# كفاءة بعض المستخلصات النباتية والمبيدات الكيميائية والمستحضر الحيوي للفطر *Metarhizium anisopliae* في مكافحة عثّة الطماطم/البندورة (*Tuta absoluta* Meyrick) حقلياً

**منتظر فاضل رعد[1]، صفاء زكريا بكر[1] وعلي عبد الحسين كريم[2]***

(1) قسم وقاية النبات، كلية الزراعة، جامعة تكريت، العراق؛ (2) قسم وقاية النبات، كلية الزراعة، جامعة كربلاء، العراق.

*البريد الإلكتروني للباحث المراسل: ali.kareem@uokerbala.edu.iq

## الملخص

**رعد، منتظر فاضل، صفاء زكريا بكر وعلي عبد الحسين كريم. 2023. تقييم كفاءة بعض المستخلصات النباتية والمبيدات الكيميائية والمستحضر الحيوي للفطر *Metarhizum anisopliae* في مكافحة عثّة الطماطم/البندورة (*Tuta absoluta* Meyrick) حقلياً. مجلة وقاية النبات العربية، 41(2): 127−133.**
https://doi.org/10.22268/AJPP-41.2.127133

أجريت دراسة حقلية لتقييم كفاءة مستخلصي أوراق كونوكاربس (*Conocarpus erectus*) وبذور اليانسون النجمي (*Illicium verum*) والمبيدين Belt 480 SC و Movento 100 SC والمستحضر الحيوي للفطر *Metarhizum anisopliae* (WP) في مكافحة عثّة الطماطم/البندورة (*T. absoluta*) على صنف الطماطم/البندورة (أحلام). أظهرت النتائج أن جميع المعاملات قد خفّضت من نسبة الثمار المصابة ونسبة الأنفاق في الورقة الواحدة وشدة الإصابة بعثّة الطماطم/البندورة، إذ تفوقت المعاملة *M. anisopliae* + Movento بعدم تسجيل أيّ ثمار مصابة وبأقل نسبة للأنفاق وأقلّ نسبة شدّة إصابة، والتي بلغت 0.00، 6.00 و 0.5%، على التوالي، بعد أربعة أسابيع من المعاملة. بلغ المتوسط العام للمعاملة ذاتها 3.41، 9.08 و 0.73%، على التوالي. وجاءت المعاملة *M. anisopliae* + Belt بالمرتبة الثانية من حيث متوسط نسبة الثمار المصابة (7.74%) وبالمرتبة الثالثة في نسبة الأنفاق (12.41%) وبالمرتبة الرابعة في شدة الإصابة (1.10%). بينما احتلت المعاملة Movento 100 SC المرتبة الثالثة في نسبة الثمار المصابة، والمرتبة الثانية في نسبة الأنفاق التي بلغت 8.08 و 10.49% ،على التوالي، ولم تختلف معنوياً عن المعاملة *M. anisopliae* + Movento في نسبة شدة الإصابة بمتوسط بلغ 0.73%، بينما احتلت المعاملة يانسون نجمي+ *M. anisopliae* المرتبة الثالثة بمتوسط شدة إصابة بلغ 0.93%.

**كلمات مفتاحية:** الكونوكاربس، الينسون النجمي، *M. anisopliae*، insecticides، *T. absoluta*.

## المقدمة

تعدّ دولة البيرو في أمريكا الجنوبية الموطن الأصلي لحشرة عثّة الطماطم/البندورة (*Tuta absoluta*) وسجلت لاحقاً في أغلب بلدانها (Clarke, 1962) وقد دخلت للعراق عام 2010 (Garzia *et al.*, 2012)، وتعدّ من أهم الآفات على محصول الطماطم/البندورة والعامل المحدّد لإنتاجها، والتي تسبب خسائراً اقتصادية كبيرة في الإنتاج لكون يرقاتها تتغذى على جميع أجزاء النبات (الأوراق والسوق والثمار) وقد تصل الخسائر في إنتاج محصول الطماطم/البندورة إلى حدود 80−100% في الحقول المفتوحة والبيوت البلاستيكية ما لم يتم اتخاذ تدابير وقائية ناجعة (Chermiti *et al.*, 2009؛ Filho *et al.*, 2000؛ Poude & Kafle, 2021).

تعدّ عثة الطماطم/البندورة والذبابة البيضاء من الحشرات التي تصعب السيطرة عليها باستعمال المكافحة الكيميائية فقط، وإنما تحتاج إلى تطبيق أكثر من طريقة معاً بما يشمل طرائق زراعية وفيزيائية وكيميائية وحيوية ضمن برامج الإدارة المتكاملة للآفات (Abd *et al.*, 2021؛ Bajracharya *et al.*, 2016؛ Kareem *et al.*, 2019, 2020)، تبرز المكافحة الحيوية باستعمال المسببات الممرضة للحشرات كأحد الطرائق المستدامة الفعالة والصديقة للبيئة والتي تتكامل مع المبيدات الكيميائية الصديقة للبيئة والمستخلصات النباتية، والتي تعدّ الخيار الأفضل في مكافحة عثة الطماطم/البندورة ضمن برامج المكافحة المتكاملة (Illakwahhi & Srivastava, 2017).

إن للفطور الممرضة للحشرات دوراً كبيراً في مكافحة الآفات الحشرية، ومن أكثرها استعمالاً تلك الفطور المسببة لأمراض المسكاردين وتشمل: *Beauveria bassiana*، *Metarhizium anisoplsae* و *Verticillium lecanii* (Draganova & Markova, 2006؛ Sandhu *et al.*, 2017).

https://doi.org/10.22268/AJPP-41.2.127133
© 2023 الجمعية العربية لوقاية النبات Arab Society for Plant Protection

إن توجه الباحثين نحو استعمال المستخلصات النباتية كبدائل للمبيدات الكيميائية أو متكاملةً معها كونها مواد طبيعية آمنة تتحلل بواسطة الأحياء المجهرية والعوامل البيئية خلال وقت قصير فضلاً عن كفاءتها العالية ضدّ الحشرات وانخفاض سمّيتها للإنسان والثديات والحشرات النافعة (Blaske & Hertel, 2001؛ Raja *et al.*, 2001). ولهذا فقد هدفت هذه الدراسة إلى تقييم بعض المستخلصات النباتية والمبيدات الكيميائية الصديقة للبيئة والمستحضر الحيوي للفطر *M. anisoplsae* في مكافحة عثّة الطماطم/البندورة (*T. absoluta*) على محصول الطماطم/البندورة في الحقول المفتوحة.

## مواد البحث وطرائقه

**المستخلصات النباتية والمبيدات الكيميائية والمستحضر الحيوي للفطر *M. anisopliae***

تمّ استعمال نوعين من المستخلصات النباتية الكحولية، هما: مستخلص أوراق كونوكاربس (*Conocarpus erectus*) ومستخلص بذور اليانسون النجمي (*Illicium verum*)، ونوعين من المبيدات الكيميائية الحديثة والصديقة للبيئة هما Belt 480 SC (Flubendiamide) و Movento 100 SC (Spirotetramat)، والمستحضر الحيوي للفطر *M. anisopliae* بشكل مسحوق قابل للبلل بتركيز $2\times10^{7}$ بوغ مصدره دائرة وقاية المزروعات.

نفّذت التجربة الحقلية لتقييم الفاعلية الحيوية للمستخلصات النباتية والمبيدات الكيمياوية والمستحضر الحيوي للفطر *M. anisopliae* في حقل مساحته 1000 م$^2$ في المزرعة الارشادية الصحراوية التابعة للمركز الارشادي في محافظة كربلاء، العراق، تمّت زراعته بصنف الطماطم/البندورة (أحلام) بتاريخ 2021/8/19. بعد إجراء مسحٍ لنباتات الطماطم/البندورة المزروعة وتأكيد إصابة جميع الشتلات بتاريخ 2021/10/2 تمّ إجراء رشّة للمستخلصات النباتية والمبيدات الكيمياوية والمستحضر الحيوي للفطر *M. anisopliae* كلاً على حدة، إضافة إلى التوليف بين المستخلصات ومستحضر الفطر، والمبيدات ومستحضر الفطر (رشّ المستحضر الحيوي للفطر بعد 24 ساعة من رشّ المستخلص أو المبيد). كُرّرت كلّ معاملةٍ ثلاث مرات فضلاً عن معاملة المقارنة، وضمّ كل مكرر 11 شتلة، وتمّ استعمال مرشة ظهرية، انتاج شركة TOCK التركية، سعة 15 ليتر، وتمّت تغطية النبات بأكمله بمحلول المعاملة. وكانت المعاملات المختبرة كالتالي: (أ) المستخلص الكحولي لأوراق الكونوكاربس عند التركيز 5 غ/ليتر، (ب) المستخلص الكحولي لبذور اليانسون النجمي عند التركيز 2.5 غ/ليتر، (ج) المبيد Belt 480 SC عند التركيز 0.15 مل/ليتر، (د) المبيد Movento 100 SC عند التركيز 0.75 مل/ليتر، (هـ) المستحضر الحيوي للفطر *M. anisopliae* عند التركيز 2 غ/ليتر، (و) رش المبيد Belt 480 SC عند التركيز 0.15 مل/ليتر، وبعد 24 ساعة رشّ مستحضر الفطر *M. anisopliae* عند التركيز 2 غ/ليتر، (ز) مبيد Movento 100 SC عند التركيز 0.75 مل/ليتر وبعد 24 ساعة رشّ مستحضر الفطر *M. anisopliae* عند التركيز 2 غ/ليتر، (حـ) مستخلص الكونوكاربس بتركيز 5 غ/ليتر وبعد 24 ساعة رشّ مستحضر الفطر *M. anisopliae* عند التركيز 2 غ/ليتر، (ط) مستخلص اليانسون النجمي بتركيز 2.5 غ/ليتر وبعد 24 ساعة رشّ مستحضر الفطر *M. anisopliae* عند التركيز 2 غ/ليتر، (ك) معاملة المقارنة (ماء فقط).

وضِع برنامج لأخذ العينات الحقلية، وتمّ اختيار ثلاثة نباتات عشوائياً من كل معاملة وأخذ 2 ورقة من الجزء العلوي والوسطي لكلّ نبات وللمكررات الثلاثة، ليصبح حجم العينة الحقلية 18 ورقة للمعاملة الواحدة للمكررات الثلاثة. أخذت القراءات للمعاملات بعد مرور 1، 2، 3 و 4 أسبوع بعد المعاملة. وضعت العينات في أكياس معلَّمة باسم المعاملة والمكرر، ونقلت مباشرة إلى المختبر لتسجيل القراءات الآتية: (1) النسبة المئوية للثمار المصابة في الحقل، (2) عدد الأنفاق في الورقة الواحدة، (3) تقدير شدّة الإصابة.

**التصميم والتحليل الاحصائي**

استعمل تصميم القطاعات العشوائية الكاملة Randomized Complete Block Design (RCBD)، واُستخدِم برنامج SAS في التحليل الاحصائي واختبار أقل فرق معنوي (LSD) عند مستوى احتمال 0.05 (الساهوكي ومحمد، 1990).

## النتائج والمناقشة

**النسبة المئوية للثمار المصابة في الحقل**

أظهرت النتائج (جدول 1) أن جميع المعاملات استطاعت أن تخفض من نسبة الثمار المصابة مقارنةً مع معاملة المقارنة، إذ بينت نتائج التداخل بين المعاملات ومدد التعرّض بعد المعاملة تفوّق المعاملة *M. anisopliae* + Movento بعدم تسجيل أيّة ثمار مصابة بعد أربعة أسابيع من المعاملة (0.0%)، تلتها المعاملتان *M. anisopliae* + Belt و Movento 100 SC والتي لم تختلف معنوياً فيما بينها في متوسط نسبة الثمار المصابة والتي بلغت 1.33% مقارنةً مع أعلى نسبة ثمار مصابة (59.33%) في معاملة الشاهد بعد أربعة أسابيع من المعاملة.

أما بالنسبة لمتوسط نسبة ثمار الطماطم/البندورة المصابة بتأثير المعاملات، فقد بلغت أقل نسبة ثمار مصابة (3.41%) في معاملة *M. anisopliae* + Movento، تلتها المعاملة *M. anisopliae* + Belt بنسبة ثمار مصابة بلغت 7.74%، واحتلت

المعاملة Movento 100 SC المرتبة الثالثة بنسبة ثمار مصابة بلغت 8.08%، ثم المعاملتان Belt 480 SC ويانسون نجمي+ *M. anisopliae* بنسب إصابة للثمار بلغت 8.99% و 10.41%، على التوالي، مقارنةً مع أعلى نسبة إصابة (49.99%) في معاملة المقارنة. أما بالنسبة لمتوسط نسبة ثمار الطماطم/البندورة المصابة بتأثير فترات التعريض، فقد تبين أن نسب الإصابة قد انخفضت مع مرور الوقت، إذ بلغ أقل متوسط نسبة إصابة 11.00% بعد أربعة أسابيع من المعاملة، وكانت أعلى نسبة إصابة في الأسبوع الأول من المعاملة وبلغت 23.43%. أما بالنسبة لمتوسط نسبة ثمار الطماطم/البندورة المصابة بتأثير مدد التعريض فقد تبين انخفاض نسب الثمار المصابة مع مرور الوقت، إذ كانت أعلى نسبة في الأسبوع الأول من المعاملة وبلغت 23.43% وانخفضت في الأسبوع الرابع من المعاملة إلى 11.00%.

**النسبة المئوية للأنفاق في أوراق الطماطم/البندورة المصابة بعثّة الطماطم/البندورة**

أوضحت النتائج (جدول 2) وجود فروقات معنوية في خفض نسب الأنفاق في أوراق الطماطم/البندورة في المعاملات مقارنة مع معاملة المقارنة، إذ بيّنت نتائج التداخل بين المعاملات وفترات التعرّض تفوّق المعاملة Movento+ *M. anisopliae* بتحقيقها أقلّ نسبة أنفاق في الأوراق بلغت 6.00%، تلتها المعاملات Movento 100 SC و *M. anisopliae* + Belt ويانسون نجمي+ *M. anisopliae* بنسب أنفاق بلغت 6.66، 7.33 و 9.66%، على التوالي، بعد أربعة أسابيع من المعاملة. أما بقية المعاملات فقد تراوحت نسب الأنفاق في الأوراق ما بين 10.66 و 14.66% مقارنةً مع أعلى نسبة عدد أنفاق في معاملة المقارنة (37.66%). أما بالنسبة لمتوسط نسبة الأنفاق في الأوراق بتأثير المعاملات، فقد تحققت أقل نسبة في معاملة *M. anisopliae* + Movento وبلغت 9.08%، تلتها المعاملة Movento 100 SC بنسبة بلغت 10.49%، واحتلت المعاملة *M. anisopliae* + Belt المرتبة الثالثة في خفض نسبة الأنفاق إذ بلغت 12.41%، تلتها معاملة يانسون نجمي+ *M. anisopliae* بنسبة 13.24% مقارنة مع أعلى نسبة عدد أنفاق في معاملة المقارنة بلغت 36.16%. أما بالنسبة لمتوسط نسبة الأنفاق في الأوراق بتأثير فترات التعرّض، فقد تبيّن أن نسب الأنفاق انخفضت مع مرور الوقت، فبلغت أعلى نسبة أنفاق في الأسبوع الأول من المعاملة 21.46% وانخفضت في الأسبوع الرابع من المعاملة إلى 12.76%.

**النسبة المئوية لشدة الإصابة بعثّة الطماطم/البندورة**

أظهرت النتائج (جدول 3) أن جميع المعاملات استطاعت أن تخفض من شدة الإصابة بعثّة الطماطم/البندورة مقارنةً مع معاملة المقارنة، إذ بينت نتائج التداخل بين المعاملات ومدد التعرّض بعد المعاملة تفوّق المعاملتين Movento + *M. anisopliae* وMovento 100 SC في خفض شدة الإصابة إلى 0.5%، تلتها المعاملات يانسون نجمي+ *M.anisopliae* و *M. anisopliae* + Belt و *M. anisopliae* و كونوكاربس+ *M.anisopliae* في خفض شدة الإصابة إلى 0.6، 0.8، 0.8 و 0.8%، على التوالي، بعد أربعة أسابيع من المعاملة. أما بقية المعاملات فقد تراوحت شدة الاصابة فيها ما بين 1.0 و 1.5% مقارنة مع أعلى شدة إصابة في معاملة المقارنة (2.3%). أما بالنسبة لمتوسط شدة الإصابة بتأثير المعاملات فقد تحققت أقلّ شدة إصابة في المعاملتين Movento + *M. anisopliae* و Movento 100 SC وبلغت 0.73%، واحتلت المعاملة يانسون نجمي+ *M. anisopliae* المرتبة الثالثة في خفض شدة الإصابة إذ بلغت 0.93%، ثم تلتها المعاملة (*M. anisopliae* + Belt) بمتوسط بلغ 1.10% مقارنةً مع أعلى نسبة شدة إصابة (1.93%) في معاملة المقارنة. أما بالنسبة لمتوسط شدة الإصابة بتأثير مدد التعريض فقد تبين أنها انخفضت مع مرور الوقت، وكانت أعلى شدة إصابة في الأسبوع الأول من المعاملة فبلغت 1.39%، وانخفضت في الأسبوع الرابع من المعاملة إلى 1.03%.

أظهرت النتائج فاعلية المبيد Movento 100 SC (Spirotetramat) لوحده أو بالرش المتعاقب مع المستحضر الحيوي للفطر *Metarhizium anisopliae* في مكافحة يرقات عثّة الطماطم/البندورة لكونه من المبيدات الجهازية الفعالة التي تتحرك في أنسجة الخشب واللحاء وتصل إلى كل أجزاء النبات. يخضع Spirotetramate عندما يدخل النبات للتحلل المائي للسلسلة الجانبية لرابطة استر لتشكيل مستقلب ثانوي spirotetramatenol، وهو حمض ضعيف سام، يتحرك في نسيج الخشب واللحاء، وعندما تتغذى الاطوار الحشرية أو النيماتودية على النبات فإنّه يثبّط التصنيع الحيوي للدهون وخاصة الدهون الثلاثية triglycerides والأحماض الدهنية الحرة من خلال تثبيط خطوة Acetyl-CoA carboxylase (ACC) في عملية تصنيع الدهون، وعدم اكتمال انسلاخ الأطوار غير الكاملة وموتها، ويؤثر في خصوبة الإناث وتكاثرها وفي خصوبة البيض من خلال عدم اكتمال المواد الغذائية الأساسية خاصة Diglycerides في البيضة داخل أفرع المبيض بعملية Vitellogenesis وبالتالي انتاج بيض غير مكتمل وغير قادر على تكوين الجنين والفقس (Salazar-López *et al.*, 2016؛ Waisen *et al.*, 2019)، وأشار El-Bassouiny *et al.* (2022) إلى أن استخدام Movento (Spirotetramat) أدى إلى زيادة كبيرة في نسب قتل يرقات دودة جوز القطن الشوكية (*Earias insulana*) فضلاً عن حصول تشوهات في البالغات المنبثقة، وكذلك أثرت في أنشطة الأنزيمات AST (Aspartate Transaminase)

و ALT (Alanine Transaminase) إضافة إلى أنّ لحمض التتراميك سميّة ضدّ يرقات الحشرة.

أما فاعلية المبيد Belt® (flubendiamide) فترجع إلى كونه من المبيدات المستأصلة التي تستطيع أن تخترق طبقة الكيوتكل والبشرة إلى داخل النسيج المتوسط الميزوفيلي بين البشرتين وتقتل يرقات عثّة الطماطم/البندورة. فقد وجد Katbeh-Bader *et al.* (2019) أن المبيد Belt® (flubendiamide) قد خفّض نسبة الثمار المصابة بعثة الطماطم/البندورة في حقل الطماطم/البندورة إلى 3.6% مقارنة بمعاملة المقارنة التي بلغت فيه نسبة الثمار المصابة 11.1%، وبلغ الإنتاج الكلي من ثمار الطماطم/البندورة 560.3 كغ/القطعة التجريبية وقابلها 423.8 كغ/القطعة التجريبية في معاملة المقارنة، وأشار إلى أن فاعلية المبيد flubendiamide في مكافحة حشرات حرشفية الأجنحة ترجع إلى طريقة عمله، إذ يعطل توازن $Ca^{+}$ من خلال استهداف مستقبلات الريانودين (Ryanodine receptor) التي تعمل على ضخّ أيونات الكالسيوم من داخل الخلايا العضلية والأعصاب إلى الخارج مما يسبب شللاً في حركة العضلات والأعصاب ومنه أجزاء الفم وعدم تمكنها من التغذية وبالتالي موتها.

**جدول 1.** النسبة المئوية للثمار المصابة بعثة الطماطم/البندورة (*T. absuluta*) بعد المعاملة.

**Table 1.** Percentage of *T. absuluta* infected Tomato fruits after treatment.

| متوسط تأثير المعاملات Mean of Treat. | مدة التعريض (أسبوع) Exposure duration (week) | | | | التركيز Concentration | Treatments | المعاملات |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | رابع Fourth | ثالث Third | ثاني Second | أول First | | | |
| 19.58 | 14.00 | 9.00 | 20.33 | 35.00 | 5.00 g/l | *Conocarpus erectus* | كونوكاربس |
| 13.41 | 13.00 | 8.66 | 11.66 | 20.33 | 2.5 g/l | *Illicium verum* | يانسون نجمي |
| 8.99 | 1.66 | 5.66 | 11.00 | 17.66 | 0.15 ml/l | Belt 480 SC | |
| 8.08 | 1.33 | 5.00 | 11.33 | 14.66 | 0.75 ml/l | Movento 100 SC | |
| 20.58 | 9.66 | 16.33 | 22.00 | 34.33 | 2.00 g/l | *M. anisopliae* | |
| 7.74 | 1.33 | 5.33 | 9.66 | 14.66 | 2.0 g/l+0.15 ml/l | *M. anisopliae* + Belt | |
| 3.41 | 0.00 | 0.66 | 4.66 | 8.33 | 2.0 g/l +0.75 ml/l | *M. anisopliae* +Movento | |
| 17.49 | 7.66 | 13.00 | 20.66 | 28.66 | 2.0 g/l +5.00 ml/l | *M. anisopliae* +*Conocarpus* | |
| 10.41 | 2.00 | 6.33 | 14.00 | 19.33 | 2.0 g/l +2.50 ml/l | *M. anisopliae* +*Illicium* | |
| 49.99 | 59.33 | 52.66 | 46.66 | 41.33 | - | Control (water) | الشاهد (ماء فقط) |
| | 11.00 | 12.26 | 17.20 | 23.43 | | Average exposure time | متوسط مدة التعريض |

أقل فرق معنوي عند مستوى احتمال 5% للمعاملات=1.40، لمدة التعرض= 0.88 وللتداخل بينهما=2.80.

$LSD_{0.05}$ for treatments= 1.40, for period of exposure= 0.88, for interaction= 2.80.

**جدول 2.** النسبة المئوية للأنفاق في أوراق الطماطم/البندورة المصابة بعثة الطماطم/البندورة (*T. absuluta*) بعد مكافحة الحشرة بمعاملات مختلفة.

**Table 2.** Percentage of tunnels in leaves of infected tomato *T. absuluta* after controlling the insect with different treatments.

| متوسط تأثير المعاملات Mean of Treat. | مدة التعريض (أسبوع) Exposure duration (week) | | | | التركيز Concentration | Treatments | المعاملات |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | رابع Fourth | ثالث Third | ثاني Second | أول First | | | |
| 18.66 | 14.66 | 14.33 | 20.33 | 25.33 | 5.00 g/l | *Conocarpus erectus* | كونوكاربس |
| 16.49 | 14.66 | 12.33 | 17.66 | 21.33 | 2.5 g/l | *Illicium verum* | يانسون نجمي |
| 13.58 | 10.66 | 11.33 | 12.33 | 20.00 | 0.15 ml/l | Belt 480 SC | |
| 10.49 | 6.66 | 9.33 | 10.66 | 15.33 | 0.75 ml/l | Movento 100 SC | |
| 17.08 | 9.66 | 13.00 | 19.33 | 26.33 | 2.00 g/l | *M. anisopliae* | |
| 12.41 | 7.33 | 10.33 | 13.33 | 18.66 | 2.0 g/l+0.15 ml/l | *M. anisopliae* + Belt | |
| 9.08 | 6.00 | 7.66 | 9.66 | 13.00 | 2.0 g/l +0.75 ml/l | *M. anisopliae* +Movento | |
| 16.99 | 10.66 | 15.33 | 19.66 | 22.33 | 2.0 g/l +5.00 ml/l | *M. anisopliae* +*Conocarpus* | |
| 13.24 | 9.66 | 11.66 | 13.66 | 18.00 | 2.0 g/l +2.50 ml/l | *M. anisopliae* +*Illicium* | |
| 36.16 | 37.66 | 37.00 | 35.66 | 34.33 | - | Control (water) | الشاهد (ماء فقط) |
| | 12.76 | 14.23 | 17.23 | 21.46 | | Average exposure time | متوسط مدة التعريض |

أقل فرق معنوي عند مستوى احتمال 5% للمعاملات=1.21، لمدة التعرض= 0.76 وللتداخل بينهما=2.43.

$LSD_{0.05}$ for treatments= 1.21, for period of exposure= 0.76, for interaction= 2.43.

**جدول 3.** النسبة المئوية لشدة الإصابة بعثّة الطماطم/البندورة (*T. absuluta*) بعد المعاملة.

**Table 3.** Percentage of infestation severity of tomato moth after treatment.

| متوسط تأثير المعاملات Mean of Treat. | مدة التعريض (أسبوع) Exposure duration (week) | | | | التركيز Concentration | Treatments | المعاملات |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | رابع Fourth | ثالث Third | ثاني Second | أول First | | | |
| 1.48 | 1.5 | 1.3 | 1.5 | 1.6 | 5.00 g/l | *Conocarpus erectus* | كونوكاربس |
| 1.40 | 1.5 | 1.3 | 1.3 | 1.5 | 2.5 g/l | *Illicium verum* | يانسون نجمي |
| 1.17 | 1.0 | 1.0 | 1.16 | 1.5 | 0.15 ml/l | Belt 480 SC | |
| 0.73 | 0.5 | 0.6 | 0.8 | 1.0 | 0.75 ml/l | Movento 100 SC | |
| 1.18 | 0.8 | 0.8 | 1.5 | 1.6 | 2.00 g/l | *M. anisopliae* | |
| 1.10 | 0.8 | 1.0 | 1.3 | 1.3 | 2.0 g/l+0.15 ml/l | *M. anisopliae* + Belt | |
| 0.73 | 0.5 | 0.6 | 0.8 | 1.0 | 2.0 g/l +0.75 ml/l | *M. anisopliae* +Movento | |
| 1.23 | 0.8 | 1.3 | 1.3 | 1.5 | 2.0 g/l +5.00 ml/l | *M. anisopliae* +*Conocarpus* | |
| 0.93 | 0.6 | 0.8 | 1.0 | 1.3 | 2.0 g/l +2.50 ml/l | *M. anisopliae* +*Illicium* | |
| 1.93 | 2.3 | 2 | 1.8 | 1.6 | - | Control (water) | الشاهد (ماء فقط) |
| | 1.03 | 1.07 | 1.25 | 1.39 | | Average exposure time | متوسط مدة التعريض |

أقل فرق معنوي عند مستوى احتمال 5% للمعاملات=0.1944، لمدة التعرض= 0.90 وللتداخل بينهما=0.3887.

$LSD_{0.05}$ for treatments= 0.1944, for period of exposure= 0.90, for interaction= 0.3887.

أدى إستخدام المبيدين موفنتو وبيلت إلى انخفاض نسبة الإصابة في ثمار الطماطم/البندورة نتيجة تأثيرهما الفعال على الحشرة، وهذا ما أكده Marium *et al.* (2013) الذين أشاروا إلى انخفاض نسبة الإصابة عند استخدام المادة الفعالة spirotetramat و flubendiamide لنفس المبيدين أعلاه على خلايا الدم الكلية في يرقات العمر الثالث والخامس لدودة ثمار الطماطم/البندورة (*Helicoverpa armigera*) حرشفية الأجنحة.

أما فاعلية المستحضر الحيوي للفطر *M. anisopliae* فتعزى لكون عزلة الفطر المستعملة في تصنيع المستحضر معزولة من الترب العراقية ومتأقلمة مع الظروف البيئية المحلية، ولهذا امتازت بالضراوة في الاختراق من خلال تسليط ضغط ميكانيكي وأنزيمي على جدار جسم اليرقة ومهاجمة الأجهزة الداخلية فضلاً عن إفراز السموم داخل التجويف الدموي وبالتالي إحداث القتل، أما استعمالها بالرش المتناوب بعد رش المبيد Movento، فربما يرجع إلى توافقيتها العالية مع المبيد، وبالتالي زيادة قتل اليرقات عن طريق الفطر والمبيد، وهذا يتفق مع ما أشار اليه Gottwald & Tedders (1984) بأن نسبة هلاك اليرقات تزداد مع زيادة تركيز الفطر *M. anisopliae* والذي يؤدي إلى تراكم المواد السامة في خلايا الحشرة وانفجارها وبالتالي زيادة نسبة الهلاكات. كما أكد Dumas *et al.* (1996) بأن هناك مدى واسع من مركبات الأيض الثانوية للفطر *M. anisopliae* والتي تتضمن بعض السموم الفعالة، وهي عبارة عن مجموعة من الببتيدات الحلقية التي يطلق عليها اسم destruxins والذي يحتوي على عدة أنواع منها destruxins A, B والتي لها تأثير على قنوات الكالسيوم الموجودة في الأغشية العضلية للحشرات المصابة بالفطر. وقد ذكر الموسوي (2015) أن أهم أربعة سموم يفرزها الفطر *M. anisopliae* هي: swainsonine، viridoxins، helvolic acid و cytochalasins.

أما فاعلية مستخلصات الكونوكاربس واليانسون النجمي فترجع إلى احتواءها على على أنواع من الفينولات phenols والتانينات tannins والقلويدات alkaloids، إذ أشار Rajabpour *et al.* (2019) إلى أنّ المستخلصات المائية والإيثانولية لأوراق الكونوكاربس (*Conocarpus erectus*) ذات تأثيرات سامة عالية نسبياً على الحشرات البالغة ويرقات الخنفساء الحمراء (*Tribolium castaneum*)، ولها أيضاً خصائص طاردة ومضادة للتغذية ضدّ الحشرات البالغة نظراً لاحتواء المستخلص على كميات مرتفعة من الفينولات والتانينات والقلويدات. وذكر Saadullah *et al.* (2016) أن التأثير السام لمستخلص الكونوكاربس يعود لاحتوائه على مواد فعالة مثل الفلافونيدات والعديد من مركبات الفينول.

أما عن فاعلية مستخلص اليانسون النجمي، فقد ذكر Zhou *et al.* (2016) أن مستخلص اليانسون النجمي يثبط نشاط إنزيم الاسيتيل كولين استريز، الناقل العصبي الرئيس، في بالغات منّ الخوخ الأخضر (*Myzus persicae*). وأشار Chang & Ahn (2001) أن المستخلص الخام لبذور اليانسون النجمي يحتوي على العديد من المواد الفعالة، مثل: المواد الطيارة، seco-prezizaane-type sesquiterpenes، phenylpropanoids، lignas و flavonoids ومواد أخرى، وأن هذه المواد الفعالة ذا تأثيراتٌ سامة على الحشرات ومثبطات للجراثيم، وقد لوحظت التأثيرات القاتلة لمستخلصات اليانسون النجمي

على مختلف الحشرات وأطوارها. وهذا يتفق مع ما وجده Zhang (2012) بأن مستخلصات بذور اليانسون النجمي التي شملت زيت اليانسون (anise oil) والأنيثول (E)-anethole لها تأثير قاتل ضد يرقات وبالغات خنفساء الجلود (*Dermestes maculatus*)، وبالتالي حققت أعلى نسبة قتل مئوية لليرقات (95%) بينما بلغت نسبة قتل البالغات المعاملة بزيت اليانسون 82% عند التركيز 32 ميكرولتر/مل وبعد 72 ساعة من المعاملة. أمّا مستخلص الأنيثول (E)-anethole فقد حقق نسب قتل لليرقات والبالغات بلغت 87 و 70%، على التوالي، عند التركيز 32 ميكرولتر/مل وبعد 72 ساعة من المعاملة، واستنتج بأنّ سمية الأنيثول (E)-anethole أقلّ من سمية زيت اليانسون (anise oil)، وقد يرجع ذلك إلى احتواء زيت اليانسون على مواد فعالة أخرى مثل limonene، linalool و pinene والتي تزيد من فاعلية زيت اليانسون.


## Abstract

**Raad, M.F., S.Z. Baker and A.A. Kareem. 2023. Efficiency of Some Plant Extracts, Pesticides and the Entomopathogenic Fungus *Metarhizium anisopliae* in Controlling the Tomato Moth, *Tuta absoluta* (Meyrick) in the Field. Arab Journal of Plant Protection, 41(2): 127-133.** https://doi.org/10.22268/AJPP-41.2.127133

A field study was conducted to evaluate the efficacy of *Conocarpus erectus* leaf and *Illicium verum* extracts, Belt 480 SC and Movento 100 SC and the *Metarhizium anisopliae* (WP) biological preparation in controlling the tomato moth *T. absoluta* on the tomato cultivar Ahlam. The results obtained showed that all treatments were able to reduce fruit infestation rate, leaf mining level and severity of infestation by the insect. The combined treatment of *M. anisopliae* + Movento was superior by preventing fruit infestation, with the lowest leaf mining level and infestation severity, which amounted to 0.00, 6.00 and 0.5%, respectively, four weeks after treatment. The general average of the same treatment was 3.41, 9.08 and 0.77%, respectively, and the combined treatment (Belt + *M. anisopliae*) came second in the average fruit infestation rate (7.74%) and third in leaf-mining level, and infestation severity, which amounted to 12.41 and 1.10%, respectively. However, the Movento 100 SC treatment ranked third in fruits infestation rate and second in leaf-mining level which reached 8.08 and 10.49%, respectively, and it did not differ significantly from the combined treatment *M. anisopliae* + Movento in infestation severity with an average of 7.30%, whereas the treatment star anise + *M. anisopliae* ranked third, with an average infestation severity of 30.9%.



**Keywords:** *T. absoluta*, insecticides, *M. anisopliae*, *Conocarpus erectus*, star anice



***Affiliation of authors:*** *M.F. Raad[1], S Z. Baker[1] and A.A. Kareem[2*]. (1) Plant Protection Department, College of Agriculture, University of Tikrit, Iraq; (2) Plant Protection Department, College of Agriculture, University of Kerbala, Iraq. *Email address of corresponding author: ali.kareem@uokerbala.edu.iq*


## المراجع


**الساهوكي، مدحت وهيب و كريمة محمد.** 1990. تطبيقات في تصميم وتحليل التجارب، مطبعة دار الحكمة للطباعة والنشر، الموصل، العراق. 488 صفحة.

*[**El-Sahouki, M.W. and K. Mohammed.** 1990. Applications in Experimental Design and Analysis. Dar Al-Hikma Publishing and Printing House. Mosul, Iraq. 488 pp. (In Arabic).]*

**الموسوي، منى ابراهيم جاسم.** 2015. إنتاج وتوصيف أنزيم البروتييز القاعدي من الفطر *M. anisopliae* كعامل من عوامل السيطرة الحيوية تجاه عثة الشمع الكبرى *Galleria mellonella*. رسالة ماجستير. كلية التربية للعلوم الصرفة، جامعة كربلاء، العراق. 156 صفحة.

***[El-Mousawy, M.I.J.** 2013. Identification and production of protease enzyme isolated from the fungus M. anisopliae as a biological agent for the control of the greater wax moth Galleria mellonella. M. Sc. thesis, College of Education of Basic Sciences, University of Karbalaa, Iraq.156 pp. (In: Arabic).].*

**Abd, D.A., A.A. Kareem and A.A. Lahuf.** 2021. Molecular identification of sweet potato whitefly *Bemisia tabaci* putative species in Karbala province, Iraq and possibility control it using the nanoparticles of MgO and ZnO. Plant Cell Biotechnology and Molecular Biology, 22:175-184.

**Bajracharya, A.S.R., R.P. Mainali, B. Bhat, S. Bista, P.R. Shashank and N.M. Meshram.** 2016. The first record of South American tomato leaf miner, *Tuta absoluta* (Meyrick 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae) in Nepal.


## References


Journal of Entomology and Zoology Studies, 4(4):1359-1363.

**Blaske, V.U. and H. Hertel.** 2001. Repellent and toxic effects of plant extracts on subterranean termites (Isoptera: Rhinotermitidae). Journal of Economic Entomology, 94(5):1200-1208. https://doi.org/10.1603/0022-0493-94.5.1200

**Chang, K.S. and Y.J. Ahn.** 2001. Fumigant activity of E-anethole identified in *Illicium verum* fruit against *Blattella germanica*. Pest Management Science, 58:16-166. https://doi.org/10.1002/ps.435

**Chermiti, B., K. Abbes, M. Aoun, S.B. Othmane, M. Ouhibi, W. Gamoon and S. Kacem.** 2009. First Estimate of the Damage of *Tuta asoluta (*Povolny) (Lepidoptera: Gelechiidae) and evaluation of the efficiency of sex pheromone traps in greenhouses of tomato crop in the Bekalta region, Tunisia. The African Journal of Plant Science and Biotechnology, 3(Special issue 1):49-52.

**Clarke, J.F.** 1962. New species of microlepidoptera from Japan. Entomological News, 73:102.

**Draganova, S. and E. Markova.** 2006. Bioassays with isolates of Entomopathogenic fungi against Ephestia kuhniella Zell. (Lepidoptera: Pyralidae). Bulgarian Journal of Agricultural Sciences, 12:637-643.

**Dumas, C., V. Matha, J.M. Quiot and A. Vey.** 1996. Effects of destruxins, cyclic deposipeptide mycotoxins, on calcium balance and phosphorylation

**Poude, A. and K. Kafle.** 2021. *Tuta absoluta*, a devastating pest of tomato: a review. International Journal for Research in Applied Sciences and Biotechnology, 8(5):193-197. http://dx.doi.org/10.31033/ijrasb.8.5.29

**Raja, N., A. Babu, S. Dorn and S. Ignacimuthu.** 2001. Potential of plants for protecting stored pulses from *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Bruchidae) infestation. Biological Agriculture and Horticulture, 19(1):19-27. https://doi.org/10.1080/01448765.2001.9754906

**Rajabpour, A., A.R.A. Mashahdi and M.R. Ghorbani.** 2019. Chemical compositions of leaf extracts from *Conocarpus erectus* L. (Combretaceae) and their bioactivities against *Tribolium castaneum* Herbst (Coleoptera: Tenebrionidae). Journal of Asia-Pacific Entomology, 22(1):333-337. https://doi.org/10.1016/j.aspen.2019.01.015

**Saadullah, M., B.A. Chaudary and M. Uzair.** 2016. Antioxidant, phytotoxic and antiurease activities, and total phenolic and flavonoid contents of *Conocarpus lancifolius* (Combretaceae). Tropical Journal of Pharmaceutical Research, 15(3):555-561. https://doi.org/10.4314/tjpr.v15i3.17

**Salazar-López, N.J., M.L. Aldana-Madrid, M.I. Silveira-Gramont and J.L. Aguiar.** 2016. Spirotetramat — an alternative for the control of parasitic sucking insects and its fate in the environment. Pages 41-54. In: Insecticides Resistance. S. Trdan (ed.). Rijeka: IntechOpen, UK. 450 pp. https://doi.org/10.5772/60478

**Sandhu, S.S., H. Shukla, R.P. Aharwal, S. Kumar and S. Shukla, S.** 2017. Efficacy of entomopathogenic fungi as green pesticides: current and future prospects. Pages 327-349. In: Microorganisms for Green Revolution. D.G. Panpatte, Y.K. Jhala, R.V. Vyas and H.N. Shelat (eds.). Springer, Singapore. 443 pp.

**Sim, K.L. and D. Perry.** 1997. Analysis of swainsonine and its early metabolic precursors in cultures of *Metarhizium anisopliae.* Glycoconjugate Journal, 14:661-668. https://doi.org/10.1023/A:1018505130422

**Waisen, P., K.H. Wang and B.S. Sipes.** 2019. Effect of spirotetramat (Movento®) on hatch, penetration, and reproduction of *Rotylenchulus reniformis.* Nematropica, 49(2):194-199.

**Zhang, B.** 2012. Evaluation of plant extracts from *Illicium verum* for the control of museum insect pest *Demestes maculatus*. International Journal of Animal and Veterinary Advances, 4(2):119-124.

**Zhou, B.G., S. Wang, T.T. Dou, S. Liu, M.Y. Li, R.M. Hua and H.F. Lin.** 2016. Aphicidal activity of *Illicium verum* fruit extracts and their effects on the acetylcholinesterase and glutathione S-transferases activities in *Myzus persicae* (Hemiptera: Aphididae). Journal of Insect Science, 16(1):11. https://doi.org/10.1093/jisesa/iev163

on intracellular protein in lepidopteran cell lines. Comparative Biochemistry and Physiology. Part C, Pharmacology, Toxicology & Endocrinology, 114C:213-219. https://doi.org/10.1016/0742-8413(96)00041-2

**El-Bassouiny, H.M., A.F. Ahmed, W.A. Madany and S. Selim.** 2022. Impact of tetramic acid derivatives compounds against cotton Lepidoptera pests' neonate larvae *Earias insulana* (Boisd.). International Journal of Entomology Reasearch, 7(4):170-176.

**Filho, M.M., E.F. Vilela, J.M. Jham, A. Attygalla, A. Svatos and J. Meinwald.** 2000. Initial studies of mating disruption of the tomato moth, *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) using synthetic sex pheromone. Journal of the Brazilian Chemical Society, 11:621-628. http://dx.doi.org/10.1590/S0103-50532000000600011

**Garzia, G.T., G. Siscaro, A. Biondi and L. Zappalà.** 2012. *Tuta absoluta*, a south American pest of tomato now in the eppo region: biology, distribution and damage. EPPO Bulletin, 42(2):205-210. https://doi.org/10.1111/epp.2556

**Gottwald, T.R. and W.L. Tedders.** 1984. Colonization transmission and longevity of *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* (Deuteromycotina: Hyphomycetes) on pecan weevil larvae (Coleoptera: Curculionidae) in the soil. Environmental Entomology, 13(2):557-560. http://dx.doi.org/10.1093/ee/13.2.557

**Illakwahhi, D.T. and B.B.L. Srivastava.** 2017. Control and management of tomato leafminer *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidotera, Gelechiidae): A review. IOSR Journal of Applied Chemistry (IOSR-JAC), 10(6):14-22.

**Kareem, A.A., G. Port and K. Wolff.** 2019. Population structure of the glasshouse whitefly *Trialeurodes vaporariorum* (Hemiptera: Aleyrodidae) shows multiple introductions to the UK. Agricultural and Forest Entomology, 21(2):139-148. https://doi.org/10.1111/afe.12314

**Kareem, A.A., S.A. Logan, G. Port and K. Wolff.** 2020**.** *Bemisia tabaci* in Iraq: Population structure, endosymbiont diversity and putative species. Journal of Applied Entomology, 144(4):297-307. https://doi.org/10.1111/jen.12736

**Katbeh-Bader, A.M., T.M. Al-Antary and A.S. Alhawamdeh.** 2019. The susceptibility of three tomato cultivars and the efficacy of three chemicals in controlling the broad tomato leaf miner *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) in the region of middle Jordan Valley in Jordan. Fresenius Environmental Bulletin, 28(9):6914-6922.

**Marium, F., T. Muhammad and G. Asim.** 2013. Effect of flubendiamide and spirotetramat on the haemocytes of American bollworm, *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae). Pakistan Entomologist, 35(2):129-134.

**Received: July 24, 2022; Accepted: September 7, 2022**

**تاريخ الاستلام: 2022/7/24؛ تاريخ الموافقة على النشر: 2022/9/7**