دراسة جدول الحياة لحشرة حفار ساق التفاح (*Zeuzera pyrina* L.) عند درجات الحرارة الثابتة مخبرياً

جونار عزيز إبراهيم[1]، عبد النبي بشير[2] ولؤي حافظ أصلان[2]

(1) مركز اللاذقية لتربية الأعداء الحيوية، مديرية الزراعة، سورية، البريد الإلكتروني: jounar800@yahoo.com؛

(2) قسم وقاية النبات، كلية الزراعة، جامعة دمشق، سورية، البريد الإلكتروني: goitkb@aloola.sy

الملخص

إبراهيم، جونار عزيز، عبد النبي بشير ولؤي حافظ أصلان. 2013. دراسة جدول الحياة لحشرة حفار ساق التفاح (*Zeuzera pyrina* L.) عند درجات الحرارة الثابتة مخبرياً. مجلة وقاية النبات العربية، 31(3): 222-231.

تمت دراسة جداول الحياة لحشرة حفار ساق التفاح *Zeuzera pyrina* L. (Lepidoptera: Cossidae) مخبرياً عند أربع درجات حرارة (20، 25، 30، 35 °س)، حيث تمت التربية المخبرية على بيئة صناعية خاصة. أظهرت النتائج بأن منحني معدل البقاء (l_x) متدرّج وبأن الحياة المستقبلية المتوقعة e_x إنخفضت بشكل مستمر مع تقدم العمر، وأن مدة الجيل الكامل لحشرة حفار ساق التفاح الأنثى بلغت 242.8، 157.29، 112.41 و 84.16 يوماً عند درجات الحرارة السابقة، على التوالي. كما بينت النتائج أن العلاقة بين معدل التعويض الصافي (R_0) ودرجات الحرارة هي علاقة عكسية بلغت 137.48، 188.92، 94.47 و 37.18 بيضة/أنثى/اليوم عند درجات الحرارة السابقة، على التوالي. أما المدة الزمنية لتضاعف الجيل (Dt) فكانت 0.53، 1.64، 2.38، 4.52 يوماً عند درجات الحرارة السابقة، على التوالي. كان معدل الزيادة الفعلية للكثافة العديدة للآفة r_m 0.24، 0.52، 0.36 و 0.19 عند درجات الحرارة السابقة، على التوالي. كما اختلف عامل الموت الكلي (K) للحشرة بين درجات الحرارة ضمن الجنس الواحد، وانخفاضه عند الذكر مقارنة مع الأنثى عند جميع درجات الحرارة المختبرة، حيث أظهرت الدراسة أن درجة 25 °س هي الدرجة المناسبة لنمو وتطور حشرة حفار ساق التفاح مقارنة مع الدرجات الثلاث الأخرى.

كلمات مفتاحية: حفار ساق التفاح، جدول الحياة، درجات حرارة ثابتة، مخبرياً، سورية.

المقدمة

تعد حشرة حفار ساق التفاح (*Zeuzera pyrina* L.) (Lepidoptera: Cossidae) من الحشرات المتأقلمة مع العديد من البيئات المختلفة، حيث تتصف كثافة مجتمعاتها ضمن هذه البيئات المستقرة بأنها متوازنة، توجد هذه الحشرة على ارتفاعات مختلفة عن سطح البحر بدءاً من ارتفاع 15 م في الساحل السوري على شجر الجوز إلى إرتفاع 1264 م على شجر التفاح ضمن منطقة تل القيلب في السويداء (4). ويعود هذا التوازن إلى ثبات طبيعة العوامل البيئية المختلفة التي تحكم هذه البيئات المستقرة (9)، وبالتالي قدرة الحشرة على استغلال تغير الأنواع النباتية الموجودة فيها. تعد حشرة حفار ساق التفاح من الحشرات ذات المدى العوائلي الواسع حيث تصيب أكثر من 150 نوعاً نباتياً مختلفاً (16)، بالإضافة إلى بعض الصفات الحيوية الخاصة بهذه الحشرة كالخصوبة العالية، فقد بلغ متوسط عدد البيض في الكتلة الواحدة في منطقة عرامو على ارتفاع 924 م 365 بيضة عام 2009 (1)، حيث أن حشرة حفار ساق التفاح تكرّس مجمل حياتها لوضع أكبر عدد ممكن من البيض وتؤمن الحماية لها من خلال وضعه ضمن تشققات القلف دون العناية بها، وبالتالي فإن عدداً من البيض يتعرض لظروف غير ملائمة وللافتراس وبالتالي الموت (1، 16، 17).

توفر دراسة جداول الحياة للمجتمعات الحشرية المعلومات الدقيقة عن القياسات الحيوية الخاصة بهذه المجتمعات (8، 14، 19)، حيث تبنى الجداول الحياتية لحشرة معينة على معدلات الموت أثناء تطور هذه الحشرة عند الانتقال من مرحلة إلى أخرى، وتفيد الجداول الحياتية في استخراج العديد من الصفات الحيوية لها ومنها معدل الزيادة الداخلية لمجتمعات الحشرة والتي تمثل بحسب دراسات سابقة (7، 8) معدل الزيادة الفعلية لأعداد الحشرة تحت ظروف بيئية نوعية ثابتة، وعدم وجود عوامل الموت الطبيعية الأخرى. كما تفيد في حساب معدل التعويض الصافي R_0، ومدة الجيل GT، ومعدل البقاء l_x، وتوقع الحياة المستقبلية للمجتمع e_x، بالإضافة إلى العديد من القياسات البيومترية الخاصة بمجتمع الحشرة (3).

تأتي أهمية دراسة جداول الحياة لحشرة اقتصادية مهمة مثل حفار ساق التفاح إلى فهم ديناميكية مجتمع هذه الآفة ونموها وتطورها، وفهم الحدود المناخية لتوزيعها وانتشارها، وبالتالي تحديد المواعيد

الدقيقة للتدخل في دورة حياتها لإجراء عمليات المكافحة لها، وبالتالي وضع البرنامج الدقيق والمتكامل لإدارة هذه الآفة ضمن مناطق انتشارها الواسعة في سورية.

مواد البحث وطرائقه

مصدر الآفة

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

التربية المخبرية

تمت التربية المخبرية على بيئة صناعية حسب طريقة Garcia و Haro (11) لتربية حفار ساق التفاح مع بعض التعديل، وتكونت البيئة من بذور فول الصويا، بودرة الحليب، خميرة جافة، سيليلوز طبيعي، فيتامين C، سكّروز، حمض الينوليك، 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 في البراد لحين الاستخدام.

الجيل الأول المخبري

وضعت حاويات كتل بيض حفار ساق التفاح ضمن حاضنة عند 25 °س ورطوبة نسبية 65% لحين الفقس. وبعد الفقس، تم نقل يرقة واحدة من العمر اليرقي الأول إلى كل أنبوب ثم تمت تغطية الأنابيب بوساطة شبك معدني لمنع هروب اليرقة وفوقه غطاء من ورق الألومنيوم بعد تجهيزها بعدد من الثقوب (3–4 ثقب بقطر 1 مم) بهدف تأمين تبادل الرطوبة مع الوسط المحيط، ومنع دخول الملوثات الحشرية الأخرى إلى البيئة. وضعت الأنابيب ضمن حاضنة مخبرية عند 25±2 °س، ورطوبة نسبية 60% وبدون إضاءة. تم استبدال البيئة كل شهر مرة لحين استكمال الطور اليرقي والحصول على طور العذراء ضمن البيئة، وبعد تحضين عذارى الذكور والإناث عند 26 °س حتى الحصول على الحشرات الكاملة، ثم إجراء التزاوج بين الذكور والإناث للحصول على بيض الجيل الأول المخبري، وهو الجيل الذي أجريت عليه الدراسات المخبرية عند درجات الحرارة المختلفة، وذلك بعد تجهيز 4 حاضنات مخبرية على أربع درجات حرارية ثابتة (20، 25، 30، 35 °س) مع تأمين رطوبة ثابتة ضمن الحاضنات حوالي 65%.

طريقة الاختبار وفق كل طور

تم اختيار 200 بيضة مخصّبة بعمر واحد من كتلة بيض واحدة من أنثى واحدة لكل درجة حرارية، وتم تقسيمها إلى مجموعتين، تضمنت كل مجموعة 100 بيضة مخصصة لكل من الذكر والأنثى، حيث تم توزيع البيض على أنابيب البيئة الغذائية، ثم تجهيزها بالطريقة السابقة نفسها بعد فصل المجموعتين ضمن كل حاضنة. تم ترقيم الأنابيب من الرقم 1 إلى 100، وتسجيل المعلومات الخاصة بها، ثم متابعة نسب الموت والتطور لكل بيضة حتى وصولها إلى طور الحشرة الكاملة مروراً بجميع مراحل التطور وفق ما يلي:

طور البيضة – تم تحديد عدد البيض الفاقس والميت من خلال متابعة الفقس المباشر أو ظهور علامات تغذية اليرقة ضمن البيئة لتأكيد الفقس من عدمه، مع التسجيل اليومي لعدد البيض الفاقس واعتماد متوسط فترة الحضانة ضمن الجداول الخاصة بهذا الطور ضمن كل درجة للذكور والإناث.

طور اليرقة – تمت متابعة نمو وتطور يرقات حفار ساق التفاح ضمن البيئة من خلال استمرار عملية التغذية وخروج المخلفات الخاصة باليرقة على سطح البيئة وإزالتها بعد كل عملية فحص وتسجيل القراءات، وتم الاستدلال على موت اليرقة ضمن البيئة إمّا من خلال الفحص المباشر عند استبدال البيئة القديمة ببيئة جديدة، أو من خلال توقف خروج المخلفات بعد إزالتها سابقاً، وتم تحديد العمر اليرقي والجنس في طور اليرقة لليرقات الحية من خلال متابعة وتسجيل أبعاد عرض كبسولة الرأس لجلد الانسلاخ والذي تقوم اليرقة بإخراجه إلى سطح البيئة بعد كل عملية انسلاخ داخل البيئة (11)، حيث تبدأ اليرقات بالتمايز الجنسي بدءاً من العمر اليرقي الخامس عندما يتراوح عرض كبسولة الرأس بين 1.7 و 2 مم (5)، وبطريقة مشابهة بالنسبة لليرقات الميتة ضمن البيئة حيث يتم الاستدلال على العمر والجنس من خلال القياس المباشر لعرض كبسولة الرأس لليرقة الميتة، كما يفيد تحديد جنس اليرقة في استبعاد الجنس المغاير ضمن كل مجموعة جنسية ضمن كل درجة، مع تسجيل كافة البيانات الخاصة بالموت والعمر واليوم والجنس في الجداول الخاصة بهذا الطور ضمن كل درجة حرارية.

طور العذراء – بدأ طور العذراء بمراحله المختلفة (مرحلة ما قبل العذراء، مرحلة العذراء، ومرحلة التلون) ضمن أنابيب البيئة من خلال ظهور ثقب الخروج بشكل جانبي بالقرب من سطح البيئة، حيث

يترافق ثقب الخروج مع توقف اليرقة عن التغذية والدخول في طور ما قبل العذراء، ثم تم عزل هذا الطور ضمن أنابيب بلاستيكية بقياس 1×8.5 سم وهذه وضعت ضمن علب بلاستيكية بقياس 12.5×19.5×5.5 سم سم ضمن الحاضنات المقابلة لكل درجة، رقمت الأنابيب الخاصة بطور العذراء بنفس الأرقام التي تطورت عنها اليرقات، ليتم متابعة تسجيل المدة الزمنية بالأيام وعدد حالات الموت في كل مرحلة من طور العذراء حتى انتهاء هذا الطور وخروج الحشرة الكاملة ضمن الجداول الخاص بهذا الطور.

طور الحشرة الكاملة – سجلت مواعيد خروج الحشرات الكاملة الذكور والإناث ضمن كل مجموعة ثم إجراء عمليات التزاوج لها ضمن علب بلاستيكية خاصة بالتزاوج بقياس 12.5×19.5×5.5 سم ضمن الدرجة نفسها والأرقام نفسها، ليتم متابعة تسجيل العمر بالأيام بالنسبة للذكر حتى موته بعد التزاوج، والأنثى مع تسجيل عدد البيض الموضوع كل يوم ثم إزالته، وتكرار العملية حتى انتهاء وضع البيض وموت جميع الحشرات الكاملة، وذلك ضمن الجداول الخاصة.

بناء جدول الحياة – تم بناء جدول الحياة لحشرة حفار ساق التفاح بالاعتماد على مراجع متعددة (7، 8، 14، 15، 19) (جدول 1).

النتائج والمناقشة

جداول حياة حشرة حفار ساق التفاح عند درجات الحرارة المختلفة

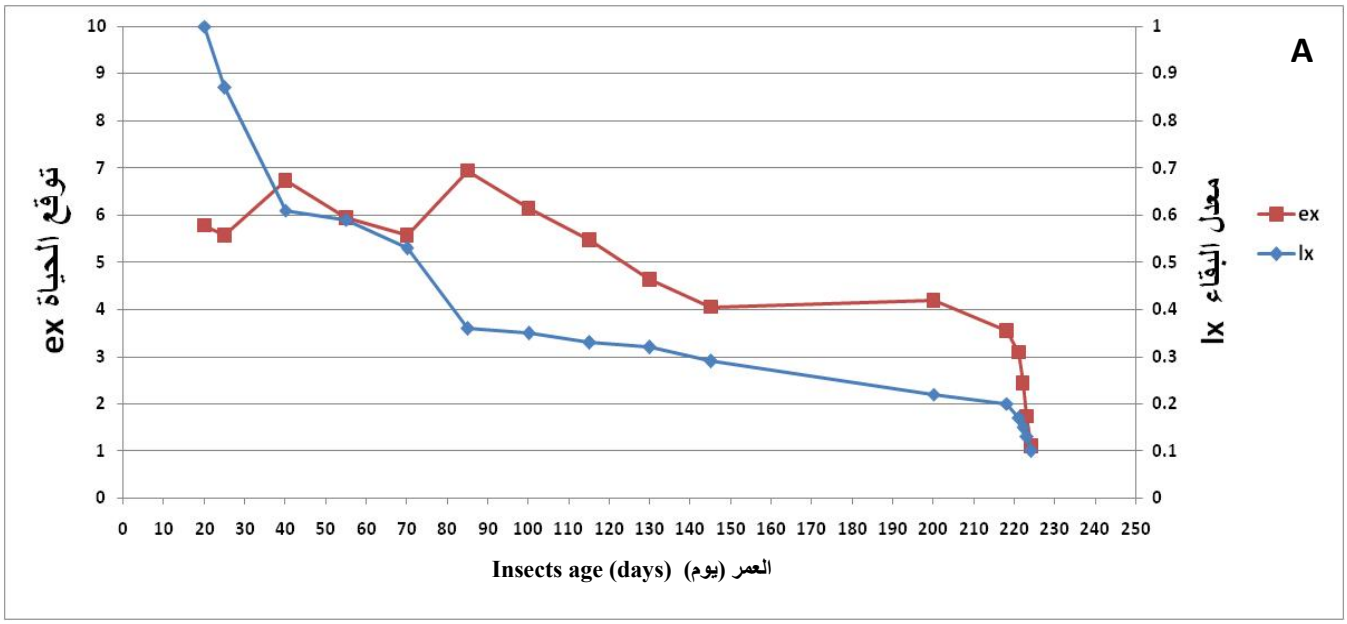
عند 20 °س

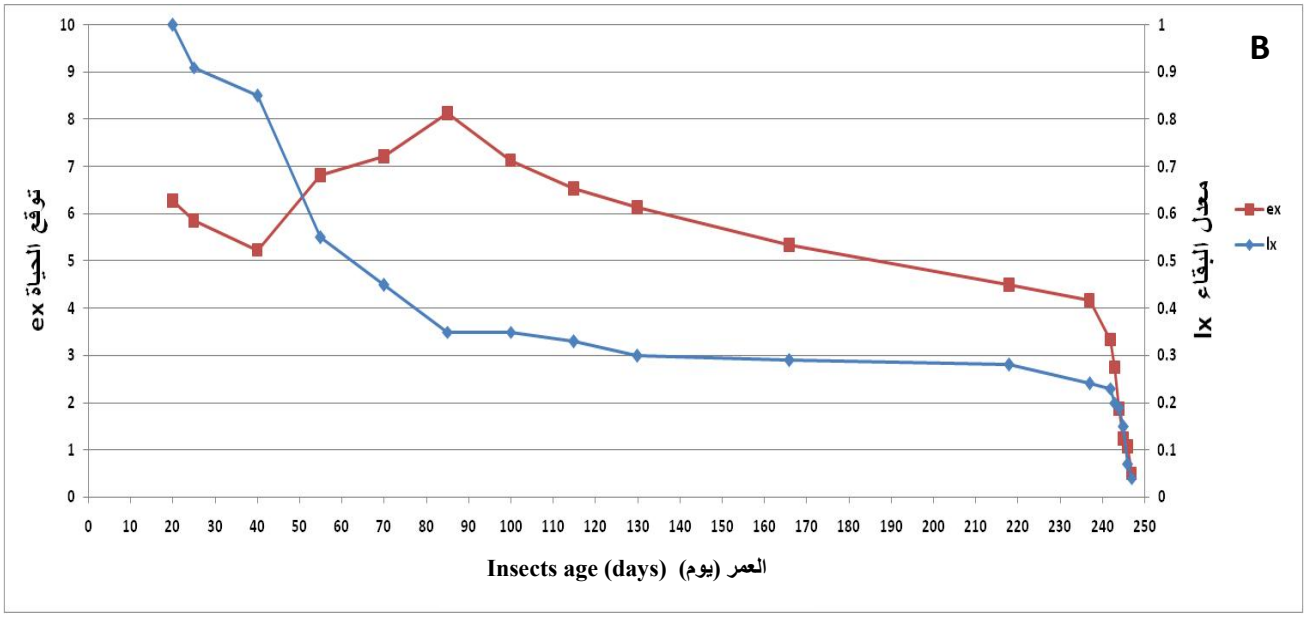
الذكر – بلغ عدد اليرقات التي تمايزت إلى يرقات ذكور من أصل 100 بيضة مخصّبة 36 يرقة، كما بلغت نسبة الموت $100q_x$ في طور البيضة 13%. أما في طور اليرقة فقد سجّل العمر اليرقي الأول أعلى نسبة موت 29.89%، في حين سجّل العمر اليرقي الخامس أقل نسبة 2.77%. وفي طور العذراء بلغت أعلى نسبة للموت في المرحلة البينية ما قبل العذراء 24.14%، كما سجّل اليوم الخامس من عمر الحشرة الكاملة الذكر موت جميع الحشرات بعد التزاوج على هذه الدرجة، لتصل المدة الزمنية التي يحتاجه الذكر من البيضة إلى طور الحشرة الكاملة نحو 225 يوماً. لوحظ الانخفاض الضعيف والتدريجي لمعدل البقاء l_x في المراحل الوسطية من حياة الحشرة ليكون أكثر شدة وسرعة في المراحل الأولى والنهائية للحشرة، وكان متوسط توقع الحياة e_x لأطوار الحشرة متقاربة في المراحل الأولى حيث وصل إلى أعلى قيمة له في العمر اليرقي الخامس 6.94 ليبدأ بالانخفاض من مرحلة ما قبل العذراء تدريجياً حتى نهاية عمر الحشرة الكاملة، كما سجّل عامل الموت الكلي للجيل الكامل للذكر 1.22 (شكل 1).

الأنثى – أستكملت 35 يرقة حية العمر اليرقي الخامس من أصل 45 يرقة في العمر اليرقي الرابع تمايزت إلى يرقات إناث، وهذه بدورها جاءت من 100 بيضة وضعت عند 20 °س بعد أن بلغت نسبة الموت $100q_x$ 9% في طور البيضة، ويسجّل العمر اليرقي الثالث أعلى نسبة 10.5%، في حين بلغت نسبة الموت 14% في مرحلة العذراء من طور العذراء لتموت باقي الحشرات الكاملة الإناث في اليوم السادس من عمرها بعد أن تستغرق الأنثى 247 يوماً لإكمال دورة حياتها وتبلغ الكفاءة التناسلية للأنثى 672 بيضة/يوم/أنثى عند 20 °س. يبين الشكل 2 الانخفاض الواضح في معدل البقاء l_x من طور البيضة وحتى العمر اليرقي الخامس ليأخذ الانخفاض الشكل التدريجي والضعيف حتى مرحلة التلون من طور العذراء، ثم الانخفاض الحاد في نهاية عمر الحشرة، في حين تتأرجح قيم توقع الحياة e_x بشكل واضح بين أعلى قيمة في العمر اليرقي الخامس وأقل قيمة 0.5 في اليوم السادس من عمر الحشرة الكاملة الأنثى، كما سجّل عامل الموت الكلي للجيل الكامل للأنثى عند 20 °س1.41 (شكل 1).

عند حرارة 25 °س

الذكر – ارتفع عدد اليرقات المتمايزة إلى يرقات ذكور في العمر اليرقي الخامس مقارنة مع العدد المتمايز عند العمر نفسه لتصل إلى 47 يرقة من أصل 90 يرقة حية في العمر اليرقي الرابع. لوحظ انخفاض نسبة الموت $100q_x$ في جميع أطوار الحشرة، فقد بلغت 1% في طور البيضة، أما في الطور اليرقي فقد كانت أعلى نسبة للموت في العمر اليرقي الثاني والخامس 6.16 و 7.33%، على التوالي، وأقلها في العمر اليرقي الثالث 1.09%. يلغت في طور العذراء نسبة الموت في طور ما قبل العذراء 4.16% في حين لم تسجّل حالات موت في كل من مرحلتي العذراء والتلون، لتموت باقي الحشرات الكاملة في اليوم الرابع من عمرها لتصل الفترة الزمنية التي يقضيها الذكر من البيضة إلى طور الحشرة الكاملة 145 يوماً، ويبين الشكل 2 الانخفاض الضعيف والتدريجي لمعدل البقاء l_x في المراحل الأولى من حياة الحشرة لينخفض بشكل حاد في مرحلة التمايز الجنسي، ثم يصبح الانخفاض اقل حدة في المراحل الوسطية، ثم ينخفض بشكل شديد في المراحل العمرية الأخيرة من حياة الحشرة، أما توقع الحياة المستقبلية للذكر e_x، يشير الشكل 2 إلى الانخفاض في المراحل اللاجنسية الأولى ليرتفع في مرة أخرى في المراحل الجنسية اللاحقة لينخفض بشكل نهائي في اليوم الرابع من عمر الذكر، ويسجّل عامل الموت الكلي للجيل الكامل لحشرة حفار ساق التفاح عند الذكر القيمة 0.99.





شكل 1. معدلات البقاء l_x وتوقع الحياة ex لذكر (أ) وأنثى (ب) حفار ساق التفاح *Z. pyrina* تحت تأثير حرارة 20 °س مخبرياً.

Figure 1. Survival (l_x) and life expectation (ex) rates of male (A) and female (B) of *Z. pyrina* at 20 ˚C under laboratory conditions.

الأنثى – لوحظ بشكل مشابه للذكر ارتفاع عدد اليرقات المتمايزة إلى يرقات إناث في العمر اليرقي الخامس وذلك بسبب انخفاض نسبة الموت qx100 في الأطوار الابتدائية اللاجنسية من حياة الحشرة فقد بلغت نسبة الموت 1% في طور البيضة، وسجّل العمر اليرقي الثامن النسبة الأعلى بين الأعمار اليرقية الأخرى بنسبة 5.56% لتتساوى في الأعمار اليرقية الرابع والخامس والسادس والسابع، في حين كانت نسبة الموت الأعلى في طور العذراء في مرحلة التلون وبلغت 8%، لتموت باقي الحشرات الكاملة في اليوم الرابع من خروجها بعد أن تكون قد قضت 158 يوماً من طور البيضة إلى طور الحشرة الكاملة، أما معدل البقاء l_x لأنثى حفار ساق التفاح عند 25 °س، فيلاحظ من الشكل 4 الانخفاض في المراحل الابتدائية اللاجنسية ليصبح شديداً في مرحلة التمايز الجنسي ثم يصبح ضعيفاً في المراحل الوسطية مستمراً بالانخفاض حتى اليوم الأخير من عمر الحشرة الكاملة، كما يشير الشكل 2 إلى انخفاض متوسط توقع الحياة e_x لحشرة حفار ساق التفاح الأنثى من 9 في طور البيضة ليستمر في الانخفاض حتى 0.5 في اليوم الرابع والأخير من عمر الحشرة الكاملة الأنثى، كما سجّل عامل الموت الكلي K للأنثى عند 25 °س القيمة 1.15.

جدول 1. مصطلحات جدول الحياة، رموزه، ومعادلاته طبقاً لعدة مراجع (7، 8، 14، 15، 19).

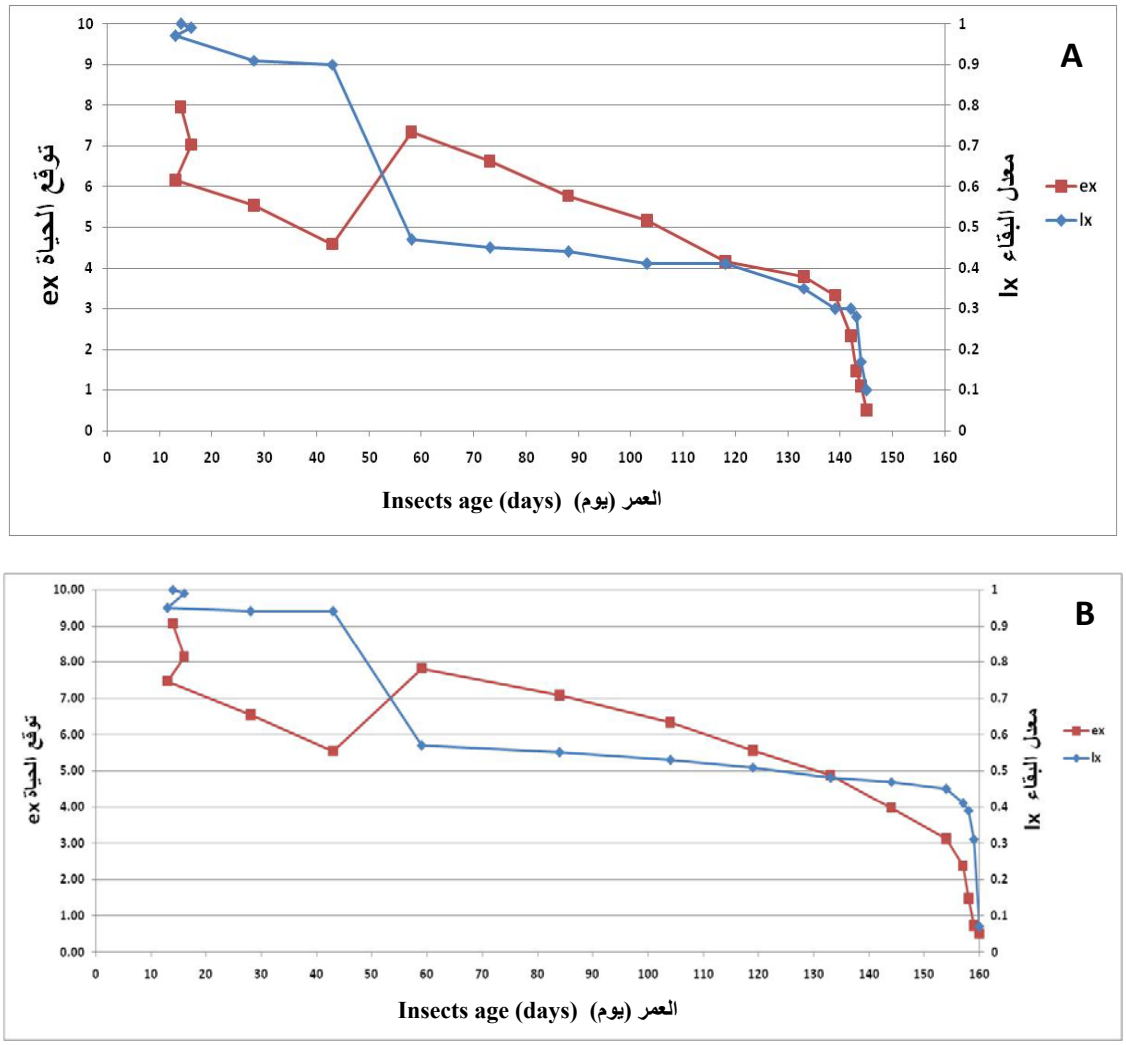
Table 1. Life table terms, symbols and equations based on different references (7, 8, 14, 15, 19).

المصطلحات Terms	الرمز Symbols	المعادلة Equations
المرحلة العمرية Life stage	X	
عدد الأفراد الحية عند بداية المرحلة العمرية x No. of alive individuals at the beginning of life stage x	n_x	
عدد الأفراد الميتة عند المرحلة العمرية x Number of dead individuals at life stage x	d_x	
النسبة المئوية للأفراد الميتة عند المرحلة العمرية x Percent dead individuals at life stage x	$100q_x$	$100qx= [d_x/n_x] \times 100$
معدل البقاء خلال المرحلة العمرية x Survival rate during life stage x	l_x	$lx= n_x/n_0$
عدد الأفراد الحية بين المرحلة العمرية x والمرحلة x+1 No of alive individuals between life stage x and life stage x+1	L_x	$L = l+1_{(x+1)}/2$
مجموع عدد الأفراد الحية في كل المراحل العمرية باستثناء عدد الأفراد الحية للمرحلة العمرية التي تسبق المرحلة العمرية المراد حساب e_x لها Total number of alive individuals in all life stages except those of the stage previous to the one intended to calculate e_x for it	T_x	$T_x= L_x+L_x+1$
نسبة الأفراد الحية في المرحلة العمرية x+1 Percent of alive individuals in the life stage x + 1	S_x	S_x of particular stage = [l_x of subsequent stage]/[l_x of particular stage]
عامل الموت في المرحلة العمرية x Mortality factor in the life stage x	K_x	$k_x = Log10 (n_x) – Log10 (n_{x+1})$
الموت الكلي للجيل Total generation mortality	K	$K = k1 + k 2+ k3 + k4 + k5+ k6 + k E= \sum^{n0}_{x=0} k_x$
متوسط التوقع للحياة المستقبلية عند بادية المرحلة العمرية x Life expectation	e_x	$ex= T_x/l_x$
الكفاءة التناسلية	GRR	$GRR= \Sigma m_x$
مدة الجيل Generation time	Gt	$Gt= \Sigma xl_xm_x/\Sigma l_xm_x$
معدل التضاعف Reproduction rate	R_0	$R_0= \sum l_xm_x$
معدل الزيادة الطبيعية Intrinsic rate of increase	Rm	rm = ln Ro/T
معدل النهائي Final rate of increase	ג	$\lambda = e^{rm}$
زمن التضاعف Population doubling time	Dt	$Dt= \log e^{2/rm}$

عند حرارة 30 °س

الذكر – بلغ عدد اليرقات التي تمايزت إلى يرقات ذكور عند العمر اليرقي الخامس 54 يرقة من أصل 84 يرقة من العمر اليرقي الرابع، كما لوحظ ارتفاع نسبة الموت $100q_x$ في طور البيضة ليصل إلى 5% مقارنة مع النسبة 1% عند 20 °س، أما في طور اليرقة، فقد انعدمت حالات الموت في العمر اليرقي السابع في حين بلغت 1% في العمرين الأول والخامس، كما سجّل العمر اليرقي الثاني والثالث النسبة الأعلى بين الأعمار اليرقية بنسبة 7.71 و6.71%، على التوالي. وفي طور العذراء لوحظ ارتفاع نسبة الموت في المرحلتين الانتقاليتين، مرحلة ما قبل العذراء ومرحلة التلون، وبنسبة 18.37 و 21.62%، على التوالي، بينما كانت منخفضة في مرحلة العذراء (3.5%) أي أن طور العذراء هو الأكثر مقاومة لعوامل الموت بين المراحل الثلاث لطور العذراء. كما انبثقت جميع الحشرات الكاملة من طور العذراء في اليوم 100 من عمر الحشرة، لتموت جميعها بعد التزاوج في اليوم الثامن من عمر الذكر لتصل المدة الزمنية التي يحتاجها الذكر من البيضة إلى الحشرة الكاملة إلى 102 يوماً. كما لوحظ انخفاض معدل الحياة l_x للحشرة بدءاً من 1 في طور البيضة إلى 0.25 في اليوم الأخير من عمر الذكر، ويوضح الشكل 3 معدل الموت لذكر حفار ساق التفاح وتوقع الحياة e_x والذي بدوره ينخفض من القيمة 8.3 إلى 0.5 في نهاية عمر الذكر، وسجّل عامل الموت الكلي لكامل جيل الحشرة الذكر عند هذه الحرارة القيمة 0.602.

الأنثى – احتاجت أنثى حفار ساق التفاح إلى 115 يوماً لاستكمال دورة حياتها عند 30 °س مع نسبة موت $100q_x$ في طور البيضة وصلت إلى 5% في العمر اليرقي الرابع والذي تمايزت منه 41 يرقة أنثى من أصل 85 لتبلغ نسبة الموت في هذا العمر 7.31% ولتكون قريبة من أعلى نسبة موت للطور اليرقي 7.89% في العمر اليرقي السابع. لوحظ في طور العذراء النسبة المرتفعة للموت $100q_x$ في المراحل الانتقالية القصيرة، مرحلة ما قبل العذراء ومرحلة التلون، بنسبة 18.8 و 24%، على التوالي، لتنخفض في مرحلة العذراء إلى 7.4%. أما في طور الحشرة الكاملة، فعاشت أنثى حفار ساق التفاح حتى 4 أيام من انبثاقها والتزاوج، كما لوحظ انخفاض معدل البقاء l_x من القيمة 1 في طور البيضة إلى القيمة 0.08 في اليوم الأخير من عمر الحشرة الكاملة الأنثى حيث كان الانخفاض ضعيفاً في المراحل الأولى من حياة الحشرة ليصبح أكثر شدة في المراحل المتقدمة منها. كما انخفض توقع الحياة المستقبلية e_xلحشرة حفار ساق التفاح عند هذه الحرارة من القيمة 7 في طور البيضة إلى القيمة 0.5 في اليوم الأخير من عمر الحشرة الكامل، ليسجّل عامل الموت الكلي K للجيل الكامل القيمة 1.1 (شكل 3).



شكل 2. معدلات البقاء l_x وتوقع الحياة ex لذكر (أ) وأنثى (ب) حفار ساق التفاح *Z. pyrina* تحت تأثير حرارة 25 °س مخبرياً.

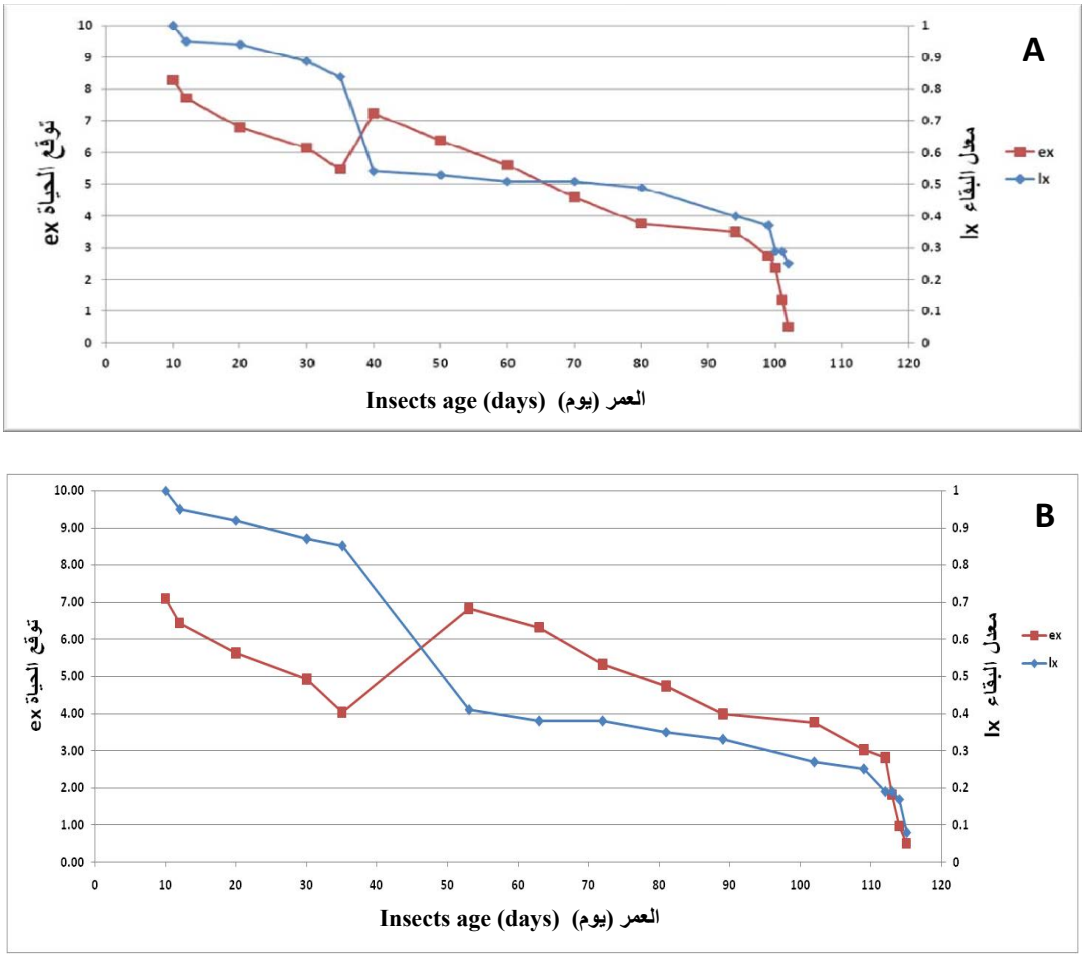
Figure 2. Survival (l_x) and life expectation (ex) rates of male (A) and female (B) of *Z. pyrina* at 25 ˚C under laboratory conditions.

عند حرارة 35 °س

الذكر – احتاج ذكر حفار ساق التفاح 75 يوماً لإكمال دورة حياته مع نسبة موت منخفضة 2% في طور البيضة، في حين كانت أعلى نسبة موت في طور اليرقة في العمر اليرقي السادس بنسبة 10.42% وأقلها 1.15% في العمر اليرقي الرابع. وتمايزت 49 يرقة في العمر اليرقي الخامس إلى يرقات ذكور من أصل 87 يرقة في العمر اليرقي الرابع. ولوحظ في طور العذراء ارتفاع نسبة الموت في المراحل الانتقالية، مرحلة ما قبل العذراء ومرحلة التلون، بنسبة 15.79 و 23.33%، على التوالي، في حين كانت هذه النسبة منخفضة في طور العذراء (6.25%). وفي طور الحشرة الكاملة للذكر، ماتت الحشرات الكاملة بنسبة 56.52% في اليوم الثاني من عمر الحشرة، وباقي الحشرات في اليوم الثالث والأخير من عمرها. يبين الشكل 4 معدل البقاء l_x ومتوسط توقع الحياة المستقبلة للحشرة e_x، حيث انخفض متوسط توقع الحياة من القيمة 7.59 في طور البيضة إلى 0.5 في نهاية عمر الحشرة الكاملة للذكر، وسجّل عامل الموت الكلي للذكر عند هذه الحرارة القيمة 0.89.

الأنثى – احتاجت أنثى حفار ساق التفاح إلى 87 يوماً من البيضة إلى طور الحشرة الكاملة، مع نسبة موت في طور البيضة بلغت 2% لتبقى هذه النسبة منخفضة في بقية المراحل الابتدائية اللاجنسية حتى العمر اليرقي الرابع حيث تمايزت منه 38 يرقة من أصل 88 يرقة في العمر الرابع، ووصلت أعلى نسبة موت إلى 10.81% في العمر اليرقي السادس. أما في طور العذراء، فلوحظ ارتفاع نسبة الموت في جميع مراحل طور العذراء وصلت إلى 37.5% في مرحلة التلون، ولذلك تعتبر هذه الحرارة مجهدة للحشرة بسبب نسبة الموت العالية في طور العذراء والذي يعتبر الطور المقاوم في الحشرة لمعظم الظروف الخارجية

(1، 17). أما في طور الحشرة الكاملة للأنثى والتي بلغ الانبثاق الكامل لها في اليوم 84 من عمر الحشرة مع انعدام الموت في اليوم الأول من عمر الحشرة الكاملة لتموت جميعها في اليوم الرابع من عمر الحشرة. ويبين الشكل 4 مخطط معدل البقاء l_x و متوسط توقع الحياة المستقبلية للحشرة عند هذه الحرارة والذي بدأ بالانخفاض من القيمة 6.54 في طور البيضة إلى 0.5 في اليوم الأخير من عمر الحشرة الكاملة، وسجّل عامل الموت الكلي K لجيل الحشرة الكاملة لحشرة حفار ساق التفاح عند هذه الحرارة القيمة 2 (شكل 4).



شكل 3. معدلات البقاء l_x وتوقع الحياة ex لذكر (أ) وأنثى (ب) حفار ساق التفاح *Z. pyrina* تحت تأثير حرارة 30 °س مخبرياً.

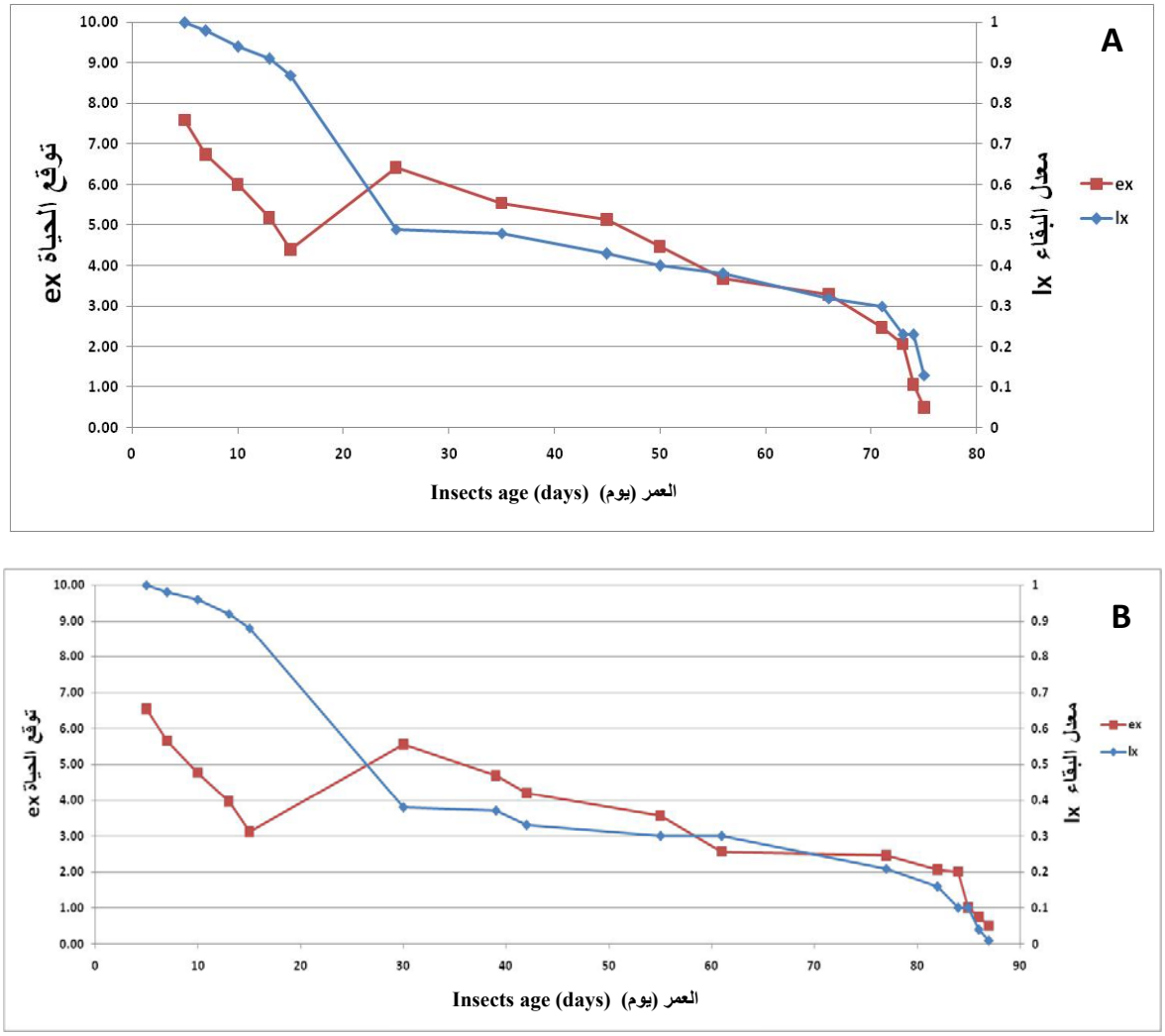
Figure 3. Survival (l_x) and life expectation (ex) rates of male (A) and female (B) of *Z. pyrina* at 30 ˚C under laboratory conditions.

دلالات الجداول الحياتية لحشرة حفار ساق التفاح عند درجات الحرارة المختلفة

أظهرت نتائج تأثير درجات الحرارة الثابتة المختلفة في القابلية التكاثرية لإناث حفار ساق التفاح ما يلي (جدول 2):

1. الكفاءة التناسلية GRR: كانت العلاقة عكسية واضحة بين الكفاءة التناسلية ودرجات الحرارة، حيث تناقصت الكفاءة التناسلية مع ارتفاع درجة الحرارة، فقد بلغت الكفاءة التناسلية عند الدرجة 20 °س 671.5 بيضة/اليوم لتنخفض عند الدرجتين 25 و 30 °س إلى 489.4 و 499.55 بيضة/اليوم، على التوالي، وتصبح 376.3 بيضة/اليوم عند 35 °س.
2. مدة الجيل GT: انخفضت مدة الجيل الكامل لأنثى حفار ساق التفاح *Z. pyrina* بارتفاع درجة الحرارة (علاقة عكسية)، حيث كانت 242.8 يوم عند 20 °س لتنخفض إلى 84.12 يوماً عند 35 °س.
3. معدل التعويض الصافي R_0: بلغ معدل تضاعف حشرة حفار ساق التفاح عند 20 °س 137.48 بيضة/أنثى/اليوم، ليرتفع إلى 188.92عند 25 °س، وليعود ويتناقص عند الدرجتين 30 و 35 °س ويصبح 94.47 و 37.18 بيضة/أنثى/اليوم، على التوالي، أي أن المجموع الحشري لحشرة حفار ساق التفاح يأخذ بالتناقص عند درجات الحرارة المنخفضة والمرتفعة بشكل متوازٍ، وأن 25 °س هي

الدرجة التي يتضاعف عندها المجتمع بشكل جيد. جاءت هذه النتيجة متطابقة مع عدة دراسات سابقة أشارت إلى العلاقة العكسية بين معدل التضاعف ودرجات الحرارة غير المناسبة عند عدة أنواع حشرية (2، 3، 6)، في حين كانت متناقضة مع دراسة حول الفراشة ذات الظهر الماسي *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) حيث ارتفع معدل التضاعف مع ارتفاع درجة الحرارة (12).



شكل 4. معدلات البقاء l_x وتوقع الحياة ex لذكر (أ) وأنثى (ب) حفار ساق التفاح *Z. pyrina* تحت تأثير حرارة 35 °س مخبرياً.

Figure 4. Survival (l_x) and life expectation (ex) rates of male (A) and female (B) of *Z. pyrina* at 35 ˚C under laboratory conditions.

4. معدل الزيادة الطبيعية r_m: يدل هذا المعدل على أن النسبة المئوية للزيادة الحاصلة في الإناث عن الأعداد في الجيل السابق، وتأخذ قيمه بين 0 و 1، حيث أن معدل الزيادة الطبيعي عند 20 °س كان 0.24 ليرتفع المعدل إلى الضعف عند 25 °س ويصبح 0.52 ليعود إلى الانخفاض عند 30 و 35 °س ليصبح 0.36 و0.19، على التوالي. وبذلك كانت العلاقة بين معدل الزيادة الطبيعي ودرجة الحرارة هي علاقة عكسية باستثناء عند 25 °س. وجاءت هذه النتيجة متطابقة مع طبيعة العلاقة العكسية بين معدل الزيادة الطبيعي ودرجات الحرارة في دراسات سابقة حول فراشة درنات البطاطا/البطاطس *Phthorimea operculella* (Lepidoptera: Gelechiidae)، الفراشة ذات الظهر الماسي*Plutella xylostella*، دودة اللوز الأمريكية *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae)، وفراشة أبو دقيق الملفوف *Pieris Brassicae* (Lepidoptera: Pieridae) (2، 12، 13، 18).

5. معدل الزيادة النهائي rI: يدل هذا المعدل على المتوسط اليومي لعدد الإناث التي تحل محل الإناث في الجيل السابق، وجاءت طبيعة العلاقة بين هذا المعدل مع درجات الحرارة متوافقة مع الدلالات الأخرى لحشرة حفار ساق التفاح، حيث بلغ 1.28 عند 20 °س ليرتفع عند 25 °س ويصبح 1.68 ثم يعاود الانخفاض عند 30 و 35 °س ليصبح 1.42 و 1.21، على التوالي. وتتوافق هذه النتيجة مع الدراسات التي تشير إلى طبيعة العلاقة العكسية بين معدل الزيادة النهائي ودرجات الحرارة (2، 10، 12).

جدول 2. دلالات جدول حياة حفار ساق التفاح *Z. pyrina* تحت تأثير درجات الحرارة المدروسة مخبرياً.

Table 2. Indicators for life table of *Z. pyrina* under studied temperature in the Laboratory.

دلالات الجداول الحياتية Indicators for life tables	الحرارة (°س) Temperature (C°)			
	20	25	30	35
الكفاءة التناسلية GRR	671.5	489.4	499.6	376.3
مدة الجيل GT (يوم) Generation time (days)	242.8	157.6	112.4	84.1
معدل التعويض الصافي R_0 (فرد/أنثى) Net reproduction rate (individuals/female)	137.5	188.9	94.5	37.2
معدل الزيادة الفعلية rm (فرد/أنثى/يوم) Intrinsic rate of increase (individuals/female/day)	0.2	0.52	0.4	0.2
معدل الزيادة النهائي rI (فرد/أنثى/يوم) Final rate of increase (individuals/female/day)	1.3	1.7	1.4	1.2
زمن التضاعف DT (يوم) Doubling time (days)	0.5	1.6	2.4	4.5

6. زمن التضاعف DT: تناسب الزمن اللازم لتضاعف الأفراد عند حشرة حفار ساق التفاح تناسباً طردياً مع درجات الحرارة، حيث احتاج إلى 0.53 يوم عند 20 °س وإلى 4.52 يوم عند 35 °س، كما جاءت هذه النتيجة متطابقة مع دراسة سابقة (2) حول فراشة درنات البطاطا/البطاطس حيث تراوح زمن التضاعف بين 7.004 عند 20 °س و 86.85 عند 35 °س.
7. عامل الموت الكلي Key factor: رمزه KF اختلف عامل الموت الكلي بين الذكر والأنثى عند درجات الحرارة المختلفة، حيث كان عند الذكر أقل منه عند الأنثى عند الحرارة نفسها وهذا يفسر الزيادة في أعداد الذكور مقابل الإناث عند جميع درجات الحرارة، أما على مستوى الجنس الواحد فلوحظ انخفاض عامل الموت الكلي من 1.22 عند 20 °س إلى 0.6 عند 30 °س ثم ارتفع عند 35 °س إلى 0.89. أما عند الأنثى فلوحظ ارتفاع معدل الموت الكلي عند الإنتقال من 20 °س إلى 25 °س بشكل معاكس لما هو عند الذكر، ثم انخفض عند 30 °س ليرتفع مرة أخرى عند 35 °س.

نستنتج مما سبق أن درجات الحرارة غير المناسبة لتكاثر ونشاط حفار ساق التفاح تسبب ارتفاعاً في نسب الموت الطبيعي في مختلف أطوار الحشرة وبخاصة الأطوار الحياتية البينية القصيرة مثل العمر اليرقي الأول ومرحلتي ماقبل العذراء والتلون في طور العذراء، وهذا يفسر وجود هذه الأطوار في الطبيعة خلال فترات تكون فيها درجات الحرارة مناسبة لها (1، 4، 17)، كما سببت الحرارة 35 °س زيادة في معدلات الموت الطبيعي لمجتمع الحشرة في مختلف أطوارها وترافق ذلك مع الانخفاض الحاد في الكفاءة التناسلية للأنثى من حيث عدد البيض ومعدل التضاعف، في حين كانت الحرارة 25 °س هي الدرجة المناسبة لنمو وتطور الحشرة في كافة أطوارها ودل على ذلك الارتفاع الواضح في الكفاءة التناسلية ومعدل التضاعف والزيادة النهائية للمجتمع مقارنة مع بقية الدرجات الأخرى.

Abstract

Ibrahim, J.A., A.M. Basher and L.H. Aslan. 2013. Study of the life table of *Zeuzera pyrina* L. at constant temperatures under laboratory conditions. Arab Journal of Plant Protection, 31(3): 222-231.

Life table of *Zeuzera pyrina,* at four constant temperatures (20, 25, 30, and 35˚C), under laboratory conditions and on artificial diet was studied. The results showed that the survival curve l_x was progressive, while the life expectation e_x showed a steady decline with subsequent ages. Female generation time (Gt) at the four temperatures was 242.8, 157.29, 112.41and 84.16 days, respectively. The relationship between net reproduction rate (R_0) and temperature was negative. It was 137.48, 188.92, 94.47and 37.18 eggs/day, respectively, whereas the population doubling time (Dt) attained was 0.53, 1.64, 2.38 and 4.52 days, respectively. The intrinsic rate of increase (r_m) was 0.24, 0.52, 0.36 and 0.19, respectively. Minimum total generation mortality (K) differed among temperatures in the same gender, as it was the lowest in males compared with females at the same temperature. The study revealed that among the four different constant temperatures, 25°C proved to be the most suitable for *Z. Pyrina* development.

Keywords: *Zeuzera pyrina*, Life table, constant temperatures , Laboratory, Syria.

Corresponding author: Jounar Aziz Ibrahim, Lattakia center for mass rearing of natural enemies, Directorate Agriculture, Syria, Email: jounar800@yahoo.com

References

10 **Farahani, S., A.A. Talebi and Y. Fathipour.** 2012. Life Table of *Spodoptera exigua* (Lepidoptera: Noctuidae) on Five Soybean Cultivars. Hindawi Publishing Corporation. 7 pp.

11. **Garcia, F. and A. Haro.** 1986. Cultivo en el laboratorio en una dieta artificial del taladro de la madera, *Zeuzera pyrina* L. (Lepidóptera : Cossidae). Bol. San. Veg. Plagas, 12: 281-289.

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

13. **Jha, R.K., L.C. Tang and H. Chi.** 2012. Comparison of Artificial Diet and Hybrid Sweet Corn for the Rearing of *Helicoverpa armigera* (Hubner) (Lepidoptera: Noctuidae) Based on Life Table Characteristics. Environmental Entomology, 41: 30-39.

14. **Life table,** survivorship curves, and population growth. Web site: https://www.afrc.uamont.edu// (cited in: February, 2012).

15. **Morris, R.F.** 1959. Single factor analysis in population dynamics. Ecology, 40: 580-588.

16. **Pasqulini, E., C. Barbara, A.I. Antropoi and G. Faccioli.** 1994. Investigations on population distribution, the sample size and sampling techniques to *Zeuzera pyrina* L. (Lepidoptera :Cossidae). Boll. 1st. Era. "G. Grandi" Univ. Bologna, 49: 175-186.

17. **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, 188 pp.

18. **Rizvi, P,Q., A. Ali and S. Khalid.** 2009. Age and stage-specific life-table of cabbage butterfly, *Pieris brassicae* (Lepidoptera: Pieridae) on various Cole crops. Journal of Protection Research, 49: 145-150.

19. **Slud, E.V.** 2001. Actuarial Mathematics and Life-Table Statistics. Mathematics Department, University of Maryland, College park, USA, 219 pp.

Received: April 25, 2012; Accepted: September 13, 2012

المراجع

1. **إبراهيم، جونار 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.

2. **السعود، نسرين، فوزي سمارة، دمر نمور، محمد إبراهيم.** 2007. دراسة جداول حياة فراشة درنات البطاطا *Phthorimaea operculella* (Gelechiidae: Lepidoptera). مجلة باسل الأسد للعلوم الهندسية، 23: 18.

3. **السويدي، طه موسى محمد.** 2003. التجميع الحراري وبناء جداول القابلية التكاثرية والحياة لحلم الغبار على النخيل *Oligonychus afrasiaticus* (Acari: Tetranychidae). رسالة ماجستير، كلية الزراعة، جامعة بغداد، العراق. 51 صفحة.

4. **القطلبي، حسين سلمان يحيى.** 1988. دراسة بيئية وحيوية لحفار ساق التفاح *Zeuzera pyrina* (L.) (Lepidoptera: Cossidae). رسالة دكتوراه، قسم وقاية النبات، كلية الزراعة، جامعة دمشق، سورية. 88 صفحة.

5. **بشير، عبد النبي محمد، لؤي حافظ أصلان، وجونار 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 للعلوم الزراعية، 7: 164-177.

6. **Arshad, A. and P.Q. Rizvi.** 2009. Age and stage specific life-table of *Coccinella transversalis* with regards to various temperatures. Tunisian Journal of Plant Protection, 4: 211-219.

7. **Banks, H.T., J.E. Banks, L.K. Dick and J.D. Stark.** 2006. Estimation of dynamic rate parameters in insect populations undergoing sublethal exposure to pesticides. Center for Research in Scientific Computation, North Carolina State University, Raleigh, North Carolina, 44 pp.

8. **Birch, L.C.** 1948. The intrinsic rate of increase of an insect population. Journal of Animal Ecology, 17: 15-26.

9. **Clark, L.R., P.W. Geier, R.D. Hughs and R.F. Morris.** 1967. The ecology of insect populations in theory and practice. Methuen and Co. Ltd., London. 232 pp.

تاريخ الاستلام: 2012/4/25؛ تاريخ الموافقة على النشر: 2012/9/13