

دراسة حياتية للمتطفل (*Diadegma semiclausum* (Hellen) على العثة ذات الظهر الماسي (*Plutella xylostella* (L.) تحت الظروف المخبرية

مرفت مغربي، هشام الرز وعبد النبي بشير

مركز دراسات وبحوث مكافحة الحيوية، قسم وقاية النبات، كلية الزراعة، جامعة دمشق، سورية، البريد الإلكتروني: basherofecky@yahoo.com

الملخص

مغربي، مرفت، هشام الرز وعبد النبي بشير. 2019. دراسة حياتية للمتطفل (*Diadegma semiclausum* (Hellen) على العثة ذات الظهر الماسي (*Plutella xylostella* (L.) تحت الظروف المخبرية. مجلة وقاية النبات العربية، 37(1): 59-67.

أجريت تربية مخبرية للمتطفل (*Diadegma semiclausum* (Hellen) (Hymenoptera: Ichneumonidae) لثلاثة أجيال متتالية على يرقات العثة ذات الظهر الماسي (*Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae) على العائل النباتي الملقوف ضمن ظروف مخبرية ثابتة (حرارة 25±2 °س، ورطوبة نسبية 60±5%، فترة ضوئية (ضوء: ظلام) 16:8 ساعة. بينت نتائج دراسة المؤشرات الحياتية للمتطفل *D. semiclausum* على يرقات العثة ذات الظهر الماسي لمدة ثلاثة أجيال ارتفاع نسبة الذكور خلال الأجيال المتلاحقة مقابل انخفاض في نسبة الإناث لتصل النسبة الجنسية للمجتمع في الجيل الثالث إلى 1:0.325 (ذكر: أنثى)، بالإضافة إلى انخفاض في مدة حياة كل من الذكر والأنثى مع ارتفاع واضح في مدة الجيل الواحد المخبري حيث وصلت في الجيل الثالث إلى 19.8±1.19 يوم، في حين لم تتأثر نسبة التطفل بشكل كبير خلال الجيلين الأول والثاني مع انخفاض في الجيل الثالث لتصل إلى 60.81±1.26%. أظهرت نتائج التربية المخبرية للمتطفل زيادة في عدد الذكور، وتناقصاً في مدة حياة الأفراد الكاملة، وزيادة في مدة الجيل الواحد للمتطفل، وحدثت تغيرات سلوكية وشكلية ليرقات الفراشة ذات الظهر الماسي التي تعرضت للمتطفل.

كلمات مفتاحية: العثة ذات الظهر الماسي، متطفل، نسبة جنسية.

المقدمة

أن نحو 60 نوعاً منها مهمة في مكافحة الحيوية للعثة ذات الظهر الماسي. يشكل الطور اليرقي للحشرة عائلاً رئيساً للعديد من أنواع المتطفلات الحشرية، وأشار Sarfraz *et al.* (2005) و Furlong *et al.* (2013) أن من أهم المتطفلات التي تتطفل على يرقات العثة ذات الظهر الماسي هي الأنواع التي تنتمي للأجناس *Diadegma*، *Cotesia*، *Apanteles* و *Microplitis*. كما بينوا أن المتطفل هو متطفل يرقات عذارى جماعي على العثة في مناطق مختلفة من العالم. يعد المتطفل (*Diadegma insulare* (Cresson) (Hymenoptera: Ichneumonidae) من أهم المتطفلات الإفرادية على يرقات العثة ذات الظهر الماسي في بقاع مختلفة من العالم (Lee & Heimpe, 2008؛ Sarfraz *et al.*, 2005)، ويعد هذا المتطفل من أهم عوامل مكافحة الحيوية للعثة ذات الظهر الماسي في كندا والولايات المتحدة الأمريكية (Sarfraz *et al.*, 2005؛ Young, 2005؛ Wold-Burkness *et al.*, 2005). بينت الدراسة التي أجريت في أمريكا الشمالية أن النسبة المئوية للتطفل بوساطة هذا المتطفل على يرقات الحشرة تراوحت بين 50 إلى 98% في الحقل وذلك اعتماداً على وجود وتوافر الطور المناسب من الحشرة للمتطفل

تعد العثة ذات الظهر الماسي (DBM) diamondback moth (*Plutella xylostella* (L.) (Hymenoptera: Ichneumonidae) من أهم آفات نباتات الفصيلة الصليبية في بقاع مختلفة من العالم ومنها سورية (Shelton, 2004)، وأصبحت هذه الحشرة واحدة من أهم الآفات الحشرية التي اكتسبت ظاهرة المقاومة لمبيدات الحشرات الكيميائية في العالم (Wang *et al.*, 2013؛ Sarfraz *et al.*, 2005؛ Furlong *et al.*, 2013؛ Zhang *et al.*, 2017؛ Wang *et al.*, 2018)، كما أظهرت الدراسات ظهور صفة المقاومة لسموم البكتريا (*Bacillus thuringiensis* Berliner (Takashino *et al.*, 2005). وقد دفعت هذه المقاومة إلى بذل جهود متزايدة للبحث عن طرائق بديلة آمنة على البيئة للسيطرة على هذه الحشرة. بينت الدراسات أن للمكافحة الحيوية دوراً مهماً في تنظيم أعداد هذه الحشرة في مناطق مختلفة من العالم، حيث سجل أكثر من 135 نوعاً من المتطفلات الحشرية على الأطوار المختلفة للعثة ذات الظهر الماسي (Syed *et al.*, 2018)، وبين Talekar & Shelton (1993)

تم ترك نبات واحد ضمن كل حفرة بعد أسبوع من الإنبات، ونقلت النباتات بعمر 4-5 أسابيع، وبعد ان امتلك كل نبات 6-8 أوراق، إلى أصص بلاستيكية بقطر 15 سم. وضعت الأصص ضمن صينية بلاستيكية بأبعاد 48×70×55 سم في غرفة نمو مجهزة لذلك مع إجراء كافة الخدمات اللازمة لنمو الشتلات الملفوف ووصولها إلى عمر 10-12 ورقة لتكون بذلك جاهزة لتربية الفراشة عليها.



شكل 1. صورة للصناديق التي استخدمت في التربية المخبرية.
Figure 1. A photo of the boxes used for laboratory rearing.

تربية العائل الحشري الفراشة ذات الظهر الماسي *Plutella xylostella*

تم جمع يرقات العثة ذات الظهر الماسي من حقول الملفوف في منطقة أبو جرش (دمشق) وذلك في موسم 2017-2018 خلال فترة نشاط الحشرة الممتدة ما بين شهري أيلول/سبتمبر وتشرين الأول/أكتوبر. وضعت العينات في علب بلاستيكية بعد تسجيل المعلومات على كل علبة (مكان الجمع وتاريخ الجمع) لحين نقلها إلى مختبر الحشرات في مركز دراسات وبحوث مكافحة الحيوية في كلية الزراعة، جامعة دمشق، سورية.

وضعت يرقات العثة التي جمعت من حقول الملفوف المصابة بالآفة ضمن ثلاثة أقفاص خشبية بقياس 70×70×50 سم مجهزة تحت الظروف السابقة نفسها من حيث الإضاءة والحرارة والرطوبة، وتركت لمتابعة التغذية حتى الوصول إلى طور الحشرة الكاملة. تم جمع الحشرات الكاملة للعثة من هذه الأقفاص ونقلت إلى قفص جديد بالظروف السابقة نفسها بحيث تم مراقبة التزاوج ووضع البيض وظهور اليرقات والعداري حتى الوصول إلى طور الحشرة الكاملة وهو الجيل المخبري الذي أجريت عليه الدراسة.

تجهيز شرائح البيض

تم طحن 65 غ من أوراق الملفوف ضمن خلاط كهربائي مع 500 مل من الماء المقطر، ثم عقرت العصارة عند درجة حرارة 120 °س ولمدة

(Benjamin et al., 2000). بين Momanyi et al. (2006) أن المتطفل (*Diadegma semiclausum* (Hellen)) هو من أهم المتطفلات على يرقات العثة ذات الظهر الماسي، وقد تم استيراد هذا المتطفل من تايوان لمكافحة العثة في نيجيريا. بينت الدراسة التي أجريت في أستراليا أن المتطفل *D. Semiclausum* هو متطفل يرقى إنفرادي متخصص على العثة ذات الظهر الماسي (Hemerik, 2007). تم نشر المتطفل *D. Semiclausum* في بقاع مختلفة من العالم بهدف مكافحة الحيوية للعثة ذات الظهر الماسي (Rose & Stauffer, 1997)، ويعد هذا المتطفل من أهم المتطفلات الحشرية المستخدمة في السيطرة على الحشرة في بلدان عديدة من أفريقيا، مثل كينيا وتانزانيا وأوغندا (Gichini et al., 2008)، وفي آسيا مثل اليابان (Noda et al., 2000)، وفي تايوان (Talekar & Hu, 1996)، والفلبين (Amend & Basedow, 1997) وماليزيا (Ooi, 1992). وفي سورية، سُجل المتطفل *D. Semiclausum* في حقول الملفوف كمتطفل داخلي على يرقات العثة ذات الظهر الماسي في حقول الملفوف في حمص (Kadirvel et al., 2011). أشارت الكثير من الدراسات السابقة إلى الفعالية الكبيرة للمتطفل *D. semiclausum* في السيطرة على العثة ذات الظهر الماسي في حقول الملفوف، حيث أشار Ooi (1992) إلى انخفاض كثافة العثة بنسبة 50% بعد إدخال ونشر المتطفل في حقول الملفوف في ماليزيا، وتصل نسبة التطفل في مناطق كثيرة من العالم إلى أكثر من 70% (Furlong & Zalucki, 2007)؛ و95% (Kwon et al., 2003). وتم تسجيل نسبة تطفل أعلى من 95% للمتطفل على العثة ذات الظهر الماسي في حقول الملفوف في جنوب كوينزلاند في أستراليا خلال فصل الشتاء وفي بداية فصل الربيع (Furlong & Zalucki, 2007)، وفي الفلبين (Poelking, 1992). ونظراً لأهمية هذا المتطفل فقد هدف هذا البحث إلى دراسة بيولوجية المتطفل *D. Semiclausum* على الحشرة ذات الظهر الماسي تحت الظروف المخبرية في سورية.

مواد البحث وطرائقه

تربية النبات العائل

استخدم نبات الملفوف (*Brassica oleracea* var *capitata*) كعائل نباتي في التربية، حيث تم وضع 2-3 بذور من نبات الملفوف في حفرة صغيرة مجهزة في خليط متجانس من التربة والتورب في صواني إنبات وضعت في صناديق خشبية مناسبة مجهزة بإضاءة فلورية وموقت زمني لتأمين فترة ضوئية (12 ضوء: 12 ظلام) عند حرارة 26 °س ورطوبة جوية 65% (شكل 1).

للمتطفلات عبارة عن أنابيب مجهزة بقطعة من القطن الطبي مشبعة بمحلول مخفف من العسل والسكر بنسبة 1:1 والهدف من التغذية السكرية هو إطالة عمر الحشرات الكاملة وزيادة خصوبة الإناث الملقحة (Khatri, 2011). روقيت المتطفلات ضمن الصندوق من حيث حدوث التزاوج، كما روقيت عمليات التطفل وانجذاب المتطفلات ليرقات الآفة، وتركت المتطفلات لمدة أسبوع كامل ضمن الصندوق، وأخرجت سواء الحية منها أو الناقة لضمان عدم وجود أي متطفل ضمن الصندوق، ثم أدخلت الى صندوق آخر وذلك لمعرفة مدة حياة الحشرة الكاملة لكل من الأنثى والذكر. وكررت هذه العملية من حيث عزل المتطفل من يرقات الفراشة وإحداث العدوى في صناديق جديدة وتركت المتطفلات ضمن الصندوق لمدة أسبوعين ثم عزلت بالطريقة نفسها. وضعت الصناديق عند حرارة ثابتة 25 ± 2 °س ورطوبة نسبية 60 ± 5 % وفترة إضاءة 16:8 (ضوء:ظلام) (Khatri, 2011)، وتركت مع المراقبة المستمرة بشكل يومي.

شملت الدراسة المخبرية للمتطفل *D. semiclasum* تقدير متوسط مدة الجيل من البيضة وحتى ظهور الحشرة الكاملة، النسبة الجنسية ومدة حياة كل من الذكر والأنثى، ونسبة التطفل، وذلك من خلال المعادلة التالية:

$$\text{النسبة المئوية للتطفل} = \frac{\text{عدد اليرقات المتطفل عليها}}{\text{العدد الكلي لليرقات}} \times 100$$

حللت النتائج باستخدام اختبار ANOVA عند مستوى المعنوية 1% باستخدام البرنامج الإحصائي SPSS. V.18.

النتائج والمناقشة

دراسة التغيرات السلوكية والشكلية ليرقات الفراشة ذات الظهر الماسي المتطفل عليها

بينت الدراسة أن أنثى المتطفل *D. semiclasum* لاتضع البيض على يرقات العثة من العمر الأول وتضعه على اليرقات في الأعمار الثاني والثالث والرابع، لأن اليرقة من العمر الأول تحفر داخل ورقة النبات العائل، بينما اليرقات في الأعمار الثاني والثالث والرابع تتغذى على السطح الخارجي لورقة النبات العائل، وهذا يتوافق مع Shi et al. (2000).

تبدو اليرقة المتطفل عليها في البداية طبيعية، لأن المتطفل يحاول ان يحافظ على اليرقة المتطفل عليها ليستطيع إكمال دورة حياته، وفي المراحل المتقدمة من التطفل ظهرت حالة ضمور وصغر حجم اليرقات بدون جفافها مع ظهور تحولات لونية في جسم اليرقة حيث

20 دقيقة تحت ضغط جوي 1.05 كغ/سم²، ثم رشحت العصارة المعقمة بوساطة منخل عادي لاستبعاد البقايا النباتية. تم تجعيد صفائح من ورق الألمنيوم ثم تسطيحها، وغمست هذه الصفائح في العصارة السابقة للحصول على طبقة رطبة ومنتظمة على هذه الصفائح، ثم جففت هذه الرقائق هوائياً، وقطعت إلى قطع (بأبعاد 10×2 سم)، أحدثت فتحة على شكل مستطيل في غطاء إناء بلاستيكي (سعة 3-4 لتر)، وعلقت قطعتين من صفائح الألمنيوم من خلال الفتحة إلى داخله، ووضع أنبوب بلاستيكي ضمن الإناء يحتوي على فتحة تخرج منها قطعة قطن مشبعة بمزيج من العسل المخفف بنسبة 10% كمصدر تغذية للفراشات، وينتهي هذا الأنبوب إلى فتحة خارج الإناء يتم من خلالها إضافة محلول التغذية بشكل دوري (شكل 2). أطلقت 10 أشفاح (ذكور وإناث) حديثة الإنبثاق من العثة ذات الظهر الماسي داخل الإناء، وتركت لوضع البيض على الشرائح بشكل مباشر (شكل 2)، واستخدمت هذه الشرائح في العدوى ضمن صناديق التربية.



شكل 2. علبه التزاوج وشرائح وضع البيض للعثة ذات الظهر الماسي.
Figure 2. Mating box and egg laying strips for diamondback moth.

الدراسة المخبرية للمتطفل *Diadegma semiclausum*

بعد الحصول على الأفراد الكاملة للمتطفل (من يرقات العثة المتطفل عليها والتي تم جمعها من حقول ملفوف مصابة بالعثة ذات المظهر الماسي في منطقة أبو جرش في دمشق خلال فترة نشاط الحشرة الممتدة ما بين شهري أيلول/سبتمبر وتشرين الأول/أكتوبر) الذي تم تصنيفها

في مختبر المتطفلات الحشرية في المركز بالاعتماد على الصفات التشخيصية المعتمدة ومراجع التصنيف المعتمدة للنوع *D. semiclasum* (Abdul Aziz et al., 2000)، أطلق 20 شفحاً من الحشرات الكاملة للمتطفل (الشفع يعني ذكر وأنثى المتطفل) حديثة الإنبثاق ضمن صندوق تربية الفراشة ذات الظهر الماسي فيها بحيث يوجد الطور اليرقي للحشرة على نبات الملفوف بمختلف الأعمار اليرقية من العمر اليرقي الأول وحتى طور العذراء مع تأمين مصدر تغذية

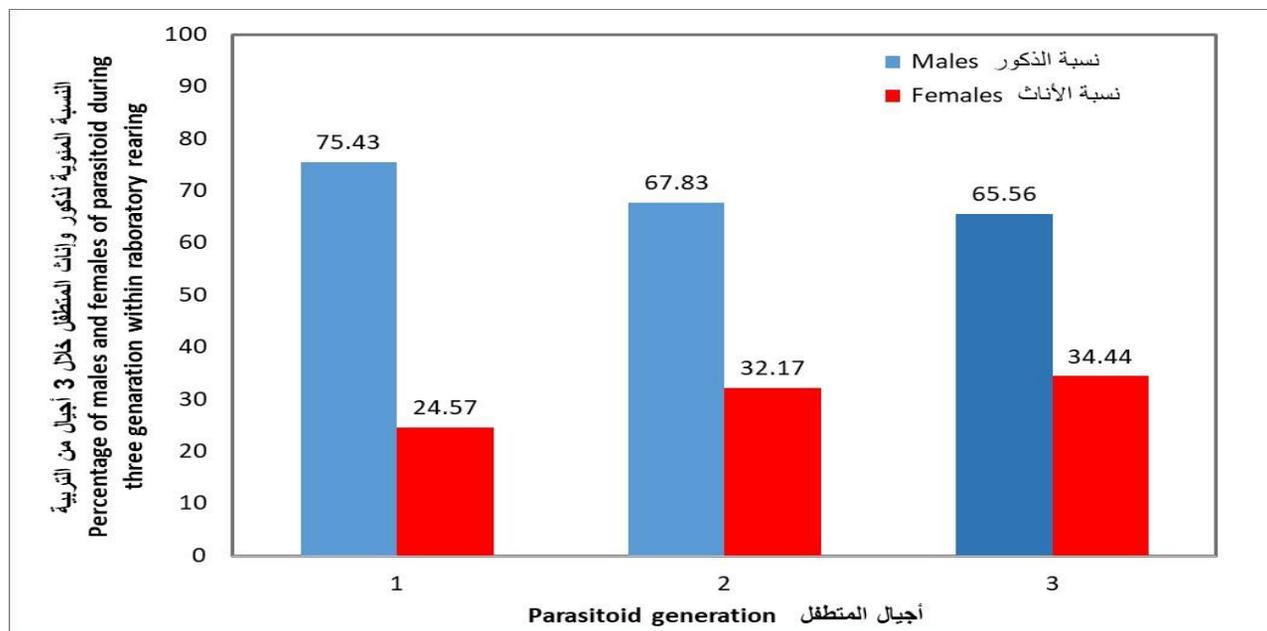
جدول 1 وشكل 3 إنخفاض نسبة إناث المتطفل *D. semiclausum* ضمن التربية المخبرية خلال الأجيال المتلاحقة للتربية حيث بلغ متوسط النسبة في الجيل الأول $1.4 \pm 34.34\%$ ، و $0.98 \pm 24.57\%$ ، ويبين جدول تحليل ANOVA عند مستوى المعنوية 1% أن الإنخفاض في نسبة الإناث لم تكن ذات دلالة معنوية في الجيلين الأول والثاني في حين كان الانخفاض في الجيل الثالث معنوياً حيث سجلت قيمة LSD 5.13 (ANOVA: $F=15.78$, $df=2$, $p=0.005$)، حيث بلغ متوسط النسبة الجنسية لمجتمع المتطفل خلال الأجيال الثلاثة: $1:0.523$ ، $1:0.474$ ، و $1:0.325$ (أنثى: ذكر) مع انخفاض واضح في هذه النسبة من الجيل الأول إلى الجيل الثالث وبفارق معنوي بين الجيل الثالث وكل من الجيلين الأول والثاني، وبلغت قيمة LSD 13.0 عند مستوى المعنوية 1% (ANOVA: $F=16.81$, $df=2$, $p=0.003$).

إن ارتفاع نسبة الذكور عن نسبة الإناث في التربية المخبرية للمتطفل *D. semiclausum* لثلاثة أجيال يشير إلى التراجع الحيوي في مجتمع المتطفل على الرغم من أن هذه الزيادة أو الإنخفاض في هذه المؤشرات قد يكون ظاهرياً وغير معنوي وهذه النتيجة تتطابق مع أغلب الدراسات التي أشارت إلى ضرورة التربية المخبرية بالطريقة الخلطية للسلاسل المحلية من أجل التحسين الوراثي لهذه الصفات (Takashino et al., 2005؛ Khatri et al., 2008).

فقد جدار الجسم اللون الأخضر الفاتح وأصبح بلون أبيض مائل إلى الصفرة (لون الكريم) مع طبيعة رخوة في جدار الجسم وإنخفاض عدد وشدة الحركات اللاإرادية الصادرة عن اليرقة حتى توقفها بشكل كامل في نهاية هذه المرحلة، مع استمرار ملاحظة حركة يرقة المتطفل الداخلية ضمن جدار جسم يرقة العائل، يخرج العمر اليرقي الأخير من جسم العائل (تخرج يرقة واحدة من جسم العائل، ما يدل على أن سلوك المتطفل في التطفل هو سلوك إنفرادي) وتقوم بغزل شرنقة حريرية بجانب بقايا جسم يرقة العائل، تتحول اليرقة بداخله إلى عذراء، وعند اكتمال نموها ينبثق منها الحشرة الكاملة للمتطفل وهذا يتوافق مع Shi et al. (2000).

بعض المؤشرات البيولوجية للمتطفل *D. semiclausum* خلال الأجيال الثلاثة من التربية المخبرية على يرقات الفراشة ذات الظهر الماسي *P. xylostella*

النسبة الجنسية - بلغ متوسط نسبة ذكور المتطفل *D. semiclausum* خلال الجيل الأول من التربية المخبرية $2.94 \pm 65.56\%$ ، وارتفعت هذه النسبة في الجيلين الثاني والثالث من التربية لتصل إلى $67.83 \pm 0.97\%$ و $1.17 \pm 75.43\%$ ، على التوالي، حيث تبين تحليل ANOVA عند مستوى 1% أن الزيادة في نسبة الذكور من الجيل الأول إلى الثاني لم تكن ذات دلالة معنوية، في حين أن الزيادة في الجيل الثالث كانت معنوية مع كل من الجيلين الأول والثاني حيث سجلت قيمة LSD 5.169 (ANOVA: $F=16.28$, $df=2$, $p=0.005$). يبين



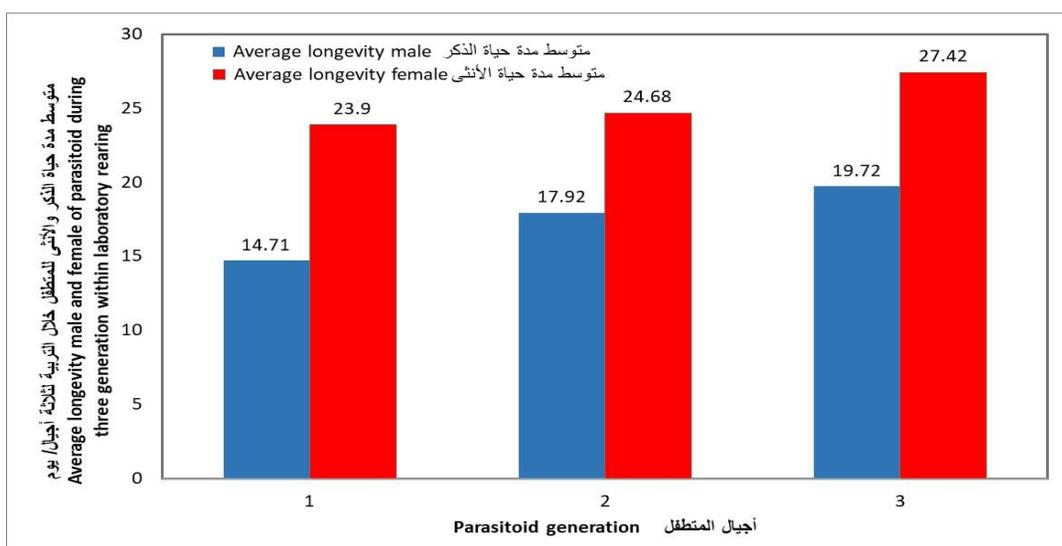
شكل 3. النسبة الجنسية لأفراد المتطفل *D. semiclausum* خلال ثلاثة أجيال من التربية المخبرية على يرقات الفراشة ذات الظهر الماسي *P. xylostella* تحت ظروف المختبر.

Figure 3. Percentage of males and females of the parasitoid *D. semiclausum* during three generations on the larvae of diamondback moth *P. xylostella* under laboratory conditions.

فسر King (1987) السبب في تأثير حجم العائل في النسبة الجنسية من خلال قيام أنثى العديد من المتطفلات الحشرية بوضع بيض الذكر في العائل ذو الحجم الصغير في حين تضع بيض الإناث في العائل ذي الحجم الكبير.

مدة حياة الأفراد الكاملة - يبين جدول 1 وشكل 4 أن التربية المخبرية للمتطفل *D. semiclausum* على يرقات الفراشة ذات الظهر الماسي لمدة ثلاثة أجيال أدت إلى إنخفاض واضح في مدة حياة الذكر حيث بلغ متوسط مدة حياة الذكر في الجيل الأول 0.47 ± 19.72 ، والجيل الثاني 0.68 ± 17.92 ، والجيل الثالث 0.76 ± 14.71 يوماً حيث أن الإنخفاض في هذه المدة من الجيل الأول إلى الثاني لم يكن ذو دلالة معنوية، في حين أن الإنخفاض في الجيل الثالث كان معنوياً مع كل من الجيلين الأول والثاني عند المستوى 1% لتبلغ قيمة LSD 2.81 (ANOVA: $F=15.26$, $df=2$, $P=0.001$). كما إنخفضت مدة حياة الأنثى للمتطفل *D. semiclausum* عند التربية المخبرية على يرقات الفراشة ذات الظهر الماسي لمدة ثلاثة أجيال حيث بلغ متوسط هذه المدة في الجيل الأول 0.84 ± 27.42 ، و 0.41 ± 24.68 ، و 0.47 ± 23.9 يوم في الجيل الثالث، وأظهر تحليل ANOVA عند مستوى المعنوية 1% عدم وجود فرق معنوي في هذا الإنخفاض بين الجيلين الثاني والثالث، ومعنوياً بين هذين الجيلين والجيل الأول وبلغت قيمة LSD 2.62 (ANOVA: $F=9.31$, $df=2$, $P=0.004$) (جدول 1، شكل 4).

إن زواج الأقارب هو السبب الرئيس لزيادة عدد الذكور للمتطفل Takashino *et al.* و *D. semiclausum* (Butcher *et al.*, 2001) (2005) أن السلالة المحلية للمتطفل *D. semiclausum* فقدت نتيجة التربية وزواج الأقارب خصائصها الوراثية ما أدى إلى أن النسبة الجنسية أصبحت لصالح الذكور، حيث كانت نسبة عدد الذكور في مجتمع المتطفل تعادل (80%)، وأشار Takashino *et al.* (2005) إلى ارتفاع عدد ذكور المتطفل في السلالة اليابانية نتيجة زواج الأقارب وفقدان بعض الخصائص الوراثية للمتطفل نتيجة ذلك، وهذا ما أشار إليه أيضاً Khatri (2011) في دراسته في نيوزيلاندا. وبين Petters & Mettus (1980)، أن هذه الذكور تكون بمثابة ذكور ميتة لأن حيوتها تكون منخفضة، وأغلبها عقيم (Krieger *et al.*, 2001). إن ارتفاع النسبة الجنسية في التربية المخبرية للمتطفل *D. semiclausum* تعود لأسباب عديدة وهي تحتاج إلى مزيد من الدراسات، وبين Werren (1997) أن أحد الأسباب هو العامل الممرض *Wolbachia pipientis* Hertig الناتجة عن عدم التوافق السيتوبلازمي، وأشار Khatri (2011) أن من أحد أسباب ارتفاع عدد ذكور المتطفل *D. semiclausum* في التربية المخبرية يعود إلى حجم العائل الحشري فكلما إزداد حجم العائل كلما ارتفعت نسبة الإناث مقابل الذكور، حيث أن ضغط حجم العائل يؤثر بشكل مباشر في الجيل الناتج للتربية، وهذا ما أكده Khatri (2011) على الإنخفاض في وزن وحجم يرقات الفراشة ذات الظهر الماسي عند التربية المخبرية على نبات الملفوف لعدة أجيال وبالتالي الإنخفاض في حجم اليرقات التي ستعطي هذه العذارى، كما



شكل 4. متوسط مدة حياة الذكر والأنثى للمتطفل *D. semiclausum* خلال ثلاثة أجيال من التربية على يرقات العثة ذات الظهر الماسي *P. xylostella* عند ظروف المختبر (26 س، 65% رطوبة نسبية)

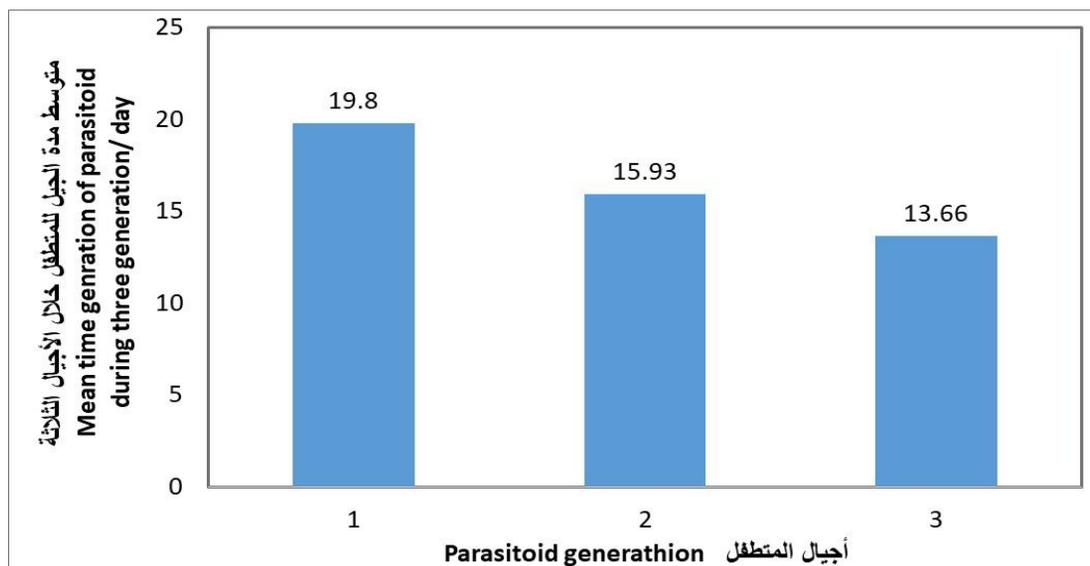
Figure 4. Average male and female longevity of the parasitoid *D. semiclausum* during three generations on the larvae of diamondback moth *P. xylostella* under laboratory conditions.

الرغم من أن الفروقات بينها قد تكون ظاهرية وغير معنوية إلا أنها تدل على أن يرقة المتطفل تحتاج إلى مدة أطول لاستهلاك يرقة العائل عندما تكون بحجم صغير، وهذا ما يفسر زيادة مدة الجيل الثالث عن الجيلين الأول والثاني، حيث كانت يرقات العائل أصغر عما كانت عليه لدى الجيلين الأول والثاني. وهذا ما أشار إليه (Khatri, 2011) إلى أن المتطفل *D. semiclausum* يتطور بشكل أسرع على يرقات الفراشة ذات الظهر الماسي عندما تكون بحجم كبير مقارنة مع تلك اليرقات ذات الحجم الصغير.

نسبة التطفل - قدرت نسبة التطفل بـ *D. semiclausum* على يرقات الفراشة ذات الظهر الماسي في التربية المخبرية خلال الأجيال الثلاثة المتلاحقة فيبين الجدول 1 و الشكل 6 أن نسبة التطفل لم تتغير خلال الجيل الأول والثاني حيث بلغ متوسط نسبة التطفل $67.14 \pm 0.83\%$ و $66.81 \pm 0.6\%$ ، في حين انخفضت إلى $60.81 \pm 1.26\%$ في الجيل الثالث وكان هذا الانخفاض ذو دلالة معنوية مع كل من الجيلين الأول والثاني حيث سجلت قيمة 3.56 LSD عند مستوى معنوية 1% (ANOVA: $df=2$, $F=22.68$, $P=0.002$)، إن الانخفاض الظاهري لنسبة التطفل في الجيلين الأول والثاني والمعنوي في الجيل الثالث مؤشر يدل على انخفاض خصوبة الأنثى الناتجة عن التربية المخبرية، وقد ربط (Khatri, 2011) هذا التراجع في خصوبة المتطفل *D. semiclausum* المرياة على يرقات الفراشة ذات الظهر الماسي بصغر حجم اليرقة العائل وتأثيرها المباشر في حجم الأنثى والقدرة على التطفل.

إن لحجم عائل المتطفل *D. semiclausum* تأثير كبير في حجم الأفراد الكاملة ومدة حياتها، وبينت هذه الدراسة هذا التأثير، حيث أن مدة حياة الأفراد الكاملة للمتطفل كانت تقل من جيل لآخر، وهذا ناتج عن صغر حجم يرقات العائل، وتتشابه هذه النتائج مع نتائج (Khatri et al., 2008) حيث فسر هذا الانخفاض من خلال ربطه مع حجم يرقات العائل والتي تؤثر بشكل مباشر في حجم المتطفل الناتج حيث تكون الأفراد الناتجة ذات الحجم الكبير أكثر قدرة على التغذية والاستمرار من تلك الأفراد ذات الحجم الأصغر، وأيضاً هذا ما أكده Babendreier (2007) و Onagbola et al. (2007).

مدة الجيل - تشير النتائج (جدول 1 وشكل 5) إلى زيادة واضحة في مدة الجيل الواحد للمتطفل *D. semiclausum* خلال التربية المخبرية على يرقات الفراشة ذات الظهر الماسي لمدة ثلاثة أجيال متلاحقة حيث وصل متوسط مدة الجيل الأول 13.66 ± 0.38 يوماً، وللجيل الثاني 15.93 ± 0.72 ، وللجيل الثالث 19.8 ± 1.19 يوماً، إلا أن الزيادة في الجيل الثاني لم تكن ذات دلالة معنوية مع متوسط المدة في الجيل الأول، في حين كانت الزيادة في الجيل الثالث ذات دلالة معنوية مع متوسط المدة في الجيلين الأول والثاني، وسجلت قيمة 3.59 LSD عند مستوى المعنوية 1% (ANOVA؛ $df=2$ ، $F=13.94$ ، $P=0.001$). إن الزيادة في مدة الجيل عند الحشرات التي تخضع للتربية المخبرية الكمية عند درجات الحرارة الثابتة وبخاصة المتطفلات الحشرية منها هي مؤشر يدل على التراجع في الخصائص البيولوجية للحشرة (Rose & Stauffer, 1997)، وهذه الزيادة في الأجيال المتلاحقة على

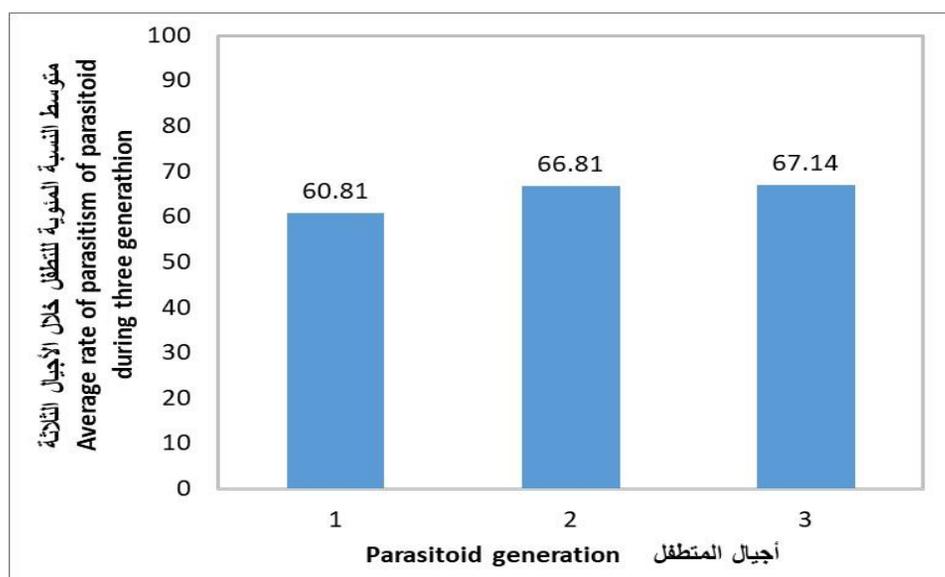


شكل 5. متوسط مدة الجيل الواحد (يوم) للمتطفل *D. semiclausum* خلال ثلاثة أجيال من التربية على يرقات العثة ذات الظهر الماسي *P. xylostella* تحت ظروف المختبر.

Figure 5. Mean generation duration (days) of the parasite *D. semiclausum* during three generations on the larvae of diamondback moth *P. xylostella* under laboratory conditions.

الفراشة ذات الظهر الماسي *P. xylostella*. كما تحتاج التربية المخبرية بطريقة التزاوج الخلطي إلى الدعم المستمر للسلاسل المخبرية بسلاسل حقلية والاهتمام بتحسين شروط تربية العائل الحشري.

يمكننا أن نستنتج أن السلالة المحلية من المتطفل *D. semiclausum* تحتاج إلى تحسين وراثي من أجل رفع المؤشرات الحيوية أثناء عملية التربية الكمية تحت الظروف المخبرية على يرقات



شكل 6. متوسط النسبة المئوية للتطفل للمتطفل *D. semiclausum* خلال ثلاثة أجيال من التربية على يرقات العثة ذات الظهر الماسي *P. xylostella* تحت ظروف المختبر.

Figure 6. Average rate of parasitism of the parasitoid *D. semiclausum* during three generation on the larvae of diamondback moth *P. xylostella* under laboratory conditions.

جدول 1. دراسة المؤشرات الحيوية للمتطفل *Diadegma semiclausum* خلال ثلاثة أجيال من التربية المخبرية على يرقات الفراشة ذات الظهر الماسي *Plutella xylostella* تحت ظروف المختبر.

Table 1. Study of biological parameters of the parasitoid *Diadegma semiclausum* during three generations when reared on the larvae of diamondback moth *Plutella xylostella* under laboratory conditions.

LSD (1%)	Significance	f	df	الجيل Generation			المؤشرات الحيوية Biological parameters
				F3 (Mean±SE)	F2 (Mean±SE)	F1 (Mean±SE)	
5.169	0.005	16.28	2	75.43±1.17 b	67.83±0.97 a	65.56±2.94 a	نسبة الذكور % of males
5.13	0.005	15.78	2	24.57±0.98 b	32.17±1.1 3a	34.34±1.4 a	نسبة الإناث % of Females
0.13	0.003	16.81	2	1:0.325 b	1:0.474 a	1:0.523 a	النسبة الجنسية أنثى: ذكر Sex ratio (female: male)
2.81	0.001	15.26	2	14.71±0.76 b	17.92±0.6 8a	19.72±0.47 a	مدة حياة الذكر Male longevity (days)
2.62	0.004	9.31	2	23.9±0.47 b	24.68±0.41 b	27.42±0.84 a	مدة حياة الأنثى Female longevity (days)
3.59	0.001	13.94	2	19.8±1.19 b	15.93±0.72 a	13.66±0.38 a	مدة الجيل Generation time
3.56	0.002	22.68	2	60.81±1.26 b	66.81±1.6 a	67.14±0.83 a	نسبة التطفل (%) Parasitism rate (%)

Abstract

Mughrabi, M., H. Alroz and A. Basheer. 2019. Biological study of the parasitoid *Diadegma semiclausum* (Hellen) on the diamond back moth *Plutella xylostella* L. under laboratory conditions. Arab Journal of Plant Protection, 37(1): 59-67.

Experiments were conducted at the Biological Control Studies and Research Center (BCSRC), Faculty of Agriculture, Damascus University, during the 2017-2018 season. Laboratory studies were carried out in the mass rearing unit for the parasitoid *Diadegma semiclausum* (Hellen) (Hymenoptera: Ichneumonidae) on the larvae of the diamondback moth (DBM) *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) which was reared on cabbage as a host under laboratory conditions (temperature 25±2°C, relative humidity 60±5%, light period (day: night) 16:8 h). The biological parameters of the parasitoid *D. semiclausum* were studied for three subsequent generations. Results showed that there was an increase in the rate of males and reduction in the rate of females through successive generations, and the sex ratio of the generation reached 1:0.325 (male: female). A reduction in the longevity of both male and female, was also observed with subsequent generations, reaching 19.8±1.19 days in the third generation. No differences in parasitism rate was observed during the first and second generations, whereas there was a reduction in the third generation that reached 60.81±1.26%. Results of the present laboratory rearing studies showed increase in males, decrease in parasitoid longevity (female and male), increase in the duration of one generation of the parasitoid, and morphological and behavioral changes on DBM larva caused by parasitism of *D. semiclausum*.

Keywords: Diamondback moth, parasitoid, sex ratio.

Corresponding author: *Abdulnabi Basheer, Plant Protection Department, Faculty of Agriculture, Damascus University, Damascus, Syria, email: basherofecky@yahoo.com*

References

المراجع

- Abdul Aziz, A., M.G. Fitton and D.L.J. Quicke.** 2000. Identification of the *Diadegma* species (Hymenoptera: Ichneumonidae, Campopleginae) attacking the diamondback moth, *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae). Bulletin of Entomological Research, 90: 375-389.
<https://doi.org/10.1017/S0007485300000511>
- Amend J. and T. Basedow.** 1997. Combining releases/establishment of *Diadegma semiclausum* (Hellen) (Hym., Ichneumonidae) and *Bacillus thuringiensis* Berl. for control of *Plutella xylostella* (L) (Lepidoptera, Yponomeutidae) and other lepidopteran pests in the Cordillera Region of Luzon (Philippines). Journal of Applied Entomology, 121: 337-342.
<https://doi.org/10.1111/j.1439-0418.1997.tb01416.x>
- Babendreier, D.** 2007. Life history of *Aptesis nigrocincta* (Hymenoptera: Ichneumonidae) a cocoon parasitoid of the apple sawfly, *Hoplocampa testudinea* (Hymenoptera: Tenthredinidae). Bulletin of Entomological Research, 90: 291-297.
<https://doi.org/10.1017/S0007485300000419>
- Benjamin, C.L., Jr., T.-X. Liu and A. Sparks, Jr.** 2000. Occurrence of the diamondback moth and its parasitoids in the Lower Rio Grande Valley of Texas. Subtropical Plant Science, 52: 47-51.
- Butcher, R.D.J., W.G.F. Whitfield and S.F. Hubbard** 2001. Complementary sex determination in the genus *Diadegma* (Hymenoptera: Ichneumonidae). Journal of Evolutionary Biology 13: 593-606.
<https://doi.org/10.1046/j.1420-9101.2000.00203.x>
- Furlong M.J., D.J. Wright and L.M. Dossdall.** 2013. Diamondback moth ecology and management: problems, progress, and prospects. Annual Review of Entomology, 58: 517-541.
<https://doi.org/10.1146/annurev-ento-120811-153605>
- Furlong M.J. and M.P. Zalucki.** 2007. Parasitoid complex of diamondback moth in south-east Queensland: first records of *Oomyzus sokolowskii* (Hymenoptera: Eulophidae) in Australia. Australian journal of Entomology, 46: 167-175.
<https://doi.org/10.1111/j.1440-6055.2007.00572.x>
- Gichini G., L. Brenhard, A. Rossbach and R. Kahuthia-Gathu.** 2008. Can low release numbers lead to establishment and spread of an exotic parasitoid: The case of the diamondback moth parasitoid, *Diadegma semiclausum* (Hellen), in East Africa. Crop Protection, 27: 906-914.
<https://doi.org/10.1016/j.cropro.2007.11.001>
- Hemerik, L.** 2007. Feeding status of the parasitoid *Diadegma semiclausum* affects biological control of *Plutella xylostella*: a simulation study. Biological Control, 18:9-20.
- Kadirvel, P., R. Srinivasan, L. Mei-ying, E. Al-Jouri, Idraw, M. Walid and C. De La Peña Robert.** 2011. Occurrence of *Diadegma semiclausum*, a parasitoid of diamondback moth in lowlands of Syria. Journal of Asia-Pacific Entomology, 14: 52-57.
<https://doi.org/10.1016/j.aspen.2010.11.006>
- Khatri, D.** 2011. Reproductive biology of *Diadegma semiclausum* Hellen (Hymenoptera: Ichneumonidae). Master of Science (MSc) thesis in plant protection. Massey University Palmerston North, New Zealand. 153 pp.
- Khatri, D., Q. Wang and X.Z. He.** 2008. Development and Reproduction of *Diadegma semiclausum* (Hymenoptera: Ichneumonidae) on Diamondback moth, *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae). New Zealand Plant Protection, 61: 322-327.
- King, B.H.** 1987. Offspring sex ratios in parasitoid wasps. The Quarterly Review of Biology, 62: 367-396.
<https://doi.org/10.1086/415618>
- Krieger, M.J.B., K.G. Ross, C.W.Y. Chang and L. Keller.** 2001. Frequency and origin of triploidy in the fire ant *Solenopsis invicta*. Heredity, 82: 142-150.
<https://doi.org/10.1046/j.1365-2540.1999.00460.x>

- Kwon, M., K.R. Park and H.J. Kwon.** 2003. Developmental Characteristics of *Diadegma semiclausum* Hellen (Hymenoptera: Ichneumonidae), a Larval Parasitoid of *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Yponomeutidae). *Journal of Asia-Pacific Entomology*, 6: 105-110.
[https://doi.org/10.1016/S1226-8615\(08\)60175-2](https://doi.org/10.1016/S1226-8615(08)60175-2)
- Lee, J.C. and G.E. Heimpel.** 2008. Floral resources impact longevity and oviposition rate of a parasitoid in the field. *Journal of Animal Ecology*, 77: 565-72.
<https://doi.org/10.1111/j.1365-2656.2008.01355.x>
- Momanyi, C., L. Bernhard and G. Linus.** 2006. Biological impact of the exotic parasitoid, *Diadegma semiclausum* (Hellen), of diamondback moth, *Plutella xylostella* L., in Kenya. *Biological Control*, 38: 254-263. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2006.03.003>
- Noda, T., S. Miyai, K. Takashino and A. Nakamura.** 2000. Density suppression of *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Yponomeutidae) by multiple releases of *Diadegma semiclausum* (Hymenoptera: Ichneumonidae) in cabbage fields in Iwate, northern Japan. *Applied Entomology and Zoology*, 35: 557-563. <https://doi.org/10.1303/aez.2000.557>
- Onagbola, E.O., H.Y. Fadamiro and G.N. Mbata.** 2007. Longevity, fecundity, and progeny sex ratio of *Pteromalus cerealellae* in relation to diet, host provision, and mating. *Biological Control*, 40: 222-229. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2006.10.010>
- Ooi, P.C.A.** 1992. Role of parasitoids in managing diamondback moth in Cameron Highlands, Malaysia, Pages 225-262. In: *Diamondback moth and Other Crucifer Pests*. Proceedings of the Second International Workshop. N.S. Talekar (ed.). Asian Vegetable Research and Development Centre, Taiwan.
- Petters, R.M. and R.V. Mettus.** 1980. Decreased diploid male viability in the parasitic wasp, *Bracon hebetor*. *Journal of Heredity*, 71: 353-356.
<https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.jhered.a109385>
- Poelking, A.** 1992. Diamondback moth in the Philippines and its control with *Diadegma semiclausum*. Pages 371-278. In: *Diamondback moth and other crucifer pests: proceedings of the second international Workshop*. N.S. Talekar (ed.). Asian Vegetable Research and development Center. Tainan, Taiwan.
- Rose, M. and S. Stauffer.** 1997. Laboratory and Mass Rearing. *Soft Scale Insects – Their Biology, Natural Enemies and Control*.
[https://doi.org/10.1016/S1572-4379\(97\)80068-1](https://doi.org/10.1016/S1572-4379(97)80068-1)
- Sarfraz, M., A.B. Keddie and L.M. Dossdall.** 2005. Biological control of the diamondback moth, *Plutella xylostella*: A review. *Biocontrol Science and Technology*, 15: 763-789.
<https://doi.org/10.1080/09583150500136956>
- Shelton, A.M.** 2004. Management of the diamondback moth: déjà vu all over again? Pages 3-8. In: *The management of diamondback moth and other crucifer pests*. N.M. Endersby and P.M. Ridland (eds). Proceedings of the Fourth International Workshop, 26-29 November 2001, Melbourne, Australia.
- Shi, Z., S. Liu and Y. Li.** 2002. *Cotesia plutella* parasitizing *Plutella xylostella*: host-age dependent parasitism and its effect on host development and food consumption. *BioControl*, 47: 499-511.
<https://doi.org/10.1023/A:1016577406820>
- Syed, T.S., M.A. Shaikh, B. Mal and M. Shelton.** 2018. Parasitism of *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) in southern Pakistan. *Florida Entomologist*, 101: 172-177.
<https://doi.org/10.1653/024.101.0204>
- Takashino, K., G. Walker and M. Sakakibara.** 2005. Trail for sex ratio improvement of *Diadegma semiclausum* by reintroducing New Zealand strain. *Annual Report of the Society of Plant Protection of North Japan*, 56: 160-162.
- Talekar, N.S. and W.J. Hu.** 1996. Characteristics of parasitism of *Plutella xylostella* (Lep., Plutellidae) by *Oomyzus sokolowskii* (Hym., Eulophidae). *Entomophaga*, 41: 45-52.
<https://doi.org/10.1007/BF02893291>
- Talekar, N.S. and A.M. Shelton.** 1993. Biology, ecology and management of the diamondback Moth. *Annual Review of Entomology*, 38: 275–301.
<https://doi.org/10.1146/annurev.en.38.010193.001423>
- Wang, X., J. Wang, X. Cao, F. Wang, Y. Yang, S. Wu and Y. Wu.** 2018. Long-term monitoring and characterization of resistance to chlorfenapyr in *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) from China. *Pest Management Science*, 75: 591-759.
<https://doi.org/10.1002/ps.5222>
- Werren, J.H.** 1997. Biology of *Wolbachia*. *Annual Review of Entomology*, 42: 587-609.
<https://doi.org/10.1146/annurev.ento.42.1.587>
- Wold-Burkness, S.J., W.D. Hutchison, J.C. Lee, R.L. Hines, P.C. Bolin and G.E. Heimpel.** 2005. A long-term survey of parasitoid species composition and parasitism of *Trichoplusia ni* (Lepidoptera: Noctuidae), *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae), and *Pieris (=Artogeia) rapae* (Lepidoptera: Pieridae) in Minnesota cabbage. *Journal of Entomological Science*, 40: 211-221.
- Young, A.** 2013. War of the wasps: is *Diadegma insulare* or *Microplitis plutellae* a more effective parasitoid of the Diamondback Moth, *Plutella xylostella*? *The Canadian Field-Naturalist*, 127: 211–215.
<https://doi.org/10.22621/cfn.v127i3.1484>
- Zhang, S., X. Zhang, J. Shen, D. Li, H. Wan, H. You and J. Li.** 2017. Cross-resistance and biochemical mechanisms of resistance to indoxacarb in the diamondback moth, *Plutella xylostella*. *Pesticide Biochemistry and Physiology Journal*, 140: 85-89.
<https://doi.org/10.1016/j.pestbp.2017.06.011>

Received: January 3, 2019; Accepted: February 24, 2019

تاریخ الاستلام: 2019/1/3؛ تاریخ الموافقة على النشر: 2019/2/24

