# الاستجابة الوظيفية للمتطفل *Pseudoligosita babylonica* Viggiani ( Hymenoptera:Trichogrammatidae ) تجاه كثافات مختلفة من بيض حشرة الدوباس *Ommatissus lybicus* De berg. ( Homoptera:Tropiduchidae )

*باسم حسون حسن **جواد كاظم الربيعي *حسين فاضل محمد علي الربيعي

* وزارة العلوم و التكنولوجيا/ دائرة البحوث الزراعية– مركز المكافحة المتكاملة للافات الزراعية

** جامعة بغداد/ كلية الزراعة– قسم وقاية النبات

بغداد – العراق

**الخلاصة**

دُرِست الاستجابة الوظيفية لاناث متطفل البيض *Pseudoligosita babylonica* Viggiani (Hymenoptera:Trichogramatidae) تجاه كثافات مختلفة من بيض حشرة الدوباس *Ommatissus lybicus* De berg. (Homoptera:Tropiduchidae) ( 5 ، 10 ، 20 ، 40 و80 بيضة ) تحت درجة حرارة 30 ± 1 °م و رطوبة نسبية 70 ±5 % ومدة ضوئية 16 – 8 ( ضوء– ظلام ) . بينت النتائج ان لاناث المتطفل استجابة وظيفية من النوع الثالث Type III ، اذ يزداد عدد بيض حشرة الدوباس المُتطفل عليه من قبل اناث المتطفل عند البداية الا انه ينخفض بزيادة عدد البيض المُقدم لها او عدد البيض المتوفر . كما بينت النتائج ان قيمة معدل الهجوم ( b ) وزمن المعالجة (Th) المُقدرتين حسب معادلة Rogers كانت 0.0035 ± 0.0006 يوم و 1.0733 ± 0.0501 يوم ، على التوالي . تُشير هذه النتائج ان المتطفل *P.babylonica* يُعد من عوامل الموت مُعتمدة الكثافة القادرة على تنظيم المُجتمعات السكانية لحشرة الدوباس و له تأثير بارز في استقرار النظام .

الكلمات المفتاحية : الاستجابة الوظيفية ، متطفل البيض و دوباس النخيل

## Functional Response of Pseudoligosita Babylonica Viggiani (Hymenoptera: Trichogrammatidae), to Different Densities of Eggs of Dubas Bug Ommatissus lybicus De berg. (Homoptera: Tropiduchidae)

Bassim Hasson Hassan* Jawad Kadhum Alrubeai** Hussain Fadhil Alrubeai*

* Ministry of Science and Technology / Directorate of Agricultural Research- Integrated Pest Control Research Center

** University of Baghdad / College of Agriculture -department of Plant Protection

E-mail : bassim67@yahoo.com

Baghdad-Iraq

Abstract

The functional response of the egg parasitoid *Pseudoligosita babylonica* Viggiani (Hymenoptera: Trichogrammatidae) to different densities of dubas bug *Ommatissus lybicus* De berg. (Homoptera: Tropiduchidae) eggs, was studied at 30±1°C temperature and 70±5% relative humidity and 16L: 8D photoperiod. Results revealed that females of this parasitoid have TypeIII functional response. Where, numbers of parasitized eggs was low at low host densities of dubas bug eggs, after that increased as increasing in host egg densities. Results also showed that attack rate (b) and handling time (Th) estimated by Rogers's equation was 0.0035± 0.0006 day and 1.0733±0.0501 day, respectively. These results indicated that the egg parasitoid *P. babylonica* considered as a direct density dependent mortality factor for dubas bug eggs and has the ability to regulate the population density of its host and has a significant impact in system stability .

**Key Words**: Functional Response, Egg Parasitoid and Dubas Bug

**المقدمة**

يُعد متطفل البيض *Pseudoligosita babylonica* Viggiani احد الاعداء الطبيعية لحشرة دوباس النخيل *Ommatissus lybicus* De berg. في البيئة العراقية . جُمع هذا المتطفل لاول مرة من بيض الجيل الربيعي لحشرة الدوباس في منطقة التويثة الواقعة جنوبي العاصمة بغداد ( حسن و اخرون 2002 و الشمسي 2003 ). وسُجل كنوع جديد سنة 2003 و هو يُصيب بيض الجيلين الربيعي و الخريفي لحشرة الدوباس و تصل نسب التطفل له في بعض المناطق الى 31 % (Hassan و اخرون ، 2003 ) .

ان العامل المهم الذي يؤثر في دور المفترسات و المتطفلات في المكافحة الاحيائية هي الاستجابة الوظيفية ، و يُعد Solomon (1949 ) اول من أشار الى الاستجابة الوظيفية و عرفها على انها العلاقة بين عدد الفرائس المُستهلكة من قبل المُفترس و كثافة الفريسة ، و قد وصف Holling (1959) ثلاثة انواع من الاستجابة الوظيفية ( Type I ، Type II ، Type III ) شُخِصت من خلال شكل المنحنى الذي يصف معدلات الهجوم التي تتاثر بزمن المعالجة ( الزمن اللازم لقتل او اكل الفريسة او التطفل على العائل ) و كفاءة البحث للاعداء الطبيعية خلال زيادة كثافات العائل ضمن مدة تعرض معينة ( Juliano ، 1993 ) ، فالنوع الاول من الاستجابة يصف العلاقة بين معدل الهجوم و كثافة الفريسة او العائل بالعلاقة الخطية ، اما الاستجابة من النوع الثاني فتكون على شكل منحنى يتباطأ باستمرار مع زيادة اعداد الفريسة او العائل اعتمادا على الزمن الذي يستغرقه المفترس او المتطفل في معالجة الفريسة او العائل ، بينما يكون منحنى الاستجابة من النوع الثالث على شكل حرف s اذ تتسارع الاستجابة عند البداية مع زيادة كثافة الفريسة او العائل ثم يحصل توقف عند مستوى معين تحت تاثير زمن المعالجة او حالة الاشباع ( Berryman 1999) ، استعملت الاستجابة الوظيفية بشكل واسع في علم بيئة المجتمعات السكانية و نظريات البحث لدراسة قدرة الاعداء الطبيعية على تنظيم المجتمعات السكانية لعوائلها ( Murdoch و Oaten ،1975 ) ، فالنوع الاول من الاستجابة يمثل معدل الهجوم لمفترس او متطفل غير معتمد الكثافة ، اما النوع الثاني فهو يؤدي الى معتمد الكثافة العكسي ، بينما الاستجابة من النوع الثالث فهي الوحيدة التي تؤدي الى كثافة معتمدة مباشرة فعندما تكون كثافة العائل منخفضة فان ذلك سيؤدي الى حصول استقرار في العلاقة بين العائل و المتطفل ( Bernstein ، 2000 ) .

تهدف الدراسة الحالية الى تقدير نوع الاستجابة الوظيفية لدى اناث المتطفل *P.babylonica* تجاه كثافات مختلفة من بيض حشرة الدوباس لمعرفة دور المتطفل في تنظيم الكثافة السكانية لحشرة الدوباس.

**المواد و طرائق العمل**

**جمع بالغات المتطفل**

جُمِعَت كميات كبيرة من خوص (وريقات) اشجار النخيل الحاوية على بيض حشرة الدوباس من بساتين قضائي المدائن و الصويرة الواقعين جنوبي العاصمة بغداد قبل موعد بزوغ بالغات الجيل الخريفي لمتطفل البيض لسنة 2014 ( النصف الثاني من شهر مايس) . وُضِع الخوص في عبوات بلاستيكية تحتوي على كمية قليلة من الماء للحفاظ عليه من الجفاف اطول مدة ممكنة . وُضِعت العبوات الحاوية على الخوص في صناديق بلاستيكية شفافة (40×40×60 سم) ، يحتوي كل صُندوق على ثلاثِ فتحات بقياس 20×30 سم ، اثنينِ منهما جانبيتين سُدت كل منهما بقماش لا يسمح بخروج بالغات المتطفل و الثالثة امامية سُدت بالقماش ذاته وعلى شكل كُم . زُوِدَ كل صُندوق بغذاء اصطناعي لبالغات المتطفل يتكون من خليط من الماء المقطر و العسل بنسبة 2 : 1 جزء وُضِع على شكل خطوط على السطح السفلي لغطاء الصندوق العلوي باستعمال فرشاة رسم عريضة و

وُضِعَت الصناديق في المختبر بمعدلات درجات حرارة 27±3م° ورطوبة نسبية 40±5 % و مدة ضوئية 12: 12 ساعة تقريبا . رُوقب بزوغ بالغات المتطفل يومياً و جُمِعت البالغات البازغة التي غالبا ما تتجمع حول الغذاء الاصطناعي باستعمال شفاطة فموية .

**ظروف التجربة**

دُرِسَت الاستجابة الوظيفية لاناث المتطفل لكثافات عددية مختلفة من بيض حشرة الدوباس (5 ، 10 ، 20 ، 40 و 80 ) بيضة ، نُفِذَت التجربة بثلاث مكررات لكلٍ من الكثافات المذكورة . جُمِعت بالغات حشرة الدوباس و أطلِقت على البادرات المزروعة بواسطة نوى التمر و المحجوزة باسطوانات حاجزة . بعد الحصول على الاعداد المشار لها اعلاه من بيض الدوباس ازيلت تِلكَ البالغات عن البادرات ، جُمِعت بالغات المُتطفل حديثة البزوغ في انابيب زجاجية وُضِعَ في كل منها قطرات من الندوة العسلية كمصدر غذائي للبالغات ثُم وُضِعَت الانابيب في حاضنة مُختبرية بدرجة حرارة 30 ±1 م° ورطوبة نسبية 70 ±5 % ومدة ضوئية 16 : 8 ساعة ( ضوء– ظلام ) لمدة 24 ساعة لغرض التزاوج ، بعدها عُزِلَت الاناث و أطلِقَت على البادرات الحاوية على بيض الدوباس بمعدل انثى واحدة لكل بادرة و لمدة 24 ساعة ، بعدها أزيلت عن البادرات و تُرِكت في الحاضنة بنفس الظروف المشار لها اعلاه حتى بزوغ بالغات الجيل التالي . أُحصي عدد البيض المُتَطفل عليه وهو البيض الحاوي على فتحات بزوغ بالغات المتطفل .

**تحليل بيانات الاستجابة الوظيفية**

حُلِلَت بيانات الاستجابة الوظيفية بخطوتين وفقا لـ ( Juliano ، 2001 ) ، تضمنت الخطوة الاولى تحديد نوع الاستجابة الوظيفية من خلال علاقة الانحدار logistic regression لنسب البيض المُتطفل عليه ( $N_0/N_a$ ) الى كثافة البيض المتوفر ( $N_0$ ) ( Trexler و اخرون 1988 و Juliano 2001 ) و أدخلت البيانات في المعادلة متعددة الحدود ( Juliano ، 2001 ) و كما يلي :-

$$\frac{Na}{N0} = \frac{\exp(PO+P1NO+P2NO^2+P3N0^3)}{1+\exp(PO+P1NO+P2NO^2+P3N0^3)}$$

حيث ان :- P0 = العامل الثابت

P1 = العامل الخطي

P2 = العامل التربيعي

P3 = العامل التكعيبي

Na = عدد البيض المتطفل عليه

N0 = كثافة البيض المستعملة

قُدِرَت قِيَم العوامل (P0 ، P1 ، P2 ، P3 ) باستعمال نظام CATMOD في البرنامج الاحصائي SAS (SAS Institute ، 2000 ) ، و من ثم اعتُمِدت اشارة قيم تلك العوامل لتحديد نوع الاستجابة الوظيفية ، فاذا كانت قيمة العامل الخطي (P1 ) موجبة و قيمة العامل التربيعي ( P2 ) سالبة فان الاستجابة من النوع الثالث ، اما اذا كانت قيمتي كلا العاملين سالبة فان الاستجابة من النوع الثاني ( Juliano 2001 و Allahyari و اخرون 2004 )

اما الخطوة الثانية فقد تضمنت تقدير كل من زمن المعالجة ( Th ) و معدل الهجوم (b ) ، و ذلك بادخال بيانات عدد البيض الكلي و المتطفل عليه الى البرنامج الاحصائي SAS باختيار معادلة Rogers ( 1972) للاستجابة الوظيفية من النوع الثالث و فقا للصيغة التالية :

$$Npar = N_t\left[1-\exp\left(-bN_0T\,\frac{bN_tT}{1+bT_hN_t^{\,2}}\right)\right]$$

حيث ان :

$N_{par}$ = عدد البيض المُتطفل عليه

Nt = عدد افراد المتطفل

N0 = العدد الاولي للبيض

T = زمن التعرض

b = معدل الهجوم

Th = زمن المعالجة

**النتائج و المناقشة**

بينت النتائج ان عدد بيض حشرة الدوباس المتطفل عليه من قبل اناث المُتطفل *P. babylonica* يزداد عند البداية الا انه ينخفض بزيادة عدد البيض المُقدم لاناث المتطفل او عدد البيض المتوفر . وان المنحنى الذي يربط بين كثافة البيض و عدد البيض المُتطفل على شكل حرف S (Sigmoid curve) (شكل1) . كما بينت نتائج تحليل الانحدار لنسب بيض الدوباس المتطفل عليه من قبل اناث متطفل البيض *P.babylonica* (جدول1)

**جدول(1) تحليل الانحدار لنسب بيض حشرة الدوباس المُتطَفل عليها من قبل متطفل البيض**

| التأثير | العامل المؤثر | القيمة المُقدرة | الخطأ القياسي | قيمة مربع كاي | الاحتمالية |
|---|---|---|---|---|---|
| INTERCEPT | الثابت | −2.3928 | 0.8719 | 7.53 | 0.0061 |
| NO = P1 | الخطي | 0.2595 | 0.0979 | 6.83 | 0.0090 |
| NO2 =P2 | التربيعي | −0.00690 | 0.00283 | 5.94 | 0.0148 |
| NO3=P3 | التكعيبي | 0.000049 | 0.000022 | 5.01 | 0.0252 |

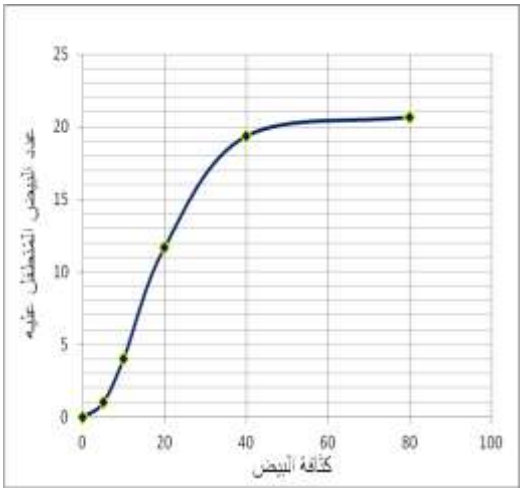
. ***Pseudoligosita babylonica*** **Viggiani**

ان قيمة العامل الخطي هي اكبر من الصفر او انها تحمل اشارة موجبة (P1=0.2595 ) وقيمة العامل التربيعي اصغر من الصفر او تحمل اشارة سالبة ( P2 = 0.00690 −) . و طِبقا لـ Juliano ( 2001) فان هذه النتائج تُشير بوضوح ان لاناث متطفل البيض *P. babylonica* استجابة وظيفية من النوع الثالث TypeIII تجاه الكثافات المختلفة من بيض حشرة الدوباس (شكل 2) .

بينت النتائج أيضا ( جدول 2 ) ان قيمة معدل الهجوم (b) او كفاءة البحث و زمن المعالجة (Th) حسب معادلة Rogers (1972 ) كانت0.0035 ±0.0006 ، 1.0733 ± 0.0501 يوم على التوالي وان معدل هجوم اناث المتطفل قد ازداد خطيا في الكثافات الواطئة من بيض حشرة الدوباس الا انه إنخفض في الكثافات العالية لها (شكل 2) وهذا ما اكده Juliano (2001) و Luna و اخرون ( 2007 ) من ان معدل الهجوم في الاستجابة من النوع الثالث يزداد خطيا في الكثافات الواطئة ثم ينخفض في الكثافات العالية للعائل . كما ذكر ( Berryman 1999 و Hassell 2000 ) ان النوع الثالث من الاستجابة الوظيفية تتسارع فيه الاستجابة في البداية مع زيادة كثافة العائل كون المتطفل يُصبح فعالا بشكلٍ متزايد في العثور على البيض ثم يتوقف عند مُستوى معين تحت تاثير الزيادة في زمن المعالجة او حالة الاشباع.

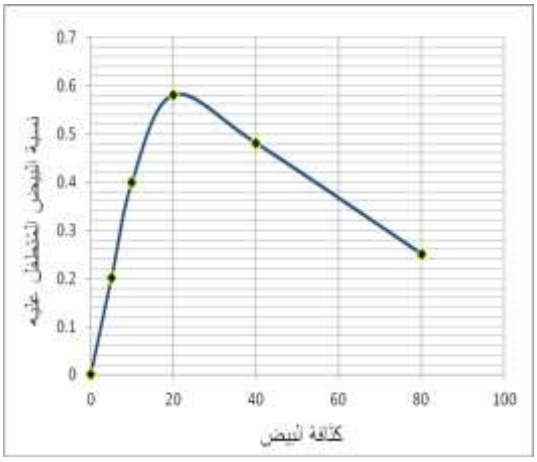
**جدول (2) معدل الهجوم و زمن المعالجة ( المعدل ± الخطأ القياسي ) للاستجابة الوظيفية لاناث المتطفل *Pseudoligosita babylonica* Viggiani تجاه كثافات مُختلِفة من بيض حشرة الدوباس .**

| العامل المؤثر | القيمة المقدرة | الخطأ القياسي | حدود الثقة التقريبية (95 %) | |
|---|---|---|---|---|
| | | | الدنيا | العليا |
| معدل الهجوم | 0.003595124 | 0.00067422391 | 0.00213855287 | 0.0050516955 |
| زمن المعالجة | 1.073327337 | 0.05017181026 | 0.96493779595 | 1.1817168788 |




**شكل ( 1 ) العلاقة بين كثافة بيض حشرة الدوباس و عدد البيض المُتطفل عليه من قبل اناث متطفل البيض *Pseudoligosita babylonica* Viggiani**

كما ذكَرَ Hassell ( 1978 ) ان شكل الاستجابة من النوع الثالث يُنسَبُ عموما الى الزيادة في نشاط البحث مع زيادة كثافة العائل ضمن مدى معين . و اوضح Juliano ( 1993 ) ان نوع الاستجابة الوظيفية يُمكن ان يُشَخص من خلال شكل المُنحنى الذي يَصِفُ معدل الهجوم (الذي يتاثرُ بزمن المعالجة و قابلية البحث) للاعداء الطبيعية خلال مدة تعرض معينة ، وان المتطفل يكون اقل فاعلية في الكثافات الواطئة للعائل الا انه يزيدُ من معدل البحث في الكثافات المتوسطة . اما في الكثافات العالية فان زمن المعالجة للمُتطفلات يُحددُ معدلات تطفلها وان هذه العملية هي التي تُنتِج شكل حرف الـ S لمنحنى الاستجابة الوظيفية من النوع الثالث. وهذا ما لُوحِظَ بالنسبة لمتطفل بيض الدوباس اذ ازداد زمن المعالجة من 0.10 يوم عند الكثافة الواطئة ( 5 بيضة ) الى 1.07 يوم عند الكثافة العالية (80 بيضة ) .




**شكل (2) منحنى الاستجابة الوظيفية ( النوع الثالث Type III ) لاناث متطفل البيض** *Pseudoligosita babylonica* Viggiani لكثافات مختلفة من بيض حشرة الدوباس *Ommatissus lybicus*

لُوحِظت الاستجابة الوظيفية من النوع الثالث في الغالب لدى مُتطفلات البيض ( Reay-Jones و اخرون 2006 ) . وقد عزى Real ( 1977 ) شكل حرف الـ S للاستجابة الوظيفية من النوع الثالث و اتجاه ميل المنحنى نحو الزيادة اولا ثم الانخفاض مع زيادة كثافة افراد العائل او الفريسة الى وجود سلوك التعلُم لدى سكان المُتَطفل او المفترس . كما ذكر ان هنالك مجموعة من التحولات السلوكية قد تحدد نوع الاستجابة الوظيفية او قد تُغيرُ نوع الاستجابة الوظيفية من الثاني الى الثالث وان التعَلُم هو التقنية الاكثرُ خصوصية و منها صيد او معالجة الفريسة او العائل او التعَلم على التركيز في البحث عن الفريسة او العائل ضمن اماكن محددة من البيئة . وضمن هذا الاطار فقد ذكر Morrison (1986) ان مُتطفلات البيض التابعة للجنس *Trichogramma* قد تَبحثُ لمُدةٍ اطول في الاماكن الاكثَرُ جدوى ( الاكثر احتواءً على بيض العائل ) ، لذا فان زَمَن البحث فضلا عن اجمالي الزمن سيزداد مع عدد افراد العائل الموجودةِ ضمن الوجبة ، وفي مثل هذهِ الحالات فان اجمالي الزمن سيزداد للوجبة مع عدد افراد العائل الموجودةِ ضمنها ، مُنتِجَة استجابة من النوع الثالث . كما ذكر Jervis (2007 ) ان الاسباب التي تقود المتطفلات الى اظهار الاستجابة من النوع الثالث ترتبط بعاملين اساسيين هما زمن البحث ومعالجة العائل فعند المستويات الواطئة من كثافات العائل يُمضي المُتطفل النسبة الأكبر من الزمن المتاح له في انشطة اخرى غير البحث عن ادوار العائل المُستهدفة ، فعند المستويات الواطئة من كثافة العائل تُمضي بالغات المتطفل *Venturia canescens* النسبة الاكبر من الزمن في انشطة اخرى غير التطفل كالمشي و الاستراحة على جدران الصندوق المخصص للتجربة ، فضلا عن زمن المعالجة الذي يكون اقصر في المتطفلات عند الكثافات العالية للعائل . تُعد الاستجابة الوظيفية من النوع الثالث هي النمط الوحيد الذي يؤدي الى اظهار علاقة مُعتمد الكثافة المباشر Direct density dependence ، فعندما تكون كثافة العائل او الفريسة واطئة يُمكن بالتالي موازنة العلاقة بين المتطفل و العائل او المفترس و الفريسة والمحافظة بقوة على استقرار هذه العلاقة ( Hassell 1978 و Bernstein، 2000 ) . كما ذكر Hassell ( 1978 ) ان المُتطفلات التي تُظهِرُ استجابة وظيفية من النوع الثالث من الممكن ان تعمل كعوامل وفيات مُعتمدة الكثافة ، وان من بين جميع انواع الاعداء الطبيعية فان الانواع التي لها استجابة وظيفية من النوع الثالث هي فقط القادرة على تنظيم المجتمعات السكانية لعوائلها . وستكون هنالك حاجة للمتطفلات التي تُظهرُ استجابة وظيفية من النوع الثالث في المكافحة الاحيائية التقليدية ذلك لان الاستجابة مُعتمدة الكثافة للاعداء الطبيعية ضد كثافات العائل او الفريسة ظرورية لتنظيم كثافة تلك العوائل او الفرائس ، و بما ان حدوث هذا النوع من الاستجابة مرتبط بصورةٍ عامة بالزيادة في كفاءة البحث عند الكثافات الواطئةِ للعائل عندما تكون كثافات العائل في حالةِ ازدياد ، لذا فهي عنصر اساسي في علاقة العائل بالمُتطفل ولها تاثير

بارز في استقرار النظام ( Murdoch و Oaten ، 1975 ) .

**شكر و تقدير**

أود ان اتقدم بخالص الشكر و التقدير للباحِثَين Azadeh Farazmand, و Yaghoub Fathipour ، جامعة اعداد المدرسين /كلية الزراعة / قسم الحشرات / طهران – ايران ، لتعاونهما معي و تزويدي بالبرنامج الخاص بتحليل بيانات الاستجابة الوظيفية كونها احد المفاهيم البيئية المهمة عند دراسة كفاءة الاعداء الطبيعية والذي سيصب في مصلحة الكثير من طلبة الدراسات العليا و الباحثين الذين يرغبون بدراسة هذا الموضوع

## المصادر

**الشمسي** ، باسم حسون (2003) .الاداء الحياتي لحشرة دوباس النخيل Ommatissus *lybicus* De berg. (Homoptera: Tropiduchidae) تحت الظروف الحقلية و التنبؤ بظهورها باستعمال نموذج الوحدات الحرارية. رسالة ماجستير .جامعة بغداد –كلية الزراعة.

**حسن**، باسم حسون ؛ الجبوري ، إبراهيم جدوع و الربيعي، حسين فاضل (2002) ملاحظات عن متطفل البيض .*Oligosita* spp على بيض حشرة الدوباس . ملحوظة بحثية. مجلة البصرة لأبحاث نخلة التمر . 2 (1و2 ) 11-13 .

**Allahyari,** H.; Fard, P.A. and Nozari, J., (2004) Effects of Host on Functional Response of Offspring in Two Populations of *Trissolcus grandis* on the Sunn Pest', Journal of Applied Entomology. 128, 39- 43.

**Bernstein,** C., (2000) Host-parasitoid Models: The Story of Successful Failure, in Population Biology of Host Interactions HOCHBERG, M. & IVES, A., Eds.). Princeton University Press, Princeton, NJ. 41-57.

**Berryman,** A.A, (1999) The Theoretical Foundations of Biological Control, in Theoretical Approaches to Biological Control (HAWKINS, B.A. & CORNELL, H.V., Eds.). Cambridge University Press, Cambridge, 321.

**Hassan,** H. H.;Al-Jboory,I.J.;Al-Rubeae,H.F.and Viggiani, G.(2003) *Psedoligosita babylonica* n. sp.(Hymenoptera:Trichogrammatidae) , egg parasitoid of *Ommatissus lybicus* Brgevin (Homoptera:Tropiduchidae) in Iraq.Boll.Lab.Ent.agr.Filippo Silvestri 59, 75-78 .

**Hassell,** M.P., (1978) the Dynamics of Arthropod Predator Prey Systems. Monographs in Population Biology. Princeton University Press, Princeton, NJ, USA.

**Hassell**, M.P., (2000) Host - parasitoid population dynamics. Journal of Animal Ecology. 69, 543-566.

**Holling,** C.S., (1959) Some Characteristics of Simple Types of Predation and Parasitism. The Canadian Entomologist. 91,385-398.

**Jervis,**M.A.,(2007) Insects as Natural Enemies.A Practical Perspective springer. 748.www.springer.com .

**Juliano,** S. A.,( 1993) Nonlinear Curve Fitting: Predation and Functional Response Curves, 178-196. *In* S. M. Scheinder and J. Gurevitch (eds.), Design and Analysis of Ecological Experiments. Oxford University Press,New York.

**Juliano,** S.A.,( 2001) Nonlinear Curve Fitting. In: Scheiner SM, Gurevitch J, Editors. Design and Analysis of Ecological Experiments. Oxford University Press. 178-196.

**Luna,** M.G.; Sánchez, N.E.and Pereyra, P.C.,( 2007). Parasitism of *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) by *Pseudapanteles dignus* (Hymenoptera: Braconidae) under Laboratory Conditions. Environ. Entomol. 36, 887-893.

**Morrison,** G., (1986) Searching Time Aggregation and Density Dependent Parasitism in a Laboratory Host Parasitoid Interaction. Oecologia Berlin. 68, 198 - 303.

**Murdoch,** W. W. and Oaten, A., (1975) Predation and Population Stability. Adv. Ecol. Res. 9, 1-131.

**Real,** L.A., (1977) The Kinetics of Functional Response. The American Naturalist. 111, 289–300.

**Reay-Jones**, F. P. F.; Rochat, J.; Goebel, R. and Tabone, E., (2006) Functional Response of *Trichogramma chilonis* to*Galleria mellonella* and *Chilo sacchariphagus* eggs. Entomologia Experimentalis et Applicata. 118, 229–236.

**Rogers**, D.J., (1972) Random Search and Insect Population Models. Journal of Animal Ecology. 41,369-383.

**SAS** Institute (2000) SAS/STAT User's Guide, release version 8.2, Cary, NC: USA.

**Solomon,** J.E., (1949) The Natural Control of Animal Populations. Journal of Animal Ecology. 18, 1 - 35.

**Trexler,** J.C.; McColluch, C.E. and Travis, J. (1988) How Can the Functional Response Best be Determined?. Oecologia, 76,206-214