دراسة تأثير درجات الحرارة الثابتة على بعض المؤشرات الحياتية للمتطفل *Diadegma Semiclausum* Hellen (Hymenoptera:Ichneumonidae) في الظروف المختبرية

مرفت مغربي*

الملخّص

تمـــت دراســـة المتطفـــل *Diadegma semiclausum* (Hellen) (Hymenoptera:Ichneumonidae) في مركز بحوث ودراسات المكافحة الحيوية ضمن ظروف مخبرية ثابتة عند درجات الحرارة (22،26،30) ±1 سْ ورطوبة نسبية 60±5% وفترة ضوئية 16:8 (ظلام:ضوء) ساعات، جُمعت العينات (خلال الفترة الممتدة من نيسان/أبريل إلى تموز/يوليو عام 2019، في منطقة أبو جرش محافظة دمشق (سورية)، تمت تربية المتطفل على حشرة الفراشة ذات الظهر الماسي *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera:Plutellidae) المرباة على نبات الملفوف *Brassica oleracea var.capitata* .

بينت النتائج أن أطول زمن لازم للتطور من البيضة إلى تشكل العذراء كان عند درجة الحرارة 22 سْ بمتوسط 0.33±7.39 يوماً وأقل زمن كان عند درجة حرارة 30 سْ بمتوسط 0.18 ±4.66 يوماً. بينما كان أطول زمن للتطور من طور العذراء حتى انبثاق الحشرة الكاملة عند درجة حرارة 22 سْ بمتوسط 0.32±9.39 يوماً وأقل زمن كان عند درجة حرارة 30 سْ

*ماجستير في وقاية النبات

بمتوسط 0.17±6.38 يوماً كان أطول زمن للتطور من طور البيضة وحتى انبثاق الحشرة الكاملة عند درجة الحرارة 22 سْ بمتوسط 0.08±16.78 يوماً وأقل زمن عند درجة حرارة 30 سْ بمتوسط 0.26±11.04 يوماً.

وكانت العتبة الحرارية الدنيا (LDT) من البيضة حتى تشكل العذراء 7.9، ومن تشكل العذراء حتى انبثاق الحشرة الكاملة 5.33، وللجيل الكامل 6.5. ويحتاج المتطفل إلى مجموع درجات حرارة فعالة (SET) 250 درجة – يومية فوق العتبة الحرارية الدنيا (6.5) لإتمام جيل كامل (من البيضة إلى البالغة).

الكلمات المفتاحية: المتطفل، *Diadegma*، العتبة الحرارية.

A study of the effect of constant temperature on some biological parameters of the parasitoid, *Diadegma semiclausum* Hellen (Hymenoptera:Ichneumonidae) in laboratory conditions

M.Mughrabi*

Abstract

The parasitoid *Diadegma semiclausum* Hellen (Hymenoptera:Ichneumonidae) has been studied in the Biological Control Studies and Research Center (BCSRC) under controlled laboratory conditions at three levels of temperature 22, 26 and 30±1 C°, 60±5% R.H. and a photoperiod of 16:8 (L:D) h . Sampels were collected during the period from April to July 2019 in Abu Jarash region in (Damascus–Syria). The parasitoid was reared on Diamondback moth, *Plutella xylostella* which is reared on cabbage plants, *Brassica oleracea* var *capitata.* Results showed that the longest developmental period from egg to pupa was on 22°C with average 7.39±0.33 days, and the lowest developmental period was on 30°Cwith average 4. 66±0.18 days. The longest developmental period from pupa to adult was on 22°C with average 9.39±0.32 days, and the lowest period was on 30°C with average 6.38±0.17 days. The longest developmental period from egg to adult was on 22°C with average 16.78±0.08 days, and the lowest period was on 30°C with average11.04±0.26 days. The lower developmental threshold (LDT) from egg to pupa was 7.9 °C, 5.33°C from pupa to adult, and 6.5°C from egg to adult. *D. semiclausum* required a Sum of Effective Temperatures (SET) of 250 degree-days above the lower developmental threshold 6.5°C to complete development from egg to adult.

Key Word: parasitoid, *Diadegma*, developmental threshold.

* Master of Plant Protection

المقدمة

تعد الفراشة ذات الظهر الماسي diamondback moth (DBM) *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae) من أهم آفات نباتات الفصيلة الملفوفية في بقاع مختلفة من العالم ومنها سورية (Shelton،2004). بينت الدراسات أن للمكافحة الحيوية دوراً هاماً في تنظيم أعداد هذه الحشرة في مناطق مختلفة من العالم، حيث سجل أكثر من 135 نوعاً من المتطفلات الحشرية على الأطوار المختلفة للفراشة ذات الظهر الماسي (Syed وزملاؤه،2018) ، بين (Momanyi وزملاؤه،2006) أن *المتطفل Diadegma semiclausum* (Hellen) من أهم المتطفلات على يرقات الفراشة ذات الظهر الماسي، وقد تم استيراد هذا المتطفل من تايوان لمكافحة الفراشة في كينيا. بينت الدراسة التي أُجريت في استراليا أن المتطفل *D. Semiclausum* هو متطفل يرقي إنفرادي متخصص على الفراشة ذات الظهر الماسي (Hemerik،2007). تم نشر المتطفل *D. Semiclausum* في بقاع مختلفة من العالم بهدف المكافحة الحيوية للفراشة ذات الظهر الماسي، ويعد المتطفل من أهم المتطفلات الحشرية المستخدمة في السيطرة على الحشرة في بلدان عديدة من أفريقيا، مثل كينيا وتانزانيا وأوغندا (Gichini وزملاؤه،2008)، وفي أسيا مثل اليابان (Noda وزملاؤه،2000)، وفي ماليزيا (Ooi،1992)، وفي سورية سُجل المتطفل *D. Semiclausum* في حقول الملفوف كمتطفل داخلي على يرقات الفراشة ذات الظهر الماسي في حقول الملفوف في حمص (Kardirval وزملاؤه،2011). كما يحقق المتطفل *D. Semiclausum* نسب عالية من التطفل تصل إلى 64% في الفلبين (Momanyi وزملاؤه،2006) ، 75%

في تايوان (Talekar وزملاؤه،1990)، و 97.1% في كينيا (Gichini وزملاؤه،2008). بين (Golizadeh وزملاؤه،2009) أن درجة الحرارة تعد عامل مناخي هام يؤثر على مفصليات الأرجل و على النشاطات البيولوجية للحشرات (معدلات البقاء، التكاثر، النمو، التطور).أشارت الدراسات أن *D. Semiclausum* هو الطفيل الأفضل في التطفل عند درجات الحرارة المعتدلة (Talekar وزملاؤه،1990؛ Talekar و Shelton،1993؛Kwon وزملاؤه،2003؛Wang وزملاؤه،2004)، ويمكن أن يتواجد في المناطق حيث تتراوح درجات الحرارة من (40–34) سْ (Kadirvel وزملاؤه،2011)، كما تتأثر عملية التطور للمتطفل بالظروف البيئية وبسلالة العائل، وتتراوح درجة الحرارة المثلى لنمو المتطفل من (15–25) سْ وتنخفض نسبة التطفل بشكل ملحوظ عند درجة حرارة قريبة من 30 سْ (Talekarو Sheltn،1993). ذكر (Furlong،2004) أن مدة التطور من وضع البيض حتى طور العذراء عند ظروف مختبرية 23±2 سْ ورطوبة 70% هي 8 أيام، بينما أشار (Khatri،2011) في أن مدة التطور من طور البيضة حتى الحشرة الكاملة تستغرق 16.6 يوم و13.3 يوم عند درجة حرارة 25 و28 سْ على التتالي، نظراً لأهمية هذا المتطفل وتخصصه فقد هدف هذا البحث إلى دراسة بيولوجية للمتطفل *Diadegma semiclausum* على الحشرة ذات الظهر الماسي.

ونظراً للاتجاه إلى برامج الإدارة المتكاملة والتي تعتمد بصورة رئيسية على الأعداء الحيوية ومنها المتطفلات الحشرية، ولأهمية المتطفل *Diadegma semiclausum* في السيطرة الحيوية على الفراشة *Plutella xylostella* (L.) و لعدم وجود دراسات حول هذا المتطفل في سورية، فقد هدف هذا البحث إلى:

- دراسة الفترة الزمنية اللازمة لتطور الأطوار المختلفة للمتطفل *Diadegma semiclausum* عند درجات الحرارة (22،26،30) ±1 سْ مخبرياً.

- تحديد درجة الحرارة الدنيا (صفر النمو) والثابت الحراري لأطوار المتطفل *Diadegma semiclausum* من طور البيضة وحتى طور العذراء، ومن طور العذراء حتى ظهور الحشرة الكاملة، وللجيل الكامل.

مواد البحث وطرائقه

نفذ البحث في مركز بحوث ودراسات المكافحة الحيوية في كلية الزراعة (مخبر المتطفلات الحشرية)، جامعة دمشق، سورية 2019 تضمنت عملية التربية المراحل التالية:

أولاً– التربية المخبرية للنبات العائل

العائل النباتي المستخدم في التربية هو نبات الملفوف *Brassica oleracea var capitata*)) من العائلة الملفوفية التي تحتوي الغلوكوزيدات (زيت الخردل) وتعد من مشجعات تغذية ووضع البيض للفراشة ذات الظهر الماسي *p.xylostella* (Sarfraz وزملاؤه،2006)، وينخفض تركيز glucosinolates مع تقدم النبات بالعمر ونضج الأنسجة (Hopkins وزملاؤه،1998؛Spencer وزملاؤه،1999) ، وتمت التربية وفق الخطوات التالية:

تم تجهيز خليط مناسب ومتجانس من التربة والرمل والتورب بنسبة (1:1:1) المستخدم في زراعة النباتات ضمن البيوت البلاستيكية، ثم وّزع الخليط ضمن صواني الإنبات المصنوعة من البلاستيك (Talekar وLin ،1998).

زّرعت بذور الملفوف ضمن صواني الإنبات بأبعاد (54× 28 ×5.1) سم ووضعت من 2–3 بذور ضمن كل حفرة للتأكد من الحصول على الإنبات المناسب والملائم.

وضعت الصواني ضمن صندوق خشبي بقياس (70× 70 ×50) سم مجهز بمراوح تهوية وإضاءة فلورية (Metal Halide Lamps) ذات استطاعة (150 wat) مصولة إلى مؤقت زمني يؤمن فترة ضوئية 12 إضاءة:12 ظلام عند درجة حرارة (26) سْ بالإضافة إلى تأمين جهاز ترطيب يؤمن رطوبة جوية 65%.

تم متابعة ومشاهدة الإنبات خلال أسبوع واحد، بعد حدوث الإنبات تتُرك نبتة واحدة ضمن الحفرة الواحدة، لتتم سقاية النباتات بشكل دوري ومنتظم.

تركت النباتات لتنمو لمدة 4–5 أسابيع (بحيث يمتلك النبات الواحد من 6–8 أوراق)، مع إضافة سماد نترات الأمونيوم بمعدل 3 غ/ل بعد أسبوع واحد من عملية النقل.

نُقلت النباتات التي بلغ عمرها 4–5 أسابيع، ووضعت شتلة واحد ضمن أصيص مصنوع من البلاستيك بقطر 15 سم، مع السقاية بشكل يومي، وإضافة 1–3 غ من نترات الأمونيوم بحسب مساحة المسطح الورقي وذلك بعد أسبوع واحد من النقل.

وضعت الأصص البلاستيكية مع الشتول ضمن صينية بلاستيكية بأبعاد 48×70×55 سم ووزعت في غرفة خاصّة بنمو نبات الملفوف، بحيث تكون مجهزة بإضاءة هالوجينة (Metal Halid) ذات استطاعة 250 w موصولة إلى مؤقت زمني يؤمن فترة ضوئية 12 إضاءة: 12 ظلام ضمن درجة حرارة 26 سْ بالإضافة إلى تأمين جهاز ترطيب يؤمن رطوبة جوية (65%)، مع وجود مراوح كهربائية من أجل تحريك الهواء ضمن الغرفة (إبراهيم،2015).

متابعة عمليات السقاية والتسميد لنباتات الملفوف حتى الوصول إلى النمو المناسب.

بعد وصول النباتات إلى عمر 10–12 ورقة تكون بذلك جاهزة لتربية الفراشة عليها.

ثانياً– تربية العائل الحشري الفراشة ذات الظهر الماسي *Plutella xylostella*

ربيّت الفراشة لغاية (3–4) أجيال في الصناديق البلاستيكية المجهزة من حيث الإضاءة والرطوبة والتهوية.

وضع في كل صندوق 5 أصص بلاستيكية من نباتات ملفوف بعمر 10–12 ورقة.

جهزت الصناديق بأنابيب تحوي قطن مشبع بمحلول سكّري مع العسل كغذاء إضافي للفراشات.

تمت العدوى بحشرة الفراشة ذات المظهر الماسي داخل الصناديق عن طريق توزيع شرائح البيض الخاصة بالفراشة (إبراهيم،2015).

ثالثاً- تجهيز شرائح البيض

تمت هذه العملية وفق الخطوات التالية: تم تجهيز المحلول الخاص بشرائح البيض كما يلي:

طحن 65 غ من أوراق الملفوف ضمن خلاط كهربائي مع 500 مل من الماء المقطر، ثم عقمّت العصارة على درجة حرارة 120 سْ ولمدة 20 دقيقة، بعدها استبعدت البقايا النباتية الكبيرة الحجم بالترشيح.

تجهيز شرائح وضع البيض

جّعدت صفائح من ورق الألمنيوم ثم سطّحت وغمست في العصارة السابقة حتى الحصول على طبقة رطبة ومنتظمة عليها.جففّت الرقاقات هوائياً، وقسّمت إلى قطع بأبعاد 2×10 سم وتسمى بشرائح البيض.أحدثت فتحة على شكل مستطيل في غطاء إناء بلاستيكي سعة 3-4 ليتر، وعلقّت قطعتين من شرائح البيض 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 خلال إضافة محلول التغذية بشكل دوري.أطلقت 20 حشرة كاملة من الفراشة ذات الظهر الماسي داخل الإناء، وتركت لوضع البيض على الشرائح بشكل مباشر.

بذلك أصبحت هذه الشرائح جاهزة للاستخدام والعدوى ضمن صناديق التربية كما يمكن حفظها في البراد على درجة حرارة 4 سْ لحين وقت الاستخدام (إبراهيم،2015).

رابعاً- الدراسة المخبرية للمتطفل *Diadegma semiclausum*

بعد الحصول على الأفراد الكاملة للمتطفل (من يرقات الفراشة المتطفل عليها والتي تم جمعها من حقول ملفوف مصابة بالفراشة ذات الظهر الماسي في منطقة أبو جرش في دمشق خلال الفترة الممتدة من نيسان/أبريل وتموز/يوليو) الذي تم تصنيفها في مخبر المتطفلات الحشرية في المركز بالاعتماد على الصفات التشخيصية المعتمدة للنوع *D.semiclausum* (بشير وزملاؤه،2018) ، أطلق 20 شفعاً من الحشرات الكاملة للمتطفل حديثة الانبثاق (عمر أقل من 24 ساعة) ضمن صندوق تربية الفراشة ذات الظهر الماسي فيها بحيث يتواجد الطور اليرقي للحشرة على نبات الملفوف بمختلف الأعمار اليرقية من العمر اليرقي الأول وحتى طور العذراء لأن *المتطفل D. semiclausum* يتطفل على الأعمار اليرقية المختلفة للعائل (Gols وHarvey،2009)، مع تأمين مصدر تغذية 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)، روقبت المتطفلات ضمن الصندوق من حيث حدوث التزاوج ضمن الصندوق، روقبت عمليات التطفل وانجذاب المتطفلات ليرقات الفراشة ذات الظهر الماسي، وتركت المتطفلات لمدة 24 ساعة ضمن الصندوق، وأخرجت سواء الحية منها أو الميتة لضمان عدم وجود أي متطفل ضمن الصندوق، ثم أدخلت الى صندوق أخر، وكررت هذه العملية من حيث عزل المتطفل *D. semiclausum* من يرقات الفراشة وإحداث العدوى في صناديق جديدة وتركت الصناديق مع المراقبة المستمرة بشكل يومي.

شملت الدراسة المخبرية لتربية المتطفل *D. semiclausum* على يرقات الفراشة ذات الظهر الماسي النقاط التالية مدة التطور لكل طور من الأطوار المختلفة من بيضة–عذراء، عذراء–حشرة كاملة، بيضة–حشرة كاملة .

مدة التطور من البيضة وحتى طور العذراء

تم تجهيز 3 حاضنات مخبرية على درجات الحرارة المختبرة (22،26،30) سْ ، ووضع ضمن كل حاضنة 5 أطباق بتري زجاجية قياس (9 سم) معقمة ونظيفة، ويوضع ضمن كل طبق 10 يرقات عرضت للتطفل من صناديق التربية، بحيث نحصل على 5 مكررات لكل درجة، ويتم تسجيل بداية تشكل طور العذراء بشكل يومي (باستخدام المكبرة الضوئية نوع Olympus و ملاحظة شريط وضع البيض في منتصف الشرنقة الحريرية ذات اللون الأبيض الكريمي، يتراوح طول العذراء بين 4– 4.5 مم وعرضها بين 1.2–1.4 مم) ضمن كل مكرر وذلك ضمن الجداول الخاصة للتجربة.

مدة التطور من طور العذراء وحتى انبثاق الحشرة الكاملة:

تم تجهيز 3 حاضنات مخبرية على درجات الحرارة المختبرة (22،26،30) سْ ، ووضع ضمن كل حاضنة 5 أطباق بتري زجاجية قياس (9 سم) معقمة ونظيفة، ووضع ضمن كل طبق 10 عذارى للطفيل، بحيث نحصل على 5 مكررات لكل درجة، ويتم تسجيل الفترة من بداية تشكل طور العذراء وحتى انبثاق الحشرة الكاملة بشكل يومي من خلال ملاحظة اللون الداكن للعذارى قبل انبثاق الحشرة الكاملة ضمن كل مكرر وذلك ضمن الجداول الخاصة للتجربة.

مدة التطور من البيضة وحتى انبثاق الحشرة الكاملة:

تم تجهيز 3 حاضنات مخبرية على درجات الحرارة المختبرة (22،26،30) سْ ، ووضع ضمن كل حاضنة 5 أطباق بتري زجاجية قياس (9 سم) معقمة ونظيفة، ووضع ضمن كل طبق 10 يرقات عرضت للتطفل من صناديق التربية، بحيث نحصل على 5 مكررات لكل درجة، جُمعت الأفراد الكاملة للمتطفل عند انبثاقها وتم تسجيل عدد الأفراد الكاملة الملتقطة يومياً وحساب فترة التطور الكلي (من البيضة حتى الحشرة الكاملة) لكل مكرر.

تحديد درجة الحرارة الدنيا وحساب الثابت الحراري اللازم للتطور:

إن تطور المتطفل *D. semiclausum* يقاس بالمدة التي تقضيها الحشرة لنمو أطوارها، وتقاس بالأيام وتسمى مدة التطور Period Development، ويتم إيجاد معدل التطور اليومي Developmental Rate، وهو عبارة عن مقلوب مدة التطور(بالأيام)، ($DR:day^{-1}$) وتتراوح قيمته من $0-1$ (Medeiros وزملاؤه،2004)، ويكتمل تطور الكائنات الحية عندما يصل مجموع معدل تطورهم اليومي إلى القيمة /1/ (Curry وFeldman،1987) إن العلاقة بين معدل التطور (DR)، ودرجة الحرارة (t) يمكن حسابها باستعمال معادلة الانحدار الخطية التالية:

$$DR=a+bt$$

De Campbell) وزملاؤه، 1974؛Obrycki وTauber،1982؛Clercq وDegheele،1992؛Jarošik وزملاؤه، 2002؛ Kontodimas وزملاؤه،2004؛ Mahdianوزملاؤه،2008).

حيث أن:

DR: معدل التطور،D=مدة التطور (بالأيام) عند درجة حرارة t.

a: المعامل الثابت، قيمة الجزء المقطوع من المحور الDR.

b: ميل الانحدار.

يمكن تقدير عتبة التطور الدنيا (LDT) التي لا يحدث دونها تطور(t=LDT، DR=0) والتي تساوي

$$LDT = -\frac{a}{b}$$

والتي يمكن تمثيلها بيانياً بأنها النقطة التي يتقاطع فيها خط الانحدار مع محور درجات الحرارة t وتعرف هذه النقطة بصفر النمو.

حساب الثابت الحراري: THE sum of effective Temperatures (SET)

وهو عدد الوحدات الحرارية (الدرجات–اليومية) التي تقع فوق العتبة الحرارية الدنيا التي تحتاجها الحشرة لإكمال مرحلة معية من النمو، (0=a,t=SET.1=DR) والذي يساوي مقلوب ميل الانحدار b (Campbell وزملاؤه،1974).

$$SET = \frac{1}{b}$$

التحليل الإحصائي:

حللت النتائج باستخدام اختبار Anova عند مستوى المعنوية 1% باستخدام البرنامج الإحصائي SPSS. V.20.

النتائج والمناقشة:

1.مدة التطور من البيضة إلى العذراء(يوم):

أظهرت النتائج الموضحة في الجدول (1) أن المدة اللازمة للتطور تناقصت بشكل ملحوظ مع ارتفاع درجة الحرارة من 22 سْ إلى 30 سْ، وهذا يتشابه مع ما أشار إليه Yang وزملاؤه (1993) حيث سجلت أقصر مدة تطور بمتوسط 0.18±4.66 يوماً عند درجة حرارة 30 سْ والتي اختلفت معنوياً مع الدرجة 22 سْ، بينما أطول مدة بالمتوسط 0.33±7.39 يوماً عند درجة حرارة 22 سْ.

2.مدة التطور من العذراء إلى الحشرة الكاملة(يوم):

بينت النتائج التي تم التوصل إليها في الجدول (1) إلى أن المدة الزمنية لتطور المتطفل من تشكل العذراء إلى انبثاق الحشرة الكاملة تناقصت بشكل ملحوظ مع ارتفاع درجة الحرارة، حيث كانت أقل مدة عند درجة حرارة 30 سْ بمتوسط 0.17±6.38 يوماً وبفارق معنوي عن بقية درجات الحرارة التي شملها الاختبار، بينما كانت أطول مدة بمتوسط 0.32±9.39 يوماً عند درجة حرارة 22 سْ، وهذا يتوافق مع ما أشار إليه (Yang

وزملاؤه ،1993) حيث استغرق طور العذراء 6.4،7.13،9.22 يوماً عند درجات الحرارة 30، 26، 22 سْ على التتالي.

3. مدة التطور من البيضة إلى الحشرة الكاملة(يوم):

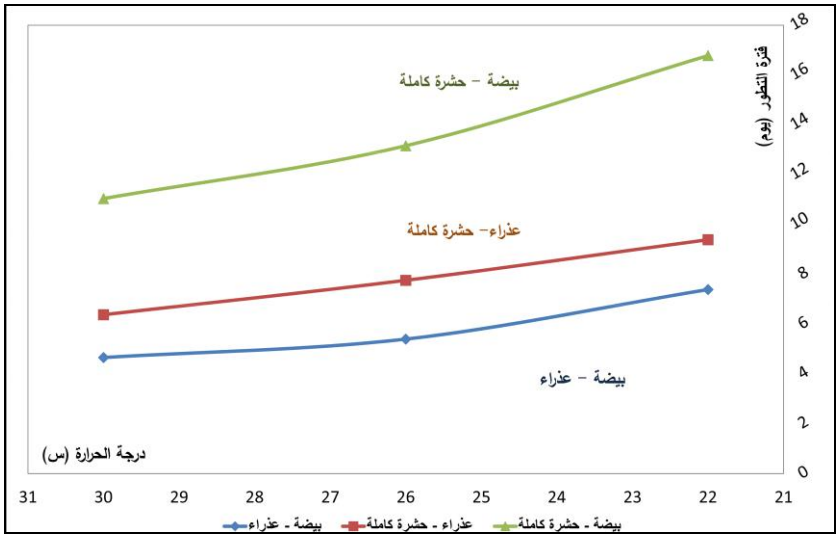
أظهرت النتائج الموضحة في الجدول (1)، شكل (1) أن المدة الزمنية لتطور المتطفل من البيضة إلى انبثاق الحشرة الكاملة ترتبط عكسياً مع درجة الحرارة، حيث كانت أقصر مدة بمتوسط 0.26±11.04 يوماً عند درجة حرارة 30 سْ والتي اختلفت معنوياً مع الدرجتين 26، 22 سْ، بينما كانت أطول مدة بمتوسط 0.08±16.78 يوماً عند درجة حرارة 22 سْ، وهذا يتشابه مع ما أشار إليه Yang وزملاؤه (1993) حيث استغرق الجيل الكامل مدة 12.68،14.3،17.55 يوماً عند درجات الحرارة 30،26،22 سْ على التتالي. وجاءت هذه النتيجة مخالفة لنتيجة (Chen وزملاؤه، 2014) حيث أن دورة حياة المتطفل *D.semiclausum* تحتاج إلى 0.11±18.6 يوماً عند الدرجة 22 سْ في حين لا يكمل الطفيل دورة حياته عند الدرجة 30 سْ.

درجة الحرارة(سْ) ±1 Temperatures(c±1)	22°C	26°C	30°C	أقل فرق معنوي LSD

مراحل دورة الحياة Phases of life cycle	متوسط مدة التطور Developmental period mean الأيام ±الخطأ المعياري (days±SEM)			
بيضة–عذراء	7.39±0.33[a]	5.4±0.08[b]	4.66±0.18[b]	0.97
عذراء–الحشرة الكاملة	9.39±0.32 [a]	7.76±0.13[b]	6.38±0.17[c]	0.97
من البيضة إلى الحشرة الكاملة	16.78±0.08[a]	13.16±0.09[b]	11.04±0.26 [c]	0.71

جدول (1):متوسط فترة تطور أطوار المتطفل *Diadegma semiclausum* (يوم) لدى التربية على نباتات الملفوف عند ثلاث درجات حرارة ثابتة ورطوبة نسبية 60±5% وفترة ضوئية (16:8) سا (ظلام:ضوء):

المتوسطات في كل صف والمرفقة بالحرف الصغير نفسه لا تختلف عن بعضها معنوياً (اختبار ONE WAY ANOVA) عند مستوى احتمال1%.



شكل (1). تأثير درجات الحرارة الثابتة (سْ) على مدة تطور أطوار المتطفل *Diadegma semiclausum* (يوم)

درجة الحرارة(سْ) ±1 Temperatures(c±1)	22ْC	26ْC	30ْC
مراحل دورة الحياة Phases of life cycle	المتوسط ±الخطأ المعياري (Mean±SEM)		
بيضة–عذراء	0.1364±0.0063	0.1854±0.0028	0.2159±0.0086
عذراء–حشرة كاملة	0.107±0.0036	0.129±0.0021	0.157±0.0041
من البيضة إلى الحشرة الكاملة	0.0596±0.0003	0.076±0.0005	0.0908±0.002

جدول (2):متوسط معدل التطور اليومي لأطوار المتطفل *Diadegma semiclausum* بيضة–عذراء،عذراء–الحشرة الكاملة، بيضة–الحشرة الكاملة (يوم) عند التربية على ثلاث درجات حرارة ± 1 سْ ورطوبة نسبية 60 ±5% وفترة ضوئية (16:8) سا (ظلام:ضوء):

ـ. دراسة العلاقة بين معدل التطور ودرجات الحرارة الثابتة (22،26،30) سْ لتحديد العتبة الحرارية الدنيا (LDT) لكل طور من أطوار المتطفل *Diadegma semiclausum* والثابت الحراري (SET) لتطور أطواره في الظروف المخبرية.

وجد أن معدل التطور اليومي لمختلف أطوار المتطفل ازداد بشكل تدريجي مع ارتفاع درجات الحرارة جدول (2)، فمتوسط معدل التطور اليومي لمرحلة بيضة– عذراء كان 0.1364±0.0063 عند درجة حرارة 22 سْ، و 0.1854±0.0028 عند درجة حرارة 26 سْ، و0.2159±0.0086 عند درجة حرارة 30 سْ.

ومتوسط معدل التطور اليومي لمرحلة عذراء–حشرة كاملة كان 0.107±0.0036 عند درجة حرارة 22 سْ، و0.129±0.0021 عند درجة حرارة 26 سْ، و0.157±0.0041 عند درجة حرارة 30 سْ، وبالنسبة للجيل الكامل (بيضة حتى الحشرة الكاملة) كان متوسط معدل التطور اليومي 0.0596±0.0003 عند درجة حرارة 22 سْ، 0.076±0.0005 عند درجة حرارة 26 سْ، 0.0908±0.002 عند درجة حرار 30 سْ (الجدول2).

النتائج التي تم التوصل إليها تتناسب مع (Yang وزملاؤه،1993) بأن معدل التطور اليومي يرتبط بدرجات الحرارة، وهو يزداد بازدياد درجات الحرارة ضمن المجال الحراري لنشاط المتطفل الذي يتراوح من (15–25) سْ .

الثابت الحراري (SET) (درجة–يوم) Sum of Effective Temperatures " degree-day"	العتبة الحرارية الدنيا(LDT) صفر النمو(س) Lower developmen t thresholds (c)	معامل التحديد R^2	معادلة خط الانحدار The linear regression equations Y=a+Bx	المرحلةstage
100	7.9	0.85	DR=-0.079+0.01T	بيضة–عذراء
166.67	5.3	0.89	DR=-0.032+0.006T	عذراء–الحشرة الكاملة

بيضة–الحشرة الكاملة	DR=-0.026+0.004T	0.96	6.5	250

جدول (3) :.معادلة خط انحدار معدل التطور والعتبة الحرارية الدنيا والثابت الحراري ومعامل التحديد لتطور أطوار المتطفل *Diadegma semiclausum* عند ثلاث درجات حرارة ثابتة.

توضح الأشكال (2،3،4) العلاقة بين معدل التطور اليومي للفترات (البيضة–عذراء)، (عذراء–حشرة كاملة)، (البيضة–الحشرة الكاملة) للمتطفل *Diadegma semiclausum* ودرجات الحرارة (22,26,30) سْ باستعمال معادلة خط الانحدار لمعدل التطور اليومي للفترة (البيضة–عذراء)، (عذراء–حشرة كاملة)، (البيضة–الحشرة الكاملة).

–أظهرت النتائج أن العتبة الحرارية الدنيا(LDT)، أو صفر النمو المحسوب من معادلة خط الانحدار والذي يمثل النقطة التي يتقاطع فيها خط الانحدار مع محور السينات، المتمثل بدرجات الحرارة t لمرحلة (بيضة–عذراء) 7.9، ولمرحلة (عذراء–حشرة كاملة) 5.33، ولمرحلة (بيضة–حشرة كاملة) 6.5، الجدول(3).

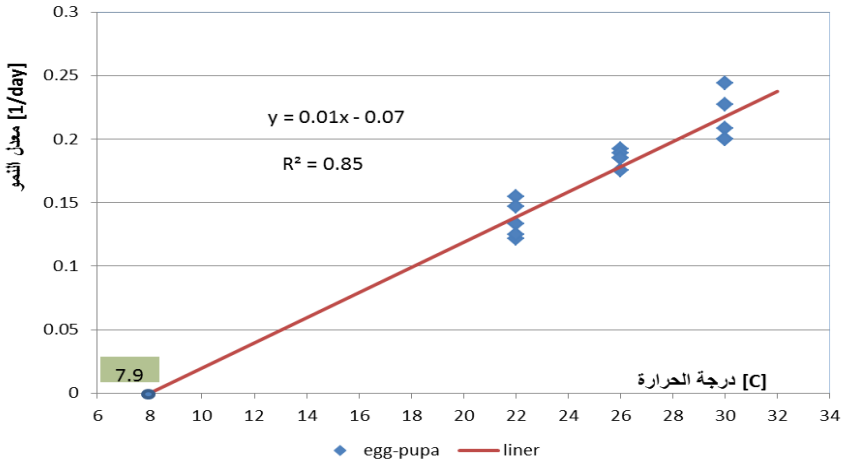
إن صفر النمو 6.5 لكامل الجيل في هذه الدراسة يتوافق مع ما أشار إليه Yang وزملاؤه (1993) لكن أكبر من العتبة الحراري 5.9 التي أوجدها (Furlong وزملاؤه ،2015) لكامل الجيل في استراليا، وأقل مما أشار إليه Lee وزملاؤه (1995) الذي وجد أن العتبة الحرارية الدنيا كانت 8.4 سْ. في هذه الدراسة والدراسات الأخرى المشار إليها سابقاً ربما يعود الاختلاف لأحد الأسباب التالية هو اختلاف النبات العائل، واختلاف الحشرة العائل أو كليهما أو الاختلاف في ظروف هذه التجربة والتجارب السابقة، أو لاختلاف سلالة المتطفل.

بينت النتائج أن الوحدات الحرارية (الثابت الحراري) اللازمة لتطور مختلف أطوار المتطفل هي 100 درجة/يومية لمرحلة بيضة – عذراء، و166.67 لمرحلة عذراء–حشرة كاملة و250 درجة/يومية لكامل الجيل (بيضة–حشرة كاملة).

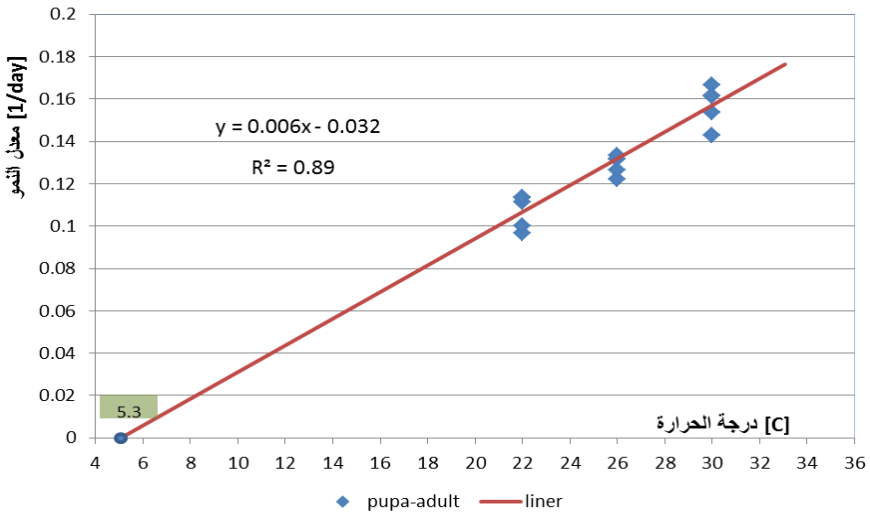
وبالتالي يحتاج المتطفل *D.semiclausum* 250 درجة –يومية فوق العتبة الحرارية الدنيا 6.5 لاتمام جيل واحد من البيضة–الحشرة الكاملة (جدول 3)، الأشكال (2،3،4).

النتائج التي تم التوصل إليها تشابه مع ما أشار إليه Yang وزملاؤه (1993) بأن صفر النمو للمتطفل 6.5 والثابت الحراري الفعال Sum of Effective Temperature 250 درجة/يوم.

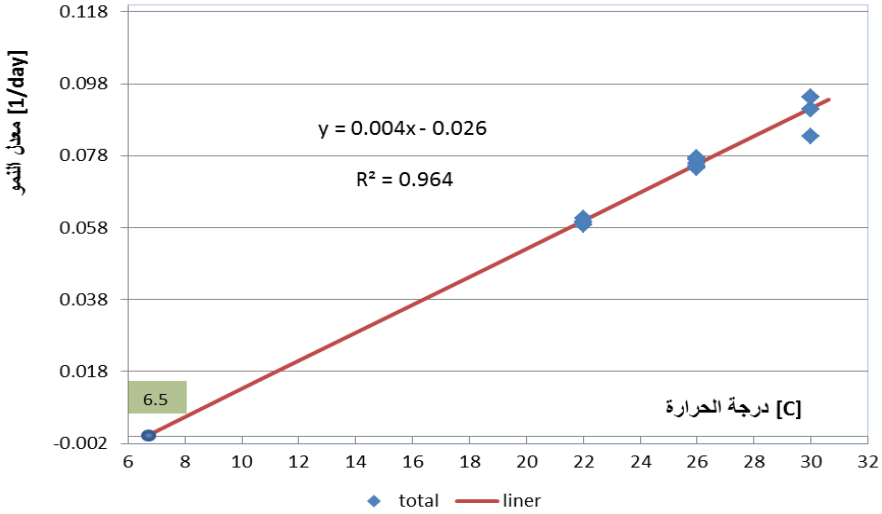
وتشابهت هذه النتائج أيضاً مع (Lu وزملاؤه، 1988؛ Sarnthoy وزملاؤه، 1989) اللذين أشارو أن صفر النمو للمتطفل *D.semiclausum* 6.5 أقل من صفر النمو للفراشة ذات الظهر الماسي *Plutella xylostella* وهو 8.



شكل رقم (2). العلاقة بين متوسط معدل التطور اليومي بيضة–عذراء مع درجات الحرارة الثابتة للطفيل *Diadegma semiclausum*



شكل رقم (3). العلاقة بين متوسط معدل التطور اليومي عذراء –حشرة كاملة مع درجات الحرارة الثابتة للطفيل *Diadegma semiclausum*



شكل رقم (4). العلاقة بين متوسط معدل التطور اليومي بيضة–حشرة كاملة مع درجات الحرارة الثابتة للطفيل *Diadegma semiclausum*

التوصيات والمقترحات

1- بينت الدراسة أن معدل تطور الأطوار المختلفة للمتطفل *Diadegma semiclausum* يتغير مع ارتفاع درجة الحرارة وتم حساب ذلك من خلال معادلة الخط المستقيم.

2- اختلفت العتبة الحرارية الدنيا والمجموع الحراري الفعال للمتطفل *Diadegma semiclausum* باختلاف مرحلة التطور المدروسة.

3- تم في هذه الدراسة حساب العتبة الحرارية الدنيا والمجموع الحراري الفعال للمتطفل *D iadegma semiclausum* لأول مرة.

4- تربية ونشر المتطفل *Diadegma semiclausum* للاستفادة منه عملياً في المكافحة الحيوية لهذه الآفة.

5- إجراء دراسة حياتية وبيئية مفصلة للمتطفل *Diadegma semiclausum* وحساب عدد أجياله في الطبيعة .

المراجع

- **إبـراهيم، جونـار عزيـز. 2015**. دراسـة بيئيـة وحيويـة والتوصـيف الجزيئـي لأهـم المتطفلات الحشرية لحشرة حفار ساق التفاح .*Zeuzera pyrina* L في بعض بساتين التفاح والجـوز فـي محافظـة اللاذقية.رسـالة دكتـوراه، قسـم وقايـة النبـات، كليـة الزراعـة، جامعـة دمشق،320 صفحة.

- **بشير، عبد النبي. هشام الرز، مرفت مغربي. 2018**.المتطفلات الحشرية للفراشة ذات الظهر الماسي (*Plutella xylostella* L.) في منطقة أبو جرش (دمشق - سورية). مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية.

-Campbell, A., Frazer, B.D., Gilbert, N., Gutierrez, A.P., Mackauer, M., 1974. Temperature requirements of some aphids and their parasites. Journal of Applied Ecology 11, 431-438.

-Chen, F.S.H., Wang, Y., Zhang, H., Yang, Y., and Chen, Z. 2014 Effect of Host and Temperature on Reproduction of *Diadegma semiclausum* Hellen.Chinese Journal of Applied Entomology,51(1),53-59.

-Curry, G.L., Feldman, R.M., 1987. Mathematical Foundations of Population Dynamics. TEES Monograph Series, College Station, Texas 249 pp. Insect.

-De Clercq, P., Degheele, D., 1992. Development and survival of *Podisus maculiventris* (Say) and *Podisus sagitta* (Fab.) (Het.: Pentatomidae) at various constant temperatures. Canadian Entomologist 124, 125-133.

-Furlong, M. J., Zalucki, M. P., Shabir, A., and Adamson, D. C. 2015. Biological control of diamondback moth in a climate of change.

In Proceedings of 7th Workshop on the Management of DBM and other Crucifer Pests March (pp. 23-26).

-Furlong, M. J., Zu-Hua, S., Yin-Quan, L., Shi-Jian, G., Yao-Bin, L., Shu-Sheng, L., and Zalucki, M. P. 2004. Experimental analysis of the influence of pest management practice on the efficacy of an endemic arthropod natural enemy complex of the diamondback moth. Journal of Economic Entomology, 97(6), 1814-1827.

-Gichini G., Loehr Brenhard., Rossbach A., and Kahuthia-Gathu R. 2008. Can low release numbers lead to establishment and spread of an exotic parasitoid: The case of the diamondback moth parasitoid, *Diadegma semiclausum* (Hellén), in East Africa. Crop Protection 27(6):906-914.

-Golizadeh, A., Kamali, K., Fathipour, Y. and Abbasipour, H. 2009. Effect of temperature on life table parameters of *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) on two brassicaceous host plants. J. Asia-Pacific Entomol. 12, 207-212.

-Gols, R., Harvey, J., 2009. The effect of host developmental stage at parasitism on Sex-

-related size differentiation in a larval endoparasitoid. Ecol. Entomol. 34, 755e762.

-Hemerik, Lia. 2007. Feeding status of the parasitoid *Diadegma semiclausum* affects biological control of *Plutella xylostella*: a simulation study. Biological Control. Volume 18. 9-20.

-Hopkins R.J., Ekbom B., Henkow L., 1998. Glucosinolate content and susceptibility for insect attack of three populations of Sinapis alba. J. Chem. Ecol. 24: 1203-1216.

-Jarošik, V., Honěk, A., Dixon, AFG., 2002. Developmental rateisomorphy in insects and mites. American Naturalist 160: 497-510.

-Kadirvel, P; Srinivasan, R; Mei-ying, L; Al-Jouri, E; Idraw, M. Walid and De La Peña Robert C. 2011. Occurrence of *Diadegma*

semiclausum, a parasitoid of diamondback moth in lowlands of Syria. Journal of Asia-Pacific Entomology. Volume 14, Issue 1, Pages 52-57.

-Khatri, D. 2011. Reproductive biology of *Diadegma semiclausum* Hellen (Hymenoptera: Ichneumonidae). Master of Science (M Sc) thesis in plant protection. Massey University Palmerston North, New Zealand. 153 pp.

-Kontodimas, DC., Eliopoulos, PA., Stathas, GJ., Economou, LP., 2004. Comparative temperature-dependent development of Nephusincludens (Kirsch) and Nephusbisignatus (Boheman) (Coleoptera: Coccinellidae) preying on *Planococcus citri* (Risso) (Homoptera: Pseudococcidae): evaluation of a linear and various non-linear models using specific criteria. Environmental Entomology. 33, 1-11.

-Kwon, M., Park, K. and Kwon, H. 2003. Developmental characteristics of *Diadegma semiclausum* Hellén (Hymenoptera: Ichneumonidae), a larval parasitoid of *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Yponomeutidae). J. Asia-Pacific Entomol. 6 (1), 105-110.

-Lee ST, Chu YI, Talekar NS.1995 The mating behavior of diamondback moth (Lepidoptera: Plutellidae). Chinese J Entomol 15: 81–89.

-Lu,Z.Q.,Chen,L.F.and Zhu,S.D.1988. Studies on the effect of temperature on the development,Fecundity and multiplication of *Plutella xylostella* –Insect Knowledge,25,147-149 (in chinese).

-Mahdian, K., Tirry, L., De Clercq, P., 2008. Development of the predatory pentat- omid *Picromerus bidens* (L.) at various constant temperatures. Belgian Journal of Zoology 138, 135-139.

-Medeiros, R.S., Ramalho, F.S., Serrao, J., Zanuncio, J.C., 2004. Estimative of *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae) development time with non linear models. Neo. Entomol. 33, 141–148.

-Momanyi Caleb, Loehr Bernhard and Gitonga Linus. 2006. Biological impact of the exotic parasitoid, *Diadegma semiclausum* (Hellen),

of diamondback moth, *Plutella xylostella* L., in Kenya. Biological Control 38(2):254-263.

-Noda T, Miyai S, Takashino, K and Nakamura A. 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.

-Obrycki, J.J., Tauber, M.J., 1982. Thermal requirements for development of *Hippodamia convergens* (Coleoptera: Coccinellidae). Annals of the Entomological Society of America 75, 678-683.

-Ooi,P.C.A. 1992. Role of parasitoids in managing diamondback moth in Cameron Highlands, Malaysia, in Diamondback Moth and Other Crucifer Pests. Proceedings of the Second International Workshop (TALEKAR,N.S., Ed.). Asian Vegetable Research and Development Centre, Taiwan, pp. 255 - 262.

-Sarfraz M, Dosdall LM, Keddie BA, 2006. Diamondback moth-host plant interactions: implications for pest management. Crop Protection, 25(7):625-639

-Sarnthoy, O., Keinmeesuke, P., Sinchaisri, N., Nakasuji, F., 1989. Development and reproductive rate of diamondback moth *Plutella xylostella* from Thailand. Appl. Entomol. Zool. 24, 202–208.

-Shelton AM. 2004. Management of the diamondback moth: de´ja` vu all over again? In: Endersby NM, Ridland PM, editors. The management of diamondback moth and other crucifer pests. Proceedings of the Fourth International Workshop, 26-29 November 2001. Melbourne. Melbourne, Australia: Department of Natural Resources and Environment. pp. 3-8.

-Spencer J.L., Pillai S., Bernays E.A., 1999. Synergism in the oviposition behavior of Plutella xylostella: Sinigrin and wax componds. J. Insect Behav. 12(4): 483-500.

-Syed T. S.;. Shaikh M. A; B. Mal B. and Shelton M. 2018. Parasitism of *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) in southern Pakistan. Florida Entomologist, Volume 101, No. 2. 172- 177.

-Talekar N.S.and M.Y.Lin. 1998. Training manual on IPM of diamondback moth Asian Vegetable Research and Development Center,Tainan,Taiwan:1-67.

-Talekar, N.S. And A.M.Shelton. 1993. Biology, ecology and management of the diamondback moth. Annu. Rev. Ent., 38: 275-301.

-Talekar, N., Yang, J. and Lee, S. 1990. Introduction of *Diadegma semiclausum* to control diamondback moth in Taiwan. Proceedings Second InternationalWorkshop on DBM and its Management. pp. 263-270.

-Wang, X., Duff, J., Keller, M., Zalucki, M., Liu, S. and Bailey, P. 2004. Role of Diadegma semiclausum (Hymenoptera: Ichneumonidae) in controlling *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae): cage exclusion experiments and direct observation. Biocontrol Science and Technology 14(6), 571-586.

-Yang, J. C., Chu, Y. I., and Talekar, N. S. 1993. Biological studies of *Diadegma semiclausum* (Hym., Ichneumonidae), a parasite of diamondback moth. Entomophaga , 38(4), 579-586.