تأثير درجات الحرارة في بعض الصفات الحياتية لمجتمعات المتطفل *Trichogramma principium* Sugonyaev & Sorokina (Hym., Trichogrammatidae) في سورية

عدنان بابي ومنير النبهان
مختبر أبحاث المكافحة الحيوية، قسم وقاية النبات، كلية الزراعة، جامعة حلب، حلب، سورية

الملخص

بابي، عدنان ومنير النبهان. 1998. تأثير درجات الحرارة في بعض الصفات الحياتية لمجتمعات المتطفل *Trichogramma principium* Sugonyaev & Sorokina (Hym., Trichogrammatidae) في سورية. مجلة وقاية النبات العربية. 16(2): 66-73.

تمت دراسة بعض الصفات الحياتية لثلاثة مجتمعات من المتطفل *Trichogramma principium* Sugonyaev & Sorokina وجدت متطفلة على بيوض عثة دودة جوز القطن الشوكية (*Earias insulana* Boisd.) في ثلاث محافظات سورية هي حلب، الرقة ودير الزور عام 1994، وذلك تحت شروط مختبرية ثابتة عند درجات الحرارة 18، 23، 28 و33 °س ورطوبة نسبية 70±5% وإضاءة 16 ساعة/يوم، وربيت على بيوض العائل البديل، عثة طحين حوض البحر المتوسط (*Ephestia kuehniella* Zell.). بينت النتائج ان خصوبة الأنثى في الأيام السبعة الأولى من حياتها، والخصوبة الكلية خلال كامل الحياة كانت في أعلى قيمة لها على درجة الحرارة 23 °س مقارنة مع درجات الحرارة الأخرى المختبرة وقد وصلت إلى 59.0±17.9 و85.7±33.4 بيضة، على التوالي. وكانت درجة الحرارة المثالية للخصوبة هي 24.5 °س. تم حساب العلاقة ما بين درجة الحرارة والمدة اللازمة للتطور وقدرت بالعلاقة التالية: D (days) = 15.436 t (°C) -2.223. وقد بينت الدراسة أيضا أن الحد الحراري الأدنى لتطور المتطفل كان 12.3 والحد الحراري الأعلى لنشاط المتطفل كان 35.8 °س.

كلمات مفتاحية: Hymenoptera، Trichogrammatidae، *Trichogramma principium*، الصفات الحياتية، العتبة الحرارية للتطور، الظروف الحرارية المثلى.

المقدمة

يعتمد نجاح المكافحة الحيوية للآفات بطريقة الإطلاقات الموسمية المحددة للأعداء الحيوية (Seasonal inundative releases) على معرفة حياتية وديناميكية الآفة المراد مكافحتها، ومعرفة شروط التربية المكثفة للمتطفل المستخدم كالحرارة والرطوبة والإضاءة، والعائل البديل المناسب لاكثاره مخبرياً. كما أن دراسة الصفات الحياتية على درجات حرارة مختلفة، يمكن أن تعطي تنبؤاً أولياً عن نشاط هذا المتطفل في ظروف الحقل عند استخدامه ضمن برامج المكافحة الحيوية.

في دراسات سابقة تمت في سورية بين الفترة 1979 و1983 (23)، سجل نوعين من المتطفلات من جنس تريكوغراما *Trichogramma semblidis* Aurivillius و *T. chilonis* Ishii (Hym., Trichogrammatidae) متطفلة على بيوض عثة دودة جوز القطن الشوكية (*Earias insulana* Boisd.) وعلى بيوض دودة جوز القطن الأمريكية (*Helicoverpa armigera* Hbn.)، في محافظة دير الزور. لكن هذان النوعان لم يحفظ لهما أي مرجع ويعتقد أن هناك نوع من الخطأ في التسمية. تمّ في عام 1994 تسجيل نوع آخر من متطفلات التريكوغراما هو *T. principium* (2)، ويربى هذا النوع حالياً تربية مستمرة في مختبر أبحاث المكافحة الحيوية في كلية الزراعة بجامعة حلب في سورية، وقد أدخل في برنامج المكافحة الحيوية لبيوض عث ديدان جوز القطن في سورية.

أجريت دراسات عديدة على تأثير درجات الحرارة الثابتة في بعض الصفات الحياتية لأنواع مختلفة من متطفلات التريكوغراما (2، 3، 4، 5، 6، 8، 10، 12، 13، 14، 15، 16، 18، 19، 20، 24) وقد بينت هذه الدراسات اختلاف بعض الصفات الحياتية للأنواع المدروسة على درجات الحرارة الثابتة المختلفة.

نفذت هذه الدراسة لتحديد الصفات الحياتية لمتطفل التريكوغراما *T. principium* المحلي ومعرفة مدى تأثير درجات الحرارة الثابتة في بعض هذه الصفات مثل: الخصوبة، نسبة خروج المتطفل الكامل من بيوض العائل، دورة حياة المتطفل، طول عمر الإناث والذكور والنسبة الجنسية بغية تحديد الظروف الحرارية المثلى للتربية المكثفة لهذا المتطفل، لزيادة إنتاجه والتحكم بطول دورة الحياة لتحديد توقيت فقس البالغات في الموعد المناسب لإطلاقها في الحقول بحيث يتزامن مع وجود بيوض الآفة في الحقل. ونهدف من إنتاج هذه المتطفلات استخدامها في تجارب الإطلاق في الحقول لمكافحة بيوض عث جوز القطن ضمن برامج المكافحة الحيوية في سورية.

مواد البحث وطرائقه

استخدم في الدراسة المتطفل *T. principium*، الذي جمع في أيلول/سبتمبر وتشرين الأول/أكتوبر 1994، متطفلاً على بيوض عثة دودة جوز القطن الشوكية (*E. insulana*)، من حقول القطن في سورية؛ ويتألف من ثلاث عينات أخذت من ثلاثة مجتمعات. جمعت العينة الأولى (S) من منطقة مسكنة، محافظة حلب؛ والثانية (D) من منطقة الميادين، محافظة دير الزور؛ والثالثة (R) من منطقة الدرعية، محافظة الرقة. ربيت هذه العينات في مختبر أبحاث المكافحة الحيوية عند درجة حرارة 23±1 °س، ورطوبة نسبية 75±5%، وإضاءة 16 ساعة في اليوم، خلال 23 جيلاً، وذلك على بيوض العائل البديل، عثة طحين حوض البحر المتوسط (*Ephestia kuehniella* Zell.)،

المرباة في المختبر، بعد أن ثبطت حيوية هذه البيوض بتعريضها وهي بعمر أقل من 24 ساعة إلى درجة حرارة منخفضة 2±1 °س، لمدة 14 يوماً على الأقل، وحفظها على درجة الحرارة نفسها لمدة حتى 40 يوماً.

عزلت أفراد كاملة (ذكور وإناث) حديثة الفقس بعمر أقل من 18 ساعة ، من كل عينة من عينات التريكوغراما الثلاث التابعة للنوع *T. principium* (D، S، R) وذلك من التربية المختبرية. شكل من هذه الأفراد عدد من الأزواج (ذكر وأنثى). وضع كل زوج في أنبوب زجاجي (طول 8 × قطر 1 سم)، وقدمت له قطرة عسل للتغذية، وأغلقت فوهة الأنبوب بالقطن المعقم. وضع كل 30 زوجاً من المتطفلات المعزولة، في حاضنة، مصنعة محلياً، ومضبوطة على إحدى درجات الحرارة الثابتة التالية: 18±1، 23±1، 28±1 و33±1 °س؛ وعلى رطوبة نسبية: 75±5%؛ وإضاءة 16 ساعة باليوم. تركت أزواج المتطفل بعد العزل في ظروف معاملات التجربة لمدة 6 ساعات للتزاوج، ثم قدم لكل زوج 200 بيضة تقريباً من بيوض العائل *E. kuehniella* المثبطة الحيوية، ملصقة على بطاقات كرتونية صفراء اللون باستخدام الصمغ الممدد بالماء بتركيز 30%. بعد 24 ساعة من بقاء المتطفل مع بيوض العائل، بدّلت هذه البيوض ببيوض حديثة، ووضعت بطاقة البيض المتطفل عليها في أنابيب جديدة، وفي ظروف التجربة نفسها لمتابعة تطورها. وتم تبديل البيوض بعد ذلك مرة كل 48 ساعة خلال طيلة فترة حياة أنثى المتطفل. سجلت البيانات واعتبر كل زوج من المتطفل مكرراً إحصائياً. وتم قياس الصفات التالية على درجات الحرارة المختلفة:

1. **الخصوبة:** وقدرت بعدد بيوض العائل المتطفل عليها، التي تصبح سوداء بعد عدة أيام (حسب درجة الحرارة). وقد سجلت الخصوبة، خلال الـ 24 ساعة الأولى من حياة الأنثى، ثم دورياً كل 48 ساعة حتى نهاية فترة حياة الأنثى. جمعت النتائج ورتبت في ثلاث فترات: الخصوبة خلال 24 ساعة الأولى من الحياة، خلال الأيام السبعة الأولى، وخلال كامل حياة الأنثى. وقد حسبت متوسطات الخصوبة للإناث التي وضعت البيض فقط، وتمّ استبعاد الإناث التي ماتت في اليوم الأول والإناث العقيمة من عملية الحساب.
2. **نسبة خروج المتطفل الكامل من بيوض العائل**
3. **النسبة الجنسية للنسل**
4. **طول فترة التطور (من البيضة إلى الحشرة الكاملة):** وقد حسبت من بداية تقديم بيوض العائل البديل إلى المتطفل، حتى خروج أول متطفل كامل من البيوض المتطفل عليها. وقسمت إلى فترتين لتطور المتطفل:

أ. فترة التطور الأولى: من البيضة إلى طور ما قبل العذراء (قبل تحول البيضة إلى اللون الأسود).

ب. فترة التطور الثانية: من طور ما قبل العذراء إلى طور الحشرة الكاملة (بعد تحول البيضة إلى اللون الأسود).

5. **عتبة التطور الحرارية الدنيا (T_0)، والثابت الحراري (K):** حسب هذان المؤشران لمراحل التطور، من البيضة حتى طور ما قبل العذراء، ومن طور ما قبل العذراء إلى الحشرة الكاملة، ولفترة التطور الكلية. وذلك باستخدام العلاقة مابين طول فترة التطور(D) لكل مرحلة ودرجة الحرارة (T)، وباستخدام معادلة الارتباط الخطي بين معدل التطور Developmental rate (D^{-1}) مع الحرارة (20، 21). وحسبت عتبة التطور الحرارية (T_0) بتمديد خط الانحدار للعلاقة (معدل التطور- درجة الحرارة) حتى نقطة تقاطعه مع محور الحرارة. تم أيضاً حساب الثابت الحراري (K)، وهو مجموع درجات الحرارة اليومية الأعلى من العتبة الحرارية الدنيا للتطور (درجة - يوم) الذي تتطلبه كل مرحلة من التطور وذلك من المعادلة التالية (19):

$$K = (T-T_0) \times D$$

حيث (T) درجة حرارة التربية، (T_0) عتبة التطور الحرارية الدنيا، (D) زمن التطور (باليوم)

6. **تأثير درجة الحرارة في طول عمر الأنثى والذكر:** وقد حسبت علاقة الارتباط ما بين درجة الحرارة وطول العمر لكلا الجنسين.

التحليل الإحصائي

صممت التجربة إحصائياً، حسب التصميم العشوائي الكامل Completely Randomized Design (CRD). وحللت النتائج باستخدام اختبار فيشر (F-Test) للتجارب العاملية (Factorial-Type)، باعتبار أن للتجربة عاملين. العامل الأول هو درجة الحرارة، له 4 مستويات: 18، 23، 28 و 33 ° س؛ والعامل الثاني هو عينات التريكوغراما التي تمثل مجتمعات النوع *T. principium* المختبرة، وله 3 مستويات (D، S و R). رسم جدول تحليل التباين(ANOVA). قورنت الفروق بين متوسطات المعاملات بقيمة أقل فرق معنوي (LSD) بطريقة اختبار دنكن متعدد الحدود (1). وفي التجارب التي درسنا فيها النسبة المئوية لخروج الأفراد البالغة النسبة الجنسية، حولت النسب المئوية إلى زوايا حسب المعادلة (الزاوية=مقابل الجيب Arcsinus للجذر التربيعي للنسبة المئوية) والمحسوبة في جداول خاصة (22) ثم حللت قيم الزوايا إحصائياً.

النتائج

أولاً: تأثير درجة الحرارة في بعض الصفات الحياتية للمتطفل *T. principium*

1. **الخصوبة**

الخصوبة خلال الـ 24 ساعة الأولى: لم تظهر اختلافات معنوية في الخصوبة عند درجات الحرارة 23، 28و33 °س للعينات الثلاثة من مجتمعات النوع *T. principium*، وبلغت قيم متوسطاتها 23.4، 21.5 و 24.2 بيضة سوداء للأنثى، على التوالي. إلا أن الخصوبة انخفضت بفروق معنوية عند درجة الحرارة 18 °س (جدول 1).

جدول 1. الصفات الحياتية المدروسة عند عينات المتطفل *T. principium* (D، S، R)؛ الخصوبة، % للفقس، % الجنسية، طول العمر لكلا الجنسين، والمدة الزمنية اللازمة لمراحل التطور، وذلك على درجات حرارة مختلفة.

Table 1. Bionomics of *T. principium* strains (D, S, R); fecundity, emergence %, sexual % , longevity, developmental duration, at different temperature.

فترة التطور Duration of development			طول العمر Longevity		النسبة الجنسية (الاناث)	نسبة خروج البالغات	الخصوبة Fecundity			العينات *
المجموع Total	قبل العذراء-متطفل بالغ Pre pupa-adult	بيضة-قبل العذراء egg-pre pupa	الذكور Male	الإناث Female	Sexual %	Emerg-ence %	كل الحياة all life	اليوم السابع 7th days	اليوم الأول 1st day	Samples*
							Temperature 18 °C			**درجة الحرارة 18 °س**
27	18	9	12.5±4.0 Aa	22.5±13.0 Aa	61.7±24.3 Aa	85.8±8.7A a	45.6±22.2 Aa	31.7±11.6 Aa	18.5±7.1 Ba	D
26	18	8	11.5±2.5 Aa	25.4±10.0 Aa	57.3±22.1 Aa	91.0±8.5 Ab	52.3±20.8 Aa	37.3±10.4 Aab	20.8±7.0 Ba	S
27	18	9	10.0±4.4 Ab	23.5±12.5 Aa	55.9±27.2 Aa	76.8±21.4 Ac	47.8±24.6 Aa	34.2±11.3 Aab	17.8±5.7 Ba	R
							Temperature 23 °C			**درجة الحرارة 23 °س**
13	8	5	5.5±2.2 Ba	18.3±8.6 Ba	61.7±20.5 Aac	94.2±4.4 Ba	89.1±33.4 Ba	57.9±17.9 Ba	23.4±6.2 Aab	D
13	8	5	6.8±2.9 Bb	16.0±4.4 Ba	46.9±21.9 Ab	91.2±5.0 Aa	81.7±34.9 Bab	59.6±17.2 Ba	25.5±6.3 Aab	S
13	8	5	6.9±2.5 Bb	18.4±7.8 Ba	53.6±22.3 Aab	93.6±5.2 Ba	86.3±31.8 Ba	59.4±18.6 Ba	21.3±7.0 ABa	R
							Temperature 28 °C			**درجة الحرارة 28 °س**
9	6	3	4.1±1.9 Ca	7.8±3.5 Ca	65.4±22.4 ABab	95.4±5.3 Ba	45.8±26.0 Aa	42.8±23.4 Ca	20.3±8.3 ABa	D
9	6	3	2.9±1.6 Cab	6.6±3.2 Ca	57.9±20.5 Aa	90.9±5.9 Ab	49.3±24.2 Aa	47.5±23.5 Ca	22.0±8.8 ABa	S
9	6	3	3.2±1.5 Cab	7.9±2.8 Ca	70.0±15.6 Bb	92.2±3.9 Bb	46.2±21.0 Aa	45.7±20.0 Ca	22.2±6.6 ABa	R
							Temperature 33 °C			**درجة الحرارة 33 °س**
7	4.5	2.5	2.0±1.2 Dab	4.6±2.1 Cab	76.2±16.6 Ba	70.8±16.0 Ca	51.5±18.2 Aa	51.5±18.2 Bca	24.3±7.7 Aa	D
7	4.5	2.5	1.7±0.6 Cab	5.1±2.4 Ca	74.5±16.4 Ba	66.7±19.0 Ba	40.6±19.9 Aa	40.6±19.9 Aca	24.2±8.4 ABa	S
7	4.5	2.5	2.4±1.3 Ca	5.8±2.5 Ca	66.4±25.6 Ba	74.0±9.6 Ca	45.7±21.1 Aa	45.7±21.1 Ca	24.3±11.0 Aa	R

* العينة (D) مجموعة من منطقة الميادين، محافظة دير الزور؛ العينة (S) مجموعة من منطقة مسكنة، محافظة حلب؛ العينة (R) مجموعة من منطقة الدرعية، محافظة الرقة.

معنوية الفروق بين المتوسطات: الأحرف الكبيرة تشير إلى مقارنة الصفات بين درجات الحرارة الأربعة، والأحرف الصغيرة تشير إلى مقارنة العينات المدروسة على درجة الحرارة نفسها. حيث تدل هذه الأحرف على أن المعاملات المشتركة بحرف أو أكثر لا يكون بينها فرق إحصائي عند مستوى المعنوية (0.05).

* Sample D was collected from Mayadin region, Deir Ez-Zor Governorate, sample S from Maskaneh region, Aleppo Governorate, and sample R from Dareyeh region, Raqqa Governorate.

Significance among means: Capital letters refer to comparison between different temperatures, and small letters refers to comparisons at the same temperature. Means with the same letter indicate that there is no significant different at P=0.05.

الخصوبة خلال الأيام السبعة الأولى: بلغت خصوبة النوع أعلى قيمة لها، 59 بيضة سوداء للأنثى الواحدة، عند درجة حرارة 23 °س. وانخفضت عند درجات الحرارة 18، 28 و33° س بفروق معنوية عالية وذلك مقارنة بما كانت عليه عند 23 ° س (جدول 1).

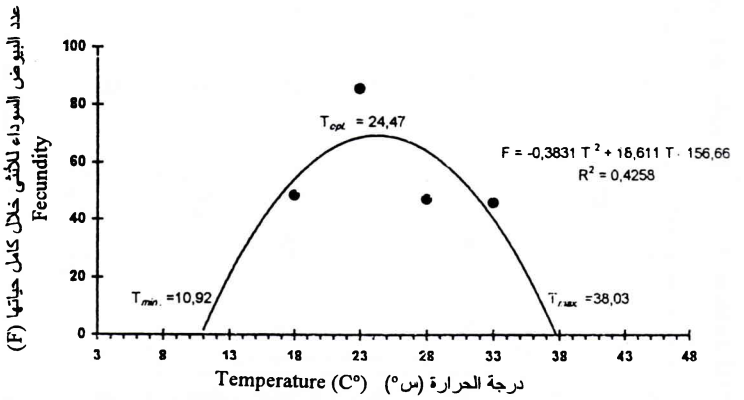
الخصوبة خلال كامل فترة حياة الأنثى: بلغت خصوبة النوع أعلى قيمة لها أيضاً 85.7 بيضة سوداء للأنثى عند درجة حرارة 23 °س. بينما انخفضت عند درجات الحرارة 18، 28 و33 °س (بفروق معنوية عالية). كما لم تسجل أية فروقات معنوية ما بين الخصوبة الكلية عند درجات الحرارة 18، 28و33° س (جدول 1).

العلاقة ما بين درجة الحرارة ومعدل خصوبة المتطفل: تأثرت خصوبة المتطفل *T. principium* بدرجات الحرارة، وكانت أعلى قيمة لها عند درجة الحرارة 23 °س، وانخفضت عند درجات الحرارة الأخفض والأعلى. وقد أمكن تمثيل العلاقة نظرياً بين درجة الحرارة (T) وخصوبة المتطفل خلال كامل حياته (F) عند متوسط عينات مجتمعات النوع *T. principium* بمنحنى من الدرجة الثانية (3) (شكل 1). وأمكن استنتاج معادلتي علاقة الارتباط (من الدرجة الثانية)، ما بين الخصوبة ودرجة الحرارة، وأعطيت بالعلاقة التالية:

$F = -0.38T^2+18.61T - 156.66$ (معامل التحديد) $R^2 =0.426$

أمكن نظرياً من خلال هذه العلاقة حساب درجة الحرارة المثلى (Optimum temperature) لنشاط الحشرة في وضع البيض أو الخصوبة وكانت 24.47 °س (أو في المجال ما بين

23.2 و25.8 °س)، والحد الحراري الأعلى للخصوبة (Maximum temperature) وكان 38.03 °س، والحد الحراري الأدنى للخصوبة (Minimum temperature) وكان 10.29°س. وتشكل هذه الحدود امتداداً نظرياً لمنحنى خصوبة الأنثى التي قد تكون عند الحد الحراري الأدنى متوقفة عن أي نشاط حياتي، وتموت قبل الوصول إلى الحد الحراري الأعلى.



شكل 1. العلاقة بين خصوبة أنثى المتطفل *T. principium* ودرجة الحرارة.

Fig. 1. Relationship between fecundity of *T. principium* and temperature.

2. نسبة خروج أفراد المتطفل الكاملة (البالغات)

أوضحت النتائج وجود اختلافات في نسبة خروج البالغات ما بين عينات مجتمعات النوع *T. principium* الثلاث المختبرة وعند درجات الحرارة المختلفة. سجلت فروق معنوية عند درجة الحرارة 18 °س ما بين نسب الخروج عند عينات المجتمعات الثلاث فكانت الأعلى عند S وأقل عند D وأقل عند R (جدول 1). بينما كانت نسبة الخروج على درجة الحرارة 28 ° س أعلى (بفروق معنوية) عند عينة المجتمع D مقارنة مع عينتي المجتمعين S و R. ولم تظهر اختلافات معنوية بين نسب الخروج عند درجتي الحرارة 23 و33 °س (جدول 1). بلغ متوسط نسبة الخروج لعينات المجتمعات الثلاث على درجتي الحرارة الوسطيتين 23و 28 °س أعلى قيمة له وكان في الحالتين 93% وانخفض عند درجات الحرارة المتطرفة 18و33 °س بفروق معنوية وكان على التوالي 84.5 و70.5%. لم تتغير نسبة خروج البالغات من بيوض العائل سواء من البيوض التي تتطفل عليها الأنثى في بداية حياتها أو مع تقدم عمرها.

3. النسبة الجنسية

تم حساب النسبة الجنسية في النسل الناتج من خصوبة اليوم الأول، واليوم السابع، وخلال كامل حياة الأنثى (جدول 1). وقد أوضحت النتائج أن نسبة الإناث كانت أعلى ما يمكن في النسل الناتج من البيوض الموضوعة في اليوم الأول، ثم انخفضت مع تقدم الأنثى بالعمر. وتزايدت نسبة الإناث من مجموع نسل الأنثى، عند العينات الثلاث للنوع *T. principium*، بفروق غير معنوية مع ارتفاع درجات الحرارة، من 18، 23 و 28°س ، بينما كانت أعلى بفروق معنوية عالية عند درجة 33 °س.

بشكل عام تزايد عدد الإناث في النسل عند درجات الحرارة المتوسطة 23و28 °س، وانخفض عند الدرجتين 18و33 °س.

ثانياً: تأثير درجات الحرارة في دورة حياة المتطفل

1. تأثير درجات الحرارة في طول فترات التطور من البيضة حتى المتطفل الكامل

أوضحت نتائج التحليل الإحصائي وجود علاقة ارتباط سلبية، ما بين درجة الحرارة وطول فترة تطور المتطفل، وكانت قيمة معامل الارتباط عند *T. principium* (R=-0.99). استغرق تطور المتطفل عند درجة الحرارة 18°س مدة 26-27 يوماً، وانخفضت هذه المدة عند ارتفاع درجات الحرارة إلى 23، 28 و 33°س لتبلغ 13، 9، و7 يوماً، على التوالي (جدول 1). لم تكن العلاقة ما بين درجة الحرارة وطول فترة التطور علاقة خطية، في حين كانت العلاقة ما بين درجة الحرارة وسرعة التطور، التي هي مقلوب فترة التطور، علاقة خطية. وقد تم التعبير عن علاقة الارتباط، بين طول فترة التطور (D) ودرجة الحرارة (T) بالمعادلة المعطاة في الجدول 2 (شكل 2).

وبدراسة كل مرحلة من مرحلتي التطور: مرحلة التطور من البيضة حتى طور ما قبل العذراء ومرحلة التطور من طور ما قبل العذراء حتى طور المتطفل البالغ، لوحظ أن المتطفل يستغرق للوصول إلى طور ما قبل العذراء، ثلث المدة الزمنية الكلية تقريباً اللازمة للتطور من البيضة حتى الطور البالغ، وذلك على جميع درجات الحرارة المختبرة. أظهرت النتائج وجود علاقة ارتباط سلبية، ما بين درجة الحرارة (T) وكل من مدة التطور من البيضة إلى ما قبل العذراء (D_1) (R= - 0.99)، ومدة التطور من طور ما قبل العذراء حتى الطور البالغ (D_2) (R=-0.98). وقد تم التعبير عن هاتين العلاقتين بالمعادلتين المبينتين في الجدول 2، (شكل 2).

وتأتي نتائج هذه الدراسة مطابقة لما سجلته دراسات سابقة عن وجود علاقة ارتباط سلبية ما بين درجة الحرارة وطول مراحل التطور عند أنواع أخرى من متطفلات التريكوغراما، مثل *T. cordubensis* (6، 10، 24)، والنوعين *T. distinctum* و *T. galloi* (16، 17)، والنوعين *T. cacoeciae* و *T. daumalae* (5)، والنوع *T. brassicae* (2، 20).

2. عتبة التطور الحرارية الدنيا (T_0) والثابت الحراري (K)

حسبت عتبة التطور الحرارية الدنيا والثابت الحراري لمرحلتي التطور، من طور البيضة حتى طور ما قبل العذراء، ومن طور ما قبل العذراء إلى طور المتطفل البالغ حسب Frederick وآخرون (9).

يزداد معدل تطور المتطفل (D^{-1}) خطياً مع ارتفاع درجات الحرارة (T) ضمن المجال الحراري المختبر 18–33 °س (شكل 2). كما يزداد معدل التطور في كل مرحلة من مراحل التطور المختبرة بارتفاع درجات الحرارة وفقاً للمعادلات المذكورة. تشير قيم معاملات التحديد أن تغيرات المدة الزمنية للتطور عند النوع *T. principium* كانت متغيرة تبعاً لتغير الحرارة (جدول 2).

ثالثاً: تأثير الحرارة في طول عمر الحشرة الكاملة

1. طول عمر الأنثى

أوضحت النتائج عدم وجود اختلافات معنوية ما بين متوسطات طول عمر الإناث في العينات الثلاث D و S وR المختبرة. يتناقص طول عمر الأنثى مع ارتفاع درجة الحرارة من 18، 23، 28 °س بفروق معنوية عالية، وكان على التوالي 23.6، 17.7، 7.4 يوماً. بينما لم يسجل أي فرق معنوي في طول عمر الأنثى عند درجتي الحرارة 28 و33°س، وكان عند 33°س يساوي 5.2 يوماً (جدول 1). أوضحت الدراسة وجود علاقة ارتباط سلبية (R=-0.997) ما بين طول عمر أنثى المتطفل *T. principium* (L_f) ودرجة الحرارة (T)، ويمكن التعبير عن علاقة الارتباط بالمعادلة التالية:

$$L_f = -1.31\ T + 46.85$$

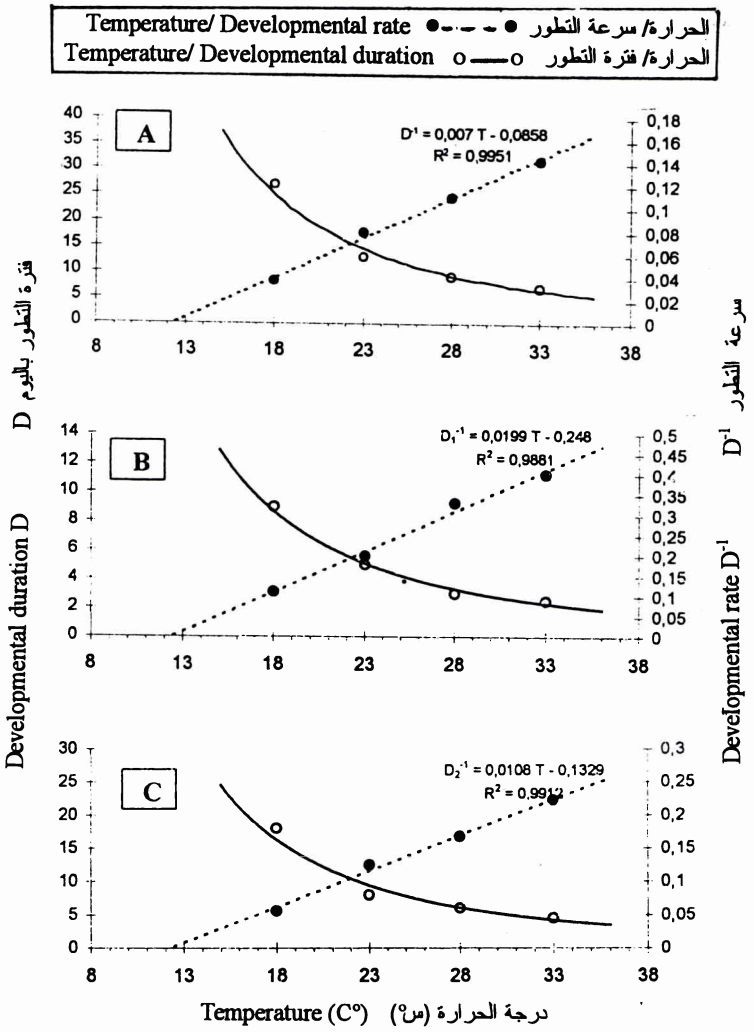
وقد أمكن استنتاج الحد الحراري الأعلى النظري لبقاء المتطفل الكامل للنوع *T. principium* على قيد الحياة، وكان 35.76 °س (شكل 3).

2. طول عمر الذكر

أوضحت النتائج عدم وجود اختلافات معنوية ما بين متوسطات طول عمر الذكور في العينات الثلاث D و S وR المختبرة، عدا أنه على درجة الحرارة 18 °س، كان طول عمر الذكر من العينة R، أقصر مما هو عليه في العينتين S و D (بفروق معنوية). وأيضاً على درجة الحرارة 23 °س، كان طول عمر الذكر عند العينة D، أقصر مما هو عليه في السلالتين S و R (بفروق معنوية). يتناقص طول عمر الذكر مع ارتفاع درجة الحرارة من 18، 23، 28، 33 °س (بفروق معنوية عالية). وكان يساوي بالمتوسط 11.4، 6.4، 3.4 و 2.1 يوماً، على التوالي (جدول 1). أوضحت الدراسة وجود علاقة ارتباط سلبية ما بين طول عمر ذكر المتطفل *T. principium* (L_m) ودرجة الحرارة (T) و (R=-0.997)، ويمكن التعبير عن علاقة الارتباط بالمعادلة التالية:

$$L_m = 43869\ T^{-2.84}$$

وبينت الدراسة أيضاً أن طول عمر الذكر كان أقل من النصف بالمقارنة مع طول عمر الأنثى، وذلك عند جميع درجات الحرارة المختبرة (شكل 3).



شكل 2. العلاقة بين درجات الحرارة T وطول فترات التطور D وسرعة التطور خلال هذه المرحلة D^{-1} ، ويبين عتبات التطور الحرارية الدنيا T_0 . وذلك عند المتطفل تريكوغراما *T. principium* خلال فترات التطور؛ (A) بيضة–بالغ، (B) بيضة–ماقبل العذراء، و (C) ماقبل العذراء–بالغ.

Fig. 2. Developmental periods in relation to temperature (T) and developmental rate (D^{-1}) for *T. principium*, showing lowest thermal development thresholds (T_0), during the three stages; (A) egg-adult, (B) egg – pre-pupa, and (C) pre-pupa–adult .

المناقشة

عند دراسة تأثير درجة الحرارة في بعض الصفات الحياتية للمتطفل *T. principium* سجلت بعض الاختلافات في الصفات الحياتية بين عينات مجتمعات المتطفل الثلاث المختبرة. كما عرفت من خلال هذه الدراسة أهم الصفات الحياتية لمجتمعات المتطفل *T. principium* المحلي عند درجات حرارة مختلفة، وبذلك يمكن الإفادة من النتائج في وضع برنامج للتربية المختبرية المكثفة لهذا المتطفل.

جدول 2. العلاقات ما بين معدل التطور (D^{-1}) عند *T. principium*، ودرجة الحرارة (T)، ومعاملات التحديد (R^2)، وعتبة التطور الحرارية الدنيا (T_0)، والثابت الحراري للتطور (K).

Table 2. Relationship between developmental rate (D^{-1}) of *T. principium* and temperature (T), Coefficient of determination (R^2), lowest thermal development Threshold (T_0) and Temperature constant (K).

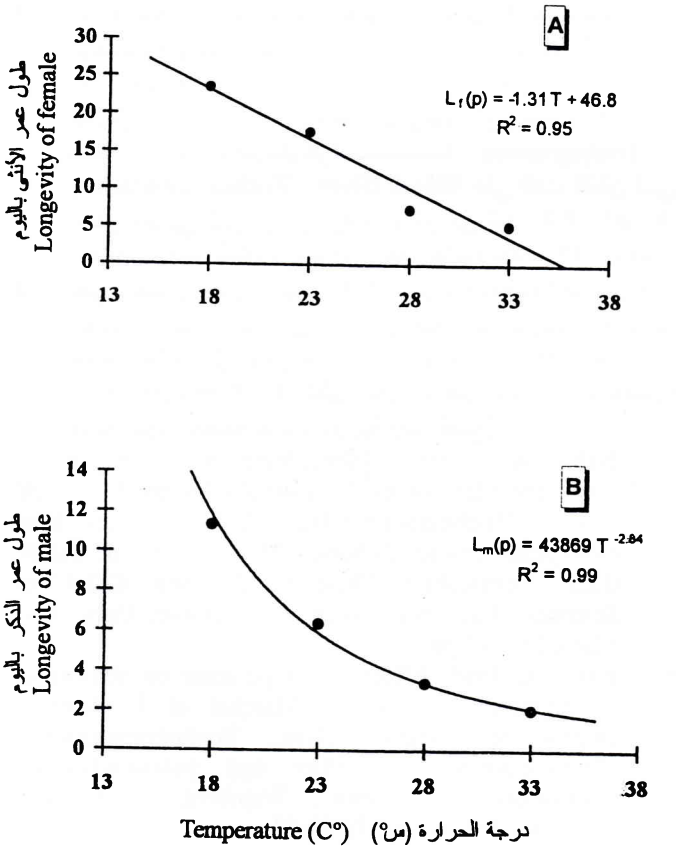
مرحلة التطور Developmental stage	علاقة الارتباط الخطي Liner relation ($T \sim D^{-1}$)	معامل التحديد R^2	عتبة التطور (°س) (°C) T_0	K (درجة-يوم) المتوسط ± الانحراف المعياري SD±Mean
بيضة – قبل العذراء egg – pre-pupa	D_1^{-1}=0.02T-0.249	0.986	12.45	2.6±50.18
قبل العذراء – متطفل بالغ pre-pupa-adult	D_2^{-1}=0.01T-0.133	0.991	12.31	6.91±93.79
بيضة – متطفل بالغ egg – adult	D^{-1}=0.007T-0.086	0.995	12.26	6.8±145.36

تقع درجة الحرارة المثالية للخصوبة بين 23.2 و25.8 °س، ويمكن اعتبارها الظروف المثالية لتربية المتطفل وإكثاره. إن رفع أو تخفيض درجة الحرارة تمكن من تقصير أو إطالة فترة تطور المتطفل أو طول عمر البالغات حسب المعادلات السالفة الذكر، شريطة أن تبقى الحرارة ضمن المجال 12.3و35.8 °س، إذ تتوقف الأنثى عن وضع البيض عند درجات الحرارة الأدنى، وتموت البالغات عند درجات الحرارة الأعلى. يمكن إيقاف تطور المتطفل وإجباره على الدخول في حالة توقف عن النمو وتخزينه عند درجة حرارة أدنى من عتبة التطور الدنيا (أقل من 12.26°س). كما يمكن التحكم بطول فترة الحياة بحساب عدد الوحدات الحرارية التي خضع لها المتطفل وعدد الوحدات الحرارية التي يحتاجها لإتمام تطوره (مجموع الوحدات الحرارية اللازمة لكامل فترة التطور تعادل 145.4 درجة-يوم).

أظهرت الدراسة أن تحمل المتطفل لدرجات الحرارة العالية يفوق ما هو موجود عند أنواع أخرى مثل النوع *T. brassicae* المستخدم عالمياً على نطاق واسع لمكافحة حفار ساق الذرة الأوربي (*Ostrinia nubilalis* Hubn.)، إذ أظهرت دراسات سابقة (2، 3) أن المدى الحراري للخصوبة عند هذا الأخير يقع في المجال ما بين 8.2 و32.8 °س، كما ويموت المتطفل البالغ من هذا النوع عند درجة الحرارة 32.7 ° س وهذا أقل مما هو عند النوع *T. principium*.

تتفق النتائج المتحصل عليها من دراسة تأثير درجات الحرارة في خصوبة المتطفل *T. principium* مع نتائج مشابهة لدراسات سابقة على النوع *T. brassicae* (2، 3، 18، 19، 20، 24)، وعلى أنواع أخرى من التريكوغراما مثل *T. cordubensis* (6، 10)، *T. cacoeciae* (21، 24)، *T. buesi* (24)، *T. daumalae* و*T. galloi* (6، 7، 11، 12، 16)، *T. pretiosum* (12).

كما أن نسبة خروج الأفراد الكاملة عند هذا النوع على درجات الحرارة العالية تبقى أعلى من تلك المسجلة عند النوع *T. brassicae* الذي تنخفض نسبة خروج الأفراد الكاملة عنده على درجة الحرارة 33 °س إلى 8% مقارنة مع 70% عند *T. principium* (3). أظهرت دراسات أخرى انخفاض نسبة خروج الأفراد الكاملة على درجات الحرارة المرتفعة عند أنواع أخرى من متطفلات التريكوغراما مثل النوع *T. cordubensis* (6، 10)، والنوعين *T. cacoeciae* و *T. daumalae* (5).



شكل 3. العلاقة بين طول فترة حياة المتطفل البالغ L ودرجات الحرارة T عند النوع *T. principium*، (A) الأنثى، و(B) الذكر.

Fig. 3. Relationship between longevity of *T. principium* and temperature; (A) female, and (B) male.

يزيد ارتفاع درجة الحرارة من نسبة الإناث في الجيل، وقد يعود ذلك إلى أن انخفاض الحرارة يزيد من طول فترة حياة الأنثى، ومع تقدمها في العمر واستمرارها بوضع البيض تنفد النطاف الذكرية في مجمع النطاف عند الأنثى، وهذا يدل على حاجة الأنثى للتلقيح لأكثر من مرة خلال حياتها. إن وجود علاقة ارتباط سلبية، بين درجة الحرارة وطول فترة التطور، وكذلك بين درجة الحرارة وطول عمر المتطفل البالغ *T. principium* قد سجل ما يشابهها عند أنواع أخرى في دراسات سابقة عند المتطفل *T. cacoeciae* و *T. daumalae* (5)، *T. distinctum* و *T. galloi* (17)، و *T. cordubensis* (10). ويمكن أن يعزى زيادة طول دورة الحياة من البيضة حتى المتطفل البالغ، وكذلك زيادة طول عمر المتطفل البالغ مع درجة الحرارة إلى انخفاض سرعة العمليات الاستقلابية عند درجات الحرارة الباردة. إن طول عمر الذكر كان أقل من نصف طول عمر الأنثى عند درجات الحرارة المختبرة، وتتشابه هذه النتيجة مع ما وجد عند المتطفل *T. daumalae* (5).

أخيرا، تفيد نتائج هذه الدراسة في معرفة الشروط المثلى للتربية المخبرية المكثفة للمتطفل *T. principium* لاستخدامه لاحقا في برامج المكافحة الحيوية لديدان جوز القطن في سورية. أظهرت الدراسة تأقلم المتطفل *T. principium* على درجات حرارة مرتفعة وهذا يمكن أن يعطي فرصة نجاح أكبر للمتطفل حين استخدامه في الحقول.

Abstract

Babi, A. and M. Al-Nabhan. 1998. Effect of Temperatures on Some Biological Characteristics of the Syrian Populations of *Trichogramma principium* Sugonyaev & Sorokina (Hym., Trichogrammatidae). Arab J. Pl. Prot. 16(2): 66-73.

In the present work, the biological characteristics of three *T. principium* parasitoid populations originating from *Earias insulana* eggs in Syrian cotton fields (in Aleppo, Raqqa and Deir Ez-Zor) were studied. Rearing on *Ephestia kuehniella* eggs was performed under different controlled conditions : temperatures of 18, 23, 28 and 33°C, relative humidity between 70 and 75%, and L:D 16:8. The mean fecundity at 23°C during the first 24 hours was 23.4±2.1 eggs with a total fecundity of 85.7±3.7 eggs. The estimated optimal temperature for fecundity was 24.5°C. Temperature and food effects on adult longevity were investigated. The relation between temperature and development duration best fitted with $D\ (days)=15.436t^{-2.223}(°C)$ in *T. principium*. Minimum and maximum developmental thresholds were 12.3 and 35.8°C.

Key words: Hymenoptera, Trichogrammatidae, *Trichogramma principium*, biological characters, development threshold, optimum development.

المراجع

1. **السبع النجار، خالد وحسن محمود غزال.** 1982. أساسيات الإحصاء وتصميم التجارب، منشورات جامعة حلب، 388 صفحة.
2. **النبهان، منير.** 1998. دراسة بيولوجية وتصنيفية لأنواع متطفلات التريكوغراما *Trichogramma* (Hym.,: Trichogrammatidae) المتطفلة على آفات القطن في القطر العربي السوري. رسالة ماجستير في الهندسة الزراعية، تخصص وقاية النبات، كلية الزراعة، جامعة حلب، 147 صفحة.
3. **بابي، عدنان منير النبهان.** 1998. دراسة مقارنة لتأثير درجات الحرارة الثابتة على بعض الصفات البيولوجية عند متطفلات التريكوغراما *Trichogramma brassicae* و *T. principium* I- تأثير الحرارة على تكاثر المتطفل، مجلة بحوث جامعة حلب، سورية (قيد الطبع).
4. **Babi, A.** 1990. Bioécologie de *Trichogramma cacoeciae* Marchal et *T. daumalae* Dugast & Voegelé (Hym., Trichogrammatidae). Utilisation en lutte biologique contre *Lobesia botrana* Den. & Schiff. (Lep., Tortricidae). Thèse de Doctorat d'Etat ' es Sciences. Fac. Sci. Tech. St. Jérome, Univ. Aix-Marseille, 143 pp.
5. **Babi, A.** 1995. Effect of temperature on strainss of *Trichogramma cacoeciae* Marchal et *T. daumala* Dugast & Voegelé (Hym., Trichogrammatidae). "Trichogramma and other egg parasitoids, 4th International Symposium", Wajnberg E. (eds.). Les Colloques de l'INRA , 73:59-63.
6. **Cabello, T. and P. Vargas.** 1988. The effect of temperature on the bionomics of *Trichogramma cordubensis* (Hym., Trichogrammatidae). "Trichogramma and other egg parasitoids, 2nd International Symposium", Voegelé J., J. Waage and J. Van Lenteren (eds.). Les Colloques de l'INRA, 43:155-164.
7. **Calvin, D. , M. Knapp, S. Welch, F. Poston and R. Elzinga.** 1984. Impact of environmental factors on *Trichogramma pretiosum* reared on Southwestern corn borer eggs. Environ. Entomol. 13(3):774-780.
8. **Ferriera, L.** 1980. *Mythimna unipuncta* Haw. (Lep., Noctuidae). Recherche d'un *Trichogramma* (Hym., Trichogrammatidae) adapté a cet hote . Thése 3émé cycle, Univ. Aix- Marsieille, 117 pp .
9. **Frederick, L., Jon Petitt, C. Allen and S. Barfield Carl.** 1991. Degree-Day model for vegetable leafminer (Dip., Agromyzidae) phenology. Environ. Entomol. 20(4):1134-1140.
10. **Garcia, P. and J. Tavares.** 1995. Parasitic capacity, longevity, and development of *Trichogramma cordubensis* (Hym., Trichogrammatidae) at three temperature regions ."Trichogramma and other egg parasitoids, 4th International Symposium". Wajnberg E. (eds.). Les Colloques de l' INRA 73:71-74 .
11. **Gou, X.Q.** 1988. Bionomics of *Trichogramma ostriniae* Pet Chen. "Trichogramma and other parasitoids, 2nd International Symposium". Voegelé J., J. Waage and J. Van Lenteren (eds.). Les Colloques de l'INRA, 43:191-195.
12. **Grille, G. and C. Basso.** 1995. Biology, thermal requirements and performance of *Trichogramma pretiosum* Riley. and *T. galloi* Zucchi under laboratory conditions. "Trichogramma and other egg parasitoids , 4th International Symposium". Wajnberg E. (eds.). Les Colloques de l' INRA. 73:79 - 82.

References

13. **Jardak, T.** 1980. Etudes bio-écologiques de *Prays oleae* Bern. (Lepidoptera, Hyponomeutidae) et de ses parasites Oophages du genre *Trichogramma* (Hymenoptera, Trichogrammatidae): Essais d'utilisation en lutte biologique. Thèse 3ème cycle, Univ. Aix-Marseille, 160 pp.
14. **Nagarkatti, S. and H. Nagaraja.** 1978. Experimental comparison of laboratory reared in wild-type *Trichogramma confusum* (Hym., Trichogrammatidae). I. Fertility, fecundity and longevity. Entomophaga, 23(2):129-136.
15. **Pak, G. and E. Oatman.** 1982. Comparative life table, behavior and competition studies of *Trichogramma brevicapillum* and *T. pretiosum*. Entomol. exp. appl. 32:68-79.
16. **Parra, J.R.P. and JR.O. Sales.** 1995. Biology of *Trichogramma galloi* Zucchi reared on natural and factidious hosts under different temperatures and relative humidities. "Trichogramma and other egg parasitoids, 4th International Symposium". Wajnberg E. (eds.). Les Colloques de l'INRA 73:95–99.
17. **Parra, J.R.P., R.A. Zucchi, S. Silveira Neto and M.L. Haddad.** 1991. Biology and thermal requirements of *Trichogramma galloi* Zucchi and *T. distinctum* Zucchi, on two alternative hosts. "Trichogramma and other egg parasitoids, 3rd International Symposium". Wajnberg E. & E.B. Vinson (eds.). Les Colloques de l'INRA, 56:81-84.
18. **Pintureau, B., M. Babault and J. Voegelé.** 1981. Etude de quelques facteurs de variation de la fécondité chez *T. maidis* Pintureau et Voegele (Hym., Trichogrammatidae). Agronomie, 1(4):315-322.
19. **Russo, J. and J. Voegelé.** 1982. a - Influence de la température sur quatre espèces de Trichogrammes (Hym., Trichogrammatidae) parasites de la pyrale du maïs, *Ostrinia nubilalis* Hübn. (Lep., Pyralidae). I- Développement préimaginal. Agronomie, 2(6):509-516.
20. **Russo, J. and J. Voegelé.** 1982. b-Influence de la température sur quatre espèces de Trichogrammes (Hym., Trichogrammatidae) parasites de la pyrale du maïs, *Ostrinia nubilalis* Hübn. (Lep., Pyralidae). II- Reproduction et survie. Agronomie, 2(6):517-524.
21. **Savescu, A.** 1965. Constantele Dezvoltarii Insectelor Polivoltine Si importanta lor pentru Teoria Si Practica Protectiei Plantelor. An. Inst. Cercet. Prot. Plant., 3:289–304.
22. **Snedecor, W. Georges et William G. Cochran.** 1957. Méthodes statisiques. The Iowa State University Press Ames, Iowa , USA. 649 pp.
23. **Stem, P. and H. Elmosa.** 1990. The role of predators and parasites in controlling population of *Earias insulana*, *Heliothes armigera* and *Bemisia tabaci* on cotton in Syrian Arab Repuplic. Entomophaga, 35(3):315.
24. **Tavares, J.** 1985. Etude comparée de trois espèces de Trichogrammes: *T. maidis* Pintureau et Voegelé, *T. buesi* Voegelé et *T. embryophagum* Hartig (Hym., Trichogrammatidae). Thèse Docteur-ingénieur, Univ. Aix-Marseille, 122 pp.