

تأثیر ویژگی‌های سطح برگ ارقام گندم بر واکنش تابعی سنک شکارگر *Sipha maydis* Passerini به شته *Orius albidipennis* Reuter

سمانه غلامی مقدم^۱، مجتبی حسینی^{۲*}، مهدی مدرس اول^۳ و حسین الهیاری^۴
۱، ۲، ۳ و ۴ به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد، استادیار و استاد گروه گیاه‌پزشکی دانشگاه فردوسی مشهد،
دانشیار گروه گیاه‌پزشکی دانشگاه تهران
(تاریخ دریافت: ۹۱/۱۰/۴ - تاریخ تصویب: ۹۲/۲/۱۴)

چکیده

واکنش تابعی یکی از مهم‌ترین اجزای برهم‌کنش‌های شکار- شکارگر است که اطلاعات مهمی درباره واکنش شکارگر به تغییرات تراکم میزبان ارائه می‌کند. ویژگی‌های ریخت‌شناسی گیاه میزبان از عوامل مؤثر بر واکنش تابعی شکارگرها است. در این پژوهش اثر تراکم و طول تریکوم برگ سه رقم گندم (فلات، قدس و پیشتاز) بر واکنش تابعی سنک *Orius albidipennis* نسبت به شته‌ی جو، *Sipha maydis*، در شرایط آزمایشگاه (دمای 24 ± 1 درجه‌ی سلسیوس، رطوبت نسبی 10 ± 60 درصد و دوره تاریکی : روشنایی ۸ : ۱۶) بررسی شد. تراکم‌های ۲، ۴، ۶، ۸، ۱۲، ۲۴ و ۳۶ شته جو به طور جداگانه در اختیار پوره سن سوم و سنک‌های ماده قرار داده شدند و تعداد شته‌های خورده شده در هر تراکم ثبت شد. نتایج تجزیه رگرسیون لجستیک نشان داد نوع واکنش تابعی برای هر دو مرحله‌ی زیستی سنک شکارگر روی ارقام گندم از نوع دوم می‌باشد. قدرت جستجوگری (a) پوره‌ی سن سوم به ترتیب ۰/۰۱۹، ۰/۰۲۱ و ۰/۰۳۶ بر ساعت و زمان دست‌یابی (T_H) ۱/۱۷، ۲/۵ و ۵/۰۹ ساعت روی ارقام فلات، پیشتاز و قدس تعیین گردید. قدرت جستجوگری سنک‌های ماده به ترتیب ۰/۰۲۰، ۰/۰۱۸ و ۰/۰۲۲ بر ساعت و زمان دست‌یابی ۱/۳۵، ۱/۴۱ و ۲/۲۵ ساعت روی این ارقام محاسبه شد. مقایسه واکنش‌های تابعی با استفاده از معادله ترکیبی مشخص نمود که تفاوت زمان‌های دستیابی پوره‌ی سن سوم *O. albidipennis* روی ارقام مختلف گندم معنی‌دار می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: جستجوگری، تریکوم برگ، شته‌ی جو، واکنش تابعی،
Orius albidipennis

مقدمه

که آفات گیاهخوار را مورد تغذیه قرار می‌دهند خط دفاعی غیرمستقیمی برای گیاه در برابر هجوم آفات هستند (Price et al. 1980). اما قبل از رهاسازی دشمنان طبیعی در قالب یک برنامه‌ی کنترل بیولوژیک، بایستی کارایی آنها برای کنترل آفات در محیط آزمایشگاه برآورد گردد (Waage 1990). یکی از معیارهای ارزیابی کارایی دشمنان طبیعی، تعیین ویژگی‌های رفتاری آنها از جمله واکنش تابعی و نرخ

استفاده گسترده از ترکیبات شیمیایی و افزایش آگاهی عمومی در ارتباط با خطرات ناشی از این ترکیبات بر سلامت جامعه و محیط زیست و از سوی دیگر افزایش مقاومت آفات نسبت به سموم شیمیایی لزوم به‌کارگیری سایر روش‌های کنترل آفات نظیر کنترل بیولوژیک را آشکار کرده است (Hufren et al. 1996, Shannag and Obeidat 2008). دشمنان طبیعی

نقش تریکوم گیاه میزبان در تغییر رفتار دشمن طبیعی به‌ویژه واکنش تابعی انجام شده است (De Clercq *et al.* 2000, Cédola *et al.* 2001, Jalalizand *et al.* 2011). به‌عنوان نمونه مددی و همکاران نشان داده‌اند که ویژگی‌های فیزیکی گیاه میزبان به‌طور معنی‌داری پارامترهای واکنش تابعی کنه‌ی شکارگر *Neoseiulus cucumeris* Oudemans (Acari: Phytoseiidae) به تریپس پیاز (*Thrips tabaci*) (Thysan.: Thripidae) Lindeman را تحت تأثیر قرار می‌دهد و تفاوت در انبوهی تریکوم بین سه گیاه فلفل شیرین، بادنجان و خیار در واکنش تابعی این شکارگر مؤثر بوده است (Madadi *et al.* 2007). نتایج مشابهی در ارتباط با این کنه‌ی شکارگر روی تریپس غربی گل *Frankliniella occidentalis* Pergande (Thy.: Tripidae) (Shipp and Whitfield 1991). گندم نان در *Triticum aestivum* بیشترین سطح زیر کشت را در جهان به خود اختصاص داده است. در ایران نیز بالاترین سطح زیر کشت بین محصولات مختلف به گندم اختصاص دارد و از نظر ارزش اقتصادی رتبه‌ی چهارم را دارا می‌باشد (FAO 2010)). گندم میزبان گسترده‌ی وسیعی از آفات گیاه‌خوار است که در این بین شته‌ها نیز نقش مهمی در کاهش عملکرد و کیفیت آن دارند (Kieckhefer and Kantack 1988, Kennedy and Connery 2005).

گرچه استفاده از ترکیبات شیمیایی رایج‌ترین روش کنترل شته‌های غلات محسوب می‌شود، ولی گزارش موارد متعدد از گسترش مقاومت شته‌های غلات به سموم شیمیایی و از سوی دیگر اثر سوء این ترکیبات بر سلامت انسان و محیط زیست، منجر به استفاده از سایر روش‌های کنترل از جمله دشمنان طبیعی گردید (Shufron *et al.* 1997, Wilde *et al.* 2001). سن‌های خانواده‌ی Anthocoridae از مهم‌ترین عوامل کنترل بیولوژیک محسوب می‌شوند و از آفات مختلف از جمله شته، تریپس، سفیدبالک و کنه تغذیه می‌کنند (Coll and Guershon 2002). با توجه به اثربخشی آن‌ها در اکوسیستم‌های کشاورزی، چندین گونه از شکارگران این خانواده جهت برنامه‌های کنترل بیولوژیک مورد استفاده قرار می‌گیرند (Heitmans *et al.* 1986). یکی از این

جستجوگری است (Holling 1966, Jervis and Kid 1996). رابطه‌ی بین تعداد شکار کشته شده توسط هر شکارگر (یا تعداد میزبان پارازیت شده توسط هر پارازیتوئید) و تراکم شکار (یا میزبان) به‌عنوان واکنش تابعی شناخته می‌شود (Holling 1959a, Holling 1959). واکنش تابعی نقش مهمی در برهم‌کنش‌های بین شکار و شکارگر ایفا می‌کند و در حقیقت توصیفی از رفتار یک دشمن طبیعی در مواجهه با تراکم‌های مختلف شکار است (Tully *et al.* 2005). واکنش تابعی یک دشمن طبیعی تحت تأثیر عوامل مختلف غیر زنده مانند دما (Mohaghegh *et al.* 2001, Skirvin and Fenlon 2003)، رطوبت نسبی (Svendsen *et al.* 1999) و عوامل زنده مانند ویژگی‌های شکار (Badii *et al.* 2004) و ویژگی‌های گیاه میزبان (Coll and Ridgway 1995, Messina *et al.* 1997) قرار دارد. گونه‌های مختلف گیاهی یا ارقام مختلف یک گونه به‌صورت فیزیکی یا شیمیایی، واکنش تابعی دشمنان طبیعی را تحت تأثیر قرار می‌دهند (Skirvin and Fenlon 2001). اثرات ترکیبات شیمیایی گیاه میزبان مانند مواد فرار گیاهی و ترکیبات سمی در موفقیت جستجوگری دشمنان طبیعی بررسی شده‌اند (Price *et al.* 1980, Tumlinson *et al.* 1992, Vet and Dicke 1992, Moayeri *et al.* 2006). تغییر نرخ جستجوگری دشمن طبیعی ناشی از ساختارهای فیزیکی گیاه میزبان نیز در میزان کارآمدی دشمن طبیعی مؤثر است (De Clercq *et al.* 2000, Cédola *et al.* 2001, Skirvin and Fenlon 2001). تریکوم‌ها، زواید موم‌مانند موجود در سطح بیشتر گیاهان که از سلول‌های اپیدرم منشا می‌گیرند، از جمله ساختارهای فیزیکی موجود در سطح گیاه می‌باشند که با ممانعت از جابه‌جایی (Pillemer and Tingey 1976)، تغذیه (Khan *et al.* 2000) و یا تخم‌ریزی حشرات گیاه‌خوار (Handley *et al.* 2005) منجر به بروز مقاومت نسبت به برخی آفات می‌گردند. با این وجود، این ساختار دفاع فیزیکی گیاه می‌تواند به‌صورت غیرمستقیم (با اثر بر شکار مثل ایجاد پناهگاه برای آن (Messina and Hanks 1998)) یا بصورت مستقیم (و با اثر بر دشمن طبیعی مثل ممانعت از جابه‌جایی آن (Krips *et al.* 1999)) بر کارایی دشمن طبیعی تأثیرگذار باشد. مطالعات متعدد در ارتباط با

مدت ۱۵ دقیقه در هر یک از غلظت‌های ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد استون انجام شد. سپس نمونه‌ها روی تیوب‌های مخصوص قرار گرفتند و پس از پوشانیده شدن با لایه‌ای نازکی از طلا، توسط اسکن میکروسکوپ الکترونی LEO 1450VP از تریکوم‌های سطح برگ عکس تهیه شد. برای تهیه اسلاید میکروسکوپی نیز از دومین برگ هر یک از ارقام مورد نظر در مرحله‌ی پنج برگی، قطعاتی به ابعاد یک میلی‌متر مربع تهیه و برای شفاف‌سازی و حذف کلروفیل در محلول کلرال هیدرات فنل (نسبت حجمی ۱:۱) به مدت شش ساعت قرار داده شدند. پس از چهار بار شستشو در آب مقطر، از سطح رویی برگ هر یک از ارقام اسلاید میکروسکوپی تهیه شد. تعداد تریکوم‌ها در واحد سطح توسط میکروسکوپ نوری با بزرگ‌نمایی شیئی و چشمی ۱۰×۱۰ شمارش شد. برای اندازه‌گیری طول تریکوم، از لنز چشمی مدرج استفاده گردید. داده‌های حاصل از ارزیابی انبوهی و طول تریکوم در ارقام مختلف گندم با استفاده از آزمون مقایسه واریانس یک طرفه (One-way ANOVA) مورد تجزیه قرار گرفت و در صورت معنی‌دار بودن اختلاف واریانس‌ها، گروه‌بندی داده‌ها با آزمون مقایسه‌ی میانگین‌ها (LSD) در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد (SAS 2000).

پرورش شته‌ی جو *Sipha maydis*

شته‌ی جو از مزرعه‌ی گندم واقع در ایستگاه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد جمع‌آوری گردید. پس از تأیید گونه‌ی شته‌ی جو با استفاده از کلید شناسایی (Blackman and Eastop 2000) شته‌ها روی جو (رقم کویر) مستقر شدند و در گلخانه با شرایط دمایی 25 ± 5 درجه سلسیوس، رطوبت نسبی 60 ± 5 درصد و دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی پرورش یافتند. به‌صورت هفتگی گیاهان سالم به جمعیت شته اضافه شد و با قرار دادن برگ‌های حاوی شته روی آنها، آلوده‌سازی صورت گرفت.

پرورش سنک شکارگر *Orius albidipennis*

سن‌های مورد استفاده برای تشکیل جمعیت آزمایشگاهی از مزرعه‌ی ذرت دانشکده کشاورزی دانشگاه

گونه‌ها سنک شکارگر *Orius albidipennis* می‌باشد که در زیستگاه‌های مختلف کشاورزی یافت می‌شود و در برخی از مناطق ایران به‌عنوان گونه‌ی غالب مطرح است (Erfan and Ostovan 2004). گرچه گونه‌های مختلفی از جنس *Orius* در مزارع گندم شناسایی شده‌اند (Erfan and Ostovan 2004, Corrales et al. 2007)، ولی اطلاعات دقیقی در ارتباط با عوامل مؤثر بر کارایی شکارگری آنها روی شته‌های غلات وجود ندارد. بنابراین، هدف مطالعه‌ی حاضر تعیین اثر انبوهی و طول تریکوم موجود روی برگ سه رقم گندم، قدس، پیشتاز و فلات بر واکنش تابعی افراد ماده و پوره‌ی سن سوم سنک شکارگر *O. albidipennis* نسبت به تراکم‌های مختلف شته‌ی جو *S. maydis* می‌باشد.

مواد و روش‌ها

کاشت و پرورش گیاه

ارقام گندم مورد مطالعه در این پژوهش، ارقام رایج در استان خراسان رضوی شامل پیشتاز، قدس و فلات در نظر گرفته شدند. بذر ارقام مورد نظر از بخش نهال و بذر مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان خراسان رضوی تهیه شد و در گلدان‌هایی با قطر دهانه‌ی ۱۳ و ارتفاع ۱۴ سانتی‌متر کشت گردید. خاک مورد استفاده در آزمایش متشکل از شن، خاک و خاک‌برگ به نسبت ۱:۲:۱ بود. گیاهان به‌صورت روزانه آبیاری شدند و در شرایط دمایی 27 ± 2 درجه‌ی سلسیوس، رطوبت نسبی 60 ± 10 درصد و شرایط نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد نگاه‌داری شدند. این گیاهان برای انجام آزمایش‌ها مورد استفاده قرار گرفتند.

بررسی انبوهی و طول تریکوم در ارقام گندم مورد مطالعه

برای اندازه‌گیری انبوهی و طول تریکوم برگ ارقام گندم، از عکس میکروسکوپ الکترونی و اسلاید میکروسکوپی استفاده شد. قطعات برگ به ابعاد یک میلی‌متر مربع از دومین برگ توسعه یافته‌ی هر یک از ارقام گندم در مرحله‌ی پنج برگی تهیه و در دمای چهار درجه‌ی سلسیوس به مدت ۲۴ ساعت تثبیت شد. پس از شستشوی نمونه‌ها در بافر فسفات، فرآیند آب‌گیری به

براساس روش دو مرحله‌ای جولیانو انجام شد (Messina and Hanks 1998, De Clercq *et al.* 2000, Juliano 2001). در مرحله اول به منظور تعیین نوع واکنش تابعی از رگرسیون لجستیک نسبت تعداد طعمه‌ی شکار شده (N_e) به تعداد طعمه‌ی موجود در تراکم اولیه (N_0) استفاده شد. به این منظور، داده‌ها به تابع چندجمله‌ای به شرح زیر برازش داده شدند:

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

تعیین پارامترهای P_0 , P_1 , P_2 و P_3 با استفاده از نرم‌افزار SAS و رویه‌ی CATMOD انجام شد. از علامت P_1 و P_2 برای تعیین شکل منحنی استفاده شد. علامت مثبت P_1 و منفی P_2 نشان‌دهنده‌ی واکنش تابعی نوع سوم است؛ در حالی که اگر علامت هر دو منفی باشد، واکنش تابعی از نوع دوم می‌باشد.

در مرحله دوم، از آنجایی که رگرسیون لجستیک واکنش تابعی نوع دوم را برای هر دو مرحله‌ی شکارگر تعیین نمود، با استفاده از رگرسیون غیرخطی پارامترهای قدرت جستجو (a) و زمان دستیابی (T_h) برآورد شد. با توجه به اینکه شکار خورده شده جایگزین نگردید مدل راجرز به داده‌ها برازش داده شد:

$$N_e = N_0 \{1 - \exp[-a(T - T_h N_e)]\} \quad (2)$$

N_e تعداد شکار مورد حمله، a قدرت جستجو، N_0 تراکم اولیه‌ی شکار، T کل زمانی که شکار و شکارگر در مقابل هم قرار دارند و T_h زمان دستیابی به شکار می‌باشد. برای مقایسه‌ی پارامترهای واکنش تابعی حشرات ماده و پوره‌ی سن سوم روی ارقام مختلف گندم از معادله‌ی زیر استفاده شد:

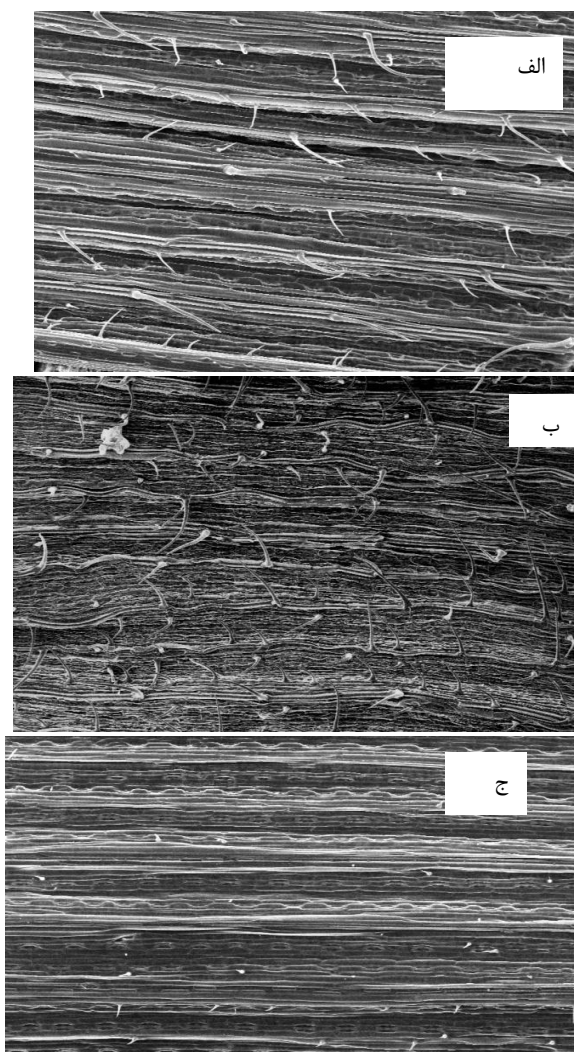
$$N_e = N_0 \left[1 - \exp \left(- \frac{[a + Da(j)] T N_0}{1 + [a + Da(j)] [T_h + DT_h(j)] N_0^2} \right) \right] \quad (3)$$

با تخمین پارامترهای Da و D_{Th} می‌توان تفاوت معنی‌دار در مقدار a و T_h را مشخص نمود. به عبارت دیگر هنگام مقایسه‌ی T_h سنک شکاری روی ارقام مختلف، زمان دستیابی سنک در تیمار اول T_h و زمان دستیابی آن در تیمار دوم $T_h + D_{Th}$ در نظر گرفته می‌شود. برای پی‌بردن به معنی‌دار بودن یا نبودن تفاوت بین زمان‌های دستیابی سنک در دو تیمار (رقم گندم

فردوسی مشهد جمع‌آوری شد. پارامر تعدادی از سن‌های جمع‌آوری شده جداسازی و با استفاده از کلید شناسایی (Erfan and Ostovan 2004) گونه‌ی آنها *O. albidipennis* تأیید گردید. برای پرورش سنک شکارگر، ده جفت حشره‌ی بالغ نر و ماده به ظرف پرورش استوانه‌ای پلاستیکی دردار به قطر ۱۰ و ارتفاع ۲۵ سانتی‌متر منتقل شدند. روی درپوش و دیواره‌های ظروف پرورش دریچه‌هایی برای ایجاد تهویه تعبیه و با توری ظریف پوشانده شد. به منظور کاهش میزان هم‌خواری سن‌ها از بریده‌های کاغذ چین‌خورده و برای تغذیه آنها از تخم پروانه بید آرد *Ephestia kuehniella* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae) و گرده ذرت استفاده شد. از غلاف لوبیا سبز نیز به منظور تامین رطوبت و بستر تخم‌ریزی سن‌ها استفاده گردید. سن‌ها سه نسل کامل در شرایط آزمایشگاهی پرورش داده شدند و سپس در آزمایش واکنش تابعی مورد استفاده قرار گرفتند.

واکنش تابعی سن‌های ماده بالغ و پوره‌ی سن سوم *Orius albidipennis*

آزمون‌های واکنش تابعی پوره‌ی سن سوم و حشرات ماده بالغ سنک شکارگر *O. albidipennis* نسبت به شته‌ی جو تحت شرایط آزمایشگاه در دمای 25 ± 1 درجه‌ی سلسیوس، رطوبت نسبی 65 ± 5 درصد و دوره‌ی نوری ۱۶ ساعت روشنایی و هشت ساعت تاریکی در اتاقک رشد دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد انجام شد. برای حل مشکل پوره‌زایی شته‌های ماده در طول آزمایش از شته‌های هم‌سن، ۲ تا ۳ روزه که هنوز به سن پوره‌زایی نرسیده بودند، استفاده گردید. برگ‌های هم‌سن (یک ماه پس از کاشت) ارقام مختلف گندم آلوده به تراکم‌های ۴، ۶، ۸، ۱۲، ۲۴ و ۳۶ عدد شته‌ی جو به مدت ۲۴ ساعت در اختیار یک عدد پوره‌ی سن سوم و حشره بالغ ماده که ۱۲ ساعت گرسنه نگاه‌داری شده بودند، به‌طور جداگانه در داخل قفس‌های گیره‌ای تعبیه شده روی برگ قرار گرفت. آزمایش‌ها در ۱۰ تا ۱۴ تکرار در تراکم‌های مختلف انجام شد. پس از طی مدت آزمایش، سنک شکارگر از محیط آزمایش (قفس‌های گیره‌ای) حذف و تعداد طعمه‌ی شکار شده شمارش و ثبت گردید. تجزیه‌ی داده‌های واکنش تابعی



شکل ۱- نمای تهیه شده از سطح رویی برگ ارقام گندم توسط میکروسکوپ الکترونی: (الف) پیشتاز، (ب) قدس و (ج) فلات.

باید ثابت شود که D_{Th} معنی‌دار است و با صفر تفاوت معنی‌دار دارد یا خیر. اگر D_{Th} با صفر تفاوت معنی‌دار نداشته باشد، نتیجه این خواهد بود که T_h و $T_h + D_{Th}$ به عبارت دیگر زمان دستیابی شکارگر در دو رقم مختلف گندم تفاوت معنی‌دار با هم ندارند. در غیر این صورت تفاوت زمان دستیابی سنک *O. albidipennis* به شته جو روی دو رقم مختلف گندم معنی‌دار خواهد بود (Allahyari et al. 2004). قدرت جستجوگری این شکارگر نیز با استفاده از پارامتر D_a و با روشی مشابه دو به دو در بین ارقام گندم مقایسه گردید.

نتایج

تعیین انبوهی و طول تریکوم در ارقام گندم مورد مطالعه

عکس میکروسکوپ الکترونی حاکی از وجود تریکوم‌های ساده و تک‌سلولی در سطح رویی برگ ارقام پیشتاز، فلات و قدس بود (شکل ۱).

شمارش تریکوم‌ها نیز تفاوت معنی‌دار تعداد تریکوم در ارقام مورد مطالعه را نشان داد ($F_{2, 42} = 156.04; P < 0.01$). رقم پیشتاز دارای بیش‌ترین تراکم، رقم قدس دارای تراکم حدواسط و رقم فلات نیز کم‌ترین تراکم را داشت. طول تریکوم نیز در بین سه رقم تفاوت معنی‌دار نشان داد ($F_{2, 147} = 165.78; P < 0.01$), به‌طوری که

طول تریکوم‌های موجود روی برگ رقم قدس بیشتر از طول تریکوم‌های موجود روی برگ ارقام پیشتاز و فلات بود (جدول ۱).

جدول ۱- میانگین (\pm خطای استاندارد) طول و انبوهی تریکوم در هر میلی‌متر مربع سطح برگ ارقام مختلف گندم.

ارقام	انبوهی تریکوم	طول تریکوم (میکرون)
پیشتاز	$41/6 \pm 1/43^a$	$146/87 \pm 2/59^b$
قدس	$23/6 \pm 1/02^b$	$245/44 \pm 15/19^a$
فلات	$14/4 \pm 0/7^c$	$67/36 \pm 3/17^c$

حروف متفاوت در هر ستون نشان‌دهنده وجود تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد.

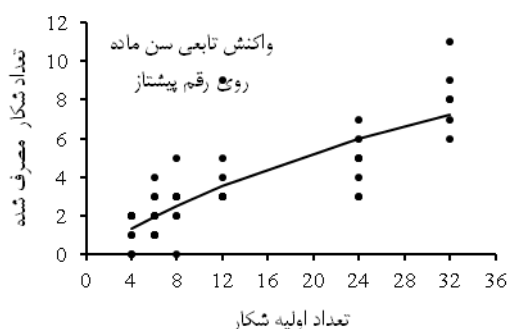
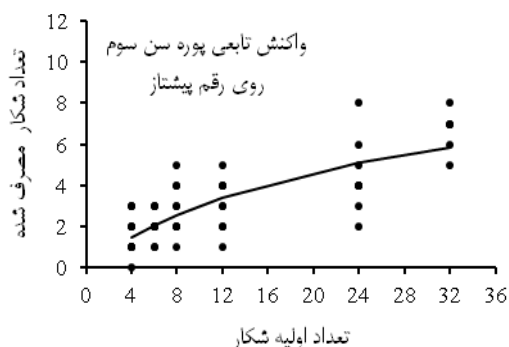
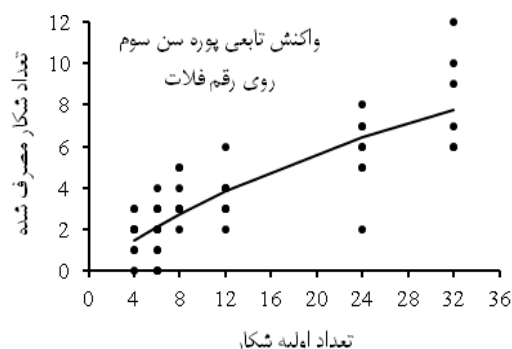
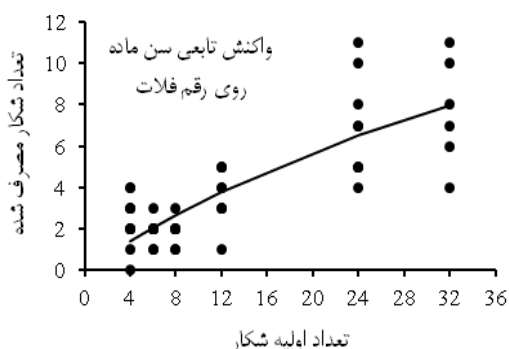
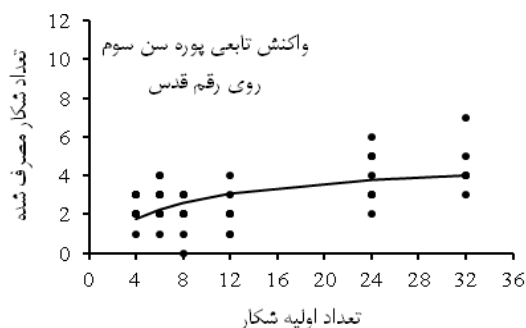
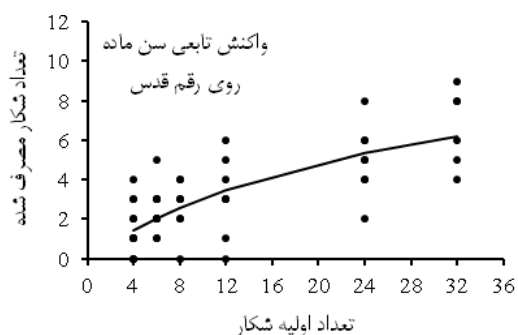
بخش خطی معادله‌ی لجستیک (جدول ۲) نمایانگر وجود واکنش تابعی نوع دوم روی ارقام گندم مورد مطالعه برای هر دو مرحله‌ی زیستی سنک شکارگر بود. با استفاده از معادله‌ی راجرز قدرت جستجو (a) و زمان دستیابی (T_h) برای سن‌های ماده و پوره سن سوم

واکنش تابعی سن‌های کامل ماده و پوره‌ی سن سوم شکارگر *Orius albidipennis*

افزایش تعداد شته‌ی خورده شده توسط سن‌های ماده و پوره‌ی سن سوم با افزایش تراکم شکار روی هر سه رقم قدس، پیشتاز و فلات (شکل ۲) و منفی بودن

(جدول ۳ و ۴). به علاوه حداکثر نرخ حمله (T/Th) پوره های سنک شکارگر روی ارقام فلات، پیشتاز و قدس به ترتیب برابر با ۲۰/۴۱، ۹/۵۶ و ۴/۷ محاسبه شد. اما زمان دستیابی سنک های ماده شکارگر روی ارقام مختلف از تفاوت معنی دار برخوردار نبودند (جدول ۴) و حداکثر نرخ حمله (T/Th) سنک های ماده روی ارقام فلات، پیشتاز و قدس به ترتیب برابر با ۱۷/۷، ۱۶/۹۴ و ۱۰/۶۸ بود.

محاسبه شد (جدول ۳). بیشترین قدرت جستجو برای سن‌های ماده ۰/۲۲ بر ساعت و برای پوره‌ی سن سوم ۰/۳۶ بر ساعت روی رقم قدس برآورد شد، اما استفاده از معادله‌ی ترکیبی در تجزیه‌ی داده‌ها نشان داد که قدرت جستجو در سن‌های ماده و پوره‌ی سن سوم روی ارقام مختلف گندم تفاوت معنی دار نداشتند (جدول ۴). زمان دستیابی حشرات ماده و پوره‌ی سن سوم *O. albipennis* روی رقم فلات به ترتیب ۱/۳۵ و ۱/۱۷ ساعت محاسبه شد که این زمان دستیابی برای پوره‌های سنک شکارگر بطور معنی داری کمتر از سایر ارقام بود



شکل ۲- واکنش تابعی سنک ماده و پوره‌ی سن سوم *Orius albipennis* در برابر تراکم‌های مختلف شته‌ی جو *Sipha maydis* روی سه رقم گندم.

جدول ۲- نتایج تجزیه رگرسیون لجستیک نسبت شتهی تغذیه شده توسط حشرات کامل ماده و پورهی سن سوم سنک *Orius albidipennis* در تراکم های مختلف شتهی جو *Sipha maydis* روی سه رقم گندم.

مرحله زیستی- رقم	پارامتر	مقدار برآورد شده	خطای استاندارد	کای مربع (X^2)	value - P
ماده- فلات	ثابت	۰/۰۰۰۱۳۲	۰/۳۳۳۷	۰/۶۷	۰/۹۱
	خطی	-۰/۰۹۰۰	۰/۰۴۶۳	۳/۷۷	۰/۰۵۲۳
ماده- پیشتاز	درجه دو	۰/۰۰۱۷۸	۰/۰۰۱۲۳	۲/۱۱	۰/۱۴۶
	ثابت	-۰/۰۹۷۸	۰/۳۴۰۴	۰/۹۸	۰/۷۷
ماده- قدس	خطی	-۰/۰۹۲۴	۰/۰۴۷۴	۳/۸۰	۰/۰۵
	درجه دو	۰/۰۰۱۸۸	۰/۰۰۱۲۶	۲/۲۳	۰/۱۳
پوره- فلات	ثابت	-۰/۰۰۷۴۶	۰/۳۴۲۷	۰/۷۲	۰/۸۸
	خطی	-۰/۰۱۰۲۲	۰/۰۴۸۳	۴/۴۷	۰/۰۳۴
پوره- پیشتاز	درجه دو	۰/۰۰۱۹۱	۰/۰۰۱۲۹	۲/۱۹	۰/۱۳
	ثابت	۱/۱۹۵۰	۰/۶۵۷۹	۳/۳۰	۰/۰۶
پوره- قدس	خطی	-۰/۴۱۵۲	۰/۱۴۵۶	۸/۰۳	۰/۰۰۴۶
	درجه دو	۰/۰۲۲۹	۰/۰۰۸۶۰	۰/۸۷	۰/۰۰۷
پوره- پیشتاز	درجه سه	-۰/۰۰۰۳۸	۰/۰۰۰۱۴۸	۶/۵۹	۰/۰۱
	ثابت	۰/۲۳۰۹	۰/۳۳۸۷	۰/۴۶	۰/۴۹
پوره- قدس	خطی	-۰/۱۳۸۳	۰/۰۴۷۴	۸/۵۳	۰/۰۰۳
	درجه دو	۰/۰۰۲۷۵	۰/۰۰۱۲۶	۴/۷۴	۰/۰۲
	ثابت	۲/۵۰۱۰	۰/۷۱۰۰	۱۲/۴۱	۰/۰۰۰۴
	خطی	-۰/۶۵۳۱	۰/۱۶۱۶	۱۶/۳۳	<۰۰۰۱
	درجه دو	۰/۰۳۱۷	۰/۰۰۹۶۲	۱۰/۸۸	۰/۰۰۱
	درجه سه	-۰/۰۰۰۴۹	۰/۰۰۰۱۶۸	۸/۳۴	۰/۰۰۳

جدول ۳- مقادیر برآورد شده توسط مدل راجرز برای پارامترهای واکنش تابعی حشرات کامل ماده و پورهی سن سوم سنک *Orius albidipennis* نسبت به تراکم های مختلف شتهی جو *Sipha maydis* روی سه رقم گندم.

ضریب تبیین (R^2)	محدوده ای اطمینان ۹۵٪		خطای استاندارد	مقدار برآورد شده	پارامتر	مرحله ی زیستی- رقم
	حد بالا	حد پایین				
۰/۵۸	۰/۲۸۰	۰/۰۱۲۹	۰/۰۰۳۷	۰/۰۲۰۴	a	ماده- فلات
	۲/۲۶۰۶	۰/۴۴۳۱	۰/۴۵۲۹	۱/۳۵	T_h	
۰/۶۶	۰/۰۲۵۸	۰/۰۰۱۱۴	۰/۰۰۳۵۸	۰/۰۱۸۶	a	ماده- پیشتاز
	۲/۴۵۲۹	۰/۳۷۹۰	۰/۵۱۶۸	۱/۴۱۶۰	T_h	
۰/۷۵	۰/۰۳۰۹	۰/۰۱۳۰	۰/۰۰۴۶	۰/۰۲۲۴	a	ماده- قدس
	۳/۳۸۱۵	۱/۱۱۱۲	۰/۵۶۵۷	۲/۲۴۶۳	T_h	
۰/۷۲	۰/۰۲۶۶	۰/۰۱۲۲	۰/۰۰۳۵	۰/۰۱۹۴	a	پوره- فلات
	۲/۱۳۰۶	۰/۲۲۱۱	۰/۴۷۶۴	۱/۱۷۵۸	T_h	
۰/۶۲	۰/۰۲۹۶	۰/۰۱۳۸	۰/۰۰۳۹	۰/۰۲۱۷	a	پوره- پیشتاز
	۳/۴۷۲۰	۱/۵۴۴۳	۰/۴۸۰۹	۲/۵۰۸۱	T_h	
۰/۶۵	۰/۰۵۵۴	۰/۰۱۷۲	۰/۰۰۹۲	۰/۰۳۶۳	a	پوره- قدس
	۶/۳۸۸۱	۳/۸۱۰۳	۰/۶۴۳۱	۵/۰۹۹۲	T_h	

جدول ۴- مقادیر برآورد شده در مدل ترکیبی برای پارامترهای واکنش تابعی حشرات کامل ماده و پوره‌ی سن سوم سنک *Orius albidipennis* نسبت به شته‌ی *Sipha maydis* روی سه رقم گندم.

مراحل سنی سنک شکارگر	ارقام گندم	پارامتر	مقدار برآورد شده	خطای استاندارد	محدوده‌ی اطمینان ۹۵٪		ضریب تبیین (R ²)
					حد پایین	حد بالا	
ماده	قدس - پیشتاز	D_a	۰/۰۰۲۳	۰/۰۰۵۵	-۰/۰۰۸۶	۰/۰۱۳۴	۰/۶۴
		D_{Th}	۰/۹۲۸۷	۰/۴۴۲۵	-۰/۵۴۳۸	۲/۴۰۱۱	
قدس - فلات		D_a	۰/۰۰۲۸	۰/۰۰۵۲	-۰/۰۰۷۵	۰/۰۱۳	۰/۷۸
		D_{Th}	-۰/۷۶۱۷	۰/۵۹۰۵	-۱/۹۳۲۸	۰/۴۰۹۴	
پیشتاز - فلات		D_a	۰/۰۰۱۸	۰/۰۰۵۱	-۰/۰۰۸۴	۰/۰۱۲۱	۰/۶۷
		D_{Th}	-۰/۰۶۳۶	۰/۶۸۷۴	-۱/۴۲۶۷	۱/۲۹۹۶	
پوره	قدس - پیشتاز	D_a	۰/۰۰۰۵	۰/۰۰۶۸	-۰/۰۰۸۴	۰/۰۱۸۵	۰/۵۹
		D_{Th}	۱/۹۰۸۲	۰/۶۴۴۸	-۰/۴۳۲۳	۳/۳۸۴۳	
قدس - فلات		D_a	۰/۰۰۵۳	۰/۰۰۷۱	-۰/۰۰۸۸	۰/۰۱۹	۰/۷۱
		D_{Th}	۳/۱۶۰۷	۰/۷۵۴۹	-۱/۶۶۴۶	۴/۶۵۶۷	
پیشتاز - فلات		D_a	-۰/۰۰۲۳	۰/۰۰۵۵	-۰/۰۱۳۳	۰/۰۰۸۶	۰/۶۹
		D_{Th}	۱/۶۳۲۳	۰/۵۹۷۴	-۱/۱۰۷۷	۲/۵۹۸۵	

بحث

افزایش تراکم شکار کاهش می‌یابد (وابسته معکوس به تراکم). اگرچه واکنش تابعی *O. albidipennis* روی گندم نسبت به *S. maydis* تاکنون گزارش نشده است، این شکارگر در برابر تریپس *Megalurothrips sjostedti* Trybom (Thysan.: Thripidae) روی لوبیا واکنش تابعی نوع دوم (Gitonga et al. 2002) و در برابر کنه-ی تارتن دونقطه‌ای *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) روی سیب‌زمینی شیرین واکنش تابعی نوع اول (El-Basha et al. 2012)، روی توت‌فرنگی و خیار نوع دوم (Jalalizand et al. 2012) و روی سویا نوع سوم (Zamani et al. 2009) را نشان داده است.

دی کلرک و همکاران اظهار داشتند که نوع واکنش تابعی یک شکارگر تحت تأثیر ویژگی‌های گیاه میزبان قرار دارد به طوری که افراد ماده‌ی سن Dallas (Het.: Pentatomidae) *Podisus nigrispinus* نسبت به چهارمین سن لاروی *Spodoptera exigua* Dallas (Het.: Pentatomidae) واکنش تابعی نوع دوم را روی فلفل شیرین و بادنجان و واکنش تابعی نوع سوم را روی گوجه‌فرنگی نشان دادند (De Clercq et al. 2000). با این وجود، در مطالعه حاضر تفاوت انبوهی تریکوم روی

نتایج مطالعه‌ی حاضر نشان‌دهنده‌ی وجود تفاوت معنی‌دار در انبوهی و طول تریکوم موجود در سطح برگ ارقام گندم قدس، پیشتاز و فلات بود. تعداد تریکوم‌ها در هر میلی‌متر مربع برگ از $14/4 \pm 0/7$ عدد روی رقم فلات تا $41/6 \pm 1/43$ عدد روی رقم پیشتاز متغیر بود. این یافته‌ها با نتایج وبستر و همکاران مطابقت داشت که $13/5 \pm 3/8$ تا $53/3 \pm 3/7$ عدد تریکوم را در هر میلی‌متر مربع برگ ارقام گندم گزارش کرده بودند (Webster et al. 1994). کمترین طول تریکوم در مطالعه حاضر $67/4 \pm 3/17$ میکرون متعلق به رقم فلات بود و بیشترین طول $255/4 \pm 15/19$ میکرون روی رقم قدس مشاهده شد. تریکوم‌های با طول مشابه $65 \pm 4/3$ تا $261 \pm 11/5$ میکرون) روی برگ سایر ارقام گندم نیز گزارش شده است (Hoxie et al. 1975). بررسی واکنش تابعی حشرات کامل ماده و پوره‌ی سن سوم *Orius albidipennis* نسبت به تراکم‌های مختلف شته‌ی جو روی سه رقم گندم نشان‌دهنده‌ی واکنش تابعی نوع دوم برای هر دو مرحله‌ی زیستی شکارگر روی هر سه رقم گندم بود. در واکنش تابعی نوع دوم، میزان شکارگری با

کنه‌ی ماده‌ی تارتن دولکه‌ای روی خیار نسبت به توت-فرنگی را به تفاوت انبوهی تریکوم در این دو گیاه نسبت دادند (Jalalizand et al. 2012). مددی و همکاران نیز نشان دادند که زمان دستیابی کنه‌ی شکارگر *N. cucumeris* نسبت به لارو تریپس پیاز *T. tabaci* روی فلفل شیرین کمتر از خیار است (Madadi et al. 2007). مقایسه‌ی مستقیم مقادیر قدرت جستجوگری و زمان دستیابی سنک شکارگر *O. albidipennis* در این مطالعه با سایر مطالعات صورت گرفته به علت تفاوت در نوع شکار، گیاه میزبان و شرایط محیط آزمایش دشوار است. با این وجود قدرت جستجو در این تحقیق برای افراد ماده از ۰/۰۱۸ تا ۰/۰۲۲ بر ساعت متغیر بود که کمتر از مقدار محاسبه شده برای این شکارگر روی کنه-ی ماده تارتن دو نقطه‌ای (۰/۰۳۱ و ۰/۰۴۷ بر ساعت به ترتیب روی خیار و توت فرنگی) می باشد (Jalalizand et al. 2012). کوتاه‌ترین زمان دستیابی حشرات ماده‌ی سنک *O. albidipennis* روی رقم فلات ۱/۳۵ ساعت بود که از زمان دستیابی محاسبه شده برای این شکارگر روی کنه‌ی ماده تارتن دونقطه‌ای (۰/۹۴ و ۰/۸۱ ساعت به ترتیب روی خیار و توت فرنگی) در مطالعه‌ی جلالی زند و همکاران بیشتر بود (Jalalizand et al. 2012).

در مطالعات مختلف نشان داده شده است که ساختارهای دخیل در دفاع فیزیکی گیاه از جمله تریکوم با ایجاد اختلال در حرکت شکارگر (Skirvin and Fenlon 2001, Madadi et al. 2007, Jalalizand et al. 2012)، کاهش میزان نرخ برخورد شکارگر با شکار (Jalalizand et al. 2012) و یا ایجاد پناهگاه برای شکار (Price et al. 1980) باعث کاهش میزان جستجوگری دشمنان طبیعی روی گیاهان میزبان با انبوهی بیشتر تریکوم و در نتیجه کاهش میزان کارایی آن‌ها می‌شوند. به عنوان مثال، انبوهی بیشتر تریکوم برگ سیب نسبت به برگ هلو باعث کاهش میزان حرکت کنه‌ی شکارگر (*Euseius finlandicus* Odemans (Acari: Phytoseiidae)) و در نتیجه افزایش زمان دستیابی آن برای کنه قرمز اروپایی (*Panonychus ulmi* Koch (Acari: Tetranychidae)) روی سیب شد (Koveos and Broufas 2000). در مطالعه حاضر، نتایج به دست آمده

ارقام مختلف گندم بر نوع واکنش تابعی تأثیر نداشت. این نتیجه با یافته‌های مددی و همکاران هم‌سو بود که اعلام داشتند کنه‌ی شکارگر *N. cucumeris* روی سه گیاه فلفل شیرین، بادنجان و خیار واکنش تابعی نوع دوم را نشان داد (Madadi et al. 2007). جلالی زند و همکاران نیز واکنش تابعی نوع دوم را برای *O. albidipennis* نسبت به افراد ماده‌ی کنه‌ی تارتن دونقطه‌ای روی دو گیاه خیار و توت‌فرنگی مشاهده نمودند (Jalalizand et al. 2012). به طور مشابه، سدولا و همکاران نیز نشان دادند که دو هیبرید گوجه‌فرنگی که از نظر انبوهی تریکوم با یکدیگر متفاوت بودند، تأثیری بر نوع واکنش تابعی کنه‌ی شکارگر *N. californicus* (McGregor (Acari: Phytoseiidae)) نسبت به کنه‌ی تارتن دولکه‌ای نداشتند (Cédola et al. 2001).

قدرت جستجوگری (a) و زمان دستیابی (T_h) در ارزیابی کارایی دشمنان طبیعی دو عامل کلیدی محسوب می‌شوند و واکنش تابعی روشی برای محاسبه‌ی این شاخص‌ها می‌باشد (Juliano 2001). در مطالعه‌ی حاضر، زمان دستیابی حشرات کامل ماده و پوره‌ی سن سوم شکارگر روی رقم فلات نسبت به ارقام پیشتاز و قدس کمتر بود. اگرچه تفاوت این شاخص در مورد سن های ماده روی ارقام گندم معنی‌دار نبود، زمان دستیابی پوره‌ی سن سوم به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر انبوهی و طول تریکوم ارقام مختلف قرار گرفت. حداکثر نرخ حمله (T/Th) پوره سنک شکارگر *O. albidipennis* نیز به طور محسوسی روی رقم فلات بیشتر از سایر ارقام بود. این نتیجه بیانگر تأثیر بیشتر تریکوم در رفتار شکارگری پوره سنک *O. albidipennis* نسبت به حشرات کامل ماده بود. بررسی رفتار جستجوگری حشرات بالغ و سنین مختلف پورگی *O. niger* روی وارته‌های دارای تریکوم و بدون تریکوم گوجه‌فرنگی نیز نشان داد تریکوم توانایی حرکت و جابه‌جایی مراحل پورگی سن شکارگر را نسبت به حشرات بالغ بیشتر تحت تأثیر قرار می‌دهد (Economou et al. 2006). دلیل ارائه شده برای این تفاوت رفتاری بین مرحله‌ی پورگی و حشرات بالغ به جثه‌ی کوچک تر پوره‌ها نسبت به افراد بالغ مربوط می‌باشد. جلالی‌زند و همکاران زمان دستیابی بالاتر سنک *O. albidipennis* نسبت به تخم و

روی گیاهان میزبان و نرخ ذاتی افزایش جمعیت شکار و شکارگر نیز نقش مهم در ارزیابی کارایی یک شکارگر دارند که لازم است در مورد سنک شکارگر *O. albidipennis* روی ارقام مختلف گندم مورد مطالعه قرار گیرد.

از سویی چون گیاه میزبان، آفت، دشمن طبیعی و شرایط محیط اجزاء به هم وابسته هستند، تنها باتوجه به شاخص‌های برآورد شده در آزمایشگاه نمی‌توان موفقیت یک برنامه مدیریت آفت را تضمین کرد و تعیین برهم‌کنش این عوامل در شرایط مزرعه با یکدیگر ضروری به نظر می‌رسد.

سپاسگزاری

این پژوهش با حمایت مالی بنیاد ملی نخبگان و دانشگاه فردوسی مشهد انجام شده است که بدین‌وسیله تشکر و قدردانی می‌گردد.

REFERENCES

- Allahyari H, Fard PA, Nozari J (2004) Effects of hosts on functional response of offspring in two population of *Trissolcus grandis* on the Sun pest. *Journal of Applied Entomology* 128: 39-43.
- Badii M, Hernández-Ortiz E, Flores A, Landeros J (2004) Prey stage preference and functional response of *Euseius hibisci* to *Tetranychus urticae* (Acari: Phytoseiidae, Tetranychidae). *Experimental and Applied Acarology* 34:263-273.
- Blackman RT, Eastop VF (2000) *Aphids on the world's crop: an identification and information guide*. Wiley, New York.
- Cédola CV, Sánchez NE, Liljesthröm GG (2001) Effect of tomato leaf hairiness on functional and numerical response of *Neoseiulus Californicus* (Acari: Phytoseiidae). *Experimental and Applied Acarology* 25: 819-831 .
- Coll M, Guershon M (2002) Omnivory in terrestrial arthropods: mixing plant and prey diets. *Annual review of Entomology* 47:267-97.
- Coll M, Ridgway RL (1995) Functional and numerical responses of *Orius insidiosus* (Heteroptera: Anthocoridae) to its prey in different vegetable crops. *Annals of the Entomological Society of America* 88:732-738.
- Corrales CE, Castro AM, Ricci M, Dixon AFG (2007) *Sipha maydis*: distribution and host range of a new aphid pest of winter cereals in Argentina. *Journal of Economic Entomology* 100:1781-1788.
- De Clercq P, Mohaghegh J, Tirry L (2000) Effect of host plant on the functional response of the predator *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae). *Biological Control* 18:65-70.
- Economou LP, Lykouressis DP, Barbetaki AE (2006) Time allocation of activities of two heteropteran predators on the leaves of three tomato cultivars with variable glandular trichome density. *Environmental Entomology* 35:387-393.
- El-Basha NA, Salman MS, Osman MA (2012) Functional response of *Orius albidipennis* (Hemiptera: Anthocoridae) to the two-spotted spider Mite *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). *Journal of Entomology* 9:248-256.
- Erfan D, Ostovan H (2004) Species diversity of flower bugs (Family: Anthocoridae) in Shiraz region. *Journal of Agricultural Sciences* 11: 81-95 (In persian).
- FAO (2010) FAO statistical databases. Food and Agricultural Organization. Available at <http://www.faostat.fao.org>.
- Gitonga LM, Overholt WA, Löhr B, Magambo JK, Mueke JM (2002) Functional response of *Orius albidipennis* (Hemiptera: Anthocoridae) to *Megalurothrips sjostedti* (Thysanoptera: Thripidae). *Biological Control* 24:1-6.

نشان داد که سنک شکارگر *O. albidipennis* در هر دو مرحله‌ی زیستی (پوره و حشرات ماده) روی رقم فلات نسبت به سایر ارقام مورد مطالعه (پیش‌تاز و قدس) بیش‌ترین نرخ حمله به شکار را داشت.

احتمالاً تریکوم‌های بلندتر و نسبتاً متراکم موجود روی برگ ارقام قدس و پیش‌تاز با ممانعت از حرکت و جابه‌جایی سنک *O. albidipennis* (خصوصاً پوره‌های سن سوم) باعث کاهش کارایی این شکارگر روی ارقام مذکور می‌شود. در مقابل، رقم فلات با کم‌ترین انبوهی و کوتاه‌ترین طول تریکوم رقم مناسب‌تر برای فعالیت‌های شکارگری سنک *O. albidipennis* می‌باشد. اگرچه واکنش تابعی روشی نسبتاً مهم و سریع برای تعیین اثرات دفاع فیزیکی گیاه میزبان بر اثربخشی دشمن طبیعی است، به‌تنهایی نشان‌دهنده‌ی موفقیت یا شکست یک دشمن طبیعی در کنترل آفت نخواهد بود. سایر عوامل از جمله رجحان غذایی شکارگر، ترجیح تخم‌ریزی

- Handley R, Ekblom B, Agren J** (2005) Variation in trichome density and resistance against a specialist insect herbivore in natural populations of *Arabidopsis thaliana*. *Ecological Entomology* 30: 284-292.
- Heitmans WRB, Overmeer WPJ, van der Geest LPS** (1986) The role of *Orius vicinus* Ribaut (Heteroptera; Anthocoridae) as a predator of phytophagous and predacious mites in a Dutch orchard. *Journal of Applied Entomology* 102: 391-402.
- Holling CS** (1959a) The components of predation as revealed by study of small-mammal predation of the European pine sawfly. *The Canadian Entomologist* 91:239-320.
- Holling CS** (1959b) Some characteristics of simple types of predation and parasitism. *The Canadian Entomologist* 91:385-398.
- Holling CS** (1966) Functional response of invertebrate predators to prey density. *Memoirs of the Entomological Society of Canada* 48: 1-86.
- Hoxie RP, Wellso SG, Webster JA** (1975) Cereal leaf beetle response to wheat trichome length and density. *Environmental Entomology* 4:365-370.
- Hufran RA, Wilde GE, Sloderbeck PE** (1996) Description of three isozyme polytrophisms associated with insecticide resistance in green bug (Homoptera: Aphididae) populations. *Journal of Economic Entomology* 89:46-50.
- Jalalvand A, Karimy A, Ashouri A, Hosseini M, Golparvar AR** (2012) Effect of host plant morphological feature on functional response of *Orius albidipennis* (Hemiptera: Anthocoridae) to *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). *Research on Crop* 13: 378-384.
- Jervis MA, Kid N** (1996) Insect natural enemies, practical approaches to their study and evaluation. Chapman and Hull, London.
- Juliano SA** (2001) Nonlinear curve fitting: predation and functional response curves, *In*: Scheiner SM, Gurevitch J (eds.), *Design and Analysis of Ecological Experiments*. Oxford University Press, New York. pp.178-216.
- Kennedy TF, Connery J** (2005) Grain yield reductions in spring barley due to barley yellow dwarf virus and aphid feeding. *Irish Journal of Agricultural and Food Research* 44:111-128.
- Khan MMH, Kundu R, Alam MZ** (2000) Impact of trichome density on the infestation of *Aphis gossypii* Glover and incidence of virus disease in ashgourd. *International Journal of Pest Management* 46: 201-204.
- Kieckhefer RW, Kantack BH** (1988) Yield losses in winter grains caused by cereal aphids (Homoptera: Aphididae) in South Dakota. *Journal of Economic Entomology* 81:317-321.
- Koveos DS, Broufas GD** (2000) Functional response of *Euseius finlandicus* and *Amblyseius andersoni* to *Panonychus ulmi* on apple and peach leaves in the laboratory. *Experimental and Applied Acarology* 24:247-256.
- Krips OE, Kleijn PW, Willems PEL, Gols GJZ, Dicke M** (1999) Leaf hairs influence searching efficiency and predation rate of the predatory mite *Phytoseiulus persimilis* (Acari: Phytoseiidae). *Experimental and Applied Acarology* 23:119-131.
- Madadi H, Enkegaard A, Brodsgaard HF, Kharrazi-Pakdel A, Mohaghegh J, Ashouri A** (2007) Host plant effects on the functional response of *Neoseiulus cucumeris* to onion thrips larvae. *Journal of Applied Entomology* 131:728-733.
- Messina FJ, Hanks JB** (1998) Host plant alters the shape of the functional response of an aphid predator (Coleoptera: Coccinellidae). *Environmental entomology* 27:1196-1202.
- Messina FJ, Jones TA, Nielson DC** (1997) Host plant effects on the efficacy of two predators attacking Russian wheat aphid (Homoptera: Aphididae). *Entomology* 26:1398-1404.
- Moayeri HRS, Ashouri A, Brødsgaard HF, Enkegaard A** (2006) Odour-mediated preference and prey preference of *Macrolophus caliginosus* between spider mites and green peach aphids. *Journal of Applied Entomology* 130:504-508.
- Mohaghegh J, Clercq P, Tirry L** (2001) Functional response of the predators *Podisus maculiventris* (Say) and *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Het., Pentatomidae) to the beet armyworm, *Spodoptera exigua* (Hübner) (Lep., Noctuidae): effect of temperature. *Journal of applied entomology* 125:131-134.
- Pillemer EA, Tingey WM** (1976) Hooked trichomes: A physical plant barrier to a major agricultural pest. *Science* 193: 482-484.
- Price PW, Bouton CE, Gross P, McPherson BA, Thompson JN, Weis AE** (1980) Interaction among three trophic levels: Influence of plants on interaction between insect herbivores and natural enemies. *Annual review of ecology and systematics* 11:41-65.
- SAS Institute** (2000) SAS/STAT User's Guide, Version 8.2. SAS. Institute, Cary, NC, USA
- Shannag HK, Obeidat WM** (2008) Interaction between plant resistance and predation of *Aphis fabae* (Homoptera: Aphididae) by *Coccinella septempunctata* (Coleoptera: Coccinellidae). *Annals of Applied Biology* 152: 331-337.

- Shipp JL, Whitfield GH** (1991) Functional response of the predatory mite, *Amblyseius cucumeris* (Acari: Phytoseiidae), on western flower thrips, *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae). *Environmental entomology* 20:694-699.
- Shufran RA, Wilde GE, Sloderbeck PE** (1997) Response of three greenbug (Homoptera: Aphididae) strains to five organophosphorous and two carbamate insecticides. *Journal of Economic Entomology* 90: 283-286.
- Skirvin DJ, Fenlon JS** (2003) The effect of temperature on the functional response of *Phytoseiulus persimilis* (Acari: Phytoseiidae). *Experimental and Applied Acarology* 31: 37-49.
- Skirvin DJ, Fenlon JS** (2001) Plant species modifies the functional response of *Phytoseiulus persimilis* (Acari: Phytoseiidae) to *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae): implications for biological control. *Bulletin of Entomological Research* 91:61-67.
- Svensden MS, Enkegaard A, Brødsgaard H** (1999) Influence of humidity on the functional response of larvae of the gall midge (*Feltiella acarisuga*) feeding on spider mite eggs. *OILB/SROP Bulletin* 22:243-246.
- Tully T, Cassey P, Ferriere R** (2005) Functional response: Rigorous estimation and sensitivity to genetic variation in prey. *Oikos* 111:479-487.
- Tumlinson JH, Turlings TCJ, Lewis WJ** (1992) The semiochemical complexes that mediate insect parasitoid foraging. *Agricultural Zoology Reviews* 5: 221-252.
- Vet LEM, Dicke M** (1992) Ecology of infochemical use by natural enemies in a tritrophic context. *Annual Review of Entomology* 37: 141-172.
- Waage J** (1990) Ecological theory and the selection of biological control agents, In: p. 135-154. In: Mackauer M, Ehler LE, Roland J, (eds.), *Issues in Biological Control*. Intercept press, Andorer. pp. 135-154.
- Webster JA, Inayatullah C, Hamissou M, Mirkes KA** (1994) Leaf pubescence effects in wheat on yellow sugarcane aphids and greenbugs (Homoptera, Aphididae). *Journal of Economic Entomology* 87:231-240.
- Wilde GE, Shufran RA, Kindler SD, Brooks HL, Sloderbeck PE** (2001) Distribution and abundance of insecticide resistant greenbugs (Homoptera :Aphididae) and validation of a bioassay to assess resistance. *Journal of Economic Entomology* 94: 547-551.
- Zamani AA, Vafaei S, Vafaei R, Goldasteh S, Kheradmand K** (2009) Effect of host plant on the functional response of *Orius albidipennis* (Hemiptera: Anthocoridae) to *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). *IOBC/WPRS Bulletin* 50: 125-129.

Effect of Leaf Surface Characteristics of Wheat Cultivars on Functional Response of *Orius albidipennis* (Reuter) to Barely Aphid *Sipha maydis* (Passerini)

GHOLAMI MOGHADDAM, S.¹, HOSSEINI, M.², MODARRES AWAL, M.³ and ALLAHYARI, H.⁴

1, 2, 3 and 4 respectively M.Sc. Student, Assistant Professor, Professor of Plant Protection Department, Ferdowsi University of Mashhad, and Associate Professor of Plant Protection Department, University of Tehran

ABSTRACT

The functional response is an important characteristic of predator-prey interactions that determinate which predator species or stage classes of predator is the most effective for pest control. Host plant morphological characteristics are the effective factors on predator's functional response. The objective of this study was to determine whether differences in trichome density of wheat cultivars (Falat, Ghuds and Pishtaz) affect the functional response of *Orius albidipennis* to *sipha maydis*. Functional response of third nymphal stage and adult female of predatory bug to different densities (4, 6, 8, 12, 24 and 32) of barley aphid was evaluated under laboratory condition ($24 \pm 1^\circ\text{C}$, 60 ± 10 RH and 16: 8 (L: D) photoperiod). Time of each experiment was 24 hours and all experiments were carried out in 10-14 replications. Based on logistic regression, functional response type II was determined for two life stages of predatory bug on tested wheat cultivars. Searching efficiency (a) and handling time (T_h) for third nymphal stage on Falat, Pishtaz and Ghuds cultivars were estimated 0.019, 0.021, 0.036 h^{-1} and 1.17, 2.5, 5.09 h, respectively. In addition, searching efficiency and handling time for female adult were obtained 0.020, 0.018, 0.022 h^{-1} and 1.35, 1.41, 2.25 h on Falat, Pishtaz and Ghuds cultivars, respectively. Use of an equation with indicator variable revealed that there are significant differences among handling times of third nymphal stage of *O. albidipennis* on tested wheat cultivars.

Keywords: Foraging, Leaf trichome, *Sipha maydis*, Functional response, *Orius Albidipennis*