

## کارایی و شکارگری کفشدوزک *Oenopia conglobata* (Menetries) *contaminata* با تغذیه از شته سبز هلو *Myzus persicae* (Sulzer) در شرایط آزمایشگاهی

۱. محمدامین سمیع\*؛ ۲. بتول مختاری

۲. دانشیار و دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشگاه ولیعصر رفسنجان  
( تاریخ دریافت: ۹۲/۱۰/۴ - تاریخ تصویب: ۹۳/۷/۱۱ )

### چکیده

شته سبز هلو *Myzus persicae* (Hem:Aphididae) یکی از شته‌های چند میزبان است که بیش از چهارصد گونه از چهل خانواده گیاهی را آلوده می‌کند. کفشدوزک *Oenopia conglobata contaminata* (Col: Coccinellidae) یکی از شکارگرهای مهم آفات در باغ‌های ایران است. در این پژوهش کارایی و شکارگری این کفشدوزک با تغذیه از شته سبز هلو در شرایط آزمایشگاهی با دمای  $25 \pm 2$  درجه سلسیوس، رطوبت نسبی  $55 \pm 5$  و دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی بررسی شد. تأثیر تراکم میزبان بر میزان زادآوری این کفشدوزک برای یک دوره ۲۱ روزه بررسی شد. نتایج نشان داد که ۴۰ عدد میزبان کمترین تراکمی است که این کفشدوزک می‌تواند به رشد، زاد و ولد و بقای خود ادامه دهد. نوع واکنش تابعی به کمک رگرسیون لجستیک و پارامترهای قدرت جست‌وجو با استفاده از رگرسیون غیرخطی، تعیین شد. نتایج نشان داد که واکنش تابعی حشرات ماده کفشدوزک به تراکم‌های مختلف پوره‌های سن شته نوع دوم بود و قدرت جست‌وجو و زمان دست‌یابی به ترتیب  $0.063 \pm 0.00819$  بر ساعت و  $0.14225 \pm 0.0290$  ساعت به دست آمد. نرخ شکارگری لارو سن چهار حشرات نر و حشرات ماده به ترتیب  $45/22$ ،  $29/65$  و  $50/70$  به دست آمد. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که این کفشدوزک احتمالاً می‌تواند گزینه مناسبی برای مهار زیستی شته سبز هلو در برنامه مدیریت تلفیقی آفات درختان هلو باشد.

**واژه‌های کلیدی:** مدیریت تلفیقی، مهار زیستی، نرخ شکارگری، واکنش تابعی.

### مقدمه

شته سبز هلو *M. persicae* در بیشتر مناطق کشور وجود دارد و روی درختان هلو، مرکبات، گوجه، سیب، زردآلو و برخی از گیاهان زراعی از جمله سیب‌زمینی، چغندر، گوجه‌فرنگی، توتون، رازک، گل کلم، کلم پیچ و گونه‌های مختلف غلات و در سال‌های اخیر روی کلزا نیز فعال است و خسارت وارد می‌کند (Rezvani, 2001). به دلیل مسائل زیست محیطی، استفاده از روش‌های مبارزه غیرشیمیایی از جمله مهار زیستی آفات، روز به روز در مناطق مختلف دنیا در حال گسترش است. مهار زیستی یک تعامل میان جمعیت‌های شکارگر و طعمه است و در این راستا استفاده از کفشدوزک‌ها به‌عنوان شکارگرهای توانا اهمیت ویژه‌ای دارد ( Franzman

1989, Wagge 2002). کفشدوزک‌ها در ایجاد تعادل

جمعیت آفاتی مانند شته‌ها، پسیل‌ها، شپشک‌ها، کنه‌ها، تخم و لارو حشرات نقش مهمی دارند (Hodek, 1973). پوره‌ها و حشرات بالغ شته سبز هلو از جمله طعمه‌های مناسب برای تعدادی از کفشدوزک‌های فعال در کشتزارها هستند. لارو و حشره کامل کفشدوزک *Oenopia (=Synharmonia) conglobata contaminata* (Menetries) به‌عنوان دشمن طبیعی مهم برای بسیاری از شته‌ها معرفی شده است.

با آغاز فصل بهار، حشرات کامل کفشدوزک *O. conglobata* از مکان‌های زمستان‌گذران خود خارج می‌شوند و روی گیاهان حاشیه‌ای باغ‌ها به‌خصوص درختان سنجد و گز استقرار می‌یابند (Rounagh, 2013).

مطالعات واکنش تابعی شاخص مناسبی برای استفاده موفقیت‌آمیز از دشمن طبیعی در برنامه‌های کنترل آفات به‌شمار می‌روند (Wiedenmann and Smith, 1997).

نرخ شکارگری پارامتر مفیدی است که نشان‌دهنده ظرفیت شکارگری یک گونه در شرایط خاص و روی شکار مشخص است در صورتی که، حشره مورد مطالعه یک پارازیتوئید باشد به‌راحتی امکان مقایسه  $r_m$  آن با  $r_m$  شکار فراهم است که آیا می‌تواند شکار را مهار کند یا خیر، این پیشگویی در مورد شکارگرها چندان کارا نخواهد بود؛ زیرا در پارازیتوئیدها با هر تخم گذاشته‌شده یک میزبان کشته می‌شود، ولی در شکارگرها نرخ ذاتی جمعیت اطلاعاتی در مورد سرعت رشد جمعیت شکارگر می‌دهد و هیچ‌گونه اطلاعاتی درباره ظرفیت شکارگری نمی‌دهد. پارامتری که می‌توان برای تعیین ظرفیت شکارگری در یک گونه استفاده کرد نرخ شکارگری است (Van Lenteren, 1986). فعالیت شکارگری لارو و حشره کامل کفشدوزک *O. conglobata contaminata* روی شته‌ها، پسپیل‌ها و سنک‌های مختلف از نقاط مختلف دنیا (Erkin 1983, Baki and Ahemed 1985, Chen 1982, Simova, et al., 1989) گزارش شده است. تاکنون، واکنش تابعی این شکارگر روی شته سبز انار (*Aphis punicae* Rounagh 2013)، شته مومی کلم (*Brevicorynae brassica* L. Rounagh and Samih 2012) و پسپیل معمولی پسته (*Agonoscena pistaciae* Burckhardt and Lauterer 2008, Hassani et al., 2008) تعیین شده است.

برای طراحی یک برنامه کنترل بیولوژیک اقتصادی و تعیین دقیق کیفیت یک شکارگر، مطالعه شکارگری آن ضروری است. در این پژوهش برای تعیین توان کفشدوزک *O. conglobata* در کنترل جمعیت شته سبز هلو واکنش تابعی، شکارگری و تأثیر تراکم شته بر میزان تخم‌گذاری کفشدوزک بررسی شد.

### مواد و روش‌ها

ایجاد کلنی شته *M. persicae* در آزمایشگاه جمعیت اولیه شته روی گیاه فلفل از بخش ویروس‌شناسی دانشگاه شیراز تهیه و به آزمایشگاه اکولوژی گروه گیاه‌پزشکی منتقل شد. به‌منظور پرورش و ایجاد کلنی شته، از بوته‌های فلفل که در قفس‌های

این کفشدوزک از پسپیل‌خوارهای فعال باغ‌های پسته است و از تخم و پوره‌های پسپیل معمولی پسته تغذیه می‌کند (Mehrnejad, 2000). این کفشدوزک به‌عنوان شکارگر شته‌های *Pterochloroides persicae* (Cholodkovsky)، *Hyalopterus amigdali* (E. Blanchard) و *M. persicae* از بادام‌کاری‌های دیم غرب خراسان (Kalantari and Sadeghi, 2000)، پسپیل معمولی پسته *Agonoscena pistaciae* Burckhardt and Lauterer در منطقه دامغان (Dezianian and Sahragard, 2000)، شته‌های سبز گردو *Chromaphis juglandicola* (Kalt) و خال‌دار گردو *Callaphis juglandis* (Goeze) در قزوین گزارش شده است (Mohammadbeigi, 2000). کفشدوزک *O. conglobata* یک شکارگر فعال برای شته‌های درختان صنوبر *C. Leucome* (las) و *Chaitophorus populeti* (Panzer)، و شته‌های نارون *Tinocallis saltans* (Nevsky) تشخیص داده شده است (Sadeghi et al, 2004).

با توجه به دامنه پراکنش وسیع این کفشدوزک و گزارش شته‌خواری آن روی گونه‌های مختلف، تعیین کارایی آن در کنترل شته‌ها ضروری به‌نظر می‌رسد. نوع واکنش تابعی و توان شکارگری یک شکارگر از مواردی است که بیانگر کارایی آن است (Wiedenmann and Smith 1997). واکنش تابعی یک شکارگر فاکتور کلیدی است که مشخص می‌کند آیا شکارگر می‌تواند تراکم میزبان خود را تنظیم کند یا خیر و نشان‌دهنده تغییر در تعداد شکار مصرف‌شده در واحد زمان در ارتباط با تغییر تراکم میزبان است. به‌طور کلی یک دشمن طبیعی موفق باید بتواند نسبت به افزایش تراکم میزبان خود واکنش و میزان تغذیه خود را افزایش دهد (Hassel, 1978).

سولومون نخستین کسی بود که واژه واکنش تابعی را برای توصیف واکنش دشمنان طبیعی نسبت به تغییرات تراکم میزبان به‌کار برد. به‌عبارت دیگر با افزایش دسترسی به میزبان، دشمن طبیعی به میزبان‌های بیشتری حمله می‌کند. واکنش تابعی رابطه بین نرخ مصرف و تراکم منبع را نشان می‌دهد (Solomon, 1949). اگر پارامترهای این رابطه به‌درستی تخمین زده شود، می‌توان از آن‌ها برای مقایسه جمعیت‌های مختلف یا مراحل رشدی مختلف یک شکار/شکارگر استفاده کرد.

سانتی متر قرار داده شدند که با توری پوشانده شده بود (درون هر ظرف پتری یک عدد حشره قرار گرفت). سپس، ۱۰ عدد از این پتری‌ها درون ظرف پلاستیکی شفاف و سفید رنگ بزرگی به ابعاد ۲۰ در ۲۵ و به ارتفاع ۱۰ سانتی متر قرار داده شدند. به منظور تغذیه حشرات کامل، برگ‌های آلوده به پوره‌های شته سبز هلو که در آزمایشگاه روی برگ‌های کلم چینی پرورش داده شده بود، استفاده و در اختیار حشرات کامل قرار داده شد. به منظور جلوگیری از رشد قارچ برگ‌های درون ظروف پرورش هر روز و ظروف پرورش، هر سه روز یکبار تعویض شدند. در این پژوهش، برخی از مطالعات آزمایشگاهی با استفاده از دیسک برگ کلم انجام شد.

ابتدا، برای تهیه دیسک برگی تعدادی برگ کلم از گلدان‌های پرورش یافته چیده و به آزمایشگاه منتقل شدند. سپس، برگ‌ها با آب شسته و با دستمال کاغذی خشک شدند و به اندازه قطر ظروف پتری برش داده شدند. برای حفظ رطوبت داخل ظروف پتری و سالم ماندن برگ از محیط رشد آگار ۰/۸ درصد استفاده شد. به این صورت که، محیط آگار در اتوکلاو با دمای ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد با فشار ۱ اتمسفر تهیه و پس از خنک شدن (قبل از انجماد) حدود ۵ میلی‌لیتر از آن داخل ظرف ریخته و پس از سرد شدن، برگ کلم به اندازه پتری دیش بریده شد و از سطح پشتی روی محیط کشت قرار گرفت و شته مورد نیاز برای آزمایش روی برگ‌ها قرار گرفت. روش دیگر پرورش کفشدوزک، استفاده از تخم پروانه بید غلات *Sitotrogacerealella* (Olivier) و پروانه بید آرد، *Ephestia kuehniella* (Zell) بود. برای این کار، این دو حشره نیز برای تأمین تخم در آزمایشگاه پرورش داده شد. جمعیت اولیه بید آرد (آرد آلوده محتوی لارو و شفیره بید آرد) از گروه گیاه‌پزشکی دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران، تهیه و در ظروف پلاستیکی به ابعاد ۱۰×۱۶×۲۳ سانتی‌متر محتوی ۳۰۰ گرم آرد، ۳ درصد مخمر و ۰/۳ گرم تخم پروانه بید آرد پرورش داده شد. این جمعیت به مدت سه سال در انسکتاریوم گروه گیاه‌پزشکی نگهداری و پرورش داده شده بود. تخم‌های تولیدشده به منظور آلوده‌سازی مجدد، به‌عنوان میزبان واسط برای پرورش حشره و انجام آزمایش‌های مورد نظر استفاده شدند. تمام مراحل

توری دار گلخانه‌ای با ابعاد ۸۰×۱۲۰×۱۷۰ سانتی‌متر استفاده شد و کلمی در شرایط گلخانه‌ای دمای ۲۵±۲ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ۵±۵۵ درصد و دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی نگهداری شد. در فواصل هر دو هفته نیز تعدادی از گلدان‌های جدید کشت شدند و درون قفس‌های توری‌دار در گلخانه پرورش یافتند و به قفس‌های مذکور انتقال داده شدند تا به تدریج جایگزین گلدان‌های قبلی شوند. بذر فلفل به‌صورت چندتایی در گلدان‌های پلاستیکی به قطر ۷ و ارتفاع ۱۰ سانتی‌متر در مخلوطی از خاک، ماسه و خاک برگ کاشته شد. در مراحل بعد برای افزایش جمعیت شته از بوته‌های کلم چینی *Brassicapekinensis* L استفاده و از شته‌های رشدیافته روی این بوته‌ها برای انجام آزمایش‌ها استفاده شد. برای هم‌سن کردن شته‌ها، تعدادی از حشرات کامل دخترزای بی‌بال روی گیاهان کلم چینی بدون آلودگی به شته انتقال یافت و به آن‌ها اجازه داده شد به مدت ۲۴ ساعت پوره‌زایی داشته باشند. پس از ۲۴ ساعت، حشرات کامل حذف شدند و به پوره‌ها اجازه داده شد رشد کنند و به مرحله بلوغ برسند (Elbert and Cartwright, 1997).

### جمع‌آوری و پرورش کفشدوزک

کفشدوزک *O. conglobata* برای انجام پژوهش، روی هلو و زردآلوی باغ‌های پیرامون اصفهان، در تاریخ ۱۵ تیرماه سال ۱۳۸۹، جمع‌آوری و پس از شناسایی (با مقایسه کلمی موجود و تأیید متخصص) به جمعیت آزمایشگاهی افزوده شدند. برای جمع‌آوری کفشدوزک، از روش ضربه‌زنی استفاده شد. بدین ترتیب که با استفاده از یک چوب‌دستی، چند ضربه به‌طور یکنواخت به سرشاخه‌ها وارد شد و در زیر سرشاخه‌ها یک ظرف چهارگوش سفید قرار گرفت و کفشدوزک‌ها داخل این ظرف جمع‌آوری شدند. برای انتقال حشرات کامل به آزمایشگاه، از ظروف پلاستیکی با تهویه مناسب، (برای تغذیه کفشدوزک در زمان انتقال، درون ظروف برگ‌های آلوده به شته قرار داشت) استفاده شد.

### پرورش کفشدوزک در آزمایشگاه

کفشدوزک‌های منتقل شده به آزمایشگاه درون ظروف پتری به قطر ۶ سانتی‌متر با روزنه‌ای به قطر ۱/۵

زنده شمارش شدند. با توجه به تعداد معین پوره‌های شته که در اختیار کفشدوزک‌ها قرار گرفته بود، میزان تغذیه لاروها و حشرات کامل در هر ۲۴ ساعت تعیین شد. در طول این مدت دیسک‌های برگ هر دو روز یک‌بار تعویض و لاروها و حشرات کامل کفشدوزک به دیسک برگ جدید منتقل می‌شدند. برای تغذیه سنین اول تا چهارم کفشدوزک به ترتیب ۱۰، ۱۵، ۲۰ و ۷۵، افراد بالغ نر ۴۰ و افراد نر و ماده جفت‌شده ۱۲۰ پوره سن سته (بر پایه مشاهده‌های نخستین برای تعیین میزان تقریبی تغذیه روزانه هر مرحله سنی به گونه‌ای که همیشه غذای کافی برای تغذیه وجود داشته باشد) هر روز شمارش شد و در اختیار مراحل نابالغ و حشره کامل قرار گرفت. علاوه بر این هر کدام از تراکم‌های مذکور به‌عنوان شاهد (بدون حضور کفشدوزک) نیز بررسی شد تا مرگ و میر شته به‌طور طبیعی نیز مشخص شود و بر این اساس داده‌های به‌دست‌آمده، تصحیح شد. این آزمایش با ۶۰ لارو سن یک کفشدوزک آغاز و روند رشد و میزان شکار تا رسیدن به مرحله حشره کامل بررسی و یادداشت شد. بعد از ظهور افراد بالغ، کفشدوزک‌های نر و ماده جفت شدند، سپس، ۱۰ جفت انتخاب و میزان شکارگری هر جفت روزانه بررسی شد. برای مشخص کردن نرخ شکارگری افراد ماده، نرخ شکارگری ۲۰ کفشدوزک نر به‌صورت جدا از کفشدوزک‌های ماده بررسی شد. برای محاسبه نرخ شکارگری افراد ماده، میانگین نرخ شکارگری نرها از میانگین نرخ شکارگری هر جفت کسر شد، بدین ترتیب نرخ شکارگری افراد نر و ماده از هم تفکیک شد. این آزمایش در دمای  $25 \pm 2$  درجه سانتی‌گراد، رطوبت نسبی  $55 \pm 5$  درصد و دوره روشنایی تاریکی ۸:۱۶ ساعت انجام شد.

نرخ بقای ویژه سن ( $I_x$ )، باروری ویژه سن ( $m_x$ )، نرخ بقای ویژه مرحله سنی ( $S_{xj}$ ) (x: سن، j: مرحله)، نرخ شکار ویژه مرحله سنی ( $CX_j$ )، نرخ شکار ویژه سن ( $KX$ ) و نرخ خالص شکارگری ویژه سن ( $Q_x$ ) برطبق روابط مربوطه محاسبه شدند (Chi, 1988).

نرخ شکارگری ویژه سن که میانگین تعداد شته شکارشده با کفشدوزک را در هر مرحله سنی نشان می‌دهد از رابطه زیر محاسبه شد.

پرورش کفشدوزک در دمای  $25 \pm 2$  درجه سانتی‌گراد، رطوبت نسبی  $55 \pm 5$  درصد و دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی انجام شد.

#### تأثیر تراکم میزبان بر میزان تخم‌گذاری کفشدوزک

برای انجام این آزمایش از کفشدوزک‌های ماده ۱۰ روزه و هم‌اندازه که جفت‌گیری کرده بودند و تخم‌گذاری آن‌ها شروع شده بود، استفاده شد (Asghari et al. 2012). هر ۴۸ ساعت یک‌بار کفشدوزک‌های ماده در کنار یک کفشدوزک نر به مدت دو ساعت قرار گرفت تا جفت‌گیری انجام شود. برای انجام این آزمایش از برگ‌های کلم آلوده به شته در تراکم‌های ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۷۵، ۱۰۰ و ۱۲۰ در پتری‌هایی به قطر ۶ و ارتفاع ۱ سانتی‌متر استفاده شد. با بررسی روزانه تعداد تخم گذاشته‌شده کفشدوزک یادداشت و میزان تغذیه کفشدوزک با شمارش پوره‌های شته باقی‌مانده و زنده بررسی شد. برای هر تراکم از ۷ عدد کفشدوزک ماده به‌عنوان تکرار استفاده و هر کفشدوزک به‌طور جداگانه داخل برگ‌های حاوی پوره سن سه شته قرار گرفت. این آزمایش به مدت ۲۱ روز در دمای  $25 \pm 2$  درجه سانتی‌گراد، رطوبت نسبی  $55 \pm 5$  درصد و دوره روشنایی تاریکی ۸:۱۶ ساعت انجام شد.

#### تعیین نرخ شکارگری سنین مختلف لاروی و حشرات کامل کفشدوزک *O. conglobata* با تغذیه از پوره‌های سن سته سبز هلو

لاروهای سن یک، یک روزه کفشدوزک با استفاده از قلم‌موی نرم به‌صورت جداگانه، به واحدهای آزمایشی (ظروف پتری به قطر ۱۲ سانتی‌متر) منتقل شدند. لاروهای کفشدوزک در طول انجام این آزمایش به‌صورت جداگانه با پوره‌های سن سته سبز هلو (برگ‌های آلوده کلم به شته، در اختیار کفشدوزک قرار گرفت) تغذیه شد. بدین منظور، پوره‌های سن سته از روی برگ‌های آلوده کلم، به کمک قلم موی ظریف به‌آرامی برداشته شد و به تعداد مورد نیاز برای آزمایش روی دیسک برگ آماده‌شده، کلم قرار گرفتند. سپس، به‌طور جداگانه روی دیسک برگ هر پتری، یک لارو سن یک اضافه شد. از پتری‌ها روزانه بازدید شد و پوره‌های شته

(Juliano, 2001). نوع واکنش تابعی با رگرسیون لجستیک<sup>۱</sup> نسبت طعمه خورده شده به عنوان تابعی از تراکم اولیه طعمه و از طریق تابع چند جمله‌ای از رابطه ۴ تعیین شد.

$$N_e / N_0 = \frac{\exp(P_0 + P_1 N_0 + P_2 N_0^2 + P_3 N_0^3)}{1 + \exp(P_0 + P_1 N_0 + P_2 N_0^2 + P_3 N_0^3)} \quad \text{رابطه ۴}$$

در این رابطه  $N_e$  تعداد شکار خورده شده،  $N_0$  تعداد اولیه شکار و  $P_0, P_1, P_2, P_3$  پارامترهایی هستند که باید برآورد شوند. این پارامترها از طریق رویه CATMOD در برنامه SAS تخمین زده شد (Juliano, 2001). منفی یا مثبت بودن ضریب خطی در تابع چند جمله‌ای به ترتیب نوع دوم و سوم واکنش تابعی را نشان می‌دهد (Juliano, 2001).

بعد از تعیین نوع واکنش تابعی، باید پارامترهای  $T_h$  و  $a$  (برای واکنش تابعی نوع دوم) یا  $b, c$  (برای نوع سوم) تخمین زده شود. با توجه به جایگزین نشدن شته‌های خورده شده و تجزیه رگرسیون لجستیک مدل نوع دوم راجرز (راجرز<sup>۲</sup>، ۱۹۷۲) به داده‌ها برازش داده شد.

$$N_e = N_0 \{1 - \exp[-a(T_h N_e - T)]\}$$

$N_a =$  تعداد شکار مورد حمله واقع شده،  $N_t$  تراکم اولیه طعمه در زمان آزمایش  $\exp = t$  پایه لگاریتم طبیعی،  $a =$  قدرت جست و جوگری ( $h^{-1}$ )،  $P_t =$  تعداد دشمن طبیعی در زمان آزمایش  $t$ ،  $T =$  مدت زمان انجام آزمایش (۲۴ ساعت)،  $Th =$  زمان دستیابی در ساعت است. علاوه بر محاسبه پارامترهای ذکر شده حداکثر نرخ حمله توسط مدل‌های واکنش تابعی از رابطه  $\left(\frac{T}{T_h}\right)$  و ضریب تبیین ( $r^2$ ) با استفاده از رابطه زیر به دست آمد.

$$r^2 = 1 - \frac{\text{مجموع مربعات باقی مانده}}{\text{مجموع مربعات کل تصحیح شده}}$$

### تجزیه و تحلیل داده‌ها

همه داده‌ها در برنامه Excel 2007 تنظیم شد. منحنی‌ها

$$k_x = \frac{\sum_{j=1}^{\beta} S_{xj} C_{xj}}{\sum_{j=1}^{\beta} S_{xj}} \quad \text{رابطه ۱}$$

با در نظر گرفتن نرخ بقا، نرخ خالص شکارگری ویژه سن که وزن تعداد شته‌های شکار شده توسط کفشدوزک در هر مرحله سنی را نشان می‌دهد از رابطه زیر به دست آمد:

$$q_x = K_x l_x \quad \text{رابطه ۲}$$

نرخ خالص شکارگری ( $C_0$ ) از رابطه زیر محاسبه شد:

$$C_0 = \sum_{x=0}^{\delta} \sum_{j=1}^{\beta} S_{xj} C_{xj} = \sum_{x=0}^{\delta} k_x l_x \quad \text{رابطه ۳}$$

### واکنش تابعی حشرات ماده کفشدوزک *O. conglobata*

به تراکم‌های مختلف پوره سن سوم شته سبز هلو برای انجام این آزمایش از پتری‌هایی با قطر ۱۲ سانتی‌متر و به ارتفاع یک سانتی‌متر استفاده شد. جمعیت کفشدوزک به مدت دو نسل روی شته سبز هلو پرورش داده شد و جمعیت حاصل از نسل دوم برای انجام آزمایش واکنش تابعی استفاده شد. کفشدوزک‌های مورد استفاده در این آزمایش از نظر تولیدمثلی فعال بودند و به منظور یکسان‌سازی شرایط به مدت ۲۴ ساعت قبل از شروع آزمایش گرسنه نگه داشته شدند. در این آزمایش از حشرات ماده کفشدوزک با طول عمر ۱۰ روز و تراکم‌های دو، چهار، هشت، ۱۶، ۳۲، ۶۴، ۱۰۰ و ۱۲۸ پوره سن سوم شته سبز هلو استفاده شد. هریک از تراکم‌های مورد نظر توسط قلم موی ظریف روی دیسک برگ داخل پتری منتقل شدند و یک کفشدوزک در هر پتری قرار داده شد. آزمایش در شرایط دمایی  $25 \pm 2$  درجه سلسیوس، رطوبت نسبی  $55 \pm 5$  درصد و دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی انجام شد. هر تراکم شامل چهار تا هشت تکرار هم‌زمان بود (در تراکم‌های کمتر تکرار بیشتر و بر عکس) و برای هر تراکم از شاهد (شامل پتری دیش بدون کفشدوزک) استفاده شد. بعد از ۲۴ ساعت، تعداد شته‌های زنده و خورده شده توسط هر کفشدوزک یادداشت شد. برای تعیین نوع واکنش تابعی و برآورد پارامترهای آن، از روش دو مرحله‌ای جولیانو و نرم‌افزار SAS استفاده شد

داد که طول عمر حشرات ماده و نرخ تخم‌گذاری با تغییر در تراکم میزبان افزایش می‌یابد. به طوری که، بالاترین میزان تخم‌گذاری  $70/5 \pm 5/55$  در تراکم ۴۰۰ عدد پوره شته و کمترین میزان تخم‌گذاری  $12/3 \pm 0/79$  در کمترین تراکم شکار ۱۰ عدد پوره شته دیده شد. نتایج حاصله با نتایج به دست آمده در این تحقیق مطابقت دارد. همچنین، یاسار و ازگر تأثیر تراکم‌های ۲۰، ۴۰، ۸۰، ۱۶۰ و ۲۵۰ شته *Hyalopterus pruni* (Geoffroy) بر طول عمر حشرات ماده و همچنین، میزان باروری کفشدوزک *Adaliafasciataopunctata revelierei* (Mulsant) را بررسی کردند. تفاوت معنی‌داری بین دوره قبل از تخم‌گذاری و تخم‌گذاری بین ماده‌های تغذیه شده با تراکم‌های ۲۰، ۴۰، ۸۰ شته در هر روز با ماده‌های تغذیه شده با تراکم ۱۶۰ و ۲۵۰ شته دیده شد، به طوری که، طول دوره قبل از تخم‌گذاری با افزایش تراکم میزبان از  $7 \pm 0/58$  روز در تراکم ۲۰ عدد شته به  $2/73 \pm 0/56$  روز در تراکم ۲۵۰ عدد شته رسید. همچنین، بالاترین میزان تخم‌گذاری در تراکم ۲۵۰ شته و به میزان  $38/21 \pm 1/24$  تخم و کمترین میزان تخم‌گذاری در تراکم ۲۰ عدد شته و به میزان  $26 \pm 2$  عدد تخم گزارش شد. مدت تخم‌گذاری برای ماده‌های تغذیه شده با ۱۶۰ و ۲۵۰ شته در هر روز حدود دو برابر مدتی است که ماده‌های با تراکم‌های طعمه کمتر از ۱۶۰ طعمه در روز تغذیه شده‌اند. همچنین، تفاوت معنی‌داری بین طول عمر ماده‌های تغذیه شده با تراکم ۱۶۰ و ۲۵۰ شته در روز با تراکم‌های ۲۰، ۴۰ و ۶۰ شته در روز دیده شد (Yasar and Ozger, 2005). یافته‌های این دانشمندان درباره میزان تخم‌گذاری با نتایج تحقیق حاضر مطابقت دارد.

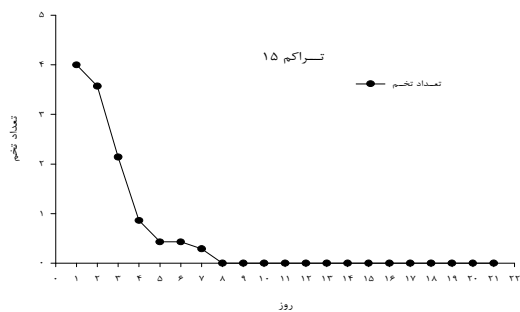
آگاروالا و باردهانروپیا در مطالعه جمعیت شته *Aphis craccivora* (Koch) در شمال شرقی هند در دشت لوبیا متوجه شدند که این شته‌ها در هفته سوم آبان (اکتبر) در طبیعت ظاهر می‌شوند. کفشدوزک‌های بالغ *Menochilus sexmaculatus* (Fabricius) نیز در هفته سوم آبان ظاهر و تخم‌های کفشدوزک در هفته چهارم و کفشدوزک‌های بالغ و تخم‌های *Coccinella transversalis* (Fabricius) به ترتیب در هفته چهارم و پنجم ظاهر شدند. این محققان طی این آزمایش نتیجه

و نمودارها به کمک نرم‌افزار Excel 2007 و Sigmaplot رسم شدند. آنالیز داده‌های مربوط به نرخ شکارگری با استفاده از نرم‌افزار ConsumeMs chart انجام شد. کفشدوزک *O. conglobata* توسط باقری و علی‌نقی‌زاده تأیید شد.

### نتایج و بحث

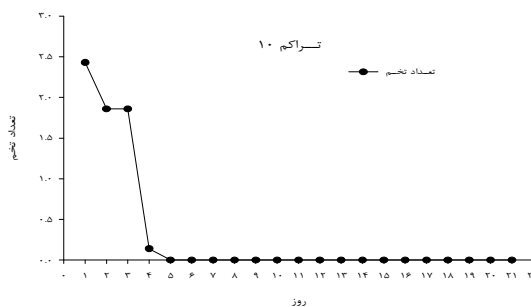
تأثیر تراکم‌های ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۴۰، ۷۵، ۱۰۰ و ۱۲۰ عدد پوره سن سوم شته سبز هلو بر میزان تخم‌گذاری کفشدوزک *O. conglobata* در یک دوره ۲۱ روزه بررسی شد. در تراکم ۱۰ عدد پوره شته، از روز دوم به بعد نسبت به روز اول در میزان تخم‌گذاری کاهش دیده شد که بعد از پنج روز تخم‌گذاری به حداقل خود رسید (شکل ۱)، یعنی در تراکم ۱۰ عدد پوره شته در روز پنجم تخم‌گذاری هفت حشره ماده به صفر رسید. به نظر می‌رسد در روز اول آزمایش به دلیل انرژی و تغذیه کافی از پوره سن سوم شته قبل از شروع آزمایش، تخم‌گذاری در روز اول (با توجه به نتایج به دست آمده) با روزهای بعد متفاوت است. در تراکم ۱۵ عدد پوره سن سوم شته سبز هلو از روز چهارم در میزان تخم‌گذاری کاهش دیده شد. تخم‌گذاری در روز هشتم به صفر رسید، در تراکم ۲۰ از روز هشتم در میزان تخم‌گذاری کاهش دیده شد و روز دهم تخم‌گذاری به صفر رسید. در تراکم ۴۰ و ۷۵ تخم‌گذاری به صفر نمی‌رسد، اما به تدریج در میزان تخم‌گذاری کاهش دیده می‌شود در تراکم‌های ۱۰۰ و ۱۲۰ در روند تخم‌گذاری افزایش دیده می‌شود، اما این روند تا روز ۲۱ ادامه ندارد (شکل‌های ۲ تا ۸). تغییر تدریجی در تعداد فرزندان در رابطه با افزایش شکار ممکن است که یک استراتژی برای کفشدوزک‌های ماده برای زیاد کردن فرزندان در وفور شکار باشد (Solomon, 1949). براساس منابع موجود، به نظر می‌رسد که تاکنون، مطالعه دیگری بر میزان زادآوری این شکارگر در تراکم‌های مختلف میزبان، انجام نشده است؛ ولی در تحقیق مشابهی، امکار و پرویز تأثیر تراکم‌های ۱۰، ۲۵، ۵۰، ۷۵، ۱۰۰، ۲۰۰، ۳۰۰، ۴۰۰ شته *Aphis gossypii* (Glover) را روی میزان زادآوری *Propylea dissecta* (Mulsant) بررسی کردند (Omkar and Prevez, 2004). نتایج این محققان نشان

دسته‌های تخم (از نظر اندازه) کوچک‌تر و در مقابل زمانی که تعداد زیادی از کفشدوزک‌های بالغ *C. transversalis* با تراکم بالای شته مواجه می‌شوند، دسته‌های تخم بزرگ‌تر است. مطالعات مزرعه‌ای و آزمایشگاهی آگاروالا و باردهانروی مشخص کرد که در ذخیره غذایی فراوان، کفشدوزک‌های ماده تخم‌های بیشتری می‌گذارند (Agrawala and Bardhanroy, 1997).

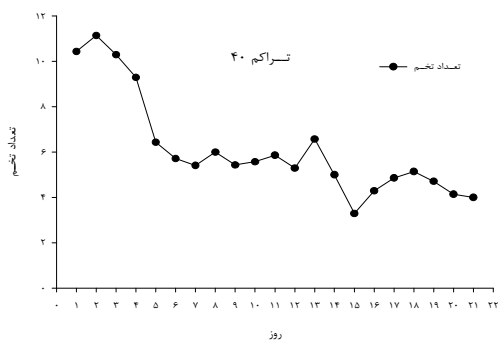


شکل ۲. تأثیر تراکم ۱۵ عدد از پوره سن سوم شته سبز هلو *M. persicae* بر تخم‌گذاری کفشدوزک *O. conglobata* در ۲۱ روز

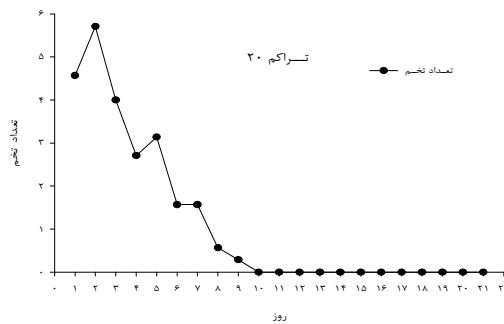
گرفتند که تخم‌گذاری کفشدوزک‌های مذکور با افزایش تراکم شته *A. craccivora* افزایش می‌یابد. طبق نتایج این دانشمندان مشخص شد که تخم‌گذاری در کفشدوزک‌ها تابعی از فراوانی طعمه است (Agrawala and Bardhanroy, 1999). به نظر می‌رسد تولید تخم کفشدوزک‌ها به تراکم جمعیت شته حساس باشد، زیرا زمانی که تعداد زیادی از کفشدوزک‌های بالغ *M. sexmaculatus* با تراکم کم شته مواجه می‌شوند،



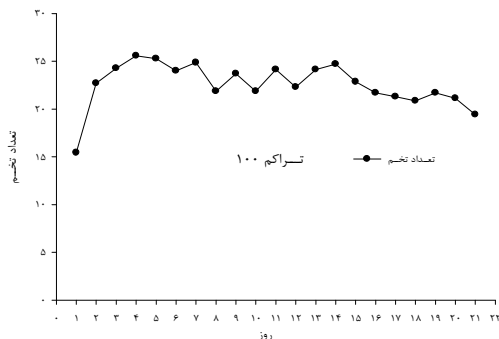
شکل ۱. تأثیر تراکم ۱۰ عدد از پوره سن سه شته سبز هلو *M. persicae* بر تخم‌گذاری کفشدوزک *O. conglobata* در ۲۱ روز



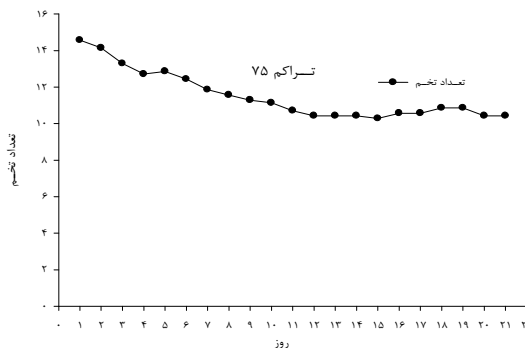
شکل ۴. تأثیر تراکم ۴۰ عدد از پوره سن سه شته سبز هلو *M. persicae* بر تخم‌گذاری کفشدوزک *O. conglobata* در ۲۱ روز



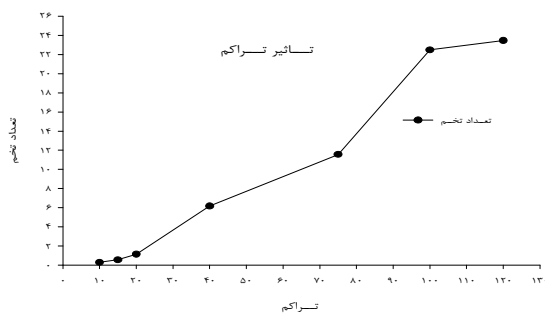
شکل ۳. تأثیر تراکم ۲۰ عدد از پوره سن سه شته سبز هلو *M. persicae* بر تخم‌گذاری کفشدوزک *O. conglobata* در ۲۱ روز



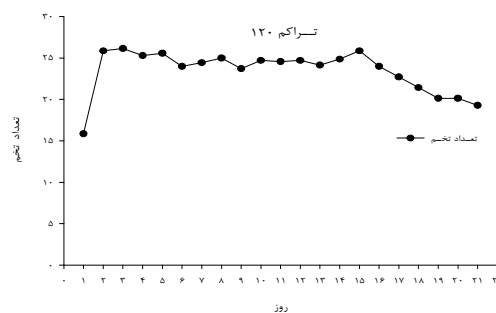
شکل ۶. تأثیر تراکم ۱۰۰ عدد از پوره سن سه شته سبز هلو *M. persicae* بر تخم‌گذاری کفشدوزک *O. conglobata* در ۲۱ روز



شکل ۵. تأثیر تراکم ۷۵ عدد از پوره سن سه شته سبز هلو *M. persicae* بر تخم‌گذاری کفشدوزک *O. conglobata* در ۲۱ روز



شکل ۸. تأثیر تراکم‌های مختلف از پوره سن سوم شته سبز هلو *M. persicae* بر تخم‌گذاری کفشدوزک *O. conglobata* در ۲۱ روز



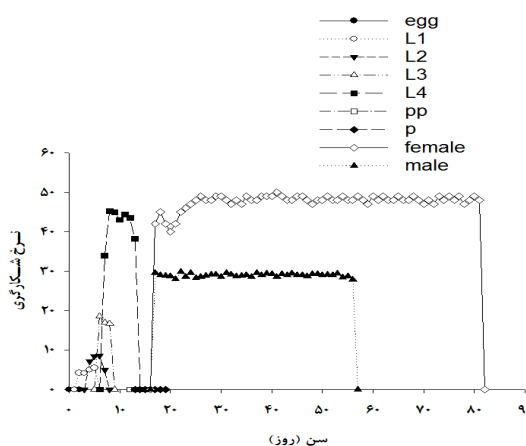
شکل ۷. تأثیر تراکم ۱۲۰ عدد از پوره سن سه شته سبز هلو *M. persicae* بر تخم‌گذاری کفشدوزک *O. conglobata* در ۲۱ روز

تخم‌گذاری میزان شکار در افراد ماده تقریباً دو برابر افراد نر است (جدول ۱) همچنین، تعداد شته شکار شده توسط لارو سن چهار ۴۵/۲۳، حشرات نر ۲۹/۶۵ و حشرات ماده ۵۰/۷۰ به‌دست آمد. (شکل ۹).

در بررسی نرخ شکارگری مشخص شد که میزان شکار از سن اول لاروی به سمت سن چهارم افزایش پیدا می‌کند. میزان شکار سن چهارم لاروی نسبت به افراد بالغ کمتر است. به‌نظر می‌رسد به دلیل اندازه بزرگ‌تر افراد ماده نسبت به افراد نر و صرف انرژی بیشتر برای

جدول ۱. میانگین تعداد شته *M. persicae* شکار شده در مراحل مختلف زندگی کفشدوزک *O. conglobata*

جنس	لارو سن ۱	لارو سن ۲	لارو سن ۳	لارو سن ۴	افراد بالغ	کل مراحل
ماده	۹/۶±۰/۴۳	۱۹/۲±۰/۶۳	۲۸/۸±۲/۱۶	۱۹۰/۱±۷/۰۴	۱۹۰۲±۲۵/۲	۲۱۵۰/۹±۲۷
نر	۹/۳±۰/۳	۱۹/۴±۰/۵	۳۳±۱/۵۷	۱۸۹/۷±۶/۵۱	۱۰۹۹/۲۵±۵/۶۶	۱۳۵۰/۶۵±۱۰/۴



شکل ۹. میانگین نرخ شکارگری مراحل مختلف زندگی کفشدوزک *O. conglobata*

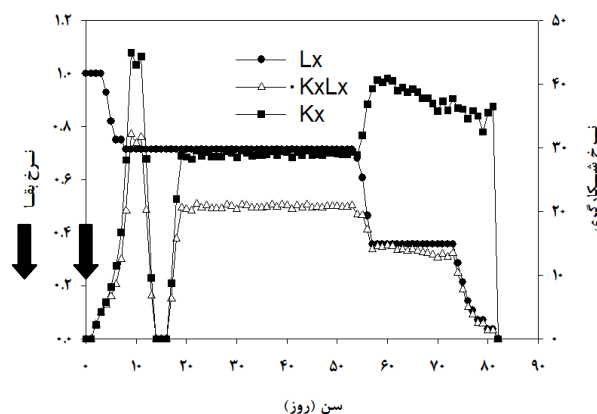
کفشدوزک (*Propylaea japonica* Thunberg) با تغذیه از شته *M. persicae* نرخ شکارگری افراد ماده تقریباً دو برابر افراد نر است و شکارگری کفشدوزک تا پایان عمر ادامه دارد و با افزایش سن کاهش پیدا نمی‌کند (Chi and Yang, 2003) که با نتایج به‌دست‌آمده در این پژوهش هم‌خوانی دارد. گوتو و همکاران نیز نرخ شکارگری سه شکارگر

با تغذیه از شته سبز هلو *M. persicae* فرهادی و همکاران طی مطالعاتی مشخص کردند، میزان شته سیاه باقلای شکار شده توسط کفشدوزک *Hippodamia variegata* از سن اول لاروی به سمت سن چهار افزایش پیدا می‌کند و در افراد ماده تقریباً دو برابر افراد نر است که با نتایج این پژوهش مطابقت دارد (Farhadi et al, 2011). چی و یانگ نشان دادند که در



کفشدوزک *Stethorus japonicus* (Kamiya)، تریپس *Amblyseius californicus* (Mc Gregor) و کنه *takahashii* (Priesner) Scolothrips را روی تخم کنه *Tetranychus utricae* (Koch) در سه دمای ۲۰، ۲۵ و ۳۰ درجه سانتیگراد مطالعه کردند. آن‌ها گزارش کردند که در هر سه دما و برای هر سه شکارگر نرخ شکارگری مراحل نابالغ ماده بیشتر از نر است. همچنین، در هر سه دما نرخ شکارگری حشره ماده *A. californicus* و *S. takahashii* بیشتر از حشره نر است. در مورد کفشدوزک *S. japonicus* در دو دمای ۲۰ و ۳۰ درجه سانتیگراد نرخ شکارگری حشره ماده بیشتر از نر است، فقط در دمای ۲۵ درجه سانتیگراد نرخ شکارگری حشرات نر ( $1125/9 \pm 24/6$ ) کمی بیشتر از حشرات ماده ( $1111 \pm 19/25$ ) است که البته با هم تفاوت معنی‌داری در سطح ۵ درصد ندارند (Gotoh et al., )

کفشدوزک *O. conglobata* در مجموع در اکثر موارد گزارش شده و همچنین، در این پژوهش، نرخ شکارگری حشرات ماده بیشتر از نرها است و با افزایش سن پورگی نیز نرخ شکارگری و در نتیجه کارایی شکارگر افزایش می‌یابد. در شکل ۱۰ دو مرحله مشخص شده با فلش مربوط به مراحل شفیرگی و تخم است که حشره هیچ‌گونه تغذیه‌ای ندارند؛ همچنین، با افزایش سن کفشدوزک در نرخ شکارگری تغییری به وجود نمی‌آید و تا آخرین روز زندگی کفشدوزک ادامه دارد که با نتایج به دست آمده توسط چی و یانگ در مورد کفشدوزک *P. japonica* مطابقت دارد که با پوره‌های سن سه *M. persicae* تغذیه شده بود (Chi and Yang 2003). سطح زیر منحنی  $k_x I_x$  نشان دهنده نرخ خالص شکارگری، یعنی  $C_0$  است (Chi and Yang 2003) که در مورد کفشدوزک *O. conglobata*  $1253/45$  به دست آمد.



شکل ۱۰. نرخ بقای ویژه سن ( $I_x$ )، نرخ شکارگری ویژه سن ( $k_x$ )، نرخ خالص شکارگری ویژه سن ( $k_x I_x$ ) کفشدوزک *O. conglobata* با تغذیه از شته سبز هلو *M. persicae*

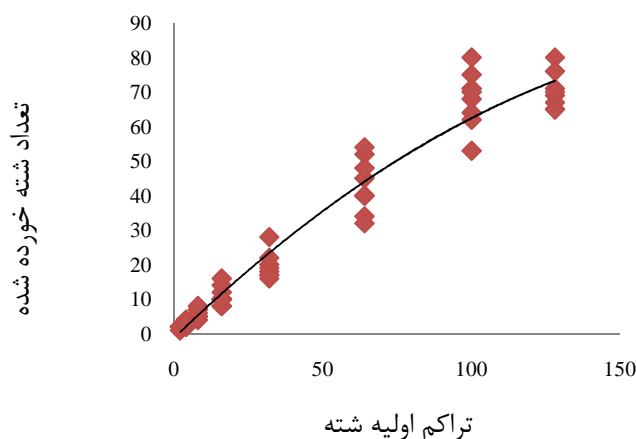
در بررسی واکنش تابعی مشخص شد، میزان تغذیه از شته با بالا رفتن تراکم شته در ظروف پتری افزایش یافت که این افزایش در یک سطح از تراکم‌های بالاتر متوقف شد و به یک حد ثابت میل کرد (شکل ۱۱). علامت منفی برآوردهای ضریب‌های خطی در دمای مورد آزمایش وجود واکنش تابعی نوع دوم را احراز می‌کند (جدول ۲) که نمایانگر اثر وابسته به عکس تراکم است. با استفاده از معادله راجرز پارامترهای قدرت جست‌وجو ( $a$ ) و زمان دستیابی ( $T_h$ ) به ترتیب  $0.063 \pm 0.0089$  بر ساعت و  $0.1425 \pm 0.029$  ساعت تعیین شد. ضریب تبیین ( $r^2$ ) و حداکثر نرخ حمله ( $T/T_h$ )،  $0.96$  و  $168/4$  به دست آمد.

آزمایش‌های متعددی در مورد واکنش تابعی کفشدوزک‌های شکارگر به میزبان‌های مختلف انجام شده است که نشان دهنده واکنش تابعی نوع دوم است. حسنی و همکاران واکنش تابعی کفشدوزک *O. conglobata* را در دمای  $27/5$  با تغذیه از پوره‌های سن چهار پسیل پسته در تراکم‌های ۱۰، ۲۰، ۴۰، ۶۰، ۸۰، ۱۲۰، ۱۶۰، ۲۰۰، ۳۰۰، ۴۰۰ و ۶۰۰ از نوع دوم تشخیص دادند و قدرت جست و جو ( $a$ ) و زمان دستیابی ( $T_h$ ) را  $0.0469$  و  $0.152$  به دست آوردند (Hassani et al, 2004).

در بررسی واکنش تابعی مشخص شد، میزان تغذیه از شته با بالا رفتن تراکم شته در ظروف پتری افزایش یافت که این افزایش در یک سطح از تراکم‌های بالاتر متوقف شد و به یک حد ثابت میل کرد (شکل ۱۱). علامت منفی برآوردهای ضریب‌های خطی در دمای مورد آزمایش وجود واکنش تابعی نوع دوم را احراز می‌کند (جدول ۲) که نمایانگر اثر وابسته به عکس تراکم است. با استفاده از معادله راجرز پارامترهای قدرت جست‌وجو ( $a$ ) و زمان دستیابی ( $T_h$ ) به ترتیب  $0.063 \pm 0.0089$  بر ساعت و  $0.1425 \pm 0.029$  ساعت تعیین شد. ضریب تبیین ( $r^2$ ) و حداکثر نرخ حمله ( $T/T_h$ )،  $0.96$  و  $168/4$  به دست آمد.

جدول ۲. پارامترهای حاصل از برقراری رگرسیون لجستیک بین تراکم‌های مختلف پوره‌های سن سه شته سبز هلو *M. Persicae* و میزان تغذیه مراحل مختلف سنی کفشدوزک *O. conglobata contaminata* در دمای ۲۵ درجه سلسیوس

پارامتر	مقدار برآورد شده	خطای استاندارد	P
عرض از مبدأ	۱/۳۷۴۵	۰/۲۴۱	۰/۰۰۰۱
قسمت خطی	-۰/۰۴۷۵	۰/۰۱۳	۰/۰۰۰۶
درجه ۲ (N02)	۰/۰۰۰۸۳۳	۰/۰۰۰۰۸	۰/۰۰۰۱
درجه ۳ (N03)	- ۴/۱۷-E 6	۹/۸E-۷	۰/۰۰۰۱



شکل ۱۱. منحنی واکنش تابعی کفشدوزک ماده بالغ شکارگر *O. conglobata* به تراکم‌های مختلف پوره‌های سن سه شته سبز هلو *M. persicae* در دمای ۲۵ درجه سلسیوس

حشرات کامل کفشدوزک *Harmonia axyridis* (Pallas) را بررسی کردند؛ نتایج تحقیقات این دانشمندان نشان داد که تمام مراحل لاروی و حشرات کامل واکنش تابعی نوع دوم از خود نشان دادند (Lee and Kang, 2004). در بیشتر بررسی‌های انجام شده واکنش تابعی از نوع دوم گزارش شده است (Hodek and Honek, 1996; Dixon, 2000). واژگونه واکنش تابعی نوع دوم، واکنش تابعی نوع سوم در شمار کمی از کفشدوزک‌ها دیده می‌شود. اسیکبار و کوپلند در تعیین نوع واکنش تابعی دو گونه کفشدوزک در رژیم‌های دمایی مختلف فهمیدند که تنها *Cyclonedasanguine* در دمای ۲۵ درجه سلسیوس واکنش تابعی نوع سه را نشان داد (Içsikber and Copland, 2005). لائزونی و همکاران واکنش تابعی کفشدوزک *H. variegata* را از نوع سوم تشخیص دادند (Lanzoni et al., 2004). سارمنتو و همکاران واکنش تابعی کفشدوزک *Eriopisconexa* روی شته *Macrosiphumeuphorbiae* را از نوع سوم تشخیص دادند (Sarmiento et al., 2007). هولینگ سه نوع

خان و میر واکنش تابعی کفشدوزک *H. variegata*، *Coccinella septempunctata* L.، *Adalia tetraspilota* (Hope) را با تغذیه از *Aphis pomi* (Glover) از نوع دوم گزارش کردند (Khan and Mir 2008). فرهادی و همکاران واکنش تابعی مراحل مختلف کفشدوزک *H. variegata* را نسبت به شته سیاه باقلا بررسی کردند و فهمیدند واکنش تابعی همه سنین لاروی و حشرات کامل با مدل واکنش تابعی نوع دوم مطابقت دارد. در واقع مشخص شد که این شکارگر در حمله به شته سیاه باقلا به صورت معکوس وابسته به تراکم، عمل می‌کند. نتایج این آزمایش نشان داد که قدرت جست و جوگری افزایش و زمان دست‌یابی با افزایش سن لاروی افزایش می‌یابد (Farhadi et al, 2010).

امکار و پرویز کفشدوزک *A. Bipunctata* را یک کفشدوزک عمومی شته‌خوار که رنج وسیع شکارگری دارد، معرفی کرده‌اند و واکنش تابعی این کفشدوزک را از نوع دوم می‌دانند (Omkar and Prevez 2005). لی و کانگ واکنش تابعی تمام سنین لاروی و همچنین،

حشرات کامل با مدل واکنش تابعی نوع دوم در این پژوهش و دیکسون مطابقت دارد. نتایج این پژوهش نشان داد، کفشدوزک *O. conglobata* در شرایط آزمایشگاهی نرخ شکارگری، تخم‌گذاری و کارایی نسبتاً خوبی دارد؛ همچنین، کفشدوزک‌های نر در مقایسه با ماده نقش کمتری در مهار آفت دارند. بنابراین، برای توسعه کنترل بیولوژیک شته *M. persicae* با استفاده از کفشدوزک *O. conglobata* باید مطالعاتی درباره رفتار جست‌وجوگری، پراکنش و پویایی این کفشدوزک در شرایط نیمه آزمایشگاهی، نیمه گلخانه‌ای و در دماهای مختلف انجام شود. همچنین، نیاز است تا اهمیت حضور کفشدوزک‌های نر و نسبت رهاسازی نر و ماده مشخص شود تا در عین کسب بهترین نتیجه از رهاسازی کفشدوزک اختلالی در جفت‌گیری و تولید مثل آن‌ها ایجاد نشود.

واکنش تابعی تشخیص داد و اظهار کرد که تنها نوع سوم به صورت وابسته به انبوهی عمل می‌کند و این نوع، بیشتر از نوع دوم می‌تواند جمعیت را تنظیم کند (Holling 1966). با وجود این، مهار زیستی پیروز برای این کفشدوزک با واکنش تابعی نوع دوم نیز امکان‌پذیر است؛ زیرا عوامل دیگری مانند اثر گیاه میزبان، عوامل زیستی و غیره نیز بر کارایی شکارگرها اثرگذار است (Farhadi et al., 2010; Obrycki and Kring 1998). دیکسون واکنش تابعی کفشدوزک *H. variegata* با تغذیه از شته *Brevicoryne brassicae* را از نوع دوم تشخیص دادند (Dixon 2000)، نوع واکنش تابعی در پژوهش فوق با این پژوهش مطابقت دارد که از نوع دوم شده است. الحاق و زیتون واکنش تابعی کفشدوزک *H. variegata* را با تغذیه از شته جالیز بررسی کردند (Elhag and Zaitoon 1996) و فهمیدند واکنش تابعی

## REFERENCES

- Agrawala BK, Bardhanroy P (1997) Oviposition behavior and reproduction on efficiency in ladybird beetles (Coleoptera:Coccinellidae) a case study of *Menochilus sexmaculatus* (Fabr). Journal of Aphidology. 11: 49-59
- Agrawala BK, Bardhanroy P (1999) Numerical response of ladybird beetles (Col:Coccinellidae) to aphid prey (Hom: Aphididae) in a field bean in north-east India. Journal of Applied Entomology 123: 401-405.
- Asghari, F., Samih, M. A. &Mahdian, K. (2012a) Some biological characteristics of *Hippodamia variegata* (Goeze) reared on *Brevicoryne brassicae* L. and eggs of *Ephestia kuehniella* Zeller. Biological Control of Plant Pest and Diseases, 1, 19-27.
- Baki MAA and Ahemed MS(1985) Ecological studies on olive psyllid *Euphyllurastraminea*Log at Mosul Region with special reference to its natural enemies. Iraq Journal of Agricultural Science, 3 (1): 14.
- Chen HQ(1982)A preliminary observation on *Alrica sp* Kunchong zhishi, 19(6): 21-23.
- Chi H, Yang TC (2003) Two-sex life table and predation rate of *Propylaea japonica* Thunberg (Coleoptera: Coccinellidae) fed on *Myzus persicae* (Sulzer) (Homoptera: Aphididae). Environmental Entomology.32: 327-333.
- Dezianian A, Sahragard A (2000) Investigation on natural enemies of the pistachio psillid, *Agonoscenapistaciae* in Damghan- Iran. Proceeding of the 14th Iranian Plant Protection Congress, Isfahan University of Technology.270 p. (In Persian).
- Dixon AFG (2000) Insect predator-prey dynamics ladybird beetles and biological control. Cambridge University Press, Cambridge. 275.
- Elbert TA, Cartwright B (1997) Biology and ecology of *Aphis gossypii* Glover (Homoptera: Aphididae). Society of South Western Entomologists. 22: 116-145.
- Elhag ET A, Zaitoon A A (1996) Biological parameters for four coccinellid species in central. Saudi Arabia. Biological Control, 7: 316-319.
- Erkin E(1983) Investigations on hosts distribution and efficiency of natural enemies of the family Aphididae (Homoptera) harmful to pome and stone fruit trees in Izmir province of Aegen Region. Turkye Bilki Koruma Dergisl, 7(1): 29-49.
- Farhadi R, Allahyari H, Chi H (2011) Life table and Predation capacity of *Hippodamia variegata* (Coleoptera: Coccinellidae) feeding on *Aphisfabae* (Hemiptera: Aphididae). Journal of Biologic Control
- Farhadi , R ., Allahyari H, Juliano S (2010) Functional response of larval and adult stages of *Hippodamia variegata* (Col.: Coccinellidae) to different densities of *Aphis fabae* (Hem.: Aphididae). Environmental Entomology, 39(5): 1586-1592.
- Franzmann AB (2002) *Hippodamia variegata* (Goeze) (Coleoptera: Coccinellidae), a predacious ladybird new in Australia. Journal of Entomology. 41: 375-377.

- Gotoh T, Akiyuki S, Kitashima K, Hussien AR (2004) Developmental and reproductive performance of *Tetranychus pueraricola* Ehara and Gotoh (Acari: Tetranychidae) at four constant temperatures. *Applied Entomology and Zoology*. 39(4): 675-682.
- Hassani MR, Mehrnejad MR, Ostovan H (2008) Some characteristics biology and predatory ladybird *Oenopia conglobata contaminata* common on pistachio psylla in vitro. *Research Journal of Protection Forest in Iran* 6(2), 110-117.
- Hassel MP (1978) *The dynamics of Arthropod – prey system*. Princeton University Press.
- Hodek I (1973) *Biology of Coccinellidae*. Czechoslovak Academy of Science Prague, 260p.
- Hodek I, Honek A (1996) *Ecology of Coccinellidae*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht Boston London. 464 p.
- Holling CS (1966) The functional response of invertebrate predator to prey density. *Entomology Society of Canadian*, 48: 1-86.
- Isikber AA, Copland MJW (2005) Food consumption and utilization by larvae of two coccinellid predators, *Scymnus levaillanti* and *Cycloneda sanguinea*, on cotton aphid, *Aphis gossypii*. *Biological Control*, 46: 455-67.
- Juliano SA (2001) Nonlinear curve fitting: *Predation and functional response curve*. In: *Design and analysis of ecological experiments*, 2<sup>nd</sup>. Ed. By Cheiner. S. M. and Gurven J. (PP. 159-182). Chapman & Hall: New York.
- Kalantari AA, Sadeghi E (2000) Investigation survey of ladybirds and determination of prevalent species in dry orchard almond in west Khorasan province. *Proceeding of the 14th Iranian Plant Protection Congress*, Isfahan University of Technology. p: 271 (In Persian)
- Khan AA, Mir RA (2008) Functional response of four predaceous coccinellids, *Adalia tetraspilota* (Hope), *Coccinella septempunctata* L., *Calvia punctata* (Mulsant) and *Hippodamia variegata* (Goeze) feeding on the green apple aphid, *Aphis pomi* De Geer (Homoptera: Aphididae). *Journal of Biological Control*. 22(2): 291-298
- Lanzoni A, Accinelli G, Bazzacchi GG, Burgio G (2004) Biological traits and life table of the exotic *Harmonia axyridis* compared with *Hippodamia variegata* and *Adalia bipunctata* (Col.: Coccinellidae). *Journal of Applied Entomology*, 128: 298-306.
- Lee JH, Kang TJ (2004) Functional response of *Harmonia axyridis* (Pallas) (Coleoptera: Coccinellidae) to *Aphis gossypii* Glover (Homoptera: Aphididae) in the laboratory. *Journal of Biological Control*. 31:306-310.
- Mehrnejad MR (2000) Four ladybirds, as important predators of the common pistachio psylla, *Agonoscena pistaciae*. *Proceeding of the 14th Iranian Plant Protection Congress*, Isfahan University of Technology, p. 101 (In Persian)
- Mohammadbeigi A (2000) Natural enemies of the walnut aphids in Qazvin region. *Proceeding of the 14th Iranian Plant Protection Congress*, Isfahan University of Technology. p: 273. (In Persian).
- Obrycki JJ, Kring TJ (1998) Predaceous Coccinellidae in biological control. *Annual Review of Entomology*, 43, 295-321.
- Omkar, Prevez A (2004) Functional and numerical responses of *Propylea dissecta* (Col: Coccinellidae). *Journal Applied Entomology*. 128: 140-146.
- Omkar, Prevez A (2005) *Ecology of two –spotted ladybird, Adalia bipunctata : a review ladybird research laboratory*, Department of zoology. University of Lucknow, India, 14.
- Rezvani A (2001) Identify of key aphid in Iran. *Research of Agricultural Extension and Education*. 316p.
- Rogers DJ (1972) Random search and insect population models. *Journal Animal Ecology*. 41: 369-383.
- Rounagh H, Samih MA (2012) .Functional response of *Oenopia conglobata contaminata* (Menetries) to different densities of, *Brevicoryne brassicae* L. under laboratory conditions. *Preceeding of the 20<sup>th</sup> Iranian Plant Protection Congress*, Shiraz-Iran, P: 47 (In Persian).
- Rounagh, H. (2013) *Biology and efficiency of Oenopia conglobata contaminata* (Menetries) (Col.: Coccinellidae) by feeding on *Aphis punicae* under laboratory conditions. MSc. Thesis of Agricultural Entomology, Vali-e-Asr University.
- Sadeghi SA, Mojib Hagh ghadam Z, Jalali Sandi J, Hajizadeh J (2004) Investigation on the biology of lady beetle *Oenopia conglobata* (L.) on poplar aphid *chitophorus leucomelas* (Koch) in laboratory condotions. *Journal of Research and Development Natural Resources*. 62: 20 (In Persian).
- Sarmiento RA, Pallini A, Venzon M, DeSouza O, Molina-Rugama AJ, Oliveira CL (2007) Functional response of the predator *Eriopsis connexa* (Col.: Coccinellidae) to different prey types. *Braz Arch Biol Technol*, 50: 121-126.
- Simova TD, Vukovic M, Antic M (1989) A contribution to the study of ladybird predators of plant lice (Col.: Coccinellidae). *Zastita Bilija*, 40(1): 65-72.
- Solomon ME (1949) The natural control of animal population. *Journal of Animal Ecological* 18: 1 – 35.

- Van Lenteren JC (1986) Quality control tests for natural control tests for natural enemies used in greenhouse biological control. IOBC/WPRS Bulletin. 19: 83-86.
- Wagge JK (1989) Ecological theory and the selection of biological control agents. In: M. Mackeauer, L. Ehler, E. and Roland J (Eds). *Critical Issues in biological control*. Intercept, Andover, UK. 1-41.
- Wiedenmann RN, Smith JW (1997) Attributes of the natural enemies in ephemeral crop habitats. *Biological Control* .10: 16-22.
- Yasar B, Ozger S. (2005) Development, feeding and reproduction responses of *Adaliafasciatopunctata revelierei* (Mulsant) (Coleoptera: Coccinellidae) to *Hyalopteruspruni* (Geoffroy) (Homoptera: Aphididae) *Journal Pest Science*. 78(4): 199-203.
- Yu JZ, Chi H, Chen BH (2005) Life table and predation of *Lemnia biplagiata* (Coleoptera: Coccinellidae) fed on *Aphis gossypii* (Homoptera: Aphididae) with a proof on relationship among gross reproduction rate, net reproduction rate and preadult survivorship. *Annual Entomology Society American*. 98: 475-482.