

## واکنش تابعی کفشدوزک دونقطه‌ای (*Adalia bipunctata* (Col., Coccinellidae) به تراکم‌های مختلف شته انار (*Aphis punicae* (Hom., Aphididae) در شرایط آزمایشگاهی

لیدا دهقان دهنوی\*، دانشجوی سابق کارشناس ارشد حشره شناسی دانشگاه آزاد اسلامی اراک  
محمد امین سمیع، عضو هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی رفسنجان  
علی اصغر طالبی، عضو هیات علمی دانشگاه تربیت مدرس تهران  
شیلا گلدسته، عضو هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی اراک

!!

### چکیده

کفشدوزک دونقطه‌ای، *Adalia bipunctata* یکی از عوامل کنترل بیولوژیک تعدادی از آفات گیاهی می‌باشد. در این تحقیق واکنش تابعی لارو سن چهارم و کفشدوزک ماده بالغ *A. bipunctata* در شرایط کنترل شده دمای ثابت ۲۷±۲ درجه سانتی‌گراد، رطوبت نسبی ۱۰±۴۵ درصد و دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی با تغذیه از شته بالغ بی‌بال انار مورد ارزیابی قرار گرفت. واکنش تابعی تجزیه داده های واکنش تابعی به روش جولیانو و به کمک نرم افزار SAS انجام شد. با استفاده از رگرسیون لجستیک واکنش تعیین گردید. کفشدوزک *A. bipunctata* به تراکم‌های مختلف شته بی‌بال بالغ انار از نوع دوم تشخیص داده شد. این تشخیص به صورت قطعی از منفی بودن شیب قسمت خطی منحنی درجه سه رگرسیون لجستیک  $N_a/N_t$  حاصل شد. مقادیر قدرت جستجو ( $a$ )، زمان دستیابی ( $T_h$ )، ضریب تبیین ( $R^2$ ) و حداکثر نرخ حمله ( $T/T_h$ ) توسط مدل راجرز برای لارو سن چهار *A. bipunctata* به ترتیب ۰/۲۲۰±۰/۰۳۷، ۰/۰۷۳±۰/۰۲۱، ۰/۹۵۱ و ۸۲/۱۹۲ و برای کفشدوزک ماده بالغ *A. bipunctata* به ترتیب ۰/۰۳۱±۰/۱۴۴، ۰/۰۳۷±۰/۰۸۴، ۰/۸۹۰ و ۷۱/۴۲۸ به دست آمد. قدرت جستجوی بالاتر و زمان دستیابی کوتاه تر لارو سن چهار کفشدوزک *A. bipunctata* بیانگر کارایی بالاتر آن نسبت به کفشدوزک‌های بالغ در کنترل شته‌های بالغ انار می‌باشد.

---

واژه های کلیدی: کفشدوزک دو نقطه‌ای، شته انار، واکنش تابعی

## مقدمه

شته انار، *Aphis punicae* Passerini, 1863 عمومی ترین آفت درختان انار محسوب می شود که در تمامی انارستان های کشور وجود دارد و در بعضی از سال ها و در باغ های محصور که شرایط برای رشد و تکثیر آفت فراهم باشد، باعث خسارت می گردد (۱). این آفت با تغذیه از شیره پرورده، تولید عسلک فراوان و مساعد نمودن شرایط برای رشد قارچ های ساپروفیت و همچنین کاهش تنفس گیاه، به صورت مستقیم و غیر مستقیم باعث بروز خسارت روی میزبان خود می گردد. مهم ترین خسارت شته انار، ریزش غیر طبیعی گل های انار در ابتدای فصل می باشد (۱). کفشدوزک ها یکی از مهم ترین موجودات مفید در اکوسیستم های کشاورزی به شمار می آیند و نقش مهمی در کاهش جمعیت آفات مختلف گیاهی دارند. پوره ها و حشرات بالغ شته انار از جمله طعمه های مناسب برای تعدادی از کفشدوزک های فعال در باغ های انار می باشند. این کفشدوزک به عنوان یک گونه چند شکلی معرفی شده است و از مهم ترین دشمنان طبیعی شته انار محسوب می شود. کفشدوزک شکارگر دو نقطه ای در اروپای غربی به فراوانی دیده می شود.

تا کنون تحقیقی در مورد واکنش تابعی کفشدوزک دو نقطه ای (*A. bipunctata*) (Col., Coccinellidae) روی شته انار در ایران انجام نشده است لذا هدف از انجام این تحقیق شناخت بهتر ویژگی های رفتاری این کفشدوزک از طریق مطالعه واکنش تابعی لاروهای سن چهار و حشرات بالغ ماده و تعیین زمان دستیابی و قدرت جستجوی این کفشدوزک می باشد.

## مواد و روش ها

کفشدوزک های دو نقطه ای از باغ های انار در شهرستان یزد جمع آوری شدند. بدین ترتیب که با توجه به وسعت باغ، تعداد ۱۰ تا ۲۰ درخت انار انتخاب و از هر درخت هشت شاخه در جهت های مختلف جغرافیایی آن به طور تصادفی بررسی شد. جهت جمع آوری کفشدوزک ها از یک پارچه سفید به ابعاد یک متر در یک متر که توسط دو نفر در زیر شاخه نگهداری می گردید استفاده شد. با استفاده از یک چوب دستی چند ضربه به صورت یکنواخت به سر شاخه ها وارد و کفشدوزک ها جمع آوری گردیدند. در آزمایشگاه به منظور تغذیه و پرورش لاروهای کفشدوزک دو نقطه ای از شته انار استفاده شد. از این رو برگ های آلوده به شته انار جهت شداب ماندن برگ و زنده ماندن شته ها روی اسفنج مرطوب گذاشته شد. برای جلوگیری از رشد قارچ ها و سایر عوامل بیماری زای دیگر، برگ های انار آلوده به شته، روزانه تعویض شدند. در صورت مشاهده هر گروه از کفشدوزک ها، دسته های تخم از محیط پرورش جدا و به پتری دیش های دیگر منتقل شدند. ظروف مورد استفاده در پرورش، ظروف

پلاستیکی استوانه ای به قطر نه و ارتفاع ۷/۵ سانتی متر بود که درب آن ها با پارچه حریر و کش بسته شد. در آزمایش های واکنش تابعی از فرم قرمز با دو لکه سیاه کفشدوزک دو نقطه ای استفاده شد. واکنش تابعی لارو سن چهار و حشرات کامل ماده کفشدوزک دو نقطه ای نسبت به تغییرات انبوهی شته های بی بال انار دو نقطه ای تحت شرایط آزمایشگاهی در دمای ثابت ۲۷±۲ درجه سانتی گراد، رطوبت نسبی ۴۵±۱۰ درصد و دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و هشت ساعت تاریکی مورد مطالعه قرار گرفت. تراکم های ۲، ۴، ۸، ۱۶، ۳۲ و ۶۴ عدد شته بالغ بی بال انار در پنج تکرار به مدت ۶ ساعت در اختیار لارو سن چهار و حشرات کامل ماده کفشدوزک دو نقطه ای پس از ۱۰ ساعت گرسنگی قرار گرفت. پس از آن کفشدوزک ها از محیط آزمایش حذف و تعداد طعمه های خورده شده شمارش و ثبت گردید (شکل ۱). تجزیه داده های واکنش تابعی مطابق روش جولیانو (۱۹۹۳) با استفاده از نرم افزار SAS (9) در دو مرحله انتخاب مدل و برآورد پارامترهای واکنش تابعی انجام شد (۱۰). روش مذکور دقیق تر و مطمئن تر از سایر روش های تجزیه واکنش تابعی بوده و از ضریب اطمینان بالاتری برخوردار است. در مرحله اول با استفاده از رگرسیون لجستیک بین نسبت تعداد طعمه های خورده شده به تعداد طعمه های موجود در محیط  $N_a/N_t$  نوع واکنش تابعی تعیین گردید (۶). رگرسیون لجستیک میزان شیب و منفی یا مثبت بودن شیب سه قسمت اصلی منحنی درجه سه یعنی قسمت های خطی<sup>۱</sup>، درجه دو<sup>۲</sup> و درجه سه<sup>۳</sup> را نشان می دهد (۱۰).

در واکنش تابعی نوع دوم با افزایش تراکم طعمه از نسبت طعمه های خورده شده کاسته می شود (وابسته معکوس با تراکم طعمه). لذا قسمت خطی منحنی لجستیک دارای شیب منفی است و از منفی بودن آن می توان به نوع دوم بودن واکنش تابعی پی برد. در واکنش تابعی نوع سوم، با افزایش تراکم طعمه، ابتدا نسبت طعمه های خورده شده افزایش یافته (وابسته به تراکم طعمه) و سپس کاسته می شود و به همین لحاظ شیب قسمت خطی منحنی لجستیک مثبت خواهد بود. بنابراین علامت منفی یا مثبت شیب قسمت خطی منحنی لجستیک بین  $N_a/N_t$  و  $N_t$  نشانگر واکنش تابعی است. در مرحله دوم و پس از تعیین نوع واکنش تابعی، با استفاده از رگرسیون غیرخطی پارامترهای قدرت جستجو و زمان دستیابی برآورد شد. در برآورد این پارامترها برای واکنش تابعی نوع دوم از مدل های هولینگ (۱۹۶۶) و راجرز (۱۹۷۲) و برای واکنش تابعی نوع سوم از مدل هیسل استفاده شد (۷). جهت رسم منحنی های واکنش تابعی و درصد شکارگری از نرم افزار Excel استفاده شد. قدرت جستجو یا نرخ حمله میزان جستجوی انجام شده توسط شکارگر و همچنین سرعت رسیدن منحنی واکنش تابعی به بالاترین قسمت خود را نشان می دهد (۷). زمان دستیابی ( $T_h$ )، مدت زمانی است که یک شکارگر برای یافتن و شکار کردن یک شکار، تمیز کردن خود و استراحت به دنبال خستگی ناشی از یکسری شکار متوالی صرف می کند که

<sup>1</sup> - Linear

<sup>2</sup> - Quadratic

<sup>3</sup> - Cubic

از زمان مشاهده شکار تا از سرگیری مجدد جستجوی شکار بعدی را در بر می گیرد. با استفاده از مقادیر ضریب تبیین ( $R^2$ ) و  $RSS$  بهترین مدل جهت برازش داده ها مورد استفاده قرار گرفت (۹).

$$R^2 = 1 - \frac{\text{Residual}}{\text{Corrected total}}$$

$$N_a = \frac{aTN_t}{1 + aT_h N_t}$$

معادله دیسک هولینگ

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

معادله راجرز

$$\frac{N_a}{N_t} = \frac{\exp(P_0 + P_1 N_t + P_2 N_t^2 + P_3 N_t^3)}{1 + \exp(P_0 + P_1 N_t + P_2 N_t^2 + P_3 N_t^3)}$$

معادله رگرسیون لجستیک

$RSS$ : مجموع مربعات باقیمانده یا خطا

$TSS$ : مجموع مربعات کل

$N_a$  = تعداد طعمه های خورده شده

$N_t$  = تعداد طعمه های اولیه

$\exp$  = پایه لگاریتم طبیعی

$T_h$  = زمان دستیابی

$T$  = مدت زمان انجام آزمایش

$a$  = قدرت جستجو



شکل ۱: ظروف استفاده شده در آزمایش واکنش تابعی

## نتایج و بحث

واکنش تابعی کفشدوزک دونقطه ای به تراکم های شته بی بال بالغ انار از نوع دوم تشخیص داده شد. این تشخیص به صورت قطعی از منفی بودن شیب قسمت خطی منحنی درجه سه رگرسیون لجستیک  $N_a/N_t$  حاصل شد. شیب قسمت های مختلف این منحنی و علامت مربوط به هر کدام از آن ها در مورد تراکم های شته بی بال بالغ انار در جدول ۱ درج شده است. نتایج حاصل از میزان شکار حشرات کامل و لارو سن چهار کفشدوزک دونقطه ای در شرایط کنترل شده (دمای ثابت  $27 \pm 2$  درجه سانتی گراد، رطوبت نسبی  $45 \pm 10$  درصد و دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی) از تراکم های شته بی بال بالغ انار نشان می دهد که تعداد طعمه های شکار شده با افزایش تراکم طعمه افزایش می یابد. در واکنش تابعی نوع دوم نرخ نسبت تعداد طعمه های شکار شده به تعداد طعمه های اولیه  $N_a/N_t$  در محیط دارای روند کاهشی است و با افزایش تراکم اولیه طعمه، شکارگر زمان بیشتری را برای جستجو صرف می کند. در این نوع واکنش تابعی با افزایش تراکم طعمه از درصد طعمه های شکار شده کاسته می شود و به عبارت دیگر شکارگر نسبت به تراکم های مختلف طعمه به صورت وابسته به عکس تراکم عمل می کند (۲). آزمایش های متعددی در مورد واکنش تابعی گونه های مختلف کفشدوزک های شکارگر به میزبان های مختلف انجام گرفته است که نشان دهنده واکنش تابعی نوع دوم است. بررسی واکنش تابعی حشرات بالغ کفشدوزک *Scymnus yamato* Mars. با تغذیه از تراکم های مختلف شته *Rhaposiphon nymphaeae* L. نشان داد واکنش تابعی از نوع دوم بود (۳).

جدول ۱: پارامترهای به دست آمده از رگرسیون لجستیک در آزمایش واکنش تابعی لارو سن چهار و کفشدوزک بالغ *A. bipunctata* به تراکم های مختلف شته انار در شرایط کنترل شده

مقادیر عددی		پارامترها
لارو سن چهار	کفشدوزک بالغ	
$1/4488 \pm 0/6$	$0/6761 \pm 0/5356$	عرض از مبدأ ( $p_0$ )
$-0/1070 \pm 0/0885$	$-0/0903 \pm 0/0811$	قسمت خطی ( $p_1$ )
$0/00372 \pm 0/0033$	$0/00325 \pm 0/00306$	درجه ۲ ( $p_2$ )
$-0/00004 \pm 0/000032$	$-0/00003 \pm 0/00003$	درجه ۳ ( $p_3$ )

دریش و همکاران (۱۹۹۶) واکنش تابعی لارو سن چهارم کفشدوزک *Coloemegilla* De Geer *maculate* را با استفاده از تراکم های مختلف تخم سوسک کلرادوی سیب زمینی *S. Leptinotarsa* در شرایط مزرعه، آزمایشگاه و گلخانه بررسی نمودند. واکنش تابعی لارو این کفشدوزک با تغذیه از تخم سوسک کلرادوی سیب زمینی در تمام شرایط از نوع دوم تعیین شد (۱۱). بر اساس

مطالعات دیکسون واکنش تابعی لارو و حشرات کامل کفشدوزک *Coccinella. septempunctata* L. با تغذیه از شته *Lipaphis erisim* Kalt. از نوع دوم تعیین گردید، به طوری که با افزایش تراکم میزبان قدرت جستجوگری کفشدوزک کاهش یافت (۴).

آزمایش واکنش تابعی سن شکارگر *Orius albidipennis* Reut. به تراکم های مختلف *Megalurothrips sgostedti* Trybom. و در دماهای مختلف از نوع دوم به دست آمد (۶).

امکار و پرویز (۲۰۰۵) کفشدوزک دونقطه ای را یک شکارگر عمومی شته ها معرفی کرده است و واکنش تابعی این کفشدوزک را از نوع دوم تعیین نمود. بنابراین نتایج محققین فوق با نتیجه تحقیق حاضر در خصوص واکنش تابعی کفشدوزک شکارگر دونقطه ای به تراکم های مختلف شته بالغ انار منطبق می باشد. پس از تعیین نوع واکنش تابعی برای برآورد پارامترهای قدرت جستجو و زمان دستیابی داده های به دست آمده از آزمایش ها با دو مدل هولینگ و راجرز برازش داده شد.

ضریب تبیین ( $R^2$ ) به دست آمده در هر دو مدل به هم نزدیک بود. میزان ضریب تبیین در آزمایش واکنش تابعی لارو سن چهار کفشدوزک دونقطه ای به تراکم های مختلف شته بالغ انار در مدل هولینگ ۰/۹۵۰ و در مدل راجرز ۰/۹۵۱ و در مورد واکنش تابعی کفشدوزک دونقطه ای بالغ در مدل هولینگ ۰/۸۹۰ و در مدل راجرز ۰/۸۹۱ به دست آمد. لذا از بین این دو مدل، مدل راجرز برای محاسبه مقادیر پارامترهای قدرت جستجو ( $a$ ) و زمان دستیابی ( $T_h$ ) انتخاب گردید.

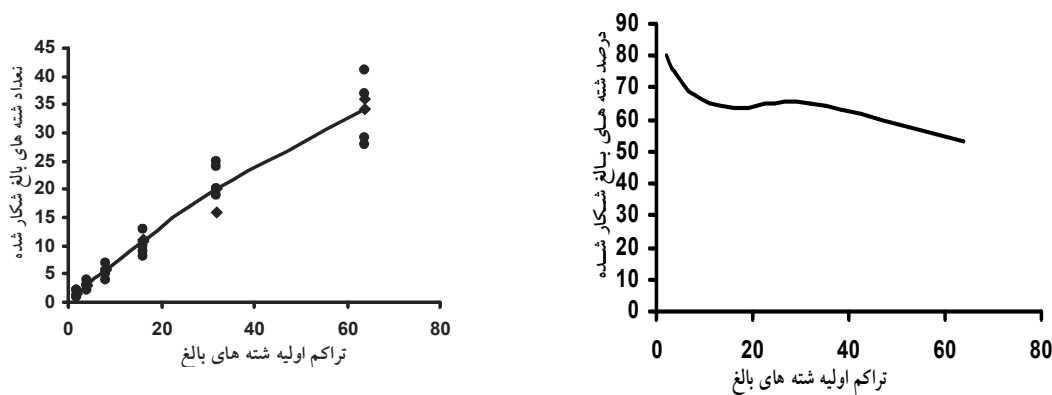
نتایج محاسبه مقادیر قدرت جستجو، زمان دستیابی، ضریب تبیین و حداکثر نرخ حمله از طریق مدل راجرز برای لارو سن چهار و کفشدوزک های دونقطه ای بالغ در جدول ۳ درج گردیده است. بر اساس نتایج حاصله قدرت جستجوی ( $a$ ) لاروهای سن چهار بیشتر از کفشدوزک های دونقطه ای بالغ می باشد. این نتیجه احتمالاً مربوط به تحرک طعمه می باشد و نشان می دهد که لارو سن چهار کفشدوزک جستجوی مؤثرتری برای شته بالغ نسبت به کفشدوزک بالغ دونقطه ای شکارگر از خود نشان می دهد.

جدول ۳: مقایسه مقادیر پارامترهای واکنش تابعی لاروسن چهار و کفشدوزک بالغ شکارگر *A. bipunctata* روی شته بالغ بی بال انار در شرایط کنترل شده

مرحله سنی شکارگر	قدرت جستجو	زمان دستیابی (ساعت)	ضریب تبیین	حداکثر نرخ حمله
لارو سن چهار	۰/۲۲۰ t ۰/۰۳۷	۰/۰۷۳ t ۰/۰۲۱	۰/۹۵۱	۸۲/۱۹۲
کفشدوزک بالغ	۰/۱۴۴ t ۰/۰۳۱	۰/۰۸۴ t ۰/۰۳۷	۰/۸۹۰۵	۷۱/۴۲۸

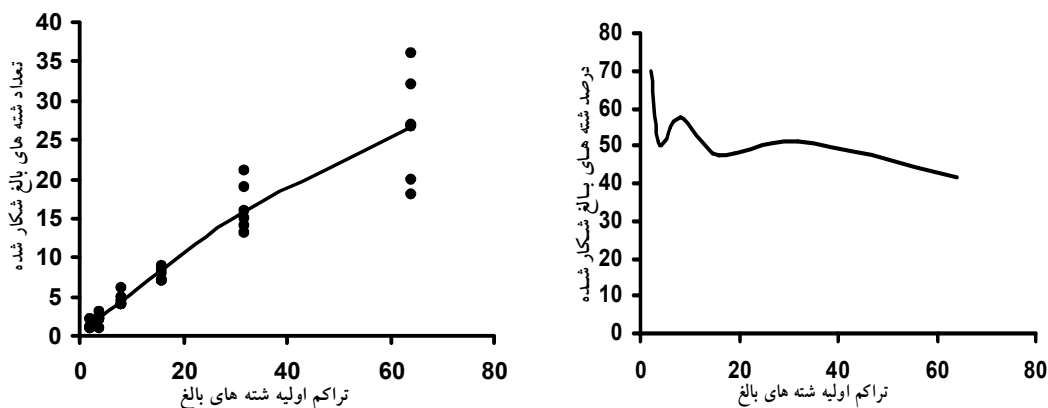
زمان دستیابی لاروهای سن چهار کمتر از زمان دستیابی کفشدوزک های بالغ می باشد. بنابراین لاروهای سن چهار وقت کمتری برای به چنگ آوردن و خوردن شته بالغ نسبت به کفشدوزک های بالغ صرف می کنند. حداکثر نرخ حمله نیز مربوط به لارو سن چهار کفشدوزک دونقطه ای می باشد. با توجه به

زمان دستیابی کوتاهتر و نرخ حمله بالاتر لارو سن چهار کفشدوزک دونقطه ای که از جنبه های مثبت شکارگری آنها محسوب می شود لذا کارآیی بیشتری در کنترل شته های بالغ دارند. درصد شته های بالغ خورده شده به شته های موجود در محیط توسط لاروهای سن چهار از ۸۰ درصد در تراکم ۲ عدد شته بالغ تا ۵۳/۴۴ درصد در تراکم ۶۴ روند کاهشی داشت، به طوری که با افزایش تراکم طعمه از درصد طعمه های شکار شده کاسته شده است (شکل ۲). درصد شته بالغ خورده شده توسط کفشدوزک های بالغ از ۷۰ درصد در تراکم ۲ عدد شته بالغ تا ۴۱/۵۶ درصد در تراکم ۶۴ عدد شته بالغ با نوسانات اندکی، روند کاهشی داشت به طوری که در تراکم های ۸ و ۳۲ درصد طعمه های شکار شده افزایش و در تراکم های ۴، ۱۶ و ۶۴ از درصد طعمه های شکار شده کاسته شده است (شکل ۳). مقایسه میانگین تعداد شته بالغ خورده شده در لارو سن چهار و کفشدوزک بالغ آدالیا در سطح ۹۵ درصد از تراکم ۲ تا ۶۴ اختلاف معنی دار نشان نداد. منحنی های واکنش تابعی و درصد طعمه های خورده شده توسط لاروهای سن چهار و کفشدوزک های بالغ دونقطه ای به ترتیب در شکل های ۲ و ۳ نشان داده شده است. بر اساس نتایج حاصله تعداد شته های بالغ شکار شده توسط لاروهای سن چهار و کفشدوزک های دونقطه ای بالغ در تراکم های ۲ تا ۶۴ با افزایش تراکم افزوده شده است. همان طور که در شکل های ۲ و ۳ نشان داده شده است تعداد شته های بالغ شکار شده توسط لاروهای سن چهار در تراکم های مختلف طعمه بیشتر از تعداد شته های بالغ شکار شده توسط کفشدوزک بالغ می باشد و می توان نتیجه گرفت که لاروهای سن چهار نسبت به کفشدوزک های بالغ در شکار طعمه موفق تر هستند.



شکل ۲: منحنی های واکنش تابعی و درصد شکارگری لارو سن چهار کفشدوزک دونقطه ای به تراکم های مختلف شته بی بال بالغ انار در شرایط کنترل شده





شکل ۳: منحنی های واکنش تابعی و درصد شکارگری کفشدوزک بالغ شکارگر دونقطه ای به تراکم های مختلف شته بی بال بالغ انار در شرایط کنترل شده

مطالعات آزمایشگاهی ارائه شده در این تحقیق نشان می دهد که کفشدوزک دونقطه ای آدالیا می تواند به عنوان عامل کنترل بیولوژیک در برنامه های مدیریت تلفیقی آفات انار مد نظر قرار گیرد و بیشتر بررسی شود. به هر حال مطالعات واکنش تابعی باید با دقت تفسیر شوند چرا که آن ها می توانند به عنوان اولین گام در تخمین ظرفیت شکارگری با ارزش باشند.

## منابع

- ۱- شاکری، م. ۱۳۸۲. آفات و بیماریهای انار. مرکز تحقیقات کشاورزی یزد. صفحه ۳۹.
- ۲- طالبی، ع. ا. ۱۳۸۱. واکنش تابعی زنبورهای پارازیتوئید *Encarsia lutea* (Hym: Aphelinidae) و *Eretmocerus mund* به تراکم های مختلف پوره *Bemesia tabaci* (Hom: Aleyrpdidae). مجله علمی پژوهشی علوم کشاورزی. مرکز انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی.
- 3- Beddington, J. R., Lu, Z. Q., Zhu, J. S., B. Hang and D. P. Wang. 1989. Some biological characteristics of *Symnus yamato* (Col: Coccinellidae). *Biological Control*, 15(4): 157-160.
- 4- Dixon, A. F. G. 1959. An experimental study of the searching behaviour of the predatory coccinellid beetle *Adalia desimpunctata* L. *Journal of Animal Ecology*, 28: 259-281.
- 5- Drieshe, R. G., Van and Bellows. T. S. Jr. 1996. *Biological Control*. Chapman and Hall, New York. 579p.
- 6- Gitonga, L. M., Ovarholt, W. A., Lohr, B., Magambo, J. K. and Mueke. M. 2002. Functional response of *Orius albidipennis* (Hemiptera: Anthocoridae) to *Megalurothrips sjostedti* (Thysanoptera: Thripidae). *Biological Control*, 24: 1-6.
- 7- Hassell, M. P. 1978. The dynamics of arthropod predator-prey systems. Princeton, New Jersey: Princeton University press, 237 pp.
- 8- Holling, C. S. 1966. The functional response of invertebrate predators to prey density. *Memoris of the entomological society of Canada*, 48: 1-86.
- 9- Jervis, M. and Kidd. N. 1996. *Insect natural enemies, practical approaches to their study and evaluation*. Chapman and Hall, London.
- 10- Juliano, S. A. 1993. Nonlinear curve fitting: predation and functional response curves. p. 159-182. In S. M. Scheiner and J. Gurevitch (eds.), *Design and analysis of ecological experiments*. Chapman and Hall, London. density. *Memoris of the entomological Canada of Canada*, 48: 1-86.

**11- Munyaneza, J. and Obrycki. J. J. 1998.** Development of three populations of *Coloemegilla maculate* (Coleoptera:Coccinellidae)Feeding in eggs of Colorado (Coleoptera: Cocinellidae) potato beetle Entomology,27:117-122.

**12- Rogers, D. 1972.** Rondon search and Insecr population models. Journal of Animal Ecology, 41: 369-383.

**13- Omkar and Prevez. A. 2005.** Ecology of two- spotted ladybird, *Adalia bipunctata*: a review ladybird research laboratory, Department of zoology. University of lucknow, India.14 pp.

!!

!!

!!

