مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم البيولوجية المجلد (35) العدد (4) 2013
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Biological Sciences Series Vol. (35) No. (4) 2013

تأثير درجات الحرارة الثابتة في بعض المؤشرات الحياتية للمتطفل *Encyrtus aurantii* (Geoffroy) (Hymenoptera: Encyrtidae) مخبرياً.

إياد محمد محمد*
الدكتور عبد النبي محمد بشير**
الدكتور نبيل أبو كف***

(تاريخ الإيداع 10 / 2 / 2013. قبل للنشر في 19 / 5 / 2013)

□ ملخّص □

دُرست حياتية المتطفل *Encyrtus aurantii* (Geoffroy) (Hymenoptera: Encyrtidae) مخبرياً عند درجات الحرارة 18، 21، 24، 27، 30 مْ ورطوبة نسبية 65± 5% وفترة إضاءة (16:8) سا (ظلام: إضاءة). تمت تربية المتطفل على حشرة الحمضيات القشرية البنية الرخوة *Coccus hesperidum* Linnaeus المرباة على القرع العسلي *Cucurbita moschata*. بينت النتائج أن أطول فترة حياة للوصول من البيضة إلى طور العذراء كانت على درجة حرارة 18مْ بمتوسط 24.25 يوماً، وأقل فترة كانت على درجة الحرارة 30 مْ بمتوسط 8.25 يوماً، وكانت أطول فترة للتطور من طور العذراء حتى انبثاق الحشرة الكاملة على درجة حرارة 18 مْ بمتوسط 10.75 يوماً، و أقل فترة على درجة الحرارة 30 مْ بمتوسط 5.5 يوماً. كانت أطول فترة للتطور من طور البيضة وحتى انبثاق الحشرة الكاملة على درجة الحرارة 18 مْ بمتوسط 35 يوماً، وأقلها على درجة الحرارة 30مْ بمتوسط 13.75 يوماً. وكانت العتبة الحرارية الدنيا (LDT) من البيضة حتى العذراء 15.83 مْ، ومن العذراء حتى انبثاق الحشرة الكاملة 13.43 مْ، وللجيل الكامل 16.95مْ. ويحتاج المتطفل إلى مجموع درجات حرارة فعّالة (SET) 122.74 درجة- يومية فوق العتبة الحرارية الدنيا (16.95) لإتمام جيل واحد (من البيضة إلى البالغة).

الكلمات المفتاحية: المتطفل، *Encyrtus aurantii*، حياتية، العتبة الحرارية الدنيا، درجة- يومية.

* **طالب دراسات عليا (دكتوراه) – قسم وقاية النبات – جامعة دمشق- دمشق – سورية.**
** **أستاذ – قسم وقاية النبات- كلية الزراعة- جامعة دمشق- دمشق – سورية.**
*** **أستاذ مساعد – قسم وقاية النبات- كلية الزراعة- جامعة تشرين- اللاذقية – سورية.**

مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم البيولوجية المجلد (35) العدد (4) 2013
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Biological Sciences Series Vol. (35) No. (4) 2013

THE EFFECT OF CONSTANT TEMPERATURES ON SOME BIOLOGICAL PARAMETERS OF THE PARASITOID, *ENCYRTUS AURANTII* (GEOFFROY) (HYMENOPTERA:ENCYRTIDAE) IN LABORATORY.

Eyad Mohamed Mohamed[*]
Abdulnabi Mohamed Basheer[**]
Nabil Hasan Abo Kaf[***]

(Received 10 / 2 / 2013. Accepted 19 / 5 /2013)

□ ABSTRACT □

Some biological parameters of the parasitoid, *Encyrtus aurantii* (Geoffroy) (Hymenoptera : Encyrtidae) were studied under controlled laboratory conditions at five levels of temperature 18, 21, 24, 27, and 30 °C, 65±5% R.H. and a photoperiod of 16:8 (L:D) h when reared on Brown soft scale *Coccus hesperidum L.* (Homoptera: Coccidae) reared on Pumpkin *Cucurbita moschata* during the season 2010- 2011 . Result showed that the longer developmental period from egg to pupa was on 18 °C with an average of 24.25 days, and the lower developmental period was on 30°C with an average of 8.25 days. The longer developmental period from pupa to adult was on 18 °C with an average of 10.75 days, and the lower period was on 30 °C with an average of 5.5 days. The lower developmental threshold (LDT) from egg to pupa was 15.83°C, and 14.34°C from pupa to adult. *E. aurantii* required a Sum of Effective Temperatures (SET) of 122.74 degree-days above the lower developmental threshold (16.95 °C) to complete the development from egg to adult.

Keywords: parasitoid, *Encyrtus aurantii*, Biology, Lower developmental threshold, degree-days.

[*] **Postgraduate Student Department of plant protection, Faculty of Agriculture, Damascus University, Damascus ; Syria.**
[**] **Professor , Biological control studies and Research Center, Faculty of Agriculture, Damascus University, Damascus ; Syria.**
[***] **Associate Professor, Department of plant protection, Faculty of Agriculture, Techreen University, Lattakia ;Syria.**

مقدمة:

تعد المكافحة الحيوية باستخدام الأعداء الحيوية واحدة من الطرق المفيدة والفعّالة لمكافحة الحشرات القشرية الضارة وخاصة الأعداء الحيوية من فوق فصيلة الكالسيدات وهي مجموعة كبيرة من الحشرات، وتضم حالياً حوالي (22000) نوعاً موصوفاً حول العالم (Noes, 2006)، وتُعد فصيلة Encyrtidae من أكبر الفصائل الحشرية التابعة لفوق فصيلة الكالسيدات Chalcidoidea التابعة لرتبة غشائيات الأجنحة Hyemnoptera المتطفلة على الحشرات (Noyes, 1985; Greathead, 1986)، وتضم حوالي 3735 نوعاً تتبع لأكثر من 400 جنساً (Noes,2006). أشارت بعض الدراسات إلى أن حشرات فصيلة Encyrtidae هي متطفلات حشرية على الكثير من الحشرات الضارة التي تنتمي لجميع الرتب الحشرية وخاصة رتبتي حرشفيات الأجنحة Lepidoptera ومتشابهات الأجنحة Homoptera (Anis, 2011). تعد الحشرات القشرية وخاصة الحشرات القشرية الرخوة (Homoptera: Coccidae) التي تتبع لها أنواع الجنس *Coccus* من أهم عوائل فصيلة Encyrtidae (Hayat, 1986, Golpayegani et al, 2010). بينت الدراسات أن أنواع الجنس *Encyrtus* من أهم الطفيليات الحشرية على أنواع الحشرات القشرية الرخوة من الجنس *Coccus*، وخاصة الحشرة القشرية البنية الرخوة *Coccus hesperidum* Linnaeus,1758 والحشرة القشرية الرمادية الرخوة *Coccus pseudomagnoliarum* (Kuwana) (Ben-Dov and Hodgson, 1997, Abd-Rabou et al, 2009,). سجل في الهند سبعة أنواع من الجنس *Encyrtus* كمتطفلات حشرية على الحشرات القشرية الرخوة من الجنس *Coccus* (Singh, 1997). وذكر Trjapitzin and Myartseva (2004) أن الطفيليات من جنس *Encyrtus* لها دور هام في تنظيم أعداد العديد من الحشرات القشرية الرخوة في المكسيك والولايات المتحدة الأمريكية. بينت الأبحاث أن المتطفل *E. aurantii* يعد من أهم الطفيليات الحشرية على الحشرات القشرية الرخوة: *Ceroplastes rusci*, *Coccus sinensis*, *Coccus hesperidum*, *Eulecanium tiliae*, *Parthenolecanium corni*, *P. fletcheri*, *Pulvinaria psidii*, *P. floccifera*, *Saissetia coffeae*, *S. oleae*, *S. privigna*, *Parasaissetia nigra*, *Sphaerolecanium prunastri* ((Trjapitzin, 1989; Kozar, 1998; Noyes, 2006. وأشار Fallahzadeh and Japoshvili (2010) إلى أن المتطفل *E. aurantii* (Geoffroy) يعد من أهم الطفيليات الحشرية على الحشرات القشرية الرخوة وخاصة أنواع الجنس *Coccus* في إيران. (Abd-Rabou, 2001, Abd-Rabou, 2003). سجل المتطفل *E. aurantii* في تركيا على الحشرات القشرية الرخوة منها أنواع الجنس *Coccus* في بساتين الحمضيات (Japoshvili and Karaca, 2007) . يتطفل هذا النوع على الإناث الفتية والحوريات من العمر الثاني، (Ben-Dov and Hodgson, 1997). أشار Thaiszia (2011) إلى أهمية تربية المتطفل *E. aurantii* مخبرياً لاستخدامه كعامل من عوامل المكافحة الحيوية للحشرة القشرية البنية الرخوة *C. hesperedium*. تتضمن عملية تربية المتطفل *E. aurantii* تربية العائل الحشري، ويستخدم العائل الحشري الأساسي لتربية المتطفل، ويمكن تربية العائل الحشري إما على ثمار القرع العسلي أو على نبات اليوغا (Abd- Rabou *et al*, 2009). ذكر Dosdall وآخرون (2011) أن لدرجات الحرارة الثابتة تأثيراً على المؤشرات الحياتية للمتطفلات الحشرية وأن لارتفاع الحرارة تأثيراً أكبر على المتطفلات الحشرية من عوائلها. وأشار Dahlgaard and Loeschcke (1997) أن الحشرات تمتلك استراتيجيات تطورية مختلفة وتختلف في قدرتها على تحمل تغيرات درجات الحرارة، وتبدو

الاستراتيجيات التطورية متنوعة ليس فقط في الانواع المختلفة وإنما أيضاً لدى نفس النوع الحشري عند أطوار الحشرة نفسها، ولفهم هذا الموضوع بشكل أعمق تم تربية المتطفل *Encyrtus aurantii* على درجات حرارة مختلفة.

أهمية البحث وأهدافه:

نظراً للاتجاه إلى برامج الإدارة المتكاملة والتي تعتمد بصورة رئيسة على الأعداء الحيوية ومنها المتطفلات الحشرية، ولأهمية المتطفل *E. aurantii* في السيطرة الحيوية على الحشرة القشرية البنية الرخوة *C. hesperedium* وإمكانية تربيته مخبرياً بهدف الإكثار الكمي وإطلاقه في البساتين المصابة بهذه الحشرة من جهة ولعدم وجود دراسات حول هذا المتطفل في سورية، فقد هدف هذا البحث إلى:

– دراسة حياتية الأطوار المختلفة للمتطفل *E. aurantii* عند درجات الحرارة (18، 21، 24، 27، 30)° م مخبرياً.

– دراسة العلاقة بين معدّل التطور للمتطفل والدرجات الحرارية لتحديد عتبة النمو الدنيا والثابت الحراري من البيضة وحتى طور العذراء، ومن العذراء حتى ظهور الحشرة الكاملة، وللجيل الكامل.

طرائق البحث ومواده:

نفذ البحث في مخابر مركز تربية الأعداء الحيوية في محافظة اللاذقية (سورية) في عام 2011 وتضمنت عملية التربية المراحل التالية:

تربية العائل الحشري:

تم استخدام حشرة الحمضيات القشرية البنية الرخوة *C. hesperedium* كعائل حشري، حيث تم الحصول على الإصابة الأولية لحشرة الحمضيات القشرية البنية الرخوة من أشجار حمضيات مصابة من بساتين الحمضيات في منطقة اللاذقية، وربيت حشرة الحمضيات البنية الرخوة على القرع العسلي *Cucurbita moschata* وهو العائل النباتي البديل, حيث عقمت ثمار القرع العسلي بمحلول كلوريد الصوديوم (5%)، لمنع نمو الفطريات، ثم جففت الثمار، وبعد ذلك أجريت عدوى ثمار القرع بالحوريات المتحركة لحشرة الحمضيات البنية الرخوة، وتمت التربية في غرفة تربية على درجة حرارة (27±1) مْ، ورطوبة نسبية 65 ± 5%، وفترة إضاءة (8:16) إضاءة : ظلام، استمرت عملية التربية لمدة ستة أشهر متتالية، للحصول على أجيال مخبرية استخدمت في التجارب.

تربية المتطفل *Encyrtus aurantii* :

جمعت الأفراد الكاملة للمتطفل *Encyrtus aurantii* من خلال جمع أغصان حمضيات مصابة بحشرة الحمضيات البنية الرخوة، تم جمع 40 غصناً في كل جولة، طول الغصن 25–30 سم، نفذت جولات اسبوعية من بداية شهر نيسان حتى نهاية شهر حزيران، وضعت في أكياس خاصة كتب عليها جميع المعلومات اللازمة ونقلت إلى المخبر، وضعت هذه العينات في صناديق خشبية (70×35×50) سم مؤلفة من قاعدة وغطاء، القاعدة مغطاة بطبقة من البرليت سماكته 8–10 سم والغطاء عليه ثلاث فتحات وضع عليها 3 أنابيب شفافة لجذب الأعداء الحيوية نحو الضوء، غرست الأغصان في طبقة البرليت وغطيت بغطاء الصندوق، وكانت تجري المراقبة 3 مرات يومياً، وخلال ذلك تم جمع الحشرات الكاملة للمتطفل *E. aurantii* المنجذبة للضوء واستخدمت في هذه الدراسة. تم نقل ثمار القرع العسلي المصابة بالحشرة القشرية البنية الرخوة إلى غرفة تربية المتطفل ووضعت في خزائن خشبية مخصصة لتربية

المتطفل مؤلفة من 4 رفوف، الغطاء الخارجي لكل رف مزود بفتحات مغطاة بشبك معدني دقيق وناعم قطر فتحاته (0.1 ملم)(يسمح بالتهوية ويمنع خروج أو دخول الحشرات)، أبعاد الرف الواحد 80×45×50 سم، تم وضع صينية واحدة في كل رف، ووضعت ثمرة قرع واحدة في كل صينية. على درجة حرارة 28±1ºس ورطوبة نسبية 65 ± 5%، وفترة إضاءة (8:16) سا (إضاءة: ظلام) وأدخل على كل ثمرة قرع عدد من أفراد المتطفل 20 فرد (15 إناث: 5 ذكور)، وتركت لتتكاثر لمدة 6 أشهر متتالية للحصول على أجيال مخبرية استخدمت في التجارب.

تحديد طول فترة البيضة واليرقة (بيضة ← عذراء):

أجريت هذه الدراسة على (5) درجات حرارة مختلفة وهي: 18، 21، 24، 27، 30 مْ، ورطوبة نسبية 65 ± 5%، وفترة إضاءة 16L: 8D، واعتبرت كل درجة حرارة معاملة وتضمنت المعاملة الواحدة 10 ثمار قرع عسلي معداة بحشرة الحمضيات القشرية البنية الرخوة، يوجد على كل ثمرة 200 حشرة قشرية، 80% منها بطور إناث فتية، أدخلت على هذه الثمار الإناث الملقحة للمتطفل بعد أن تركت لمدة يومين للتسافد مع الذكور بمعدل 5 لكل ثمرة، واعتبرت كل ثمرة مكرر، وزودت كل صينية بطبق بتري قطره 5 سم يحوي محلول سكري 20% لتغذية الأفراد الكاملة للمتطفل، أزيلت الحشرات الكاملة بشفاط يدوي بعد ساعتين من إدخالها، أجريت مراقبة دورية للحشرات القشرية بعد إدخال الطفيليات الحشرية و فحصت الحشرات القشرية بشكل يومي، بهدف تحديد فترة التطور من طور البيضة وحتى بداية ظهور طور العذراء لكل مكرر.

تحديد طول فترة طور العذراء:

تم ترك 30 حشرة بطور العذراء للمتطفل على ثمار القرع العسلي بأعمار متساوية من الفقرة السابقة التي تمت عليها دراسة طول فترة البيض واليرقة بمعدل 3 عذارى على كل ثمرة لكل درجة حرارة مختبرة، واعتبرت كل ثمرة مكرر. وتم مراقبتها يومياً وعند انبثاق الحشرة الكاملة للمتطفل تم جمعها بشفاط يدوي وتحديد فترة طور العذراء لكل معاملة.

تحديد مدة التطور الكلي (من البيضة حتى الحشرة الكاملة):

تمت الدراسة على 10 ثمار قرع مربى عليها حشرة الحمضيات القشرية البنية الرخوة، بمعدل 200 حشرة على كل ثمرة 80% منها بطور إناث فتية، أدخلت إناث المتطفل على الثمار وبمعدل 5 إناث لكل ثمرة في كل درجة حرارة مختبرة، واعتبرت كل ثمرة مكرر، زودت كل صينية بطبق بتري قطره 5 سم يحوي محلول سكري لتغذية الأفراد الكاملة للمتطفل، تم إزالة الإناث المدخلة بعد ساعتين بوساطة شفاط يدوي، روقبت الثمار بشكل يومي وجمعت الأفراد الكاملة للمتطفل عند انبثاقها بوساطة شفاط يدوي وتم تسجيل عدد الأفراد الكاملة الملتقطة يومياً وحساب فترة التطور الكلي (من البيضة حتى الحشرة الكاملة) لكل مكرر.

أجريت جميع التجارب في غرفة تربية معزولة ذات ظروف متحكم بها.

تحديد درجة الحرارة الدنيا وحساب الثابت الحراري اللازم للتطور:

يحسب تطور المتطفل بالمدّة التي تقضيها الحشرة لنمو أطوارها وتُقاس بالأيام وتسمى مدّة التطور Period Development ومنها يتم إيجاد معدّل التطور اليومي Developmental Rate (DR) وهو عبارة عن مقلوب مدّة التطور (بالأيام) (DR= 1/day) لكل طور من الأطوار المدروسة وتتراوح قيمته من 0 إلى 1، ويكتمل تطور الكائنات الحية عندما يصل مجموع معدّل تطورهم اليومي إلى القيمة 1 (Curry and Feldman, 1987). أما العلاقة بين معدّل التطور (DR) ودرجة الحرارة (T) فيمكن حسابها باستعمال معادلة الانحدار الخطية التالية وذلك حسب

(Campbell *et al*, 1974, De Clercq and Degheele, 1992, Jarošik *et al*, 2002, Kontodimas *et al*, 2004, Mahdian et al, 2008, Obrycki & Tauber, 1982)

$$DR=a+(b \times t)$$

حيث إن: **DR** : معدّل التطور عند درجة الحرارة T

a: المعامل الثابت، قيمة الجزء المقطوع من المحور الـ DR.

b : ميل الانحدار.

ويمكن تقدير عتبة التطور الدنيا (LDT) التي لا يحدث دونها تطور (DR= 0، LDT = T) والتي تساوي:

$$LDT = -a/b$$

حساب الثابت الحراري (مجموع درجات الحرارة المؤثرة) Sum of Effective Temperatures (SET)

وهو عدد الوحدات الحرارية (الدرجات–اليومية) التي تقع فوق العتبة الحرارية الدنيا التي تحتاجها الحشرة لإكمال مرحلة معينة من النمو. (DR = 1، T = SET، a = 0) والذي يساوي مقلوب ميل الانحدار b :

$$SET = 1/b$$

التحليل الإحصائي:

استعمل التصميم العشوائي الكامل Complete Randomized Design (CRD) في تصميم التجارب وتم تحليل النتائج باستعمال طريقة تحليل التباين ONE–WAY ANOVA والمقارنة بين المتوسطات باستخدام أقل فرق معنوي (LSD) عند مستوى معنوية 0.01، باستخدام برنامج SPSS 17.

النتائج والمناقشة:

تحديد طول فترة البيضة واليرقة (بيضة ← عذراء):

أظهرت النتائج أن طول مدة تطور البيضة واليرقة تتأثر بدرجة الحرارة، يبين الجدول (1) متوسط مدة تطور أطوار المتطفل على درجات الحرارة المدروسة، حيث كان أعلى متوسط لهذه المدة 24.25 ± 2.22 يوماً عند درجة حرارة 18مْ، والذي اختلف معنوياً عن مدّة التطور الجنيني عند درجات الحرارة 21، 24، 27، 30 مْ، وبلغ متوسط مدّة تطور البيضة واليرقة 8.25± 1.26 يوماً عند درجة حرارة 30 مْ ، والذي اختلف ظاهرياً مع متوسط تطور البيضة واليرقة عند درجة الحرارة 24 و 27 مْ والذي بلغ 11.75± 2.06 و 8.75±1.71 يوماً على التوالي، في حين بلغ هذا المتوسط 19.75± 1.71 يوماً عند درجة حرارة 21 مْ بفارق معنوي مع بقية المعاملات عند مستوى معنوية 0.01. ويبين الجدول (1) الفروق الإحصائية بين المعاملات. وهذا يتوافق مع Dahlgaard and Loeschcke (1997) الذي أشار إلى أن المراحل المختلفة للحشرة تختلف درجة تطورها حسب درجة الحرارة.

تحديد طول فترة طور العذراء:

اختلفت مدّة طور العذراء باختلاف درجات الحرارة المدروسة، فكان أعلى متوسط لمدّة تطور العذراء عند درجة حرارة 18 مْ هو 10.75 ±1.7، والذي اختلف ظاهرياً عن مثيلاته عند 21 و24 مْ ، ومعنوياً عن مثيلاته عند 27 و30 مْ عند مستوى معنوية 0.01، وكان أقل متوسط لفترة تطور العذراء 5.5±1.29 يوماً عند درجة حرارة 30 مْ

بفارق ظاهري عند مثيلاته على درجتي الحرارة 24 و27 عند مستوى معنوية 0.01. ويبين الجدول (1) الفروق الإحصائية بين المعاملات.

مدة التطور الكلي (بيضة – حشرة بالغة):

أظهرت النتائج أيضاً أن المدّة اللازمة لتطور المتطفل *E. aurantii* من البيضة إلى الحشرة البالغة عند درجة حرارة 18 مْ كانت 3.92±35 يوماً وبفارق ظاهري عن درجة الحرارة 21 مْ ، ومعنوي عن بقية درجات الحرارة التي شملها الاختبار في حين بلغت أقل مدّة 2.5±13.75 يوماً عند درجة حرارة 30 مْ وبفارق ظاهري عن درجتي الحرارة 24 و27 مْ ، ومعنوي عن درجتي الحرارة 18 و21 مْ . إن الاختلاف في هذا المدى بين مدة التطور على درجة حرارة 18 مْ ومدة التطور على درجة حرارة 30 مْ قد يعود إلى الاختلاف في درجات الحرارة الذي تتحمله الحشرة، وأن أفضل درجة لتطورها كانت 30 مْ ، إذ بلغت المدّة اللازمة لتطورها من البيضة إلى الحشرة البالغة عند هذه الدرجة 13.75 يوماً، في حين كانت 35 و28.75 و19.25 و14.75 يوماً على درجات الحرارة 18 و21 و24 و27 مْ على التوالي. وبالتالي يمكن الاستفادة من معرفة درجة الحرارة التي تكون مدة تطور الحشره عندها أقصر ما يمكن في التربية المخبرية للمتطفل بهدف الحصول على أعداد كبيرة من المتطفل بأقصر وقت ممكن، ولم تسجل فروق معنوية بين مدة التطور الكلية على درجات الحرارة 24 ،27، 30مْ وبالتالي يمكن التربية على أي من هذه الدرجات بعد دراسة الخصوبة على كل درجة ومعرفة درجة الحرارة المثلى.

جدول (1). متوسط فترة تطور أطوار المتطفل *E. aurantii* المربى على الحشرة القشرية البنية الرخوة عند خمس درجات حرارة ثابتة ورطوبة نسبية 5±65% وفترة ضوئية (8:16) سا (إضاءة : ظلام) .

الطور / درجة الحرارة	بيضة– عذراء	عذراء– حشرة كاملة	مدة الجيل
18	24.25±2.22 a	10.75±1.71a	35±3.92a
21	19.75±1.71 b	9±1.82ab	28.75±3.30a
24	11.75±2.06 c	7.5±1.29abc	19.25±3.30b
27	8.75±1.71 c	6±1.82bc	14.75±3.5b
30	8.25±1.26 c	5.5±1.29c	13.75±2.5b
LSD	3.79	3.35	6.95

الأرقام المتبوعة بأحرف متشابهة ضمن العمود الواحد (بين الدرجات) لا تختلف معنوياً بحسب اختبار LSD عند مستوى احتمال 0.01.

Number followed by the same letter within the one column (between degree) are not significantly different according to the LSD test at p= 0.01

تحديد العتبة الحرارية الدنيا (LDT والثابت الحراري (SET) لتطور أطوار المتطفل *E. aurantii* مخبرياً:

أشارت العديد من الدراسات إلى العلاقة الايجابية بين معدل التطور ودرجة الحرارة (وعلاقة عكسية بين زمن التطور ودرجة الحرارة) عند الحشرات (Partridge *et al.*, 1994; James *et al.*, 1995; James and

Partridge, 1995). يبين الجدول (2) أن مُعدّل تطور البيضة واليرقة بلغ 0.041، 0.05، 0.085، 0.11، 0.12 على درجات الحرارة 18 و21 و24 و27 و30 مْ على التوالي، ولطور العذراء 0.093، 0.11، 0.13، 0.17، 0.18 على درجات الحرارة 18 و21 و24 و27 و30 مْ على التوالي، وللجيل الكامل 0.028، 0.034، 0.051، 0.067، 0.072 على درجات الحرارة 18 و21 و24 و27 و30 مْ على التوالي، وبينت النتائج تزايداً تدريجياً في مُعدّل التطور مع ارتفاع درجة الحرارة (تناسب طردي)، وهذا يتوافق مع Van der Have and de Jong (1996) الذين أشارا إلى أن نمو وتطور الحشرات أبطأ على درجات الحرارة المنخفضة من النمو والتطور على درجات الحرارة المرتفعة.

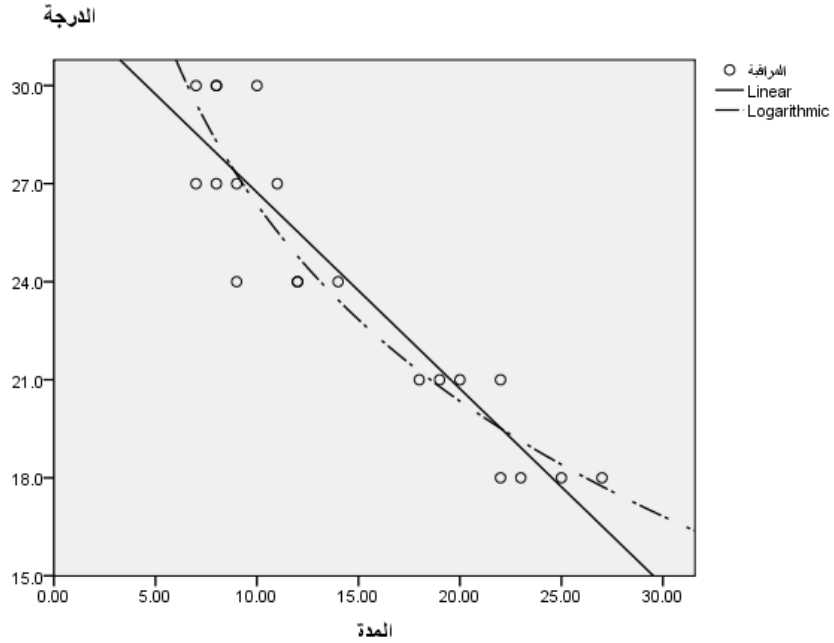
جدول (2). معدل التطور اليومي للمتطفل *Encyrtus aurantii* تحت تأثير درجات الحرارة المختلفة.

درجات الحرارة ±1 (مْ) Temperatures (°C±1)	18	20	24	27	30
المرحلة Stage	معدل التطور اليومي				
بيضة واليرقة	0.041	0.05	0.085	0.11	0.12
العذراء	0.093	0.11	0.13	0.17	0.18
جيل كامل	0.0285	0.0347	0.0519	0.0678	0.728

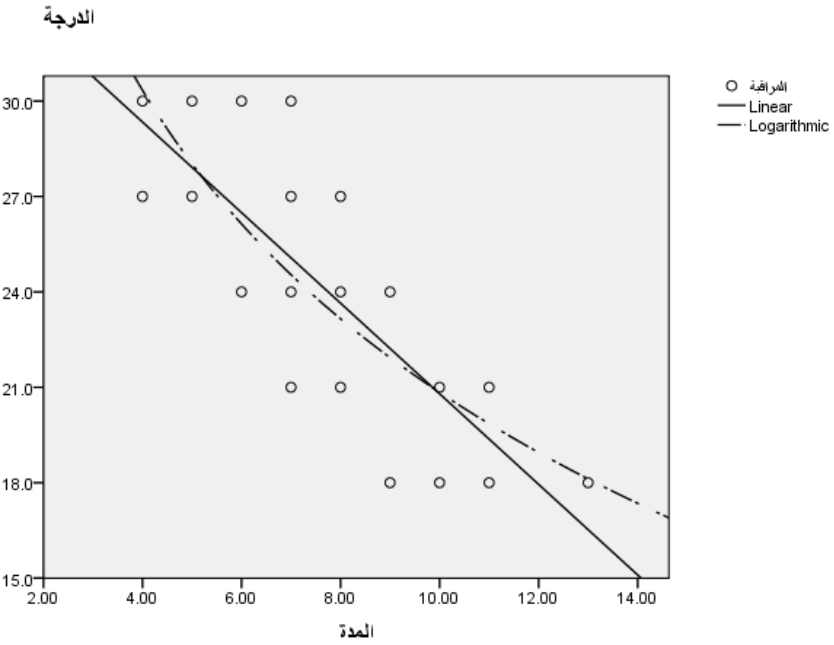
يبين الشكل (1) العلاقة بين مُعدّل التطور اليومي للبيضة والأعمار اليرقية مع درجات الحرارة المختبرة باستعمال خط الانحدار لمعدل التطور, فالمعادلة الخطية هي: $Y = 0.012002(x) - 0.19001$, $R^2 = 0.861$ ، والمعادلة اللوغاريتمية: $Y = 10.45568 \log(x) - 2.895588$, $R^2 = 0.866$. وعليه فان المجموع الحراري الفعّال SET =83.32 درجة/يوم, والعتبة الحرارية الدنيا LDT = 15.83 مْ.

ويبين الشكل (2) العلاقة بين مُعدّل التطور اليومي للعذراء مع درجات الحرارة المختبرة باستعمال خط الانحدار لمعدل التطور, فالمعادلة الخطية هي: $Y = 0.027472(x) - 0.36791$, $R^2 = 0.641$ ، والمعادلة اللوغاريتمية: $Y = 9.905826 \log(x) - 3.45660$, $R^2 = 0.619$. وعليه فان المجموع الحراري الفعّال SET = 36.49 درجة/يوم, والعتبة الحرارية الدنيا LDT = 13.43 مْ.

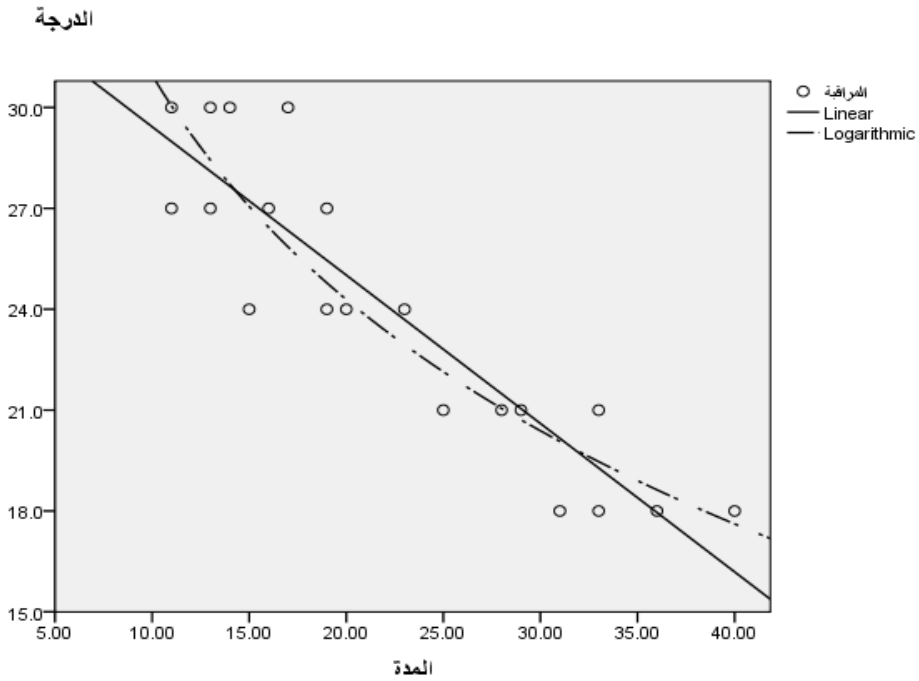
ويبين الشكل (3) العلاقة بين مُعدّل التطور لكامل الجيل مع درجات الحرارة المختبرة باستعمال خط الانحدار لمعدل التطور, فالمعادلة الخطية هي: $Y = 0.008147(x) - 0.138101$, $R^2 = 0.831$ ، والمعادلة اللوغاريتمية: $Y = 12.71316 \log(x) - 3.21008$, $R^2 = 0.824$. وعليه فان المجموع الحراري الفعّال = SET 122.74درجة/يوم, والعتبة الحرارية الدنيا LDT = 16.95 مْ. وتوضح الأشكال (1، 2، 3) أنه كلما زادت درجة الحرارة انخفضت المدة اللازمة للتطور للأطوار المختلفة.



شكل (1). العلاقة بين معدل التطور للبيضة والأعمار اليرقية ودرجات الحرارة المختبرة.



شكل (2). العلاقة بين معدل التطور للعذراء ودرجات الحرارة المختبرة.



شكل (3). العلاقة بين معدل تطور جيل كامل ودرجات الحرارة المختبرة.

أظهرت النتائج أن العتبة الحرارية الدنيا (LDT) أو صفر النمو المحسوب من معادلة خط الانحدار والذي يُمثل النقطة التي يتقاطع فيها خط الانحدار مع محور العينات المتمثل بدرجات الحرارة T لمرحلة تطور البيضة واليرقة 15.83 مْ ، ولطور العذراء 13.43 مْ ، ولجيل كامل 16.95، الجدول (3).

أوضحت النتائج أن الثابت الحراري لتطور البيضة – اليرقة 83.32، و العذراء 36.49 درجة- يومية على التوالي وتحتاج للتطور من البيضة إلى البالغة 122.74 درجة- يومية فوق العتبة الحرارية الدنيا 16.95 لإتمام جيل واحد (من البيضة إلى البالغة) (جدول 3). من النتائج (شكل 1 و2 و3) يمكن القول أن درجة الحرارة المناسبة لنمو وتطور المتطفل هي بين 27 مْ و30 مْ ، وذلك لأن فترة النمو لمراحل تطور المتطفل المدروسة كانت قصيرة، كما أن معدل التطور اليومي كان أعلى على هاتين الدرجتين بالمقارنة مع بقية درجات الحرارة. وهذا يتوافق مع ما ذكره، Stearns (1992) أن معدل التطور السريع للأفراد ربما له تأثير إيجابي على البقاء تحت شروط كثافة المجتمع أو من خلال فائدته في إعادة الانتاج المبكر لمجتمع الحشرة.

جدول (3). المجموع الحراري الفعّال والعتبة الحرارية الدنيا للمتطفل *Encyrtus aurantii* تحت تأثير درجات الحرارة المختلفة.

الطور		المعادلة		
بيضة ← عذراء	المعادلة الخطية	$Y = 0.012002(x) - 0.19001$	$R^2 = 0.861$	$r = 0.928$
	المعادلة اللغاريتمية	$Y = 10.45568 - 2.895588 \log(x)$	$R^2 = 0.866$	$r = 0.931$
	المجموع الحراري الفعّال SET	83.32		
	العتبة الحرارية الدنيا LDT	15.83		
عذراء – حشرة كاملة	المعادلة الخطية	$Y = 0.027472(x) - 0.36791$	$R^2 = 0.641$	$r = 0.801$
	المعادلة اللغاريتمية	$Y = 9.905826 - 3.45660 \log(x)$	$R^2 = 0.619$	$r = 0.786$
	المجموع الحراري الفعال SET	36.49		
	العتبة الحرارية الدنيا LDT	13.43		
الجيل	المعادلة الخطية	$Y = 0.008147(x) - 0.138101$	$R^2 = 0.831$	$r = 0.912$
	المعادلة اللغاريتمية	$Y = 12.71316 - 3.21008 \log(x)$	$R^2 = 0.824$	$r = 0.908$
	المجموع الحراري الفعال SET	122.74		
	العتبة الحرارية الدنيا LDT	16.95		

الاستنتاجات والتوصيات:

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

2. اختلفت العتبة الحرارية الدنيا والمجموع الحراري الفعال للمتطفل *E. aurantii* باختلاف مرحلة التطور المدروسة.

3. تم في هذه االدراسة حساب العتبة الحرارية الدنيا والمجموع الحراري الفعال للمتطفل *E. aurantii* لأول مرة.

4. من الممكن الاستفادة من النتائج التي تم التوصل إليها في إجراء دراسة بيئية للمتطفل وحساب عدد أجياله في الطبيعة.

المراجع:

1. Abd-Rabou, Sh. *Key to the genera of Encyrtidae from Egypt (Hymenoptera : Chalcidoidae : Encyrtidae)*. Egypt. J. Agric. Res., 79(1), 2001, 79-87.
2. Abd-Rabou, S. *Scale insects and their management in Egypt*. Agric. Res. In Egypt Vol. 4 (1), 2003, 1- 63.
3. Abd-Rabou, Sh.;. Refaat, M.H and Shalaby, H.H. *MOLECULAR MARKERS DISTINGUISHING ENCYRTID*. J. Agric. Sci. Mansoura Univ., 34 (12) ,2009,11421 - 11428.
4. Anis SB.. *The taxonomic study of encyrtid parasitoids (Hymenoptera: Chalcidoidea) of diaspidids from India*. India , Biology and Medicine, 3 (2) Special Issue, 2011, 342-358**.**

5. Ben-Dov, Y. and Hodgson, C.J. *Soft scale insects. Their biology, Natural enemies and control* . Elsevier, 1997, 442 pp**.**
6. Curry, G.L. and Feldman, R.M. *Mathematical Foundations of Population Dynamics. TEES Monograph Series,* College Station, Texas, 1987, p. 249.
7. Campbell,A.; Frazer,BD.; Gilbert,N.; Gutierrez,AP. and Mackauer M. *Temperature requirements of some aphids and their parasites*. Journal of Applied Ecology 11, 1974, 431-438.
8. Dahlgaard, J., Loeschcke, V., *Effects of inbreeding in three life stages of*
Drosophila buzzatii after embryos were exposed to a high temperature stress. Heredity, 1997. 78, 410–416.
9. De Clercq,P. and Degheele,D. *Development and survival of Podisus maculiventris (Say) and Podisus sagitta (Fab.) (Het.: Pentatomidae) at various constant temperatures*. Canada, Canadian Entomologist, 124, 1992, 125-133.
10. Dosdall LM, Zalucki MP, Tansey JA, Furlong MJ. *Developmental responses of the diamondback moth parasitoid Diadegma semiclausum (Hellén) (Hymenoptera: Ichneumonidae) to temperature and host plant species,* Bull Entomol Res. 2011 Nov 30:1-12.
11. Fallahzadeh, M. and Japoshvili, G. *Checklist of Iranian encyrtids (Hymenoptera: Chalcidoidea) with descriptions of new species*. Iran*,* Journal of Insect Sceience 10, 2010 ,1-24.
12. Golpayegani,Sh.; Talebi,A.A.; Lotfalizadeh,H and Rakhshani,E. *Faunistic study and host range of encyrtid parasitoids(Hym., Encyrtidae) collected in some parts of Lorestan and Markazi*. Journal of Entomological Research, Volume 1, Issue 4, 2010, pages: 319-329.
13. Greathead,D.J. *Parasitoids in classical biological control.* Insect Parasitoids (Eds: Waage JK, Greathead DJ) Academic Press, London, 1986, 287-318.
14. Hayat M., Family Encyrtidae. The Chalcidoidea (Insecta: Hymenoptera) of India and the adjacent countries. Part II. Subba Rao BR & Hayat M (eds.), pp 67-137. *Oriental Insects,* 1986, **20**:74
15. James, A.C., Azevedo, R.B.R., Partridge, L., *Cellular basis and developmental timing in size cline of Drosophila melanogaster*. Genetics, 1995. 140, 659–666.
16. James, A.C., Partridge, L., *Thermal evolution of rate of larval development in Drosophila melanogaster in laboratory and field populations*. Journal of Evolutionary Biology, 1995. 8, 315–330.
17. Japoshvili,G. and Ismail,K. *Encyrtid (Hymenoptera: Chalcidoidea, Encyrtidae) parasitoids of Coccidae (Hemiptera: Coccoidea) in Turkey*. Turkey, entomol, derg, 31 (3), 2007, 175-188
18. Jarosik,V.; Honek,A.; and Dixon,AFG. *Developmental rate isomorphy in insects and mites*. American, American Naturalist, 160, 2002, 497-510.
19. Kontodimas,DC.; Eliopoulos,PA.; Stathas,GJ. and Economou,LP. *Comparative temperature-dependent development of Nephusincludens (Kirsch) and Nephusbisignatus (Boheman) (Coleoptera: Coccinellidae), preying on Planococcus citri (Risso) (Homoptera: Pseudococcidae): evaluation of a linear and various non-linear models using specific criteria*. Environmental Entomology, 33, 2004, 1-11.
20. Kozar,F. *Catalogue of Palaearctic Coccoidea*. Plant Protection Institute, Hungaria, Academy of sciensces, Budapest, Hungary, 1998, 526 pp.

21. Mahdian,K.; Tirry,L. and De Clercq,P. *Development of the predatory pentatomid Picromerus bidens (L.) at various constant temperatures*. Belgian Journal of Zoology, 138, 2008, 135-139.
22. Noyes, J. S. *Chalcidoids and biological control*. Chalcid Forum 5, 1985, 5-10.
23. Noyes, J. S. *Universal Chalcidoidea Database*. 2006. World Wide Web electronic publication. www.nhm.ac.uk/entomology/chalcidoids/index.html
24. Obrycki,JJ. and Tauber, MJ. *Thermal requirements for development of Hippodamia convergens (Coleoptera: Coccinellidae)*. Annals of the Entomological Society of America, 75, 1982, 678-683.
25. Partridge, L., Barrie, B., Fowler, K., French, V., *Thermal evolution of pre-adult life history traits in Drosophila melanogaster*. Journal of Evolutionary Biology, 1994. 7, 645–663.
26. Singh, S. Description of a n*ew and notes on some other species of Encyrtus (Hymenoptera: Encyrtidae) parasitising sca*le insects in Assam, India, Volume 31, Issue 1, January 1997, 419-426.
27. Stearns, S., The Evolution of Life Histories. Oxford University Press, Oxford, 1992, UK.
28. Thaiszia - J. *Predatory and parasitic insects in greenhouses of Botanical Garden of P.J.Šafárik University in Košice, Slovakia*, Slovakia, Journal of Botany, 2011, 21: 185-205,
29. Trjapitzin, V. A. *Parasitic Hymenoptera of the Fam. Encyrtidae of Palaearctics*, Academy of Sciences of The USSR, 1989, pp 488.
30. Trjapitzin,V.A. and Myartseva, S.N. *Species of the genus Encyrtus latreille (Hymenoptera: Encyrtidae) in Mexico*, Central America, West Indies and Bermuda. Vedelia 11, 2004, 17-33.