تقويم الاستجابة الوظيفية ليرقات المفترس *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neuroptera:Chrysopidae) المتغذي مختبرياً على مَنْ اللهانة *Brevicoryne brassicae* (L.) (Homoptera: Aphididae)

*هند سهيل عبد الحي ** *محمد عمار الراوي**

استلام البحث 1، اذار، 2011
قبول النشر 12، حزيران، 2011

الخلاصة:

قيست الاستجابة الوظيفية بتقديم كثافات مختلفة من حوريات مَنْ اللهانة *Brevicoryne brassicae* (L.) لكل من يرقات المفترس *Chrysoperla carnea* . اذ دلت النتائج على تطابقه مع النمط الثاني من أنماط الإستجابة الوظيفية الذي يكون شكلاً منحنياً من نوع معتمد الكثافة المعكوس ، اذ تزداد اعداد الفرائس المستهلكة بمعدل متناقص مع زيادة كثافة الفريسة حتى الوصول الى مرحلة الاستقرار التي يحددها زمن المعالجة وشبع المفترس . كما تغيرت قيم كل من معامل الهجوم وزمن المعالجة مع التطور العمري لكل من المفترس وفريسته ، إذ لوحظ تزايد في معامل الهجوم وانخفاض في زمن المعالجة مع التطور العمري للمفترس عند تغذيته على طور حوري معين ، إذ بلغ معامل الهجوم للمفترس 1.779 ، 3.406 ، 4.219 فيما بلغ زمن المعالجة 0.015 و 0.010 و 0.008 (يوم) للأطوار اليرقية الأول والثاني والثالث على التوالي عند تغذيها على الطور الحوري الأول لمَن اللهانة ، بينما أنخفض معامل الهجوم وتزايد زمن المعالجة مع تقدم عمر الفريسة المتغذى عليها ، إذ بلغ معامل الهجوم 1.779 و 1.392 و1.096 و1.059. ويعزى ذلك الى زيادة حجم المفترس وتنامي كفاءته في صيد الفريسة فضلاً عن زيادة حجم الفريسة وتطور قدرتها على الدفاع والهروب.

الكلمات المفتاحية: *Chrysoperla carnea*، *Brevicoryne brassicae*، **Functional response، Holling typeII .**

المقدمة:

تهدف دراسة الاستجابة الوظيفية للمفترس *Chrysoperla carnea*الى اعطاء نظرة مسبقة حول امكانية المفترس بوصفه عامل مكافحة حياتي في السيطرة على حشرة مَن اللهانة *Brevicoryne brassicae* (L.)،كما ان نوع الاستجابة الوظيفية التي تتشكل بالعلاقة مع عدد الفرائس المستهلكة ضد الفرائس المتوافرة تؤثر في ديناميكية المفترس–الفريسة وتسهم في استقرار النظام [1] .ويعد Solomon [2] اول من اشار الى هذا المفهوم إذ وصف التغيرات في اعداد الفرائس المهاجمة من مفترس واحد خلال مدة زمنية محددة وذلك عند تغير الكثافة العددية للفريسة بالاستجابة الوظيفية ،وذكر ان عملية الافتراس تعتمد على متغيرين هما كثافة المفترس وكثافة الفريسة إذ يزداد الافتراس بزيادة هذين المتغيرين فضلاً عن ان زيادة كثافة الفريسة تؤدي الى استجابة وظيفية وعددية لدى المفترس .وإذا كان للمفترس ان يسيطر على الفريسة فان نسبة اكبر من الفرائس يجب ان تقتل كلما زادت كثافة الفرائس ، وهذا يحافظ على تفاعل ثابت بين المفترس وسكان الفريسة . وجد[3] من خلال دراسته ان معدل الافتراس يزداد بزيادة كثافة سكان الفريسة الذي ينتج عن عاملين الاول ان كل مفترس يرفع معدل استهلاكه للفرائس عندما يتعرض الى كثافة فرائس عالية ، والاخر ان كثافة المفترس تزداد مع زيادة كثافة الفريسة . وعد هذان التاثيران لسكان المفترس نحو كثافة الفريسة بأولاً الاستجابة الوظيفية واخراً الاستجابة العددية. وأشار[4] الى وجود ثلاثة انماط من الاستجابة الوظيفية تُحدد بالوفرة النسبية لكل من الفريسة والمفترس:

النمط الاول يمثل وصف علاقة خطية بين اعداد الفرائس المُستهلكة وكثافة سكان الفرائس إذ افترض النمط ان المفترس له القابلية على الاستمرار بالافتراس مع زيادة كثافة الفرائس وذلك بأكلها نسبة ثابتة على وفق وفرتها في البيئة على وفق المعادلة: $N_a = \alpha + \beta N$

إذ ان N_a = عدد الفرائس المستهلكة ، N = كثافة الفريسة (عدد الفرائس المجهزة) ، α = التقاطع وβ= الميل للمستقيم .

اما **النمط الثاني** فيمثل حالة يرتفع فيها عدد الفرائس المستهلكة لكل مفترس منذ البداية بسرعة كلما زادت كثافة الفرائس لكن المستوى يتوقف مع استمرار زيادة كثافة الفرائس [5]. وعبر هولنك عن استجابة المفترس بالمعادلة :

*قسم علوم الحياة – كلية العلوم – جامعة بغداد

$$N_a = a.N.T / (1+a\ N\ T_h)$$

إذ ان N_a= عدد الفرائس المستهلكة،a= ثابت الهجوم او معدل البحث الآني،N= كثافة الفرائس المجهزة/ وحدة مساحة ، T= الزمن اللازم الكلي، T_h=زمن المعالجة لفريسة واحدة، aN= معدل التلاقي مع كثافة الفرائس N. وهذه الاستجابة الوظيفية من النمط II تمثل عدد الفرائس المستهلكة من مفترس واحد في كثافات مختلفة من الفرائس وهو أنموذجي للاستجابة الوظيفية لأنواع عدة من المفترسات ولاسيما اللافقريات. إن معادلة القرص قابلة للتطبيق في حالة ثبات كثافة الفرائس المجهزة ، اما في حالة تناقص كثافة الفرائس بمرور الزمن وعدم تعويض الفريسة المستهلكة فيتم تطبيق معادلة المفترس العشوائي [7،6] :

$$N_a = N\{1- exp\ [\ a(T_h\ N_a - T\ )]\}$$

إذ: N = كثافة الفرائس الاولية ، exp = مقابل اللوغاريتم الطبيعي

اما **النمط الثالث** فيشبه النمط II من حيث حدوث الاشباع في مستوى عالٍ من كثافة الفريسة ،ولمستوى كثافة فرائس واطئة فان العلاقة بين عدد الفرائس المستهلكة وكثافة سكان الفريسة هي زيادة اسية للفرائس المستهلكة من المفترسات . فالمفترس يعمل بكفاءة اقل في الكثافات الواطئة ولكن يزداد معدل الاستهلاك في الكثافات المتوسطة . اما في كثافة الفرائس العالية فان زمن المعالجة يحدد معدل الافتراس فيتكون منحنى S sigmoid curve (استجابة معتمدة الكثافة).وبتعويض قيمة a في معادلة القرص نحصل على نمطIII:

$$N_a=dNT+bN^2T/(1+cN+dNT_h+bN^2T_h)$$

إذ b,c,d هي ثوابت المعادلة.اما معادلة المفترس العشوائية التي تمثل نمط III من الاستجابة الوظيفية لحساب كثافة فرائس غير ثابتة فتصبح :

$$N_a=N\{1-exp[(d+bN)(T_hN_a-T)/(1+c\ N)]\}$$

كما سُجلت انواع عدة اخرى من الاستجابة الوظيفية منها النمط الرابع IV شكل القبة (dome–shape) ويحدث عندما تتداخل بقية الفرائس الاخرى فقط سواء من النوع نفسه ام من نوع مختلف في زمن معالجة المفترس او إذا اظهرت الفريسة نوعاً من سلوك الدفاع الذي يمكن ان يؤثر بشدة في الكثافات العالية[8]. اجريت العديد من الدراسات حول الحشرات المفترسة في الانظمة الزراعية إذ درس[9] الاستجابة الوظيفة ليرقات الطور الثالث للمفترس *C. carnea*على اربع كثافات مختلفة من بيض دودة براعم التبغ *Heliothis virescens* واوضحا أن دراسة كفاءة المفترس *C.carnea* تتطلب معرفة الاستجابة الوظيفية عند وضع استراتيجية لمكافحة الآفات. أما [10] فدرسوا الاستجابة الوظيفية للاطوار اليرقية الثلاثة للاسد المن *C. carnea*عند تجهيزها بكثافات فرائس مختلفة من مَن المشمش(Geoffer) *Hyalopterus pruni* تحت ظروف مختبرية . فيما بحث [11] الاستجابة الوظيفية للاطوار اليرقية للمفترس *C.carnea* على البالغات الاناث للحلم العنكبوت ذي البقعتين *Tetranychus urticae* بتجربة مختبرية استمرت ست ساعات.

المواد وطرائق العمل:

اولاً: التربية المختبرية للحشرات

1- تربية المفترس *C.carnea*

حُفظت بالغات مفترس أسد المَن في اوعية تربية بلاستيكية (20×15سم)غُطيت فوهاتها العليا بقطعة من قماش الخام للتهوية وبوصفها قاعدة لوضع البيض،واحتوت على فتحتين لتزويد المفترسات بالماء وبالمحلول المغذي الصناعي الخاص بكاملات المفترس، والذي تالف من الخميرة والسكر والماء المقطر بنسبة 10:7:4[12]، جُهز الغذاء يومياً وبُدلت قطعة القطن كل ثلاثة ايام لتفادي نمو الاعفان . وللحصول على يرقات أسد المَن رُفعت وأستبدلت قطع القماش المغطية لفوهات الاوعية يومياً أذ وجد البيض مثبتاً على السطح السفلي لقطعة القماش،جُمع البيض بحذرعن طريق قطع حامل البيضة بشفرة حادة ثم نُقل الى اطباق بتري،غطيت من الاعلى بقطعة قماش للتهوية ورباط مطاطي وروقبت باستمرار لملاحظة فقس البيض.عُزلت يرقات الطور الاول الفاقسة مباشرة ووضعت منفردة في انابيب زجاجية(8.5×2 سم) لتجنب ظاهرة افتراس النوع Cannibalism التي تحدث بين يرقات المفترس.غُذيت اليرقات الناتجة على حشرات مَن اللهانة ،وروقبت يومياً لمتابعة نمو وتحول الاعمار اليرقية .

2- تربية حشرة مَن اللهانة (L.) *B. brassicae*

تمت تهيئة المستعمرة المختبرية للفريسة عن طريق جمع الحشرات من اوراق نباتات القرنابيط *Brassica oleracea* (L.) المصابة من الحقل ثم نقلت الى المختبر اذ اطلقت على شتلات القرنابيط المزروعة مسبقاً في اصص للحصول على مستعمرة دائمية للحشرة ، وربيت لاجيال عدة لتوفير الاعداد المطلوبة من الافة لاجراء الدراسات المختبرية. وللحصول على الحوريات ،عُزلت حشرات بالغة في اطباق زجاجية تحوي اوراق قرنابيط ، وفي اليوم الثاني نُقلت حوريات الطور الاول الناتجة الى اطباق اخرى تعد اقفاص تربية حيث وضع في قاعدة كل طبق ورقة ترشيح عليها قطع من اوراق القرنابيط بوصفها غذاءً للحشرة تبُدل باستمرار باوراق حديثة ولوحظ انسلاخها

وتحولها الى حوريات الطور الثاني ، وهكذا تم الحصول على حوريات باطوار مختلفة .

ثانياً: قياس الاستجابة الوظيفية للمفترس تجاه فريسته

درست الاستجابة الوظيفية للمفترس *C. carnea* باطواره اليرقية الثلاثة ولكثافات متنوعة من الاطوار الحورية لمَن اللهانة ، ونُفذت الدراسة في طبق بتري بقطر(9 سم) مبطن بورقة ترشيح وُضع بمركزها قرص مفرد من ورقة القرنابيط بقطر(8 سم) حاوٍ على كثافات مختلفة من الاطوار الحورية للمَن بعد ان سُمح لها بالاستقرار على ورقة اللهانة لمدة ساعة قبل ادخال المفترس. أمضت يرقات المفترس المستخدمة اقل من 24 ساعة في المرحلة العمرية المعينة ، ثم جُوعت قبل التجربة بوضعها على ورقة قرنابيط دون فريسة لمدة 24 ساعة، بعدها تم ادخال مفترس واحد من كل من الاطوار اليرقية على الطبق الحاوي على احدى كثافات مَن اللهانة المبينة في الجدول(1)، سُدت فوهة الطبق بقطعة قماش ورباط مطاطي لمنع هروب الحشرات . وسُجل عدد المَن المستهلك بعد 24 ساعة من دخول المفترس الى الطبق . ولم يتم تعويض الفرائس المستهلكة خلال التجربة . نُفذت الدراسة بواقع 10مكررات لكل كثافة فريسة فضلاً عن مكررات المقارنة لقياس بقاء الفرائس بغياب المفترس نفذت التجارب والتربية المختبرية عند درجة حرارة 27±3 °م ورطوبة نسبية 50-60٪ ومدة ساعات إضاءة (16ضوء : 8 ظلام) . وحُللت النتائج لمعرفة نمط الاستجابة الوظيفية بالعلاقة بين الفرائس المجهزة ونسبة الفرائس المستهلكة [13]. وبما ان التجارب أجريت دون تعويض للفرائس المستهلكة ، أستخدمت معادلة المفترس العشوائية المتكاملة لتقدير المعايير لكل من النمطين الثاني والثالث من الاستجابة الوظيفية[7،6]. كما تم حساب معامل الهجوم (a) وزمن المعالجة (b) باستخدام معادلة الانحدار الخطي :

$$Ln(N- Na / N) = a.b.Na –T.a$$

اذ : Ln = اللوغاريتم الطبيعي وباقي الرموز كما عُرفت سابقاً .

جدول (1) الكثافات العددية لمَن اللهانة (L.) *B. brassicae* في دراسة الاستجابة الوظيفية للمفترس

الاطوار اليرقية للمفترس	الاطوار الحورية للفريسة	كثافة الفريسة العددية
الطور اليرقي الاول	الاول والثاني الثالث والرابع	80, 60, 40, 20, 10 80, 60, 40, 20, 10,5
الطور اليرقي الثاني	الاول والثاني الثالث والرابع	140,120,100,80,60,40,20,10 100,80,60,40,20,10
الطور اليرقي الثالث	الاول والثاني الثالث والرابع	140,120,100,80,60,40,20 100,80,60,40,20,10

النتائج والمناقشة:

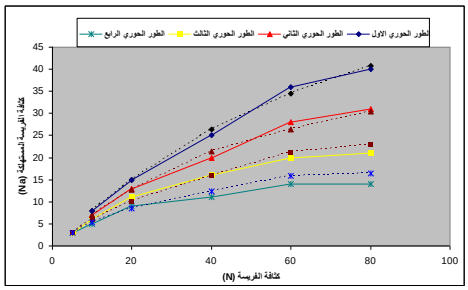
قياس الاستجابة الوظيفية للمفترس *C.carnea* تجاه فريسته

اوضحت النتائج المبينة في الشكل(1) زيادة اعداد الفرائس المستهلكة مع زيادة كثافة الفريسة لاسيما عند الكثافات المنخفضة ليحصل بعدها انحراف عن الخط المستقيم وتكون الزيادة في اعداد الفرائس المستهلكة بمعدلات متناقصة. وليتطابق نمط الاستجابة الوظيفية للمفترس تجاه كثافات مختلفة من فريسته مَن اللهانة مع النمط الثاني الذي يعد النمط الاكثر شيوعاً بين المفترسات الحشرية [14].ولتحديد الشكل العام للاستجابة الوظيفية للمفترس تجاه فريسته بطريقة دقيقة قياساً مع تحليل منحني الاستجابة الوظيفية{عدد الفرائس المستهلكة (Na)ضد كثافة الفريسة(N) }الشكل (1)، وللتمييز بين النمطين الثاني والثالث من الاستجابة الوظيفية ، يتم رسم علاقة بين نسبة الفرائس المقتولة{عدد الفرائس المستهلكة (Na)/ كثافة الفريسة (N) } ضد كثافة الفريسة (N) الشكل(2) ،فزيادة نسبة القتل مع كثافة الفريسة يعد كافياً لتشخيص النمط الثالث من الاستجابة الوظيفية.اما اذا تناقصت نسبة القتل على وتيرة واحدة تدريجياً مع كثافة الفريسة فيعد دليلاً على ظهور النمط الثاني من الاستجابة الوظيفية لهذا الانحدار اللوجستي [13،7] .ويلاحظ ان نتائجنا تطابقت مع الحالة الثانية الدالة على النمط الثاني من الاستجابة (الشكل 1).

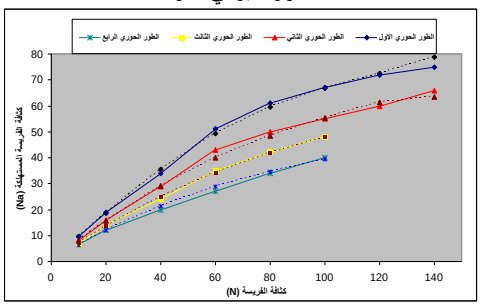
ولوحظ ايضاً استجابة المفترس لزيادة الكثافة العددية للفريسة ،اي زيادة فرص مواجهة المفترس مع الفريسة في الكثافات العالية ،اذ تزايدت اعداد الفرائس المستهلكة قياساً مع الكثافات المنخفضة بعدها تناقصت نسب الافتراس مع ارتفاع كثافة الفرائس والذي يدعم النتائج أن شكل نمط استجابة المفترس *C. carnea* هو من نوع معتمد الكثافة المعكوس Inversely density-dependent الذي يشير الى امتلاك المفترس صفة جيدة وهي البحث عن الفرائس في الكثافات الواطئة والعالية ،الامر الذي يفيدنا في معرفة أن المفترس له القابلية على خفض سكان مَن اللهانة. كما اشارت النتائج الى تطابق عالٍ لمنحني الاستجابة الوظيفية على وفق معادلة المفترس العشوائي[6] في وصف البيانات الواقعية .

تتفق نتائجنا مع [9] اللذين اشارا الى ظهور النمط الثاني من الاستجابة الوظيفية للمفترس *C. carnea* عند تغذيته على بيض دودة براعم التبغ *H.virescens* . كما نتفق مع [10] اذ اشاروا الى ان يرقات *C. carnea* استجابت الى زيادة كثافة فرائس من المشمش من خلال زيادة معدل استهلاكها ،واظهرت الاطوار المتقدمة بالعمر كفاءة افتراس اعلى من الاقل عمراً، وتوافق سلوك كل من الاطوار اليرقية الثلاثة مع النمط II من انماط

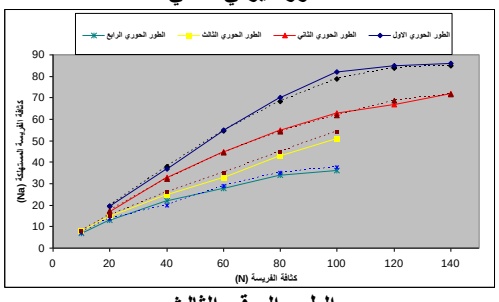
الاستجابة. وسجل [15] تطابق نمط الاستجابة الوظيفية مع النمط الثاني للمفترس *Chrysoperla mutata* عند اطلاقه مع كثافات متنوعة من حوريات الدوباس. اما نتائج دراسة[11] للاستجابة الوظيفية ليرقات *C. carnea* عند اطلاقها على كثافات مختلفة من بالغات اناث الحلم ذي البقعتين *T. urticae* فقد اشارت الى توافق يرقات الطورين الاول والثاني للمفترس مع النمط الثاني ، بينما اظهر الطور اليرقي الثالث توافقاً مع النمط الثالث من الاستجابة الوظيفية وان اعلى معدل افتراس وجد في الطور الاخير للمفترس تبعه الطوران الثاني والاول .وسجل[16] ظهور النمط الثاني من الاستجابة الوظيفية للمفترس *Chrysoperla externa* على فريسته دودة ثمار الطماطة *Helicoverpa armigera*. فيما اشار[17] الى ظهور النمط الاول من الاستجابة الوظيفية في يرقات *Chrysoperla rufilabris* عند اطلاقها على بيض ويرقات دودة براعم التبغ وعلى مَن القطن *Aphis gossypii* .



الطور اليرقي الاول



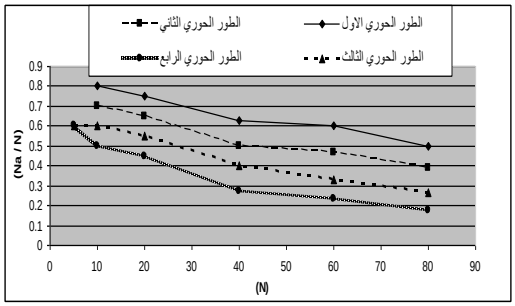
الطور اليرقي الثاني



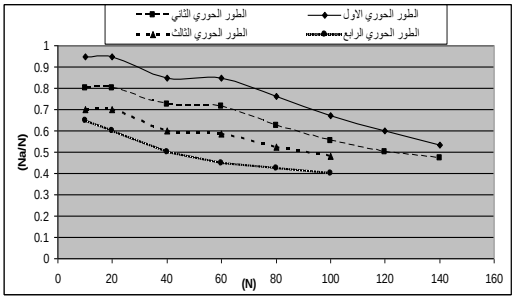
الطور اليرقي الثالث

النتائج الواقعية (ـــــ) النتائج بحسب معادلة Rogers (---)

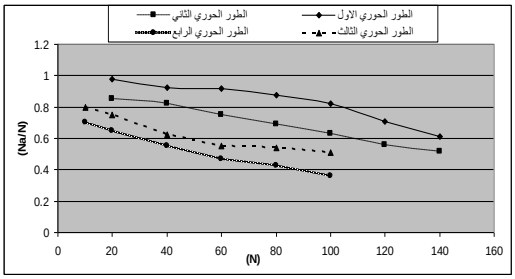
شكل(1) الاستجابة الوظيفية للمفترس *C. carnea* تجاه كثافات مختلفة من حشرة مَن اللهانة *B. brassicae*



الطور اليرقي الاول



الطور اليرقي الثاني

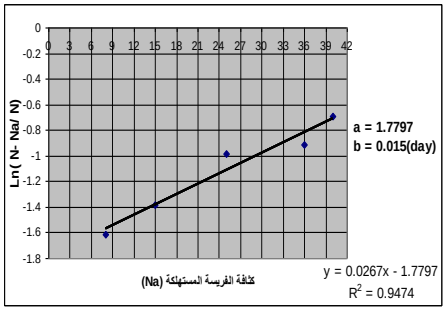


الطور اليرقي الثالث

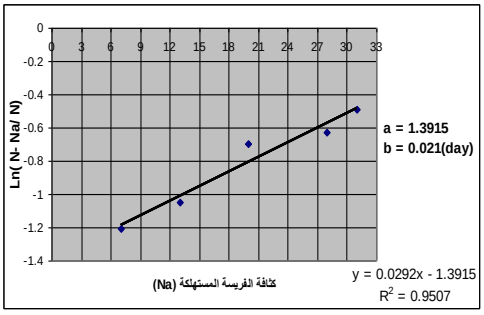
شكل (2) العلاقة بين نسبة الفرائس المستهلكة (عدد المَن المستهلك(Na)/ عدد الفرائس المجهزة (N)) وعدد الفرائس المجهزة (N)

أظهرت نتائج حساب معامل الهجوم (a) وزمن المعالجة (b) انحداراً معنوياً (الشكل3).فيما بين الشكلان(4)و(5) العلاقة بين تطور المفترس والفريسة وبين معامل الهجوم (a) وزمن المعالجة (b)، اذ لوحظ تزايدٌ في معامل الهجوم وانخفاضٌ في زمن المعالجة مع التطور العمري للمفترس عند التغذية على طور حوري معين ،إذ بلغ معامل الهجوم للمفترس 1.779، 3.406، 4.219 فيما بلغ زمن المعالجة 0.015 و0.010 و 0.008 (يوم) للاطوار اليرقية الاول والثاني والثالث على التوالي عند تغذيها على الطور الحوري الاول لمَن اللهانة ويعزى ذلك الى زيادة حجم المفترس وتنامي كفاءته في صيد الفريسة ،فيما لوحظ انخفاض معامل الهجوم وتزايد في زمن المعالجة مع تقدم عمر الاطوار الحورية للفريسة بالعمر إذ سجل معامل الهجوم 1.779 و1.392و1.096و1.059 وذلك نتيجة زيادة حجم الفريسة وقدرتها على الدفاع والهروب .

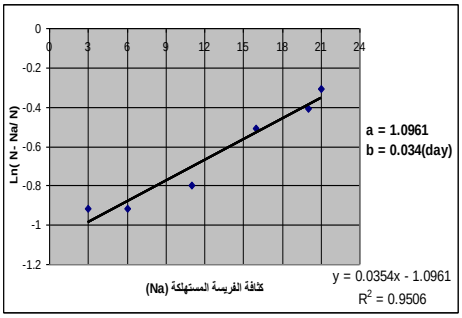
تمثل قيم معامل الهجوم وزمن المعالجة وفقاً لمنحنيات الاستجابة الوظيفية متوسط القيم لمدة 24 ساعة تعرض المفترس قبلها الى التجويع ،مما جعل مستويات الجوع تتناقص طوال مدة الدراسة وبمعدلات مختلفة باختلاف كثافة الفرائس .ولوحظ ان يرقات *C. carnea* تصبح اكثر استعداداً للبحث والهجوم عندما تجّوع مما يزيد من فرص التلاقي مع الفريسة ، فيما افاد [18] ان الهضم في يرقات *C. carnea* يكون اسرع في المجوعة منها واشارا بالنتيجة الى تحفيز سلوك البحث لدى اليرقات لايجاد الغذاء او الفريسة . واتفقت نتائجنا مع [19] اللذين حددا النمط الثاني من الاستجابة الوظيفية لمفترسات من جنس*Chrysoperla* على بيض دودة الذرة *Heliothis zea* واشارا الى ان معدل الهجوم كان 0.029،0.26، 0.059 للاطوار اليرقية الثلاثة على التوالي . كما سجلت يرقات أسد المَن زمن معالجة واطئ 0.08 ساعة قياساً مع بالغات الدعسوقة المتقاربة *Hippodamia convergens* التي كان لها زمن معالجة عالي المعنوية .وفي بحث آخر وجد [20] ان المفترس *Chrysoperla oculata*اظهر النمط الثاني من الاستجابة الوظيفية عند دراسته انماط الاستجابة لثمان ِ مفترسات لافقرية شائعة على بيض دودة جوز القطن .واثبتت النتائج التي تم التوصل اليها من هذه الدراسة صحة الانتقادات الموجهة الى معادلة هولنك الذي أكد ثبات معامل الهجوم ووقت المعالجة ،اذ تبين من نتائج دراستنا للاستجابة الوظيفية انهما متغيران وغير ثابتين،وهو ما اشار اليه عدد من الباحثين من كون هذين العاملين يتغيران خلال مدة حياة المفترس[21]. كما تتغير الاستجابة الوظيفية للمفترس مع جنس ومرحلة نمو المفترس والفريسة وميدان البحث وعوامل حياتية اخرى [22،23].



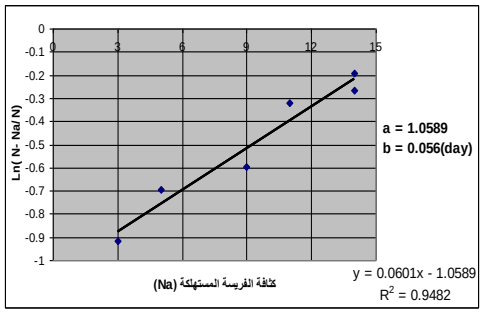
الطور اليرقي الاول /الحوري الاول



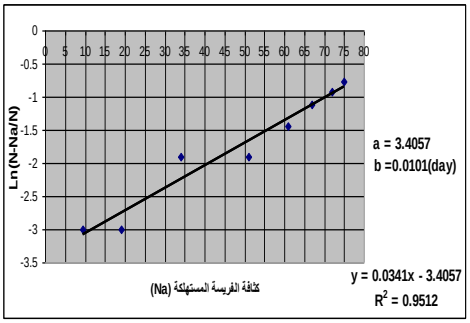
الطور اليرقي الاول /الحوري الثاني



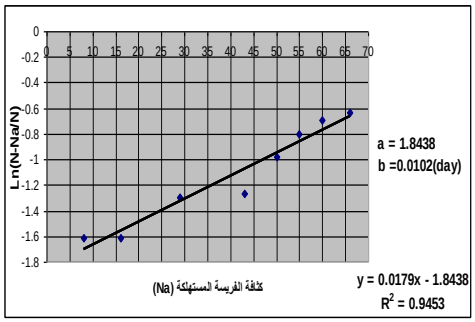
الطور اليرقي الاول /الحوري الثالث



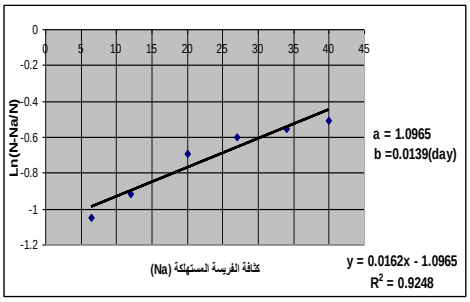
الطور اليرقي الاول /الحوري الرابع



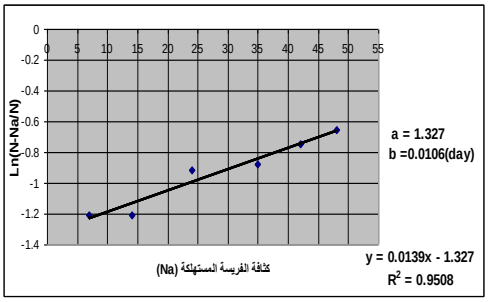
الطور اليرقي الثاني / الطور الحوري الاول



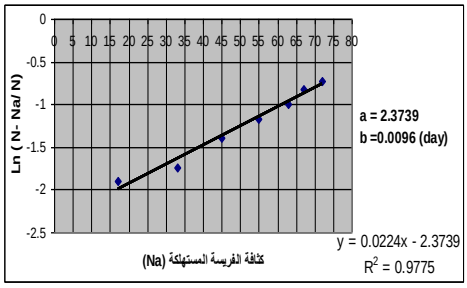
الطور اليرقي الثاني /الطور الحوري الثاني



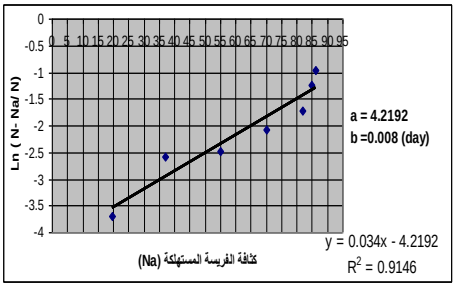
الطور اليرقي الثاني /الطور الحوري الرابع



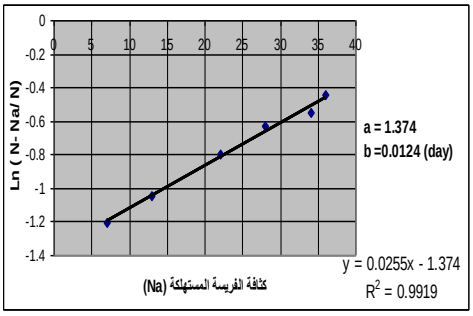
الطور اليرقي الثاني / الطور الحوري الثالث



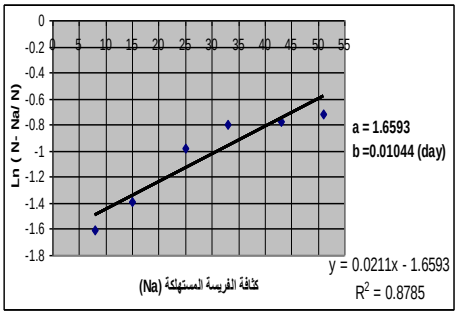
الطور اليرقي الثالث / الطور الحوري الثاني



الطور اليرقي الثالث / الطور الحوري الاول

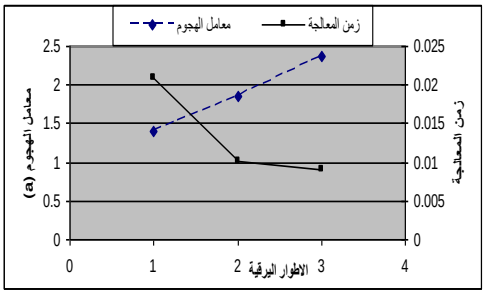


الطور اليرقي الثالث / الطور الحوري الرابع

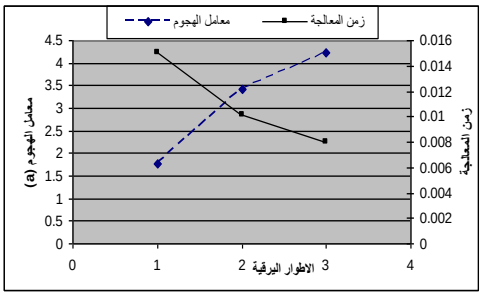


الطور اليرقي الثالث / الطور الحوري الثالث

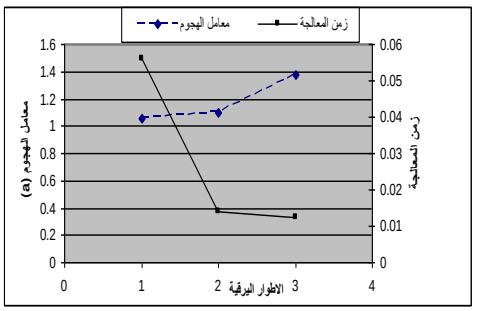
شكل (3) حساب معامل الهجوم (a) وزمن المعالجة (b) ليرقات المفترس *C. carnea* باستخدام الانحدار الخطي



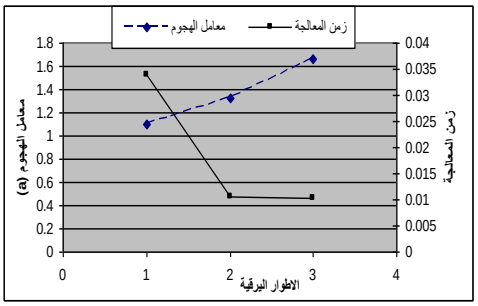
الطور الحوري الثاني



الطور الحوري الاول

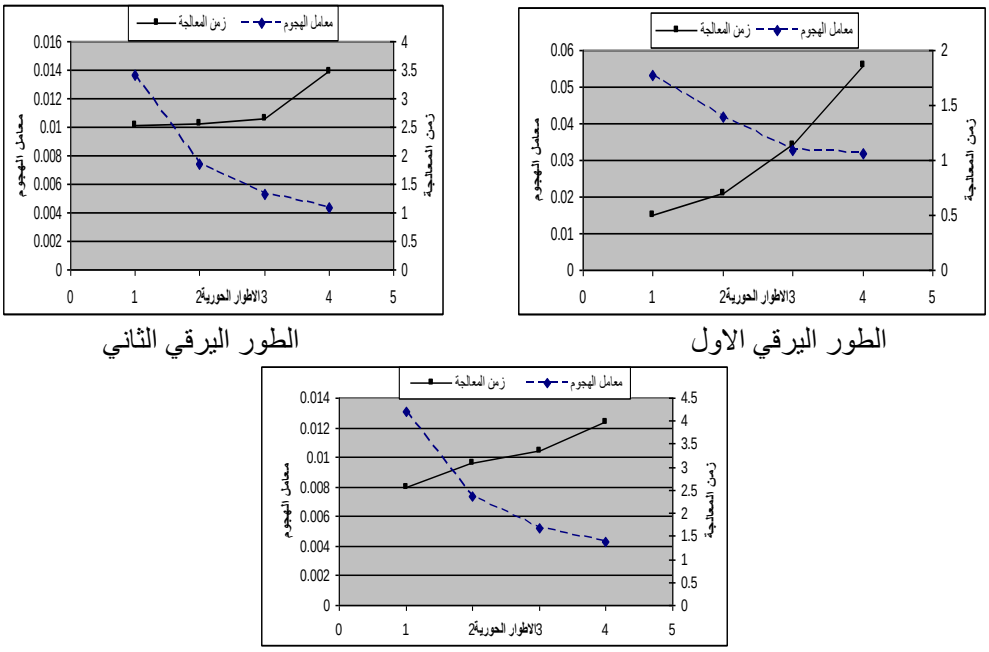


الطور الحوري الرابع



الطور الحوري الثالث

شكل (4) العلاقة بين تطور المفترس *C. carnea* ومعامل الهجوم وزمن المعالجة



شكل (5) العلاقة بين تطور الفريسة *B. brassicae* ومعامل الهجوم وزمن المعالجة للمفترس *C. carnea*

المصادر:

1. Hassell,M.P.1978.The dynamics of arthropod predator–prey systems. Monographs in population biology,Princeton University Press, Princeton,NJ. 273pp.
2. Solomon, M. E. 1949.The natural control of animal populations. J.Anim. Ecol. 18:1-35.
3. Holling,C.S.1959a.The components of predation as revealed by a study of small mammal predation of the European pine sawfly. Can. Entomol. 91: 293-320.
4. Holling,C.S.1965.The functional response of predators to prey density and its role in mimicry and population regulation. Mem. Entomol. Soc. Can,45:1-60
5. Holling, C. S. 1959b. Some characteristics of simple types of predation and parasitism. Can. Entomol. 91: 385-398.
6. Rogers,D.J.1972.Random search and insect population models.J.Anim.Ecol., 41:369-83.
7. Juliano, S.A. 2001. Non-linear curve-fitting: predation and functional response curves. In Design and Analysis of Ecological Experiments,2nd edn (eds. S.M.Scheiner and J. Gurevitch), pp.178–196. Chapman and Hall, New York.
8. Kidd,N.A.C. and Jervis, M.A.1996.Population dynamics. Insect natural enemies (eds M.A.Jervis & N.A.C.Kidd),pp. 293-374.Chapman & Hall, London.
9. Stark, S. B. and Whitford, F. 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.
10. Atlihan, R.; Kaydan,B. and Özgökçe, M.S. 2004. Feeding activity and life history characteristics of generalist predator, *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae), at different prey densities.J.Pest Sci.,77:17-21.
11. Hassanpour, M. ; Nouri-Ganbalani, G.; Mohaghegh, J. and Enkegaard, A.2009. Functional response of

different larval instars of the green lacewing , *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae), to the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). J. Food, Agriculture and Environment. 7(2) : 424-428.

12. Hagen, K.S., and Tassan, R.L.1970. The influence of food wheast and related *Saccharomyces fragilis* yeast products on the fecundity of *Chrysopa carnea* (Neuroptera:Chrysopidae). The Can. Entomol., 102:806-811.
13. Trexler, J.C.; McCulloch, C.E. and Travis, J. 1988. How can functional response best be determined? Oecologia 76:206-214.
14. Van Leeuwen, E.; Jansen, V.A.A and Bright, P.W.2007. How population dynamics shape the functional response in a one – predator-two-prey system. Ecology, 88(6):1571-1581.
15. حمد،باسم شهاب ومحمد عمار الراوي. 2008. تاثير كثافة الفريسة والمفترس على السلوك الافتراسي للمفترس *Chrysoperla mutate* (MacLachlan) المتغذي على حوريات الدوباس . *Ommatissus lybicus* DeBerg .المجلة العراقية للعلوم، المجلد49، العدد1 :40- 49.
16. Kabissa, J.C.B.; Yarro, J.G. ; Kayumbo, H.Y. and Juliano, S.A. 1996. Functional responses of two chrysopid predators feeding on *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) and *Aphis gossypii* (Hom.: Aphididae). Entomophaga, 41(2): 141-151.
17. Nordlund,D. A. and Morrison, R. K. 1990. Handling time, prey preference, and functional response for *Chrysoperla rufilabris* in the laboratory.Entomol. Exp.App.,57:237-242.
18. Morris,T.I. and Campos, M.2006. Study of *Chrysoperla carnea* larvae digestion rates (Insecta, Planipennia) using immunoassays (ELISAs). Zool. baetica, 17:3-10.
19. Shrestha,R.B. and Parajulee, M.N. 2004.Functional response of selected cotton arthropod predators to bollworm eggs in the laboratory. Beltwide Cotton Conferences,San Antonio ,TX-January 5-9.
20. Parajulee, M.N.; Shrestha, R.B.;Leser, J.F.; Wester, D.B. and Blanco, C.A.2006. Evaluation of functional response of selected arthropod predators on bollworm eggs in laboratory and effect of temperature on their predation efficiency.Environ.Entomol.,35(2):379-386.
21. الجمالي، ناصر عبد الصاحب عبيد. 1998.دراسات في المكافحة الحياتية لدودة ثمار الرمان *Ectomyelois ceratoniae* (Lepidoptera:Pyralidae) Zeller باستخدام الطفيلي*Apanteles angaleti* Muesebeck (Hymenoptera: Braconidae) أطروحة دكتوراه/وقاية النبات- كلية الزراعة- جامعة بغداد.
22. Stewart,C.D.; Braman, S.K. and Pendley, A.F. 2002. Functional response of the azalea plant bug (Heteroptera: Miridae)and green lacewing, *Chrysoperla rufilabris* (Neuroptera: Chrysopidae), two predators of the azalea lace bug (Heteroptera:Tingidae). Environ. Entomol.31:1184-1190.
23. Allahyari,H.; Fard, P.A. and Nozari, J. 2004.Effect of host on functional response of offspring in two populations of *Trissolcus grandis*on the sunn pest. J.Appl. Entomol. 128 (1):39-43.

Evaluation of the functional response of *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neuroptera:Chrysopidae) larvae feeding on cabbage aphid, *Brevicoryne brassicae* (L.)(Homoptera: Aphididae) in laboratory

Hind S. Abdul Hay* ***Mohammed A. Al-Rawy****

*Biology Dept.-College of Science-University of Baghdad

Abstract:

This study evaluated the functional response of the larva of the predator *Chrysoperla carnea* by offering varying densities of cabbage aphid, *Brevicoryne brassicae* (L.) . Results showed conformity with type–II functional response, where the number of prey killed approaches asymptote hyperbolically as prey density increases (declining proportion of prey killed or the inverse density dependent) till it reached the stability stage determined by handling time and predator satiation. Also, the values of attack rate and handling time changed with age progress for both predator and prey. It has been observed an increase in the attack rate and reduction in handling time with the progress of the predator age when feeding on a particular nymphal instar. The attack rates of the predator was 1.779,3.406 and 4.219 ,while handling time was 0.015,0.010 and 0.008 (days) for 1^{st},2^{nd},3^{rd} larval instars respectively, when fed on 1^{st} nymphal instar. Also attack rates decreased and increases handling time with the progress in the prey. The attack rates were 1.779, 1.392, 1.096 and 1.059, due to an increase in size of the predator and in the growing efficiency in hunting the prey as well as in the increase in size of the prey and in developing its ability to defend itself and escape.