتيدي لجين COI المضخم مباشرة بعد الحصول على ناتج تضاعف الجين عن طريق إرسال 25 ميكروليتر من ناتج تفاعل الـ PCR و100 ميكروليتر بتركيز 17.5 بيكومول من كل بادئ إلى الشركة الكورية Macrogen، ثم قورنت النتائج من خلال برنامج حاسوبي على شبكة الإنترنت (أداة بحث موقعية أساسية للتتابع النيوكليوتيدي) BLAST مع قاعدة البيانات في الموقع العالمي للمعلومات الوراثية National Center for Biotechnology

وانتشار إصابته بالحشرات في معظم مزارع الإنتاج المحليّة والعالمية، فقد هدفت هذه الدراسة، التي تجري لأول مرة في العراق، إلى: تشخيص ذبابة الفطر بالطرائق المظهرية والجزيئية وتسجيلها في البنك الوراثي العالمي، وتحديد الأضرار الناجمة عن هذه الحشرة في أماكن تربية كلٍ من الفطرين *A. bisporus* و *Pleurotus spp.*

مواد البحث وطرائقه

جمع وتربية الحشرات في المختبر

وضعت 100 غ من ثمار الفطرين الأبيض والمحاري المصابة بالحشرتين كلتيهما، والتي تظهر تتخرات وأنفاق، في أقداح بلاستيكية ثم أضيفت يرقات متشابهة مظهرياً من كلتي الحشرتين (شكل A-1) وأغلقت فوهاتهما بطبقتين من قماش الشاش، وحصّنت عند درجة حرارة 22 °س ورطوبة نسبية 70% وفترة ضوئية 12:12 ساعة (ظلام: ضوء). لوحظ بعد مرور 10-14 أيام تشرنق/تعدّر اليرقات (تشابه مظهري للحشرتين كلتيهما) (شكل B-1)؛ وبعد 3-6 أيام خرجت الحشرات البالغة (شكل C,D -1). ولضمان ديمومة مزرعة الحشرات، أضيفت الأجسام الثمرية الطازجة إلى أقداح التربية باستمرار، وتعدّ هذه أسهل طريقة لتربية الحشرة.

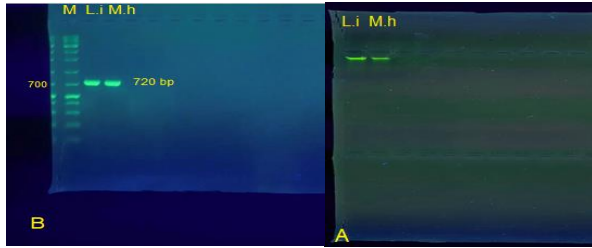


شكل 1. بعض الأطوار الحشرية المستخدمة في هذه الدراسة. A= يرقات الحشرة، B = شرانق الحشرة، C= بالغات حشرة *Lycoriella ingenua*، D= بالغات حشرة *Megaselia halterata*.

التشخيص المظهري للحشرات

شخصت الحشرات مظهرياً إلى مستوى الجنس اعتماداً على الصفات الشكلية/المورفولوجية للحشرات، وتم التمييز بينها حسب ما نشر سابقاً (Joshi, 2006؛ Vilkamaa & Menzel, 2019).

الحشريين (شكل 3-A)، وكذلك الترحيل الكهربائي لنتاج تفاعل البلمرة المتسلسل باستخدام زوج البادئات الذي يضخم الجين سايتوكروم أوكسيداز الوحدة الثانوية 1 في الميتوكوندريا (شكل 3-B)، ومن ثم حُدِّدت تتابعات القواعد النيتروجينية لنتاج تفاعل البلمرة المتسلسل للجين المذكور أعلاه للحشريين المراد تشخيصهما.



شكل 3. ناتج الترحيل الكهربائي (A) للـ DNA المجيني باستخدام هلام الأجاروز 1% (A)، وكذلك ناتج الترحيل الكهربائي لنتاج تفاعل الـ PCR عند استخدام زوج البادئات الذي يضخم الجين سايتوكروم أوكسيداز الوحدة الثانوية 1 في الميتوكوندريا (COX-1) خلال هلام الأجاروز 2%. استخدم تيار كهربائي بقوة 5 فولت/سم² لمدة 1.30 ساعة. الحشرة = L.i = *L. ingenua*، والحشرة = M.h = *M. halterata*.

Figure 3. Electrophoresis of genomic DNA in 1% agarose gel (A), and PCR product when using the primers pair that amplifies cytochrome oxidase C subunit 1 gene (in mitochondria) in 2% agarose gel. The electrical current voltage used was 5 V/cm² for a duration of 1.30 hours. L.i= *L. ingenua* and M.h= *M. halterata*.

خُلِّت التتابعات المتحصَّل عليها من الشركة الكورية Bioneer باستخدام الموقع العالمي للمركز الوطني لمعلومات التقنية الحيوية National Center Biotechnology Information (NCBI) ضمن النافذة الفرعية Blast، ثم اختيرت النافذة الفرعية الثانوية Nucleotide blast. أُجريت عملية المحاذاة والتطابق مع السلالات المسجلة في البنك الوراثي العالمي، ثم رسمت الشجرة الوراثية (شكل 4 و5) لبيان قرابة الحشريين مع مثيلاتها المسجلة عالمياً، إذ يلاحظ من خلال الشكلين المذكورين بأنَّ كلتا الحشريين قد وقعتا ضمن العناقيد الرئيسية والثانوية للحشريين *L. ingenua* و *M. halterata* المسجلتين عالمياً. سُجِّلت العزلتان العراقيتان في بنك الجينات العالمي تحت الرقمين العالميين MZ021517.1 للنوع *L. ingenua* و MZ021516.1 للنوع *M. halterata*. وبين الجدول 1 التشخيص الجزيئي للحشريين *L. ingenua* و *M. halterata* اعتماداً على النسبة المئوية لتطابق تتابعات الجين cytochrome c oxidase subunit I (COX1) مع بعض سلالات الحشرات المسجلة في البنك الوراثي العالمي، حيث كانت نسبة التطابق 100% مما يؤكد وجود تشابهٍ كامل.

Information (NCBI) الذي يقوم بإدخال جميع التتابعات النيوكليوتيدية في الحقل BLAST لإجراء التراسف ومقارنة تسلسل وتطابق التتابع الجيني للحشريين المراد تشخيصها ومعرفة نوعها وجنسها مع التتابعات الموجودة في قاعدة البيانات والمشخصة مسبقاً، وتم تحويل هذه التتابعات إلى تطبيق إحصائي يعبر بوجود ارتباط معنوي موجب كلما قلت القيمة المتوقعة E-Value، وتم تسجيل الحشريين في البنك الوراثي العالمي.

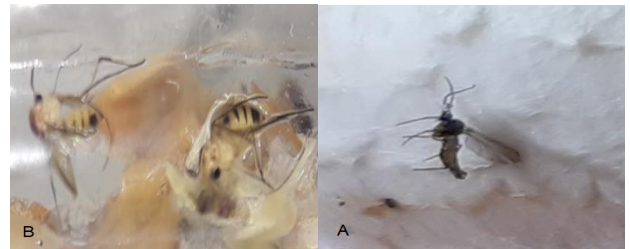
دراسة أضرار الحشرات في الأجسام الثمرية

جُمعت ثمار الفطرين الأبيض *A. bisporus* والمحاري *Pleurotus* spp. (النامية في غرف التريبة تحت ظروف محكمة)، والتي ظهرت عليها أعراض الإصابة بالحشرات المدروسة، خلال الفترة 2018-2019. أُجري فحص الثمار مظهرياً مع عمل مقاطع طولية وعرضية، وفحصت بالعدسة المكبرة، ثم سجَّلت الأعراض المرضية، وتم تصوير الأضرار بواسطة آلة تصوير (كاميرا) رقمية.

النتائج والمناقشة

التشخيص المظهري

شُخِّصت الحشرتان مظهرياً إلى مستوى الجنس اعتماداً على المصادر ذات الصلة (Joshi, 2006؛ Lewandowshi *et al.*, 2004؛ Vilkamaa & Menzel, 2019). حيث كانت اللوامس الحسّية كبيرة، والأجنحة غامقة، والجسم غير مخطط بالأصفر في حالة النوع *Lycoriella ingenua* (شكل 2-A) مقارنةً بلوامس حسّية أقصر، وأجنحة شفافة، وجسم مخطط في حالة الحشرة *Megaselia halterata* (شكل 2-B).



شكل 2. الشكل الظاهري للحشرة الكاملة لكلٍ من النوع *Lycoriella ingenua* (A) والنوع *Megaselia halterata* (B).

Figure 2. Morphology of the adults of the insect species *Lycoriella ingenua* (A) and *Megaselia halterata* (B).

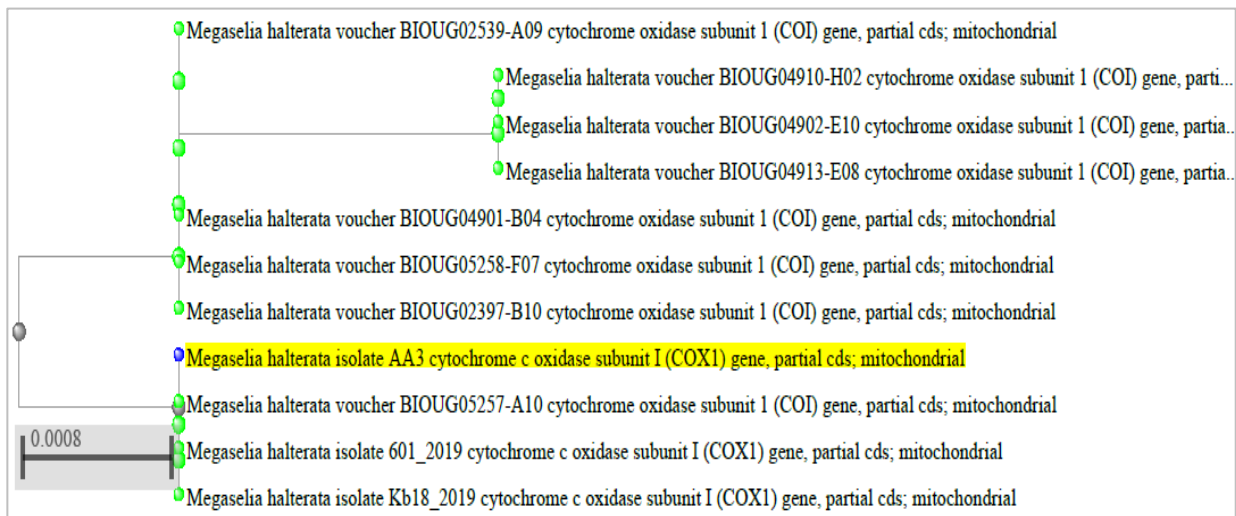
التشخيص الجزيئي

شُخِّصت الحشرتان إلى مستوى النوع اعتماداً على تحديد تتابعات القواعد النيتروجينية بعد إجراء الترحيل الكهربائي لمجين النوعين

جدول 1. التشخيص الجزيئي للحشرتين *M. halterata* و *L. ingenua* اعتماداً على النسبة المئوية لتطابق تتابعات الجين cytochrome c oxidase subunit I (COX1) مع بعض سلالات الحشرات المسجلة في البنك الوراثي العالمي.

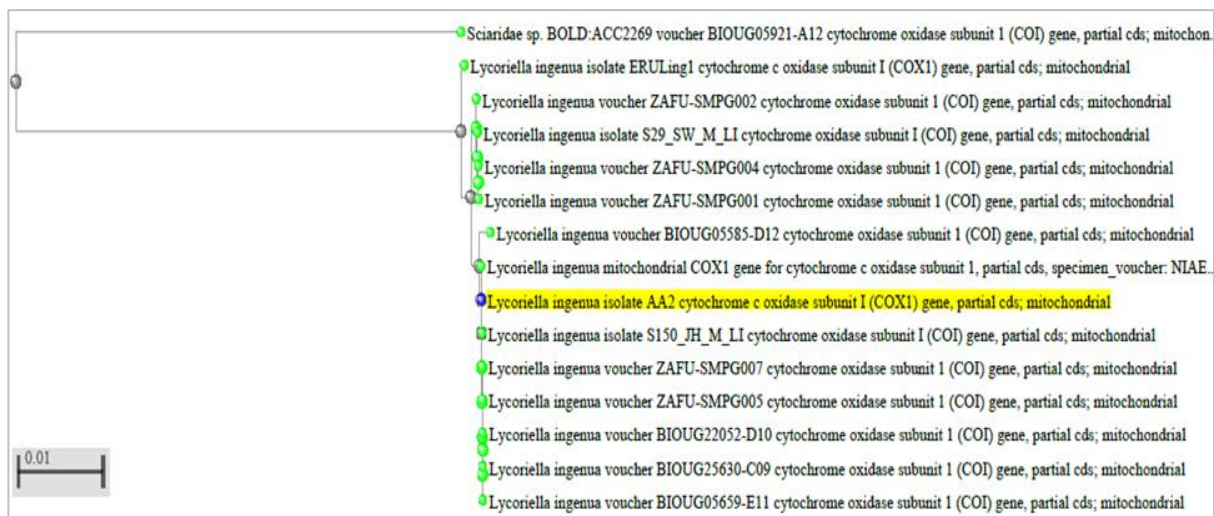
Table 1. Molecular diagnosis of the insects *L. ingenua* and *M. halterata* depending on the similarity rate of cytochrome c oxidase subunit I (COX1) gene sequences that match some insect strains recorded in the World GenBank.

الرقم العالمي للحشرات المسجلة في هذه الدراسة GenBank no. of recorded insects in this study	قيمة E E Value	نسبة التشابه (%) Similarity rate (%)	الدولة Country	الرقم العالمي للنوع المتطابق GenBank no. of matching species	النوع المتطابق Matching species	رمز الحشرة Insect code
MZ021517.1	0.0	100	Japan اليابان	LC278318.1	<i>Lycoriella ingenua</i>	AA2
MZ021516.1	0.0	100	Canada كندا	KY838340.1	<i>Megaselia halterata</i>	AA3



شكل 4. الشجرة الوراثية لتقارب الحشرة *M. halterata* مع بعض الحشرات المسجلة في البنك الوراثي العالمي.

Figure 4. Genetic relatedness tree based on sequence homology of the insect *M. halterata* with same insect isolates recorded in the World GenBank database.

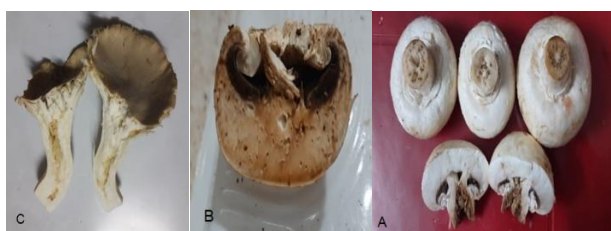


شكل 5. الشجرة الوراثية لتقارب الحشرة *L. ingenua* مع بعض الحشرات المسجلة في البنك الوراثي العالمي.

Figure 5. Genetic relatedness tree based on the sequence homology of the insect *L. ingenua* with same insect isolates recorded in the World GenBank database.

الإصابة، فكانت الثقوب في أعلى الثمار (قبعة الثمار) (شكل 8- B)، ونتجت الإصابة من وضع الحشرات البالغة بيوضها في الثمار مباشرةً، وهذا دليل على وجود بؤر للحشرات البالغة في محيط المزرعة وفي داخلها. عند عمل قطاع في ساق وقبعة الثمار لوحظ وجود أخاديد وأنفاق ممتدة إلى داخلها، وكانت في الإصابة الحديثة غير ملونة في بداية الإصابة، وأما في الإصابة الأقدم فتكون الأخاديد بنية اللون مع وجود كتل براز اليرقات (شكل 8- C). وتعد كل من رائحة الأجسام الثمرية المميزة للفطور الغذائية (Chen & Wu, 2006) ورائحة الوسط الغذائي من عوامل الجذب للحشرتين *M. halterata* و *L. ingenua* مما يؤدي إلى حدوث الإصابة (Dhamodharana et al., 2019).

حدث تدهور سريع لثمار الفطر (1- 3 يوم للفطر المحاري) و(2-4 يوم للفطر الأبيض)، بدءاً من حدوث الإصابة بالطور اليرقي، وظهر هذا التدهور بتغير لون الثمار إلى البني، وأصبحت الثمار هشة خفيفة الوزن وذات أنسجة متحللة مع وجود يرقات متحركة فيها، وفقدت هذه الثمار قيمتها التسويقية بشكل تام. كذلك لوحظ من خلال الفحص المظهري للثمار المصابة وجود مسببات أخرى تصاحب إصابة الحشرات لثمار الفطر ولاسيما النّزّ البكتيري وتعفنات ناتجة عن فطور أخرى. سببت الحشرتان *M. halterata* و *L. ingenua* أضراراً بالغة في حاصل الفطرين الغذائيين الأبيض *Agaricus* والمحاري *Pleurotus*، ولعل وجود حفر الأنفاق والنخر وتقيب الأجسام الثمرية مع تهتك الأنسجة ووجود مخلفات اليرقات أهم الأعراض المميزة للإصابة بتلك الحشرات، مما يسبب في خسارة حاصل الفطر بالكامل. وربما تعزى مهاجمة ثمار الفطر إلى التخصص الغذائي لهاتين الحشرتين باتجاه التغذية على الفطور الغذائية، واتفق ذلك مع بعض الدراسات السابقة (Badshah et al., 2021؛ Bellettini et al., 2018؛ Erler et al., 2011).

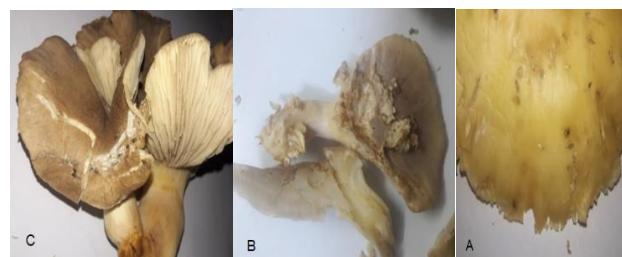


شكل 8. مواقع بداية إصابة الفطر. A = إصابة تبدأ من ساق الفطر، B = إصابة تبدأ في قبعة الفطر، C = مقطع طولي في ساق الفطر يظهر أنفاق اليرقات.

Figure 8. The sites of initial mushroom infestation. A = infestation that begins in the mushroom stem, B = infestation that begins in the mushroom cap, C = a longitudinal section of the mushroom stem showing the tunnels made by the insect larvae.

أضرار حشرتي *M. halterata* و *L. ingenua* في الأجسام الثمرية للفطور الغذائية

بيّن فحص المظهر الخارجي للأجسام الثمرية لنوعي الفطر الأبيض *A.bisporus* و *P. ostreatus* المصابة بحشرتي *M. halterata* و *L. Ingenua* عدم وجود فروق في الأضرار الحاصلة لكلتا الحشرتين. يعدّ الطور اليرقي هو الطور الضار، وتمثلت الأضرار على سطح الثمار بوجود ثقوب وأنفاق واضحة تنتشر على بعض أجزاء ساق وقبعة الثمرة، وهي ناتجة عن مواقع دخول اليرقات وتغذيتها على نسيج الفطر؛ وفي حال الإصابات الشديدة، كان كامل الجسم الثمري مقبباً ومهترئاً وامتدّياً مع وجود الشرائق على وداخل الثمار (شكل 6: أ، ب، ج) مقارنةً بالثمار السليمة التي كانت ثمارها متراسةً ومنتصبّة (شكل 7).



شكل 6. الأضرار التي تسببها الحشرات على سطح ثمار الفطر. A و B اهتراء الثمار، C وجود اليرقات والشرائق داخل أنسجة الثمرة.

Figure 6. Damage to mushroom fruit surface caused by insects. A and B deterioration of mushroom fruits, C presence of larvae and pupae within the mushroom fruit tissues.



شكل 7. الأجسام الثمرية السليمة للفطر. A = *P. ostreatus*، B = *P. erynjii*.

Figure 7. Healthy mushroom fruit bodies. A = *P. ostreatus*, B = *P. erynjii*.

أمكن تمييز نوعين من الإصابة، تضمّنت الأولى وجود ثقوب في قبعة الثمرة وكانت الأخاديد والأنفاق في سوق الثمار تحديداً، كما لوحظ وجود ثقوب عند عمل مقطع عرضي للساق أو بشكل أنفاق في حالة عمل قطاع طولي فيها (شكل 8- A)، وهذا يدلّ على أن مصدر الإصابة هو الوسط الغذائي للفطر؛ أما في النوع الثاني من

Abstract

Hassan, A.A. and A.R.M. Al-Qaissi. 2022. First Record of the Two Insects *Megaselia halterata* and *Lycoriella ingenua* that Attack Some Edible Mushrooms in Iraq and Assessing the Damage Caused by them. Arab Journal of Plant Protection, 40(3): 209-214. <https://doi.org/10.22268/AJPP-40.3.209214>

Invading insects were found in the fruiting bodies of the edible mushrooms *Agaricus bisporus* and *Pleurotus* spp. at the mushroom farm of the Faculty of Agriculture, University of Tikrit, through the presence of holes, necrosis and tunnels in the mushroom fruits. Infested fruiting bodies containing larvae were collected and insects were reared in the laboratory for the purpose of diagnosis. The phenotypic diagnosis was confirmed by molecular diagnosis based on the nucleotide sequence of the cytochrome oxidase C subunit I gene (in mitochondria). The two insects were identified as *Megaselia halterata* and *Lycoriella ingenua* and were registered in the NCBI database under the accession numbers MZ021516.1 and MZ021517.1, respectively. This is the first record of these two species in Iraq. The study also included a description of the damage caused by these two insects on the fruiting bodies of the mushrooms *A. bisporus* and *Pleurotus* spp.

Keywords: Molecular identification, mushroom fly, *Agaricus bisporus*, *Pleurotus* spp.

Affiliation of authors: A.A. Hassan^{1*} and A.R.M. Al-Qaissi². (1) Plant Protection Department, Faculty of Agriculture, Tikrit University, Iraq, (2) Agricultural Research Division, Ministry of Science and Technology, Iraq. *Email of corresponding author: drabdullah.has67@tu.edu.iq

References

المراجع

- Badshah, K., F. Ullah, B. Ahmad, S. Ahmad, S. Alam, M. Ullah, M. Momana Jamil and S. Sardar. 2021. Management of *Lycoriella ingenua* (Diptera: Sciaridae) on oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*) through different botanicals. International Journal of Tropical Insect Science, 41: 1435-1440.
- Bellettini, M.B., S. Bellettini, F.A. Fiorda, A.C. Pedro, F. Bach, F. Miriam, F. Moron and R. Hoffmann-Ribani. 2018. Diseases and pests noxious to *Pleurotus* spp. mushroom crops. Review of Argentinian Microbiology, 50(2): 216-226. <https://doi.org/10.1016/j.ram.2017.08.007>
- Chen, C. and C. Wu. 2006. Volatile Components of mushroom (*Agaricus subrufecens*). Journal of Food Science, 49(4): 1208-1209. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1984.tb10433.x>
- Cheung, P.C.K. 2010. The nutritional and health benefits of mushrooms. Nutrition Bulletin, 35: 292-299. <https://doi.org/10.1111/j.1467-3010.2010.01859.x>
- Cloonan, K., S.S. Andreadis and T. Baker. 2016. Attraction of female fungus gnats, *Lycoriella ingenua*, to mushroom-growing substrates and the green mold *Trichoderma aggressivum*. Entomologia Experimentalis et Applicata, 159(3): 298-304. <https://doi.org/10.1111/eea.12439>
- Dhamodharana, K., V.S. Varmaa, C.V. Arivalagan and P.K. Rajendrand. 2019. Emission of volatile organic compounds from composting: A review on assessment, treatment and perspectives. Science of the Total Environment, 695: 1-33. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.133725>
- Erlor, F., E. Polat, H. Demir, M. Catal and G. Tuna. 2011. Control of mushroom Sciarid fly *Lycoriella ingenua* populations with insect growth regulators applied by soil drench. Journal of Economic Entomology, 104: 839-844. <https://doi.org/10.1603/ec10292>
- Folmer, M.B., W. Hoeh, R. Lutz and R. Vrijenhoek. 1994. DNA primers for amplification of mitochondrial cytochrome c oxidase subunit I from diverse metazoan invertebrates. Molecular Marine Biology and Biotechnology, 3(5): 294-299.
- Hassan, A. Abdulkareem. 2013. First report of diseases and pests of an Edible mushroom *Agaricus bisporus* in Iraq. 1. The fungal infections. Journal of Tikrit University for Agricultural Sciences, 13(4): 60-71.
- Hassan, A.A. and A.R. Mahmoud. 2003. Outdoor cultivation of two white edible mushrooms *Agaricus bisporus* and *Agaricus bitorquis*. Iraqi Journal of Agriculture, 8(2): 59-66.
- Hassan, A.A. and A.R. Mahmoud. 2008. Outdoor cultivation of oyster mushroom *Pleurotus* sp. using shaded plastic houses. Iraqi Journal of Agriculture, 13(1): 48-55.
- Joshi, G. 2006. Screening of Oyster mushroom, *Pleurotus* spp. against mushroom flies and their management. PhD thesis. CCS Haryana Agricultural University. Hisar.
- Lewandowski, M., A. Sznyk and A. Bednarek. 2004. Biology and morphometry of *Lycoriella ingenua* (Diptera: Sciaridae). Biologist Letters, 41: 41-50.
- O'Connor, L. and C.B. Keil. 2005. Mushroom host influence on *Lycoriella mali* (Diptera: Sciaridae) life cycle. Journal of Economic Entomology, 98(2): 342-349. <https://doi.org/10.1603/0022-0493-98.2.342>
- Singh, A.U. and K. Sharma. 2016. Pests of Mushroom. Advances in Crop Science Technology, 4: 2.
- Vilkamaa, P. and F. Menzel. 2019. Re-classification of *Lycoriella* Frey sensulato (Diptera, Sciaridae), with description of *Trichocoelina* genus and twenty new species. Zootaxa, 4665(1): 1-67. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4665.1.1>
- White, P.F. 1986. The effect of sciarid larvae (*Lycoriella auripila*) on cropping of the cultivated mushroom (*Agaricus bisporus*). Annals of Applied Biology, 109(1): 11-17. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7348.1986.tb03179.x>

Received: October 16, 2021; Accepted: April 16, 2022

تاريخ الاستلام: 2021/10/16؛ تاريخ الموافقة على النشر: 2022/4/16