

التأثير غير المباشر لبعض مبيدات الحشرات في مرض اللفحة المبكرة للطماطم/البندورة (*Alternaria solani*) في ظروف المختبر والصوبات الزراعية

عبد النبي عبد الأمير مطرود^{1*}، عبد الحق رحومة² وأزهر حميد فرج الطائي³

(1) قسم وقاية النبات، كلية الزراعة، جامعة البصرة، العراق؛ (2) المعهد العالي للعلوم الفلاحية بشط مريم، جامعة سوسة، تونس؛

(3) كلية الزراعة، جامعة واسط، الكوت، العراق. * البريد الإلكتروني للباحث المرسل: abdelhak.rhouma@gmail.com

الملخص

مطرود، عبد النبي عبد الأمير، عبد الحق رحومة وأزهر حميد فرج الطائي. 2022. التأثير غير المباشر لبعض مبيدات الحشرات في مرض اللفحة المبكرة للطماطم/البندورة (*Alternaria solani*) في ظروف المختبر والصوبات الزراعية. مجلة وقاية النبات العربية، 40(3): 231-239. <https://doi.org/10.22268/AJPP-40.3.231239>

يعد مرض اللفحة المبكرة الذي يسببه الفطر *Alternaria solani* أحد الأمراض المهمة اقتصادياً التي تصيب الطماطم/البندورة؛ وفي بعض الحالات، قدّرت خسارة الإنتاج بسبب هذا المرض بنحو 80%. حالياً، يتم استخدام المبيدات لإدارة مرض اللفحة المبكرة بسبب عدم وجود أصناف مقاومة قوية. ويهدف مكافحة هذا المرض، تم تقييم تأثير معاملة صنف الطماطم/البندورة الحساس "سوبر مارماند" بثلاثة مبيدات حشرية (Diazinon، Match® 050 EC و Vertimec®) تحت ظروف المختبر والصوبات الزراعية. في المختبر، كان المبيد Vertimec® (بتركيز 300 جزء في المليون) هو أكثر المبيدات الحشرية فعالية ضد *A. solani*، مع تثبيط نمو ميسيليوم الفطر الممرض بنسبة تفوق الـ 93%، وخفض إنتاج أبواغ الفطر إلى (0.26×10³ بوغ/مل) وتثبيط إنباتها (98.79%) وتخفيض وزنها الجاف (0.0144 مغ). في تجارب الصوب الزراعية، أدى تطبيق المبيد Vertimec® على أوراق الطماطم/البندورة المصابة بـ *A. solani* إلى خفض نسبة الإصابة بشكل ملحوظ (20.33%)؛ ولم يقتصر تأثير هذا المبيد الحشري فقط على حماية نباتات الطماطم/البندورة، ولكنه أدى أيضاً إلى تحسين نموها عن طريق زيادة الأوزان الطازجة والجافة للمجموع الخضري (21.94 غ و 3.85 غ، على التوالي) والجذري (3.84 غ و 0.89 غ، على التوالي). بناءً على هذه النتائج، يمكن في حالة وجود إصابة حشرية بالإضافة إلى مرض اللفحة المبكرة على الطماطم اقتراح استخدام المبيد Vertimec® لمكافحة اللفحة المبكرة في آن معاً.

كلمات مفتاحية: *Alternaria solani*، اللفحة المبكرة، المبيدات الحشرية، الطماطم/البندورة.

المقدمة

استخدمت عدة طرائق لمكافحة اللفحة المبكرة، ومن أبرزها استعمال المبيدات الفطرية الكيميائية باعتبارها الطريقة الأكثر كبح الأضرار الناجمة عنها، وما زالت هذه المبيدات حتى الوقت الحاضر تشكل الدعامة الأساسية في مكافحة العديد من الأمراض الفطرية بالتكامل مع طرائق مكافحة الأخرى (Rhouma et al., 2016). وقد اتجه الاستثمار العالمي نحو إنتاج العديد من المبيدات، وما زالت شركات إنتاج المبيدات تطرح في الأسواق العديد من المبيدات الفطرية الجديدة سنوياً لمكافحة مرض اللفحة المبكرة على البندورة/الطماطم (Matrood & Rhouma, 2021b)؛

تحتل المبيدات الكيميائية مركز الصدارة كوسيلة لمكافحة الآفات الزراعية كونها اقتصادية وسريعة التأثير، وقد لعبت دوراً كبيراً في زيادة إنتاج المحاصيل الزراعية عن طريق وقاية النبات من الآفات المختلفة، أو حماية المحاصيل من الإصابة، أو الحد من انتشار الحشرات الناقلة للأمراض النباتية وغيرها (Parvin et al., 2021).

تؤدي أمراض النبات دوراً مباشراً في تحطيم الموارد الزراعية، ولاسيما تلك الأمراض الناجمة عن الإصابة بالمرمضات الفطرية، والتي تعدّ من أشدّ المرمضات ضرراً وفتكاً بالنباتات وتتسبب بخسائر فادحة (Matrood & Rhouma, 2021a). وفي هذا السياق، تواجه زراعة البندورة/الطماطم، في جميع أنحاء العالم، العديد من مسببات المرضية، وفي مقدمتها الأمراض الفطرية، ويعدّ مرض اللفحة المبكرة من الأمراض الخطيرة صعبة المكافحة والتي تسبب خسائر اقتصادية كبيرة في المحصول (Rhouma et al., 2021a). تمّ تشخيص *Alternaria solani* في دول متعددة من العالم كمسبب رئيس لهذا المرض، ويتميز الفطر *A. solani* بقدرته على إنتاج أنواع مختلفة من السموم (Meena et al., 2017) التي تساهم في غزو النسيج النباتي وإحداث الإصابة (Omar & Mahmoud, 1995).

ثم نُقلت 3-4 قطع لكلٍ من الأوراق والثمار إلى طبق بترتي معقم قطره 9 سم يحتوي على وسط غذائي مكون من PDA معقم أضيف إليه المضاد الحيوي chloramphenicol (250 مغ/ل). حُصّنت جميع الأطباق عند درجة حرارة $25 \pm 2^\circ\text{C}$ لمدة سبعة أيام (Boughalleb-M'Hamdi et al., 2017؛ Matrood et al., 2021). شُخص الفطر اعتماداً على الصفات التصنيفية الواردة في مفتاح تعريف الفطر *Alternaria sp.* (Chelkowski & Visconti, 1992).

اختبار القدرة الإراضية للفطر *Alternaria solani*

استعملت في هذه التجربة شتلات طماطم/بندورة، صنف Super Marmond، بعمر أربعة أسابيع، زُرعت البادرات في أصص بلاستيكية (ثلاث بادرات لكل أصيص) احتوت على مزيج من التربة والبيتموس بنسبة 1:1. عُمّ مزيج التربة باستعمال الفورمالين التجاري، وذلك بتحضير محلول قوامه 1:50 فورمالين/ماء. استعمل المحلول بمعدل 3 لتر ماء/م³ تربة. وبعد أسبوعين من الزراعة، لُقّحت النباتات بالمعلق البوغي لعزلات الفطر بصورة مستقلة وبتركيز 10⁵ بوغ/مل، وقد تمّ ضبط التركيز باستعمال شريحة معداد كريات الدم haemocytometer. تمّت المعالجة باستعمال مرشة يدوية سعة لتر. غُطّيت النباتات بصندوق بلاستيكي وذلك لرفع نسبة الرطوبة خلال الأيام الثلاثة الأولى من الإلقاح ولضمان نجاح الإصابة، وبعدها تمّ رفع الصندوق البلاستيكي وتُركت الأصص داخل البيت الزجاجي لمدة أسبوعين (Matrood et al., 2021). نُفّذت التجربة بمعدل تسعة مكررات لكل معاملة. استخدم مقياس مؤشر للمرض مكوّن من ستّ درجات: 0 = لا توجد بقع؛ 1 = تغطي البقع حوالي 1-10% من سطح الورقة؛ 2 = تغطي البقع حوالي 11-20% من سطح الورقة؛ 3 = تغطي البقع حوالي 21-40% من سطح الورقة؛ 4 = تغطي البقع حوالي 41-60% من سطح الورقة؛ 5 = تغطي البقع حوالي 61-100% من سطح الورقة (Matrood et al., 2021). وحُسبت شدة الإصابة وفق المعادلة التالية (Matrood & Rhouma, 2021a):

$$\text{نسبة الإصابة (\%)} = \frac{\text{مجموع القيمة الرقمية لمقياس مؤشر المرض}}{\text{العدد الإجمالي للنباتات} \times \text{القيمة الرقمية لأعلى مقياس لمؤشر المرض}} \times 100$$

تأثير تراكيز مختلفة من المبيدات الحشرية في نمو الفطر *Alternaria solani* استعمل في هذه التجربة ثلاثة مبيدات حشرية، هي: Vertimec، Diazinon و Match. حُصّر وسط غذائي PDA وعُمّ في جهاز التعقيم البخاري، وتُرك ليبرد بعد التعقيم لحين انخفاض درجة حرارته إلى ما قبل

ويبدو أن التوسع في استخدام هذه المبيدات يتجه نحو الزيادة مستقبلاً رغم الإدراك المتزايد للمخاطر الناتجة عن استعمالها، وذلك لسهولة استخدامها وسرعة تأثيرها على الآفة. وعلى الرغم من مساهمة المبيدات الكيميائية في زيادة الإنتاج الزراعي، فإنّ الفعالية الحيوية/البيولوجية لأي مبيد كيميائي لا تنحصر ضمن دائرة تأثيره على كائنات حيّة مستهدفة، وإنما تمتد هذه الفعالية لتشمل كائناتٍ أخرى غير مستهدفة (Matrood & Rhouma, 2021a, 2021c). وتأسيساً على هذا المبدأ، فإنّ التأثيرات الجانبية لمبيدات الفطور المحفزة أو المثبطة لكائنات مفيدة أو مضرّة محتملة الحدوث، قد تؤثر على المحصول الاقتصادي، فضلاً عن تأثيرها على الفطور المستهدفة، وذلك نتيجة لتأثيرها إمّا بشكل مباشر عليها أو بشكل غير مباشر على أحياء أخرى تعود بالفائدة أو بالضرر على المحصول الاقتصادي (Menendez et al., 1999؛ Rossi et al., 2018)، وذلك لأنّ النباتات الزراعية تشكّل أنواعاً مختلفة من العلاقات مع الكائنات الأخرى (Zachery et al., 2015). وقد أدى استخدام بعض المبيدات الفطرية إلى تغيير مجتمع الأعداء الحيوية (Haggag & Farghaly, 2007؛ Flores et al., 2014). بالنظر إلى حقيقة أن المبيدات تُحدث عموماً جوانباً سلبية تطل العديد من الكائنات غير المستهدفة مما يسبب خللاً في التوازن الطبيعي، إلا أنّ المبيدات الفطرية عموماً تعدّ أقلّ سميّة للكائنات الأخرى مقارنةً بالمبيدات الحشرية (Rossi et al., 2018).

نظراً إلى الأهمية المتزايدة لمحصول الطماطم/البندورة في العراق، فقد تمّ اختبار تأثير بعض المبيدات الحشرية مخبرياً وفي البيت الزجاجي على بعض عزلات الفطر *Alternaria solani* المعزول من أوراق وثمار الطماطم/البندورة. تكمن الغاية من هذا البحث في تحديد مبيد حشري فعّال لمكافحة اللبحة المبكرة وبعض الحشرات الضارة الأخرى، مما يُسهم في الاستغناء عن المبيدات الفطرية في حالة إصابة نبات الطماطم بمجموعة من الآفات (اللبحة المبكرة، التريس، العثّ، العناكب، إلخ) في وقتٍ واحد.

مواد البحث وطرائقه

عزل وتشخيص الفطر *Alternaria solani*

جلبت أوراق وثمار الطماطم/البندورة، من حقول محافظة البصرة، التي ظهرت عليها أعراض نموذجية لمرض اللبحة المبكرة، وهي عبارة عن بقع بنيّة داكنة محاطة بهالة صفراء. غُسلت الأوراق والثمار جيداً بماء جارٍ لإزالة الأتربة ثم تركت لمدة قصيرة لتجف. قُطعت هذه الأجزاء إلى قطع صغيرة بطول 0.5-1 سم، وعُمّت بمحلول هيبوكلوريت الصوديوم بتركيز 10% (من المستحضر التجاري) لمدة عشر دقائق، وبعدها غُسلت بالماء المقطر المعقم، ثم جففت على ورق ترشيح نوع Watman-No4،

تأثير المبيدات الحشرية في الوزن الجاف للفطر *Alternaria solani* وزع الوسط الغذائي PDA في دوارق زجاجية مخروطية حجم 100 مل بمعدل 75 مل لكل دوارق، وعقم الوسط الغذائي بجهاز التعقيم البخاري. كما في التجارب السابقة، أضيف كل من المبيدات Vertimec، Diazinon و Match لكل دوارق وبتركيز 100 جزء بالمليون على حدة، ثم لقتح الدوارق بقرص حجم 0.5 سم من الوسط لغذائي النامي عليه الفطر *A. solani*، مع تحريك ورج الدوارق الزجاجية كل يومين. نفذت هذه التجربة بتسعة مكررات لكل معاملة (معاملة المقارنة بدون مبيدات حشرية)، باستعمال التصميم العشوائي الكامل (CRD). بعد أربعة عشر يوماً من مدة التحضين عند حرارة 25 ± 2 °س، سحب الغزل الفطري من داخل الدوارق وغسل مرات عدة بالماء المقطر المعقم لإزالة الوسط الغذائي العالق به ثم وضع هذا الغزل الفطري في قمع مغطى بورق ترشيح نوع Whatman No-1 لإزالة الماء الزائد. جفف الغزل الفطري في فرن عند حرارة 70°س لمدة 48 ساعة وحسب الوزن الجاف للغزل الفطري باستعمال ميزان حساس نوع Sartorius (Matrood, 2018؛ Matrood & Rhouma, 2021a, 2021b).

تأثير المبيدات الحشرية في إنبات أبواغ الفطر *Alternaria solani* أخذ قرص بقطر 0.5 سم من الفطر المنمى في وسط PDA ووضع في أنبوب زجاجي يحتوي على 4.5 مل من الماء المقطر المعقم رج الأنبوب جيداً لمدة 5 دقائق لفصل أبواغ الفطر ثم أخذ 1 مل من العالق وأضيف إلى 9 مل من الماء المقطر المعقم، وكُررت العملية مرتين للحصول على التركيز 10^3 ، أخذ 1 مل من التخفيف الأخير وأضيف إلى أطباق بتري معقمة، ثم أضيف إلى كل طبق منها 20 مل من الوسط Water agar الممزوج مع المبيدات الثلاثة (Vertimec، Diazinon و Match) وبتركيز 100 جزء بالمليون من كل مبيد. نُفذت التجربة بتسعة مكررات لكل معاملة باستعمال التصميم كامل العشوائية. بعد 24 ساعة من التحضين، حُسبت أعداد الأبواغ النابتة واستخرجت النسبة المئوية لتنشيط الإنبات (Matrood, 2018؛ Matrood & Rhouma, 2021a, 2021b):

$$\% \text{ لتنشيط الإنبات} = \frac{\text{عدد الأبواغ النابتة في المقارنة} - \text{عدد الأبواغ النابتة في المعاملة}}{\text{عدد الأبواغ النابتة في المقارنة}} \times 100$$

تأثير المبيدات الحشرية في حساسية نبات الطماطم/البندورة للإصابة بالفطر *Alternaria solani* زُرعت بذور الطماطم/البندورة، صنف سوبر مارماند، في صواني الزرع والتي تحتوي على مزيج من التربة والبيتموس ومعقمة بالفورمالين التجاري. بعد أربعة أسابيع من الزرع، نقلت شتلات الطماطم/البندورة إلى أصص بلاستيكية تحتوي على مزيج من التربة والبيتموس، وبمعدل ثلاث

مرحلة التصلب وزُرعت في دوارق زجاجية بحجم 100 مل وبمعدل 75 مل لكل دوارق. حُضِر محلول أساس بتركيز 1000 جزء بالمليون لكل مبيد. نُقلت كمية معينة من المحلول الأساس إلى الدوارق الحاوية على الوسط الزراعي للحصول على التراكيز: 100، 200 و 300 جزء بالمليون لكل مبيد حشري. رُجّت الدوارق، التي أضيفت المبيدات إليها، جيداً بغرض تجانس وتوزيع المبيد مع الوسط الغذائي. صُبّ الوسط الغذائي الذي يحتوي على المبيدات في أطباق بتري زجاجية معقمة بقطر 9 سم. نُفذت الأطباق بأقراص قطرها 0.5 سم من عذلة الفطر *A. solani* والنامية على الوسط الغذائي PDA المعقم؛ وأما معاملة المقارنة، فتضمنت نمو عذلة الفطر في وسط زرع خالٍ من المبيدات. حُضنت جميع الأطباق عند حرارة 25 ± 2 °س. نُفذت التجربة بتسعة مكررات لكل معاملة باستعمال poisoned food technique (بدن، 1996). وبعد سبعة أيام، حُسب معدل نمو الفطر بأخذ معدّل قطرين متعامدين يمران بمركز المستعمرة، وحسبت النسبة المئوية لتنشيط النمو وفق المعادلة التالية (Rhouma et al., 2018):

$$\% \text{ التنشيط} = 100 \times \frac{\text{معدل قطر النمو في المقارنة} - \text{معدل قطر النمو في المعاملة}}{\text{معدل قطر النمو في المقارنة}}$$

تأثير المبيدات الحشرية على إنتاج الفطر *Alternaria solani* للأبواغ أضيفت المبيدات الحشرية Vertimec، Diazinon و Match إلى الوسط الغذائي PDA بتركيز 100 جزء بالمليون لكل مبيد مع وجود معاملة مقارنة بدون إضافة مبيد، وبعد ذلك صُبّت الأوساط الغذائية الحاوية والخالية من المبيدات الحشرية في أطباق بتري معقمة سعة 9 سم. بعد تصلب الأوساط الغذائية لُقتح بقرص قطره 0.5 سم من الفطر *A. solani*، وحُضنت جميع الأطباق عند حرارة 25 ± 2 °س لمدة سبعة أيام. بعد ذلك أخذ قرص بقطر 0.5 سم من الفطر النامي في الوسط الحاوي على المبيدات ووضع في أنبوب زجاجي يحتوي على 4.5 مل من الماء المقطر المعقم. رُجّ الأنبوب جيداً لمدة خمس دقائق لفصل أبواغ الفطر، ثم أخذ 1 مل من العالق وأضيف إلى 9 مل من الماء المقطر المعقم. كررت العملية مرتين للحصول على التخفيف 10^3 :1. أضيف 1 مل من معلق الفطر إلى أطباق بتري معقمة ثم صب فوقه وسط ماء الأجار الغذائي. حضنت جميع الأطباق عند حرارة 25 ± 2 °س لمدة 48 ساعة ثم حسب عدد المستعمرات الناتجة. استخرج عدد الأبواغ في كل طبق بتري بالاستعانة بالمعادلة التالية (Matrood, 2018؛ Matrood & Rhouma, 2021a, 2021b):

$$\text{عدد الأبواغ/مل} = \text{عدد المستعمرات} \times \text{عكس التخفيف}$$

تأثير تراكيز مختلفة من المبيدات الحشرية في نمو الفطر *Alternaria*

solani مختبرياً

أشارت نتائج هذه التجربة (جدول 1) إلى وجود اختلافات معنوية بين المبيدات المختلفة في نسبة تثبيط الفطر *A. solani*، وكان المبيد Vertimec الأكثر فاعليةً من بين المبيدات المستخدمة لتثبيط نمو الفطر. كما وجد أن تأثير المبيدات في نمو الفطر قد ازداد بزيادة التركيز المستعمل. أشير في عدة دراسات سابقة إلى تأثير المبيدات الحشرية في نمو الفطور (Amaresh and Nargund, 2004؛ Bavaji et al., 2012؛ Taware et al., 2014)، حيث أشارت إلى أن بعض المبيدات الحشرية مثل difenoconazole، propiconazole، carbendazim و thiophanate methyl ساهمت في تثبيط نمو الفطر *Alternaria spp.* المعزول من عدة أنواع من نباتات الطماطم/البندورة عند التراكيز العالية. إن سبب تثبيط مبيدات الحشرات لنمو الفطر ربما يعود إلى تعطيل عمل بعض الأنزيمات الضرورية في عملية التغذية، وهذا يتفق مع ما ذكره Koller et al. (1982) من أن مبيدات الفسفور العضوية، مثل مبيد براكسون، تثبط عمل أنزيم cutinase للفطر *Fusarium solani*. كما أن قدرة بعض الفطور على النمو ضمن أوساط معاملة بالمبيدات ربما تُعزى إلى قدرة الفطر على تحطيم جزيئات المبيد، فقد أشار Wallnofer & Engethardt (1989) إلى أن الفطور *Aspergillus niger*، *A. terreus* و *F. solani* تستطيع تحطيم الكثير من المبيدات. إن انخفاض النسبة المئوية للتثبيط في نمو الفطر *A. solani* في معاملة المبيد Match ربما تعود لكون هذا المبيد يعمل وفقاً لخاصية تنظيم النمو في الحشرات (Insects growth regulator)، وبالتالي فإنه يؤثر في تطور الحشرة عن طريق التأثير في هرمونات النمو الحشرية وهي مركبات غير موجودة في الفطور (Mondal & Parween, 2000).

تأثير المبيدات الحشرية على إنتاج الفطر *Alternaria solani* للأبواغ

أثرت جميع المبيدات المستعملة بدرجات متفاوتة في إنتاج أبواغ الفطر *A. solani*. وقد سجل المبيد Vertimec القيمة الأدنى والتي بلغت 10×0.26 بوغ/مل. كما وجدت فروقات معنوية ما بين المبيدات المستعملة. إن اختلاف تأثير المبيدات الحشرية في إنتاج أبواغ الفطر قد يعود إلى الاختلاف في طريقة التأثير السمي لكل مبيد، حيث تنتمي المبيدات المستعملة إلى مجاميع كيميائية مختلفة (جدول 2). ويتضح من النتائج أن جميع المبيدات قد أثرت في إنتاج أبواغ الفطر الممرض. وفي دراسة سابقة، أشار بدن (1996) إلى أن المبيد الحشري Dichlorvos أثر في إنتاج أبواغ الفطر *F. oxysporum*. إن التأثير في إنتاج أبواغ الفطر قد يعود إلى منع الفطر من الاستفادة من مصادر الكربون، أو

شتلات لكل أصيص. بعد أسبوعين من الزرع في الأصص، رُشّت النباتات بالمبيدات Vertimec، Diazinon و Match كل على حدة وحسب التركيز الموصى به (0.75 مل/لتر، 1 مل/لتر، 1 مل/لتر، على التوالي)، وتضمنت معاملة المقارنة رشّ النباتات بالماء المقطر المعقم. بعد ثلاثة أيام من المعاملة بالمبيدات، رُشّت جميع النباتات بما فيها معاملة المقارنة بالمعلق البيوعي للفطر *A. solani* وبتركيز 10^5 بوغ/مل. غُطيت النباتات بصندوق بلاستيكي لمدة يومين لرفع نسبة الرطوبة، وبعدها تُركت النباتات في البيت الزجاجي وسُقيت حسب الحاجة. نُفذت التجربة بمعدل تسعة مكررات لكل معاملة (Rhouma et al., 2021b؛ Matrood & Rhouma, 2021a). وبعد أربعة أسابيع، حُسبت شدة الإصابة (Matrood & Rhouma, 2021a)؛ كما حُسبت الأوزان الطرية والجافة للمجموعين الخضري والجذري لجميع المعاملات (Rhouma et al., 2018).

التحليل الإحصائي

حُلّت النتائج إحصائياً باستخدام برنامج SPSS وفق نموذج التجارب المنفذة باستخدام التصميم العشوائي الكامل. قورنت قيم المتوسطات الحسابية باستخدام اختبار أقل فرق معنوي عند مستوى احتمال 0.05.

النتائج والمناقشة

عزل الفطر واختبار قدرته الإمراضية

تم الحصول على عزلتين من الفطر *A. solani*؛ عذلة أعطيت الرقم 1 وتم عزلها من ثمار الطماطم/البندورة، وعُزلت الثانية من الأوراق وأعطيت الرقم 2. وعند اختبار القدرة الإمراضية للعزلتين على شتلات طماطم/بندورة بعد 15 يوم من الإصابة، فقد تبين وجود فروقات معنوية ما بين العزلتين في نسبة الإصابة، إذ بلغت 67.80% للعذلة 1 مقارنة بـ 88.95% للعذلة 2. ظهرت أعراض الإصابة في البداية على الأوراق السفلى بهيئة بقع صفراء صغيرة الحجم ثم تحولت إلى لون بني محاط بهالة صفراء، ومع تقدم الإصابة أخذت البقع بالاتساع في معظم سطح الورقة. وجاءت نتائج هذه الدراسة متفقة مع عدة دراسات أشارت إلى تباين القدرة الإمراضية لعزلات الفطر *A. solani* (Anjum et al., 2020؛ Parvin et al., 2021). وقد يعود تفوق العذلة 2 لقدرتها العالية على إفراز المركبات السامة مثل: tenuazonic acid، alternariol، monomethyl ether وغيرها، والتي تشترك في اظهار شدة المرض النباتي (Meena et al., 2017). وعلى ضوء هذه النتائج استخدمت العذلة 2 لإجراء الدراسات اللاحقة.

المبيد الحشري chlorpyrifos- methyl يؤثر في الوزن الجاف للفطر *A. solani*

تأثير المبيدات الحشرية في إنبات أبواغ الفطر *Alternaria solani*
 وجد من خلال هذه التجربة بأن ثمة فروقات معنوية في نسبة تثبيط إنبات أبواغ الفطر *A. solani*، وكان المبيد Vertimec أشد المبيدات تأثيراً (98.79%) في إنبات أبواغ الفطر، ثم تدرجت المبيدات الأخرى من ناحية التأثير (جدول 2). أشارت دراسات عديدة إلى تأثير مبيدات الحشرات في إنبات أبواغ الفطور، فقد أكد Menendez *et al.* (1999) أن مبيد الحشرات Dimethoate قلل من إنبات أبواغ الفطر *Scutellospora castaneae*، بينما زاد في إنبات أبواغ الفطرين *Glomus mosseae* و *Gigaspora rosea*. إن تأثير المبيدات الحشرية على إنبات أبواغ الفطر قد يعود إلى تحفيز المبيدات الحشرية لعمل المركبات داخل البوغ، والتي تسمى بالمشببات الداخلية، ومن ثم تثبيط الإنبات، أو قد يعمل المبيد على تعطيل عمل أنزيمات التحلل المائي داخل البوغ والتي تشترك في عملية الإنبات (Menendez *et al.*, 1999).

مصدر النيتروجين (Westergaard & Mitchell, 1947). كما ذكر فياض (1988) أن فترة النمو الخضري للفطور تزداد بوجود المبيدات في الوسط الزراعي، وهذا يتفق مع ما أشار إليه Stedman (1982) الذي لاحظ قلة أعداد الأبواغ المتكونة نتيجة زيادة فترة النمو الخضري عند وجود المبيدات في الوسط الزراعي.

تأثير المبيدات الحشرية في الوزن الجاف للفطر *Alternaria solani*
 كان لجميع المبيدات الحشرية المستعملة تأثير معنوي في خفض الوزن الجاف للفطر *A. solani* المنمى في وسط سائل يحتوي على المبيدات، وكان المبيد Vertimec أكثرها تأثيراً في الوزن الجاف للفطر الممرض بمتوسط وزن بلغ 0.0144 مغ (جدول 2). وفي دراسة سابقة، ذكر Omar & Mahmoud (1995) أن للمبيد Dimethoate تأثيراً في خفض الوزن الجاف لعدة أنواع من الفطور مثل: *Achlya racemosa*، *Allomyces*، *Thrausfotheca clavate*، *Saprolegnia ferax*، *arbuscula*. كما أشار Bednarek *et al.* (2004) إلى تأثير المبيدين carbofuran و carbosulfan في خفض الوزن الجاف للفطر *Beauveria bassiana*. كما أكد Haggag & Farghaly (2007) أن

جدول 1. تأثير تراكيز مختلفة من بعض المبيدات الحشرية في النمو الغزلي للفطر *Alternaria solani*.

Table 1. Effect of different concentrations of some insecticides on mycelial growth inhibition of *Alternaria solani*.

النسبة المئوية لتثبيط نمو الفطر (Fungal growth inhibition rate (%))					
متوسط تأثير المبيدات	التركيز (جزء بالمليون) (Concentration (ppm))			المبيدات الحشرية	
Mean insecticides effect	300	200	100	Insecticides	
39.20	48.12	44.77	24.72	Diazinon	ديازينون
15.29	16.33	14.94	14.60	Match® 050 EC	ماتش 050 مستحلب مركز
68.05	93.64	56.86	53.67	Vertimec®	فرتيمك
	52.70	38.86	31.00	Mean concentration effect	متوسط تأثير التراكيز

أقل فرق معنوي عند مستوى احتمال 5% للتراكيز = 1.9، للمبيدات = 1.27، للتداخل = 2.13

LSD_{0.05} for concentration= 1.9, for insecticides= 1.27, for interaction= 2.13

جدول 2. تأثير بعض المبيدات الحشرية في تثبيط التبوغ والوزن الجاف ونسبة تثبيط إنبات أبواغ الفطر *Alternaria solani*

Table 2. Effect of some insecticides on the inhibition of sporulation, dry weight of the fungus and spore germination of *Alternaria solani*

نسبة تثبيط إنبات أبواغ الفطر (<i>Alternaria solani</i>) (%)	متوسط وزن الفطر الجاف (مغ)	معدل أبواغ الفطر/1 مل ($10^3 \times$)	المبيد الحشري	
Inhibition rate of <i>Alternaria solani</i> spores (%)	Mean fungus dry weight (mg)	Mean number of spores/ml ($\times 10^3$)	Insecticide	
-	0.1946	42.75	Control	الشاهد
63.65	0.1602	10.13	Match® 050 EC	ماتش 050 مستحلب مركز
79.33	0.0236	5.29	Diazinon	ديازينون
98.79	0.0144	0.26	Vertimec®	فرتيمك
2.42	0.0197	5.36		LSD _{0.05}

هذا يتفق مع ما أشار إليه Owens (1953) الذي أثبت أن مركبات Dithiocarbamate أدت إلى تثبيط عمل الأنزيمات الداخلية للبوغ. كما وجد علاقة ارتباط سالبة $R = -0.7$ ما بين النسبة المئوية لتثبيط إنبات الأبواغ وشدة الإصابة بالفطر *A. alternata*، مما يشير إلى أن انخفاض شدة الإصابة بهذا الفطر عند المعاملة بالمبيدات الحشرية قد يعود إلى تثبيطها لإنبات أبواغه.

تأثير المبيدات الحشرية في حساسية نبات الطماطم/البندورة للإصابة بالفطر *Alternaria solani*

أدت التطبيقات الورقية للمبيدات الحشرية إلى خفضٍ معنوي في شدة المرض، وتحسين العديد من المعايير الزراعية مثل الأوزان الطازجة والجافة لشتلات الطماطم/البندورة المعاملة. بينت النتائج بأن شتلات الطماطم/البندورة التي تمت معاملةها بالمبيدات الحشرية Diazinon و Vertimec قد أظهرت أعراضاً مرضية أقل على أجزائها الخضرية الأمر الذي تجسّد بخفض مؤشر شدة المرض إلى 25.19% و 20.33%، بينما كان المبيد Match أقلها كفاءةً بنسبة 39.58%. أظهرت النتائج الحالية أنّ استخدام Diazinon و Vertimec أدى إلى زيادة معنوية في الوزن الطري للمجموع الخضري (20.86 غرام و 21.94 غرام، على التوالي) والمجموع الجذري (3.95 غرام و 3.84 غرام، على التوالي) لبادرات الطماطم/البندورة المعاملة. وفي السياق نفسه، أظهرت المبيدات الحشرية Diazinon و Vertimec زيادةً معنوية في الوزن الجاف للمجموع الخضري والجذري على حدٍ سواء (جدول 3). هذا وأكدت العديد من الدراسات بأنّ بعض مبيدات الحشرات تجعل النبات أكثر مقاومة للكائنات الدقيقة عند معالجة الأوراق (Rossi et al., 2018؛ Zachery et al., 2015؛ Flores et al., 2014؛ Marsh, 1972؛ Rossi et al., 2018؛).

مما تقدّم يمكن الاستنتاج أن المبيد الحشري Vertimec® هو الأفضل في ظروف المختبر والصوبات الزراعية، إذ تفوق في فعاليته على المبيدات الحشرية الأخرى. وبناءً على هذه المعطيات، فإن استعمال هذا المبيد قد يُسهم في الحدّ من الأضرار الناجمة ليس فقط عن حشرات التريبس، والعتّ، والعناكب وإتّما عن مرض اللفحة المبكرة أيضاً.

جدول 3. تأثير بعض المبيدات الحشرية على شدة الإصابة بالفطر *Alternaria solani* وعلى الوزن الطري والجاف للمجموع الخضري والجذري لنبات الطماطم/البندورة.

Table 3. Effect of some insecticides on the disease severity and the fresh and dry weights of the shoot and root systems of tomato plants.

الوزن الجاف (غرام) Dry weight (g)		الوزن الطري (غرام) Fresh weight (g)		شدة الإصابة (%) Disease severity (%)	المبيدات الحشرية Insecticides
مجموع جذري Root system	مجموع خضري Shoot system	مجموع جذري Root system	مجموع خضري Shoot system		
0.39	1.13	2.04	10.64	75.96	الشاهد Control
0.52	1.29	2.17	11.24	39.58	ماتش 050 مستحلب مركز Match® 050 EC
0.91	3.96	3.95	20.86	25.19	ديازينون Diazinon
0.89	3.85	3.84	21.94	20.33	فرتيمك® Vertimec®
0.39	1.16	1.12	3.03	2.24	LSD _{0.05}

Abstract

Matrood, A.A.A., A. Rhouma and A.H.F. Al-Taie. 2022. Indirect Effect of Some Insecticides on Tomato Early Blight (*Alternaria solani*) Under Laboratory and Greenhouse Conditions. Arab Journal of Plant Protection, 40(3): 231-239. <https://doi.org/10.22268/AJPP-40.3.231239>

Early blight disease is one of the serious diseases of tomato caused by *Alternaria solani*. In some instances, annual economic yield loss due to this disease was estimated at 80%. Currently, pesticide applications are used for the management of early blight disease due to the lack of resistant cultivars. The effect of treatment of the susceptible tomato cultivar Super Marmond with three insecticides (Diazinon, Match® 050 EC and Vertimec®) was evaluated under laboratory and greenhouse conditions. *In vitro* assay showed that the pesticide Vertimec® (at a concentration of 300 ppm) was the most effective against *A. solani* with mycelial growth inhibition above 93%, inhibition of fungal sporulation to 0.26×10^3 spores/ml, and spore germination inhibition of 98.79%. In addition, there was a reduction in *A. solani* spores and their dry weight (0.0144 mg) in the presence of Vertimec®. In greenhouse experiments, when Vertimec® was used curatively on tomato leaves against *A. solani*, it lowered significantly disease severity (20.33%). The effect of this insecticide was not limited only to the protection of tomato plants but it also improved their growth by increasing the tomato shoot fresh and dry weights (21.94 g and 3.85 g, respectively) as well as the root fresh and dry weight (3.84 g and 0.89 g, respectively). Based on the results obtained, it can be concluded that Vertimec® could be used for early blight management when the tomato crop is also infested with insect pests.

Keywords: *Alternaria solani*, early blight, insecticide, tomato.

Affiliation of authors: A.A.A. Matrood¹, Abdelhak Rhouma^{2*} and Azher Hameed Faraj Al-Taie³. (1) Department of Plant Protection, College of Agriculture, University of Basrah, Iraq. (2) Higher Agronomic Institute of Chott Mariem Sousse, University of Sousse, Tunisia, (3) Department of Plant Protection, College of Agriculture, University of Wasit, Kut, Iraq. *Email address of corresponding author: abdelhak.rhouma@gmail.com

References

المراجع

- Bednarek, A., E. Popwska-Nowak, E. Pezowicz and M. Kamioner.** 2004. Integrated methods in pest control: effect of insecticides on entomopathogenic fungi [*Beauveria bassiana* [Bals] Vuill., *B.brongniartii* [Sacc.]] and nematodes [*Heterorhabditis megidis* Poinar, Jackson, Klein, *Steinernema feltiae* Filipjev, S. Glaseri Steiner]. Polish Journal of Ecology, 52: 223-228.
- Boughalleb-M'Hamdi, N., A. Rhouma, I. Ben Salem and M. M'Hamdi.** 2017. Screening and pathogenicity of soil-borne fungal communities in relationship with organically amended soils cultivated by watermelon in Tunisia. Journal of Phytopathology and Pest Management, 4(1): 1-16. <http://ppmj.net/index.php/ppmj/article/view/82>
- Chelkowski, J. and A. Visconti.**1992. *Alternaria*: biology, plant diseases, and metabolites. Elsevier: Wisconsin University - Madison, 573 pp.
- Flores, L., Z. Banjac, M. Farré, A. Larrañaga, E. Mas-Martí, I. Muñoz, D. Barceló and A. Elozegi.** 2014. Effects of a fungicide (imazalil) and an insecticide (diazinon) on stream fungi and invertebrates associated with litter breakdown. Science of the Total Environment, 477: 532-541. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2014.01.059>
- Haggag, K.H.E. and S.F. Farghaly.** 2007. Effect of metalaxyl and chlorpyrifos-methyl against early blight (*Alternaria solani*, Sor.) and whitefly (*Bemisia tabaci*, Genn.) in tomato and eggplant. Journal of Applied Sciences Research, 3(8): 723-732.
- Katan, J. and Y. Eshel.** 1972. Interactions between herbicides and plant pathogens. Residue Reviews, 36: 145-177.
- Badan, M.M.** 1996. Effect of some pesticides on non-targeted soil fungi. M. Sc. thesis, Faculty of Agriculture, Basra University, Iraq. 83 pp. (In Arabic.)
- فياض، م.ع.** 1988. تأثير مبيد الأذغال الترفلان على إصابة نبات القطن بالفطرين *Rhizoctonia solani* و *Macrophomina phaseolina*. رسالة ماجستير، كلية الزراعة، جامعة بغداد. 71 صفحة.
- [Fayad, M.A.]** 1988. Effect of the herbicide triflan on cotton infection with the fungal pathogens *Rhizoctonia solani* and *Macrophomina phaseolina*. M. Sc. thesis, Faculty of Agriculture, Baghdad University, Iraq. 71 pp. (In Arabic.)
- Amaresh, Y.S. and V.B. Nargund.** 2004. *In vitro* evaluation of fungicides against *Alternaria heliathi* causing leaf blight of sunflower. Indian Journal of Plant Pathology, 22: 79-82.
- Anjum, M.Z., Z. Iqbal and M.U. Ghazanfar.** 2020. Pathogenicity of *Alternaria solani* on tomato plants and its management by Entomopathogenic fungi under laboratory conditions. International Journal of Botany Studies, 5(1): 94-97.
- Batista Filho, A., J.E.M. Almeida and C. Lamas.** 2001. Effect of Thiamethoxam on Entomopathogenic Microorganisms. Neotropical Entomology, 30(3): 437-447.
- Bavaji, M., M.D. Khamar and M.M. Nath.** 2012. *In vitro* evaluation of fungicides and plant extracts on the incidence of leaf blight on sesame caused by *Alternaria alternata* (FR) Keissler. International Journal of Food, Agriculture and Veterinary Sciences, 2: 105-107.

- Palaiah, P., J.U. Vinay, H.D. Vinay Kumar and K.V. Shiva Kumar.** 2020. Management of early blight of tomato (*Alternaria solani*) through new generation fungicides under field condition. International Journal of Chemical Studies, 8(1): 1193-1195. <https://doi.org/10.22271/chemi.2020.v8.i1p.8415>
- Parvin, I., C. Mondal, S. Sultana, N. Sultana and F.M. Aminuzzaman.** 2021. Pathological survey on early leaf blight of tomato and *in vitro* effect of culture media, temperature and pH on growth and sporulation of *Alternaria solani*. Open Access Library Journal, 8:1-17. <https://doi.org/10.4236/oalib.1107219>
- Rhouma, A., I. Ben Salem, N. Boughalleb-M'Hamdi and J.I.R.G. Gomez.** 2016. Efficacy of two fungicides for the management of *Phytophthora infestans* on potato through different applications methods adopted in controlled conditions. International Journal of Applied and Pure Science and Agriculture, 2(12): 39-45.
- Rhouma, A., I. Ben Salem, M. M'Hamdi and N. Boughalleb-M'Hamdi.** 2018. Antagonistic potential of certain soilborne fungal bioagents against *Monosporascus* root rot and vine decline of watermelon and promotion of its growth. Novel Research in Microbiology Journal, 2: 85-100. <https://doi.org/10.21608/NRMJ.2018.17864>
- Rhouma, A., A. Bouselma, M.S. Mehaoua, M.I. Khrieba and H. Bedjaoui.** 2021a. Technical document on early blight of tomato. Journal of Global Agriculture and Ecology, 11(3): 55-60. <https://www.ikpress.org/index.php/JOGAE/article/view/6827>
- Rhouma, A., M.I. Khrieba, Y.A. Salih, H. Rhouma and H. Bedjaoui.** 2021b. Efficacy of fungicides for control of powdery mildew on grapevines in Chott Sidi Abdel Salam oasis, southeastern Tunisia. Journal of Oasis Agriculture and Sustainable Development, 3(2): 1-7. <https://www.joasjournal.com/paper072021>
- Rossi, F., S. Pesce, C. Mallet, C. Margoum, A. Chaumot, M. Masson and J. Artigas.** 2018. Interactive effects of pesticides and nutrients on microbial communities responsible of litter decomposition in streams. Frontiers in Microbiology, 9: 2437. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2018.02437>
- Stedman, O.J.** 1982. The effect of three herbicides on the number of spores of *Rhynchosporium secalis* on barley stubble and volunteer plants. Annals of Applied Biology, 100: 271-279. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7348.1982.tb01939.x>
- Taware, M.R., V.M. Gholve and D.E.Y. Utpal.** 2014. Bioefficacy of fungicides, bioagents and plant extracts / botanicals against *Alternaria carthami*, the causal agent of Alternaria blight of safflower (*Carthamus tinctorius* L.). African Journal of Microbiology Research, 8: 1400-1412.
- Wallnofer, P.R. and G. Engethardt.** 1989. Microbial degradation of pesticides in chemistry of plant protection. Soeriger-Verlage, Berlin Heidelberg, 155 p
- Ware, G.W.** 1980. Effects of pesticides on nontarget organisms. Residue Reviews, 76: 173-201.
- Koller, W., C.R. Allan and P.E. Kolattukndy.** 1982. Protection of *Pisum sativum* from *Fusarium solani* f. sp. *pisi* by inhibition of cutinase. Phytopathology, 72: 1425-1430.
- Marsh, R.W.** 1972. Systemic fungicides. William Clowes & Sons, limited, London, 321 pp.
- Matrood, A.A.A.** 2018. Biocontrol of the cladosporic spot in the eggplant plant caused by the fungus *Cladosporium cladosporioides*. Arab Journal of Plant Protection, 36(3): 192-198. <https://doi.org/10.22268/AJPP-036.3.192198>
- Matrood, A.A.A. and A. Rhouma.** 2021a. Evaluation of the efficiency of *Paecilomyces lilacinus* and *Trichoderma harzianum* as biological control agents against *Alternaria solani* causing early blight disease of eggplant. Pakistan Journal of Phytopathology, 33(1): 171-176. <https://doi.org/10.33866/phytopathol.033.01.0673>
- Matrood, A.A.A. and A. Rhouma.** 2021b. Efficacy of foliar fungicides on controlling early blight disease of eggplant, under laboratory and greenhouse conditions. Novel Research in Microbiology Journal, 5(3): 1283-1293. <https://doi.org/10.21608/NRMJ.2021.178310>
- Matrood, A.A.A. and A. Rhouma.** 2021c. Evaluating eco-friendly botanicals as alternatives to synthetic fungicides against the causal agent of early blight of *Solanum melongena*. Journal of Plant Diseases and Protection, 128: 1517-1530. <https://doi.org/10.1007/s41348-021-00530-2>
- Matrood, A.A.A., A. Rhouma and O.G. Okon.** 2021. Evaluation of the biological control agent's efficiency against the causal agent of early blight of *Solanum melongena*. Arab Journal of Plant Protection, 39(3): 204-209. <https://doi.org/10.22268/AJPP-039.3.204209>
- Meena, M., S.K. Gupta, P. Swapnil, A. Zehra, M.K. Dubey and R.S. Upadhyay.** 2017. *Alternaria* Toxins: potential virulence factors and genes related to pathogenesis. Frontiers in Microbiology, 8:1451. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2017.01451>
- Menendez, A., A. Martinez, V. Chiochio, N. Venedikian, J.A. Ocampo and A. Godeas.** 1999. Influence of the insecticide dimethoate on arbuscular mycorrhizal colonization and growth in soybean plants. International Microbiology, 2(1): 43-45.
- Mondal, K. and S. Parween.** 2000. Insect Growth Regulators and their Potential in the Management of Stored-product Insect Pests. Integrated Pest Management Reviews, 5: 255-295. <https://doi.org/10.1023/A:1012901832162>
- Omar, S.A. and A.L. Mahmoud.** 1995. Inhibition of growth and mycotoxin production of *Alternaria alternata* and inhibition decayed fruits by pesticides. Mycoses, 38: 61-93.
- Owens, R.G.** 1953. Studies on the nature of fungicidal action: Inhibition of Sulfhydryl-, amino-, iron- and copper-dependent enzymes *in vitro* by fungicides and related compounds. Boyce Thompson Institute for Plant Research, 17: 221-242.

Zachery, R.S., J.H. Valerie and R.R. Jason. 2015. A synthesis of the effects of pesticides on microbial persistence in aquatic ecosystems. *Critical Reviews in Toxicology*, 45(10): 813-836.
<https://doi.org/10.3109/10408444.2015.1065471>

Westergaard, M. and H.K. Mitchell. 1947. *Neurospora V.* a synthetic medium favoring sexual reproduction. *American Journal of Botany*, 34(10): 573-577.
<https://doi.org/10.1002/j.1537-2197.1947.tb13032.x>

Received: March 1, 2022; Accepted: April 27, 2022

تاريخ الاستلام: 2022/3/1؛ تاريخ الموافقة على النشر: 2022/4/27