مقاومة العمرين اليرقي الثالث والخامس لدودة ثمار التفاح (*Cydia pomonella* L.) للمبيد دلتامثرين في محافظة السويداء، سورية

رامي بوحمدان[1*]، وجيه قسيس[2] ومازن بوفاعور[1]

(1) مركز بحوث السويداء، الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، دمشق، سورية؛ (2) قسم وقاية النبات، كلية الزراعة، جامعة دمشق، سورية.

*البريد الالكتروني للباحث المراسل: ramy.alswaida@gmail.com

الملخص

بوحمدان، رامي، وجيه قسيس ومازن بوفاعور. 2023. مقاومة العمرين اليرقي الثالث والخامس لدودة ثمار التفاح (*Cydia pomonella* L.) للمبيد دلتامثرين في محافظة السويداء، سورية. مجلة وقاية النبات العربية، 41(2): 183–189. https://doi.org/10.22268/AJPP-41.2.183189

تعدّ دودة ثمار التفاح (*Cydia pomonella* L.) الآفة المفتاحية ذات الأهمية العالمية التي تؤثر على إنتاج التفاح، وقد طوّرت هذه الآفة مقاومةً للمبيدات في معظم مناطق زراعة التفاح. لوحظ تحمّل يرقات العمر الثالث لدودة ثمار التفاح لمبيد deltamethrin بشكلٍ فائق في حقول محافظة السويداء، وبلغ معدّل المقاومة (RR) 5، 5.6 و 6.79 بعد 24، 48 و 72 ساعة من وضع المبيد، على التوالي، وأظهرت يرقات العمر الخامس غير المشتية تحمّلاً فائقاً جداً، حيث بلغ معدل المقاومة 6.42، 7.75 و 9.67 لليرقات الذكور و 8.49، 9.84 و 10.26 لليرقات الإناث بعد 24، 48 و 72 ساعة، على التوالي، ولوحظ أن إناث يرقات العمر الخامس غير المشتية أكثر مقاومةً من ذكور دودة ثمار التفاح. وبناءً على هذه النتائج يُنصح باستبعاد وتقليل استخدام المبيد deltamethrin لفترةٍ ما، أو خلطه مع مبيداتٍ أخرى حديثة، أو إدخاله في دورة تناوب للمبيدات أو خلطه بأحد المنشطات.

كلمات مفتاحية: دودة ثمار التفاح، اليرقات غير المشتية، مقاومة المبيدات الحشرية، معدّل المقاومة، دلتامثرين.

المقدمة

تعدّ البيروثرويدات من أهم مجموعات المبيدات المصنعة المستخدمة في مكافحة الآفات (Parys *et al.*, 2018؛ Joseph *et al.*, 2017) وناقلات الأمراض (Smith *et al.*, 2016). تتميّز البيروثرويدات بتأثيرها الصاعق مع سمّيةٍ عالية للحشرات ومنخفضةٍ للثدييات (Dong *et al.*, 2014). تعطّل المبيدات البيروثرويدية وظيفة الأعصاب، وتسبب حالة عدم استقطاب غشائي واضطراباتٍ مشبكية (Dong *et al.*, 2014؛ Soderlund, 2012) والهدف الرئيسي للبيروثرويدات هو قنوات الصوديوم والتي تكمن وراء الفعل العصبي (Soderlund, 2012). تعدّ دودة ثمار التفاح من أشدّ الآفات خطورةً على التفاحيات في العالم (Grigg-McGuffin *et al.*, 2015) حيث تحفر اليرقات أنفاقاً في الثمار مسببةً تلفها وتتغذى على البذور فتسقط الثمار قبل أوانها (Danelski *et al.*, 2017؛ Husain *et al.*, 2018). تعتمد المكافحة الفعالة لدودة ثمار التفاح على المبيدات الحشرية الكيميائية بشكل أساسي، مما أدى إلى تطوير مقاومة لمعظم مجموعات المبيدات الحشرية (Cichón *et al.*, 2013؛ Knight *et al.*, 2001؛ Reyes *et al.*, 2009؛ Rodríguez *et al.*, 2011؛ Sauphanor & Bouvier, 1995). تمّ توثيق حالات فشل المكافحة الكيمائية لدودة ثمار التفاح في أوائل التسعينيات في بساتين جنوب شرق أوروبا، وتمّ توثيق مقاومة دودة ثمار التفاح للدلتامثرين لأول مرة في عام 1995 (Bouvier *et al.*, 2001). كانت هناك حاجة إلى 8–15 رشة بالمبيدات الحشرية في جنوب فرنسا ليتم مكافحة دودة ثمار التفاح مما أسفر عن ظهور حالات مقاومة (El Iraqui & Hmimina, 2016). في تجربة Yang *et al.* (2016) على سميّة ستة مبيدات، ومن ضمنها مبيد deltamethrin، على يرقات العمر الثالث للسلالة المختبرية لدودة ثمار التفاح كانت LC_{50} = 49.42 و x^2= 5.49 بعد 36 ساعة من المعاملة بالمبيد، وفي تجربة أجراها Voudouris *et al.* (2011) على مقاومة دودة ثمار التفاح في العمر اليرقي الخامس (اليرقات المشتية وغير المشتية) المأخوذة من حقول من شمال وجنوب اليونان لمجموعة من المبيدات من ضمنها الدلتامثرين، وجدوا أن 30 مجموعة من أصل 33 في مجموعة اليرقات غير المشتية كانت مقاومة لمبيد واحدٍ على الأقل، و11 مجموعة من أصل 33 كانت

https://doi.org/10.22268/AJPP-41.2.183189
© 2023 الجمعية العربية لوقاية النبات Arab Society for Plant Protection

مقاومة لكلّ المبيدات المستخدمة في التجربة، بينما قابلها 37 مجموعة و 19 مجموعة على التوالي من أصل 38 في اليرقات المشتية وقد كانت LC_{50} و LC_{90} للمبيد Deltamethrin المستخدم بالتطبيق الموضعي للسلالة الحساسة Sv 28.97 و 80.85، على التوالي، و مربع كاي 4.26 و 2.3، على التوالي. تعدّ دودة ثمار التفاح الآفة المفتاحية على أشجار التفاحيات في محافظة السويداء، وبعد أن كانت مكافحتها تقتصر على رشتين في الجيل الأول والثاني في الأعوام السابقة ازداد عدد معاملات الرشّ إلى أكثر من سبعة في الموسم الواحد نتيجة استمرار ظهور الدودة طيلة الموسم. ونتيجة لتكرار عمليات الرشّ بالمبيدات التقليدية عاماً بعد آخر، اكتسبت دودة ثمار التفاح مقاومةً ملحوظة للمبيدات المستخدمة الأمر الذي شكل خطراً اقتصادياً على المحصول الأهم في المحافظة حيث تحتل محافظة السويداء المرتبة الرابعة في الإنتاج بعد حمص ودمشق واللاذقية، حيث بلغت 39797 طناً، والمرتبة الأولى من حيث المساحة التي بلغت 15797 هكتاراً (المجموعة الإحصائية الزراعية، 2020)، لذلك تمّت دراسة مقاومة يرقات دودة ثمار التفاح لمبيد deltamethrin مختبرياً في مختبر الحشرات في مركز بحوث السويداء التابع للهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية في سورية.

مواد البحث وطرائقه

السلالة المختبرية

تُرك أحد حقول التفاح التابعة لمركز بحوث السويداء دون مكافحة خلال فترة الدراسة (مساحة 23 دونم، ارتفاع 1544 م عن سطح البحر، يحوي على صنفين: ستاركن ديليشس وغولدن ديليشس) وأُخذت الثمار المصابة بدودة ثمار التفاح في بداية موسم 2018 ووضعت في صناديق بلاستيكية (50×50×70 سم) مع وضع شبكٍ ناعم على سطحها من أجل السماح بتنفس الثمار وعدم تعفنها. وُضعت 500 ثمرة في 5 صناديق، وتمّ وضع مصائد كرتونية مموّجة على سطح الثمار المصابة من أجل جمع العذارى التي تمّ وضعها لاحقاً في عبوات بلاستيكية (15×22×9 سم)، ووضع منخل ناعم عليها في حاضنة عند درجة حرارة 25°س ورطوبة نسبية 60% وبعدد ساعات إضاءة يومية (ضوء:ظلام) 8:16 ساعة ثم وُضعت العبوات في صناديق تحوي ثمار تفاح سليمة. بالإضافة الى قطن مبلل بالماء ومحلول العسل (3– 10%) (Dyck, 2010) حيث تخرج الحشرات الكاملة وتتزاوج ضمن الأقفاص وتضع البيض على الثمار السليمة، ومن ثم أُخذت الثمار التي وُضع البيض عليها ووضعت في أقفاص مهواة بشكل جيد بانتظار فقس البيض وإصابة لثمار التفاح (Kuyulu & Hanife, 2019) والحصول على الجيل الأول من السلالة المختبرية، تم الانتظار حتى وصول اليرقات إلى العمر اليرقي الخامس مع الحفاظ على نظافة الأقفاص ووضع مصائد كرتونية مموجة على سطح التفاح المصاب من أجل جمع عذارى الجيل الأول ونقلها إلى صناديق تحوي على تفاح أخضر سليم هكذا كررت العملية حتى الحصول على الجيل السادس من اليرقات التي لم تتعرض للمبيدات والتي سيتم استخدامها كسلالة مختبرية حساسة مختبرية (S) لتنفيذ الاختبارات الحيوية عليها.

السلالة الحقلية

جُمعت الثمار من الحقول المصابة بدودة ثمار التفاح، والتي تمّ رشّها دورياً بالمبيدات الحشرية، ووضعت في أقفاص بلاستيكية (70X50X50 سم) مع وضع المصائد الكرتونية المموجة على سطح الثمار المصابة للحصول على اليرقات من أجل الاختبارات الحيوية. نُفّذت الاختبارات على العمر اليرقي الثالث والخامس، وتمّ تمييز اليرقات الذكور عن الإناث في العمر الخامس من خلال بقعتين أرجوانية حمراء اللون تظهر على الحلقة البطنية الخامسة من الجهة الظهرية في العمر اليرقي الخامس الأخير للذكور ولا تظهر على اليرقات الإناث ويمكن تمييز هذا الاختلاف بالعين المجردة (Fukova *et al.*, 2009).

المبيدات

نُفذت التجارب باستخدام المبيد deltamethrin (100 g/L) الذي ينتمي إلى مجموعة المبيدات البيروثرويدية Pyrethroids، حيث تمّ أخذ مجموعة من تخفيفات المبيد من أجل الاختبارات الحيوية.

الاختبارات الحيوية

العمر اليرقي الثالث– جُمعت الثمار من الحقل غير المكافح بالمبيدات، وغُطست بالتراكيز المطلوبة ووضعت حتى تجفّ. استخدمت خمسة تراكيز من المبيد deltamethrin بالإضافة للشاهد (الماء المقطر)، وتراوحت التراكيز ما بين 0 و 300 جزء في المليون. أخذت عشرة مكررات من كل تركيز، وكلّ مكرر عبارة عن ثمرة تفاح واحدة، وعلى كلّ ثمرة خمس يرقات من الحقول المعاملة بالمبيدات. أما بالنسبة للسلالة المختبرية، فقد أخذت خمسة تراكيز من المبيد deltamethrin بالإضافة للشاهد (الماء المقطر)، وتراوحت التراكيز ما بين 0 و 70 جزء في المليون. تمّ أخذ عشرة مكررات من كل تركيز، وفي كل مكرر خمس يرقات بعد جفاف المبيد على التفاح. وُضعت كل تفاحة في عبوة سعة 125 مل، ووضع أسفل العبوة قطعة قماش ناعم وثبتت بواسطة مطاطة كي تبقى التفاحة معلقة ولا تهبط إلى أسفل العبوة. بعدها نقلت اليرقات إلى سطح الثمار ووضع عليها قطعة قماش ناعمة وثبتت بمطاطة ليتم حصر اليرقات على سطح التفاحة تماماً، فيلامس المبيد اليرقات كاملة. تمّ أخذ القراءات بعد 24، 48 و 72 ساعة من وضع المبيد، واعتبرت اليرقة ميتة عندما لا تأتِ بأيّ حركة عند تحريكها بالإبرة.

العمر اليرقي الخامس (يرقات غير مشتية)- أُخذ خمسة تراكيز من المبيد deltamethrin بالإضافة للشاهد (الماء المقطر)، وتراوحت التراكيز بين 0 و 500 جزء في المليون، بواقع عشرة مكررات من كل تركيز، وكل مكرر عبارة عن ثمرة تفاح واحدة، وعلى كل ثمرة أربع يرقات من الحقول المعاملة بالمبيدات. أما بالنسبة للسلالة المختبرية، فقد تمّ أخذ خمسة تراكيز من المبيد deltamethrin بالإضافة للشاهد (الماء المقطر) وتراوحت التراكيز بين 0 و 100 جزء في المليون، وتم أخذ عشرة مكررات من كل تركيز وفي كل مكرر أربع يرقات، مع اتباع الخطوات كما اتبعت في العمر اليرقي الثالث.

التحليل الاحصائي

حسبت قيم LC_{50} و LC_{90} باستخدام طريقة تحليل البروبيت (Probit analysis) (Finney, 1952) في برنامج SPSS ver. 25 ، وتعدّ من أهم طرائق التقدير وأكثرها شيوعاً، وهي تمثل أحد أنواع الانحدار الذي يستعمل لتحليل متغيرات الاستجابة الثنائية، ويتم فيه تحويل الاستجابة في منحنى الاستجابة للجرعة إلى الوحدات الاحتمالية للحصول على علاقة خطية تقريباً لكي يتمّ تحليلها بالانحدار الخطي. تمّ تطبيق هذه الطريقة بتحويل نسبة الموت إلى قيم احتمالية اعتماداً على جدول قيم الوحدات الاحتمالية ومن ثم تطبيق معادلة الانحدار الخطي البسيط :

$$y = a + bx$$

حيث y= القيم الاحتمالية للقتل، a (Intercept)= نقطة التقاطع وهي قيمة ثابتة تنتج من واقع البيانات، b (Slope)= ميل الخط المستقيم، x= لوغاريتم التراكيز. قدرت قيمة LC_{50} من خلال خط السمية بإسقاط خط أفقي من نسبة الموت المقدرة بـ 50% على المحور العمودي على خط السمية ومن نقطة التقاطع يُرسم خط عمودي إلى الأسفل يقطع المحور الأفقي، ومنه يمكن استنتاج التركيز القاتل لـ 50% من الحشرات المعاملة بالإضافة إلى حساب مربع كاي (Chi^2)، ومعدل المقاومة للسلالة المختبرية والحقلية.

النتائج والمناقشة

أوضحت النتائج (جدول 1) أن قيمة LC_{50} ليرقات العمر الثالث للسلالة المختبرية (S) 14.444، 9.886 و 6.861 مغ/ل، و قيمة مربع كاي (Chi^2) 3.372، 4.370 و 3.605، وكانت أقل من قيمة الـ LC_{50} في تجربة Yang *et al.* (2016)، وقيمة LC_{50} ليرقات العمر الثالث للسلالة الحقلية (R) 72.352، 55.433 و 46.568 مغ/ل وقيمة مربع كاي 1.806، 0.295 و 2.090 بعد 24، 48 و 72 ساعة، على التوالي. كانت قيمة مربع كاي المحسوبة أقل من القيمة الجدولية، وهذا يدلّ على عدم وجود اختلاف معنوي، أيّ أن خطّ السمّية مرّ بجميع أو معظم النقاط المرسومة، وكانت قيمة LC_{50} ليرقات العمر الثالث في السلالة الحقلية أعلى منها ليرقات السلالة المختبرية، وكلما زاد مستوى المقاومة ارتفعت قيمة LC_{50}. لوحظ اختلاف الحساسية في النوع الواحد في الاستجابة للمبيدات باختلاف السلالة، وبلغ معدل المقاومة (RR) 5، 5.6 و 6.79 بعد 24، 48 و 72 ساعة من وضع المبيد، على التوالي. كما لوحظ أنّ السلالة الحقلية أصبح لديها تحمل فائق للمبيد دلتامثرين حيث RR> 2.9 (الملاح، 2014). ويشير (شكل A-1) إلى أن ميل خط السمية ليرقات العمر الثالث للسلالة المختبرية (S) (A، B، C) 2.023، 1.982 و 1.909 كان أصغر من ميل خطّ السمية للسلالة الحقلية (D، E، F) 2.148، 2.007 و 2.141 بعد 24، 48 و 72 ساعة من وضع المبيد، على التوالي. وهذا يدلّ على أن تجانس السلالة الحقلية كان أكبر من تجانس السلالة المختبرية، وكلما كان ميل خط السمية أكبر كلما كانت السلالة أكثر تجانساً وتستجيب لمدىً ضيق من التركيزات، وقد كان خط السمية مستقيماً، وهذا يدلّ على أن توزيع حساسية الأفراد كان طبيعياً في مجموع السلالات، وأن العينة ممثلة حقيقية للأفراد المستخدمة ونسبة كمية المبيد الداخلة إلى جسم الحشرات إلى كمية المبيد الكلية التي تعرضّت لها الأفراد ثابتة. كما أن توازي الخطوط في (شكل A-1) يشير على أن ميكانيكية تأثير مبيد الدلتامثرين على كلا السلالتين المختبرية والحقلية نفسه.

أوضحت النتائج (جدول 2) أن قيمةLC_{50} لذكور العمر اليرقي الخامس للسلالة المختبرية (S) بلغت 16.098، 12.167 و 8.975 مغ/ل، وقيمة مربع كاي (Chi^2) 0.792، 1.670 و 2.707، وقيمة LC_{50} لذكور العمر اليرقي الخامس للسلالة الحقلية (R) 103.324، 92.110 و 86.775 مغ/ل، وقيمة مربع كاي 0.648، 2.685 و 1.665 بعد 24، 48 و 72 ساعة من وضع المبيد، على التوالي، بينما كانت قيمة LC_{50} لإناث العمر اليرقي الخامس للسلالة المختبرية (S) 15.341، 11.725 و 10.482 مغ/ل، وقيمة مربع كاي 4.782، 3.850 و 2.121، وقيمة LC_{50} لإناث السلالة الحقلية (R) 130.217، 115.433 و 107.595 مغ/ل، وقيمة مربع كاي 2.730، 4.139 و 2.212 بعد 24، 48 و 72 ساعة من وضع المبيد، على التوالي. وكانت قيمة مربع كاي (Chi^2) المحسوبة أقل من القيمة الجدولية، وهذا يدلّ على عدم وجود اختلاف معنوي، أي أنّ خطّ السمية مرّ بجميع أو معظم النقاط المرسومة، وكانت قيمة LC_{50} ليرقات الإناث أعلى منها ليرقات الذكور في السلالة الحقلية، وقد يرجع هذا إلى كبر حجم الإناث مقارنةً بالذكور وإلى فيزيولوجية الإناث. ومن المعروف أنّه كلما زاد وزن الحشرة كلما احتاجت إلى كمية أكبر من المبيد حتى يتم قتلها (عبد الحميد وعبد المجيد، 1995)، وكلما زاد مستوى المقاومة ارتفعت قيمة LC_{50}. لوحظ اختلاف الحساسية ضمن النوع الواحد في الاستجابة للمبيدات باختلاف

السلالة، وبلغ معدل المقاومة (RR) 6.42، 7.75 و 9.67 ولليرقات الذكور 8.49، 9.84 و 10.26 للإناث، بعد 24، 48 و 72 ساعة من وضع المبيد، على التوالي. تشير هذه النتائج إلى أنّ معدل المقاومة عند الإناث كان أعلى منه في الذكور بعد 24، 48، 72 ساعة بعد وضع المبيد، ولوحظ أن السلالة الحقلية لإناث وذكور اليرقات كان لديها تحمل فائق للمبيد دلتامثرين (RR>6.5) (الملاح، 2014)، وهذا ما أكدته العديد من الأبحاث والدراسات التي أشارت إلى مقاومة دودة ثمار التفاح لمبيد deltamethrin وخاصة في فرنسا (Bouvier *et al.,* 2001؛ Sauphanor *et al.,* 1997; 2000) وقد أصبحت نادرة الاستخدام في وقتنا الحاضر. وكانت قيمة LC_{50} أكبر بمقدار الضعف في التجربة من قبل Voudouris *et al.* (2011). أشار (شكل B-1) بأن ميل خطّ السمّية لذكور العمر اليرقي الخامس للسلالة المختبرية (A) (S، B، 3.457) (C، 3.499، 2.765) كان أصغر من ميل خطّ السمّية لذكور السلالة الحقلية (D، E، 3.897) (F، 4.007، 4.018) بعد 24، 48 و 72 ساعة من وضع المبيد، على التوالي، أي أن تجانس السلالة الحقلية كان أكبر منه في السلالة المختبرية. بينما لوحظ وفق (شكل C-1) بأن ميل خطّ السمّية لإناث العمر اليرقي الخامس للسلالة المختبرية 2.186، 2.378 و 2.481 كان أصغر منه في السلالة الحقلية 2.883، 2.912 و 2.817 بعد 24، 48 و 72 ساعة من وضع المبيد، على التوالي، أي أن تجانس السلالة الحقلية كان أكبر منه في السلالة المختبرية، وكلما كان ميل خطّ السمّية أكثر كلما كانت السلالة أكثر تجانساً وتستجيب لمدى ضيق من التراكيز.

جدول 1. التراكيز القاتلة لـ 50% (LC_{50}) و90% (LC_{90}) للعمر اليرقي الثالث لدودة ثمار التفاح ومعدل المقاومة بعد 24، 48، 72 ساعة من المعاملة بمبيد دلتامثرين.

Table 1. Lethal Concentrations for 50% (LC_{50}) and 90% (LC_{90}) of third-instar larvae of *Cydia pomonella* and resistance ratio (RR) 24, 48 and 72 hours after treatment with deltamethrin.

الزمن بعد إضافة المبيد Time after treatment	السلالة Strain	التركيز القاتل لـ 50% من الأعداد مغ/ل LC_{50} (mg/l)	التركيز القاتل لـ 90% من الأعداد مغ/ل LC_{90} (mg/l)	y=a+bx التقاطع Intercept (a)±SE	y=a+bx الإنحدار Slope (b)±SE	مربع كاي*** X^{2***}	معدل المقاومة RR****
24h	(S)*	14.444	62.116	-2.346±0.427	2.023±0.281	3.372	5
	(R)**	72.352	285.860	-3.994±0.483	2.148±0.246	1.806	
48h	(S)	9.886	43.817	-1.972±0.445	1.982±0.304	4.370	5.6
	(R)	55.433	241.115	-3.500±0.448	2.007±0.234	0.295	
72 h	(S)	6.861	32.197	-1.597±0.480	1.909±339	3.605	6.79
	(R)	46.568	184.784	-3.571±0.453	2.141±0	2.090	

* (S) = السلالة المختبرية، ** (R) = السلالة الحقلية، *** قيمة مربع كاي (Chi^2). **** RR= LC_{50} (R)/LC_{50}(S)

* (S) =laboratory strain,** (R)= field strain, ***=Chi^2 value, ****RR=LC_{50} (R)/LC_{50}(S)

جدول 2. التراكيز القاتلة لـ 50% (LC_{50}) و90% (LC_{90}) ليرقات العمر الخامس غير المشتية لدودة ثمار التفاح (إناث، ذكور) ومعدل المقاومة بعد 24، 48، 72 ساعة من المعاملة بمبيد دلتامثرين.

Table 2. Lethal Concentrations for 50% (LC_{50}) and 90% (LC_{90}) of non-diapausing fifth-instar larvae of *Cydia pomonella* (male and female) and resistance ratio (RR) 24, 48 and 72 hours after treatment with deltamethrin.

الزمن بعد إضافة المبيد Time after treatment	السلالة Strain	التركيز القاتل لـ 50% من الأعداد مغ/ل LC_{50} (mg/l)	التركيز القاتل لـ 90% من الأعداد مغ/ل LC_{90} (mg/l)	y=a+bx التقاطع Intercept (a)±SE	y=a+bx الإنحدار Slope (b)±SE	مربع كاي X^{2***}	معدل المقاومة RR****
24h	Male (S)*	16.098	37.798	-4.172±0.633	3.457±0.461	0.792	6.42
	Male (R)**	103.324	220.330	-7.849±1.033	3.897±0.5	0.648	
	Female (S)	15.341	59.187	-2.592±0.488	2.186±0.323	4.782	8.49
	Female (R)	130.217	362.441	-6.096±0.781	2.883±0.360	4.139	
48h	Male (S)	12.167	28.275	-3.798±0.687	3.499±0.544	1.670	7.75
	Male (R)	92.110	192.356	-7.872±1.10	4.007±0.543	2.685	
	Female (S)	11.725	40.558	-2.542±0523	2.378±0.366	3.850	9.84
	Female (R)	115.433	317.975	-6.006±0.792	2.912±0.370	2.730	
72 h	Male (S)	8.975	26.094	-2.635±0.659	2.765±0.518	2.707	9.67
	Male (R)	86.775	180.875	-7.788±1.116	4.018±0.555	1.665	
	Female (S)	10.482	34.435	-2.532±0.548	2.481±0.395	2.121	10.26
	Female (R)	107.595	306.670	-5.724±0.779	2.817±0.367	2.212	

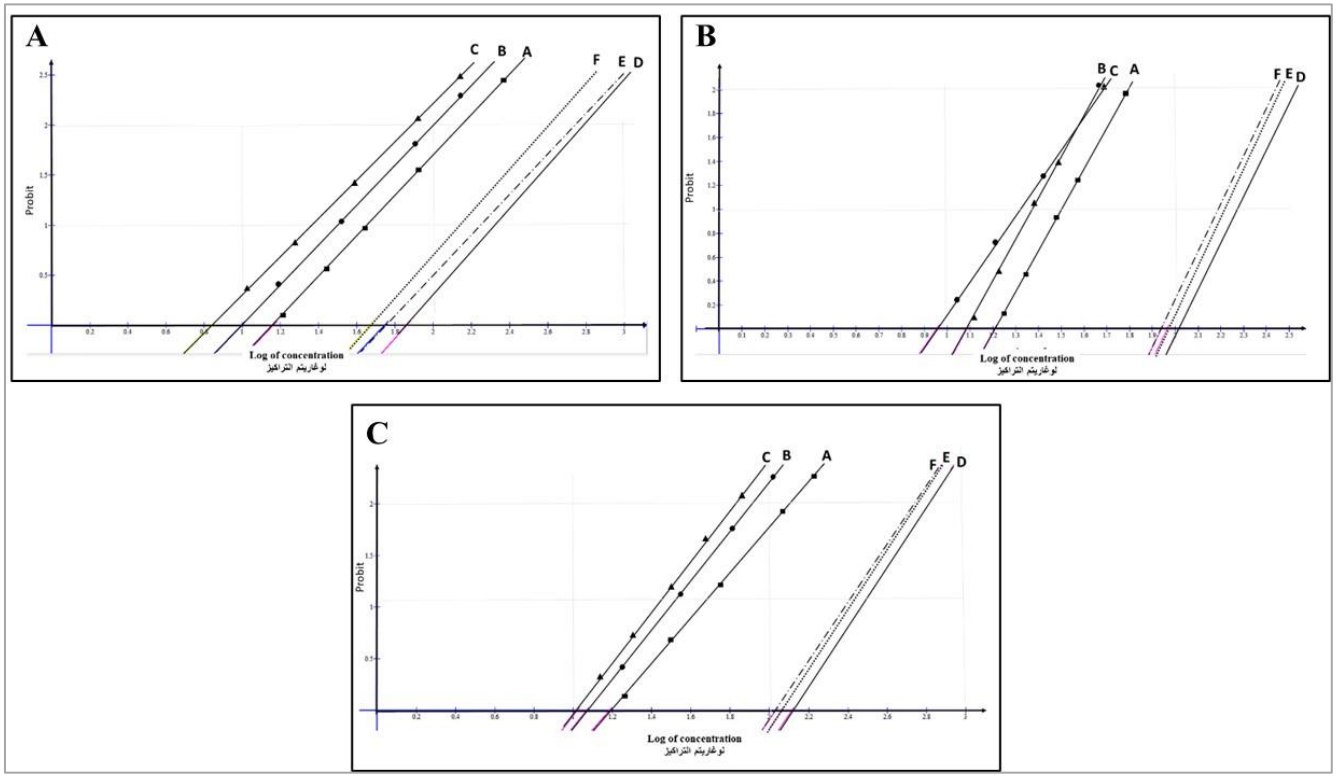
* (S) = السلالة المختبرية، ** (R) = السلالة الحقلية، *** قيمة مربع كاي (Chi^2). **** RR= LC_{50} (R)/LC_{50}(S)

* (S) =laboratory strain, ** (R) = field strain, ***=Chi2 value, **** RR=LC_{50} (R)/LC_{50}(S)

لوحظ تحمل العمر اليرقي الثالث لدودة ثمار التفاح للمبيد دلتامثرين على نحوٍ فائق، وفائق جداً في العمر اليرقي الخامس غير المشتي، وقد كان معدل المقاومة عند اليرقات الإناث أعلى منه في الذكور، وكان تحمّل يرقات العمر اليرقي الخامس غير المشتية أعلى منه في العمر اليرقي الثالث؛ ويعود سبب ذلك إلى حجم يرقات العمر الخامس وبالتالي تحملها لكميات أكبر من المبيد. كما لوحظ أيضاً زيادة معدل المقاومة طرداً مع العمر اليرقي، مما استدعى الزيادة في كمية المبيد لقتل الأعمار اليرقية المتقدمة. وعليه ننصح باستبعاد المبيد دلتامثرين من الاستخدام لفترة من الزمن، أو خلطه مع مبيدات حديثة التركيب أو منشطات، أو عدم تكرار استخدامه.

شكر وتقدير

نشكر الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، دمشق، سورية على تقديمها كافة التسهيلات لإتمام البحث.



شكل 1. خطوط السمية لـ (A) العمر اليرقي الثالث لدودة ثمار التفاح، السلالة المختبرية (A، B، C) والسلالة الحقلية (D، E، F) بعد 24، 48 و 72 ساعة من معاملتها بمبيد دلتامثرين، على التوالي؛ (B) ذكور العمر اليرقي الخامس غير الساكنة لدودة ثمار التفاح، السلالة المختبرية (A، B، C) و السلالة الحقلية (D، E، F) بعد 24، 48 و 72ساعة من معاملتها بمبيد الدلتامثرين، على التوالي؛ (C) إناث العمر اليرقي الخامس غير الساكنة لدودة ثمار التفاح، السلالة المختبرية (A، B، C) و السلالة الحقلية (D، E، F) بعد 24، 48 و 72 ساعة من معاملتها بمبيد الدلتامثرين، على التوالي.

Figure 1. Toxicity regression lines for (A) third-instar larvae of *Cydia pomonella*, Laboratory strains (A, B, C) and Field strains (D, E, F) 24, 48 and 72 hours after treatment with deltamethrin, respectively; (B) diapausing fifth-instar larvae of *Cydia pomonella* (males), Laboratory strains (A, B, C) and Field strains (D, E, F) 24, 48 and 72 hours after treatment with deltamethrin, respectively; (C) non-diapausing fifth-instar larvae of *Cydia pomonella* (females), Laboratory strains (A, B, C) and Field strains (D, E, F) 24, 48 and 72 hours after treatment with deltamethrin, respectively.

Abstract

Bou Hamdan, R., W. Kassis and M. Bufaur. 2023. Resistance of Third and Fifth Instars of Codling Moth, *Cydia pomonella* (L.) to the Insecticide Deltamethrin in As-Suwayda Governorate, Syria. Arab Journal of Plant Protection, 41(2): 183-189. https://doi.org/10.22268/AJPP-41.2.183189

Codling moth, *Cydia pomonella* (L.) is a key pest of global importance that affects apple fruit production and its populations have developed resistance to insecticides in many apple production areas. Third-instar larvae of *Cydia pomonella* has developed a vigor tolerance to deltamethrin in the fields of As-Suwayda Governorate, Syria. The resistance rate (RR) was (5, 5.6, 6.79) after (24, 48, 72) hours after treatment with deltamethrin, respectively, while ultra-vigor tolerance was observed in the non-diapausing fifth-instar larvae of codling moth (males and females), the resistance rate (RR) was (6.42, 7.75, 9.67) for males and (8.49, 9.84, 10.26) for females after (24, 48, 72) hours,

respectively, It was noted that females of the non-diapausing fifth-instar larvae was more resistant than males. Based on the results, it is recommended to exclude deltamethrin for a while, using it with other insecticides, not re-using it many times or mixing it with one of the synergists.
Keywords: *Cydia pomonella* (L.), non-diapausing larvae, insecticide resistance, resistance rate, deltamethrin.

Affiliation of authors: *Rami Bou Hamdan[1*], Wajeh Kassis[2] and Mazen Bufaur[1]. (1) As-Suwayda Research Center, General Commission for Scientific Agricultural Research (GCSAR), Damascus, Syria; (2) Department of Plant Protection, College of Agriculture, Damascus University, Syria. *Email address of corresponding author: ramy.alswaida@gmail.com*

References

El Iraqui, S. and M. Hmimina. 2016. Assessment of control strategies against *Cydia pomonella* (L.) in Morocco. Journal of Plant Protection Research, 26(1):82-88. https://doi.org/10.1515/jppr-2016-0012

Finney, D.J. 1952. Probit Analysis. Cambridge University Press, England. 318 pp.

Fukova, I., L.G. Neven, N.M. Barcenas, N.A. Gund, M. Dalikova and F. Marec. 2009. Rapid assessment of the sex of codling moth *Cydia pomonella* (Linnaeus) (Lepidoptera: Tortricidae) eggs and larvae. Journal of Applied Entomology, 133(4):249-261. https://doi.org/10.1111/j.1439-0418.2008.01352.x

Grigg-McGuffin, K., I.M. Scott, S. Bellerose, G. Chouinard, D. Cormier and C. Scott-Dupree. 2015. Susceptibility in field populations of codling moth, *Cydia pomonella* (L.) (Lepidoptera: Tortricidae), in Ontario and Quebec apple orchards to a selection of insecticides. Pest Management Science, 71(2):234-242. https://doi.org/10.1002/ps.3787

Husain, M., P.R. Jagdeesh, A. Sharma, A. Raja, I. Injila Qadri and I.A. Waheed Wani. 2018. Description and management strategies of important pests of pear: a review. Journal of Entomology and Zoology Studies, 6(3):677-683.

Joseph, S.V., T. Martin, K. Steinmann and P. Kosina. 2017. Outlook of pyrethroid insecticides for pest management in the Salinas Valley of California. Journal of Integrated Pest Management, 8(1):1-11. https://doi.org/10.1093/jipm/pmx001

Knight, A.L., J.E. Dunley and R.K. Jansson. 2001. Baseline monitoring of codling moth (Lepidoptera: Tortricidae) larval response to benzoylhydrazine insecticides. Journal of Economic Entomology, 94(1):264-270. https://doi.org/10.1603/0022-0493-94.1.264

Kuyulu, A. and G. Hanife. 2019. Biology and laboratory rearing of codling moth, *Cydia pomonella* (L.) (Lepidoptera: Tortricidae) on its natural host "Green Immature Apple" *Malus domestica* (Borkh)(Rosales: Rosaceae). Turkish Journal of Agriculture and Natural Sciences, 6(3):546-556. https://doi.org/10.30910/turkjans.595382

Parys, K.A., R.G. Luttrell, G.L. Snodgrass and M.R. Portilla. 2018. Patterns of tarnished plant bug (Hemiptera: Miridae) resistance to pyrethroid insecticides in the lower Mississippi Delta for 2008–2015: Linkage to pyrethroid use and cotton insect management. Journal of Insect Science, 18(2):1-9. https://doi.org/10.1093/jisesa/iey015

المراجع

المجموعة الإحصائية الزراعية السنوية. 2020. قسم الإحصاء، مديرية الإحصاء والتخطيط، وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي، دمشق، الجمهورية العربية السورية. جدول 83.

*[**Annual Agricultural Statistics Data**. 2020. Statistics Division, Directorate of Statistics and Planning, Ministry of Agriculture and Agrarian Reform, Damascus, Syria. Table 83 (In Arabic)].*

الملاح، نزار مصطفى. 2014. الأساسيات في علم سموم مبيدات الحشرات. الطبعة الأولى. دار العلا للنشر، الموصل، العراق.481 صفحة.

*[**Al-Mallah, N.M.** 2014. Principles of insecticide toxicology. First edition. Dar Al-Ola Publishing, Mosul, Iraq. 481 pp. (In Arabic)].*

عبد الحميد، زيدان هندي ومحمد إبراهيم عبد المجيد. 1995. الاتجاهات الحديثة في المبيدات ومكافحة الحشرات: (الجزء الثاني). " التواجد البيئي والتحكم المتكامل" الطبعة الثانية. الدار العربية للنشر، القاهرة، مصر. 604 صفحة.

*[**Abdul Hamid, Z.H. and M.I. Abdul Majeed.** 1995. Recent trends in pesticides and insect control. Part 2: Environmental Presence and Integrated Control. Second edition Dar Al-Arabia for Publishing and Distribution, Cairo, Egypt. 605 pp. (In Arabic)].*

Bouvier, J.C., R. Buès, T. Boivin, L. Boudinhon, D. Beslay and B. Sauphanor. 2001. Deltamethrin resistance in the codling moth (Lepidoptera: Tortricidae): inheritance and number of genes involved. Heredity, 87(4):456-462. https://doi.org/10.1046/j.1365-2540.2001.00928.x

Cichón, L.B., J. Soleño, O.L. Anguiano, S.A.S. Garrido and C.M. Montagna. 2013. Evaluation of cytochrome P450 activity in field populations of *Cydia pomonella* (Lepidoptera: Tortricidae) resistant to azinphosmethyl, acetamiprid, and thiacloprid. Journal of Economic Entomology, 106(2):939-944. https://doi.org/10.1603/ec12349

Danelski, W., D. Kruczyńska, P. Bielicki and E. Rozpara. 2017. Variation in damage levels by codling moth to ten apple cultivars in an organic orchard in Poland. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 41(2):121-126. https://doi.org/10.3906/tar-1612-76

Dong, K., Y. Du, F. Rinkevich, Y. Nomura, P. Xu, L. Wang, K. Silver and B.S. Zhorov. 2014. Molecular biology of insect sodium channels and pyrethroid resistance. Insect Biochemistry and Molecular Biology, 50:1-17. https://doi.org/10.1016/j.ibmb.2014.03.012

Dyck, V. A. 2010. Rearing codling moth for the sterile insect technique. FAO Plant Production and Protection Paper, 199 pp.

Sauphanor, B., V. Brosse, J.C. Bouvier, P. Speich, A. Micoud and C. Martinet. 2000. Monitoring resistance to diflubenzuron and deltamethrin in French codling moth populations (*Cydia pomonella*). Pest Management Science, 56(1):74-82. https://doi.org/10.1002/(SICI)1526-4998(200001)56:1<74::AID-PS96>3.0.CO;2-C

Smith, L.B., S. Kasai and J.G. Scott. 2016. Pyrethroid resistance in *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus*: important mosquito vectors of human diseases. Pesticide Biochemistry and Physiology, 133:1-12. https://doi.org/10.1016/j.pestbp.2016.03.005

Soderlund, D.M. 2012. Molecular mechanisms of pyrethroid insecticide neurotoxicity: recent advances. Archives of Toxicology, 86:165-181. https://doi.org/10.1007/s00204-011-0726-x

Voudouris, C.C., B. Sauphanor, P. Franck, M. Reyes, Z. Mamuris, J.A. Tsitsipis and J.T. Margaritopoulos. 2011. Insecticide resistance status of the codling moth *Cydia pomonella* (Lepidoptera: Tortricidae) from Greece. Pesticide Biochemistry and Physiology, 100(3):229-238. https://doi.org/10.1016/j.pestbp.2011.04.006

Yang, X.Q., Z.W. Wu, Y.L. Zhang and W. Barros-Parada. 2016. Toxicity of six insecticides on codling moth (Lepidoptera: Tortricidae) and effect on expression of detoxification genes. Journal of Economic Entomology, 109(1):320-326. https://doi.org/10.1093/jee/tov297

Reyes, M., P. Franck, J. Olivares, J. Margaritopoulos, A. Knight and B. Sauphanor. 2009. Worldwide variability of insecticide resistance mechanisms in the codling moth, *Cydia pomonella* L. (Lepidoptera: Tortricidae). Bulletin of Entomological Research, 99(4):359-369. https://doi.org/10.1017/S0007485308006366

Rodríguez, M.A., D. Bosch and J. Avilla. 2011. Resistance of Spanish codling moth (*Cydia pomonella*) populations to insecticides and activity of detoxifying enzymatic systems. Entomologia Experimentalis et Applicata, 138(3):184-192. https://doi.org/10.1111/j.1570-7458.2010.01088.x

Sauphanor, B. and J.C. Bouvier. 1995. Cross-resistance between benzoylureas and benzoylhydrazines in the codling moth, *Cydia pomonella* L. Pesticide Science, 45(4): 369-375. https://doi.org/10.1002/ps.2780450412

Sauphanor, B., A. Cuany, J. C. Bouvier, V. Brosse, M. Amichot and J.B. Bergé. 1997. Mechanism of Resistance to Deltamethrin in *Cydia pomonella* (L.) (Lepidoptera: Tortricidae). Pesticide Biochemistry and Physiology, 58(2):109-117. https://doi.org/10.1006/pest.1997.2291

Received: December 27, 2021; Accepted: August 30, 2022

تاريخ الاستلام: 2021/12/27؛ تاريخ الموافقة على النشر: 2022/8/30