

## تأثير الحرارة في بعض الخصائص الحياتية لحشرة حفار ساق التفاح (*Zeuzera pyrina* L.) تحت الظروف المختبرية

جونار عزيز إبراهيم<sup>1</sup>، عبد النبي بشير<sup>2</sup> ولؤي حافظ أصلان<sup>2</sup>

(1) مركز اللاذقية لتربية الأعداء الحيوية، مديرية الزراعة، سورية، البريد الإلكتروني: jounar800@yahoo.com؛ (2) قسم وقاية النباتات، كلية الزراعة، جامعة دمشق، سورية، البريد الإلكتروني: goitkb@scs-net.org

### المخلص

إبراهيم، جونار عزيز، عبد النبي بشير ولؤي حافظ أصلان. 2013. تأثير الحرارة في بعض الخصائص الحياتية لحشرة حفار ساق التفاح (*Zeuzera pyrina* L.) تحت الظروف المختبرية. مجلة وقاية النبات العربية، 31(2): 105-114.

تمت التربية المخبرية لحشرة حفار ساق التفاح (*Zeuzera pyrina* L.) (Lepidoptera: Cossidae) على وسط غذائي اصطناعي عند 5 درجات حرارة (15، 20، 25، 30، 35 °س) بهدف تحديد الثابت الحراري SET والعتبة الحرارية الدنيا LDT لنمو أطوار الحشرة والجيل الكامل. بينت النتائج أن أنثى حفار ساق التفاح لا تضع البيض، ولا يحدث أي تطور عند العذراء عند 15 °س، كما بينت اختلاف قيم كل من SET و LDT لحفار ساق التفاح بين أطوار الحشرة وضمن الطور الواحد وبين الجنسين، حيث بلغت قيمة LDT 17.41، 9، 15 و 31.37 °س لكل من طور البيضة واليرقة وعذراء الذكر والأنثى، على التوالي، في حين بلغت قيمة SET 88.3، 1265.82، 370.73، 581.4 درجة- يومية للأطوار السابقة. أما في طور العذراء، فاختلقت القيم بين الذكر والأنثى ضمن المراحل الثلاث التي يمر بها (مرحلة ما قبل العذراء، مرحلة العذراء، مرحلة التلؤن)، فبلغت قيمة SET 56، 192، 87.72 و 160.83، 454.454، 153.84 درجة-يومية عند كل من الذكر والأنثى للمراحل الثلاث السابقة، على التوالي، مع اختلاف العتبة الحرارية الدنيا (LDT) بينها لتبلغ 18، 15.2 و 15.65 °س، و 16، 10.9 و 6.06 °س عند الذكر والأنثى للمراحل الثلاث، على التوالي، في حين بلغ SET للجيل الكامل للحشرة 13.62 و 12.9 °س و LDT 1724.13 و 1612.91 درجة-يومية لكل من الذكر والأنثى، على التوالي.

كلمات مفتاحية: حفار ساق التفاح، الثابت الحراري، أطوار الحشرة، وسط غذائي اصطناعي.

### المقدمة

تسهم الحرارة بدور مهم عند الكائنات الحية ذوات الدم البارد Ectotherms وبخاصة الحشرات، حيث يتحدد نشاط الحشرات عندما تكون درجات الحرارة المحيطة ضمن حدود المجال الحراري المناسب (7، 9). إن أبسط طريقة لتفسير تأثير درجة الحرارة في تطور الحشرات هو علاقة الانحدار الخطي (Line Regression) التي تربط بين نسبة التطور (1/مدة التطور) ودرجة الحرارة، تقيد في حساب العتبة الحرارية الدنيا (Lower Development Threshold) LDT وهي الدرجة التي يتوقف عندها النمو، كما تقيد في حساب الثابت الحراري SET (Sum of Effective Temperatures) وهي عدد الوحدات الحرارية (الدرجات-اليومية) التي تقع فوق العتبة الحرارية الدنيا واللازمة للتطور. وتفسر كل من العتبة الحرارية والثابت الحراري الخاصة بكل نوع حشري السبب في الانتشار الجغرافي المختلف بين أنواع الحشرات، كما تفسر اختلاف الزمن اللازم لتطور كل طور من أطوار الحشرة ضمن النوع الواحد، وبين الجنسين (14). فالعتبة الحرارية الدنيا LDT لحشرة *Helicoverpa armigera* هي 14.8، 11.2، 8.2 °س لكل من طور البيضة واليرقة والعذراء، على التوالي، والثابت الحراري لهذه الأطوار هو 64.1، 344.8، 222.2 درجة-يومية. كما يختلف الثابت الحراري

تعد حشرة حفار ساق التفاح (*Zeuzera pyrina* L.) (Lepidoptera: Cossidae) من الحشرات ذات المدى الحراري الواسع، وتنتشر في بيئات تنتمي إلى خطوط عرض جغرافية مختلفة، أي أنها متكيفة مع مختلف درجات الحرارة السائدة في معظم مناطق انتشارها. ويأتي هذا التكيف من خلال الاختلاف الواضح في المدة اللازمة لتطور الجيل الواحد من الحشرة (6)، حيث يستغرق عاماً كاملاً على عائل التفاح عند ارتفاع 924 م عن سطح البحر، ضمن منطقة عرامو في محافظة اللاذقية (2، 3)، في حين يستغرق عامين على المحصول نفسه ضمن منطقة تل القليب في محافظة السويداء على ارتفاع 1676 م عن سطح البحر (1)، وعلى عائل الجوز في منطقة Kemall في محافظة Kahramanmaraş في تركيا على ارتفاع 1264 م عن سطح البحر (13)، في حين تستغرق مدة الجيل عاماً واحداً على الجوز ضمن Ferreira do Alentejo في بلغاريا على ارتفاع 143 م عن سطح البحر (15)، ويُفسر هذا التباين بالاختلاف الجغرافي في المتطلبات الحرارية اللازمة للتطور الحشري (12).

## التربية المختبرية

تمت التربية المختبرية ضمن وسط صناعي وهو عبارة عن بيئة صناعية معدل عن طريقة Garcia و Haro (8) لتربية حفار ساق التفاح، ويتكون الوسط من المواد التالية: بذور فول الصويا، بودرة الحليب، خميرة جافة، سيللوز طبيعي، فيتامين C، سكروز، حمض اللينوليك، مبيد فطري، مضاد حيوي وماء مقطر، حيث وضعت كمية من البيئة الصناعية تعادل 31.38 غ ضمن أنابيب بلاستيكية بقياس 3.5×8 سم، وتم حفظها بالبراد لحين الاستخدام.

**الجيل الأول المخبري** - وضعت حاويات كتل بيض حفار ساق التفاح ضمن حاضنة عند حرارة 25° س ورطوبة جوية 65% لحين الفقس، وبعد الفقس تم نقل يرقة واحدة من العمر اليرقي الأول إلى كل أنبوب من أنابيب البيئة الصناعية حيث تتم تغطية الأنابيب بواسطة شبك معدني لمنع هروب اليرقة، ثم غطاء من ورق الألمنيوم بعد تجهيزها بعدد من الثقوب (3-4 ثقب بقطر 1 مم) بهدف تأمين تبادل الرطوبة مع الوسط المحيط، ومنع دخول الملوثات الحشرية الأخرى. وضعت الأنابيب ضمن حاضنة مخبرية عند حرارة 25±2° س، ورطوبة جوية 60% وبدون إضاءة، حيث تم استبدال البيئة الصناعية كل شهر مرة لحين استكمال الطور اليرقي والحصول على طور العذراء. بعد تحضين عذارى الذكور والإناث عند حرارة 26° س حتى الحصول على الحشرات الكاملة، ثم إجراء التزاوج بين الذكور والإناث للحصول على بيض الجيل الأول المخبري، والذي جرى عليه اختبارات التربية عند درجات الحرارة المختلفة.

تم تجهيز 5 حاضنات مخبرية عند 5 درجات حرارية (15، 20، 25، 30 و 35° س) مع تأمين رطوبة ثابتة ضمن الحاضنات 65%، وتمت الاختبارات وفق البروتوكول الخاص بدراسات تأثير الحرارة في الجداول الحياتية للحشرات والطفيليات (16) لكل طور من أطوار الحشرة المختلفة.

**طور البيضة** - تم إجراء التجارب الخاصة بهذا الطور على كتلة بيض واحدة مخصبة من أنثى واحدة وملقحة وبعمر 24 ساعة. تم اختيار 100 بيضة عشوائياً من كتلة البيض لكل درجة حرارة مختبرة وتوزيعها على خمسة مكررات (20 بيضة لكل مكرر) ضمن أطباق بتري معقمة ونظيفة، ووضعت ضمن الحاضنات المقابلة لكل درجة. تم تسجيل المدة الفاصلة بين تاريخ الإدخال وبداية ونهاية فقس البيض، وحساب عدد اليرقات الحية المنبثقة بشكل يومي ونسبتها إلى العدد الكلي للبيض ضمن كل مكرر، ولكل درجة، مع تسجيل البيانات ضمن الجداول الخاصة حتى نهاية الفقس، بالإضافة إلى الفترة الزمنية التي استغرقها الفقس عند كل درجة.

بين الأعمار اليرقية ضمن الطور اليرقي الواحد، حيث يحتاج العمر اليرقي الأول لحشرة (*Egira curialis* (Grote) (Lepidoptera: Noctuidae) إلى 203 وحدة حرارية في حين يحتاج العمر اليرقي الثاني إلى 315 وحدة حرارية (11). كما يختلف الثابت الحراري SET للحشرة نفسها بين الأجيال المختلفة ضمن المنطقة الواحدة، حيث يحتاج الجيل الأول لحشرة دودة ثمار التفاح (*Cydia pomonella* L.) ضمن منطقة عرامو إلى 731.5 درجة- يومية في حين يحتاج الجيل الثاني إلى 1062.25 درجة- يومية (4). والعلاقة بين العتبة الحرارية الدنيا والثابت الحراري هي دائماً علاقة عكسية، حيث يرتفع أحدهما بانخفاض الآخر، وعليه فإن الأنواع الحشرية المتكيفة مع البرودة في خطوط العرض البعيدة عن خط الاستواء والتي تكون ذات عتبة حرارية LDT منخفضة تتطور بسرعة عند درجات الحرارة المنخفضة، في حين أن الأنواع المتكيفة مع الحرارة الدافئة في المناطق ذات خطوط العرض القريبة من خط الاستواء ذات العتبة الحرارية LDT العالية تتطور بسرعة عند درجات الحرارة المرتفعة، وعليه فإن العتبة الحرارية LDT تنخفض مع زيادة خطوط العرض الجغرافي، في حين أن الثابت الحراري SET يزداد مع زيادة خطوط العرض الجغرافي (10، 12).

نظراً لقلة الدراسات البيولوجية المتعلقة بحشرة حفار ساق التفاح ونظراً لأهميتها في الفهم الكامل لآلية انتشار هذه الآفة ضمن البيئات المختلفة وكفاءة أطوارها، وبالتالي توظيف هذه المعطيات في بناء البرامج الخاصة لمكافحتها ضمن هذه البيئات، فقد هدفت هذه الدراسة إلى دراسة معدل تطور الأطوار الحياتية لحشرة حفار ساق التفاح عند درجات حرارية مختلفة، وحساب الثابت الحراري (صفر النمو) والعتبة الحرارية الدنيا لكل مرحلة من مراحل حياة الحشرة، وحساب الثابت الحراري والعتبة الحرارية الدنيا للجيل الكامل للحشرة تحت الظروف المختبرية.

## مواد البحث وطرائقه

### مصدر المجتمع الحشري

تم جمع عدد من كتل البيض لحشرة حفار ساق التفاح من موقعين لزراعة التفاح في محافظة اللاذقية وهما: موقع عرامو ويتبع منطقة الحفة ويرتفع 924 م عن سطح البحر، وموقع بشرافي ويتبع منطقة جبلة ويرتفع 764 م عن سطح البحر، وذلك خلال فترة نشاط وطيران الحشرة الكاملة في موسم 2010، ووضعت العينات ضمن علب بلاستيكية بعد تسجيل المعلومات على كل علب (مكان الجمع، تاريخ الجمع)، لحين نقلها إلى مختبر الحشرات في شعبة إكثار الأعداء الحيوية في محافظة اللاذقية.

رسم المخطط البياني للتطور فكان من خلال علاقة الانحدار الخطي واللوغاريتمي بين معدل التطور (1/ زمن التطور) ودرجة الحرارة المختبرة، باستخدام البرنامج SPSS.V. 18 نفسه.

## النتائج والمناقشة

### طور البيضة

**الحضانة والفقس** - أظهرت نتائج التجربة عدم حدوث أي تطور للبيض الموضوع عند 15°س وذلك في جميع المكررات، حيث تم متابعة التجربة ونتائجها عند بقية درجات الحرارة الأخرى. ويلاحظ من الجدول 1 أن مدة حضانة البيض عند 20°س تراوحت بين 18 و 22 يوماً حيث كانت أعلى نسبة للفقس بعد 20 يوماً من التحضين ونسبة 37±13.28% لتتخفض إلى 2±1.22% بعد 22 يوماً للتحضين. وتراوحت مدة الحضانة عند 25°س بين 12 و 16 يوماً، وكانت أعلى نسبة للفقس بعد 13 يوماً تحضين حيث بلغت 33±2.55%، أما عند 30°س فتراوحت مدة الحضانة بين 8 و 11 يوماً، وسجل أعلى نسبة للفقس بعد ثمانية أيام تحضين بمتوسط بلغ 49±9.67%، في حين لم تتجاوز الحضانة عند 35°س مدة 6 أيام ويمتوسط نسبة وصل إلى 70±5.47% بعد أربعة أيام تحضين. كما يلاحظ من الجدول أن أعلى نسبة فقس كانت عند 35°س وبلغت 98% مع أقل نسبة عند 20°س ونسبة موت وصلت إلى 13%. كما بين الجدول 1 الفروقات المعنوية بين نسب الفقس عند درجات الحرارة المختبرة، بالإضافة إلى الفروقات المعنوية بين أيام الفقس عند كل درجة حرارة باستخدام قيمة أقل فرق معنوي (LSD) عند مستوى معنوية 1%.

**الخصوبة** - بينت النتائج عدم قيام الأنثى بوضع البيض عند 15°س على الرغم من بقاء الأنثى حية طول فترة التجربة، كما بين الجدول 2 قيام الأنثى بوضع البيض على دفعتين خلال اليوم الأول والثاني عند 20 و 25°س لتتخفض الكمية في بقية الأيام الأخرى. أما عند 30°س تم وضع العدد الأكبر من البيض في اليوم الأول ثم النسبة الأقل في اليوم الثاني لتتخفض في بقية الأيام، في حين قامت الأنثى في جميع المكررات عند 35°س بوضع مجمل كتلة البيض في اليوم الأول لتتخفض في بقية الأيام، حيث تم مقارنة الفروقات المعنوية لعدد البيض الموضوع على كافة درجات الحرارة وبين جميع الأيام عند مستوى المعنوية 1% باستخدام اختبار أقل فرق معنوي (LSD) كما هو موضح في الجدول 2، وكانت العلاقة بين درجة الحرارة ومعدل التطور هي علاقة خط مستقيم (شكل 1) فالمعادلة الخطية:  $Y = -0.0119 * X - 0.209$ ،  $R^2 = 0.852$ ، والمعادلة اللوغاريتمية  $Y = -0.9 + 0.311 * \log(x)$ ،  $R^2 = 0.963$ ، وعليه فإن الثابت الحراري

**طور اليرقة** - تم تجهيز 100 يرقة حديثة الفقس من العمر اليرقي الأول لحشرة حفار ساق التفاح بعمر 24 ساعة ضمن 100 أنبوب تحوي على البيئة الصناعية بعد تجهيزها وفق الطريقة السابقة لكل درجة من درجات الحرارة المختبرة. وضعت الأنابيب ضمن الحاضنات الموافقة، مع تسجيل رقم وتاريخ الإدخال لكل أنبوب، وتمت متابعة تطور اليرقات ضمن البيئة حتى الوصول إلى طور العذراء (ظهور ثقب الخروج بشكل جانبي للأنبوب) (8) مع تسجيل عدد اليرقات الحية والميتة التي وصلت إلى طور العذراء والمدة التي استغرقتها كل يرقة، ثم تسجيل البيانات ضمن الجداول الخاصة بطور اليرقة.

**طور العذراء** - تمت الدراسة المخبرية لطور العذراء ضمن أربع مراحل وهي المراحل البيئية الثلاث التي يمر بها هذا الطور وهي مرحلة ما قبل العذراء، ومرحلة العذراء، ومرحلة تلون العذراء بالإضافة إلى الطور الكامل للعذراء (2) وشملت الدراسة مدة المراحل الأربعة لطور العذراء: حيث تم تجهيز 30 مكرر لكل من الأنثى والذكر بحيث يتم التمييز بينهما في هذه المرحلة من خلال الاختلاف في شكل وتوضع الفتحة التناسلية على النهاية البطنية للعذراء (1، 2) في كل مرحلة من المراحل الأربعة، عند كل درجة من درجات الحرارة المختبرة، حيث وضعت ضمن أنابيب بلاستيكية بقياس 8.5×1 سم وهذه وضعت ضمن علب بلاستيكية بقياس 5.5×19.5×12.5 سم ضمن الحاضنات المقابلة لكل درجة، مع تسجيل المدة الزمنية باليوم التي استغرقتها كل مرحلة للانتقال على المرحلة التالية بالإضافة إلى تسجيل عدد حالات الموت ضمن كل مرحلة عند كل درجة، وذلك ضمن الجداول الخاصة بهذا الطور.

**طور الحشرة الكاملة** - تضمن هذا الطور دراسة خصوبة الأنثى الملقحة وقدرتها على وضع البيض عند درجات الحرارة المختبرة، والفترة الزمنية التي تستغرقها الأنثى لوضع البيض على هذه الدرجات، وذلك من خلال وضع أنثى ملقحة ضمن علبة بلاستيكية بقياس 5.5×19.5×12.5 سم، وبواقع 10 مكررات لكل درجة، ثم إزالة وتسجيل عدد البيض الموضوع كل يوم ثم تكرار العملية حتى انتهاء وضع البيض، وتسجيل البيانات ضمن الجداول الخاصة.

### التحليل الإحصائي

تم تحليل البيانات باستخدام البرنامج SPSS V. 18 باستخدام اختبار تحليل التباين a عند أقل فرق معنوي LSD بمستوى معنوية 1%.

حسب الثابت الحراري (SET) والعتبة الحرارية الدنيا (LDT) للأطوار الحياتية لحشرة حفار ساق التفاح باستخدام معادلة Burnett:  $R = aT + b$  (5) حيث R نسبة التطور (1 / زمن التطور)، T درجة حرارة، a، b ثوابت تتعلق بالمعادلة،  $LDT = -b/a$  و  $SET = 1/a$ ، أما

(SET) لطور البيضة هو 88.3 درجة- يومية، والعتبة الحرارية الدنيا (LDT) 17.41 °س، وهو ما يفسر عدم فقس بيض حفار ساق التفاح عند حرارة 15 °س، وجاءت هذه النتيجة متقاربة مع أنواع حشرية أخرى حيث بلغت قيمة LDT عند حشرة *Plodia interpunctella* (Lepidoptera: Pyralidae) 16.5 °س (12).

جدول 1. مدة الحضانة ونسبة الفقس لبيض حفار ساق التفاح *Z. pyrina* عند درجات حرارة مختلفة.

Table 1. Incubation period and fertility of apple stem borer *Z. pyrina* under different temperatures.

LSD at 1%	غير الفاقس % Non-hatching	القراءة الخامسة 5 <sup>th</sup> reading	القراءة الرابعة 4 <sup>th</sup> reading	القراءة الثالثة 3 <sup>rd</sup> reading	القراءة الثانية 2 <sup>nd</sup> reading	القراءة الأولى 1 <sup>st</sup> reading	فقس البيض Hatching egg
30.24	13	22	21	20	19	18	20 °س 20 فترة الحضانة (يوم) Incubation period نسبة الفقس (%) Fertility
		1.2±2 ADEa	2.6±8 ABCDa	13.3±37 ABCa	9.3±33 ABa	3.4±7 Aa	
18.04	10	16	15	14	13	12	25 °س 25 فترة الحضانة (يوم) Incubation period نسبة الفقس (%) Fertility
		1.0±1 Da	1.9±6 CDab	5.3±21 ABCab	2.6±33 ABa	7.8±29 Aab	
23.63	5	12	11	10	9	8	30 °س 30 فترة الحضانة (يوم) Incubation period نسبة الفقس (%) Fertility
		0.0±0 Da	1.2±2 CDabc	1.2±8 Cabc	8.7±36 ABa	9.7±49 Abc	
16.09	2	8	7	6	5	4	35 °س 35 فترة الحضانة (يوم) Incubation period نسبة الفقس (%) Fertility
		0.0±0 Da	0.0±0 bc	1.2±2 Cbc	7.0±26 Ba	5.5±70 Ac	
		3.26	7.003	29.78	30.45	28.1	LSD 1%

الأرقام المتبوعة بأحرف صغيرة متشابهة ضمن العمود الواحد وأحرف كبيرة في السطر الواحد لا تختلف معنوياً بحسب اختبار LSD عند مستوى احتمال 0.01. Numbers followed by the same small letters within the same column, or capital letters in the same row are not significantly different according to the LSD test at P= 0.01.

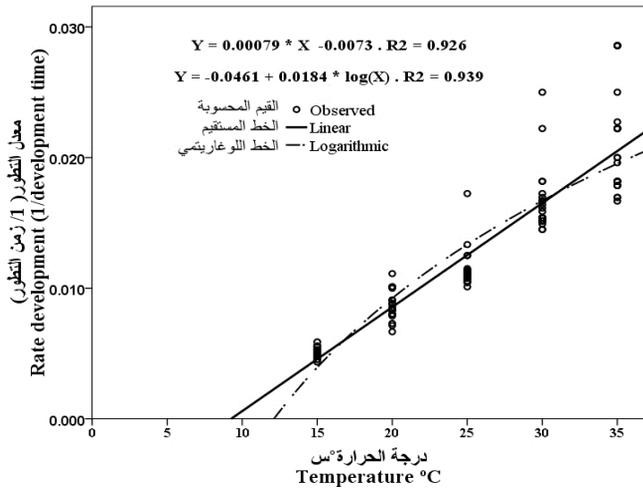
جدول 2. خصوبة الأنثى لحشرة حفار ساق التفاح *Z. pyrina* عند درجات حرارة مختلفة.

Table 2. Fecundity of apple stem borer *Z. pyrina* L females under tested temperatures.

LSD at 1%	Temperature °C				عدد البيض/اليوم Number egg/Day
	35	30	25	20	
101.99	33.44±329.4 Aa	14.8±310.2 Aa	26.1±227.5 Aa	28.3±265 Aa	Day 1 اليوم الأول
73.19	1.88±39.4 Bc	17.5±167.6 Bb	22.7±202.3 Aab	21.0±256.9 Aa	Day 2 اليوم الثاني
39.48	1.0±1.5 Bc	12.8±52.4 Bab	12.8±52.4 Bab	14.6±90.1 Ba	Day 3 اليوم الثالث
19.73	0.0±0.0 Bb	0.0±0.0 Cb	3.1±7.2 Bb	9.8±48.5 BCa	Day 4 اليوم الرابع
4.71	0.0±0.0 Bb	0.0±0.0 Cb	0.0±0.0 Bb	2.5±10.7 Ca	Day 5 اليوم الخامس
0.41	0.0±0.0 Ba	0.0±0.0 Ca	0.0±0.0 Ba	0.2±0.3 Ca	Day 6 اليوم السادس
	54.63	36.94	57.98	60.81	LSD at 1%

الأرقام المتبوعة بأحرف صغيرة متشابهة ضمن السطر الواحد أو أحرف كبيرة في العمود الواحد لا تختلف معنوياً بحسب اختبار LSD عند مستوى احتمال 0.01. Number followed by the same capital letters within the same column, or small letters within the same row are not significantly different according to the LSD test at P= 0.01.

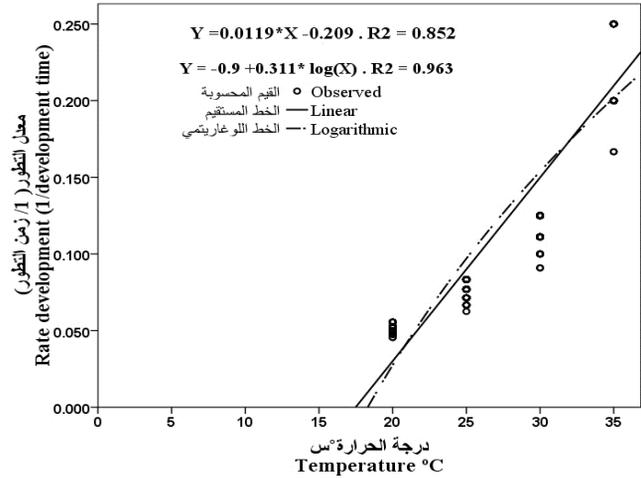
العذراء، مرحلة العذراء، مرحلة التلون، ثم الطور الكامل للعذراء (2)، وذلك لكل من جنسي الحشرة (الذكر والأنثى).



شكل 2. التوزيع الطبيعي واللوغاريتمي لمعدل التطور (1/ زمن التطور) تحت تأثير درجات الحرارة المختلفة.

Figure 2. Regression of temperature (Linear and logarithmic) of apple stem borer *Z. pyrina* larvae development (1/ development time).

عذراء الأنثى - يبين الجدول 4 اختلاف الزمن اللازم لتطور عذراء الأنثى لحفار ساق التفاح عند درجات الحرارة المختبرة كذلك الأمر بين المراحل الثلاث التي تمر بها العذراء، حيث احتاجت العذراء في مرحلة ما قبل العذراء إلى 28 يوماً عند 20°س للدخول في مرحلة العذراء في حين تحتاج إلى أقل من ذلك عند درجات الحرارة 25، 30 و 35°س مع وجود فروق معنوية بين درجات الحرارة جميعها حيث بلغت قيمة أقل فرق معنوي 1.26 عند مستوى معنوية 1%. واحتاجت مرحلة العذراء إلى 51.94، 32.93، 23.75 و 19.86 يوماً لتبدأ أعراض التلون عليها وذلك عند 20، 25، 30 و 35°س، على التوالي مع عدم وجود فروق معنوية بين الدرجتين 30 و 35°س عند مستوى احتمال 1%، في حين اختلفت درجات الحرارة 20، 25 و 30°س فيما بينها عند المستوى نفسه. كما احتاجت العذراء للانتسلاخ والخروج من مرحلة التلون إلى طور الحشرة الكاملة إلى فترة 10.16 يوم عند 20°س وإلى أيام أقل عند درجات الحرارة 25، 30 و 35°س وبدون وجود فروق معنوية بين الدرجتين 30 و 35°س، وعليه فإن تطور العذراء احتاج إلى أطول فترة عند 20°س ووصلت إلى 99 يوماً، وأقلها عند



شكل 1. التوزيع الطبيعي واللوغاريتمي لمعدل التطور (1/ زمن التطور) لطور البيضة لحشرة حفار ساق التفاح *Z. pyrina* تحت تأثير درجات الحرارة المختلفة.

Figure 1. Regression of temperature (Linear and logarithmic) of apple stem borer *Z. pyrina* egg development (1/development time).

#### طور اليرقة

تحتاج يرقة حفار ساق التفاح إلى ما يزيد عن 200 يوم للتطور والوصول إلى طور ما قبل العذراء عند 15°س وبمتوسط بلغ 197.84 يوم كما هو مبين من الجدول 3 لتتخفص عدد الأيام بارتفاع درجة الحرارة ليبلغ متوسطها 117.27، 88.48، 61.81 و 48.84 يوم عند درجات الحرارة 20، 25، 30 و 35°س، على التوالي، مع وجود فروق معنوية بين درجات الحرارة. ويلاحظ من الجدول 3 أن أعلى نسبة موت لليرقات كانت عند 20°س، ونسبة بلغت 26.7% في حين كانت الأقل عند حرارة 15°س ونسبة بلغت 13.3%، لتتساوى هذه النسبة عند 25، 30 و 35°س، كما بين الشكل 2 علاقة الانحدار الخطي وعلاقة الانحدار اللوغاريتمي بين درجة الحرارة ومعدل التطور (1/ زمن التطور) لليرقة، فالمعادلة الخطية هي:  $Y = 0.00079 * X - 0.0073$  ( $R^2 = 0.926$ ). من هذه المعادلة نجد أن الثابت الحراري (SET) كان 1265.82، والعتبة الحرارية الدنيا (LDT) كانت 9، وهذا يفسر الفترة الزمنية الطويلة التي تقضيها الحشرة في طور اليرقة عند 15°س، كما تفسر احتياج الجيل الواحد إلى سنتين في المناطق الباردة (1، 13).

#### طور العذراء

تم دراسة تطور العذراء لحشرة حفار ساق التفاح على أربع مراحل لتشمل التطورات البيئية التي يمر بها هذا الطور وهي: مرحلة ما قبل

30 °س وهي 28.18 يوم. كما اختلفت نسب الموت في كل مرحلة من مراحل العذراء ومن درجة حرارة إلى أخرى، حيث كانت أعلى نسبة للموت 35 °س في جميع مراحل العذراء، في حين كانت الأقل عند 25 °س.

جدول 3. معدل تطور اليرقة لحشرة حفار ساق التفاح *Z. pyrina* عند درجات الحرارة المختبرة.

Table 3. Rate of larvae development of apple stem borer *Z. pyrina* under different temperatures.

درجة الحرارة °س Temperature °C	المتوسط ± الانحراف المعياري Mean ± Standard error	الخطأ المعياري Std. Error	نسبة الأحياء (%) Survival rate (%)	نسبة الأموات (%) Mortality rate (%)
15	15.0±197.84 a	3.001	83.3	13.3
20	14.58±117.27 b	3.109	73.3	26.7
25	8.19±88.40 a	1.638	83.3	16.7
30	6.70±61.81 d	1.298	90.0	10.0
35	8.22±48.84 e	1.645	83.3	16.7

7.96

LSD at 1%

الأرقام المتبوعة بأحرف صغيرة متشابهة ضمن العمود الواحد لا تختلف معنوياً بحسب اختبار LSD عند مستوى احتمال 0.01.

Number followed by the same small letters within the same column are not significantly different according to the LSD test at P= 0.01.

جدول 4. معدل تطور مراحل عذراء الأنثى والذكر لحشرة حفار ساق التفاح *Z. pyrina* عند درجات الحرارة المختبرة.

Table 6. Rate of female pupa development of apple stem borer *Z. pyrina* under tested temperature.

الذكر Male			الأنثى Female			الحرارة °س Temperature °C
نسبة الأموات (%) Mortality rate (%)	نسبة الأحياء (%) Survival rate (%)	المتوسط ± الانحراف المعياري Mean ± Standard deviation	نسبة الأموات (%) Mortality rate (%)	نسبة الأحياء (%) Survival rate (%)	المتوسط ± الانحراف المعياري Mean ± Standard deviation	
مرحلة ما قبل العذراء Pre-pupal						
20	80	2.84±20.63 a	30	70	1.550±28.50 a	20
10	90	2.64±10.56 b	10	90	1.40±8.50 b	25
25	75	1.59±6.23 c	20	80	1.70±6.38 c	30
25	75	1.53±3.47 d	35	65	1.44±4.08 d	35
مرحلة العذراء Pupal						
10	90	41.56±2.8 a	10	90	5.93±51.94 a	20
5	95	2.87±20.37 b	10	90	5.93±32.94 b	25
10	90	2.66±15.22 c	20	80	5.33±23.75 c	30
0	100	2.37±10.05 d	30	70	4.2±19.86 dc	35
مرحلة التلون Coloration						
15	85	20.9±17.59 a	10	90	3.83±18.61 a	20
15	85	20.9±5.59 b	5	95	2.38±10.16 b	25
15	85	1.56±5.24 ca	20	80	1.37±6.81 c	30
25	75	1.54±5.49 cd	20	80	1.34±4.75 cd	35
الطور الكامل للعذراء Complete pupae						
40	60	5.8±79.42 a	45	55	7.57±88.18 a	20
25	75	5.47±36.53 b	30	70	5.97±51.43 b	25
35	65	4.09±26.69 c	40	60	6.37±37.42 c	30
35	65	3.72±18.77 d	45	55	5.05±28.18 d	35

الأرقام المتبوعة بأحرف متشابهة ضمن العمود الواحد (مستوى الدرجة) لا تختلف معنوياً بحسب اختبار LSD عند مستوى احتمال 0.01. قيم أقل فرق معنوي لمرحلة ما قبل العذراء للأنثى = 1.26، وللذكر = 2.05. مرحلة العذراء للأنثى = 2.05، وللذكر = 2.31. مرحلة التلون للأنثى = 2.26، وللذكر = 1.96. الطور الكامل لعذراء الأنثى = 6.82، وللذكر = 4.09.

Number followed by the same letter within the one column (between degrees) are not significantly different according to the LSD test at p= 0.01. LSD for Pre-pupal female stage= 1.26, and male = 2.05. Pupal female stage= 2.05, and male = 2.31. Coloration of female = 2.26, and male = 1.96. Complete pupal stage of female = 6.82, and male = 4.09.

### الثابت الحراري ومخطط النمو

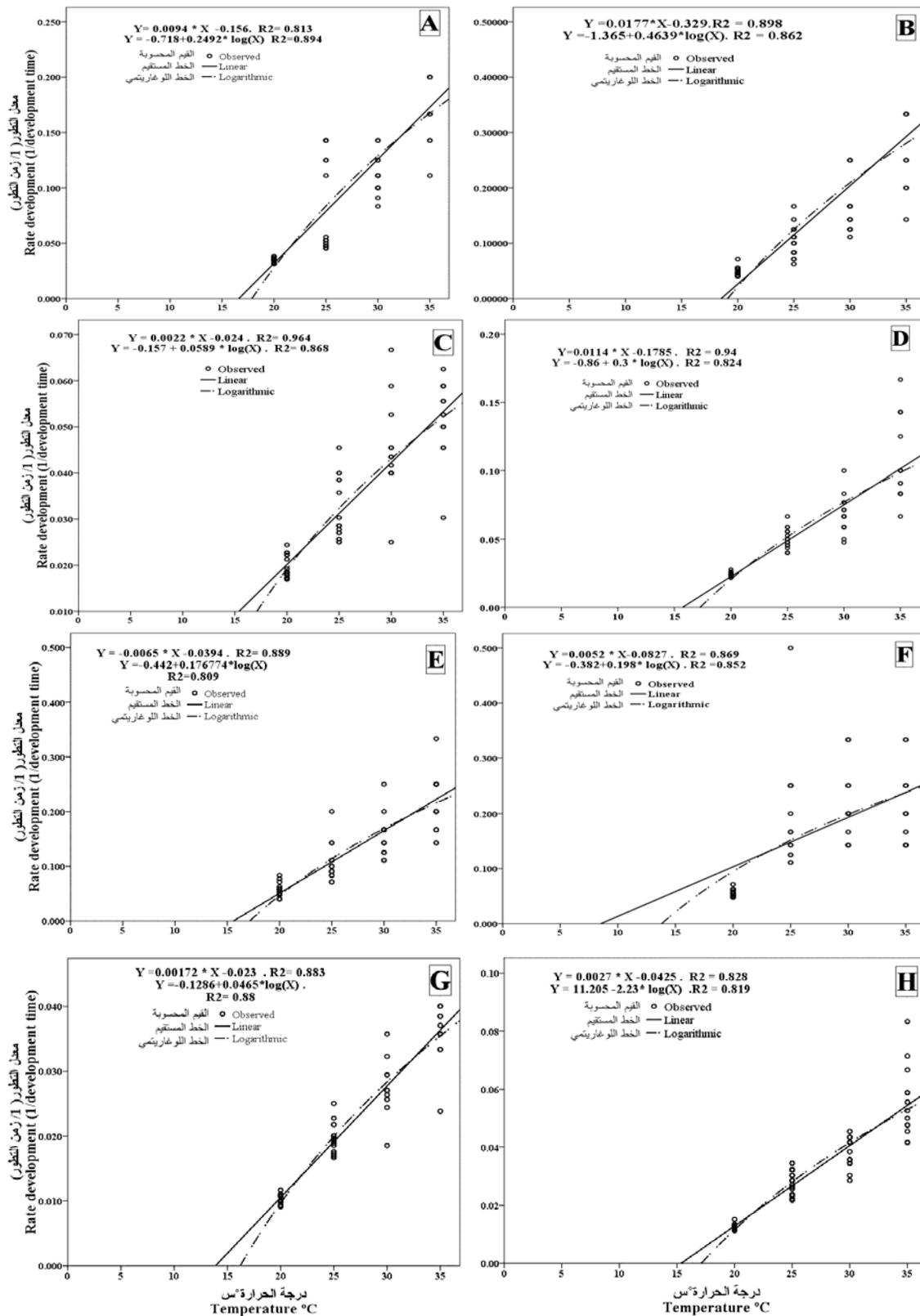
عند حساب علاقة الانحدار الخطي بين معدل التطور (1/ الزمن) ودرجات الحرارة المختبرة لطور العذراء بمختلف مراحلها بين الذكر والأنثى وجد أن قيمة SET المرتبطة بعذراء الذكر هي أقل منها عند الأنثى. إحتاج طور ما قبل العذراء عند الذكر إلى 56 درجة - يوم مقارنة مع 160 درجة - يوم عند المرحلة نفسها للأنثى. كما أن الثابت الحراري في مرحلة العذراء عند الأنثى كان مرتفعاً مقارنة بالذكر. وكانت العتبة الحرارية الدنيا (LDT) للمراحل المختلفة من طور العذراء أعلى عند الذكر منها عند الأنثى، وهذا ما يفسر ظهور الذكر بشكل مبكر عن الأنثى حقيلاً عند درجة الحرارة نفسها (1، 2، 15)، وذلك بسبب الإحتياج الحراري القليل مقارنة مع الأنثى على الرغم من أن العتبة الحرارية الذكرية هي أعلى منها عند الأنثى، فعذراء الذكر تحتاج إلى 370.37 درجة - يوم في حين أن الأنثى تحتاج إلى 581.4 درجة - يوم. وجاءت هذه النتائج متطابقة مع النتائج التي حصل عليها Haro و Garcia (8) من حيث أن الفترة الزمنية اللازمة لتطور عذراء الذكر هي أقل منها عند الأنثى عند 25 °س، ويوضح الشكل 3 مخطط النمو والتوزع الطبيعي لنمو طور العذراء بمختلف مراحلها لكل من الذكر والأنثى، كما يبين علاقة الارتباط الخطي وعلاقة الارتباط اللوغاريتمي بين معدل التطور في كل مرحلة ودرجات الحرارة والتي من خلالها يتم حساب الثوابت الحرارية لهذه المراحل.

### معدل تطور الجيل الكامل لحشرة حفار ساق التفاح

تشير النتائج في الجدول 5 أن أنثى حفار ساق التفاح احتاجت إلى فترة زمنية أطول من تلك التي احتاجها الذكر للتطور على درجات الحرارة المختبرة نفسها ، وكان الفرق الزمني واضحاً بينهما عند 20، 30 و 35 °س وصل إلى 10 أيام في حين وصل عند 25 °س إلى 15 يوماً. وتتطابق هذه الأرقام مع النتائج الحقلية لمواعيد ظهور كل من الذكر والأنثى، حيث ظهر الذكر قبل الأنثى بفاقر زمني قدره 15 يوماً (2)، مع وجود فروق معنوية واضحة بين معدل تطور حفار ساق التفاح عند كل من الأنثى والذكر على جميع الدرجات المختبرة. وكانت العتبة الحرارية الدنيا للأنثى 13.62 °س، واحتاجت إلى 1724.13 درجة - يومية فعالة لإكمال التطور، في حين احتاج الذكر إلى 1612.91 درجة - يومية فعالة من العتبة الحرارية الدنيا وهي 12.9 °س.

يشير الجدول 4 إلى أن مرحلة العذراء هي المرحلة الأكثر مقاومة للظروف الخارجية في حين أن مرحلة كل من ما قبل العذراء ومرحلة التلون هي الأكثر حساسية، ويعود ذلك إلى قصر المرحلتين والتغيرات الفسيولوجية الحساسة في كل منهما، وبالتالي تعتبر حرارة 25 °س هي الأكثر ملائمة لطور العذراء مقارنة مع درجات الحرارة الأخرى.

**عذراء الذكر-** يلاحظ من النتائج في الجدول 4 أن متوسط المدة اللازمة لتطور عذراء الذكر وانتقالها من مرحلة ما قبل العذراء ثم الانسلاخ والدخول في مرحلة العذراء بلغت 20.63 يوم عند 20 °س في حين احتاجت إلى مدة أقل عند باقي درجات الحرارة الأخرى لتصل إلى أقلها عند 35 °س وهي 3.47 يوم مع وجود فروق معنوية بين درجات الحرارة باستخدام اختبار أقل فرق معنوي عند مستوى معنوية 1%، في حين كانت نسبة الموت عند هذه الحرارة هي الأعلى لتصل إلى 25% وأقلها عند 25 °س حيث احتاجت إلى 10.56 يوم لتنتهي هذه المرحلة البيئية. أما الفترة التي قضاها الذكر في مرحلة العذراء قبل أن تظهر ملامح التلون عند 20 °س كانت أطولها وبلغت 41.56 يوم وأقلها كان 10.05 يوم عند 35 °س، مع وجود فرق معنوي بين كافة درجات الحرارة المدروسة عند المستوى 1%. إنعدمت نسبة الموت عند 35 °س ووصلت إلى 10% عند 20 °س، في حين أن متوسط المدة التي احتاجتها الحشرة للانتقال من مرحلة التلون إلى طور الحشرة الكاملة فبلغت عند 20 °س 17.59 يوم (جدول 4). وتساوت هذه المدة عند درجات الحرارة الأعلى حيث وصلت إلى 5.59 يوم مع وجود فرق معنوي بين 20 °س وباقي درجات الحرارة التي لم يكن بينها فروق معنوية عند المستوى 1%. كما أن نسبة الموت ضمن مرحلة التلون كانت متساوية لتصل إلى 15% عند جميع درجات الحرارة، أي أن متوسط مدة تطور حشرة حفار ساق التفاح ضمن طور عذراء الذكر احتاجت إلى 36.53 يوم ونسبة موت وصلت إلى 25% عند 25 °س، لترتفع نسبة الموت عند باقي درجات الحرارة وبخاصة عند 20 °س ونسبة موت 40% وأقل عند 30 و 35 °س.



شكل 3. التوزيع الطبيعي واللوغاريتمي لمعدل التطور (1 / زمن التطور) لطور العذراء لحشرة حفار ساق التفاح *Z. pyrina* تحت تأثير درجات الحرارة المختلفة. (A) الأنثى- مرحلة ما قبل العذراء، (B) الذكر- مرحلة ما قبل العذراء، (C) الأنثى- مرحلة العذراء، (D) الذكر- مرحلة العذراء، (E) الأنثى- مرحلة التلون، (F) الذكر- مرحلة التلون، (G) الأنثى- الطور الكامل للعذراء، (H) الذكر- الطور الكامل للعذراء.

**Figure 3.** Regression of temperature (Linear and logarithmic) on apple stem borer *Z. pyrina* pupa development (1/development time). (A) Female- pre-pupal, (B) Male- pre-pupal, (C) Female- pupal, (D) Male- pupal, (E) Female- coloration, (F) Male-coloration, (G) Female- complete pupae, (H) Male-complete pupae.

**جدول 5.** معدل تطور الجيل الكامل لحشرة حفار ساق التفاح *Z. pyrina* والثابت الحراري والعتبة الحرارية الدنيا على درجات الحرارة المختبرة.  
**Table 5.** Rate of development of complete generation, and LDT, SET, for female and male of apple stem borer *Z. pyrina* under tested temperatures.

LSD at 1%	Temperature °C الحرارة °س				Gender	الجنس
	35	30	25	20		
9.55	76.52±8.35 d	137.00± 9.65 c	151.7±10.3 b	235±16.11 a	Female	الأُنثى
9.49	8.73±8.73 d	125.33±10.7 c	136.8±9.88 b	215.15±15.66 a	Male	الذكر
	العتبة الحرارية الدنيا LDT	الثابت الحراري SET	المعادلة اللوغاريتمية Logarithmic equation	المعادلة الخطية Linear equation	الثوابت الحرارية Thermal constants	
	13.62	1724.13	Y = -0.043+0.015*log(X) R <sup>2</sup> =0.902	Y = 0.00058*X -0.0079 R <sup>2</sup> =0.924	Female	الأُنثى
	12.9	1612.91	Y = -0.045+0.016*log(X) R <sup>2</sup> =0.760	Y = 0.00062*X-0.008 R <sup>2</sup> =0.802	Male	الذكر

الأرقام المتبوعة بأحرف متشابهة ضمن السطر الواحد (بين الدرجات) لا تختلف معنوياً بحسب اختبار LSD عند مستوى احتمال 0.01. Number followed by the same letter within the same row (between degrees) are not significantly different according to the LSD test at P=0.01

### Abstract

**Ibrahim, J.A., A.M. Basher and L.H. Aslan. 2013. Impact of temperature on some biological parameters of *Zeuzera pyrina* L. under laboratory conditions. Arab Journal of Plant Protection, 31(2): 105-114.**

Leopard moth *Zeuzera pyrina* L. (Lepidoptera: Cossidae) was reared on artificial diet under five temperatures (15, 20, 25, 30 and 35 °C) in order to identify the Sum of Effective Temperatures (SET), and Lower Development Threshold (LDT), for all insect stages. Results showed that no egg laying or pupae development at 15 °C, and showed that there was a difference in SET and LDT among the different stages of *Z. pyrina* and between the sexes, as the LDT was 17.41, 9.00, 15.00 and 31.37 °C, and SET was 88.30, 1265.82, 370.73 and 581.40 degree-day for eggs and larvae and pupae of males and females, respectively. As for the pupae the values showed differences between male and female for the three subsequent stages of development (pre-pupa, pupae, coloration), SET was 56, 192, 87.72 and 160.83, 454.454, 153.84 degree-day for the three mentioned stages of males, and females, respectively. Results also indicated that there were differences of LDT between males and females which were 18.0, 15.2 and 15.65 °C, and 16.0, 10.9 and 6.06 °C for the two sexes, respectively. Whereas the SET for insect adults was 31.62 and 12.90 °C and LDT was 1724.13 and 1612.91 for males and females, respectively.

**Keyword:** *Zeuzera pyrina*, Lower Development Threshold (LDT), stages, artificial diet.

**Corresponding author:** Jounar Aziz Ibrahim, Lattakia Center for Mass Rearing of Natural Enemies, Directorate Agriculture, Syria, Email: jounar800@yahoo.com

### References

### المراجع

- القطبي، حسين سلمان يحيى. 1988. دراسة بيئية وحيوية لحفار ساق التفاح (*Zeuzera pyrina* (L.) (Cossidae:Lepidoptera). رسالة دكتوراه، قسم وقاية النبات، كلية الزراعة، جامعة دمشق، سورية. 128 صفحة.
- إبراهيم، جوناك عزيز. 2009. دراسة بيئية وبيولوجية وحصر الأعداء الحيوية لحشرة حفار ساق التفاح (*Zeuzera pyrina* (L.) (Lepidoptera :Cossidae) في حقول التفاح في محافظة اللاذقية. رسالة ماجستير، قسم وقاية النبات، كلية الزراعة، جامعة دمشق، سورية. 137 صفحة.
- بشير، عبد النبي محمد، لؤي حافظ أصلان وجوناك عزيز إبراهيم. 2011. ديناميكية توزيع وانتشار الأعمار اليرقية لحفار ساق التفاح (*Zeuzera pyrina* (L.) (Lepidoptera: Cossidae) في بساتين التفاح في محافظة اللاذقية (سورية). المجلة الأردنية في العلوم الزراعية، 7: 164-177.
- بشير، عبد النبي محمد، لؤي حافظ أصلان وشادي إبراهيم الحاج. 2010. دراسة النشاط الموسمي لعتة ثمار التفاح *Cydia pomonella* L. (Lepidoptera: Tortricidae) في بعض بساتين التفاح في محافظة اللاذقية في سورية. المجلة الأردنية في العلوم الزراعية، 6: 120-130.
- Burnett, T. 1949. The effect of temperature on an insect host-parasite population. Ecology, 30: 113-134.
- Carter, D.J. 1984. Pest Lepidoptera of Europe with special reference to the British Isles. Dr. W. Junk Publishers. Boston, 431 pp.
- Dettlaff, T.A. 2001. Temperature-temporal laws of development in poikilothermic animals. Moscow: Nauka. [In Russian], 300 pp.
- Garcia, F. and A. Haro. 1986. Cultivo en el laboratorio en una dieta artificial del taladro de la madera, *Zeuzera pyrina* L. (Lepidoptera cossidae). Boletín de Sanidad Vegetal Plagas, 12: 281-289.
- Gilbert, N. and D.A. Raworth. 1996. Insects and temperature: a general theory. Canadian Entomologist, 128: 1-13.

Kahramanmaraş. Journal of King Saud University-Engineering Science, 5: 47-55.

14. **Lamb, R.J.** 1992. Developmental rate of *Acyrtosiphon pisum* (Homoptera: Aphididae) at low temperatures: Implications for SET imating rate parameters for insects. Environmental Entomology, 21: 10-19.
15. **Patanit, M.I.F.C.** 2006. Integrated control drill Amarillo *Zeuzera pyrina* L. in Nogales Alentejo (PORTUGAL). PhD, Universiada de cordoba, Higher Technical School of Agricultural Engineers And Mont, June,183 pp.
16. Protocol for temperature-dependent life table studies for pests and related parasitoids. Web site: [https://research.cip.cgiar.org/confluence/download/att](https://research.cip.cgiar.org/confluence/download/attachments) achments (cite in: January, 2012).
10. **Gillooly, J., E.L. Charnov, G.B. Wset, V.M. Savage and J.H. Brown.** 2002. Effects of size and temperature on developmental time. Nature, 417: 70–73.
11. **Grafton-Cardwell, E.E., G.H. Montez and J.E. McClain.** 2001. Lower developmental threshold and degree-day prediction of larval emergence of citrus cutworm, *Egira curialis* (Grote) (Lepidoptera: Noctuidae). Journal of Agricultural and Urban Entomology, 18: 73–85.
12. **Honek, A.** 1996. Geographical variation in thermal requirements for insect development. European Journal of Entomology, 93: 303-312.
13. **Kanat, M. and M. Sütyemez.** 2002. A Research on the damage, biology and control methods of *Zeuzera pyrina* (L.), damaging the walnut trees in

Received: February 6, 2012; Accepted: May 21, 2012

تاريخ الاستلام: 2010/2/6؛ تاريخ الموافقة على النشر: 2012/5/21