# دراسة جداول الحياة لحشرة دودة ثمار التفاح *Cydia pomonella* L. عند درجات حرارة ثابتة ومختلفة مختبرياً

**شادي إبراهيم الحاج، عبد النبي بشير ولؤي أصلان**

قسم وقاية النبات، كلية الزراعة، جامعة دمشق، سورية، البريد الإلكتروني: shadialhaj@live.com

## الملخص

**الحاج، شادي إبراهيم، عبد النبي بشير ولؤي أصلان. 2018. دراسة جداول الحياة لحشرة دودة ثمار التفاح *Cydia pomonella* L. عند درجات حرارة ثابتة ومختلفة مختبرياً. مجلة وقاية النبات العربية، 36(2): 86–93.**

أجريت الدراسة في مختبرات مركز اللاذقية لتربية الأعداء الحيوية للعام 2014–2016. درست جداول الحياة لحشرة دودة ثمار التفاح *Cydia pomonella* L. مختبرياً عند 5 مستويات حرارة (15، 20، 25، 30، 35 °س)، حيث تمت التربية على مستنبت صناعي خاصة. أظهرت النتائج بأن منحنى معدل البقاء $l_x$ كان متدرّجاً وأن الحياة المستقبلية المتوقعة $e_x$ انخفضت بشكل مستمر مع تقدم العمر، وكانت مدة الجيل الكامل لحشرة دودة ثمار التفاح الأنثى 137.6، 74.49، 48.75، 35.34، 27.84 يوم على درجات الحرارة المذكورة أعلاه، على التوالي. كما أخذ معدل التعويض الصافي $R_0$ بالتناقص عند درجات الحرارة المرتفعة والمنخفضة على حد سواء، وأن حرارة 25 سْ كانت الدرجة التي تضاعف عندها المجتمع بشكل جيد حيث بلغت قيم $R_0$ 3.33، 14.3، 23.3، 6.85، 0.87 أنثى/أنثى/جيل على درجات الحرارة السابقة، على التوالي. وصلت المدة الزمنية اللازمة لتضاعف الجيل (DT) 35.89، 8.32، 3.34، 8.24، 51.07 يوم لمستويات الحرارة المختلفة، على التوالي. أما معدل الزيادة الفعلية للكثافة العديدة للآفة $r_m$ فكانت 0.019، 0.08، 0.21، 0.08، 0.01 فرد/أنثى/يوم لدرجات الحرارة المختلفة، على التوالي. أظهرت الدراسة أن حرارة 25 °س هي الدرجة المناسبة لنمو حشرة دودة ثمار التفاح وتطورها مقارنةً بالدرجات الأخرى التي درست، مما يفيد بالتنبّؤ بديناميكية الآفة والتغيّرات الموسميّة للحشرة واتخاذ القرارات المناسبة لمكافحتها مبنيّة على الجدوى الاقتصاديّة.

**كلمات مفتاحية:** دودة ثمار التفاح، جداول الحياة.

## المقدمة

تعد دودة ثمار التفاح *Cydia pomonella* L. من أهم الحشرات الإقتصادية على مستوى العالم، وتؤدي في بعض الأحيان إلى ضرر يتخطى نسبة 95% على ثمار أشجار التفاح (منصور، 1996؛ Golizadeh *et al*., 2007)، كما تصيب أشجار التفاحيات الأخرى مثل الكمثرى والسفرجل، فضلاً عن عوائل مختلفة في مناطق انتشار الآفة. تتأثر الحشرة بمجمل العوامل الجوية من حرارة ورطوبة وشدة رياح وضوء سلباً أو إيجاباً، ولكن تعد الحرارة من أهم العوامل البيئية تأثيراً فيها، حيث أن للحرارة دور مهم لدى الكائنات الحية وبخاصة الحشرات، حيث يتحدد نشاطها حين تكون درجات الحرارة المحيطة خارج المجال الحراري المناسب (Dattaff, 2001؛ Gilbert & Raworth, 1996). أشارت الدراسات السابقة في سورية إلى اختلاف عدد أجيال الحشرة باختلاف منطقة الانتشار، فبيّن المتني (2003) أن للحشرة جيلين في منطقة ظهر الجبل في محافظة السويداء، وذلك لأن هذه المنطقة هي منطقة باردة، كما أشار منصور (1996) إلى وجود ثلاثة أجيال للحشرة في المناطق الدافئة من سورية (كالساحل السوري)، وبين شاهين (2001) ومتني (2003) بأن حشرة دودة ثمار التفاح هي الآفة الرئيسية في بساتين التفاح في سورية، وتستخدم في مكافحتها المبيدات البيريثرويدية والفوسفورية العضوية التي تزيد من تكاليف الإنتاج وانخفاض قيمة المردود بالنسبة للمزارع. هناك دراسات عديدة اهتمت بمعرفة معدل تطور دودة ثمار التفاح تحت تأثير درجات حرارة محددة (Pitcarin *et al*., 1991؛ Roch & Shaffer, 1983)، وبخاصة درجات الحرارة الدنيا التي تتطور عندها الحشرة. تعد دراسة جداول الحياة للمجتمعات الحشرية من التوجهات الهامة جداً لما توفره من معلومات دقيقة عن القياسات الحيوية الخاصة بهذه المجتمعات (Birch, 1948؛ Slud, 2001). توفر دراسة الجداول الحياتية للمجتمعات الحشرية المعلومات الدقيقة عن القياسات الحيوية الخاصة بهذه المجتمعات (Deevy, 1974)، حيث أن جداول الحياة هي خلاصة الإحصاءات الحيوية لمجتمع نوع محدد من الحشرات، وأشار Keyfitz (1968) إلى أن تحليل أفراد مجتمع ما باستعمال جداول

http://dx.doi.org/10.22268/AJPP-036.2.086093
© 2018 الجمعية العربية لوقاية النبات Arab Society for Plant Protection

الحياة يساعد على إفراز جميع المعايير الرئيسية للمجتمع، (التطور، مدة البقاء، والقابلية التكاثرية، والنسبة الجنسية). تبنى الجداول الحياتية على معدلات الموت أثناء تطور الحشرة عند الانتقال من مرحلة عمرية إلى أخرى، وتفيد الجداول الحياتية لحشرة معينة في معرفة العديد من الصفات الحيوية لها ومنها معدل الزيادة الداخلية لمجتمعات الحشرة والتي تمثل بحسب دراسات سابقة معدل الزيادة الفعلية لأعداد الحشرة تحت ظروف ثابتة وعدم وجود عوامل الموت الطبيعية الأخرى. كما تفيد هذه الجداول في حساب معدل التعويض الصافي Net reproductive rate ($R_0$)، ومدة الجيل Generation time mean (GT)، ومعدل البقاء Survival rate ($l_x$)، ومعدل الإنتاج الإجمالي Gross reproduction rate (GRR)، ومعدل الزيادة الفعلية Intrinsic rate of increase ($r_m$) وتوقع الحياة المستقبلية للمجتمع $e_x$، والمعدل النهائي للتزايد The finite of increase ($\lambda$) بالإضافة إلى العديد من القياسات البيومترية الخاصة بمجتمع الحشرة (Banks *et al.*, 2006؛ Birch, 1948؛ Gilbert & Raworth, 1996).

تأتي أهمية دراسة جداول الحياة لحشرة مهمة اقتصادياً، مثل دودة ثمار التفاح، إلى فهم ديناميكية مجتمع هذه الآفة ونموها وتطورها، وفهم الحدود المناخية لتوزعها 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. جاءت هذه الدراسة لتضيف معلومات جديدة لم تدرس بعد في سورية وبخاصة في منطقة الدراسة من أجل فهم التغيرات الموسمية للحشرة وتأثير درجات الحرارة الثابتة والمتغيرة في الحشرة، لذلك هدف هذا البحث إلى دراسة جداول الحياة لحشرة دودة ثمار التفاح *Cydia pomonella* L. عند درجات حرارة ثابتة ومتغيرة مختبرياً.

## مواد البحث وطرائقه

### دراسة الجداول الحياتية لحشرة دودة ثمار التفاح *Cydia pomonella* عند درجات حرارة ثابتة خلال الفترة 2014–2016

إن مصدر المجتمع الحشري الذي استخدم في عملية التربية هو عذارى الحشرة التي جمعت من منطقتي عرامو وبشراغي (محافظة اللاذقية) باستخدام المصائد الكرتونية التي ربطت على الفروع الهيكلية والنصف هيكلية لأشجار التفاح بمعدل 4 مصائد كرتونية ولـ 15 شجرة في كل موقع. تم وضع هذه المصائد خلال فترة النشاط الموسمي للحشرة، وتم جمع المصائد وعزل العذارى منها حيث وضعت في حاضنة تربية عند حرارة 25±1 درجة سلزيوس، ورطوبة نسبية 65±5%، وفترة ضوئية 16:8 ساعة (ضوء: ظلام)، وتم جمع الفراشات المنبثقة بشكل يومي. وضعت الفراشات في أقفاص أسطوانية الشكل من البليكسي غلاس الشفاف بقطر 100 سم، وطول 150 سم للتزاوج ووضع البيض. القفص مفتوح من أحد النهايات، ويوجد في النهاية الثانية فتحتان صغيرتان قطر كل منها نحو 15 مم، فتحة في المركز والأخرى جانبية. غطي كل قفص من الداخل بطبقة ورقية مشمعة بلون مصفر لتضع الفراشات الملقحة البيض عليها، وشدت وأغلقت رقاقة البيض بإحكام إلى النهاية المفتوحة للقفص بحافة الغطاء البلاستيكي للقفص. تم تزويد الفراشات بمحلول سكري 5–10% بوساطة خرطوم صغير يمر عبر الفتحة المركزية إلى صينية توجد على الحواف. تم إزالة رقاقات البيض يومياً من الساعة 9 إلى 10 صباحاً، وكان يتم وضع رقاقات جديدة بدلاً عنها. طهر البيض في طور الرأس الأسود بالغسل لمدة 3 دقائق بمحلول نظامي يحتوي على 3% هيبوكلوريت الصوديم التجاري يحتوي على 5.3% كلوريت فعال و1% عامل مساعد وتريبتون 10%. غسلت بعد ذلك الورقة الحاملة للبيض بالماء لمدة دقيقة واحدة ثم جففت هوائياً عند درجة حرارة 27 °س.

تمت التربية المختبرية للحشرة على مستنبت صناعي بديل عن العائل النباتي (التفاح أو الجوز)، حيث تم الاعتماد على مستنبت غذائي صناعي محضر من قبل Bathon وآخرون (1991) مع إجراء تعديل عليها وهو استبدال مادة جنين القمح بمادة حب طلع الأزهار والمتوافر بالأسواق (الذي يتم استخراجه من خلايا النحل)، حيث له الفائدة الغذائية نفسها المرجوة من مادة جنين القمح. كما تم استبدال حمض البنزويك ببنزوات الصوديوم لعدم توافر الحمض (جدول 1). وتمت التربية عند درجة حرارة 25±1 °س، ورطوبة نسبية 65±5%، وفترة ضوئية 12:12 ساعة (ضوء:ظلام)

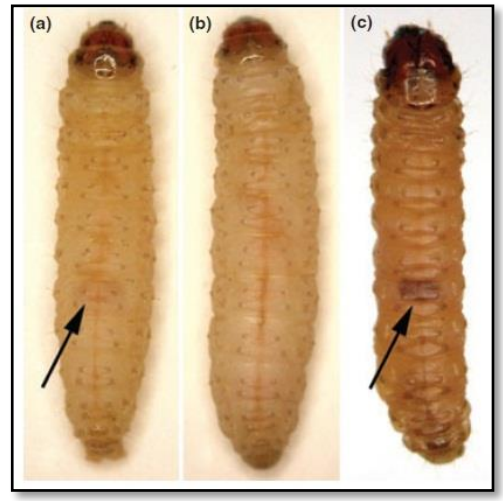
**جدول 1.** مكونات المستنبت الغذائي الصناعي ومقاديرها التي استخدمت لتربية دودة ثمار التفاح *Cydia pomonella*.

**Table 1.** Components of the artificial medium used for rearing codling moth *Cydia pomonella*.

| الكمية (غ) Quantity (gr) | Substance | المادة |
|---|---|---|
| 20 | Agar powder | بودرة الآغار |
| 50 | Corn flour | دقيق الذرة |
| 50 | Flower pollen | حب طلع الأزهار |
| 50 | Yeast | خميرة |
| 4.5 | Ascorbic acid | حمض الأسكوربيك |
| 1.8 | Sodium benzoate | بنزوات الصوديوم |
| 1.8 | Barban methyl | ميتيل باربان |
| 780 ml مل | Water | ماء |

**جداول القابلية التكاثرية لدودة ثمار التفاح**

تم فصل الإناث عن الذكور في طور اليرقة في العمر اليرقي الخامس (الأخير)، حيث يتم تمييز يرقات الذكور عن الإناث من خلال بقعة أرجوانية حمراء اللون تظهر على الحلقة البطنية الخامسة من الجهة الظهرية في العمر اليرقي الأخير للذكور، ولا تظهر هذه البقعة على اليرقات الإناث (Fukoval *et al.*, 2009). تم فحص اليرقات عند تحولها إلى مرحلة الشرنقة أو بعد تحولها بوقت بسيط وبحذر شديد، حيث يمكن مشاهدة هذا الاختلاف بالعين المجردة. ومن ثم فصلت الشرانق الذكور عن الإناث في علب خاصة حتى انبثاقها.




**شكل 1.** التمييز بين يرقات ذكور وإناث دودة ثمار التفاح في العمر الخامس والأخير، تظهر بقعة أرجوانية حمراء على الحلقة البطنية الخامسة من الناحية الظهرية لليرقات الذكور (a & c) ولا تظهر على اليرقات الإناث (b). حيث a: اليرقة الذكر في العمر اليرقي الخامس قبل دخولها في السكون و c: بعد دخولها في السكون.

**Figure 1.** Males and females larvae of *Cydia pomonella* at the fifth larval age, a red purple spot appears on the fifth abdominal ring from the dorsal side of the male larvae (a & c) and doesn't appear on female larvae (b). a: male larvae in the fifth larval age before entering the diapause, c: after entering the diapause.

تم دراسة القابلية التكاثرية لدودة ثمار التفاح عند 5 مستويات حرارة ثابتة (15، 20، 25، 30، 35±1 °س) ضمن 5 حاضنات جهزت لهذه الغاية. تم وضع 50 زوجاً (ذكر وأنثى) حديثة الانبثاق ضمن علب بلاستيكية خاصة (12.5×19.5×5.5 سم) بشكل مفرد وتمت تغطيتها من الداخل بالكامل بشرائح من ورق الشمع من أجل وضع البيض عليها في الحاضنات عند درجات الحرارة المذكورة، وتم حساب طول عمر الإناث (x)، ونسبة البقاء $l_x$، وحساب معدل وضع البيض اليومي لكل أنثى ($m_x$)، ومعدل التعويض الصافي ($R_0$)، ومدة الجيل (GT)، ومعدل الزيادة الداخلية في المجتمع ($r_m$)، والمعدل النهائي للتزايد ($\lambda$)، ومعدل الإنتاج الإجمالي (GRR)، والنسبة الجنسية (جدول 2).

**جداول الحياة في المختبر**

درست جداول الحياة للحشرة عند 5 درجات حرارة ثابتة (15، 20، 25، 30، 35±1 °س) ضمن 5 حاضنات جهزت لهذه الغاية جمعت من المستعمرة المختبرية المشار إليها سابقاً. ولهذه الغاية تم اختيار 75 بيضة جمعت من المستعمرة المختبرية المشار إليها سابقاً بثلاثة مكررات لكل درجة حرارة (كل مكرر 25 بيضة) تم اختيارها من أنثى واحدة وحديثة الوضع. تم وضع شرائح البيض هذه في أطباق بتري معقمة ونظيفة ووضعت في الحاضنة المقابلة لدرجة الحرارة، سجل على الطبق البتري تاريخ الإدخال إلى الحاضنة، وتمت المراقبة بهدف دراسة تطور كل بيضة حتى وصولها إلى طور الحشرة الكاملة.

**طور البيضة**

تمت مراقبة البيض في كل طبق بتري في كل حاضنة كل 12 ساعة، وتسجيل عدد البيض الفاقس مع تاريخ الفقس وعدد البيض الميت مع تاريخه، ونقل كل يرقة حديثة إلى علبة بلاستيكية (10×15×5 سم) حاوية على المستنبت الغذائي الصناعي ضمن الحاضنة نفسها عند درجة الحرارة نفسها وتحمل رقم المكرر نفسه المسجل على الطبق الحاوي على البيض. استمرت هذه العملية حتى فقس آخر بيضة في كل طبق.

**طور اليرقة**

تمت متابعة اليرقات المنقولة إلى المستنبت الغذائي بشكل يومي من خلال استمرار عملية التغذية وخروج مخلفات التغذية على سطح البيئة. تم وضع طبقة من الكرتون المتموج على سطح المستنبت لتسهيل إيجاد مكان للتشرنق في نهاية طور اليرقة، واستمرت المراقبة حتى ملاحظة آخر عملية تشرنق خارج المستنبت الغذائي. سجل عندها عدد اليرقات النافقة في كل طور وتلك التي لم تستطع أن تكمل عملية التطور، وعدد اليرقات الحية التي تحولت إلى شرانق.

**طور العذراء**

وضعت القطع الكرتونية الحاوية على شرانق الحشرة في أطباق بتري معقمة ونظيفة ضمن الحاضنة نفس لكل درجة ومراقبتها يومياً لمعرفة موعد دخولها في طور العذراء من خلال فحصها، وتسجيل النافقة منها، ومن ثم مراقبة العذارى الناتجة يومياً حتى خروج آخر فراشة من طور العذارء، مع تسجيل عدد العذارى التي لم تستطع أن تكمل تطورها.

**طور الحشرة الكاملة**

تم تسجيل مواعيد خروج الحشرات لكل درجة، ومن ثم إجراء عملية تزاوج ضمن علب بلاستيكية خاصة (5.5×19.5×12.5 سم)، ونقلت البالغات إلى العلب بوساطة فرشاة شعر السامور 00، بنسبة جنسية 1:1 تمت تغطيتها من الداخل بالكامل بشرائح من ورق الشمع من أجل وضع البيض عليها عند درجة الحرارة نفس. تم تسجيل عدد البيض الموضوع يومياً وتعليمه بإشارة حوله من أجل تمييز البيض الحديث يومياً، وهكذا حتى نفوق جميع الحشرات الكاملة. سجلت جميع البيانات السابقة في جداول حياتية خاصة تم بناؤها بالاعتماد على عدة مراجع متخصصة (Bathon *et al.*, 1991؛ Aghdam *et al.*, 2011). تم بناء جدول حياة خاص بالحشرة ومعتمد على المرحلة، حيث أن الحشرة المدروسة هي حشرة تمر بمراحل متعددة لإكمال دورة حياتها، وهذا النوع من جداول الحياة يعطي معلومات حياتية/بيولوجية من خلال تسجيل البيانات التي تم الحصول عليها مختبرياً، واستخدم من أجل ذلك عدة مؤشرات متعارف عليها دولياً (جدول 2).

## النتائج والمناقشة

**جداول القابلية التكاثرية لدودة ثمار التفاح**

بينت النتائج أن أنثى دودة ثمار التفاح تحتاج من طور البيضة وحتى انبثاق الحشرة الكاملة إلى 129، 68.2، 43.5، 32.9 و26.9 يوم عند مستويات الحرارة المختلفة (15، 20، 25، 30، 35 °س)، على التوالي، وبلغ متوسط مدة حياة الأنثى 0.76±17.83، 0.29±13.67، 0.29±10.67، 0.76±6.67 و 0.29±3.33 يوم عند درجات الحرارة المذكورة أعلاه، على التوالي. بلغ عدد اليرقات التي تمايزت إلى يرقات إناث 17 من أصل 59 يرقة عند حرارة 15 سْ، و28 من أصل 66 يرقة عند حرارة 20 °س، و31 من أصل 69 يرقة عند حرارة 25 °س.

يبين جدول 3 أن معدل الإنتاج الإجمالي لإناث دودة ثمار التفاح (GRR) كان 34.55، 89.56، 98.56، 40.98 و 9.32، وكان معدل التعويض الصافي ($R_0$) 3.33، 14.3، 23.3، 6.85 و 0.87 أنثى/إناث/جيل عند مستويات حرارة 15، 20، 25، 30، 35 °س، على التوالي، وهذا يعني أن نمو أعداد المجتمع الحشري في تزايد لأن قيمة $R_0 \leq 1$ وهذا يتفق مع ما نشر سابقاً (Banks *et al.*, 2006)، وكان طول مدة الجيل (GT) 137.06، 74.49، 48.75، 35.34، 27.84 يوم، ومعدل الزيادة الفعلية ($r_m$) 0.019، 0.08، 0.21، 0.08 و 0.01 فرد/أنثى/يوم، ومعدل الزيادة النهائي ($\lambda$) 1.02، 1.09، 1.23، 1.09 و 1.01 مرة عند مستويات الحرارة 15، 20، 25، 30 و 35 °س، على التوالي. ومن خلال ارتفاع قيمة معدل الزيادة الفعلية في أعداد مجتمعات حشرة دودة ثمار التفاح وانخفاض قيمة الزمن اللازم لتقوم الحشرة بمضاعفة أعداد مجتمعاتها وارتفاع معدل التعويض الصافي عند حرارة 25 °س، يمكن القول أن درجة الحرارة المناسبة للحشرة هي 25 °س وهذا يتوافق مع ما نشر سابقاً (Pitcarin *et al.*, 1991؛ Golbert & Raworth, 1996).

**جدول 2.** مؤشرات جدول الحياة، ورموزها ومعادلاتها التي استخدمت في هذه الدراسة.

**Table 2.** Life table indicators, symbols and equations used in this study.

| الرمز Symbol | الوصف | Description | المعادلة Equation |
|---|---|---|---|
| x | المرحلة العمرية | Age | |
| $n_x$ | عدد الأفراد الحية عند المرحلة العمرية x | Number of live individuals at age x | |
| $100q_x$ | النسبة المئوية للأفراد الميتة عند المرحلة العمرية x | Percentage of dead individuals at age x | $100q_x= d_x / n_x *100$ |
| $l_x$ | نسبة البقاء للأفراد الحية عند المرحلة العمرية x | Survival rate at age x | $l_x=n_x/n_o$ |
| $L_x$ | متوسط عدد الأفراد الحية بين المرحلة العمرية x والمرحلة العمرية x+1 | Average number of live individuals between age x and age x + 1 | $L_x= 1+1(x+1)/2$ |
| $e_x$ | متوسط التوقع للحياة المستقبلية عند بداية المرحلة العمرية x | Life expectation | $e_x= \sum L_x/n_x$ |
| GRR | الكفاءة التناسلية | Reproduction rate | $GRP= \Sigma m_x$ |
| GT | مدة الجيل | Generation time | $GT= \Sigma x l_x m x / \Sigma l_x m_x$ |
| $R_0$ | معدل التعويض الصافي | Net reproductive rate | $R_0= \Sigma l_x m_x$ |
| $r_m$ | معدل الزيادة الفعلية | Intrinsic rate of increase | $r_m= \ln R_0/T$ |
| $\lambda$ | المعدل النهائي للتزايد | The finite rate of increase | $\lambda = e^{rm}$ |
| Dt | زمن التضاعف | Doubling time | $Dt = \ln e^{2/rm}$ |
| F:M | النسبة الجنسية | Sex ratio | F/F+M |

بيّن Aghdam وآخرون (2011) في إيران أنّ الحشرة تضع بيضاً مخصباً عند درجات الحرارة 20، 25، 27 و30 °س، وتضع بيضاً غير مخصب عند درجتي الحرارة 14 و35 °س، وكان أكبر متوسط لكمية البيض الموضوع (89.25 بيضة/ أنثى) عند حرارة 25 °س، وأقله 20.18 بيضة/أنثى عند حرارة 30 °س. وأن معدل الزيادة الفعلية 4.00، و7.08، و15.37، و3.12 أنثى/أنثى/ يوم عند درجات الحرارة 20، و25، و27، و30 °س، على التوالي، وكان أعلاها عند حرارة 27 °س، وارتفع عدد البيض الموضوع من أنثى واحدة في اليوم من حرارة 20 °س وحتى 27 °س، ولكنه انخفض عند حرارة 30 °س. تختلف هذه النتائج عن تلك التي حصل عليها Aghdam وآخرون (2011) من حيث أن البيضة لم تتطور عند حرارة 35 سْ، وكانت النسبة المئوية لنفوق البيض 100%.

**جداول الحياة المختبرية**

يبين جدول 4 أن لدرجات الحرارة المنخفضة والمرتفعة تأثيرات مختلفة في الأطوار المختلفة لدودة ثمار التفاح وهذا يتوافق مع ما نشر سابقاً (Saethre & Hofsvang, 2002)، وكانت أعلى نسبة مئوية لنفوق البيض 26.67% حرارة 35 °س، وأقلها 8% عند درجتي الحرارة 20 و25 °س، وكان أعلى معدل لبقاء البيض 92% عند درجتي الحرارة 20 و25 °س، وأقله 77.33% عند حرارة 35 °س (شكل 2). تتوافق هذه النتائج مع ما نشر سابقا (Saethre & Hofsvang, 2002) بأنّ الحد الحراري الحرج لنمو بيض حشرة دودة ثمار التفاح هو حوالي 10 °س وأن النسبة المئوية لنفوق البيض كانت أعلى ما يمكن عند حرارة 34.4 °س، وأقلها كانت عند حرارة 25 °س. أما بالنسبة لطور اليرقة فكانت أعلى نسبة مئوية للنفوق 28.81% عند حرارة 15 °س، وكانت عند هذه الدرجة أقل نسبة مئوية لمعدل بقاء اليرقات 71.9%، ولم يكن هناك نفوق لليرقات عند حرارة 25 °س حيث كان عند هذه الحرارة أعلى معدل لبقاء اليرقات (100%) مما يتوافق مع ما نشر سابقاً (Kuhrt *et al.*, 2005) من حيث أن ليرقات حشرة دودة ثمار التفاح استجابة وظيفية لدرجات الحرارة، وأنّ المجال الحراري المناسب لنمو وتطور يرقات الحشرة هو 9–29 °س، ويبين جدول 4 أن حرارة 25 °س هي الدرجة المناسبة لنمو وتطور مختلف أطوار الحشرة حيث لم يكن على هذه الدرجة موت للشرنقة والعذراء والحشرة الكاملة، وكان معدل بقاء هذه الأطوار 100%. كانت أعلى نسب مئوية لموت الشرنقة 31.25% والعذراء 36.36% عند حرارة 35 °س، وكان أقل معدل لبقاء هذه الأطوار عند هذه الحرارة أيضاً. تتوافق هذه النتائج مع ما نشر سابقاً (Howell & Neven, 2000) من حيث أن درجة الحرارة 25 °س هي الدرجة الأمثل للتطور الفسيولوجي ليرقات وعذارى دودة ثمار التفاح. بين Howell وNeven (2000) أن لدرجات الحرارة تأثير في التطور الفسيولوجي لعذراء الحشرة، حيث دخلت 15% من اليرقات المكتملة النمو في بيات عند حرارة 14.8 °س وكانت نسبة النفوق 100% عند حرارة ثابتة أعلى من 34 °س، في حين أن تربية الحشرة عند درجات حرارة متغيرة (كما هو في الطبيعة) أدى إلى خفض النسبة المئوية لموت الأطوار المختلفة للحشرة. بيّن Neven (1998) أنّ الارتفاع في درجة الحرارة يزيد من معدل تنفس يرقات الحشرة ما يؤدي إلى زيادة في نسبة النفوق نتيجة موت بعض خلايا التنفس الجهازية.

أما متوسط المتوقع للحياة المستقبلية $e_x$ للأطوار المختلفة لحشرة دودة ثمار التفاح فقد بلغت أعلى قيمة لها للبيض 2.66 عند حرارة 25 °س، وأقلها 1.73 عند حرارة 35 °س، وبيّنت الدراسة انخفاضاً واضحاً في هذا المؤشر للأطوار اللاحقة، وكانت أقلها 0.5 لطور الحشرة الكاملة عند جميع درجات الحرارة المختبرة (شكل 3). تتوافق هذه النتائج إلى حد ما مع Riedl (1983) الذي أشار إلى أن درجة الحرارة القصوى لنمو بيض الحشرة وتطوره هو 31 °س، ولليرقات 29 و30 °س للشرانق والعذارى، وتزداد الوفيات وينخفض قيمة المؤشر $e_x$ عند درجات الحرارة التي تتجاوز هذه الحدود القصوى.

**جدول 3.** دلالات جدول حياة دودة ثمار التفاح تحت تأثير درجات الحرارة المختلفة في المختبر.

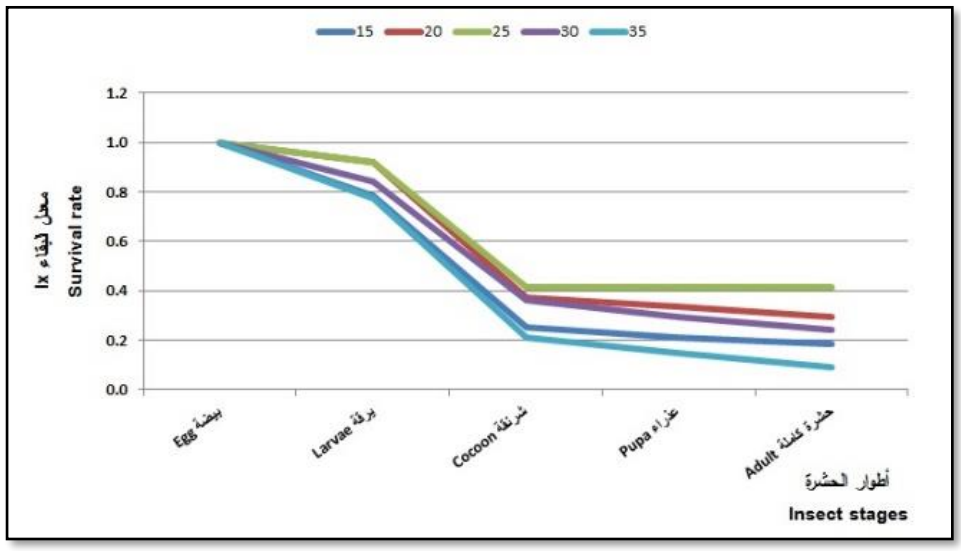
**Table 3. Life** indicators table of *C. pomonella* L. under different temperatures in the laboratory.

| Temperature °C | | | الحرارة (°س) | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 35 | 30 | 25 | 20 | 15 | **Indicators of life table** | **دلالات الجدول الحياتي** |
| 9.32 | 40.98 | 98.56 | 89.56 | 34.55 | Reproduction rate | معدل الإنتاج الإجمالي للإناث (GRR) |
| 27.84 | 35.34 | 48.75 | 74.49 | 137.06 | Generation time | مدة الجيل (يوم) GT |
| 0.87 | 6.85 | 23.3 | 14.3 | 3.33 | Net reproductive rate | معدل التعويض الصافي $R_0$(أنثى/أنثى/ جيل) |
| 51.07 | 8.24 | 3.34 | 8.32 | 35.89 | Doubling time | زمن التضاعف (يوم) DT |
| 0.01 | 0.08 | 0.21 | 0.08 | 0.019 | Intrinsic rate of increase | معدل الزيادة الفعلي $r_m$ (فرد/أنثى/يوم) |
| 1.01 | 1.09 | 1.23 | 1.09 | 1.02 | The finite rate of increase | معدل النهائي للتزايد λ (مرّة) |
| 0.78 | 0.82 | 0.82 | 0.76 | 0.75 | Sex ratio | النسبة الجنسية |

**جدول 4.** جدول حياة دودة ثمار التفاح عند درجات حرارة ثابتة في التربية المختبرية.

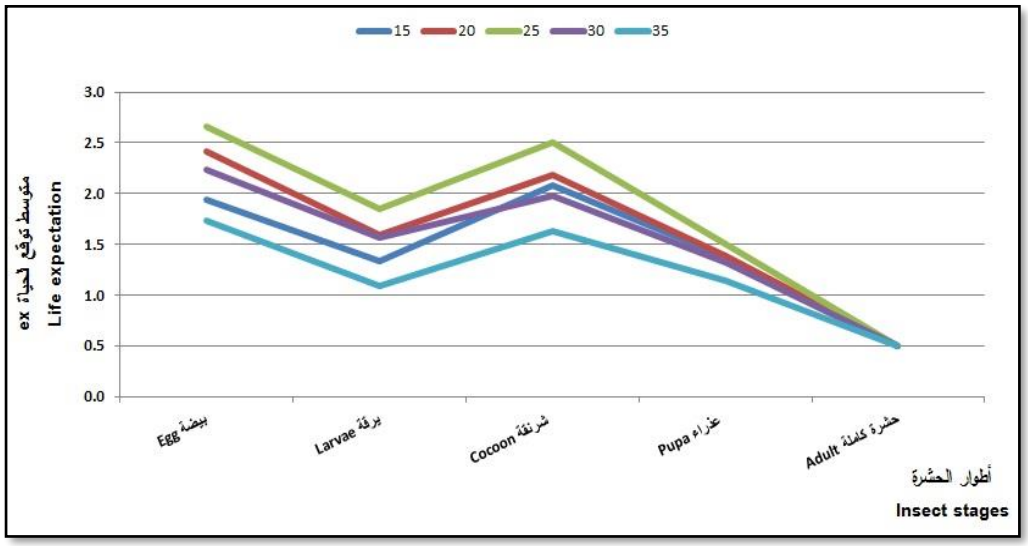
**Table 4.** Life table of *C. pomonella* at constant temperatures when reared in the laboratory.

| Ex | Lx | lx | nx% | $100q_x$ | $d_x$ | $n_x$ | العمر/يوم Age/day | Stage | الطور | درجة الحرارة °س Temperature (°C) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1.94 | 67.0 | 1.00 | 78.67 | 21.33 | 16 | 75 | 24.5 | Egg | البيضة | 15 |
| 1.33 | 39.0 | 0.79 | 71.19 | 28.81 | 17 | 59 | 82.7 | Larvae | اليرقة | |
| 2.08 | 17.5 | 0.25 | 84.21 | 15.79 | 3 | 19 | 97.2 | Cocoon | الشرنقة | |
| 1.38 | 15.0 | 0.21 | 87.50 | 12.50 | 2 | 16 | 128.0 | Pupa | العذراء | |
| 0.50 | 7.0 | 0.19 | 100.00 | 0.00 | 0 | 14 | 129.0 | Adult | الحشرة الكاملة | |
| 2.42 | 72.0 | 1.00 | 92.00 | 8.00 | 6 | 75 | 9.5 | Egg | البيضة | 20 |
| 1.59 | 48.5 | 0.92 | 95.65 | 4.35 | 3 | 69 | 41.2 | Larvae | اليرقة | |
| 2.18 | 26.5 | 0.37 | 85.71 | 14.29 | 4 | 28 | 51.8 | Cocoon | الشرنقة | |
| 1.38 | 23.5 | 0.33 | 88.00 | 12.00 | 3 | 25 | 67.2 | Pupa | العذراء | |
| 0.50 | 11.0 | 0.29 | 100.00 | 0.00 | 0 | 22 | 68.2 | Adult | الحشرة الكاملة | |
| 2.66 | 72.0 | 1.00 | 92.00 | 8.00 | 6 | 75 | 5.8 | Egg | البيضة | 25 |
| 1.85 | 50.0 | 0.92 | 100.00 | 0.00 | 0 | 69 | 25.1 | Larvae | اليرقة | |
| 2.50 | 31.0 | 0.41 | 100.00 | 0.00 | 0 | 31 | 31.9 | Cocoon | الشرنقة | |
| 1.50 | 31.0 | 0.41 | 100.00 | 0.00 | 0 | 31 | 42.5 | Pupa | العذراء | |
| 0.50 | 15.5 | 0.41 | 100.00 | 0.00 | 0 | 31 | 43.5 | Adult | الحشرة الكاملة | |
| 2.23 | 69.0 | 1.00 | 84.00 | 16.00 | 12 | 75 | 5.0 | Egg | البيضة | 30 |
| 1.56 | 45.0 | 0.84 | 85.71 | 14.29 | 9 | 63 | 20.6 | Larvae | اليرقة | |
| 1.98 | 24.5 | 0.36 | 81.48 | 18.52 | 5 | 27 | 24.3 | Cocoon | الشرنقة | |
| 1.32 | 20.0 | 0.29 | 81.82 | 18.18 | 4 | 22 | 31.9 | Pupa | العذراء | |
| 0.50 | 9.0 | 0.24 | 100.00 | 0.00 | 0 | 18 | 32.9 | Adult | الحشرة الكاملة | |
| 1.73 | 66.5 | 1.00 | 73.33 | 26.67 | 20 | 75 | 4.0 | Egg | البيضة | 35 |
| 1.09 | 37.0 | 0.77 | 67.24 | 27.59 | 16 | 58 | 16.23 | Larvae | اليرقة | |
| 1.63 | 13.5 | 0.21 | 68.75 | 31.25 | 5 | 16 | 19.56 | Cocoon | الشرنقة | |
| 1.14 | 9.0 | 0.15 | 63.64 | 36.36 | 4 | 11 | 25.9 | Pupa | العذراء | |
| 0.50 | 3.5 | 0.09 | 100.00 | 0 | 0 | 7 | 26.9 | Adult | الحشرة الكاملة | |




**شكل 2.** معدل البقاء لأطوار حشرة دودة ثمار التفاح عند درجات الحرارة المختبرة في المختبر.

**Figure 2**. Survival (lx) female of *C. pomonella* at constant temperatures under laboratory conditions.




**شكل 3.** متوسط الحياة المتوقعة لأطوار حشرة دودة ثمار التفاح عند درجات الحرارة المختلفة في المختبر.

**Figure 3**. Life expectation (ex) rates for *C. pomonella* at constant temperatures under laboratory conditions

بيّنت النتائج اختلاف النسبة الجنسية (إناث/ذكور) باختلاف درجات الحرارة حيث كانت 0.75، 0.76، 0.82، 0.82 و 0.78 عند حرارة 15، 20، 25، 30 و 35 °س، على التوالي، وهذا يتوافق مع ما نشر سابقاً (Aghdam *et al.*, 2009).

يتبين من النتائج السابقة أن حرارة 25 °س هي درجة الحرارة الفضلى للتربية المخبرية لدودة ثمار التفاح على غذاء صناعي، وذلك من خلال ارتفاع قيمة معدل الزيادة الفعلية في أعداد مجتمعات حشرة دودة ثمار التفاح وانخفاض الزمن اللازم لتقوم الحشرة بمضاعفة أعداد مجتمعاتها وارتفاع معدل التعويض الصافي، ولانخفاض النسبة المئوية لموت الأطوار غير الكاملة للحشرة وارتفاع معدل البقاء ومتوسط الحياة المستقبلية المتوقعة للأفراد الحية للحشرة لكل مدة عمرية عند هذه الدرجة من الحرارة. إنّ النتائج التي تم التوصل إليها تفيد في فهم اختلاف عدد أجيال الحشرة في بساتين التفاح في المناطق المختلفة من سورية، وبالتالي تساعد على فهم ديناميكية هذه الحشرة وتغيّر أعدادها مع اختلاف درجات الحرارة، وبالتالي تحديد المواعيد الدقيقة للتدخل في دورة حياتها لإجراء عمليات المكافحة لها.


## Abstract

**Elhaj, S.I., A.N. Bashir and L. Aslan. 2018. Study of life table of *Cydia pomonella* L. at different Constant temperatures under laboratory conditions. Arab Journal of Plant Protection, 36(2): 86-93.**

A study was conducted in the Lattakia Center for Rearing and Application of Natural Enemies during 2014-2016. The life table of *Cydia pomonella* L. was studied at five constant temperatures (15, 20, 25, 30, 35 ˚C), under laboratory conditions on artificial diet. The results indicated that the survival curve $l_x$ showed steady increase, whereas life expectancy $e_x$ showed steady decline with advancing age. Generation time GT for female was 137.6, 74.49, 48.75, 35.34, 27.84 days, for the five temperatures regimes, respectively. Results also showed that the net reproduction rate ($R_0$) decreased at lower and higher temperatures and was optimal at 25 ˚C, and the values of R0 was 3.33, 14.3, 23.3, 6.85, 0.87 female/female/generation, for the above five temperatures, respectively. The Population doubling time (DT) was 35.89, 8.32, 3.34, 8.24, 51.07 days, for the five temperatures, respectively. The intrinsic rate of increase (rm) was 0.019, 0.08, 0.21, 0.08, 0.01 female/day, respectively. The study revealed that among the five different constant temperatures used, 25°C was the most suitable for the development of *C. pomonella*. This is useful information for predicting pest dynamics and seasonal variations of the pest and making pest control decisions based on economic feasibility.



**Keyword**: *Cydia pomonella*, life tables



***Corresponding author: Shadi Ibrahim Elhaj, Plant Protection Department, Faculty of Agriculture, Damascus University, Damascus, Syria, Email: shadialhaj@live.com***


## المراجع


**شاهين، هبا فهد.** 2001. إنتاج التفاح في الجمهورية العربية السورية وآفاقه المستقبلية، رسالة جامعية أعدت للحصول على دبلوم الدراسات العليا في الهندسة الزراعية، اقتصاد زراعي، جامعة دمشق، 150 صفحة.

**متني، وائل.** 2003. حصر ودراسة الأعداء الحيوية لدودة ثمار التفاح *Cydia pomonella* (L.) في محافظة السويداء، وتقييم بعض عناصر المكافحة الحيوية، دراسة أعدت استكمالاً لمتطلبات درجة الدكتوراة في الهندسة الزراعية، اختصاص مكافحة حيوية للحشرات، 295 صفحة.


## References

**منصور، محمد.** 1996. دراسة تاريخ دورة حياة دودة ثمار التفاح *Cydia pomonella* (L.) في سورية وحساسيتها لأشعة غاما، هيئة الطاقة الذرية، قسم الزراعة الإشعاعية، 470 صفحة.

**Aghdam, H.R., Y. Fathipour and D.C. Kontodimas.** 2011. Evaluation of non-linear models to describe development and fertility of codling moth at constant temperatures. Entomologia Hellenica, 20: 3-16.

**Aghdam, H.R., Y. Fathipour, D.C. Kontodimas, G. Radjabi and M. Rezapanah.** 2009. Age-specific life table parameters and survivorship of an Iranian population of the codling moth (Lepidoptera: Tortricidae) at different constant temperatures. Annals of the Entomological Society of America, 102: 233-240. https://doi.org/10.1603/008.102.0205

**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.

**Bathon, H., P. Singh and G.K. Clare.** 1991. Rearing methods. Pages 283–293. In: Tortricid pests: their biology, natural enemies and control. L.P.S. van der Geest and H.H. Evenhuis (eds.). Vol. 5 of World Crop Pests, W. Helle, ed. Elsevier, Amsterdam, the Netherlands.

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

**Deevy, E.S.** 1974. Life tables for natural population of animals. The Quarterly Review of Biology, 22: 283-314.

**Dettaff, T.A.** 2001. Temperature-temporal laws of development in poikilothermic animals. Moscow: Nauka. [In Russian.] 300 pp.

**Fuková, I., L.G. Neven, N.M. Bárcenas, N.A. Gund, M. Daliková and F. Marec.** 2009. Rapid assessment of the sex of codling moth *Cydia pomonella* (Linnaeus) (Lepidoptera: Tortricidae) eggs and larvae. Journal of Applied Entomology, 133: 249-261. https://doi.org/10.1111/j.1439-0418.2008.01352.x

**Gilbert, N. and D.A. Raworth.** 1996. Insects and temperature: a general theory. The Canadian Entomologist, 128: 1–13. https://doi.org/10.4039/Ent1281-1

**Golizadeh, A., K. Kamali, Y. Fathipour and H. Abbasipour.** 2007. Temperature dependent development of diamondback moth, *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) on two brassicaceous host plants. Journal of Insect Science, 14: 309-316. https://doi.org/10.1111/j.1744-7917.2007.00157.x

**Howell, J.F. and L.G. Neven.** 2000 Physiological development time and zero development temperatures of the codling moth (Lepidoptera: Tortricidae). Journal of Environmental Entomology, 29: 766-772. https://doi.org/10.1603/0046-225X-29.4.766

**Keyfitz, N.** 1968. Introduction to the mathematics of population. Reading, Mass., Addison-Wesley.490 p.

**Kührt, U., J. Samietz and S. Dorn.** 2005. Thermoregulation behaviour in codling moth larvae. Physiological Entomology, 30: 54-61. https://doi.org/10.1111/j.0307-6962.2005.00431.x

**Neven, L.G.** 1998. Respiratory response of fifth-instar codling moth (Lepidoptera: Tortricidae) to rapidly changing temperatures. Journal of Economic Entomology, 91: 302-308. https://doi.org/10.1093/jee/91.1.302

**Pitcarin, M.J., C. Pickel, L.A. Falcon and F.G. Zalom.** 1991. Development and survivorship of *Cydiapomonalla* L. (Lepidoptera: Tortricidae) at ten constant temperatures. Pan-Pacific Entomologist, San Francisco, 67: 189-194.

**Riedl, H.** 1983. Analysis of codling moth phenology in relation to latitude, climate and food availability. In: Diapause and life cycle Strategies in Insects, V. K. Brown and I. Hoedek (eds.). Dr. W. Junk Publishers, Boston.

**Rock, G.C. and P.L. Shaffer.** 1983. Development rates of codling moth (Lepidoptera: Oleuthreutidae) reared on apple at four constant temperatures. Environmental Entomology, 12: 831-834.

**Saethre, M.G. and T. Hofsvang.** 2002. Effect of temperature on oviposition behaviour, fecundity, and fertility in two Northern European populations of the codling moth (Lepidoptera: Tortricidae). Environmental Entomology, 31: 804-815. https://doi.org/10.1603/0046-225X-31.5.804

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

**تاريخ الاستلام: 2017/7/3؛ تاريخ الموافقة على النشر: 2018/1/16**

**Received: July 3, 2017; Accepted: January 16, 2018**