مقاومة دودة ثمار التفاح *Cydia pomonella* (L.) للمبيد الحشري chlorpyrifos-ethyl في محافظة السويداء، سورية

رامي بوحمدان* [1] ووجيه قسيس [2] ومازن بوفاعور [1]

(1). مركز بحوث السويداء، الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، دمشق، سورية.

(2). قسم وقاية النبات، كلية الزراعة، جامعة دمشق، دمشق، سورية.

(*للمراسلة: م. رامي بوحمدان. البريد الالكتروني: ramy.alswaida@gmail.com)

تاريخ الاستلام:2022/06/14 تاريخ القبول:2022/10/2

الملخص:

نُفذ البحث عام 2019 في مركز بحوث السويداء في محافظة السويداء في جنوب سورية بهدف اختبار حساسية دودة ثمار التفاح *Cydia pomonella* تجاه المبيد كلوربيريفوس. بينت النتائج أن يرقات العمر اليرقي الثالث لدودة ثمار التفاح أبدت تحمّل فائق لمبيد chlorpyrifos وبلغ معدل المقاومة (RR) (3.53، 3.55، 3.55) بعد (24، 48، 72) ساعة على التوالي. طورت يرقات دودة ثمار التفاح الساكنة (الذكور والإناث) تحمّل فائق جداً لمبيد chlorpyrifos، حيث بلغ معدل المقاومة (8.75، 9.52، 9.16) لليرقات الذكور و (8.86، 9.35، 8.95) للإناث بعد (24، 48، 72) ساعة على التوالي، بينما لوحظ تحمّل فائق جداً ليرقات العمر اليرقي الخامس الغير ساكنة حيث بلغ معدل المقاومة (6.64، 7.7، 7.8) لليرقات الذكور و (6.9، 8.16، 7.92) للإناث بعد (24، 48، 72) ساعة على الترتيب. وجدنا أن معدل المقاومة عند إناث اليرقات أعلى منها عند الذكور، وأن معدل المقاومة عند ذكور وإناث اليرقات الساكنة أعلى منه عند يرقات العمر اليرقي الثالث والخامس غير الساكنة. تبين لدينا ظهور تحمّل لأطوار الأعمار اليرقية المختلفة لمبيد chlorpyrifos بينما لم تصل إلى درجة المقاومة، وهذا يستدعي عدم استخدام المبيد بشكل مكثّف على أشجار التفاحيات كي لا تتطور صفة التحمّل إلى مقاومة على المدى البعيد، وضرورة استخدام المبيد بالتناوب مع المبيدات الأخرى الحديثة.

الكلمات المفتاحية: دودة ثمار التفاح، الأعمار اليرقية، مقاومة المبيدات الحشرية، تحمّل فائق، chlorpyrifos، سورية.

المقدمة:

يعد التفاح المحصول الرئيسي في مناطق التشجير المثمر في محافظة السويداء، وقد تصدرت محافظة السويداء المرتبة الأولى من حيث المساحة المزروعة بالتفاح (15797) هكتار والمرتبة الرابعة في الإنتاج بعد محافظة حمص وريف دمشق واللاذقية، حيث بلغ إنتاجها (39797) طن (المجموعة الإحصائية الزراعية السنوية، 2020). تتميز زراعة وإنتاج التفاح في الظروف البعلية في محافظة السويداء بالحجم واللون والطعم والنكهة المميزة وذلك لغناها بالمواد الطبيعية والفيتامينات المتنوعة، والريعية جيدة مقارنة بين التكاليف والأرباح، كما أن الميزة المهمة هي تحمّلها للتخزين لمدة ثمانية أشهر (جزان، 2006). تتعرض أشجار التفاحيات للعديد من الآفات

الحشرية والمرضية، وتعد دودة ثمار التفاح (L.) *Cydia pomonella* (Codling moth) الآفة الرئيسية التي تصيب ثمار التفاح في العالم وسورية. تنتمي الحشرة لفصيلة Tortricidae ورتبة حرشفية الأجنحة Lepidoptera وتصيب التفاح والإجاص والسفرجل والجوز وبعض الفواكه ذات النواة الحجرية مسببة خسائر اقتصادية كبيرة في الإنتاج (Pajac *et al*., 2012)، ويمكن أن تصل معدلات الإصابة بالحشرة في الحقول غير المعاملة بالمبيدات إلى 80% في حقول التفاح و60% في حقول الإجاص (Vreysen *et al*., 2010). أصبحت دودة ثمار التفاح من أكثر أنواع الحشرات الضارة المعروفة في العالم وقد تكيفت بنجاح مع العوائل المختلفة من خلال تشكيل أنماط بيئية ومجتمعات حشرية مختلفة مشكلة سلالات تختلف عن بعضها البعض في العديد من الصفات المورفولوجية، وقد طورت العديد من السلالات مقاومة واسعة لمجموعات مختلفة من المبيدات (Thaler *et al*.,2008). يُفضل الفلاح استخدام المبيدات الكيميائية لمكافحة الآفات وفي حال فشلها يزيد التركيز أو يكرر استخدامها ولكن لسوء الحظ فإن زيادة تركيز المبيدات تسبب بظهور صفة المقاومة للآفة (İşci and Ay, 2017). انتشر الاستخدام الواسع للمبيدات الحشرية الفوسفورية العضوية في منتصف الخمسينيات من القرن الماضي مما وفر حماية فعالة ضد دودة ثمار التفاح (Dunley and Welter,2000). تم اكتشاف ظهور صفة المقاومة لدودة ثمار التفاح اتجاه المبيدات الفوسفورية العضوية في الولايات المتحدة الأمريكية (Welter *et al*., 1991; Bush *et al*., 1993; Knight *et al*., 1994) وفرنسا (Sauphanor *et al*., 1998a). أجرى Bosch وآخرون (2018) اختبارات الحيوية على اليرقات الحديثة الفقس والتي جمعت من 20 حقل من ثلاث مناطق لإنتاج التفاح في اسبانيا وتبيَن أن المبيد methoxyfenozide كان الأقل فعالية (أظهر 100% من مجتمع الحشرات انخفاضاً ملحوظاً بشكل معنوي بمعدل الموت بالنسبة إلى السلالة المخبرية) وكان 50% من المجتمع الحشري مقاوم أو حساس لمبيد thiacloprid وعلى النقيض منه كان مبيد tebufenozide أكثر فعالية في كل المجتمعات الحشرية وكذلك مبيد chlorpyrifos-ethyl على الرغم من استخدامه بشكل واسع في الأعوام الماضية. في دراسة Rodríguez وآخرون (2011) على مقاومة اليرقات الحديثة الفقس لدودة ثمار التفاح المأخوذة من منطقتي كتالونيا وأراغون في اسبانيا لمجموعة من المبيدات انخفضت حساسية اليرقات الحديثة الفقس للمبيدات بشكل معنوي، حيث كانت المبيدات flufenoxuron و azinphos-methyl و phosmet الأقل فعالية وكان المبيدات alpha-cypermethrin و lambda-cyhalothrin و chlorpyrifos-ethyl الأكثر فعالية مسجلةً LC_{50}=157.65 وLC_{90}= 313.94 (mg /L) وكان Slope ± SE (4.15 ± 0.55) لمبيد chlorpyrifos، وتراوحت فعالية المبيدات المختبرة على السلالة المخبرية في حدود التراكيز التمييزية بين 82%(chlorpyrifos-ethyl) و 100%(lambda-cyhalothrin). تمت دراسة مقاومة عدد من المبيدات على الأطوار المختلفة لدودة ثمار التفاح كالبيوض واليرقات حديثة الفقس واليرقات بأعمار يرقية مختلفة وعلى الحشرات الكاملة (Sauphanor *et al*., 1998b; Reyes and Sauphanor, 2008) وتعد اليرقات الساكنة أفضل لاختبارات المبيدات لتوافرها بأعداد كافية وبعمر موحد ويمكن من خلالها تحديد المقاومة بشكل أكثر موثوقية من خلال تطبيق التراكيز التمييزية موضعياً على الوجه الظهري لليرقات الساكنة ويمكن لهذه التراكيز أن تُسبب معدل وفيات أعلى في السلالة المخبرية من اليرقات الساكنة (Pasquier and Charmillot, 2004) وهي أكثر سهولة في الجمع والمعاملة ولا تحتاج تقنيات التربية المعقدة مقارنة بالأعمار اليرقية الأولى، ولها حجم أكبر وأكثر تجانساً من أجل اختبارات المبيدات المختلفة (Voudouris *et al*., 2011). وجد الباحثان Dunley and Welter (2000) في كاليفورنيا في الولايات المتحدة الأمريكية مقاومة عبورية إيجابية لدودة ثمار التفاح تجاه المبيدين (diazinon, phosmet) اللذان ينتميان إلى مجموعة المبيدات الفوسفورية العضوية ومبيد ينتمي إلى مجموعة المبيدات الكارباماتية (carbaryl)، بينما كانت المقاومة العبورية سلبية مع المبيدين chlorpyrifos و methylparathion المنتميان إلى

مجموعة المبيدات الفوسفورية العضوية. في دراسة İşci and Ay (2017) لم يكن هناك فرق معنوي في معدل المقاومة للسلالات الحقلية المأخوذة من منطقة اسبرطة في تركيا عن السلالة المخبرية Sv حيث كانت LD_{50}=1760 mg/l. أوضح Reyes وآخرون (2015) في تجاربهم على مقاومة دودة ثمار التفاح (اليرقات حديثة الفقس واليرقات الساكنة) لستة مبيدات تنتمي إلى مجموعة المبيدات الفوسفورية العضوية وهي azinphos-methyl, chlorpyrifos-ethyl, esfenvalerate, methoxyfenozide, tebufenozide, and thiacloprid في ست مناطق من دولة تشيلي، أن اليرقات حديثة الفقس كانت حساسة لكل المبيدات المستخدمة، بينما كانت اليرقات الساكنة المأخوذة من أربع مناطق مقاومة لمبيد chlorpyrifos-ethy (حقلين معاملين بالمبيدات وحقلين غير معاملين بالمبيدات) مقارنة مع السلالة المخبرية. تختلف قدرة الآفات على إزالة السموم حسب الطور الحشري ويؤدي الاستخدام المكثف للمبيدات إلى زيادة الطفرات وتعزيز نشاط أنظمة إزالة السمية والذي يؤدي بدوره إلى زيادة مقاومة الآفات لمبيدات الحشرات (Parra Morales *et al.*, 2016). أجريت دراسة حقلية في منطقة عين العرب في السويداء في عام 2008 لتقييم الجدوى الاقتصادية لستة مبيدات في مكافحة دودة ثمار التفاح (Deltamethrin, Chlorpyrifos, Acetamiprid, Diflubenzuron, Lufenuron, Fenoxycarb)، حيث أعطت المبيدات Acetamiprid, Diflubenzuron, Lufenuron أعلى حماية على الثمار بينما كانت أعلى نسبة إصابة في معاملة Deltamethrin, Chlorpyrifos (29.26−30.35%) على التوالي دون وجود فروقات معنوية بين المعاملتين، كما كانت هناك فروق معنوية بين جميع المعاملات والشاهد الذي وصلت نسبة إصابة الثمار فيه إلى 84.13% (العبار وآخرون، 2008). تعد 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 الرش إلى أكثر من سبعة في الموسم الواحد نتيجة استمرار ظهور الدودة طيلة الموسم، ونتيجة لتكرار عمليات الرش بالمبيدات التقليدية عاماً بعد آخر اكتسبت دودة ثمار التفاح مقاومة ملحوظة للمبيدات المستخدمة مما شكل خطراً اقتصادياً على المحصول الأهم في المحافظة، لذلك تمت دراسة مقاومة الأعمار اليرقية المختلفة (العمر اليرقي الثالث، العمر اليرقي الخامس، اليرقات الساكنة) لدودة ثمار التفاح لمبيد chlorpyrifos مخبرياً في مخبر الحشرات في مركز بحوث السويداء التابع للهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية.

مواد البحث وطرائقه:

نفذت التجربة عام 2019 في مخبر الحشرات في مركز بحوث السويداء التابع للهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية.

السلالة المخبرية:

تم ترك أحد حقول التفاح التابعة لمركز بحوث السويداء التابعة للهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية بدون مكافحة خلال الفترة 2018 – 2019 وما تلاها (مساحة 23 دونم، ارتفاع عن سطح البحر 1544م، يحوي على صنفين ستاركن ديليشس وغولدن ديليشس)، وتم أخذ الثمار المصابة بدودة ثمار التفاح في بداية موسم 2019 ووضعها في صناديق بلاستيكية (50*50*70) سم مع وضع شبك ناعم على سطحها من أجل السماح بتنفس الثمار وعدم تعفنها. وضعت 500 حبة في 5 صناديق، وتم وضع مصائد كرتونية مموجة على سطح التفاح المصاب وجمعت العذارى من المصائد في عبوات بلاستيكية (15*22*9) سم ووضع منخل ناعم عليها وتم وضعها في الحاضنة على حرارة 25 مْ ورطوبة 60% وضوء: ظلام 16:8 حتى الحصول على الفراشات الكاملة. أبقينا الفراشات في أقفاص تحوي على ورق شمعي بالإضافة إلى قطن مبلل بالماء و محلول العسل (3−10%) وفق (Dyck, 2010) للحصول على البيض، ووضعنا البيض في أقفاص تحوي على تفاح سليم مأخوذ من الحقل الذي لم يتم مكافحته بالمبيدات الحشرية وانتظرنا فقس البيض وإصابة التفاح، ومن ثم أخذناه إلى أقفاص الثمار المصابة (Kuyulu and Hanife,

2019)، وتم الحصول على الجيل الأول من السلالة المخبرية وهكذا حتى الحصول على الجيل السادس من اليرقات التي لم تتعرض للمبيدات والتي استخدمت كسلالة مخبرية (S) وتمت الاختبارات الحيوية على هذه السلالة.

السلالة الحقلية:

تم جمع الثمار المصابة من الحقول المصابة بدودة ثمار التفاح والتي يتم رشها دورياً بالمبيدات الحشرية من حقول مركز البحوث العلمية الزراعية بالسويداء، وتم وضعها بأقفاص بلاستيكية (50*50*70) سم، مع وضع المصائد الكرتونية المموجة على سطح التفاح المصاب للحصول على اليرقات من أجل الاختبارات الحيوية.

العمر اليرقي الثالث:

جمعت الثمار من حقل التفاح غير المكافح بالمبيدات، كي نضمن عدم وجود أي آثار متبقية من المبيدات وتم تغطيس التفاح بستة تراكيز من المبيد وهي (0-350-800-1400-2500-3000-5000) ppm، بالإضافة للشاهد الذي عومل بالماء القطر وبمعدل عشرة مكررات من كل تركيز وكل مكرر عبارة عن ثمرة تفاح واحدة وعلى كل ثمرة 6 يرقات من الحقول المعاملة بالمبيدات وتركت حتى تجف. بالنسبة للسلالة المخبرية فقد تم أخذ 7 تراكيز من المبيد chlorpyrifos وهي (0-72-150-350-500-720-1100-1400)ppm بالإضافة للشاهد (الماء القطر) وبمعدل عشرة مكررات من كل تركيز وفي كل مكرر 6 يرقات وتركت حتى تجف. بعد جفاف المبيد على التفاح تم وضع كل تفاحة في عبوة سعة 125مل ووضعنا أسفل العبوة قطعة قماش ناعم وثبتناها بواسطة مطاطة كي تبقى التفاحة معلقة ولا تنزل إلى أسفل العبوة ونقلنا إليها اليرقات ووضعنا قطعة قماش ناعمة عليها مطاطة، وهكذا يتم حصر اليرقات على سطح التفاحة تماماً بحيث يلامس المبيد اليرقات كاملة. وأخذت القراءات بعد (24، 48، 72) ساعة من وضع المبيد، حيث اعتبرت اليرقة ميتة عندما لم تتحرك عند تحريكها بالإبرة.

العمر اليرقي الخامس (اليرقات الساكنة):

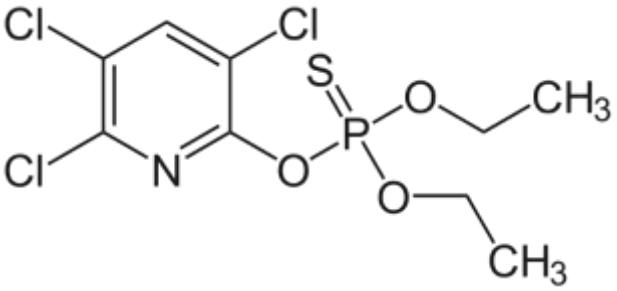
تم وضع اليرقات تحت الظروف ضوء: ظلام 12:12 حتى تكوين الشرانق حول الأعمار اليرقية الخامسة وحثها على الدخول في السبات ومن ثم تم وضعها في حرارة منخفضة 6 مْ مدة ثلاثة أشهر وفي ظلام تام (Pasquier and Charmillot, 2004; Voudouris *et al*., 2011) وعرضنا اليرقات الساكنة لفترة ضوئية ضوء: ظلام 16: 8 ودرجة حرارة 25مْ لإنهاء فترة السكون (Boivin *et al*., 2001). تم تمييز اليرقات الذكور عن الإناث من خلال بقعة أرجوانية حمراء اللون تظهر على الحلقة البطنية الخامسة من الجهة الظهرية في العمر اليرقي الخامس الأخير للذكور ولا تظهر هذه البقعة على اليرقات الإناث ويمكن تمييز هذا الاختلاف بالعين المجردة (Fukova *et al*., 2009). تم أخذ 7 تراكيز من المبيد chlorpyrifos (0-1400-2000-3000-5000-6500-8000-10000) ppm بالإضافة للشاهد (الماء المقطر) وبمعدل عشرة مكررات من كل تركيز وفي كل مكرر 4 يرقات ساكنة من الحقول التي تم معاملتها بالمبيدات أما بالنسبة للسلالة المخبرية فقد تم أخذ 7 تراكيز من المبيد chlorpyrifos (0-72-350-720-1100-1400-2000-2500)ppm بالإضافة للشاهد (الماء المقطر)، حيث تم أخذ عشرة مكررات من كل تركيز وفي كل مكرر 4 يرقات ساكنة. تم معاملة كل يرقة موضعياً على الوجه الظهري ب 1 ميكرولتر من المبيد (Reyes *et al*., 2007) ومن ثم وضعت في عبوة سعتها 125 مل وقد تم تغطية سطحها بقماش ناعم وأخذت القراءات بعد (24، 48، 72) ساعة من وضع المبيد، حيث اعتبرت اليرقة ميتة عندما لم تتحرك عند تحريكها بالإبرة.

العمر اليرقي الخامس (يرقات غير ساكنة):

تم أخذ 7 تراكيز من المبيد chlorpyrifos (0–800–1100–2000–3000–5000–6500–8000) ppm بالإضافة للشاهد (الماء القطر) حيث تم أخذ عشرة مكررات من كل تركيز وكل مكرر عبارة عن ثمرة تفاح واحدة وعلى كل ثمرة 4 يرقات من الحقول المعاملة بالمبيدات، أما بالنسبة للسلالة المخبرية فقد تم أخذ 7 تراكيز من المبيد chlorpyrifos (0–72–350–720–1100–1400–2000– 2500) ppm بالإضافة للشاهد (الماء القطر) وبمعدل عشرة مكررات من كل تركيز وفي كل مكرر 4 يرقات مع اتباع الخطوات السابقة.

المبيد:

تمت التجربة باستخدام مبيد chlorpyrifos-ethyl 48% EC الذي ينتمي إلى مجموعة المبيدات العضوية الفوسفورية وهو مبيد حشري أكاروسي غير جهازي ومبيد للقراد وللحشرات ساكنات التربة (Tasca *et al*, 2020) يؤثر بالملامسة والهضم ويمتاز بالأثر الباقي القصير حيث تم أخذ مجموعة من التخفيفات من المبيد من أجل الاختبارات الحيوية.



الشكل(1):O,O-Diethyl O-(3,5,6-trichloropyridin-2-yl) phosphorothioate

التحليل الإحصائي:

تم استخدام طريقة تحليل البروبيت Probit analysis (Finney, 1952) في برنامج SPSS ver. 25 ثم حسبت قيم LC_{50} و LC_{90} حيث يتم تحويل 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. تُقرأ LC_{50} من خلال خط السمية بإسقاط خط أفقي من نسبة الموت المقدرة ب 50% على المحور العمودي على خط السمية ومن نقطة التقاطع يُرسم خط عمودي إلى الأسفل يقطع المحور الأفقي ومنه يمكن استنتاج التركيز القاتل ل 50% من الحشرات المعاملة.

النتائج والمناقشة:

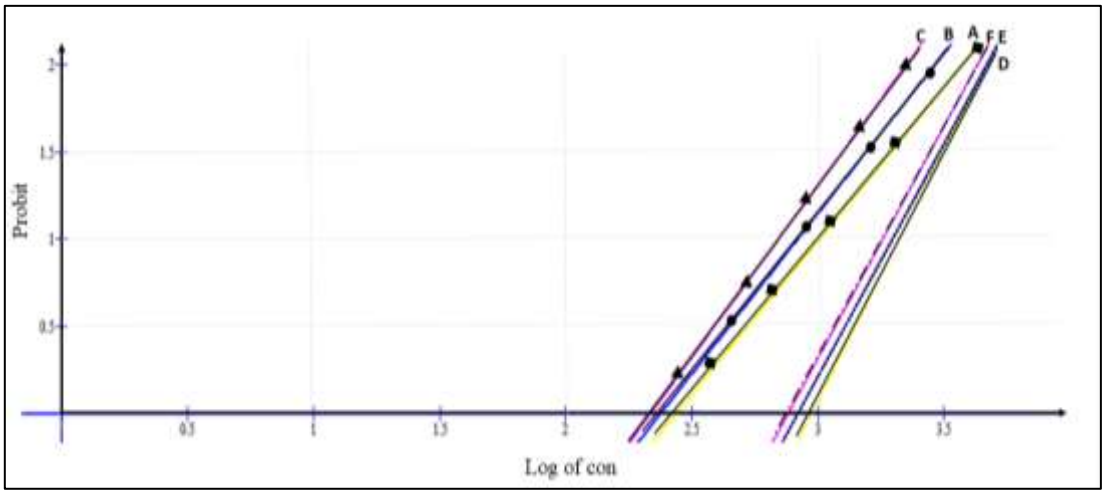
أوضحت النتائج الواردة في جدول (1) أن قيمة LC_{50} ليرقات العمر اليرقي الثالث للسلالة المخبرية (S) (265.08، 232.25، 212.31) ملغ/ل و قيمة مربع كاي (Chi^2) X^2 (10.05، 6.93، 5.56) وقيمة LC_{50} ليرقات العمر اليرقي الثالث للسلالة الحقلية (R) (936.93، 825.96، 754.52) ملغ/ل وقيمة X^2 (4.33، 5.7، 7.59) بعد (24، 48، 72) ساعة على التوالي و كانت قيمة مربع كاي المحسوبة أقل من القيمة الجدولية وهذا يدل على عدم وجود اختلاف معنوي، أي أن خط السمية مر بجميع أو معظم النقاط المرسومة ونلاحظ أن قيمة LC_{50} للسلالة الحقلية أكبر منها في السلالة المخبرية وكلما ارتفعت قيمة LC_{50} كلما زادت المقاومة وبلغ معدل المقاومة RR (3.53، 3.55، 3.55) بعد (24، 48، 72) ساعة على التوالي ويُلاحظ أن السلالة الحقلية أصبح لديها تحمّل فائق للمبيد chlorpyrifos حيث (RR > 2.9) حسب (الملاح، 2014) وهذا لا يتوافق مع (Rodríguez *et al*., 2011)،

حيث كانت فعالية المبيد قليلة على السلالة الحقلية وأظهرت دودة ثمار التفاح تحمّلاً فائقاً للمبيد ونلاحظ تقارب قيم معدل المقاومة، مما يدل أن نسبة الموت الأكبر كانت خلال الأربع والعشرون ساعة الأولى، بينما انخفض عدد الحشرات الميتة بفعل المبيد بعد ذلك وقد يكون ذلك بسبب قدرة اليرقات على تحمّل المبيد أو بسبب نشاط بعض الأنظمة الأنزيمية التي تقوم بتحليل المبيد والتخفيف من سميته (Bosch *et al.*, 2018) وكانت قيم معدل المقاومة متقاربة. نلاحظ من الشكل (1) بأن ميل خط السمية ليرقات العمر اليرقي الثالث للسلالة المخبرية (S) (A، B، C) (1.75، 1.83، 1.96) كان أصغر من ميل خط السمية للسلالة الحقلية (D، E، F) (2.87، 2.66، 2.65) بعد (24، 48، 72) ساعة على التوالي، وهذا يدل على أن تجانس السلالة الحقلية كان أكبر من تجانس السلالة المخبرية وكلما كان ميل خط السمية أكثر كلما كانت السلالة أكثر تجانساً وتستجيب لمدى ضيق من التراكيز.

الجدول (1): التراكيز القاتلة لـ 50% (LC50) و90% (LC90) للعمر اليرقي الثالث لدودة ثمار التفاح ومعدل المقاومة بعد (24، 48، 72) ساعة من المعاملة بمبيد chlorpyrifos.

الزمن Time	السلالة	LC_{50} (mg. liter-1)	LC_{90} ($mg.liter^{-1}$)	y=a+bx		X^{2***}	معدل المقاومة RR****
				Intercept (a)±SE	Slope (b)±SE		
24h	(S)*	265.08	1420.55	-4.26±0.44	1.75±0.17	10.05	**3.53**
	(R)**	936.93	2617.53	-8.53±0.80	2.87±0.25	4.33	
48h	(S)	232.25	1158.43	-4.34±0.45	1.83±0.17	6.93	**3.55**
	(R)	825.96	2501.23	-7.76±0.76	2.66±0.24	5.7	
72 h	(S)	212.31	953.22	-4.57±0.46	1.96±0.18	5.56	**3.55**
	(R)	754.52	2295.47	-7.63±0.77	2.65±0.25	7.59	

*(S): السلالة المخبرية، ** (R): السلالة الحقلية، *** قيمة مربع كاي (Chi^2). **** RR=LC50 (R)/LC50(S)



الشكل (1): خطوط انحدار السمية للعمر اليرقي الثالث لدودة ثمار التفاح، السلالة المخبرية(A ، B، C) والسلالة الحقلية (D ، E ، F) بعد (24، 48، 72) ساعة من معاملتها بمبيد chlorpyrifos.

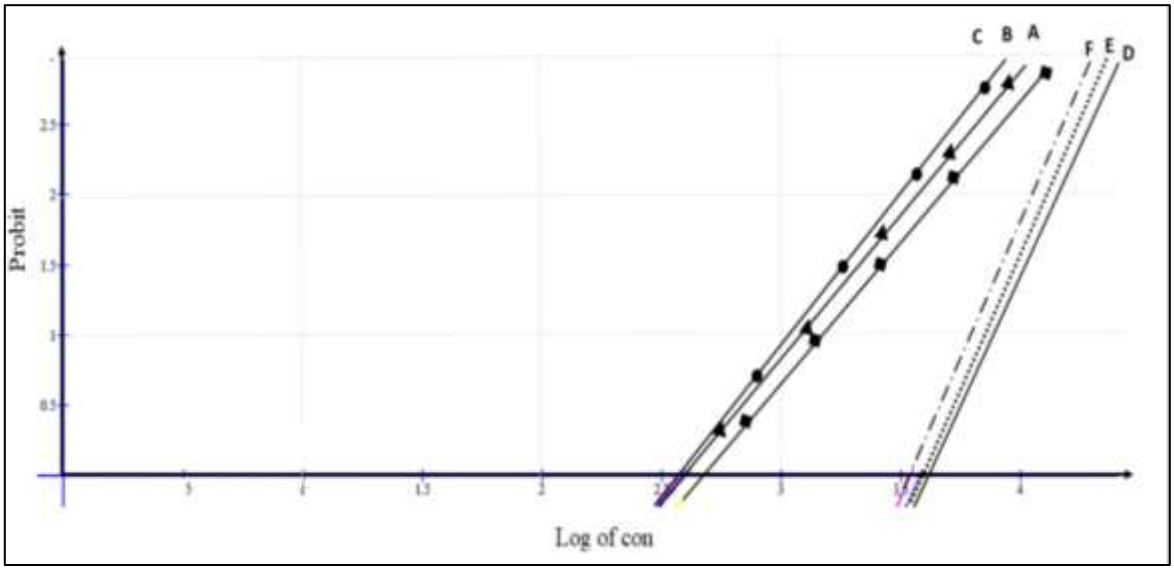
أوضحت النتائج الواردة في جدول (2) أن قيمة LC_{50} لذكور اليرقات الساكنة للسلالة المخبرية (S) (466.32، 393.69، 373.63) ملغ/ل وقيمة X^2 (8.68، 5.03، 4.85) وقيمة LC_{50} لذكور اليرقات الساكنة للسلالة الحقلية (R) (4080.91، 3751.34، 3424.69) ملغ/ل وقيمة X^2 (5.93، 4.46، 4.15) بعد (24، 48، 72) ساعة على التوالي، بينما كانت قيمة LC_{50} ليرقات إناث السلالة المخبرية الساكنة (S) (483.51، 403.57، 382.34) ملغ/ل و قيمة X^2 (7.34، 9.03، 9.61) و قيمة LC_{50} لإناث السلالة الحقلية الساكنة(R) (4288.44، 3773.42، 3425.08) ملغ/ل وقيمة X^2 (5.54، 5.81، 5.88) بعد (24، 48،

72) ساعة على التوالي وكانت قيمة X^2 المحسوبة أقل من القيمة الجدولية وهذا يدل على عدم وجود اختلاف معنوي، أي أن خط السمية مر بجميع أو معظم النقاط المرسومة. كانت قيمة LC_{50} للسلالة الحقلية أكبر من السلالة المخبرية للإناث والذكور وكانت قيم LC_{50} للإناث والذكور في السلالة المخبرية متقاربة على الرغم من أن قيمة LC_{50} للإناث كانت دائماً أعلى منها في الذكور وكذلك الأمر بالنسبة للسلالة الحقلية، ويرجع هذا إلى كبر حجم الإناث مقارنة بالذكور وإلى فيزيولوجية الإناث ومن المعروف أنه كلما زاد وزن الحشرة كلما احتاجت إلى كمية أكبر من المبيد حتى يتم قتلها (عبد الحميد وعبد المجيد،1995) وبلغ معدل المقاومة RR (8.75، 9.52، 9.16) لليرقات الذكور و (8.86، 9.35، 8.95) للإناث، ويُلاحظ أن السلالة الحقلية لإناث وذكور اليرقات أصبح لديها تحمّل فائق جداً (ultra vigor tolerance) للمبيد chlorpyrifos حيث (RR > 6.5) وتوافق ذلك مع (الملاح، 2014) وهذا توافق أيضاً مع دراسة (Reyes *et al.*, 2015) الذي أثبت وجود مقاومة لمبيد chlorpyrifos لليرقات الساكنة لدودة ثمار التفاح في دولة تشيلي. ونلاحظ من الشكل (2) بأن ميل خط السمية للسلالة المخبرية ليرقات الذكور الساكنة (A، B، C) (2.03، 2.06، 2.18) بعد (24، 48، 72) ساعة على التوالي كان أصغر من ميل خط السمية للسلالة الحقلية (D، E، F) (3.70، 3.84، 3.90) بعد (24، 48، 72) ساعة على التوالي، بينما نلاحظ من الشكل (3) بأن ميل خط السمية للسلالة المخبرية ليرقات الإناث الساكنة سجل (2.17، 2.19، 2.26) بعد (24، 48، 72) ساعة على التوالي، وكان أصغر من ميل خط السمية للسلالة الحقلية (4.09، 3.84، 3.51) بعد (24، 48، 72) ساعة على التوالي، وهذا ما يدل على أن تجانس السلالة الحقلية كان أكبر من تجانس السلالة المخبرية وكلما كان ميل خط السمية أكثر كلما كانت السلالة أكثر تجانساً وتستجيب لمدى ضيق من التركيزات وقد كان خط السمية المرسوم ببرنامج SPSS مستقيماً وهذا يدل على أن توزيع حساسية الأفراد كان طبيعياً في مجموع السلالات والعينة ممثلة حقيقية للأفراد المستخدمة وكمية المبيد الداخلة إلى جسم الحشرات إلى كمية المبيد الكلية التي تعرضت لها الأفراد ثابتة ونلاحظ من توازي الخطوط على أن ميكانيكية تأثير مبيد chlorpyrifos على كلا السلالتين المخبرية و المخبرية نفسه.

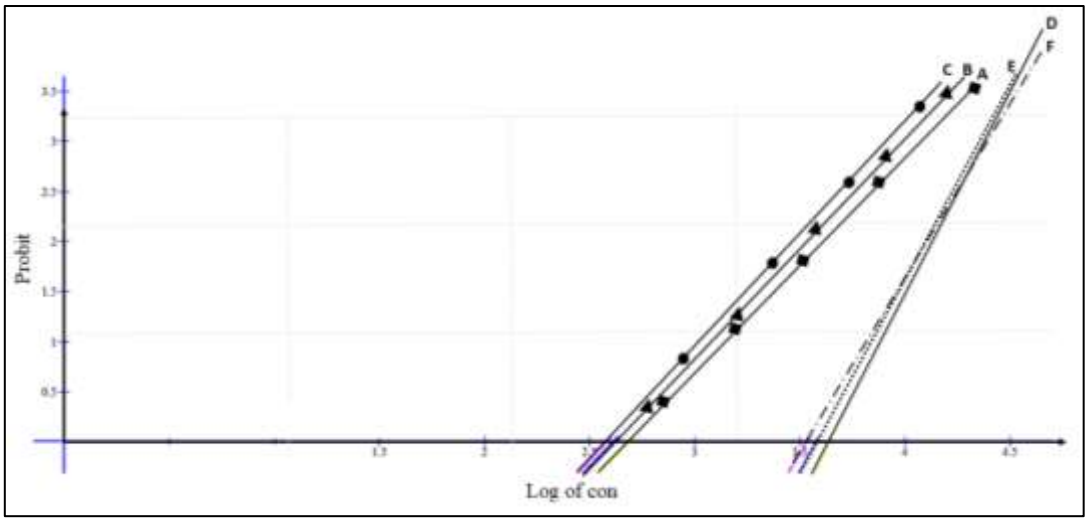
الجدول (2): التراكيز القاتلة ل 50% (LC_{50}) و90% (LC_{90}) ليرقات دودة ثمار التفاح الساكنة (إناث، ذكور) ومعدل المقاومة بعد (24، 48، 72) ساعة من المعاملة بمبيد chlorpyrifos.

الزمن Time	جنس الحشرة Insect gender	LC_{50} (mg. liter^{-1})	LC_{90} (mg.liter^{-1})	y=a+bx		X^{2***}	معدل المقاومة RR^{****}
				Intercept (a)±SE	Slope (b)±SE		
24h	Male (S)*	466.32	1986.79	-5.43±0.69	2.03±0.24	8.68	**8.75**
	Male (R)**	4080.91	9055.94	-13.36±1.32	3.70±0.36	5.93	
	Female (S)	483.51	1878.51	-5.83±0.69	2.17±0.23	7.34	**8.86**
	Female (R)	4288.44	8809.09	-14.89±1.43	4.09±0.39	5.54	
48h	Male (S)	393.69	1643.31	-5.35±0.67	2.06±0.24	5.03	**9.52**
	Male (R)	3751.34	8075.32	-13.75±1.33	3.84±0.36	4.46	
	Female (S)	403.57	1547.30	-5.72±0.66	2.19±0.23	9.03	**9.35**
	Female (R)	3773.42	8136.41	-13.73±1.33	3.84±0.36	5.81	
72 h	Male (S)	373.63	1444.09	-5.61±0.69	2.18±0.24	4.85	**9.16**
	Male (R)	3424.69	7287.53	-13.81±1.34	3.90±0.37	4.15	
	Female (S)	382.34	1410.51	-5.83±0.67	2.26±0.26	9.61	**8.95**
	Female (R)	3425.08	7932.97	-12.41±1.24	3.51±0.34	5.88	

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



الشكل (2): خطوط انحدار السمية لذكور اليرقات الساكنة لدودة ثمار التفاح، السلالة المخبرية (A ، B، C) والسلالة الحقلية (D ، E، F) بعد (24، 48، 72) ساعة من معاملتها بمبيدchlorpyrifos.



الشكل (3): خطوط انحدار السمية لإناث اليرقات الساكنة لدودة ثمار التفاح، السلالة المخبرية (A، B، C) والسلالة الحقلية (D، E، F) بعد (24، 48، 72) ساعة من معاملتها بمبيد chlorpyrifos

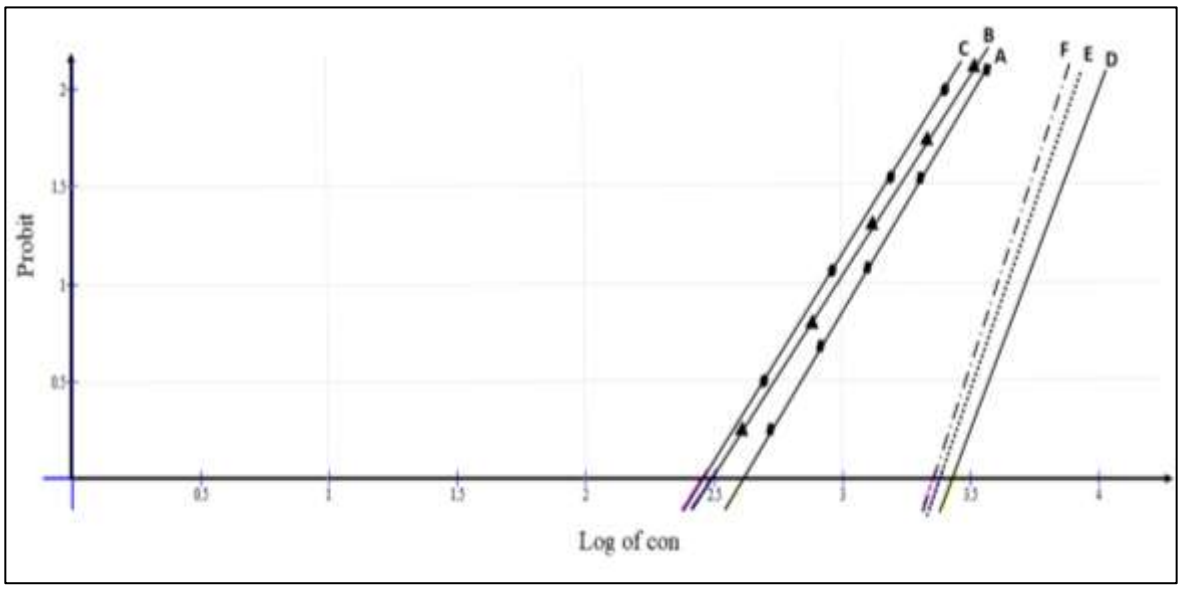
أوضحت النتائج الواردة في جدول (3) أن قيمة LC_{50} لذكور العمر اليرقي الخامس للسلالة المخبرية (S) (404.02، 307.27، 282.61) ملغ/ل و قيمة X^2 (4.44، 5.59، 4.44) وقيمة LC_{50} لذكور العمر اليرقي الخامس للسلالة الحقلية (R) (2685.38، 2368.18، 2205.99) ملغ/ل وقيمة X^2 (9.46، 5.16، 2.35) بعد (24، 48، 72) ساعة على التوالي، بينما كانت قيمة LC_{50} لإناث العمر اليرقي الخامس للسلالة المخبرية (S) (403.05، 298.59، 266.14) ملغ/ل وقيمة X^2 (9.77، 2.66، 1.94) وقيمة LC_{50} لإناث السلالة الحقلية (R)(2782.47، 2437.67، 2108.99) ملغ/ل وقيمة X^2 (5.06،6.81، 7.45) بعد (24، 48، 72) ساعة، وكانت قيمة مربع كاي المحسوبة أقل من القيمة الجدولية وهذا يدل على عدم وجود اختلاف معنوي، أي أن خط السمية مر بجميع أو معظم النقاط المرسومة وبلغ معدل المقاومة RR (6.64، 7.7، 7.8) لليرقات الذكور و (6.9، 8.16، 7.92) للإناث، ويُلاحظ أن السلالة الحقلية لإناث وذكور اليرقات أصبح لديها تحمّل فائق جداً للمبيد chlorpyrifos حيث (RR > 6.5) وفق (الملاح، 2014) ونلاحظ من الشكل (4) بأن ميل خط السمية لذكور العمر اليرقي الخامس للسلالة المخبرية (S) (A، B،

C) (2.27، 2.04، 2.12) كان أصغر من ميل خط السمية لذكور السلالة الحقلية (D، E، F) (3.54، 3.83، 3.96) بعد (24، 48، 72) ساعة على الترتيب، بينما نلاحظ من الشكل (5) بأن ميل خط السمية لإناث العمر اليرقي الخامس للسلالة المخبرية (S) (1.81، 1.94، 2.02) كان أصغر من ميل خط السمية للسلالة الحقلية (3.32، 3.15، 3) بعد (24، 48، 72) ساعة على التوالي وهذا ما يدل على أن تجانس السلالة الحقلية كان أكبر من تجانس السلالة المخبرية، وكانت قيمة معدل المقاومة في يرقات العمر اليرقي الخامس أقل منها في اليرقات الساكنة وهذا يدل على أن عمل الأنظمة الأنزيمية في اليرقات الساكنة أكثر فعالية.

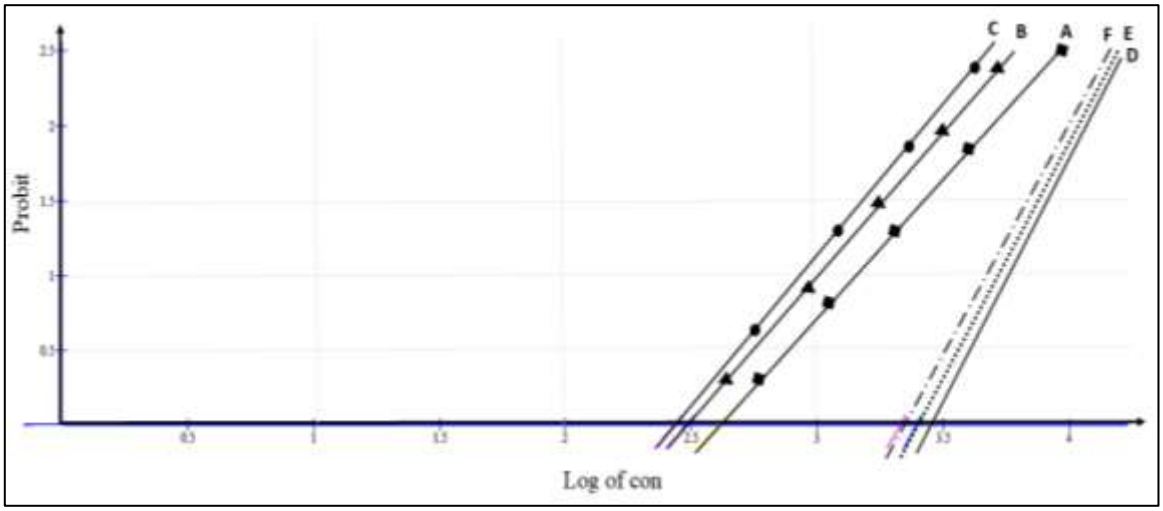
الجدول (3): التراكيز القاتلة ل 50% (LC_{50}) و90% (LC_{90}) للعمر اليرقي الخامس غير الساكنة لدودة ثمار التفاح (إناث، ذكور) ومعدل المقاومة بعد (24، 48، 72) ساعة من المعاملة بمبيد chlorpyrifos.

الزمن Time	جنس الحشرة Insect gender	LC50 (mg. liter^{-1})	LC90 (mg.liter^{-1})	y=a+bx		X^{2***}	معدل المقاومة RR****
				Intercept (a)±SE	Slope (b)±SE		
24h	Male (S)*	404.02	1478.02	-5.93±0.73	2.27±0.26	4.44	**6.64**
	Male (R)**	2685.38	6172.12	-12.15±1.16	3.54±0.33	9.46	
	Female (S)	403.05	2053.96	-4.72±0.58	1.81±0.2	9.77	**6.9**
	Female (R)	2782.47	6763.46	-11.44±1.10	3.32±0.31	5.06	
48h	Male (S)	307.27	1305.24	-5.07±0.64	2.04±0.23	5.59	**7.7**
	Male (R)	2368.18	5112.02	-12.94±1.22	3.83±0.35	5.16	
	Female (S)	298.59	1359.67	-4.81±0.59	1.94±0.21	2.66	**8.16**
	Female (R)	2437.67	6214.40	-10.68±1.04	3.15±0.30	6.81	
72 h	Male (S)	282.61	1136.01	-5.19±0.65	2.12±0.23	4.44	**7.8**
	Male (R)	2205.99	4642.02	-13.26±1.26	3.96±0.37	2.35	
	Female (S)	266.14	1143.23	-4.91±0.6	2.02±0.21	1.94	**7.92**
	Female (R)	2108.99	5633.81	-9.98±1	3±0.29	7.45	

*(S): السلالة المخبرية، ** (R): السلالة الحقلية، *** قيمة مربع كاي (Chi^2). **** RR=LC50 (R)/LC50(S)



الشكل (4): خطوط السمية انحدار لذكور العمر اليرقي الخامس غير الساكنة لدودة ثمار التفاح، السلالة المخبرية (A ، B، C) و السلالة الحقلية (D ، E، F) بعد (24، 48، 72) ساعة من معاملتها بمبيد chlorpyrifos.



الشكل (5): خطوط انحدار السمية لإناث العمر اليرقي الخامس غير الساكنة لدودة ثمار التفاح، السلالة المخبرية(A، B ، C) و السلالة الحقلية(D ، E، F) بعد (24، 48، 72) ساعة من معاملتها بمبيدchlorpyrifos.

الاستنتاجات

1- كان تحمّل العمر اليرقي الثالث لدودة ثمار التفاح فائق للمبيد chlorpyrifos، بينما كان تحمّل فائق جداً ليرقات العمر اليرقي الخامس الساكنة والغير ساكنة.

2- وجدنا أن معدل المقاومة عند إناث اليرقات أعلى منها عند الذكور وأن معدل المقاومة عند اليرقات الساكنة أعلى من معدل المقاومة عند العمر اليرقي الثالث ويرقات العمر اليرقي الخامس للذكور والإناث لدودة ثمار التفاح، حيث يختلف تحمّل النوع الواحد باختلاف العمر اليرقي وقد يعود السبب إلى حجم يرقات العمر اليرقي الخامس الأكبر وبالتالي تحمّلها لكميات أكبر من المبيد.

3- ازداد معدل المقاومة طرداً مع العمر اليرقي، مما استدعى زيادة جرعة المبيد لقتل الأعمار اليرقية المتقدمة.

4- ظهرت صفة التحمّل للأعمار اليرقية المختلفة لمبيد chlorpyrifos بينما لم تصل إلى درجة المقاومة.

التوصيات:

عدم استخدام المبيد بشكل مكثف لوحده على أشجار التفاحيات وضرورة استخدام مبيدات من مجموعات مختلفة، كي لا تتطور صفة التحمّل إلى مقاومة على المدى البعيد.

الشكر:

الشكر الدائم للهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية ومركز بحوث السويداء للمساعدة على إتمام البحث.

المراجع:

العبار، فيحاء، حجار محمد جمال، جمال مجد، و وائل المتني (2010). الجدوى الاقتصادية لمكافحة دودة ثمار التفاح *Cydia pomonella* L. باستخدام مبيدات الحشرات في منطقة عين العرب- السويداء، سورية. مجلة وقاية النبات. 28:143-148.

المجموعة الإحصائية الزراعية السنوية .2020. قسم الإحصاء .مديرية الإحصاء والتخطيط، وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي، دمشق، الجمهورية العربية السورية، جدول83.

الملاح، نزار مصطفى (2014). الأساسيات في علم سموم مبيدات الحشرات. ط:1. الموصل: العراق. دار العلا للنشر.481 ص.

جزان، يوسف محمد (2006). دراسة تحليلية لتكاليف إنتاج التفاح وتسويقه في محافظة السويداء. مجلة جامعة دمشق للعلوم الاقتصادية والقانونية. 22(2): 397-424.

عبد الحميد، زيدان هندي، وعبد المجيد، محمد إبراهيم (1995). الاتجاهات الحديثة في المبيدات ومكافحة الحشرات " التواجد البيئي والتحكم المتكامل" (الجزء الثاني). ط:2. القاهرة: مصر. الدار العربية للنشر. 604 ص.

Boivin, T.; C. Chabert d'Hieres; J.C. Bouvier; D. Beslay; and B. Sauphanor (2001). Pleiotropy of insecticide resistance in the codling moth, Cydia pomonella (L). Entomol Exp Appl. 99:381–386.

Bosch, D.; M. A. Rodríguez; and J. Avilla (2018). Monitoring resistance of *Cydia pomonella* (L.) Spanish field populations to new chemical insecticides and the mechanisms involved. Pest management science. 74(4): 933-943.

Bush, M. R.; Y. A. Abdel-All; and G. C. Rock (1993). Parathion resistance and esterase activity in codling moth (Lepidoptera: Tortricidae) from North Carolina. Journal of Economic Entomology. 86(3): 660-666.

Dunley, J. E.; and S. C. Welter (2000). Correlated Insecticide Cross-Resistance in Azinphosmethyl Resistant Codling Moth (Lepidoptera: Tortricidae). Journal of Economic Entomology. 93(3): 955–962.

Dyck, V. A. (2010). Rearing codling moth for the sterile insect technique. FAO Plant Production and Protection Paper. Pp197.

Finney, D.J., Ed. 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 Applied Entomology. 133: 249-261.

İşci, M.; and R. Ay (2017). Determination of resistance and resistance mechanisms to thiacloprid in *Cydia pomonella* L. (Lepidoptera: Tortricidae) populations collected from apple orchards in Isparta Province, Turkey. Crop Protection. 91: 82–88.

Knight, A. L.; J. F. Brunner; and D. Alston (1994). Survey of azinphosmethyl resistance in codling moth (Lepidoptera: Tortricidae) in Washington and Utah. Journal of Economic Entomology. 87(2): 285-292.

Kuyulu, A.; and G. E. N. Ç. 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). Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi. 6(3): 546-556.

Pajac, I.; B. Barić; K. M. Mikac; and I. Pejić (2012). New insights into the biology and ecology of *Cydia pomonella* from apple orchards in Croatia. Bulletin of Insectology. 65(2): 185-193.

Parra Morales, L. B.; R. A. Alzogaray; L.Cichón; S. Garrido; J. Soleño; and C. M. Montagna (2016). Effects of chlorpyrifos on enzymatic systems of *Cydia pomonella* (Lepidoptera: Tortricidae) adults. Insect Science. 24(3): 455–466.

Pasquier, D.; and P. J. Charmillot (2004). Effectiveness of twelve insecticides applied topically to diapausing larvae of the codling moth, *Cydia pomonella* L. Pest Management Science: formerly Pesticide Science. 60(3): 305-308.

Reyes, M.; P. Franck; P. J. Charmillot; C. Ioriatti; J. Olivares; E. Pasqualini; and B. Sauphanor (2007). Diversity of insecticide resistance mechanisms and spectrum in European populations of the codling moth, *Cydia pomonella*. Pest Management Science: formerly Pesticide Science. 63(9): 890-902.

Reyes, M.; and B. Sauphanor (2008). Resistance monitoring in codling moth: a need for standardization. Pest Manag. Sci. 64: 945–953.

Reyes, M.; W. Barros-Parada; C. C. Ramirez; and E. Fuentes-Contreras (2015). Organophosphate Resistance and its Main Mechanism in Populations of Codling Moth (Lepidoptera: Tortricidae) from Central Chile. Journal of Economic Entomology. 108(1): 277–285.

Rodríguez, M. A.; T. Marques; D. Bosch; and J. Avilla (2011). Assessment of insecticide resistance in eggs and neonate larvae of *Cydia pomonella* (Lepidoptera: Tortricidae). Pesticide Biochemistry and Physiology. 100(2): 151–159.

Sauphanor, B.; J. C. Bouvier; and V. Brosse (1998a). Spectrum of insecticide resistance in *Cydia pomonella* (Lepidoptera: Tortricidae) in Southeastern Franc. Journal of Economi Entomology. 91(6): 1225-1231.

Sauphanor; B.; V. Brosse; C. Monier; and J. C. Bouvier (1998b). Differential ovicidal and larvicidal resistance to benzoylureas in the codling moth, Cydia pomonella. Entomologia Experimentalis et Applicata. 88(3): 247–253.

Tasca, A. L., Clematis, D., Panizza, M., Vitolo, S., and Puccini, M. (2020). Chlorpyrifos removal: Nb/boron-doped diamond anode coupled with solid polymer electrolyte and ultrasound irradiation. Journal of Environmental Health Science and Engineering. 18(2): 1391-1399.

Thaler R.; A. Brandstatter, A. Meraner, M. Chabicovski, W. Parson, R. Zelger, J. Dalla Via, R. Dallinger (2008). Molecular phylogenyand population structure of the codling moth (Cydia pomonella) in Central Europe: II. AFLP analysis refl ects human-aided local adaptation of a global pest species. Molecular Phylogenetics and Evolution. 48(4): 838–849.

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.

Vreysen, M. J. B.; J. E. Carpenter; and F. Marec (2010). Improvement of the sterile insect technique for codling moth *Cydia pomonella* (Linnaeus) (Lepidoptera Tortricidae) to facilitate expansion of field application. Journal of Applied Entomology. 134(3): 165-181.

Welter, S. C.; L. Varela; and R. Freeman (1991). Codling moth resistance to azinphosmethyl in California. Resist. Pest Manag. Newslett. 3: 1-12.

Resistance of Codling Moth, *Cydia pomonella* (L.) to Insecticide Chlorpyrifos-Ethyl in Al-Suwayda Governorate, Syria

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.

(*Corresponding author: Rami Bou Hamdan. E-Mail: ramy.alswaida@gmail.com).

Received:14/06/2022 Accepted: 2/10/2022

Abstract:

The study was conducted in 2019 at As-Suwayda Research Center in As-Suwayda governorate /Syria, to study the susceptibility of the codling moth *Cydia pomonella* to the Chlorpyrifos pesticide. The results shows that the Third-instar larvae of *Cydia pomonella* has developed a vigor tolerance to chlorpyrifos, and reached a resistance rate (RR) was (3.53, 3.55, 3.55) after (24, 48, 72) hours, respectively. The diapaused larvae of the codling moth (males and females) developed ultra vigor tolerance to chlorpyrifos, the resistance rate was (8.75, 9.52, 9.16) for male larvae and (8.86, 9.35, 8.95) for females after (24, 48, 72) hours, respectively, while ultra vigor tolerance was observed in the non-diapausing fifth-instar larvae, the resistance rate was (6.64, 7.7, 7.8) for males and (6.9, 8.16, 7.92) for females after (24, 48, 72) hours, respectively. We noted that the resistance rate of female larvae was higher than males, and the resistance rate of males and females of diapaused larvae was higher than third and non-diapausing fifth-instar larvae. Based on the results, we noted that the different larval instars showed tolerance to chlorpyrifos pesticide, while it didn´t reach to resistance, this calls for the pesticide shouldn´t be used extensively on pome trees, so that tolerance didn´t develop into resistance in the long term. In addition, the pesticide had to be used as part of a rotation cycle with other modern pesticides.

Key words: *Cydia* pomonella, larval instars, insecticide resistance, vigor tolerance, chlorpyrifos, Syria