

Life table parameters of red scale insect *Aonidiella aurantii* Maskell, 1879 on Lemon fruits in the laboratory

Dr.Ali Ramadhane*
Dr.Nabil Abo Kaf**
Dr.Mohamad Kheir Mohamad***
Ola Najmeh****

(Received 6 / 11 / 2023. Accepted 2 / 4 / 2024)

□ ABSTRACT □

The red scale insect *Aonidiella aurantii* Maskell, 1879 (Hemiptera: Diaspididae), is a worldwide pest, and one of the most important pests infesting citrus in Syria. Life table parameters of this insect were studied in the general insect laboratory at the Faculty of Agricultural Engineering at Tishreen University, under conditions of $25\pm 1^{\circ}\text{C}$ temperature, $65\pm 5\%$ relative humidity and (16L:8D) lighting by using the TWOSEX-MSChart program. Results showed the values of the following parameters: the Intrinsic rate of increase (r) was 0.06 ± 0.007 female/female/day, Finite rate of increase (λ) was 1.06 ± 0.01 day, Net reproductive rate (R_0) was 30.51 ± 9.56 female/female/generation, Generation time (T) was 54.69 ± 0.86 days, Gross reproduction rate (GRR) was 206.75 ± 24.98 individuals/offspring, Doubling time (DT) was 11.08 days. The mean of Adult Pre-oviposition period of female adult was 6.22 ± 0.4 days, total pre-oviposition period of female adult was 38.22 ± 0.91 days, Fecundity (F) was 271.22 ± 10.39 eggs/female. Total developmental period of Immature stages was 32.39 ± 0.54 days for female and 24.06 ± 0.37 days for male. The results also showed that the mean longevity of female was 66.61 ± 2.8 days, while the mean longevity of male was 25.06 ± 0.37 days. These parameters are essential for studying insect ecology and using them in prediction programs in the future of this pest.

Keywords: Red scale insect, *Aonidiella aurantii*, Life table, Citrus insects.

Copyright



:Tishreen University journal-Syria, The authors retain the copyright under a CC BY-NC-SA 04

* Professor, Department of Plant Protection, Faculty of Agricultural Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria. dr.aliramadan10@gmail.com

** Professor, Department of Plant Protection, Faculty of Agricultural Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria nabil.abokaf@tishreen.edu.sy

*** Assistant Professor, Department of Design and Production Engineering, Faculty of Mechanical and Electrical Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria. mohamadkheir.mohamad@tishreen.edu.sy

**** Postgraduate student,(PhD)- Department of Plant Protection, Faculty of Agricultural Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria. olaadnannajmeh@tishreen.edu.sy

مؤشرات جداول حياة الحشرة القشرية الحمراء *Aonidiella aurantii* Maskell, 1879 على ثمار الليمون مخبرياً

د. علي رمضان*

د. نبيل أبو كف**

د. محمد خير محمد***


علا نجمه****

(تاريخ الإيداع 6 / 11 / 2023. قبل للنشر في 2 / 4 / 2024)

□ ملخص □

الحشرة القشرية الحمراء *Aonidiella aurantii* Maskell, 1879 (Hemiptera: Diaspididae) آفة عالمية الانتشار، وهي من أهم الآفات التي تصيب الحمضيات في سورية. دُرست مؤشرات جداول حياة الحشرة في مختبر الحشرات العامة بكلية الهندسة الزراعية في جامعة تشرين، تحت شروط درجة حرارة $25 \pm 1^\circ$ ورطوبة نسبية $65 \pm 5\%$ وإضاءة (16 ضوء:8 ظلام) ساعة وذلك باستخدام برنامج TWOSEX-MSChart. أظهرت النتائج أن قيم معدل الزيادة الفعلي (r) كانت 0.007 ± 0.06 أنثى/أنثى/يوم، ومعدل الزيادة النهائي (λ) 1.06 ± 0.01 يوم، ومعدل التكاثر الصافي (R_0) 9.65 ± 30.51 أنثى/أنثى/جيل، ومتوسط مدة الجيل (T) 54.69 ± 0.86 يوم، ومعدل التكاثر الإجمالي (GRR) 24.98 ± 206.75 فرد/جيل، والمدة اللازمة لتضاعف الجماعة (DT) 11.08 يوم. وبلغ متوسط فترة ما قبل وضع البيض للإناث ($APOP$) 6.22 ± 0.4 يوم، ومتوسط فترة ما قبل وضع البيض الكلية ($TPOP$) 38.22 ± 0.91 يوم، ومتوسط خصوبة الأنثى 10.39 ± 271.22 حورية/أنثى. وبلغ متوسط إجمالي مدة الأطوار غير الكاملة للأنثى 32.39 ± 0.54 يوم، وللذكر 24.06 ± 0.37 يوم. كما أظهرت النتائج أن متوسط طول عمر الأنثى 66.61 ± 2.8 بلغ $Longevity$ of female بينما بلغ متوسط طول عمر الذكر $Longevity$ of male 25.06 ± 0.37 يوم. تعد هذه المؤشرات أساسية لدراسة بيئة المجتمع الحشري واستخدامها في برامج التنبؤ بمستقبل الآفة.

الكلمات المفتاحية: الحشرة القشرية الحمراء، *Aonidiella aurantii*، جداول الحياة، حشرات الحمضيات.

حقوق النشر : مجلة جامعة تشرين - سورية، يحتفظ المؤلفون بحقوق النشر بموجب الترخيص 

CC BY-NC-SA 04

*أستاذ، قسم وقاية النبات، كلية الهندسة الزراعية، جامعة تشرين، اللاذقية، سورية dr.aliramadan10@gmail.com

**أستاذ، قسم وقاية النبات، كلية الهندسة الزراعية، جامعة تشرين، اللاذقية، سورية nabil.abokaf@tishreen.edu.sy

***مدرس، قسم هندسة التصميم والإنتاج، كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية، جامعة تشرين، اللاذقية، سورية

mohamadkheir.mohamad@tishreen.edu.sy

****طالبة دكتوراه، قسم وقاية النبات، كلية الهندسة الزراعية، جامعة تشرين، اللاذقية، سورية olaadnannajmeh@tishreen.edu.sy

مقدمة:

تتعرض شجرة الحمضيات للإصابة بعدديد من الآفات، وتعد الحشرة القشرية الحمراء *Aonidiella aurantii* Maskell, 1879 (Hemiptera: Diaspididae) إحدى أهم هذه الآفات ليس فقط في سورية، بل في منطقة حوض البحر المتوسط (Tena and Garcia-Mari, 2011)، وهي حشرة متعددة العوائل، تصيب نباتات تتبع حوالي 77 عائلة نباتية، منها: الحمضيات *Citrus*، الخرنوب *Ceratonia*، الكينا *Eucalyptus*، الجوز *Juglans*، الغار *Laurus*، المانجو *Mangifera*، الزيتون *Olea*، الإجاص *Pyrus* والورد *Rosa* (Smith et al., 1997; Hill, 2008; Alford, 2014). تهاجم الحشرة جميع الأجزاء الهوائية للشجرة وخاصة الثمار والأوراق والأفرع الصغيرة. وتعود الأهمية الاقتصادية للحشرة إلى تخفيض القيمة التسويقية للثمار المصابة (Steve, 2012; Alford, 2014). ونظراً لأهمية الضرر الذي تحدثه الحشرة القشرية الحمراء *A. aurantii* على أشجار الحمضيات وصعوبة مكافحتها كان لا بد من تصميم برامج للتعويض بنمو مجتمع الآفة الأمر الذي يساعد في اختيار استراتيجية المكافحة المناسبة. إن تصميم هذه البرامج يتطلب معلومات بيولوجية دقيقة والتي يمكن الحصول عليها من خلال دراسة جداول الحياة والتي تعد طريقة هامة لدراسة وفهم بيئة المجتمعات الحشرية، حيث أنها تعطي معلومات متكاملة ودقيقة لأهم المؤشرات الحياتية لمجتمع الآفة على عوائلها النباتية (Chi, 1990; Carey, 1993)، ضمن ظروف بيئية مختلفة (Ning et al., 2017). هدف هذا البحث إلى دراسة المؤشرات البيولوجية للحشرة القشرية الحمراء على ثمار الليمون باستخدام جداول الحياة age-stage, two-sex ضمن ظروف محكمة عند درجة حرارة 1 ± 25 س° ورطوبة نسبية $5 \pm 65\%$ وإضاءة (D8:L16) ساعة.

طرائق البحث و مواد:**تربية الحشرة:**

استخدمت ثمار الليمون *Citrus limon* L. لتربية أفراد الحشرة القشرية الحمراء *A. aurantii* بعد تغطية حوالي ثلثي الثمرة بطبقة من شمع البرافين Paraffin wax وترك الثلث المتبقي دون تغطية. جُمعت الأجزاء النباتية المصابة بالحشرة من عدة بساتين حمضيات تابعة لمنطقتي اللاذقية والحفة. ونُقلت الحوريات حديثة الوضع إلى ثمار الليمون المجهزة مسبقاً، ووضعت ضمن ظروف المختبر للحصول على عدة أجيال للحشرة لاستخدامها في التجارب اللاحقة.

جداول الحياة Life tables:

تم نقل 100 حورية حديثة الوضع (crawler) إلى ثمار الليمون المجهزة بطبقة الشمع بمعدل حورية واحدة/ثمرة. وُضعت الثمار ضمن عبوات بلاستيكية قطرها مناسب لحجم الثمار ومزودة بشبك ناعم، وذلك ضمن ظروف محكمة عند درجة حرارة 1 ± 25 س° ورطوبة نسبية $5 \pm 65\%$ وإضاءة (D8:L16) ساعة. تمت مراقبة الثمار بشكل يومي لتسجيل البيانات المتعلقة بمدة كل طور من أطوار الحشرة ومن ثم دراسة المؤشرات البيولوجية ومؤشرات مجتمع الآفة Life history parameters. ولدراسة الخصوبة Fecundity، وضعت الذكور بعد خروجها من طور العذراء مع الإناث البالغة لمدة 24 ساعة للتزاوج، ثم تمت مراقبة الإناث لوضع الحوريات وأحيطت بشريط دائري لاصق 3M وذلك لحجز الحوريات، واستُبدل الشريط اللاصق يومياً لمعرفة عدد الحوريات التي تضعها الأنثى خلال فترة حياتها.

التحليل الإحصائي:

تم تحليل البيانات الخاصة بجداول الحياة التي تعتمد الجنسين والعمر والمرحلة age-stage, two-sex life table باستخدام البرنامج TWosex-MS Chart المتاح على الموقع الإلكتروني (Chi and Liu, 1985; Chi, 1988) وأخر زيارة بتاريخ 2023/1/4. وقد حُسبت المؤشرات الحياتية التالية: معدل الحياتية المرتبط بالعمر والمرحلة (S_{xj})، الخصوبة المرتبطة بالعمر والمرحلة (f_{xj})، معدل الحياتية المرتبط بالعمر (lx)، والخصوبة المرتبطة بالعمر (m_x)، ومؤشرات المجتمع التالية: معدل الزيادة الفعلية (r)، المعدل النهائي للزيادة (λ)، معدل التكاثر الصافي (R_0)، متوسط طول مدة الجيل (T)، وذلك عن طريق المعادلات التالية:

معدل الحياتية المرتبط بالعمر Age-specific survival rate (Chi and Liu, 1985):

$$lx = \sum_{j=1}^k Sxj \text{ حيث أن } k: \text{ عدد المراحل}$$

معدل الخصوبة المرتبطة بالعمر Age-specific fecundity (Chi and Liu, 1985):

$$m_x = \frac{\sum_{j=1}^k Sxjfx}{\sum_{j=1}^k Sxj}$$

معدل الزيادة الفعلية Intrinsic rate of increase (r) بدءاً من العمر 0 (Goodman, 1982):

$$\sum_{x=0}^1 e^{-r(x+1)} lx \cdot m_x = 1$$

المعدل النهائي للزيادة finite rate of increase $\lambda = e^r$

معدل التعويض الصافي Net reproductive rate $R_0 = \sum_{x=0}^{\infty} lx \cdot m_x$

متوسط مدة الجيل Mean generation time $T = \frac{\ln R_0}{r}$

قُدرت قيمة الخطأ القياسي Standard errors للمؤشرات المدروسة باستخدام تقنية Bootstrap (Hung and Chi, 2012).

النتائج والمناقشة:

مدة التطور Development period:

بلغ عدد الأفراد 100 حورية حديثة الوضع، نجح منها 80 حورية في التثبيت على ثمار الليمون *Citrus limon* L. وتمايز منها 17 ذكر و18 أنثى (9 إناث منها غير متزاوجة لم تضع حوريات) ضمن ظروف التجربة المذكورة سابقاً. بلغ متوسط مدة تطور عمر الحورية الأول (N_1) 0.12 ± 11.17 يوم، وعمر الحورية الثاني للأنثى (N_2f) 0.18 ± 9.7 يوم، بينما بلغ عمر الحورية الثاني للذكر (N_2m) 0.16 ± 5.2 يوم، وعمر الحورية الثالث للأنثى (N_3) 0.41 ± 11.8 يوم، وطور العذراء للذكر (P) 0.28 ± 7.3 يوم. بلغ متوسط إجمالي مدة الأطوار غير الكاملة للأنثى 0.54 ± 32.4 يوم وللذكر 0.36 ± 24.1 يوم. كما أظهرت النتائج أن متوسط طول عمر الأنثى Longevity of female كان 2.8 ± 66.6 يوم، بينما كان متوسط طول عمر الذكر Longevity of male 0.37 ± 25.1 يوم جدول (1).

أشار Badary و Abd-Rabou (2010) في دراسة بيولوجيا الحشرة القشرية الحمراء على عدة عوائل عند درجات حرارة مختلفة، إلى أن مدة تطور الأعمار الحورية الثلاثة للحشرة بلغت على الحمضيات *Citrus* 0.61 ± 16.9 يوم، وعلى النين *Ficus nitida* 2.67 ± 20.8 يوم وعلى المانجو *Mango* 2.65 ± 27.7 يوم عند درجة حرارة 30 س°. كما أشار Vanaclocha وآخرون (2012) في دراسة لتأثير استخدام فرمونات تشويش التزاوج Mating disruption لتطبيقها في مكافحة الحيوية (البيولوجية) للحشرة إلى أن مدة تطور المراحل غير الكاملة للأنثى N_1-N_3 بلغت

0.2±26.16 يوم، بينما كان متوسط مدة تطور مرحلة ما قبل العذراء والعذراء للذكر 0.15±8.22 يوم عند درجة حرارة 1±25 س° ورطوبة نسبية 5±65% وإضاءة (D8:L16) ساعة. ويعود الاختلاف في مدة التطور للأعمار المختلفة للحشرة القشرية إلى الاختلاف في درجات الحرارة والعائل النباتي المستخدم في التجربة.

الجدول (1) مدة التطور (Mean±SE) للمراحل العمرية للحشرة القشرية الحمراء *A. aurantii* على ثمار الليمون على درجة حرارة 1±25 س° ورطوبة نسبية 5±65% وإضاءة (D8:L16) ساعة

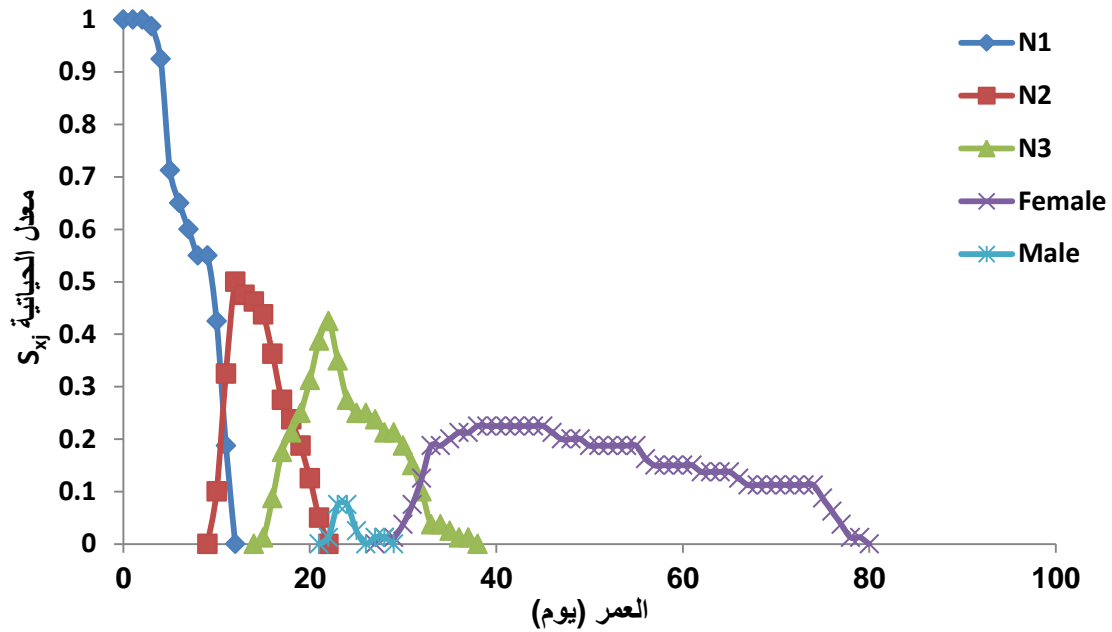
| العدد N | مدة التطور (يوم) Development time (Day) (X±SE) | المرحلة Stage |
|------------|--|--|
| 18 | 0.17±10.8 | عمر الحورية الأول للأنتى N _{1f} |
| 17 | 0.15±11.5 | عمر الحورية الأول للذكر N _{1m} |
| 18 | 0.18±9.7 | عمر الحورية الثاني للأنتى N _{2f} |
| 17 | 0.16±5.2 | عمر الحورية الثاني للذكر N _{2m} |
| 18 | 0.41±11.8 | عمر الحورية الثالث للأنتى N ₃ |
| 17 | 0.28±7.3 | مرحلة العذراء للذكر P |
| 18 | 0.54±32.4 | إجمالي مدة الأطوار غير الكاملة للأنتى |
| 17 | 0.36±24.1 | إجمالي مدة الأطوار غير الكاملة للذكر |
| 18 | 2.8±66.6 | متوسط طول عمر الأنتى Longevity |
| 17 | 0.37±25.1 | متوسط طول عمر الذكر Longevity |
| 9 | 0.4±6.2 | فترة ما قبل وضع البيض للإناث (APOP) |
| 9 | 0.91±38.2 | فترة ما قبل وضع البيض الكلية للإناث (TPOP) |
| 9 | 10.39±271.2 | الخصوبة (F) Fecundity |

معدل الحياتية المرتبط بالعمر والمرحلة (S_{xj}): The age-stage specific survival rate

يعبر معدل الحياتية المرتبط بالعمر والمرحلة (S_{xj}) عن احتمالية أن يصل الفرد الموضوع حديثاً إلى العمر X والمرحلة j، حيث بلغت احتمالية وصول الحورية إلى العمر الحوري الثالث 42.5%، بينما بلغت احتمالية وصول الحورية إلى طور الأنتى البالغة 22.5% التي بدأت في اليوم 27 وانتهت في اليوم 80 أي أنها احتاجت 53 يوم لإكمال نموها كما هو موضح في الشكل (1).

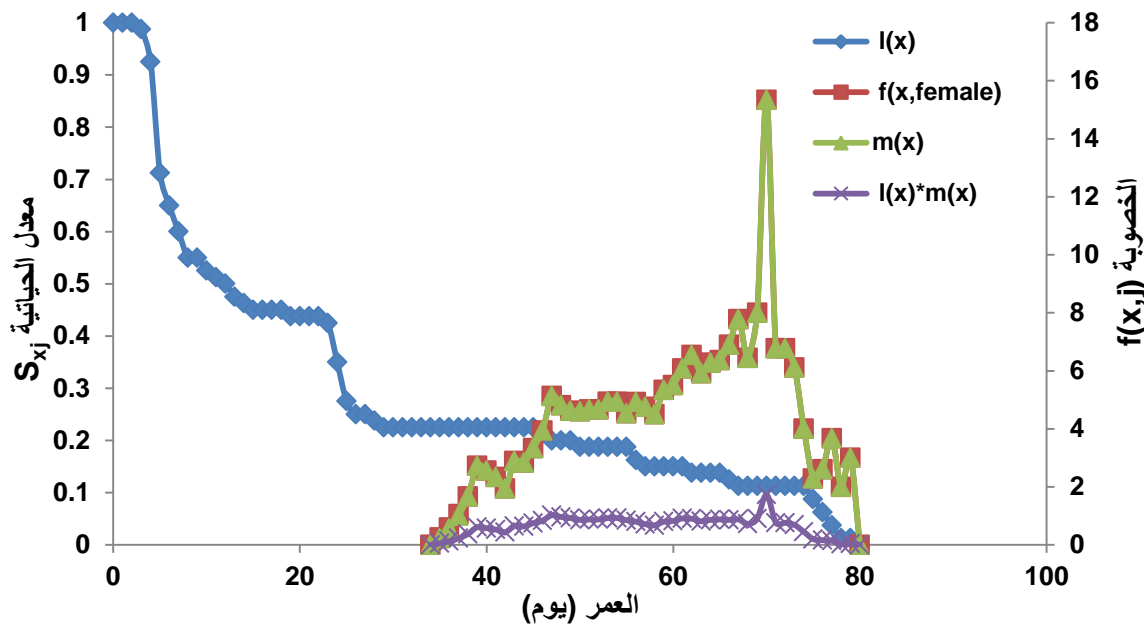
الخصوبة (m_x): Fecundity

بلغ عدد الإناث الناتجة في الدراسة 18 أنثى (9 إناث غير متزاوجة لم تضع حوريات، و9 إناث تزوجت ووضعت حوريات). بلغ متوسط الخصوبة (F) 10.39±271.2 حورية/أنثى، كما بلغ متوسط فترة ما قبل وضع البيض للإناث (APOP) 0.4±6.2 يوم، بينما بلغ متوسط فترة ما قبل وضع البيض الكلية والتي حسبت للإناث منذ الولادة (TPOP) 0.91±38.2 يوم جدول (1).



الشكل (1) معدل الحياتية (S_{xj}) للحشرة القشرية الحمراء *A. aurantii* على ثمار الليمون عند درجة حرارة 1 ± 25 س° ورطوبة نسبية $5 \pm 65\%$ وإضاءة (D8:L16) ساعة.

تعتبر الخصوبة المرتبطة بالعمر والمرحلة $f(x, j)$ عن الخصوبة الفعلية للحشرة، وقد بلغ متوسط أيام وضع البيض Oviposition days للإناث البالغة 0.75 ± 38 يوم، بدأت فيها الإناث بوضع البيض في اليوم 35 وانتهت في اليوم 80 من عمر الحشرة كما هو موضح في الشكل (2). بلغت أعلى قيمة للخصوبة 15.3 بيضة في اليوم 70 أي في اليوم 36 من عمر الأنثى البالغة، بينما بلغت أدنى قيمة للخصوبة 0.25 بيضة في اليوم 35 أي في اليوم 2 للأنثى البالغة. بلغت أقصى خصوبة يومية (138) بيضة، وأقصى خصوبة إجمالية (316) بيضة، والعدد الكلي (الإجمالي) للبيض الموضوع للجماعة بالكامل (2441) F total بيضة. أشار Mohammed وآخرون (2020) في دراسة للحشرة القشرية الحمراء والمتطفل *Aphytis melinus* على ثمار القرع *Cucurbita moschata* عند درجات حرارة مختلفة بعد حساب الخصوبة باستخدام معادلة Enkegaard، إلى أن أعلى قيمة للخصوبة بلغت 4.56 ± 129.35 حورية/أنثى عند درجة حرارة 27 س° وكان متوسط فترة وضع البيض 0.45 ± 34.5 يوم.



الشكل (2): حياتية (l_x)، وخصوبة (m_x)، وتكاثر (l_x) * (m_x) الحشرة القشرية الحمراء *A. aurantii* على ثمار الليمون عند درجة حرارة 1 ± 25 °س ورطوبة نسبية 5 ± 65 % وإضاءة (D8:L16) ساعة.

المؤشرات البيولوجية Biological parameter للحشرة القشرية الحمراء *A. aurantii*:

بلغ حجم العينة المدروسة 80 فرد، ويبين الجدول (2) المؤشرات البيولوجية للحشرة القشرية الحمراء، حيث بلغ معدل الزيادة الفعلي (r) 0.0068 ± 0.06 أنثى/أنثى/يوم، ومعدل الزيادة النهائي (λ) 0.0104 ± 1.06 يوم، ومعدل التكاثر الصافي (R_0) 9.65 ± 30.51 أنثى/أنثى/جيل، ومتوسط مدة الجيل (T) 0.855 ± 54.69 يوم، ومعدل التكاثر الإجمالي (GRR) 24.98 ± 206.75 فرد/جيل، والمدة اللازمة لتضاعف الجماعة (DT) 11.08 يوم. وتتوافق غالبية هذه المؤشرات مع الدراسة التي أجراها Mohammed وآخرون (2020) لبعض المؤشرات البيولوجية للحشرة القشرية الحمراء *A. aurantii* عند درجات حرارة مختلفة، حيث بلغ معدل الزيادة الفعلي 0.08 أنثى/أنثى/يوم، ومعدل الزيادة النهائي 1.08 يوم، بينما بلغ معدل التكاثر الصافي 61.02 أنثى/أنثى/جيل، ومتوسط مدة الجيل 51.39 يوم، ومعدل التكاثر الإجمالي 65.16 فرد/جيل عند درجة حرارة 27 °س. حُسبت المؤشرات البيولوجية في الدراسات السابقة باستخدام معادلات (Birch, 1948) وهذه الجداول تعتمد على بيانات الإناث فقط وتستبعد بيانات الذكور والتميز بين المراحل، على عكس جداول الحياة التي تعتمد العمر والمرحلة والجنس حيث تضاف بيانات الذكور و التمييز بين المراحل في حساب تلك المؤشرات التي تم استخدامها في هذه الدراسة (Chi, 2023).

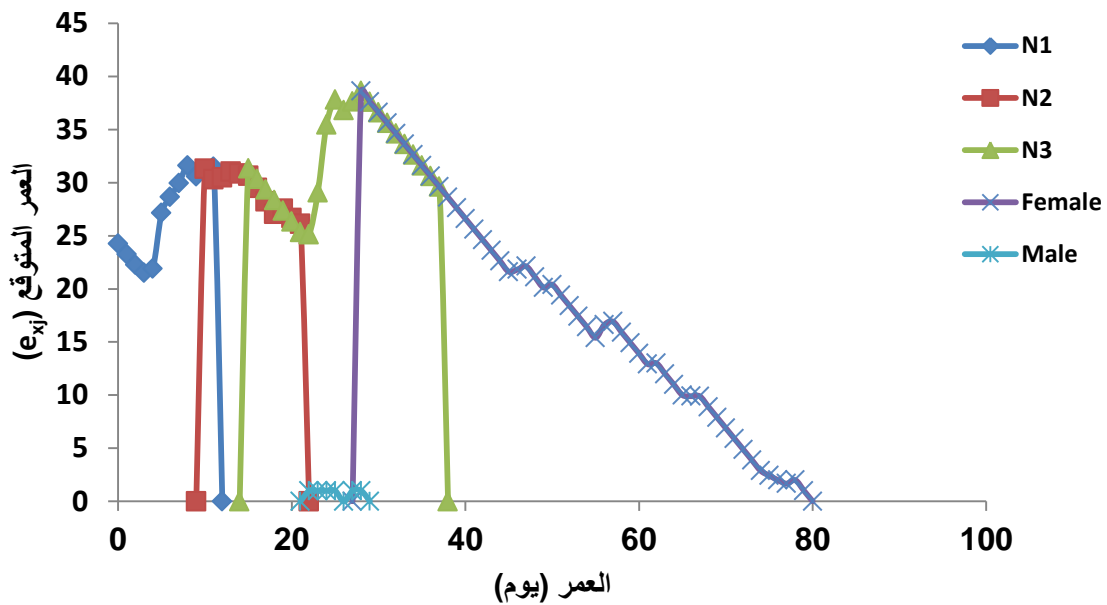
جدول (2): المؤشرات البيولوجية **Biological parameter** للحشرة القشرية الحمراء *A. aurantii* على ثمار الليمون عند درجة حرارة 1 ± 25 °س ورطوبة نسبية 5 ± 65 % وإضاءة (D8:L16) ساعة.

| المؤشرات البيولوجية Biological parameter | المتوسط \pm الخطأ القياسي (Mean \pm SE) |
|--|---|
| حجم الجماعة (N) Cohort Size | 80 |
| عدد بالغات الأنثى Female adults | 9 |
| الخصوبة (F) Fecundity | 10.39 \pm 271.2 حورية / أنثى |
| متوسط مدة الجيل (T) Generation time | 0.855 \pm 54.69 يوم |
| معدل الزيادة الفعلي (r) Intrinsic rate of increase | 0.0068 \pm 0.06 أنثى/أنثى/يوم |
| معدل الزيادة النهائي (λ) Finite rate of increase | 0.0104 \pm 1.06 يوم |
| معدل التكاثر الصافي (R_0) Net reproductive rate | 9.65 \pm 30.51 أنثى/أنثى/جيل |
| معدل التكاثر الإجمالي (GRR) Gross reproduction rate | 24.98 \pm 206.75 فرد/جيل |
| المدة اللازمة لتضاعف الجماعة (DT) Doubling time | 11.08 يوم |

استخدم Celikpence وآخرون (2018) جداول الحياة التقليدية في دراسة بعض المؤشرات البيولوجية للحشرة القشرية السوداء *Chrysomphalus aonidum* (Diaspididae) والقشرية البنية *Coccus hesperidum* (Coccidae) وفيها بلغ معدل الزيادة الفعلي 0.052 أنثى/أنثى/يوم للقشرية السوداء و 0.047 أنثى/أنثى/يوم للقشرية الرخوة وهي متقاربة كثيراً مع نتائج هذه الدراسة. كما أشار Erol و Ozgokce (2018) لبعض المؤشرات الحياتية لحشرة الدفلة القشرية *Aspidiotus nerii* (Diaspididae) باستخدام جداول الحياة التي تعتمد على الجنسين والعمر والمرحلة المتبعة من قبل Chi، حيث بلغت الخصوبة 3.91 ± 41.34 حورية/أنثى ومعدل الزيادة الفعلي 0.039 أنثى/أنثى/يوم ومتوسط مدة الجيل $T = 0.43 \pm 67.51$ يوم.

العمر المتوقع (e_{xy}) age-stage life expectancy

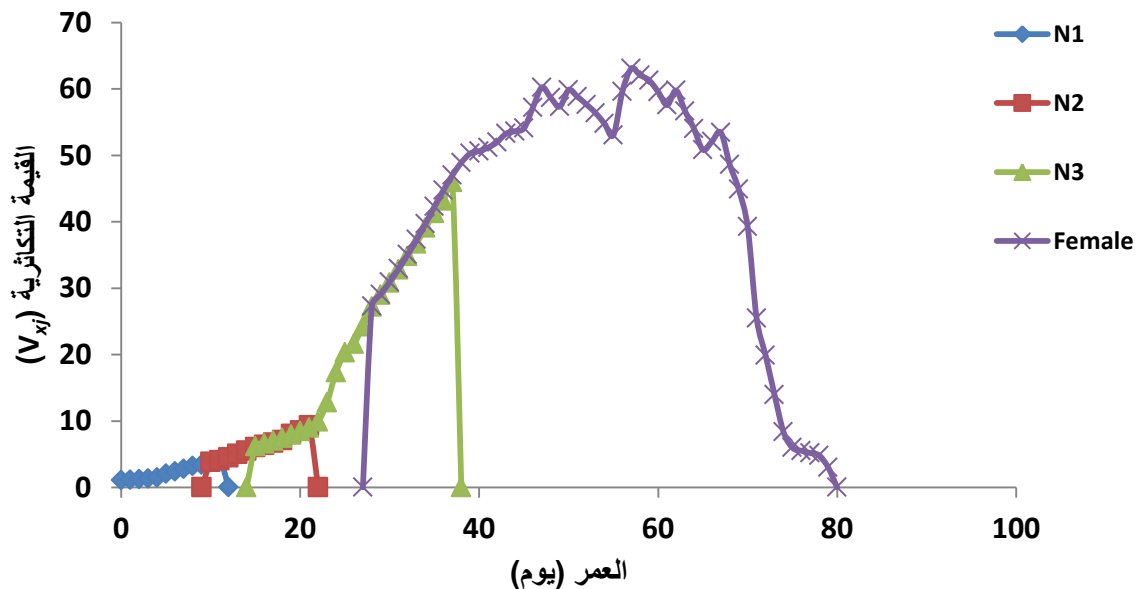
يعبر العمر المتوقع (e_{xy}) عن الفترة التي يتوقع أن يعيشها فرد من الجنس x والمرحلة z ، وقد حُسب العمر المتوقع لكل مرحلة عمرية اعتماداً على معدل الحياتية للمرحلة العمرية للتنبؤ بمستقبل المجتمع الحشري. ويبين الشكل (3) أن أعلى قيمة للعمر المتوقع للإناث البالغة للحشرة القشرية الحمراء بلغت 38.6 يوم، ونظراً لعدم وجود عوامل موت أخرى تحت ظروف المختبر ماعدا التقدم بالعمر، فقد انخفضت منحنيات العمر المتوقع (e_{xy}) مع التقدم بالعمر.



الشكل (3): العمر المتوقع (e_{xj}) للحشرة القشرية الحمراء *A. aurantii* على ثمار الليمون عند درجة حرارة 25 ± 1 س° ورطوبة نسبية 5 ± 65 % وإضاءة (D8:L16) ساعة.

القيمة التكاثرية (V_{xj}) age-stage reproductive value

تعبر القيمة التكاثرية (V_{xj}) عن مساهمة الأفراد ذكوراً وإناثاً في المجتمع المستقبلي للحشرة. وقد بدأت القيمة التكاثرية لإناث الحشرة القشرية في اليوم 28 من عمر الحشرة وبلغت أعلى قيمة لها 63.07 في اليوم 57 من عمر الحشرة وهذا يدل أن الإناث ذات العمر 57 تشكل أكبر مساهمة في المجتمع المستقبلي للحشرة كما هو موضح في الشكل (4).



الشكل (4): القيمة التكاثرية (V_{xj}) للحشرة القشرية الحمراء *A. aurantii* على ثمار الليمون عند درجة حرارة 25 ± 1 س° ورطوبة نسبية 5 ± 65 % وإضاءة (D8:L16) ساعة.

الاستنتاجات والتوصيات:

تبين من هذه الدراسة أن استخدام جداول الحياة التي تعتمد الجنسين والعمر والمرحلة age-stage, two-sex life table تعطي نتائج أكثر دقة من جداول الحياة التقليدية التي تعتمد بيانات الإناث فقط، وبالتالي ينصح ب استخدام تلك المؤشرات البيولوجية في تصميم نموذج رياضي Mathematical model للتنبؤ بتطور ديناميكية مجتمع الآفة ضمن ظروف بيئية محددة.

References:

1. Alford, D.V. 2014. Pests of fruit crops: A color handbook. Second edition. CRC press, Taylor & Francis Group, Florida, USA, 434p.
2. Birch, L. 1948. The intrinsic rate of natural increase of an insect population. J. Anim. Ecol. 1: 15-26.
3. Badary, H. and Abd-Rabou, S. 2010. 'Biological studies of the California red scale, *Aonidiella aurantii* (Maskell) (Hemiptera: Diaspididae) under different host plants and temperatures with an annotated list of natural enemies of this pest in Egypt, Egyptian Academic Journal of Biological Sciences. A, Entomology, 3(1), pp. 235–242. doi: 10.21608/eajbsa.2010.15259.
4. Carey, J.R. 1993. Applied Demography for Biologists with Special emphasis on Insects. Oxford University Press, New York.
5. Celikpence, Y., Birguca, A and Karaca, I. 2018. The life tables of *Chrysomphalus onidum* and *Coccus hesperidum* under laboratory conditions. Int Agric Environ Food Sci. 2 (2): 36-43.
6. Chi, H. 1988. Life-table analysis incorporating both sexes and variable development rate among individuals. Environ. Entomol. 17: 26–34.
7. Chi, H. & Liu, H. 1985. Two new methods for the study of insect population ecology. Bull. Inst. Zool. Acad. Sin. 24: 225–240.
8. Chi, H. 1990. Timing of control based on the stage structure of pest populations: A simulation approach. J. Econ. Entomol. 83: 1143–1150.
9. Chi, H. 2023. TWOSEX-MSChart: a computer program for the age-stage, two-sex life table analysis. <http://140.120.197.173/Ecology/>.
10. Erol, A and Ozgokce, M. 2018. Population features of biparental and uniparental forms of the oleander scale, *Aspidiotus nerii* Bouche, 1833 (Hemiptera: Diaspididae) on Squash. Turk. entomol. derg. 42 (1): 13-22.
11. Goodman, D. 1982. Optimal life histories, optimal notation, and the value of reproductive value. Am. Nat. 119: 803–823.
12. Huang, Y. B., and H. Chi. 2012. Assessing the application of the jackknife and bootstrap techniques to the estimation of the variability of the net reproductive rate and gross reproductive rate: A case study in *Bactrocera cucurbitae* (Diptera: Tephritidae). J. Agric. For. 61: 37–45.
13. Hill, D.S. 2008. Pest of crops in warmer climates and their control. Springer, United Kingdom.
14. Mohammed, K., Karaca, I., Agarwal, M., Newman, J and Ren, y. 2020. Age-specific life tables of *Aonidiella aurantii* (Maskell) (Hemiptera: Diaspididae) and its parasitoid *Aphytis melinus* DeBach (Hymenoptera: Aphelinidae). Turkish Journal of Agriculture and Forestry. 44:180-188.

15. Ning, S., Zhang, W., Sun, Y and Feng, J. 2017. Development of insect life tables: Comparison of two demographic methods of *Delia antiqua* (Diptera: Anthomyiidae) on different hosts. Scientificreports. 7: 4821.
16. Smith, D., Beattie, G. A. C. and Broadley, R. 1997. Citrus pests and their natural enemies: integrated pest management in Australia. Queensland Department of Primary Industries, Brisbane, Australia.
17. Steve, D. 2012. Integrated pest management for Citrus, 3rd edition. Agriculture and Natural Resources, University of California, California, USA, 270p.
18. Tena, A. and Garcia-Marí, F. 2011. Current situation of citrus pests and diseases in the Mediterranean Basin. IOBC/wprs Bulletin, 62: 365-378.
19. Vanaclocha, P., Vacas, S., Alfaro, C., Primo, J., Verdu, J.M., Navarro-Liopis, V and Urbaneja, A. 2012. Life history parameters and Scale-Cover surface area of *Aonidiella aurantii* are altered in a mating disruption environment: implications for biological control. Pest Manag Sci, 68: 1092-1097.

