تأثير الإنتخاب الإصطناعي لمؤشر الخصوبة في تحسين قيم أهم الصفات الكمية للمفترس *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant خلال إثنا عشر جيلاً من التربية الخلطية

ناديا الخطيب* **لؤي أصلان****

غسان ابراهيم***

الملخص

أجري البحث عام 2016 في مختبرات دائرة المكافحة الحيوية باللاذقية على المفترس (Mulsant) *Cryptolaemus montrouzieri*، حيث تم تنفيذ خط الإنتخاب الفردي والمباشر لمؤشر الخصوبة لمدة إثنا عشر جيلاً من التزاوج الخلطي، وتمت مقارنته مع خط الشاهد الذي نفذ بدون أي عملية إصطفاء. قُدرت التغيرات العددية لصفة الخصوبة في كل دورة إنتخابية (كل ثلاثة أجيال في F3, F6, F9, F12) وتأثير الانتخاب في رفع وتحسين القيم العددية لأهم الصفات الكمية للمفترس (طول جسم الأنثى، الخصوبة، التكاثر، قابلية التكيف، المقدرة الإفتراسية ليرقات العمر الثالث، المقدرة الإفتراسية للإناث، سرعة التطور اليرقي، مدة التطور، النسبة الجنسية).

* طالبة دكتوراه، قسم وقاية النبات، كلية الزراعة جامعة دمشق.

** أستاذ في قسم وقاية النبات، كلية الزراعة، جامعة دمشق، دمشق، سوريا.

*** أستاذ مساعد في قسم وقاية النبات، كلية الزراعة، جامعة دمشق.

بينت النتائج إرتفاع قيمة مؤشر الخصوبة في خط التحسين الخاص بهذه الصفة وبفروق معنوية من 148.13±37.03 في جيل الأباء (Po) إلى 232.80±27.70 في الجيل التاسع (F9)، وسجلت فروق ظاهرية بين (F9) و (F12)، بينما كانت الفروق ظاهرية بين (Po) و(F9) في خط الشاهد وإنخفضت بشكل معنوي بين (F9) و(F12) وبلغت 133.33±35.12 و 119.80±31.96 على التوالي. ساهم الإنتخاب في رفع قيم كل من المؤشرات (طول الجسم، التكاثر، وقابلية التكيف) والتي ارتفعت من 4.68± ,0.33 مم، 132.73±38.87، 88.82%±5.83 في جيل الأباء (Po) إلى 4.98±0.17 مم، 227.53±27.40، 94.53±2.21 في (F12) وبفروق معنوية على التوالي. أما بالنسبة لباقي الصفات (المقدرة الإفتراسية للإناث، المقدرةالإفتراسية ليرقات العمر الثالث، سرعة التطور اليرقي، مدة التطور والنسبة الجنسية) فقد حافظ الإنتخاب على قيمها وبفروق ظاهرية خلال الأجيال المدروسة من (Po) إلى (F12). بلغت نسبة استجابة مؤشر الخصوبة للإنتخاب 62.31% في نهاية الجيل (F12) مقارنة بـ (19.13%-) في خط الشاهد.

كلمات مفتاحية: *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant، مكافحة حيوية، التحسين الوراثي، الصفات الكمية، التزاوج الخلطي

Effect of the Artificial Genetic Selection of Fecundity Trait on Improvment of the Quantitative Traits of the Predator, *Cryptolaemus montrouzieri* (Mulsant) (Coleoptera: Coccinellidae) through twelve Cross-breeding Generations

[*]Nadia Al-Khateeb **[**]Louai Asslan**

[***]Ghassan Ibrahim

Abstract

The research was carried out at Biological Control Department in Lattakia, during 2017 on *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant (Coleoptera: Coccinellidae).

The genetic improvment line of fecundity was done for twelve generations of cross-breeding and compared with the control line.

The numerical changes of the quantitative traits (QTs) were studied across the generations and according to the improvement tested line in comparison with control line in order to determine the effect of fecundity genetic line. The studied quantitative traits were (length of females, fecundity, reproductive, survival rate , preying potential of the 3rd larval instar, preying potential of female, larval period , developmental period and sex ratio) and estamated for each selection cycle in (F3, F6, F9, F12).

Statistical analyses of the fecundity line showed significant increases of the value of fecundity from148.13±37.03 in Po to 232.80±27.70 in F9 and insignificant differences between F9 and F12,

[*]PhD. Student. Doctorates's, Depertment of plant protection, Damascus University, Syria

[**]Professor, Department of plant protection, Damascus University, Syria.

[***]Assistant professor Department of plant protection, Damascus University, Syria.

While insignificant differences between Po and F9 in the control line then significant decrease between F9 and F12 and were 133.33±35.12, 119.80±31.96 respectively.

The selection line contributed to raise the values of traits (length of the female, reproduction and survival rate) and increased significantly from (4.68± 0.33, 132.73 ±38.87, 88.82±5.83) in Po to (4.98±0.17 mm, 227.53±27.40, 94.53±2.21) in F12, respectively. while there were no significant differences in all other quantitative traits; (preying potential of the 3rd larval instar, preying potential of female, larval period , developmental period and sex ratio), during the studied generations.

Fecundity parameter response to selection recorded 62.31% in the fecundity line and -19.13% in the control

Key words: *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant, Biological Control, Quantitive traits, Genetic improvement, Cross-breeding

المقدمة:

تصاب أشجار الحمضيات، بمجموعة من الآفات الحشرية التي تسبب خسائر اقتصادية سنوية، وتبرز مجموعة حشرات البق الدقيقي، التي تنتمي لفصيلة Pseudococcidae من بين أخطر الآفات الحشرية التي تصيبها، كونها تصيب الثمار، والأفرع، والأوراق والنموات الفتية والقديمة وكذلك الجذور (Pruthi و Mani ، 1945; Reuther وزملاؤه 1989; Katsoyannos، 1996)

تهاجم الحشرة سطح الأجزاء النباتية، حيث تظهر الإصابة، لتبدأ بعد ذلك بإمتصاص نسغ النبات، وإفراز كميات كبيرة من السكر، على شكل ندوة عسلية، ينمو عليها الفطر الأسود، مما يسبب ضعف التمثيل اليخضوري، وتشوه الثمار، ويقلل من قيمتها التسويقية، كما تفرز الحشرة مواد سامة، تؤدي إلى جفاف الأفرع، وتساقط الثمار والأوراق بعد إصفرارها، نتيجة إمتصاص الحوريات والإناث للعصارة النباتية المغذية. (Chapot، 1964; McKenzie، 1967; Miller و Kosztarab ، 1979).

إن الخصائص البيولوجية لحشرات البق الدقيقي ووجود المادة الشمعية، ونمط حياتها وتكاثرها، تجعل من مكافحتها عملية صعبة ومعقدة، وتضعف كثيراً من فعالية طرق المكافحة التقليدية (Joshi وزملاؤه 2010). يُعد المفترس *Cryptolaemus montrouzieri* أكثر المفترسات المستخدمة في برامج المكافحة الحيوية لمكافحة البق الدقيقي، وقد أُدخل لأكثر من 64 بلداً، وبعض هذه البلدان أجرت التربية الكتلية له وأُطلق في الحقول المصابة بالبق الدقيقي (Kairo وزملاؤه 2013).

الموطن الأصلي له استراليا، ، وقد أدخل لاول مرة واستخدم في مجال المكافحة الحيوية عام 1891 عندما قام ألبرت كاوبل بإدخاله إلى كاليفورنيا لمكافحة بق الحمضيات الدقيقي(Risso) *P. citri* (Bartlett، 1974) ومنذ ذلك الوقت أدخل إلى العديد من الدول.

أُدخل هذا المفترس إلى سوريا، في حزيران 1995 من تركيا لمكافحة أنواع البق الدقيقي المتواجدة على أشجار الحمضيات في الساحل السوري (الخطيب وراعي 2002، الخطيب وأصلان 2007).

هناك العديد من الدراسات التي أُجريت حول بيولوجيا المفترس *C. montrouzieri* (Gautam، 2003; Mali و Jeevan ;2008 ,Mani و Thontadarya، 1987; Bhat و Chacko، 1983; الخطيب وراعي 2002; الخطيب وأصلان، 2007; Satyanarayana و Narayana، 1986; Balakrishnanو Kumar، 1987; Kreiter وزملاؤه، 2004; Attia وزملاؤه 2011، ,Mani و Krishnamoorthy، 2008; Harmeet وزملاؤه 2010; Ahi Abdollahi وزملاؤه، 2015)، وقد تناولت معظم هذه الدراسات المؤشرات الحيوية للمفترس (دورة الحياة، الخصوبة، طول عمر الحشرة الكاملة، المعدل الجنسي) ومدى تأثرها بدرجات الحرارة والرطوبة وتعد مثل هذه الدراسات البيئية والمتعلقة بالأعداء الحيوية بشكل عام أساسية لإجراء التطبيقات العملية له،ا أما الأبحاث المتعلقة بعلم الوراثة والتطور التكيفي لها فتبقى مثار للجدل (Force، 1967; Remington، 1968; Messenger و Van den Bosch، 1971; Hopper وزملاؤه، 1993; Holt و Hochberg، 1997; Jervis، 1997; Hufbauer، 2002; Hufbauer و Roderick ، 2005; Phillips وزملاؤه، 2008).

تسعى الأبحاث الحديثة لفهم البنية الوراثية لأهم المؤشرات المورفوبيولوجية للأعداء الحيوية لمعرفة إنتشارها وتأقلمها البيئي وكفاءتها الحيوية (Lozier وزملاؤه، 2008; Phillips وزملاؤه، 2008). يعد التحسين الوراثي لها المستوى البيولوجي القادم لتحسين قدرتها وفعّاليتها في تخفيض مجتمع الآفات ضمن النظم الزراعية (Routray وزملاؤه، 2016). يُعد إنتخاب الصفات الكمية أحدى الوسائل الهامة والفعالة للتحسين الوراثي بهدف الحصول على صفات إقتصادية جيدة من مجتمع خليط في تركيبه الوراثي

أي مجتمع غير متجانس. وتعد الخصوبة أحد أهم الصفات الكمية للأعداء الحيوية وأحد القواعد الأساسية في فهم ديناميكية إنتشارها البيئي (Richerson، وزملاؤه 1978; Honek، 1993 ; Smith ، 2002). الأبحاث الوراثية للأعداء الحيوية محدودة ونادرة وقد إقتصرت على بعض المتطفلات الزنبورية وعدد محدد من المفترسات الحشرية. (Jervis، 2005). نظراً لقلة الدراسات الوراثية المتعلقة بهذا المفترس *C. montrouzieri* وخاصة الإنتخاب الإصطناعي للصفات الكمية فقد أُجري هذا البحث لإجراء إنتخاب إصطناعي لصفة الخصوبة على مدى إثنا عشر جيلاً من التربية الخلطية.

الهدف من البحث:

1. دراسة تغيرات القيم العددية لبعض الصفات الكمية للمفترس على مدى إثنا عشر جيلاً من التزاوج الخلطي وفقاً لخط الإنتخاب المباشر لمؤشر الخصوبة ومقارنتها بخط الشاهد.
2. تقدير استجابة مؤشر الخصوبة للانتخاب في نهاية الجيل (F12).

مواد البحث وطرائقه Material and Methods:

1. مكان إجراء البحث:

أُجري البحث في مختبرات دائرة المكافحة الحيوية/مركز اللاذقية لتربية وتطبيقات الأعداء الحيوية، والمركز يقع في الطابق البيومناخي الشبه رطب ويبعد 12 كم عن مدينة اللاذقية، سورية.

2. تربية وإكثار المفترس *C. montrouzieri*

إن الطريقة المتبعة في تربية المفترس *C. montrouzieri* هي الطريقة المتبعة من قبل Smith و Armitag (1931) والتي استخدمها Whitcomb و Bell (1964)، وذلك بإختيار البطاطا كعائل مخبري لتربية المفترس *C. montrouzieri*، وكخطوة هامة لتربية ناجحة يجب إختيار الصنف المناسب، ويُعد الصنف سبونتا من أكثر

الأصناف الملائمة لتربية كل من العائل الحشري *P. citri* والمفترس *C. montrouzieri* نظراً لقدرته على تحمل ظروف التخزين وسرعة كسر طور السكون على درجة حرارة 4 ±1سْ وسرعة إنباته وإعطائه الأفرخ النباتية خلال فترة قصيرة.

3. مراحل تربية وإكثار المفترس *C. montrouzieri*:

المرحلة الأولى: إنتاج العائل النباتي المضيف البطاطا/البطاطس ضمن ظروف الظلام عند درجة حرارة 10–12 سْ، رطوبة نسبية 60±10%، ضمن أوعية بلاستيكية مستطيلة حتى تصل طول الأفرخ إلى 10–15 سم.

المرحلة الثانية: تربية الحشرة العائل وإكثارها (بق الحمضيات الدقيقي) (Risso) *Planococcus citri* وهو النوع المفضل في التربية على الأفرخ النباتية للبطاطا وذلك عند درجة حرارة 25±2 سْ، رطوبة نسبية 60±10% و 16 ساعة إضاءة ضمن عبوات التربية (نفس النوع والقياس لتلك المستخدمة بإنتاج العائل المضيف).

تمت عملية إحداث العدوى بالعائل الحشري *P.citri* باستخدام شرائح ورقية مقطعة تزحف إليها حوريات البق الدقيقي ثم تنقل إلى أفرخ البطاطا، تُجرى هذه العملية مرتين باليوم، إذ توفر هذه الآلية إجراء عدوى بكافة مراحل أطوار الأفة خلال 30–45 يوم، حيث تلاحظ الإفرازات الشمعية وأكياس البيض وأطوار الحشرة جميعها منتشرة على أفرخ البطاطا ودرناتها، كما تؤمن هذه الطريقة إجراء عدوى نقية بالعائل الحشري المتخصص والمفضل في عمليات التربية.

المرحلة الثالثة: تربية وإكثار المفترس *C. montrouzieri*: بعد إطلاق المفترس على أفرخ البطاطا المُعداة والمصابة ببق الحمضيات الدقيقي وذلك عند درجة حرارة 25±2 سْ، رطوبة نسبية 60±10% و 16 ساعة إضاءة.

4. تربية وتشكيل جيل الآباء "الجيل المخبري الأبوي" (Po): بعد الحصول على الأفراد الكاملة من المفترس تم تشكيل جيل الأباء بأخذ 30 برطمان سعة 2 لتر، وضع بكل منها درنتين بطاطا مُعداة ببق الحمضيات الدقيقي *P. citri* وأُطلق عليها زوج من

المفترس (ذكر وأنثى)، وذلك بعد تمييزهما عن طريق استخدام المكبرة (تم إحضار المفترسات المستخدمة من المختبر الخاص بتربية المفترس(*C. montrouzieri*)، وضعت البرطمانات ضمن حاضنة مخبرية، وتحت الظروف المثالية لإكثار المفترس درجة حرارة 25±2 سْ، رطوبة نسبية 60±10% و 16 ساعة إضاءة. تمت مراقبة البرطمانات حتى خروج اليرقات الفاقسة بالعمر الأول، وتم أخذ 30 يرقة من كل مكرر وضعت في أطباق بترية بقطر 9 سم حتى خروج الحشرة الكاملة لتقدير المؤشرات المورفوبيولوجية.

الخط الأول: تشكيل خط المقارنة والمراقبة (الشاهد):

يعتبر هذا الخط ممثلاً لخط المفترس *Cryptolaemus montrouzieri* خلال عمليات التزاوج الخلطي العشوائي يتألف هذا الخط من 30 مكرر، تم إختيار الزوج الأبوي لكل مكرر عند بداية كل جيل من أبناء المكررات السابقة في الجيل السابق بطريقة الصدفة وبدون إنتخاب حتى الجيل (F12).

الخط الثاني: الإنتخاب الإصطناعي بالاعتماد على صفة الخصوبة:

تم الإصطفاء في هذا الخط بالإعتماد على صفة وراثية كمية واحدة متعددة الجينات الوراثية وهي خصوبة الأنثى، يتألف هذا الخط من 30 مكرر (برطمان)، قدرت قيمة الخصوبة في كل المكررات وفي كل جيل وتم أخذ أعلى مكررين سجلا أعلى قيمة لهذا المؤشر، وأُجري التزاوج بين أفرادها وفق التربية الخلطية لتكون الإناث الأكثر خصوبة أمهات للجيل الذي يلي وهكذا تم الإنتخاب بهدف زيادة خصوبة الأُنثى لدى المفترس على مدى 12 جيل من التربية الخلطية.

5. طريقة التمييز بين الذكر والأنثى للمفترس *C. montrouzieri*:

يمكن تمييز الإناث والذكور بطريقتين:

1. لون الأرجل الأمامية: حيث تكون في الإناث بلون رمادي غامق أو أسود، بينما في الذكور تكون بلون برتقالي.

2. نهاية الحلقة البطنية الأخيرة أي على منطقة الجزء الخلفي Genetallia من الحشرة مع آلة السفاد. (Fisher، 1963) أما طريقة العمل فتكون باستخدام شريط شفاف لاصق، حيث أن هذه الطريقة تتميز بسهولتها وعدم تأثيرها على حيوية ونشاط وحياة الحشرة، حيث تستعيد حركتها ونشاطها مباشرة بعد نزع الشريط اللاصق عن الصفيحة الصدرية الظهرية فوق أجنحتها الغمدية. (أصلان، 1990).

6. تقدير المؤشرات المورفوبيولوجية:

1. طول الجسم للأنثى: (Female length):

ويتم ذلك باستخدام مكبرة ذات عدسة مليمترية. وللتحكم بالقياسات المورفولوجية توضع العينات (الحشرات البالغة واليرقات) على درجة حرارة 10 سْ لمدة ساعة بهدف التخفيف من نشاطها، ودون التأثير في صفاتها. (Lenteren، 2003).

2. **خصوبة الأنثى (Fecundity)**: وهي عدد البيض التي تضعها الأُنثى خلال فترة حياتها. تم تقدير الخصوبة للمفترس *C. montrouzieri* على أساس عدد يرقات العمر الأول حديثة الفقس بهدف معرفة الخصوبة الفعلية من جهة، وللحفاظ على شبكة بيض الآفة والمفترس من جهة ثانية، والتي قد تتعرض للتخريب عند الإعتماد على تقدير عدد البيوض، وبالتالي الحفاظ على دقة تقدير القياسات الأُخرى لجيل الآباء.

3. **مؤشر المقدرة الإفتراسية للحشرات الكاملة/الإناث** (Preying potential of adults) لتقدير قيمة هذا المؤشر تم تحديد 100 حورية من حوريات العمر الثالث من الآفة، ووضعها ضمن عشر مكررات في أطباق بتري قياس 9 سم ثم قُدرت عدد الحوريات المأكولة في اليوم الواحد على مدى ثلاثة أيام ثم قُدر متوسط إفتراس الحشرة في اليوم.

4. **مؤشر المقدرة الإفتراسية ليرقات العمر الثالث:** (Preying potential of the 3^{rd} larval instar) وبنفس الطريقة المستخدمة السابقة للحشرة الكاملة، تم تقدير المتوسط العددي للمقدرة الإفتراسية ليرقات العمر الثالث.

5. **مدة التطور** (Developmental period): المدة اللازمة من طور البيضة وحتى ظهور أول حشرة كاملة.

6. **سرعة التطور** (Larval developmental period): وهي المدة اللازمة للتطور من ظهور أول يرقة بالعمر الأول إلى اليرقة بالعمر الرابع.

7. **التكاثر**: (Reproduction): عدد الحشرات الكاملة الناتجة عن أُنثى واحدة

8. **قابلية التكيف** (Survival rate %): النسبة المئوية لعدد الحشرات الحية الناتجة عن أنثى واحدة = التكاثر/الخصوبة العملية × 100

7. **تقدير نسبة استجابة المؤشر للإنتخاب وفق العلاقة:**

قدرت نسبة الاستجابة في نهاية الجيل الثاني عشر (F12)

$$\% \text{ استجابة المؤشر لنمط التزاوج} = \frac{\text{القيمة النهائية للمؤشر في F12} - \text{القيمة الابتدائية للمؤشر في Po}}{\text{القيمة الابتدائية للمؤشر في (Po)}} \times 100$$

تصميم التجارب والتحليل الإحصائي Experimental Design and Statistical Analysis

صممت تجارب البحث باستخدام التصميم العشوائي الكامل، Randomized Complete Design (RCD)، وحُللت البيانات إحصائياً باستخدام تحليل التباين ANOVA وإختبار Duncan عند مستوى معنوية 1%. باستخدام حزمة برنامج SPSS V 18.

النتائج والمناقشة:

الجدول (1). تغيرات القيم العددية لأهم المؤشرات المورفوبيولوجية للمفترس *Cryptolaemus montrouzieri* في كل من خط الإنتخاب المباشر لصفة الخصوبة وخط الشاهد.

المؤشرات	الأجيال	الشاهد تهجين خلطي	إصطفاء حسب الخصوبة
طـــــــول الجسم/مم	P0	4.68±0.33 a A	4.68±0.33 c A
	F3	4.58±0.40 a AB	4.76±0.32 bc A
	F6	4.51±0.34 ab B	4.92±0.23 ab A
	F9	4.44±0.35 ab B	4.97±0.21a A
	F12	4.31±0.40 b B	4.98±0.17 a A
الاستجابة لنمط الإنتخاب بين P0 و F12 %		**-7.91**	**6.41**
الخصوبة	P0	148.13±37.03 a A	148.13±37.03 d A
	F3	141.13±39.00 ab B	171.43±28.86 c A
	F6	139.73±35.73 ab B	211.67±26.97 ab A
	F9	133.33±35.12 ab B	232.80±27.70 a A
	F12	119.80±31.96 b B	240.43±26.27 a A
الاستجابة لنمط الإنتخاب بين P0 و F12		**-19.13**	**62.31**
التكاثر	P0	132.73±38.87 a A	132.73±38.87 b A
	F3	124.33±39.53 ab B	154.03±30.14 b A
	F6	121.73±36.45 ab B	194.57±27.56 ab A
	F9	116.00±34.99 ab B	217.33±30.88 a A
	F12	104.27±34.28 b B	227.53±27.40 a A
الاستجابة لنمط الإنتخاب بين P0 و F12		**-21.44**	**71.42**
قابلية التكيف	P0	88.82±5.83 a A	88.82±5.83 b A
	F3	87.04±5.88 a A	89.55±3.37 b A
	F6	86.35±5.04 a B	91.77±2.45 ab A
	F9	86.14±5.47 a B	93.40±7.58 a A
	F12	85.59±7.59 a B	94.53±2.21 a A
الاستجابة لنمط الإنتخاب بين P0 و F12		**-3.64**	**6.43**

الأرقام المتبوعة بنفس الحرف الكبير لا تختلف معنوياً على مستوى السطر عند مستوى ثقة >0.01.

الأرقام المتبوعة بنفس الحرف الصغير لا تختلف معنوياً على مستوى العمود عند مستوى ثقة <0.01.

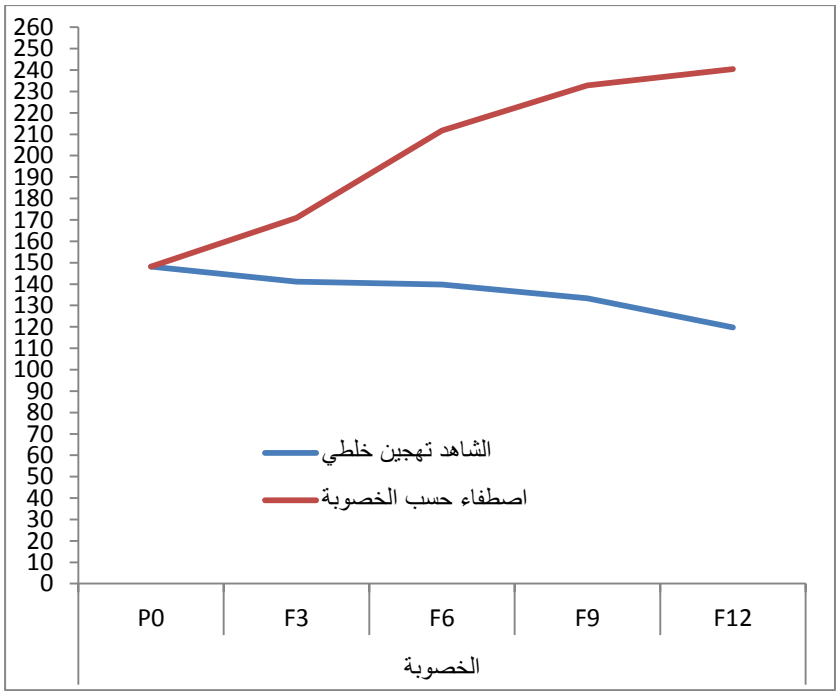
عدد المكررات = 30 لكل مؤشر في كل جيل

المؤشرات	الأجيال	الشاهد تهجين خلطي	اصطفاء حسب الخصوبة
المقدرة الإفتراسية للإناث	P0	35.61±5.04 a A	35.61±5.04 a A
	F3	35.08±6.61 a A	34.78±5.27 a A
	F6	34.28±6.43 a B	35.80±5.04 a AB
	F9	33.43±5.83 a B	32.84±6.06 a B
	F12	32. 56±5.57 a B	33.07±4.33 a B
الاستجابة لنمط الإنتخاب بين P0 وF12		**-8.57**	**-7.13**
المقدرة الإفتراسية لليرقات	P0	23.38±3.66 a A	23.38±3.66 a A
	F3	23.46±3.32 a B	25.16±3.69 a B
	F6	22.80±3.70 a BC	24.59±3.93 a B
	F9	22.61±3.64 a B	24.27±3.52 a B
	F12	22.31±2.27 a BC	23.94±4.10 a B
الاستجابة لنمط الإنتخاب بين P0 وF12		**-4.58**	**2.40**
سرعة التطور	P0	13.17±1.34 a A	13.17±1.34 a A
	F3	12.83±1.23 a C	13.07±1.31 a BC
	F6	12.63±1.07 a B	12.97±1.50 a B
	F9	12.50±1.11 a B	12.57±1.43 a B
	F12	12.47±0.94 a B	12.60±1.07 a B
الاستجابة لنمط الإنتخاب بين P0 وF12		**-5.32**	**-4.33**
مدة التطور	P0	29.90±1.69 a A	29.90±1.69 a A
	F3	30.03±1.67 a A	30.03±2.16 a A
	F6	30.23±1.38 a A	30.17±1.78 a A
	F9	30.43±1.68 a A	30.30±1.47 a A
	F12	30.63±1.70 a BC	30.43±1.28 a C
الاستجابة لنمط الإنتخاب بين P0 وF12		**2.44**	**1.77**

الأرقام المتبوعة بنفس الحرف الكبير لا تختلف معنويا على مستوى السطر عند مستوى ثقة <0.01.

الأرقام المتبوعة بنفس الحرف الصغير لا تختلف معنويا على مستوى العمود عند مستوى ثقة <0.01

عدد المكررات = 30 لكل مؤشر في كل جيل



الشكل (1). تغيرات قيم مؤشر الخصوبة في خط الإنتخاب والشاهد

1. تحليل تغيرات القيم العددية لبعض الصفات الكمية للمفترس على مدى اثنا عشر جيلاً في خط الشاهد ضمن برنامج التربية الخلطية

يتضح من الجدول (1). عدم وجود فروق معنوية في قيم كل من الصفات الكمية للمفترس *C. montrouzieri* (طول الجسم، الخصوبة، التكاثر) عند مقارنة قيمها خلال أجيال التربية الخلطية (F3, F6, F9) مع جيل الأباء (Po) ، وكذلك كانت الفروق ظاهرية بين (F9) و(F12)، وسجل الجيل (F12) فروق معنوية لهذه المؤشرات مقارنة

بجيل الأباء (Po) إذ إنخفضت قيمة هذه المؤشرات من4.68±0.33 148.13±37.03، 132.73±38.87 في (Po) إلى 4.31±0.40، 119.80±31.96، 104.27±34.28 في (F12) على التوالي. بلغت نسبة استجابة هذه الصفات إلى نمط التربية الخلطية 7.91%–، 19.13%–، 21.44%– على التوالي.

أما بالنسبة لباقي الصفات المدروسة (قابلية التكيف، المقدرة الإفتراسية للإناث، المقدرة الإفتراسية ليرقات العمر الثالث، سرعة التطور اليرقي، مدة التطور) فكانت الفروق ظاهرية خلال الأجيال المدروسة مقارنة مع جيل الأباء وبلغت نسبة استجابتها لنمط التربية الخلطية (3.64%–، 8.57%–، 4.58%–، 5.32%–، 2.44%) على التوالي وهذا يعني أن هذا النمط من التربية أدى إلى المحافظة على القيم العددية للمؤشرات البيولوجية (طول الجسم، الخصوبة والتكاثر) لمدة تسعة أجيال متتالية ولمدة 12 جيل بالنسبة لباقي الصفات.

وإقتربت أفراد المفترس الخاضع لنمط هذه التربية من حالتها في الحياة البرية، حيث تسود طريقة التزاوج الخلطي العشوائي، كما أنها تمثل أساساً لبدء عمليات التحسين الوراثي عن طريق الإنتخاب والإصطفاء الإصطناعي للآباء من الجيل إلى الجيل الذي يليه، بهدف رفع القيم العددية لأهم المؤشرات المورفوبيولوجية للمفترس المعتمد في التربية والإطلاق بدءاً من (F6) أو (F9).

لا يكف أن نمط التزاوج الخلطي العشوائي، قد حافظ على الفروق الظاهرية لدى مقارنة قيم مؤشراته جميعاً مع قيمها في جيل الآباء (Po)، بل لا بد من الإنتباه إلى حقيقة القيم السالبة لاستجابة هذه المؤشرات عند إتباع هذه الطريقة في نهاية الجيل (F12)، الأمر الذي يشير إلى حتمية زيادة إنخفاض القيم وتحول هذه الفروق الظاهرية إلى فروق معنوية عند الاستمرار بعمليات التربية.، ولابد أيضاً من الاشارة، إلى أن الحالة العامة للمؤشرات البيولوجية المعبرة عن الكفاءة الحيوية للمفترس *C. montrouzieri*، قد بقيت متفوقة في أفراد

جيل الأباء (Po) بالمقارنة مع باقي الأجيال، بإتباع طريقة التزاوج الخلطي العشوائي في خط الشاهد.

تتفق هذه النتائج مع ما ذكره (Ayal وزملاؤه 1984) من أن عمليات التربية والإكثار الكمي تستدعي بالضرورة استخدام طرق التزاوج الخلطي لمعرفة أفضل عمليات التحسين الوراثي بطرق الإصطفاء الصناعي نظراً لأن هذه الصفات الكمية متعددة الجينات الوراثية وتقع مسؤلية ظهورها على أكثر من مورثة قد تكون محمولة على صبغي أو أكثر.

كما تتفق هذه النتائج مع ما ذكرته (سريوي، 2011)، من أن إجراء التزاوج الخلطي لمفترس أسد المن *Chrysoperla carnea* لمدة ثلاثة أجيال متعاقبة وضمن الظروف المخبرية للتربية (درجة حرارة ورطوبة)، قد حافظ على قيم أهم المؤشرات البيولوجية للمفترس وخاصة مؤشري الخصوبة والتكاثر ضمن الفروق الظاهرية مقارنة مع الجيل المؤسس (Po). و مع (Asslan وزملاؤه 2008)، على أنه بعد ثلاثة أجيال من التربية بالتزاوج الخلطي للمفترس *Coccinella septmpunctata* (L.)، فأن المفترس قد حافظ أيضاً على قيم أهم المؤشرات المورفوبيولوجية بفروق ظاهرية، ومع ما ذكرته الخطيب وزملاؤه، 2012، والخطيب، 2013 من أن التزاوج الخلطي العشوائي للمفترس *C. montrouzieri* أدى إلى المحافظة على قيم أهم المؤشرات المورفوبيولوجية للمفترس خلال ستة اجيال من التربية المتتالية.

وكذلك فقد أشار (Carig Jr,1964) إلى أنه للتخلص من عيوب التربية الداخلية وتزاوج الأقارب يمكن استخدام طريقة التزاوج الخلطي والتي تؤدي إلى تحسين المؤشرات المورفبيولوجية في حشرة Mosquito ومن ثم الانتقال لعمليات الإصطفاء والتحسين الوراثي.

2. تحليل تغيرات القيم العددية لبعض الصفات الكمية للمفترس على مدى اثنا عشر جيلاً وفقاً لخط الإنتخاب الإصطناعي المباشر لمؤشر الخصوبة ضمن برنامج التربية الخطية

بينت نتائج التحليل الاحصائي لهذا الخط أن المؤشر المورفولوجي لطول الجسم قد ارتفع وبشكل معنوي من 4.68±0.33 مم (Po) إلى 4.92±0.23 مم في (F6) وشكل الجيل F6 نقطة توازن فقد كانت الفروق ظاهرية بين F6 و(F3 و Po) من جهة وبين F6 و(F9 و F12) من جهة اخرى ما يعني أنه كان يكفي دورتين انتخابيتين لهذه المؤشر كي تعبر هذه الصفة عن نفسها.

أما بالنسبة لمؤشر الخصوبة (الجدول، 1) و(الشكل، 1) فقد إرتفعت قيمة هذا المؤشر وبشكل معنوي ابتداءً من Po وكانت 37.03±148.13 إلى F9 وبلغت 27.70±232.80 وبفروق ظاهرية بين F9 و F12.

سار مؤشري التكاثر وقابلية التكيف بشكل مشابه لمؤشر طول الجسم فقد إرتفعت قيمة هذين المؤشرين وبشكل معنوي من 38.87±132.73، 5.83±88.82 في Po إلى 30.88±217.33،7.58±93.40 في F9 وكانت الفروق ظاهرية بين F9 و F12 وشكل الجيل F6 نقطة توازن بين F6 و(F3 و Po) من جهة وبين F6 و(F9 و F12) من جهة اخرى.

بلغت استجابة هذا النمط من الإصطفاء المباشر لمؤشر الخصوبة بالنسبة لكل من مؤشرات (طول الجسم، الخصوبة، التكاثر، قابلية التكيف) 6.41% ،62.31%، 71.42%، 6.43% على التوالي.

تشير هذه النتائج إلى ان الإنتخاب لمؤشر الخصوبة ساهم في رفع قيم مؤشرات طول الجسم والتكاثر وقابلية التكيف وبشكل معنوي ويعود ذلك للإرتباط الإيجابي بين هذه المؤشرات، ففي دراسة سابقة (الخطيب وزملاؤه، 2012) تبين أن مؤشر الخصوبة يرتبط إيجابياً مع كل من هذه المؤشرات. وتتفق هذه المعطيات مع (Ayal وزملاؤه 1984 ومعAsslan وزملاؤه 2008)، حيث أشار إلى وجود علاقة إرتباط قوية إيجابية بين طول جسم الأُنثى وكل من مؤشري الخصوبة والتكاثر، وهذا يعني أن الإناث التي تتميز بجسم أطول تكون مهيئة لتعطي بيوضاً أكثر، وقد يُعزى ذلك لحجم وعدد الأنابيب

المبيضية وذلك بغض النظر عن عدد أفراد الفريسة التي تلتهمها، ومع (Honek،1993) حيث أشار إلى وجود علاقة إرتباط ايجابية في العديد من الحشرات بين حجم الأُنثى وخصوبتها، ومع (Honek، 1986) الذي أشار إلى وجود علاقة إرتباط إيجابية بين خصوبة الأناث وكل من مؤشري التكاثر وقابلية التكيف، ومع (Zheng وزملاؤه 1993) الذين أشاروا إلى أن إناث المفترسات الكبيرة تكون فترة ما قبل وضع البيض لديها أقصر من الإناث ذات الحجم الصغير وهذا يزيد من خصوبتها.

أما بالنسبة لباقي المؤشرات (المقدرة الإفتراسية للإناث، المقدرة الإفتراسية ليرقات العمر الثالث، سرعة التطور ومدة التطور) فقد كانت الفروق غير معنوية خلال الأجيال المدروسة من Po إلى F12 وبقيت ضمن الإنزياحات الظاهرية، ما يعني أن هذا النمط من الإصطفاء لم يستطع تحسين هذه المؤشرات، ويعود ذلك للإرتباط السلبي بين مؤشر الخصوبة والمقدرة الإفتراسية لكل من اليرقات والإناث وسرعة التطور اليرقي، وهذا يتفق مع (أصلان وزملاؤه 2008؛ الخطيب، 2013)، ولتحسين هذه الصفات يمكن إتباع الإنتخاب المباشر لهذه الصفات أو إدخالها ضمن برنامج التحسين الوراثي المتعدد الصفات باستخدام الدليل الإنتخابي وهذا ما يشير إليه معظم الباحثون في مجال تحسين الصفات الكمية (Jervis، 2005؛ Falconer، 1989).

مقارنة تحليلية لنتائج تغيرات القيم العددية للمؤشرات المورفوبيولوجية للمفترس *C. montrouzieri* في خط الإنتخاب الإصطناعي والشاهد.

بينت نتائج التحليل الإحصائي لدى مقارنة خط الشاهد مع خط الإنتخاب المعتمد على التحسين والإصطفاء الإصطناعي لمؤشر الخصوبة أن كل من المؤشرات (طول الجسم، الخصوبة، التكاثر، قابلة التكيف) قد ساهم الإنتخاب برفع قيم هذه المؤشرات وبشكل معنوي ابتداءً من الدورة الإنتخابية الاولى (F3) بالنسبة لكل من مؤشري الخصوبة والتكاثر مقارنة مع الشاهد وإرتفعت نسبة استجابة كل من هذين المؤشرين للإنتخاب من −19.13%، −21.44% في الشاهد إلى 62.31%، 71.42% على

التوالي، وإبتداءً من الدورة الإنتخابية الثانية (F6) بالنسبة لكل من مؤشري طول الجسم وقابلية التكيف، وإرتفعت نسبة استجابة هذين المؤشرين لنمط التربية ولفعل الإنتخاب من –7.91%، –3.64% في خط الشاهد إلى 6.41%، 6.43% في خط الإنتخاب على التوالي.

بالنسبة للمؤشرات (المقدرة الإفتراسية للإناث، المقدرة الإفتراسية ليرقات العمر الثالث، سرعة التطور ومدة التطور) فلم يساهم خط الإنتخاب المباشر للخصوبة في تحسين قيم هذه المؤشرات وبقيت الفروق ضمن الإنزياحات الظاهرية مقتربة من قيمها في خط الشاهد وعلى الرغم من التحسن الظاهري والطفيفي للمقدرة الإفتراسية لليرقات والإرتفاع الذي طرأ على نسبة الاستجابة لهذا المؤشر والذي بلغ 2.40% مقارنة بـ –4.58% في خط الشاهد إلاّ ان ذلك لا يمتلك أي دلالة إحصائية جوهرية ويُعزى ذلك للإرتباط السالب بين مؤشر الخصوبة وكل من هذه المؤشرات السابقة.

الاستنتاجات:

1. إن إجراء الإنتخاب الإصطناعي المباشر لصفة الخصوبة يقود بالضرورة لتحسين الصفات المرتبطة معها إيجابياً (طول الجسم والتكاثر وقالبلة التكيف) وهي تعكس التأثير المتبادل ضمن البنية الوراثية للنوع.
2. إن ستة أجيال من الإنتخاب الإصطناعي المباشر لصفة الخصوبة تكفي لتحسينها وتحسين قيم مؤشرات طول الجسم، التكاثر وقابلية التكيف نظراً لعدم وجود فروق معنوية بين F6, F9 وF12 بالنسبة لهذه المؤشرات.
3. لإجراء تحسين على باقي الصفات المرتبطة سلبياً مع صفة الخصوبة يمكن إدخال مؤشر الخصوبة ضمن برنامج التحسين المتعدد الصفات بالاعتماد على الدليل الإنتخابي.

المراجع References:

- **أصلان، لؤي. (1990).** إختيار أمثل عملية إصطفاء تحسين وراثي لجملة المؤشرات المورفوبيولوجية ذات القيمة الإقتصادية العالية لدى آكلات الحشرات، أطروحة دكتوراه في العلوم الزراعية، أكاديمية تمريازيف للعلوم الزراعية، موسكو، 150صفحة.
- **الخطيب، ناديا وأحمد راعي. (2002).** دراسة بعض الصفات البيولوجية للمفترس Cryptolaemus montrouzieri Mulsant المدخل على بق الحمضيات الدقيقي Planococcus citri Risso في سوريا وتحديد كفاءته الإفتراسية مخبرياً مجلة وقاية النبات العربية، 19 (2): 131-134.
- **الخطيب، ناديا ولؤي أصلان. (2007).** دراسة قيم أهم المؤشرات البيولوجية وتحديدها لدى مفترس البق Nephus includens Kirch الدقيقي المحلي ومقارنتها مع مؤشرات المفترس الشهير المدخل Cryptolaemus montrouzieri Mulsant مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية، 23 (2): 121-134.
- **الخطيب، ناديا. (2013).** تربية وإكثار المفترس Cryptolaemusmontrouzieri Mulsan (Coleoptera: coccinellidae) بطريقة التزاوج الخلطي العشوائي ودراسة مدى تأثيرها في أهم مؤشراته المورفوبيولوجية. رسالة ماجستير، كلية الزراعة، جامعة دمشق، 169 صفحة.
- **سريوي، لينا. (2011).** دراسة مؤشرات الكفاءة الحيوية للنوع Chrsysoperla carnea Stephans المفترس لذبابة القطن البيضاء Bemisia tabaci Genon في الزراعة المحمية لمحصول البندورة. رسالة ماجستر.108 صفحة.

- **Abdollahi Ahi G.A, A. Afshari1, V. Baniameri, H. Dadpour, M. Yazdanian1 and A. Golizadeh4 (2015)**. Laboratory survey on biological and demographic parameters of *Cryptolaemus montrouzieri* (Mulsant) (Coleoptera: Coccinellidae) fed on two mealybug species. J. Crop Prot. 2015, 4 (3): 267-276
- **Al-Khateeb, N., L. Asslan, A. H. El-Heneidy, and A. Bashee. (2012).** Effect of two Mating Techniques (Random Allogamy and Brother-Sister) on the most Morphobiological Parameters on Syrian Laboratory Strain of Cryptolaemus montrouzieri Mulsant (Coleoptera: Coccinellidae). Egyptian Journal of Biological Pest Control. 22(2): 197-204
- **Asslan L., N. Al-Khateeb and A. El-Heneidy. (2008).** Testing the Extent of Genetic Build Response of Coccinella septmpunctata (L.) to Genetic Improvement by Random Allogamy. Egyptian Journal of Biological Pest Control, 18 (2): 353-359.
- **Attia, A. R., S.A. El-Arnaouty, A. I. Afifi, and A. E. A. Alla. (2011).** Development and Fecundity of the Coccinellid Predator, Cryptolaemus montrouzieri Mulsant on Different Types of Preys, Egyptian Journal of Biological Pest Control 21 (2): 283-289
- **Ayal. J.A., Kiger. Jr., Francisco. J. (1984).** modern genetics – University of california, Daris The Benjamin / cummings Publishing company, Inc. Menlo Park, California Reading, Massachusetts. London Amsterdam Don Mills Ontario Sydney. 3 Par. PP.295,365,335
- **Balakrishnan MM, Kumar PKV. (1987).** Govindarajan TS.Cryptolaemus montrouzieri: comparison of life cycle on Chloropulvinaria psidii and Planococcus citri. Journal of Coffee Research 17:59–61.
- **Bhat PK, Chacko MJ. (1993).** Sreedharan K. Biology of the ladybird beetle, Cryptolaemus montrouzieri Mulsant, a predator of mealybugs. In: Venkata Ram CS. editor. Proceedings of the Second Annual Symposium on Plantation Crops. Plant protection (entomology, microbiology, nematology, plant pathology and rodentology). PLACROSYM II, June 26–29, 1979, Ootacamund, India. p. 221–

- **Bartlett BR. (1974).** Introduction into California of cold-tolerant biotypes of the mealybug predator, Cryptolaemus montrouzieri, and laboratory procedures for testing natural enemies for cold-hardiness. Environmental Entomology, 3(3):553-556.
- **Carig, G. B., Jr. (1964).** "Applications of genetic technology to mosquito rearing." Bulletin of the World Health Organization 31.4 (1964): 469.
- **Chapot, H. (1964).** Maladies Troubles et Ravageurs des Agrumes au Maroc Institut National de la Recherche Agronomiqe Rabat, Morocco, pp339.
- **Falconer, D S. (1989).** Introduction to Quantitative Genetics, 3rd edn. Longman, New York. 365pp
- **Fisher, T.W. (1963).** Mass culture of Cryptolaemus and Leptomastix, natural enemies of citrus mealybug. California Agricultural Experiment Station, Bulletin 797.38pp.
- **Force, D. C. (1967).** Genetics in the colonization of natural enemies for biological control. Annals of the Entomological Society of America 60:722–729.
- **Gautam, R.D. (2003).** Classical biological control of pink hibiscus mealy bug, Maconellicoccus hirsutus (green) in the Caribbean. Plant Protection Bulletin 2003; 55:1–8.
- **Harmeet, K., Virk, J. S. and Rabinder, K. (2010**). Biology of Australian ladybird beetle, Cryptolaemus montrouzieri Mulsant on Phenacoccus solenopsis Tinsley. Journal of Biological Control, 24: 123-125.
- **Holt, R. D., and M. E. Hochberg. (1997).** When is biological control evolutionarily stable? Ecology 78:1673–1683.
- **Honek, A. (1986).** Production of feces in natural populations of aphidophagous coccinellids (Col.) and estimation of predation rates. Journal of Applied Entomology, 102(1- 5), 467-476
- **Honek, A. (1993).** Intraspecific variation in body size and fecundity in insects: a general relationship. Oikos 66:483492.

- **Hopper, K. R., R. T. Roush, and W. Powell. (1993).** Management of genetics of biological-control introductions. Annual Review of Entomology 38:27–51.
- **Hoy, M. A. (1977).** Inbreeding in the arrhenotokous predator Metaseiulus occidentalis (Nesbitt)(Acari: Phytoseiidae), International Journal of Acarology 3(2): 117-121
- **Hufbauer, R. A. (2002).** Evidence for nonadaptive evolution in parasitoid virulence following a biological control introduction. Ecological Applications 12:66–78.
- **Hufbauer, R. A., and G. K. Roderick. (2005).** Microevolution in biological control: mechanisms, patterns, and processes.Biological Control 35:227–239.
- **Jervis, M. A. (1997).** Parasitoids as limiting and selective factors: can biological control be evolutionarily stable? Trends in Ecology and Evolution 12:378–379.
- **Jervis, M. A. (2005).** Insects as Natural Enemies: A Practical Perspective. ISBN-10 1-4020-1734-0 (HB) Springer. Dordrecht, Berlin, Heidelberg, New York. 723 pp.
- **Joshi, M.D., P.G. Butani, V.N. Patel and P. Jeyakumar. (2010).** Cotton mealybug Phenacoccus solenopsis Tinsley a review. Agric. Rev. 31(2): 113-119.
- **Kairo, M. T. K., Paraiso, O., Gautam, R. D., & Peterkin, D. D. (2013).** Cryptolaemus montrouzieri (Mulsant) (Coccinellidae: Scymninae): a review of biology, ecology, and use in biological control with particular reference to potential impact on non-target organisms. CAB Rev, 8(005), 1-20.
- **Katsoyannos, P. (1996).** Integrated Insect Pest Management for Citrus In Northern Mediterranean Countries. Benaki Phytopathological Institute Athens, Greece. 110 pp.
- **Kreiter P, Graille G, Thaon M, Lanza R, Tamonte M, Germain C, et al. (2004).** Biological control against two mealybugs, newly present on strawberries in Southern France. Phytoma 568:38–40.
- **Lenteren, J.C. van. (2003).** Quality Control of Mass-reared Biological Control Agents: Theory and Testing Procedures, CABI Publishing, 315 pp

- **Lozier, J. D., G. K. Roderick, and N. J. Mills. (2008).** Evolutionarily significant units in natural enemies: identifying regional populations of Aphidius transcaspicus (Hymenoptera: Braconidae) for use in biological control of mealy plum aphid. Biological Control 46:532–541.
- **Mali AK, Jeevan SK. (2008).** Biological studies on coccinellid predator, Cryptolaemus montrouzieri Muls., of grapevine mealy bug, Maconellicoccus hirsutus green. Asian Journal of Bio Science 3:152–8.
- **Mani M, Krishnamoorthy A. (2008).** Evaluation of Australian ladybird beetle Cryptolaemus montrouzieri Mulsant against green shield scale Chloropulvinaria psidii (Maskell) on some medicinal plants. Journal of Horticultural Sciences 3:176–9.
- **Mani, M. and TS. Thontadarya. (1987**). Development and feeding potential of coccinellid predator, Cryptolaemus montrouzieri Muls. On the grape mealybug, Maconellicoccus hirsutus (Green). Journal of Biological Control, 1(1): 19-22.
- **McKenzie, H.L. (1967).** Mealybugs of California with taxonomy, biology, and control of North American species (Homoptera: Cooccoidea: Pseudococcidae). University of California Press, Berkeley, California, USA, pp. 526.
- **Messenger, P. S., and R. van den Bosch. (1971).** The adaptability of introduced biological agents. Pages 68–92 in C. B.Huffacker, editor. Biological control. Plenum, New York, USA.
- **Miller, D. R., and M. Kosztarab. (1979).** "Recent advances in the study of scale insects." Annual review of entomology 24.1: 1-27.
- **Phillips, C. B., D. B. Baird, L. L. Lline, M. R. McNeill, J. R. Proffitt, S. L. Goldson, and J. M. Kean. (2008).** East meets west: adaptive evolution of an insect introduced for biological control. Journal of Applied Ecology 45:948–956.
- **Pruthi, H. S. and Mani, M. (1945).** Our knowledge of the insects and mite pests of citrus in India and their control. Imp.Counc. Agr. Res. Sci. Manogr., 16: 42.
- **Remington, C. L. (1968).** The population genetics of insect introductions. Annual Review of Entomology 13:425–426.

- **Reuther, W., E. Calavan, and G. Caraman. (1989).** The Citrus Industry Volum V, Division of Agriculture and Natural Resources. Unversity of California pp 374.
- **Richerson, J. V., E. A. Cameron, D. E. White, and M. Walsh. (1978).** Egg parameters as a measure of population quality of the gypsy moth, Lymantria dispar. Ann. Entomol. Soc. Am. 71: 60ذ64.
- **Routray. S, D. Dey, S. Baral, A.P. Das and B. Mahantheshwara. (2016).** Genetic improvement of natural enemies: A review. Agricultural Reviews, 37 (4) : 325-332
- **Satyanarayana, M.M., Narayana LK. (1986).** Biology of Cryptolaemus montrouzieri Mu1s. (Coleoptera: Coccinellidae), a predatory ladybird of mealybugs. Indian Grape Journal 2:40–52.
- **Smith, H.S. and Armitage, H.M. (1931).** The biological control of mealybugs attacking citrus. California University Agricultural Station. Bulletin 509. 74pp.
- **Smith, R. J. (2002**). Effect of larval body size on overwinter survival and emerging adult size in the burying beetle, Nicrophorus investigator. Can. J. Zool. 80: 1588ذ1593.
- **Whitcomb, W.H. and Bell, K. (1964).** Predaceous insects, spiders and mites of Arkansas cotton fields. University of Arkansas Agricultural Experiment Station. Bulletin 690. 84pp
- **Zheng, J., Knighton, D.R., Xuong, N.H., Taylor, S.S., Sowadski, J.M., and Ten Eyck, L.F. (1993).** Crystal structure of the myristylated catalytic subunit of cAMP-dependent protein kinase reveal open and closed conformations. Protein Sci. 10 1559–1573.