الاستجابة الوظيفية ليرقات أسد المنّ (*Chrysoperla carnea*) على بيوض حفار أوراق البندورة/الطماطم (*Tuta absoluta*)

فيحاء عبود مهدي حسن النداوي[1*]، بان موحان محسن[1]، اسراء مهدي العبيدي[1]، أحمد كاتبة بدر[2] وفريال حسوني صادق[3]

(1) قسم العلوم، كلية التربية الاساسية، الجامعة المستنصرية، بغداد، العراق؛ (2) قسم وقاية النبات، كلية الزراعة، الجامعة الأردنية، الأردن؛ (3) قسم وقاية النبات، كلية الزراعة، جامعة بغداد، العراق.

[*]البريد الإلكتروني للباحث المراسل: lneadawi@uomustansiriyah.edu.iq

الملخص

النداوي، فيحاء عبود مهدي حسن، بان موحان محسن، اسراء مهدي العبيدي، أحمد كاتبة بدر وفريال حسوني صادق. 2025. الاستجابة الوظيفية ليرقات أسد المنّ (*Chrysoperla carnea*) على بيوض حفار أوراق البندورة/الطماطم (*Tuta absoluta*). مجلة وقاية النبات العربية، 43(3):380–385. https://doi.org/10.22268/AJPP-001338

أجريت هذه التجربة في مختبرات كلية العلوم، الجامعة المستنصرية، بهدف اختبار الاستجابة الوظيفية ليرقات المفترس المحلي أسد المنّ (*Chrysoperla carnea*) (Neuroptera: Chrysopidae)، والذي يعدّ من الأعداء الطبيعية المهمّة والكفؤة لبيوض فصيلة Gelechiidae من رتبة Lepidoptera. أظهرت النتائج أن منحنى الاستجابة الوظيفية ليرقات المفترس أسد المنّ على كثافات مختلفة من بيوض دودة أوراق البندورة/الطماطم (*Tuta absoluta*) كان من النمط الحلقي الثاني للاستجابة الوظيفية. وقد ازداد معامل الهجوم فيما انخفض وقت المعالجة، حيث بلغ أعلى معامل للهجوم 2.558 للطور اليرقي الثاني، وكان أدنى معامل للهجوم 1.09 للطور اليرقي الثالث. بلغ أعلى وقت للمعالجة 23.274 دقيقة للطور اليرقي الثاني، وأما الطور اليرقي الأول فقد استغرق أقل وقت لمعالجة بيوض الحشرة إذ بلغ 10.651 دقيقة.

كلمات مفتاحية: وقت المعالجة، معامل الهجوم، *Chrysoperla carnea*، *Tuta absoluta*، الاستجابة الوظيفية.

المقدمة

تعدّ دودة أوراق البندورة/الطماطم (*Tuta absoluta* Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae)، آفة على البندورة/الطماطم (*Solanum lycopersicum* L.)، إذ تسبب خسائر اقتصادية كبيرة لهذا المحصول في العديد من بلدان أمريكا الجنوبية. وتعدّ في الوقت الحاضر من الآفات الاقتصادية المهمة في حوض البحر المتوسط (Magalhaes *et al.*, 2019). تعدّ المكافحة الكيميائية الأسلوب الأكثر استخداماً للسيطرة على الآفة في موطنها الأصلي والمناطق التي انتشرت فيها مؤخراً. إذ تبدو استراتيجيات مكافحة هذه الآفة محدودة، بالرغم من كونها من الآفات الاستوائية المستوطنة الجديدة، والمنتشرة في المناطق الجغرافية الواسعة التي غزت مناطق انتاج محصول البندورة/الطماطم في جنوب أوروبا وشمال أفريقيا .برزت في العقد الأخير تقنيات المكافحة المتكاملة التي طبقت لمكافحتها على مدى واسع في مناطق انتشارها الجديدة (Speranza *et al.*, 2019).

انتشرت دودة أوراق البندورة/الطماطم سريعاً، لتصبح آفة خطيرة تهدد إنتاج محصول البندورة/الطماطم عالمياً (Desneux *et al.*, 2011) مسببة أضراراً بليغة نتيجة تغذية يرقاتها. تتغذى جميع الأعمار اليرقية على طبقة النسيج الوسطي في الورقة مكونة أنفاقاً تؤدي إلى تقليل عملية التركيب الضوئي للنبات . تؤثر مستويات كثافة الحشرة العالية على السوق وعمليات نضج الثمار، إذ تشكل هذه الأنفاق مدخلاً لمسببات الأمراض النباتية، التي سوف تقلل تدريجياً القيمة التجارية لمحصول البندورة/الطماطم. استخدمت العديد من استراتيجيات مكافحة الآفة *T. absoluta* في موطنها الأصلي ومناطق انتشارها الجديدة: مثل التنبوء بظهور الآفة، المكافحة الزراعية، المكافحة الكيميائية، واستعمال المواد شبة الكيميائية (Semichemicals) في تشويش أو ارباك التزاوج والمصائد الفرمونية، والمكافحة البيولوجية (الحيوية) باستعمال بكتيريا *Bacillus thuringiensis*، ومتطفل البيض *Trichogramma pretiosu* والمفترسات *Podisus nigrispinus* و *Nesidiocoris tenuis* (Dixon, 1959). على الرغم من الانتشار الواسع لدودة أوراق البندورة/الطماطم إلا

https://doi.org/10.22268/AJPP-001338
© 2025 الجمعية العربية لوقاية النبات Arab Society for Plant Protection

أن استراتيجيات مكافحتها محدودة. يعد المفترس أسد المنّ (*Chrysoperla carnea* Stefens) من المفترسات التي تتغذى على مجموعة واسعة من مفصليات الأرجل ذات الأجسام الدقيقة مثل المنّ، الحشرات القشرية، البق الدقيقي، اليرقات الدودية، صانعات الأنفاق، البسيلا، الذباب الأبيض، التربس، بيوض الحشرات، العناكب، الحلم وغيرها (Canard & Principi, 1984).

لقد اكتسبت المكافحة الحيوية باستعمال *C. carnea* أهمية واسعة في إدارة الآفات بسبب قدرة المفترس على السيطرة على مجموعة الآفات ذات الأجسام الدقيقة، إن لهذه المفترسات قدرة كبيرة على البحث عن فريستها، وانتشارها الواسع، وسهولة تربيتها وانتاجها بكميات كبيرة، وقدرتها على التكيف لبيئات مختلفة وقدرتها على تحمل الظروف البيئية المتطرفة (Tauber, 2019)، وقد حظي هذا المفترس بالمزيد من الاهتمام من قبل الباحثين والمزارعين باعتباره عاملاً مهماً وفعالاً ضمن طرائق المكافحة الحيوية للآفات (Gitonga, 2002). حظيت الاستجابة الوظيفية على اهتمام كبير من قبل علماء بيئة الحشرات (Holling, 1959) حيث أظهروا أن الاستجابة الوظيفية تعني التغيير في عدد الفرائس المستهلكة من قبل المفترس الواحد الذي يؤدي إلى تغير في كثافة الفريسة خلال مدة زمنية محددة. تنقسم الإستجابة الوظيفية إلى ثلاثة أنواع رئيسية يعبر عنها بيانياً بالعلاقة بين كثافة أعداد الفريسة وعدد الفرائس المستهلكة من قبل كل مفترس في وقت محدد.

هدفت هذه الدراسة إلى معرفة الاستجابة الوظيفية للمفترس *C. carnea* على حافرة أوراق البندورة/الطماطم (*T. absoluta*)، لاستعماله كعامل مكافحة حيوية.

مواد البحث وطرائقه

تربية الفريسة

تم الحصول على الحشرات المستخدمة في التجربة من مستعمرة في مختبرات كلية الزراعة، جامعة بغداد، شخصت الحشرة في متحف التاريخ الطبيعي في بغداد. تم اتباع تقنية تربية المفترس كما نشر سابقاً (Luna *et al.,* 2017). غذيت يرقات الـ *T. absoluta* على عصير أوراق البندورة/الطماطم الطازج المزروعة في البيت الزجاجي، كلية الزراعة، جامعة بغداد. جمعت البالغات حديثة البزوغ ووضعت في أقفاص أبعادها 40 × 40 × 40 سم مغطاة بقماش الململ ومزودة بفتحة توضع فيها قطعة من القطن مشبعة بالمحلول السكري بتركيز 10% لتغذية البالغات. استعملت نباتات لها ثلاث أوراق بغرض وضع البيض، استبدلت كل يومين، ونقلت افرادياً إلى أقفاص أخرى أبعادها 30×20×20 سم بغرض فقس البيض إلى يرقات تعمل أنفاق للتغذية في أوراق البندورة/الطماطم. أزيلت الأوراق المصابة ووضعت في حاويات بلاستيكية أبعادها 10×25×40 سم لحين التعذر عند حرارة 25±2°س ورطوبة نسبية 70±10% وفترة إضاءة 10:14 ساعة (ضوء: ظلام).

تربية المفترس

أسست مستعمرة المفترس *C. carnea* من بالغات جمعت من حدائق وبساتين الحمضيات في كلية الزراعة، جامعة بغداد، واستعملت لرفد الدراسة بالأعداد المطلوبة لإجراء الاختبارات اللاحقة على الحشرات المستعملة في التجارب. وضعت البالغات في حاويات زجاجية قطرها 8 سم وارتفاعها 20 سم، غطيت من الأعلى بقماش أسود وغذيت بالغذاء الاصطناعي المكون من 4 غ خميرة البيرة، 7 غ عسل و 5 مل ماء مقطر. خلطت المكونات لعمل عجينة ووضعت على شرائط بلاستيكية شفافة علقت في حاويات التربية. كما وضعت قطع من القطن المشبع بالماء المقطر لتزويد البالغات بالماء. تمت إزالة البيض الموضوع من قبل الإناث على الغطاء الأسود يومياً بفرشاة ناعمة. ربيت اليرقات الفاقسة حديثاً على بيوض فراشة الحبوب (*Sitotroga cerealella*) (Lepidoptera : Gelechiidae) (Ashfaq *et al.,* 2004؛ Hagen *et al.,* 1976)، عند درجة حرارة 27±1°س ورطوبة نسبية 65±5%وفترة إضاءة 10:14 ساعة (ضوء: ظلام). استمرت عملية التربية ستة أشهر للحصول على العدد المطلوب من المفترسات (Tesfaye, 2017؛ Gautam &).

الاستجابة الوظيفية ليرقات المفترس أسد المنّ تجاه فريستها

أجريت التجربة في ظروف المختبر نفسها التي استعملت في تربية المفترس لدراسة الاستجابات الوظيفية لكل الاعمار اليرقية لأسد المنّ على بيض الفريسة–حافرة أوراق البندورة/الطماطم. اختيرت ثمان كثافات لبيض الفريسة، وتمت زيادة أعدادها تدريجياً حسب الأعمار اليرقية للمفترس، فكانت: 5، 10، 20، 40، 60، 80، 100 و 120 بيضة كل يوم، على التوالي، للعمر اليرقي الأول للمفترس و 10، 20، 40، 80، 120، 160، 180 و 200 بيضة كل يوم، على التوالي، للعمر اليرقي الثاني و 10، 20، 40، 80، 120، 160، 200 و 220 بيضة كل يوم، على التوالي، للعمر اليرقي الثالث. استعمل العمر اليرقي الواحد للمفترس مرة واحدة. وضعت اليرقات في طبق زجاجي بقطر 9 سم مزود بورق نشاف ورطب قليلاً بماء مقطر. جوعت اليرقات لمدة 12 ساعة ثم نقلت إلى الأطباق بواسطة فرشاة ناعمة وتركت لمدة 24 ساعة. تم عدّ البيض المستهلك من قبل يرقات المفترس. استعملت 10 مكررات لكل كثافة بيض فريسة مدروسة وحسبت الأعمار اليرقية للمفترس، استعملت

10 مكررات لكل كثافة بيض دون تعريضها ليرقات المفترس كمعاملة شاهد. فحصت الأطوار بواسطة المجهر بقوة تكبير x115.

تحليل البيانات

درست الاستجابة الوظيفية للمفترس على كثافات مختلفة من بيض الفريسة حافرة أوراق البندورة/الطماطم حسب معادلة Holling (1959a):

$$H_a = a\,TN/(1+aT_bN)$$

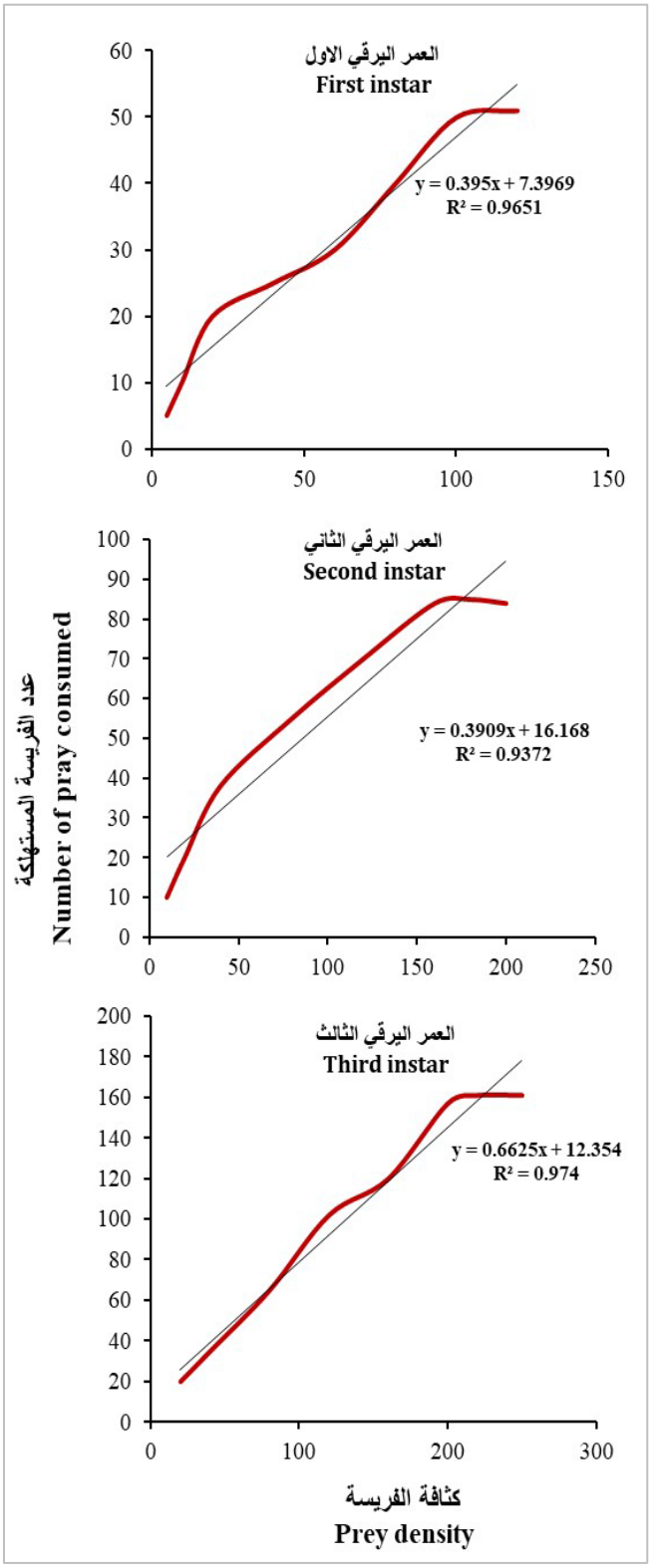
حيث أن: H_a = عدد الفرائس المستهلكة من قبل مفترس واحد، a= معدل البحث، H=كثافة الفريسة، T= الوقت الكلي للبحث، T_h = وقت المعالجة، α = ميل المستقيم، β = نقطة تقاطع.

العلاقة بين معدل الفريسة المستهلكة والعدد الأصلي المقدم لكل عمر يرقي للمفترس في بداية التجربة = الفريسة المستهلكة/كثافة الفريسة × 100 لكل الأعمار اليرقية للمفترس (Luna *et al.*, 2017).

النتائج والمناقشة

أشارت نتائج الاستجابة الوظيفية (شكل 1) ليرقات المفترس أسد المنّ إلى زيادة عدد الفرائس المستهلكة (عدد البيوض) بمعدل يتناسب مع زيادة الكثافة العددية للفريسة، حيث تناقص ميل منحنى الاستهلاك تدريجياً حتى استوى، وينسجم ذلك مع النمط الثاني من الاستجابة الوظيفية الذي يعدّ النمط الأكثر شيوعاً للمفترسات الحشرية (Jervis, 2018؛ Van-Leeuwen *et al.*, 2017) وهو النمط الذي تبديه الكثير من المفترسات تجاه كثافات متنوعة من فرائسها التي تتحدد بشراهة المفترس وزمن المعالجة.

كما لوحظ إستجابة أسد المنّ لزيادة الكثافة العددية، أي زيادة فرص مواجهة أسد المنّ لفريسته في الكثافات العالية، فتزايدت أعداد الفرائس المستهلكة قياساً مع الكثافات المنخفضة، ثُم تناقصت بعدها نسب الافتراس مع ارتفاع كثافة الفرائس، والذي يدعم النتائج بأن نمط الاستجابة الوظيفية لأسد المنّ هو من النوع المعتمد على الكثافة العكسية (Holling, 1959b)، مما يبين إمتلاك أسد المنّ صفة إفتراس جيدة، وهي البحث عن الفرائس عند كثافاتها المنخفضة والعالية، مما يمكنه من خفض أعداد فرائسه. تتفق هذه النتائج مع ماذكره Abd El-Gawad *et al.* حول المفترس أسد المنّ واستجابته لكثافات متنوعة من يرقات عثة درنات البطاطا/البطاطس (*Phthorimaea oprculella* Zeller)، حيث بينت النتائج قدرة إفتراسية عالية لهذا النوع على يرقات العثة، كما أشارت دراسة Stewart *et al.* (2002) التي أظهرت نتائجها أن المفترس *Chrysoperla rufilabris* يمثل النمط ذاته من الاستجابة تجاه فريسته البق المطرز (*Stephanitis pyrioides*) (Stark & Witford, 1987).

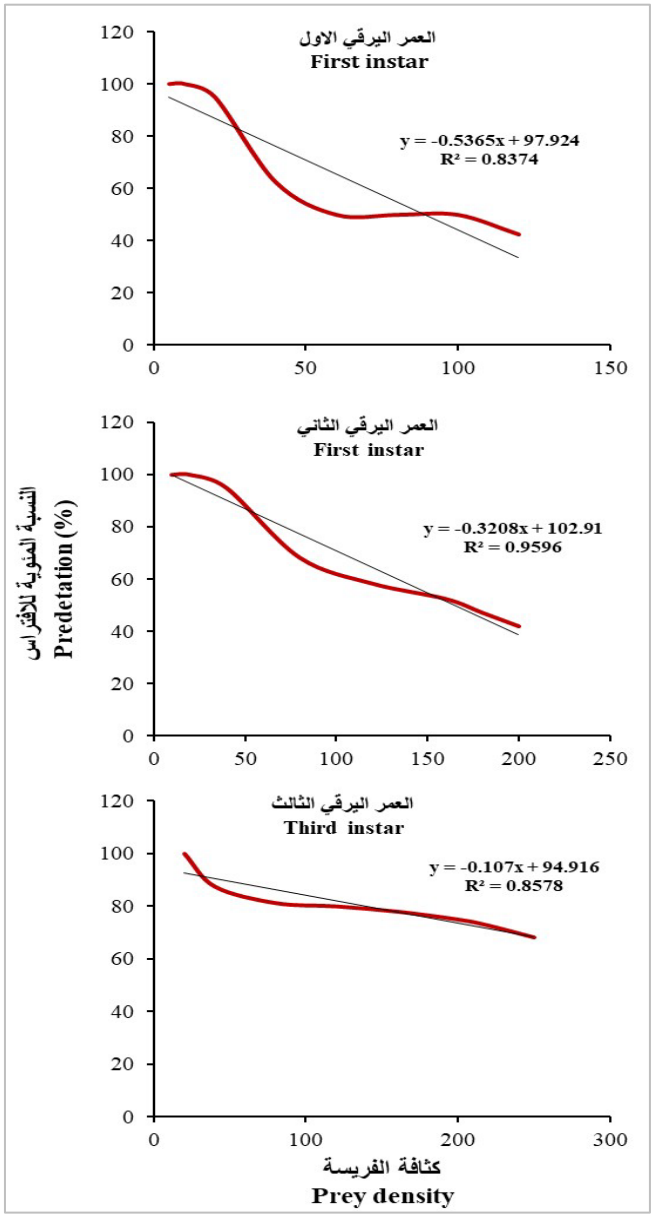


شكل 1. نمط الاستجابة الوظيفية للأطوار اليرقية لأسد المنّ (*C. carnea*) تجاه كثافات عددية مختلفة من بيوض حافرة أوراق البندورة الطماطم (*T. absoluta*).

Figure 1. Pattern of functional response of larval stages of lion aphid, *C. carnea* against different densities of eggs of tomato leafworm *T. absoluta*.

يبين جدول 1 أن قيم معامل الهجوم وزمن المعالجة التي حسبت من منحنيات الاستجابة الوظيفية تمثل متوسط القيم لهذه المعايير لمدة 24 ساعة مضروبة بـ 60 دقيقة، إذ أظهرت نتائج حساب معامل الهجوم (a) وزمن المعالجة (T_h) تزايداً في معامل الهجوم (a) وانخفاضاً في وقت المعالجة (T_h) ليرقات الطور الثالث لأسد المنّ، إذ بلغ أعلى معامل للهجوم 1.509، بينما بلغ 2.531 ليرقات الطور الأول. وقد انخفض وقت المعالجة (T_h) حيث كان أقصر وقت للمعالجة (T_h) 10.651 دقيقة ليرقات العمر الأول، بينما كان أطول وقت للمعالجة 23.274 دقيقة ليرقات العمر الثاني، فيما بلغ وقت المعالجة 17.789 دقيقة ليرقات العمر الثالث. يرتبط التغير في قيم الهجوم (a) ووقت المعالجة (T_h) بتنوع حجم الفريسة والمفترس، إذ أن الفريسة الصغيرة تكون بصورة عامة سهلة المطاردة والافتراس والهضم مقارنة بالفريسة الأكبر (Dixon, 1959) وبشكل مشابه، تبحث المفترسات الكبيرة عادةً بشكل أسرع وتحقق نجاحاً أكبر في الصيد مقارنة بالمفترسات الصغيرة التي تواجه نفس الحجم من الفريسة (Brown, 1974؛ Glen, 1975). بينت النتائج أن معامل التحديد كان 0.765، 0.937 و 0.974 للأعمار اليرقية الاولى، الثانية والثالثة للمفترس، على التوالي. وكانت أعلى نسبة افتراس من قبل حوريات العمر الثالث حيث وصلت إلى 103.25 بيضة/يوم يتبعها العمر اليرقي الثاني والأول بنسبة افتراس 55.75 و 28.875 بيضة/يوم، على التوالي. (S.A.S, 1989).

مما سبق يمكننا أن نستنتج أن منحنى الاستجابة الوظيفية ليرقات المفترس أسد المنّ على كثافات مختلفة من بيوض دودة أوراق البندورة/الطماطم كان من النمط الحلقي الثاني للاستجابة الوظيفية. وقد ازداد معامل الهجوم فيما انخفض وقت المعالجة حيث بلغ أعلى معامل للهجوم 2.558 للطور اليرقي الثاني وأدنى معامل للهجوم بلغ 1.09 للطور اليرقي الثالث، و بلغ أعلى وقت للمعالجة 23.274 دقيقة للطور اليرقي الثاني، أما الطور اليرقي الأول فقد استغرق أقل وقت لمعالجة بيوض الحشرة إذ بلغ 10.651 دقيقة.



شكل 2. العلاقة بين نسب بيوض دودة أوراق البندورة/الطماطم (*T. absoluta*) المستهلكة من قبل يرقات أسد المنّ (*C. carnea*).

Figure 2. The relationship between the proportions of tomato leafworm, *T. absoluta* eggs consumed by the larvae of the lion aphid, *C. carnea*.

جدول 1. معايير الاستجابة الوظيفية لاسد المنّ (*C. carnea*) تجاه بيوض دودة أوراق البندورة/الطماطم (*T. absoluta*).

Table 1. Functional response criteria of the aphid, *C. carnea* towards the eggs of the tomato leafworm, *T. absoluta*.

الأعمار اليرقية Larval ages	معامل الهجوم Attack coefficient	زمن المعالجة (دقيقة) Processing time (min)	معدل الافتراس Predation rate	معادلة الارتداد (R^2) Rebound equation
العمر اليرقي الأول First instar	2.531	10.651	28.875	0.765
العمر اليرقي الثاني Second instar	2.558	23.274	55.750	0.937
العمر اليرقي الثالث Third instar	1.509	17.789	103.250	0.974

Abstract

Al-Nadawi, F.A.M.H., B.M. Mohsen, E.M. Al-Obaidi, A.K. Badr and F.H. Sadek. 2025. Functional Response of the Predator *Chrysoperla carnea* larvae to the Eggs of Tomato Moth, *Tuta absoluta.* Arab Journal of Plant Protection, 43(3): 380-385. https://doi.org/10.22268/AJPP-001338

This study was conducted at College of Sciences-Mustansiriyah University, aimed to examine the functional response of predator green lacewing, *Chrysoperla carnea* (Stefens) (Neuroptera: chrysopidae) The predator is one of the important natural enemies of members of the family Gelechiidae eggs. Result obtained showed that the curves of functional response of the predator green lacewing, *C. carnea* larvae on various densities of tomato moth, *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) eggs showed that the larvae of predator belong to second type (Cyrtoid) of functional response. The rate of attack coefficient (a) increased, whereas the handling time (T_h) was reduced, and the highest attack coefficient was 2.558 for the 2nd larval stage and the lowest attack coefficient was 1.509 for the 3rd larval stage. However, the highest handling time was 23.274 minutes for the 2nd larval stage and the lowest handling time was 10.651 minutes for the 1st larval stage.

Keywords: Handling time, attack coefficient, *Chrysoperla carnea, Tuta absoluta*, functional response.

Affiliation of authors: *F.A.M.H. Al-Nedawi1[1*], B.M. Mohsen[1], E.M. Al-Obaidi[1] A.K. Badr[2], and F.H. Sadek[3]. (1) Sciences Department, Faculty of Basic Education, Mustansiriyah University, Baghdad, Iraq; (2) Plant Protection Department, Faculty of Agriculture, University of Jordan, Amman, Jordan; (3) Plant Protection Department, Faculty of Agriculture, University of Baghdad, Iraq. [*]Email address of the corresponding author: lneadawi@uomustansiriyah.edu.iq*

References

المراجع

Abd El-Gawad H.A., A.M.M. Sayed and S A. Ahmed. 2010. Functional response of *Chrysoperla Carnea* (Stephens) (Neuroptera: Chrysopidae) larvae to *Phthorimaea oprculella* Zeller (Lepidoptera: Gelechiidae) eggs. Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 4(8):2182-2187.

Ashfaq, M., A. Nasreen and G.M. Cheema. 2004. Advances in mass rearing of *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neuroptera: Chrysopidae). South Pacific Studies, 24(4):47-53.

Brown, H.D. 1974. Defensive behavior of the wheat aphid *Schizaphis graminum (*Rondani) (Homoptera: Aphididae) against Coccinellidae. Journal of Entomology (A), 48:157-165.

Canard, M. and M.M. Principi. 1984. Life histories and behavior. Pp. 57-149. In: Biology of Chrysopidae, M. Canard, Y. Semeria and T.R. New (eds). Dr W Junk Publishers, The Hague, Germany.

Desneux, N., M.G. Luna, T. Guillemaud and A. Urbaneja. 2011. The invasive South American tomato pinworm, *Tuta absoluta* continues to spread in Afro-Eurasia and beyond: the new threat to tomato world production. Journal of Pest Science 84:403-408. https://doi.org/10.1007/s10340-011-0398-6

Dixon, A.F.G. 1959. An experimental study of the searching behavior of the predatory coccinellid beetle *Adalia decempunctata* (L.). Journal of Animal. Ecology, 28: 259-281.

Gautam, R.D. and A. Tesfaye .2017. Potential of green lacewing *Chrysoperla carnea* (Stefence) in crop pest management. New Agriculturist, 13(1/2):147-158.

Gitonga, L.M., W.A. Overholt, B. Löhr, J.K. Magambo and J.M. Mueke. 2002. Functional response of *Orius albidipennis* (Hemiptera: Anhocoridae) to *Megalurothrips sjostedti* (Thysanoptera: Thripidae). Biological Control, 24(1):1-6. https://doi.org/10.1016/S1049-9644(02)00001-4

Glen, D.M. 1975. Searching behavior and prey-density requirements of *Blepharidopterus angulatus* (Fall.) (Heteroptera: Miridae) as a predator of the lime aphid *Eucallipterus tiliae* (L.) and the leafhopper *Alenetoidea alneti* (Dahlbom). Journal of Animal Ecology, 44:114-185.

Hagen, K.S., P. Greany, E.F. Sawall and R.L. Tassan. 1976.Tryptophon in artificial honeydews as a source of an attractant for adults *Chrysopa carnea*. Environmental Entomology, 5(3):458-468. https://doi.org/10.1093/ee/5.3.458

Holling, C.S. 1959a. The components of predation as revealed by a study of small mammal predation of the European pine sawfly. Canadian Entomology, 91(5):293-320. https://doi.org/10.4039/ent91293-5

Holling, C.S. 1959b. Some characteristics of simple types of predation and parasitism. Canadian Entomology, 91(7): 385-398. https://doi.org/10.4039/ent91385-7

Jervis, A.M. 2018. Functional behavior. Pp. 49-51. In: Insects as Natural Enemies. A. Jervis and M. New, (Eds.). Springer, Netherlands.

Luna, M.G., N.E Sanchez and P.C. Pereyra. 2017. Parasitism of *T. absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) by *Pseudapanteles dinus* (Hymenoptera: Braconidae) under laboratory conditions. Environmental Entomology, 36(4):887-893. https://doi.org/10.1093/ee/36.4.887

Magalhaes, S.T.V.D., G.N. Jham, M.C. Picanco and G. Magalhaes. 2019. Mortality of second-instar larvae of *Tuta absoluta* produced by the hexane extract of *Lycopersicon hirsutum* f. glabratum (PI 134417) leaves. Agricultural and Forest Entomology, 3(4):297-303. httpS://doi.org/10.1046/j.1461-9555.2001.00116.x

S.A.S. Institute Inc. 1989. SAS.STAT User's Guide, Version 6, 4th edition, Vol.2, Cory, North Carolina.

Speranza, S., E. Virla and P. Huemer. 2019.*Tuta absoluta*, riconoscerla per gestirla. Terra Vita, 25:44-47.

Stark, S.B. and F. Witford. 1987. Functional response of *Chrysopa carnea* (Neuroptera: Chrysopidae) larvae feeding on *Heliothis virescens* (Lepidoptera: Noctuidae) eggs on cotton in field cages. Entomophaga, 32(5):521-527. https://doi.org/10.1007/BF02373521

Stewart C.D., S. Kristine Braman and A.F. Pendley. 2002. Functional Response of the Azalea Plant Bug (Heteroptera: Miridae) and a Green Lacewing *Chrysoperla rufilabris* (Neuroptera: Chrysopidae), Two predators of the Azalea Lace Bug (Heteroptera: Tingidae). Environmental Entomology, 31(6):1184-1190.

Tauber, M.J., C.A. Tauber, K. M. Daane and K.S. Hagen. 2019. Commercialization of predators: recent lessons from green lacewings (Neuroptera: Chrysopidae: Chrysoperla). American Entomologist, 46(1):26-38. httpS://doi.org/10.1093/ae/46.1.26

Van-Leeuwen, E., V.A. Jansen and P.W. Bright. 2017. How population dynamics shape the functional response in one-predator-two-prey system. Ecology, 88(6):1571-1581. https://doi.org/10.1890/06-1335

Received: April 2, 2024; Accepted: April 28, 2024

تاريخ الاستلام: 2024/4/2؛ تاريخ الموافقة على النشر: 2024/4/28