

تأثیر دو رقم مقاوم و حساس گندم بر زیست‌شناسی و نرخ شکارگری کفشدوزک *Hippodamia variegata* در تغذیه از شته روسی گندم

لیلا زنگنه^۱، حسین مددی^{۲*}، حسین اللهیاری^۳ و مجید کزازی^۲
۱. دانشجوی سابق کارشناسی ارشد حشره‌شناسی کشاورزی، گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه
بوعلی سینا، همدان
۲. استادیار، گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان
۳. دانشیار، گروه گیاه‌پزشکی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج
(تاریخ دریافت: ۹۲/۸/۱ - تاریخ تصویب: ۹۳/۶/۲۵)

چکیده

در پژوهش حاضر، تأثیر دو رقم حساس و مقاوم گندم بر تعدادی از ویژگی‌های دموگرافیک و نرخ شکارگری تمام مراحل لاروی و حشرات کامل نر و ماده کفشدوزک *Hippodamia variegata* Goeze با تغذیه از شته روسی پرورش‌یافته روی هر دو رقم بررسی شد. تجزیه داده‌های دموگرافی با استفاده از روش جدول زندگی دوجنسی سن - مرحله و داده‌های نرخ شکارگری با استفاده از برنامه نرخ مصرف تجزیه و تحلیل شد. نتایج نشان داد طول دوره پیش از بلوغ و کل دوره پیش از تخم‌گذاری کفشدوزک‌هایی که از شته‌های پرورش‌یافته روی رقم امید تغذیه کرده بودند به ترتیب $14/99 \pm 0/04$ و $16/96 \pm 0/09$ روز بود که در مقایسه با تغذیه از شته‌های رقم سرداری به صورت معناداری کوتاه‌تر بود. طول دوره از تخم تا مرگ $(54/09 \pm 3/2)$ روز، طول عمر حشره کامل $(48/67 \pm 2/8)$ روز و دوره تخم‌گذاری کفشدوزک‌ها $(24/24 \pm 1/42)$ روز به صورت معناداری با تغذیه از شته‌های رقم امید بیشتر بود. همچنین، متوسط نرخ شکارگری در طول دوره سنین لاروی اول، دوم، سوم، چهارم و حشرات کامل ماده و نر در رقم امید به ترتیب $30/37 \pm 1/77$ ، $50/51 \pm 2/57$ ، $83/39 \pm 4/39$ ، $259/52 \pm 6/03$ ، $4965/47 \pm 241/35$ و $8516/62 \pm 406/67$ شته روسی و در رقم سرداری به ترتیب $28/1 \pm 1/16$ ، $39/37 \pm 2/53$ ، $86 \pm 4/12$ ، $210 \pm 6/66$ ، $4750 \pm 376/11$ و $6971/04 \pm 438/29$ به دست آمد.

واژه‌های کلیدی: جدول زندگی، شته روسی گندم، مقاومت گیاه میزبان، نرخ شکارگری،

Hippodamia variegata

مقدمه

دشمنان طبیعی و حشره‌کش‌های شیمیایی می‌انجامد (Najafi Mirak et al., 2004a; Kazemi et al., 2006). همچنین این آفت، با تزریق آنزیم‌های بزاقی سبب تخریب کلروفیل و سفید، زرد یا ارغوانی شدن برگ‌ها می‌شود (Fouche et al., 1984; Pike et al., 1991). مقاومت ارقام گندم نسبت به شته روسی اولین بار توسط Du Toit (1987) بررسی و گزارش شده است. حشرات آفت بر اثر تغذیه از گیاهان مقاوم، ضعیف‌تر شده و تحت

شته روسی گندم (*Diuraphis noxia* (Mordvilko) از مهم‌ترین عوامل کاهش کمی و کیفی محصول گندم است (Kamangar & Malkeshi, 2011). این شته در سراسر ایران به غیر از حاشیه شمالی و منطقه مغان پراکنش دارد (Nourbakhsh et al., 2009) و تغذیه آن موجب پیچیدگی و لوله‌ای شدن برگ‌های گندم می‌شود که به حفظ شته در برابر شرایط نامساعد محیطی،

عنکبوت (*Lycosa* (Boesenberg & Strand) *pseudoannulata* سن شکارگر *Cytorhinus lividipennis* و کفشدوزک *Harmonia oetomaculata* (Fabricius) از زنجرک (*Sogatella furcifera* (Horvath) در مزرعه و در حضور گیاه مقاوم تا ۳۵ درصد افزایش یافت (Drechsler & Settele, 2001). تحقیقات نشان می‌دهند استفاده از دشمنان طبیعی و ارقام مقاوم می‌تواند مکمل و حتی تشدیدکننده تأثیرات یکدیگر در کنترل آفات باشند. کفشدوزک *H. variegata* یکی از مهم‌ترین دشمنان طبیعی شته روسی گندم در ایران محسوب می‌شود و از نقاط بسیاری گزارش شده است (Rajabi, 1989; Zareh et al., 1995). از سوی دیگر، با در نظر گرفتن گزارش مقاومت ارقام مختلف گندم در برابر شته روسی (Nourbakhsh et al., 2009)، تعیین آثار مقاومت گیاه میزبان بر زیست‌شناسی و نرخ شکارگری کفشدوزک *H. variegata* می‌تواند در مدیریت کنترل شته روسی افق‌های جدیدی باز کند. بررسی مقدماتی جدول زندگی شته روسی روی دو رقم گندم نشان داد نرخ ذاتی افزایش شته روسی گندم روی دو رقم امید و سرداری متفاوت بوده و به ترتیب برابر با 0.051 ± 0.013 بر روز و 0.159 ± 0.007 بر روز است (Zangene, 2013) که تأییدکننده مقاومت نسبی در رقم امید در برابر شته روسی گندم است. در گام بعدی این پرسش مطرح شد که آیا این آثار ناشی از رقم گیاهی بر شته، بر موجود زنده‌ای در سطح تغذیه‌ای بالاتر هم تأثیرگذار است؟ از این رو، هدف از تحقیق حاضر، تعیین تأثیر دو رقم حساس و مقاوم گندم بر برخی ویژگی‌های زیستی کفشدوزک *H. variegata* شکارگر شته روسی گندم است.

مواد و روش‌ها

تشکیل کلنی شته روسی گندم و کفشدوزک

H. variegata

به منظور پرورش شته روسی گندم، دو رقم گندم مقاوم امید (Najafi Mirak et al., 2004b; Veisi et al., 2012) و حساس سرداری (Kazemi et al., 2006) نسبت به شته روسی گندم که از ارقام متداول مزارع استان همدان بودند، انتخاب و کاشته شدند. بذور گندم،

تأثیر عوامل نامساعد محیطی سریع‌تر و با مقادیر کمتری از مصرف حشره‌کش‌ها کنترل می‌شوند. گیاهان مقاوم، علاوه بر تأثیر بر زیست‌شناسی آفت، بر افزایش یا کاهش کارایی دشمنان طبیعی نیز اثر می‌گذارند و با کاهش توانایی جسمی آفت، سبب افزایش کارایی میزبان‌یابی شکارگران و پارازیتوئیدها و تأثیر بیمارگران می‌شوند (Nouri Ganbalani et al., 1995). استفاده از ارقام مقاوم، از بهترین راه‌های کنترل آفات است و امکان تلفیق ارقام مقاوم با کنترل بیولوژیک در موارد متعددی بررسی شده است (Frank et al., 2001; Jafari & Vafaei Shoushtari, 2008).

یکی از پارامترهای تعیین‌کننده اهمیت یک شکارگر در کنترل آفات، نرخ شکارگری است که نشان‌دهنده ظرفیت شکارگری یک گونه در شرایط خاص با تغذیه از شکار مشخص است (Farhadi, 2008). نرخ شکارگری می‌تواند تحت تأثیر نوع طعمه یا ویژگی‌های میزبان قرار گیرد. برای مثال، پیچیدگی برگ در گیاهان حساس، مانع تغذیه کفشدوزک‌های *Scymnus frontalis* (Fabricius) از شته روسی گندم می‌شود، درحالی که در گیاهان مقاوم، کارایی این کفشدوزک بیشتر است (Farid et al., 1997). همچنین عدم پیچیدگی برگ‌ها در گندم مقاوم به شته روسی، موجب افزایش نرخ شکارگری لارو بالتوری می‌شود (Messina et al., 2000). نرخ شکارگری لارو بالتوری *Chrysoperla plorabunda* (Fitch, 1855) در لاین‌های مقاوم و حساس گندم نسبت به شته روسی بررسی شد (Frank et al., 2001). همچنین اشاره شده است که تراکم دشمنان طبیعی از جمله کفشدوزک‌های *Hippodamia convergens* Méneville, 1842 و *Coccinella septempunctata* (Linnaeus, 1758) در لاین مقاوم به شته روسی نسبت به لاین حساس تفاوتی نشان نمی‌دهد (Nilisa et al., 2002). به علاوه، انبوهی جمعیت شته *Sitobion avenae* (Fabricius, 1775) و زنبور پارازیتوئید آن، *Aphidius* sp. در ارقام مقاوم و حساس گندم برآورد شد که نتایج، نشان‌دهنده اختلاف معنادار درصد پارازیتیسیم شته‌ها روی رقم مقاوم نسبت به رقم حساس بود (Qing Nian et al., 2009). در پژوهش دیگری میزان شکارگری شکارگرانی مانند

گرفت. پس از تبدیل شفیره‌ها به حشرات کامل، جنسیت کفشدوزک‌ها از روی آخرین بند شکمی تعیین و ثبت شد. سپس به صورت تصادفی درون هر ظرف پتری تهویه‌دار، یک جفت کفشدوزک ماده و نر به همراه تکه‌ای کاغذ چین‌خورده به‌عنوان بستر تخم‌ریزی و ۴۰۰ پوره سن دو شته روسی برای تغذیه قرار داده شد. تعداد شته‌های خورده‌شده در هر روز برای هر یک از واحدهای آزمایشی، به صورت جداگانه و تا زمان مرگ کلیه کفشدوزک‌ها شمارش و ثبت شد. در صورت مرگ کفشدوزک نر یا ماده در هر تکرار، جدول زندگی آن تکرار با کفشدوزک ماده یا نر باقی‌مانده و بدون جایگزین کردن با کفشدوزک دیگر ادامه داده شد. البته در صورت مرگ نر در ابتدای آزمایش و به صورت غیرطبیعی، برای تأمین جفتگیری و به‌عنوان منبع اسپرم، حشرات نر جایگزین شدند. با توجه به اینکه تفکیک نرخ شکارگری حشرات نر و ماده جفت‌شده در هر ظرف پتری میسر نبود، میانگین نرخ شکارگری ۲۵ کفشدوزک نر به‌محض خروج از تخم به مدت ۱۵ روز و به صورت جداگانه محاسبه و برای دقت بیشتر از مجموع نرخ شکارگری هر جفت شکارگر نر و ماده کسر شد تا نرخ شکارگری ماده-ها به صورت دقیق به دست آید. داده‌های جدول زندگی با استفاده از روش جدول زندگی دوجنسی سن - مرحله و داده‌های نرخ شکارگری با استفاده از روش تجزیه نرخ مصرف دوجنسی آنالیز شد (Chi, 1988; Chi & Yang, 2003). همچنین مقادیر نرخ شکارگری ویژه سنی (K_x) برابر با میانگین تعداد طعمه مصرف‌شده توسط یک شکارگر در سن x ، نرخ خالص شکارگری (C_0) برابر با تعداد طعمه مصرف‌شده توسط یک شکارگر در کل دوره زندگی و نرخ تبدیل شکار خورده‌شده به نتاج تولیدشده شکارگر (Q_p) در وضعیت آزمایشگاهی و با استفاده از روش نرخ مصرف دوجنسی محاسبه شد (Chi & Yang, 2003; Farhadi et al., 2011).

(۱)

$$k_x = \frac{\sum_{j=1}^{\beta} s_{xj} c_{xj}}{\sum_{j=1}^{\beta} s_{xj}}$$

1. The transformation rate from prey population to predator offspring

درون گلدان‌های حاوی مخلوط خاک و کود دامی پوسیده و خاک پیت استریل به نسبت ۳ به ۱ کاشته و در گلخانه گروه گیاه‌پزشکی دانشگاه بوعلی سینا در وضعیت دمایی 25 ± 5 درجه سلسیوس و رطوبت نسبی 55 ± 10 درصد نگهداری شدند. برای ایجاد کلنی، شته روسی از مزارع گندم شهرستان‌های همدان، ملایر و اسدآباد جمع‌آوری و به گلدان‌های حاوی گیاهچه‌های گندم با ارتفاع ۱۰ سانتی‌متر منتقل شد. همچنین حشرات کامل کفشدوزک *H. variegata* با تورزنی از مزارع یونجه امزاجرد و دستجرد همدان جمع‌آوری و به آزمایشگاه درون ظروف پتری تهویه‌دار با قطر ۹ سانتی-متر منتقل شد و روزانه تعدادی شته روسی مازاد بر نیاز غذایی در اختیار آنها گذاشته شد. ظروف یادشده درون ژرمیناتور در دمای 25 ± 1 درجه سلسیوس، رطوبت نسبی 60 ± 10 درصد و دوره نوری ۸:۱۶ ساعت (روشنایی: تاریکی) قرار داده شدند.

بررسی برخی ویژگی‌های زیستی و نرخ شکارگری کفشدوزک *H. variegata* با تغذیه از شته‌های پرورش‌یافته روی ارقام مقاوم و حساس

جدول زندگی باروری نسل سوم آزمایشگاهی کفشدوزک *H. variegata* با تغذیه از شته روسی گندم پرورش‌یافته روی ارقام امید و سرداری - به‌عنوان ارقام رایج در استان همدان - تشکیل و نرخ شکارگری مراحل لاروی و بالغ کفشدوزک مذکور تعیین شد. کلیه مراحل آزمایش در وضعیت یادشده برای شته روسی انجام گرفت. ۱۲۰ تخم کفشدوزک‌های تغذیه‌شده با شته روسی گندم روی هر یک از ارقام امید و سرداری طی یک دوره زمانی چهارساعته جمع‌آوری و به‌عنوان گروه هم‌سن (Cohort) استفاده شد. هر یک از تخم‌ها، جداگانه داخل یک ظرف پتری پلاستیکی تهویه‌دار به قطر ۳ سانتی‌متر به‌همراه یک گلوله پنبه مرطوب برای تأمین رطوبت قرار داده شد. سپس، ظروف پتری حاوی تخم روزانه بررسی و پس از تفریح تخم‌ها، تغذیه هر دو گروه لارو سن یک کفشدوزک‌ها تا زمان شفیرگی با استفاده از پوره‌های سن دو شته روسی پرورش‌یافته روی ارقام مذکور به صورت مجزا و به تعداد ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ شته در طول دوره سنین لاروی یک، دو، سه و چهار انجام

مختلف زیستی کفشدوزک *H. variegata* با تغذیه از شته‌های دو رقم امید و سرداری (جدول ۱) نشان‌دهنده وجود اختلاف معنادار در سطح احتمال ۵ درصد برای دوره نمو لارو سن سوم کفشدوزک بود (Mann-Whitney Rank Sum Test U Statistic= 2454.0, P-value = <0.001). مقایسه میانگین متوسط طول عمر حشرات کامل (نر و ماده) از زمان خروج از پوسته شفیرگی تا مرگ، طول دوره پیش از بلوغ حشره کامل و طول عمر کل حشرات در ارقام امید و سرداری نیز به ترتیب (Mann-Whitney Rank Sum Test, U Statistic= 2883.0, P-value = 0.034) و (Mann-Whitney Rank Sum Test U Statistic= 939.5, P-value <0.001) و (Mann-Whitney Rank Sum Test U Statistic= 4579.5, P-value = 0.002) دارای اختلاف معنادار بود. تغذیه کفشدوزک از رقم امید سبب کاهش طول دوره لاروی و افزایش طول دوره بلوغ شد، اما بر دوره نمو تخم اثری نداشت.

$$C_0 = \sum_{x=0}^{\infty} k_x l_x \quad (2)$$

$$Q_p = \frac{C_0}{R_0} \quad (3)$$

مقایسه میانگین‌ها با استفاده از نرم‌افزار سیگماپلات ۱۱ و آزمون آماری غیرپارامتری من-ویننی در صورت نرمال نبودن داده‌ها انجام گرفت. مقایسه میانگین طول دوره نمو مراحل مختلف زیستی کفشدوزک *H. variegata* روی هر دو رقم گندم نیز با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۹ و به کمک t-test در سطح احتمال ۵ درصد انجام گرفت. خطای استاندارد پارامترهای بررسی شده با روش بوت استرپ محاسبه شد.

نتایج و بحث

ویژگی‌های زیستی کفشدوزک *H. variegata*

پس از اثبات وجود مقاومت در رقم امید در برابر شته روسی، نتایج مربوط به میانگین طول دوره نمو مراحل

جدول ۱. میانگین (خطای معیاری ±) طول دوره نمو مراحل مختلف کفشدوزک *H. variegata* با تغذیه از شته پرورش یافته روی ارقام گندم امید و سرداری در وضعیت آزمایشگاهی

رقم	تخم	لارو سن یک	لارو سن دو	لارو سن سه	لارو سن چهار	شفیره	طول عمر حشره کامل	پیش از بلوغ حشره کامل	طول عمر کل
امید	۳	۲/۴۷ ± ۰/۰۶ ^a	۱/۴۷ ± ۰/۰۵ ^a	۱/۵۳ ± ۰/۰۶ ^a	۳/۲۶ ± ۰/۰۶ ^a	۳/۲۶ ± ۰/۰۵ ^b	۴۸/۶۷ ± ۲/۸ ^b	۱۴/۹۹ ± ۰/۰۴ ^a	۵۴/۰۹ ± ۳/۲ ^b
سرداری	۳	۲/۵ ± ۰/۰۶ ^a	۱/۶۲ ± ۰/۰۶ ^a	۱/۸۵ ± ۰/۰۴ ^b	۳/۴۱ ± ۰/۰۷ ^a	۳/۳۹ ± ۰/۰۵ ^a	۴۰/۹۷ ± ۲/۹ ^a	۱۵/۸ ± ۰/۰۵ ^b	۴۰/۵۶ ± ۳/۱ ^a

حروف متفاوت در هر ستون بیانگر وجود اختلاف معنادار در سطح ۵ درصد است.

بود که ممکن است به دلیل صرف انرژی توسط کفشدوزک‌های ماده برای تولیدمثل و تخم‌گذاری باشد. همچنین متوسط طول عمر حشرات ماده، نر و طول عمر کل حشره بالغ بیشتر و طول دوره پیش از بلوغ کفشدوزک‌ها در رقم امید کمتر بود که نشان‌دهنده تأثیر مثبت رقم مقاوم بر طول مراحل زیستی کفشدوزک *H. variegata* است. بنابر نتایج پژوهش حاضر، بیشترین طول عمر حشرات نر و ماده کفشدوزک تغذیه شده با شته‌های رقم امید به ترتیب ۱۳۹ روز و ۵۵ روز و با تغذیه از شته‌های رقم سرداری به ترتیب ۱۰۸ و ۷۰ روز برآورد شد. همچنین مراحل نارس کفشدوزک در رقم مقاوم امید نسبت به سرداری، طول عمر بیشتری داشتند (جدول ۲). Bigdelou (2012) طول عمر کفشدوزک-

مقایسه میانگین طول عمر کفشدوزک‌های ماده (جدول ۲) نشان‌دهنده نبود اختلاف معنادار در دو رقم امید و سرداری بود (Mann-Whitney test, U Statistic= 685.0, P-value = 0.059). برعکس، در سطح احتمال ۵ درصد بین طول عمر کفشدوزک‌های نر با تغذیه از شته‌های هر دو رقم گندم، اختلاف معنادار بود (t-test, df= 82, t=-2.278, P-value = 0.025). به علاوه، مقایسه میانگین طول عمر کفشدوزک‌های کامل نر و ماده در هر یک از ارقام مذکور، دارای اختلاف معنادار بود (U Statistic = 127.0, P-value = <0.001) و (U Statistic= 234.000, P-value = <0.001). براساس نتایج در هر دو رقم، طول عمر کفشدوزک‌های ماده تا حد چشمگیری (حدود ۴۰-۳۰ روز) کمتر از نرها

مقاومت رقم گندم امید، نه‌تنها روی طول مراحل مختلف زیستی کفشدوزک اثر نامطلوبی ندارد، بلکه عمر کفشدوزک‌های بالغ با تغذیه از شته‌های پرورده روی این رقم به‌طور چشمگیری افزایش می‌یابد.

جدول ۲. میانگین (خطای معیار ±) طول عمر حشرات کامل نر و ماده و لاروهای نارس کفشدوزک *H. variegata* با تغذیه از شته‌های ارقام امید و سرداری در وضعیت آزمایشگاهی

مرحله زندگی	رقم امید	رقم سرداری
ماده	۴۳/۰۷±۱/۶۱ ^a	۴۰/۷۳±۲/۱۷ ^a
نر	۸۴/۲۴±۳/۳۱ ^a	۷۳/۲۳±۴/۰ ^b
مراحل نارس	۳/۴۷±۰/۷۶ ^a	۲/۸۸±۰/۴۸ ^b

حروف متفاوت در هر ردیف بیانگر وجود اختلاف معنادار در سطح ۵ درصد است.

متوسط دوره پیش از تخم‌گذاری کفشدوزک ماده (APOP) و کل دوره پیش از تخم‌گذاری (TPOP) کفشدوزک‌ها با تغذیه از شته‌های رقم سرداری به‌صورت معناداری بیشتر از مقادیر متناظر روی رقم امید بود (جدول ۳) به ترتیب (U Statistic = 552.0, P-) و (U Statistic= 188.50, P-) و (value<0.001).

جدول ۳. میانگین (خطای معیار ±) دوره پیش از تخم‌گذاری حشره کامل ماده (APOP) و کل دوره پیش از تخم‌گذاری (TPOP) کفشدوزک *H. variegata* با تغذیه از شته‌های ارقام امید و سرداری

رقم	APOP	TPOP
امید	۲/۰۹±۰/۰۸ ^a	۱۶/۹۶±۰/۰۹ ^a
سرداری	۲/۶۲±۰/۱۳ ^b	۱۸/۴۳±۰/۱۶ ^b

حروف متفاوت در هر ستون بیانگر وجود اختلاف معنادار در سطح ۵ درصد است.

کوتاه‌تر بودن دوره APOP و TPOP با تغذیه از شته‌های رقم امید می‌تواند بر تولید مثل و افزایش جمعیت شکارگر و در نتیجه کنترل شته روسی گندم اثر مستقیم و افزایش‌دهنده داشته باشد. نوع رقم مورد تغذیه شته روسی بر طول دوره تخم‌گذاری و زادآوری کل *H. variegata* تأثیر معنادار داشت (به ترتیب U Statistic= 646.0, P-value =0.026 (t-test, df= 1998) و t=113.73, P-value<0.001 این دو شاخص در

های ماده و نر را با تغذیه از شته جالیز به ترتیب ۶۱/۱۲±۳/۲۴ و ۸۹/۸±۲/۵۳ روز برآورد کرد که با توجه به تفاوت در نوع طعمه با بررسی حاضر اختلاف زیادی داشت، اما در هر دو بررسی، طول عمر کفشدوزک نر بیشتر برآورد شد. در پژوهش‌های دیگر، نتایج متفاوتی در مورد تأثیر نوع طعمه بر زیست‌شناسی کفشدوزک گزارش شده است. برای مثال، میانگین طول عمر حشرات کامل نر و ماده در دمای ۲۵ درجه سلسیوس به ترتیب ۵۰ و ۵۵ روز به دست آمد (Jafari & Vafaei Shoushtari, 2008). طول دوره رشدی مراحل تخم، لارو سن یک، دو، سه، چهار و سفیره *H. variegata* با تغذیه از شته سیاه باقلا *Aphis fabae* Scopoli به ترتیب ۳/۳±۰/۰۲، ۲/۰۹±۰/۰۶، ۱/۸۷±۰/۰۴، ۲/۰۷±۰/۰۴، ۲/۹±۰/۰۶ و ۴/۴±۰/۰۸ و طول دوره پیش از بلوغ ۱۶/۳۳±۰/۰۷ روز به دست آمد. همچنین متوسط دوره پیش از تخم‌ریزی حشرات ۳/۴±۰/۱۶ روز و متوسط طول عمر حشره بالغ نر و ماده، به ترتیب ۶۲/۴±۵/۷ و ۴۴/۹±۳/۱ روز محاسبه شد (Farhadi et al., 2011). همانند نتایج به دست آمده، طول عمر حشرات نر با تغذیه از شته سیاه باقلا نیز در حد شایان توجهی بیشتر از طول عمر ماده‌ها بود.

طول دوره پیش از بلوغ کفشدوزک *H. variegata* نیز با تغذیه از شته مومی کلم و تخم بید آرد به ترتیب ۱۳/۲۹ و ۱۴/۷۲ روز و دوره لاروی سنین یک تا چهار از ۷/۷۶ روز روی شته مومی کلم تا ۱۰/۲۳ روز روی تخم بید آرد متغیر بود (Asghari et al., 2012). طول دوره نمو تخم، لارو سنین یک، دو، سه، چهار و سفیره *H. variegata* با تغذیه از شته سیاه باقلا به ترتیب ۲/۹۹±۰/۰۱۹، ۱/۹۱±۰/۰۴۶، ۱/۸±۰/۰۳۶، ۱/۹±۰/۰۳۷ و ۲/۷۲±۰/۰۴۸ و ۳/۴۷±۰/۰۴۸ روز بود. طول سن چهارم لاروی از سایر سنین بیشتر بود و نتایج به دست آمده هماهنگ با آن است. همچنین طول دوره تخم‌گذاری کفشدوزک‌های ماده ۴۰/۸۷ روز معادل ۸۸/۳ درصد از دوره زندگی برآورد شد (Farhadi et al., 2012). در مجموع، نتایج بررسی رژیم‌های غذایی متفاوت نشان داد که طول دوره مراحل مختلف زیستی کفشدوزک *H. variegata* تحت تأثیر رژیم‌های غذایی متفاوت است. نتایج پژوهش حاضر نیز آشکار کرد که

است که بیشترین تعداد تولید تخم مربوط به اواسط دوره تخم‌گذاری (روز ۳۹) با تغذیه از شته‌نخود برابر با ۱۳/۰۷ و روز ۳۰ با تغذیه از شته‌جالیز برابر با ۷/۰۵ تخم بود. با افزایش سن حشرات ماده، این روند به تدریج کاهش یافت و به ترتیب در روزهای ۸۰ و ۵۴ به صفر رسید (Mohajeri parizi et al., 2011). تعداد تخم، طول دوره تخم‌ریزی و دوره پیش از تولیدمثل *H. variegata* با تغذیه از شته‌جالیز به ترتیب ۵۹۹/۴۱±۵۴/۸۲ تخم، ۱۷/۰۴±۰/۲۳ روز و ۳/۷۴±۰/۱۵ روز به دست آمد (Bigdelou, 2012).

نرخ شکارگری کفشدوزک *H. variegata*

نرخ شکارگری روزانه تمام مراحل فعال کفشدوزک با تغذیه از شته روسی پرورش یافته روی ارقام امید و سرداری به شرح زیر تعیین شد (جدول ۴).

رقم امید به ترتیب ۲۴/۲۴±۱/۴۲ روز و ۹۴۴/۸±۶۳/۵۱ تخم و در رقم سرداری به ترتیب ۱۹/۷۷±۱/۸۵ روز و ۶۲۷/۲۴±۶۱/۳۴ تخم بود. بیشترین نتاج در اواسط دوره تخم‌ریزی توسط کفشدوزک ماده تولید شد و به تدریج کاهش یافت تا به صفر رسید. در سایر تحقیقات، میانگین دوره پیش از تخم‌ریزی و طول دوره تخم‌گذاری همین کفشدوزک با تغذیه از شته سیاه باقلا به ترتیب ۶/۲±۰/۱۳ و ۴۳±۰/۲۱ روز تعیین شد (Jafari, 2011) که از نتایج پژوهش حاضر بیشتر بود. به علاوه، گزارش شده است که حداقل نرخ تخم‌گذاری روزانه هر کفشدوزک ماده با تغذیه از طعمه شته سیاه باقلا صفر و حداکثر ۱۰۳ تخم، طول دوره تخم‌گذاری حداقل ۳۰ و حداکثر ۴۸ روز و میانگین تعداد تخم طی دوره باروری هر کفشدوزک ۹۴۳/۹±۵۳/۵۳ است (Jafari & Vafaei, 2008) که مشابه مقادیر به دست آمده برای تغذیه از شته روسی روی رقم امید است. اشاره شده

جدول ۴. میانگین (خطای معیار±) نرخ شکارگری سنین لاروی و کفشدوزک‌های نر و ماده با تغذیه از شته‌های ارقام امید و سرداری

رقم امید سرداری	لارو سن یک	لارو سن دو	لارو سن سه	لارو سن چهار	ماده بالغ	نر بالغ	شکارگری کل
۲۸/۱±۱/۱۶	۳۰/۳۷±۱/۷۷	۵۰/۵۱±۲/۵۷ ^a	۸۲/۳۹±۴/۳۹	۲۵۹/۵۲±۶/۰۳ ^a	۴۵۳۲/۸۹±۲۴۱/۰۵	۸۱۰/۱۶۲±۴۰۶/۳ ^a	۵۶۷۲/۹۶±۳۴۷/۹ ^a
۲۸/۱±۱/۱۶	۳۹/۳۷±۲/۵۳ ^b	۸۶±۴/۱۲	۲۱۰±۶/۶۶ ^b	۴۷۵۰±۳۷۶/۱۱	۶۹۷۱/۰۴±۴۳۸/۳ ^b	۴۱۱۸/۲۱±۳۳۳/۶ ^b	

حروف متفاوت در هر ستون بیانگر وجود اختلاف معنادار در سطح ۵ درصد است.

و نرها در رقم امید ۶۳۱۷/۲۶±۳۰۱/۵۸ و در رقم سرداری ۵۴۹۸/۰۱±۳۱۳/۳۶ به دست آمد که اختلاف معناداری نداشتند (U Statistic= 3015.00, P-value=0.068). دلیل اختلاف این دو مقدار روی هر یک از ارقام نیز می‌تواند این باشد که تعدادی از افراد شکارگر پیش از تبدیل شدن به حشره کامل از بین می‌روند. متوسط نرخ شکارگری نرها به صورت معناداری در هر دو رقم بیشتر از کفشدوزک‌های ماده بود (به ترتیب U Statistic= 1954.00, P-value<0.001 و t-test, df=78, t=3.895, P-value<0.001). به عبارت دیگر شکارگری این کفشدوزک وابسته به جنسیت است.

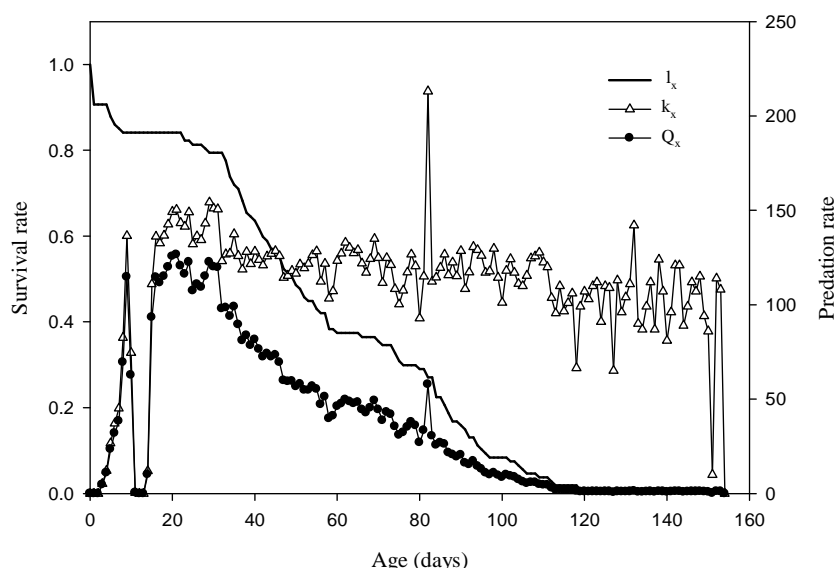
میزان شکارگری کل مراحل پیش از بلوغ در رقم امید و سرداری به ترتیب ۴۲۳/۷۹±۳/۴۱ و ۳۶۲/۶۹±۳/۹۴ شده برآورد شد که اختلاف معناداری نداشتند (t-test, df=168, t=11.787, P-value<0.001). به طور کلی میزان شکارگری لارو سن یک در هر دو رقم امید و سرداری کمترین مقدار را داشت و

میزان شکارگری لاروهای سنین اول و سوم در دو رقم امید و سرداری فاقد اختلاف معنادار (به ترتیب U Statistic= 4166.00, P-value=0.252 و U Statistic= 3583.00, P-value=0.849) بود، در حالی که نرخ شکارگری لاروهای سنین دوم و چهارم در هر دو رقم اختلاف معناداری داشت (به ترتیب U Statistic= 1954.00, P-value<0.001 و U Statistic= 2426.00, P-value<0.001). شکارگری ماده‌های بالغ در دو رقم امید و سرداری فاقد اختلاف معنادار بود (U Statistic= 772.00, P-value= 0.262)، اما نرخ مصرف نرهای بالغ و شکارگری کل مجموع افراد نر و ماده روی دو رقم امید و سرداری اختلاف معناداری داشت (به ترتیب t-test, t-value = 2.479, df = 83, P-value = 0.015 و U Statistic= 4581.500, P-value=0.001). نرخ ارائه شده در جدول ۴ برای شکارگری کل مربوط به مجموع نرخ مصرف تمام مراحل زندگی از هنگام تفریح تخم تا مرگ است، در حالی که در مرحله بلوغ نرخ مصرف کل ماده‌ها

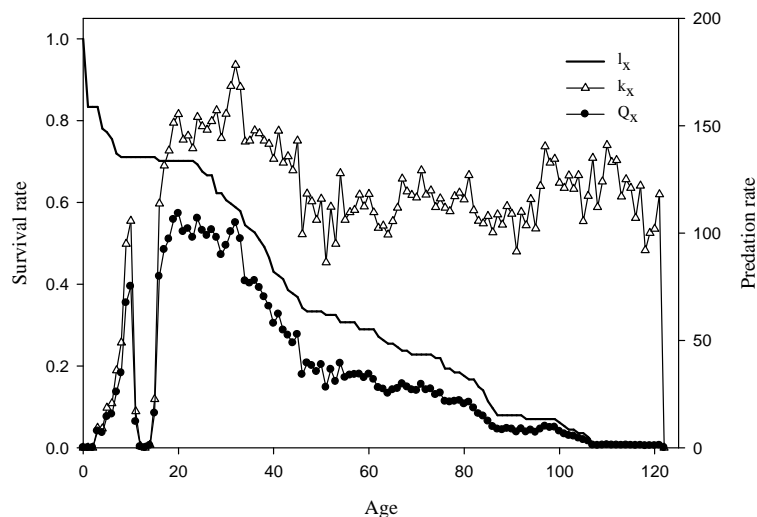
H. variegata از شته روسی گندم در مقایسه با شته سیاه باقلا بیشتر بود. نرخ شکارگری لاروهای سنین سوم، چهارم و کفشدوزک ماده *H. variegata* با تغذیه از پوره سن چهار شته جالیز و شته نخود فرنگی به ترتیب $1.05/7 \pm 3/08$ ، $1.12/2 \pm 2/05$ ، $1.12/2 \pm 1/87$ و $0.96/4 \pm 2/24$ ، $1.14 \pm 2/15$ ، $0.99/6 \pm 1/43$ گزارش شده است (Madadi *et al.*, 2011). در هر دو رژیم غذایی، شکارگری لارو سن چهار کفشدوزک نسبت به سن سوم لاروی و کفشدوزک ماده بیشتر بود. اختلاف در نرخ شکارگری با تغذیه از طعمه‌های مختلف می‌تواند به دلیل تفاوت در اندازه شکار (به‌ویژه آنکه در این تحقیق، پوره سن دوم شته روسی استفاده شد)، تناسب طعمه از نظر تغذیه‌ای برای کفشدوزک، ترجیح بیشتر کفشدوزک برای تغذیه از شته روسی گندم و نیز جمعیت‌های مختلف شکارگران باشد. نرخ شکارگری کفشدوزک هفت‌نقطه‌ای *Coccinella septempunctata* نر و ماده با تغذیه از شته *Rhopalosiphum padi* (Linnaeus, 1758) بررسی شد. براساس نتایج، شکارگری کفشدوزک ماده نسبت به کفشدوزک نر به‌طور چشمگیری بیشتر بود (Sipos *et al.*, 2012).

به تدریج با افزایش سن لاروی بر میزان شکارگری افزوده شد. سن چهارم لاروی بیشترین میزان شکارگری را در طول دوره لاروی به خود اختصاص داد.

شکل‌های ۱ و ۲ نرخ شکارگری ویژه سن (K_x) و نرخ شکارگری خالص (C_0) را روی ارقام امید و سرداری نشان می‌دهد. مقایسه میانگین مقادیر (K_x) و C_0 بیانگر نبود اختلاف معنادار در دو رقم امید و سرداری (به ترتیب $U \text{ Statistic} = 9013.5$, $P\text{-value} = 0.436$ و $U \text{ Statistic} = 9553.0$, $P\text{-value} = 0.933$) بود. مقدار C_0 در رقم‌های امید و سرداری به ترتیب $5670/16$ و $4118/21$ شته برای هر کفشدوزک محاسبه شد. این نتایج نشان‌دهنده شکارگری بیشتر کفشدوزک *H. variegata* از شته‌های پرورش‌یافته روی رقم مقاوم و امکان کنترل بهتر آفت روی این رقم است. مقدار شاخص C_0 برای کفشدوزک *H. variegata* با تغذیه از شته سیاه باقلا *A. fabae* ۱۱۲۷/۱ شته برای هر کفشدوزک به دست آمد که نسبت به نتایج حاضر بسیار کمتر است. همچنین میزان شکارگری کفشدوزک‌های نر و ماده بالغ به ترتیب $970/10 \pm 76/17$ ، $2140/62 \pm 126/91$ پوره سنین بالای شته سیاه باقلا به دست آمد که از نتایج حاضر کمتر بود، هرچند که برخلاف پژوهش حاضر، نرخ شکارگری افراد ماده بیشتر از نرها برآورد شد (Farhadi



شکل ۱. نرخ بقا (l_x)، نرخ شکارگری ویژه سنی (k_x) و نرخ خالص شکارگری کفشدوزک *H. variegata* با تغذیه از شته‌های رقم امید



شکل ۲. نرخ بقا (l_x)، نرخ شکارگری ویژه سنی (k_x) و نرخ خالص شکارگری کفشدوزک *H. variegata* با تغذیه از شته‌های رقم سرداری

زیستی طولانی‌تر نسبت به ماده‌ها می‌توانند نرخ مصرف بیشتری داشته باشند. البته شایان ذکر است که در بیشتر موارد، اعداد گزارش شده حاصل یک مطالعه ۲۴ ساعته است که نسبت به روش بررسی شده در این تحقیق از دقت کمتری برخوردار است.

نرخ تبدیل (Q_p) برای تغذیه از شته‌های رقم امید و سرداری به ترتیب ۱۴/۱۹۸ و ۱۸/۵۹۲ بود؛ به این معنا که کفشدوزک *H. variegata* با تغذیه از ۱۴/۲ و ۱۸/۵ شته روسی پرورش داده شده روی رقم امید و سرداری یک تخم تولید می‌کند. این شاخص به نوعی نشان‌دهنده کیفیت بهتر شته‌های روسی تغذیه کرده از رقم امید برای کفشدوزک است و با نتایج بدست آمده در مورد ویژگی‌های زیستی همسو است.

بیشترین مرگومیر ویژه سنی در مرحله کفشدوزک‌های بالغ با تغذیه از شته‌های هر دو رقم روی داد و لارو سن سوم متحمل مرگومیر نشد (جدول ۵).

حداکثر توان شکارگری سنین لاروی اول، دوم، سوم، چهارم و حشرات کامل ماده و نر *H. variegata* در مدت ۲۴ ساعت با تغذیه از شته سیاه باقلا *Aphis fabae* Scopoli به ترتیب ۳/۴۶، ۷/۱۸، ۱۲/۵۷، ۵۲/۷۸، ۵۸/۵۶ و ۲۰/۱ شته گزارش شده و اشاره شده که قدرت شکارگری لاروهای سن چهارم و حشرات کامل ماده بیشتر از نرها است (Farhadi et al., 2008). مشابه این تحقیق، بیشترین نرخ شکارگری روزانه کفشدوزک ماده *H. variegata* طی یک دوره ۲۴ ساعته با تغذیه از شته سیاه باقلا، ۱۳۵/۲۹ شته بالغ گزارش شد (Jafari & Goldasteh., 2009). این نتایج همگی در تعارض با نتایج این تحقیق است که شکارگری افراد ماده را کمتر از نرها برآورد می‌کند. در پژوهش حاضر نیز میزان شکارگری روزانه کفشدوزک‌های ماده از نرها بیشتر بود، اما متوسط شکارگری در طول دوره زندگی کمتر از نرها برآورد شد. می‌توان نتیجه گرفت که حشرات نر با داشتن دوره

جدول ۵. نرخ (درصد) مرگومیر ویژه سنی کفشدوزک *H. variegata* در ارقام گندم امید و سرداری در وضعیت آزمایشگاه

رقم	تخم	لارو سن یک	لارو سن دو	لارو سن سه	لارو سن چهار	شغیره	کفشدوزک ماده	کفشدوزک نر
امید	۰/۰۹۳	۰/۰۲۸	۰/۰۲۸	.	۰/۰۰۹	.	۰/۴۲۱	۰/۴۲۱
سرداری	۰/۲۲۱	۰/۰۷۱	.	.	.	۰/۰۰۹	۰/۳۵۴	۰/۳۴۵

بلوغ به ویژه پوره سن یک شته روسی با تغذیه از رقم امید، لاروهای کفشدوزک *H. variegata* با تغذیه از

در هر دو مورد، کمترین نرخ مرگومیر در سن سوم لاروی روی داد و با وجود مرگومیر زیاد مراحل پیش از

پارازیتوئید بود، افزایش یافت (Webster *et al.*, 1999) کاهش پیچیدگی برگ‌ها در اثر فعالیت شته در گیاهان مقاوم از دلایلی است که موجب افزایش سودمندی و دسترسی دشمنان طبیعی به شته‌ها و کنترل کامل شته می‌شود (Farid *et al.*, 1997; Frank *et al.*, 2001). به‌علاوه، روی لاین‌های مقاوم نرخ تغذیه لارو بالتوری *Chrysoperla plorabunda* (Fitch, 1855) از شته روسی و کارایی کنترل در زمان مشابه نسبت به رقم حساس بیشتر بود (Frank *et al.*, 2001). همچنین تفاوت چندانی در تراکم جمعیت کفشدوزک‌های بالغ و نابالغ شکارگر *H. convergens* و *C. septempunctata* روی ارقام مقاوم و حساس به شته روسی دیده نشد، اما دستیابی و شکارگری لارو این کفشدوزک‌ها به شته در ارقام مقاوم به‌علت عدم پیچیدگی برگ و با وجود تراکم کمتر شته نسبت به ارقام حساس بیشتر بود (Feng *et al.*, 2002; Nilsa *et al.*, 1992). پارازیتسم شته سبز گندم *S. avenae* توسط پارازیتوئید *Aphidius* sp. در رقم مقاوم نسبت به رقم حساس بسیار بیشتر ارزیابی شد، گرچه وزن شته‌های مومیایی‌شده در ارقام مقاوم نسبت به ارقام حساس تفاوتی نداشت (et al., 2009). (Qing Nian

نتیجه‌گیری کلی

با وجود کاهش جمعیت شته روسی گندم در رقم امید و تأثیر مثبت مقاومت گیاه میزبان بر زیست‌شناسی و افزایش شکارگری مراحل فعال زیستی کفشدوزک *H. variegata* می‌توان نتیجه گرفت که استفاده همزمان از ارقام مقاوم و دشمنان طبیعی شته، دو راهبرد مدیریتی سازگار و مؤثر در کنترل شته روسی است. البته تأثیرات مقاومت گیاه میزبان بر دیگر آفات مهم گندم و دشمنان طبیعی آنها نیز باید در نظر گرفته شود.

شته‌های این رقم متحمل تلفات کمتری شدند. این احتمال وجود دارد که رقم مقاوم حاوی مواد نامناسب برای شته باشد، اما پس از تغذیه شته و متابولیزه شدن آنها، برای کفشدوزک مناسب باشد و سبب افزایش رشد و نمو و کاهش مرگ‌ومیر کفشدوزک شود البته، اثبات این مورد نیازمند بررسی و مطالعات بیشتری است. به‌نظر می‌آید در این حالت، مقاومت، نه تنها اثر منفی بر دشمن طبیعی ندارد، بلکه دارای تأثیرات مثبتی است. در حقیقت، اگر گیاه مقاوم سبب افزایش کارایی دشمن طبیعی و همزمان موجب تأثیرات نامطلوب بر آفت هدف شود، می‌تواند به بهبود سطح کنترل آفت بینجامد (Starks *et al.*, 1972). مطالعات مرتبط با امکان کاربرد همزمان روش‌های استفاده از دشمنان طبیعی و مقاومت گیاه میزبان نسبت به آفت هدف بسیار گسترده و دارای نتایج متنوعی است. در پژوهشی فراوانی شته سیاه یونجه *Aphis craccivora* Koch و لارو کفشدوزک *Cheilomenes lunata* (Fabricius, 1775) در ارقام حساس لوبیای چشم‌بلیبی نسبت به ارقام مقاوم بیشتر بود. با وجود جمعیت کمتر شته در ارقام مقاوم، شکارگری لارو و حشره کامل این کفشدوزک از شته‌ها بیشتر بود و کنترل مؤثرتری ایجاد می‌شد (Ofuya, 1995). همچنین نشان داده شد مرگ‌ومیر لاروهای *S. frontalis* با تغذیه از شته روسی پرورش‌یافته روی رقم حساس، نسبت به رقم مقاوم بیشتر بود (Farid *et al.*, 1997). تفاوتی در نرخ پارازیتسم شته روسی گندم توسط پارازیتوئید *Diaeretiella rapae* در ارقام مقاوم و حساس نیز وجود نداشت. به‌علاوه درصد خروج پارازیتوئیدها و طول دوره پارازیتسم پارازیتوئیدها در رقم مقاوم بیشتر بود و پارازیتوئیدهای ماده زندگی طولانی‌تری داشتند (Farid *et al.*, 1998). کارایی پارازیتوئیدها در کنترل شته سبز گندم، هنگامی که مقاومت همراه با تأثیرات آنتی‌بیوتیکی روی شته و

REFERENCES

1. Asghari, F., Samih, M.A. & Mahdian, K. (2012). Some biological characteristics of *Hippodamia variegata* (Goeze) reared on *Brevicoryne brassicae* L. and eggs of *Ephestia kuehniella* Zeller. *Journal of Biological Control of Pests and Plant Diseases*, 42 (1), 19-27. (In Farsi).
2. Bigdelou, B. (2012). *Life table and predation capacity of Hippodamia variegata* (Coleoptera: coccinellidae) feeding on *Aphis gossypii* (Hemiptera.: Aphididae). M.Sc. Thesis. University of Tehran, Iran (In Farsi).

3. Chi, H. & Yang, T.Y. (2003). Two-Sex Life table and predation rate of *Propylaea japonica* Thunberg (Coleoptera: Coccinellidae) fed on *Myzus persicae* (Sulzer) (Homoptera: Aphididae). *Journal of Environmental Entomology*, 32(2), 327-333.
4. Chi, H. (1988). Life-Table analysis incorporating both sexes and variable development rates among individuals. *Journal of Environmental Entomology*, 17(1), 26-34.
5. Drechsler, M. & Settele, J. (2001). Predator-prey interactions in rice ecosystems: effects of guild composition, trophic relationships, and land use changes - a model study exemplified for Philippine rice terraces. *Journal of Ecological Modelling*, 137, 135-159.
6. Du Toit, F. (1987). Resistance in wheat (*Triticum aestivum*) to *Diuraphis noxia* (Hemiptera: Aphididae). *Cereal Research Communication*, 15, 175-179.
7. Du Toit, F. (1989). Components of resistance in three bread wheat lines to Russian wheat aphid (Homoptera: Aphididae) in South Africa. *Journal of Economic Entomology*, 82, 1779-1781.
8. Farhadi, R. (2008). *Predation rate of Hippodamia variegata (Coleoptera: Coccinellidae) feeding on Aphis fabae (Homoptera.: Aphididae) on laboratory conditions*. M.Sc. Thesis. University of Tehran, Iran (In Farsi).
9. Farhadi, R., Allahyari, H. & Chi, H. (2011). Life table and predation capacity of *Hippodamia variegata* (Coleoptera: Coccinellidae) feeding on *Aphis fabae* (Hemiptera: Aphididae). *Journal of Biological Control*, 59 (2), 83-89.
10. Farhadi, R., Allahyari, H., Rasekh, A., Aldaghi, M. & Farhoudi, F. (2012). Comparative study of life table parameters of *Hippodamia variegata* (Coleoptera: Coccinellidae) vs. *Aphis fabae* (Hemiptera: Aphididae). *Iranian Journal of Plant Protection Science*, 43(2), 209-215. (In Farsi).
11. Farid, A., Johnson, J.B. & Quisenberry, S. S. (1997). Compatibility of a Coccinellid predator with a Russian wheat aphid resistant wheat. *Journal of the Kansas Entomological Society*, 70(2), 114-119.
12. Farid, A., Quisenberry, S.S., Johnson, J.B., & shafi, B. (1998). Impact of wheat resistance on Russian wheat aphid and a parasitoid. *Journal of Economic Entomology*, 91 (1), 334-339.
13. Feng, M.G., Johnson, J.B. & Halbert, S.E. (1992). Parasitoids (Hymenoptera: Aphidiidae and Aphelinidae) and their effect on aphid (Homoptera: Aphididae) populations in irrigated grain in southwestern Idaho. *Journal of Environment Entomology*, 2, 1433-4.
14. Fouche, A., Verhoeven, R.L., Hewitt, P.H., Walters, M.C., Kriel, C.F. & De Jager, J. (1984). Russian aphid (*Diuraphis noxia*) feeding damage on wheat, related cereals and a *Bromus* grass species, In MC. Walters (Ed.), *Progress in Russian Wheat Aphid (Diuraphis noxia Mordv.)* (pp. 22-33). Research in the Republic of South Africa. Department of Agriculture Technical Communication.
15. Frank, J., Messina, & Sorenson, M.S. (2001). Effectiveness of lacewing larvae in reducing Russian Wheat Aphid populations on susceptible and resistant wheat. *Journal of Biological Control*, 21, 19-26.
16. Jafari, R. & Goldasteh, S. (2009). Functional Response of *Hippodamia variegata* (Goeze) (Coleoptera: Coccinellidae) on *Aphis fabae* (Scopoli) (Homoptera: Aphididae) in laboratory conditions. *Journal of Acta Entomologica Serbica*, 14(1), 93-100.
17. Jafari, R. & Vafaei Shoushtari, R. (2008). Effect of different temperatures on life developmental stages of *Hippodamia variegata* Goeze (Coleoptera: Coccinellidae), feeding on *Aphis fabae* Scopoli (Hemiptera: Aphididae). *Iranian Journal of Entomological Research*, 1 (4), 289-297. (In Farsi).
18. Jafari, R. (2011). Biology of *Hippodamia variegata* (goeze) (Coleoptera: Coccinellidae), on *Aphis fabae scopoli* (Hemiptera: Aphididae). *Journal of Plant Protection Research*, 51(2), 190-194.
19. Jafari, R., Kamali, K., Shojaei, M. & Ostovan, H. (2010). Comparison of the biological characteristics of the *Hippodamia variegata* on *Aphis fabae* in laboratory conditions. *Journal of New Agricultural Science*, 4(10), 17-25. (In Farsi).
20. Kamangar, S. & Malkeshi, S.H. (2011.). Fauna of cereal aphids and their coccinellid predators and investigation on the efficiency and population dynamics of the dominant species in Kurdistan province. *Iranian Journal of Entomological Research*, 2(4), 279-293. (In Farsi).
21. Kazemi, M.H., Mashhadi Jafarloo, M., Talebi Chaichi, P. & Shakiba, M.R. (2006). Biological responses of Russian wheat aphid, *Diuraphis noxia* (Mordvilko) to certain wheat cultivars at ear emergence stage. *Iranian Journal of Agricultural Sciences*, 12 (4), 745-752. (In Farsi).
22. Kazemi, M. H., Talebi Chaichi, P., Shakiba, M.R. & Mashhadi Jafarloo, M. (2002). Evaluation of sensitivity of some wheat varieties to Russian wheat aphid, *Diuraphis noxia* (Mordvilko). *Iranian Journal of Agricultural Science*, 11 (2), 103-111. (In Farsi).
23. Madadi, H., Mohajeri Parizi, E., Allahyari, H. & Enkegaard, A. (2011). Assessment of the biological control capability of *Hippodamia variegata* (Coleoptera: Coccinellidae) using functional response experiments. *Journal of Pest Sciences*, 84, 447-455.
24. Messina, F.J. & Sorenson, S.M. (2000). Effectiveness of lacewing larvae in reducing Russian wheat aphid populations on susceptible and resistant wheat. *Journal of Biological Control*, 21(1), 19-26.

25. Miller, H.R., Randolph, T.L. & Peairs, F.B. (2003). Categories of resistance at four growth stages in three wheats resistant to the Russian wheat aphid (Homoptera: Aphididae). *Journal of Economic Entomology*, 96, 673-679.
26. Mohajeri parizi, E., Madadi, H., Allahyari, H. & Mehrnejad, M.R. (2011). Comparing life history parameters of *Hippodamia variegata* feeding on *Aphis gossypii* Glover and *Acyrtosiphon pisum* Harris. *Iranian Journal of Plant Protection Science*, 43(1), 73-81. (In Farsi).
27. Najafi Mirak, T., Hosseinzadeh, A., Zali, A., Zeinali, H., Saidi, A. & Rassoulilian, G.R. (2004a). Inheritance of resistance to Russian wheat aphid, *Diuraphis noxia* (Mordvilko), based on leaf rolling in wheat. *Iranian Journal of Seed and Plant*, 2 (20), 245-257. (In Farsi).
28. Najafi Mirak, T., Zali, A., Hosseinzadeh, A., Rassoulilian, G.R. & Saidi, A. (2004b). Evaluation of resistance to Russian wheat aphid, *Diuraphis noxia* (Mordvilko) in durum and bread wheats. *Journal of Agriculture and Natural Resources*, 7 (4), 115-127. (In Farsi).
29. Nilisa, A.B., James, B.J., Dennis, J.S. & Lana, U. (2002). Species diversity, abundance, and phenology of aphid natural enemies on spring wheats resistant and susceptible to Russian wheat Aphid. *Journal of Biocontrol*, 47 (6), 667-684.
30. Nourbakhsh, A.H., Zali, A.A., Hosseinzadeh, A. & Najafi Mirak, T. (2009). Genetic study of resistance to Russian wheat aphid (*Diuraphis noxia* (Mordvilko)) in advanced durum wheat (*Triticum turgidum* var. durum) lines. *Iranian Journal of Crop Sciences*, 10(2), 125-135. (In Farsi).
31. Nouri Ganbalani, G., Hosseini, M. & Yaghmaei, F. (1995). Plant resistance to insects a fundamental approach. Mashhad: Jahad danrshgahi Publishing.
32. Rajabi, G.R. (1989) *Insects pests of rosaceous fruit trees in Iran* (1sted.). Tehran: Ministry of Agriculture, Iran (In Farsi).
33. Ofuya, T.I. (1995). Colonization & control of *Aphis craccivora* Koch (Homoptera: Aphididae) by Coccinellid predators in some resistant and susceptible cowpea in Nigeria. *Journal of Crop Protection*, 14(1), 47-50.
34. Pike, K. \S., Allison, D., Tanigoshi, L. \K., Harwood, R. \F., Clement, S. \L., Halbert, S. \E., Smith, C. \M., Johnson, J.B., Reed, G.L. & Zwer, P.K. (1991). Russian wheat aphid-biology, damage and management. *Journal of Pacific Northwest Extension Publications*, PNW371. 28pp.
35. Qing Nian, C., Xiao, M.M., Zhao, X., Zhong, Y.C. & Yang, X.Q. (2009). Effects of host plant resistance on insect pests and its parasitoid: A case study of wheat-aphid-parasitoid system. *Journal of Biological Control*, 49, 134-138.
36. Rassoulilian, G.H. & Dowlati, L. (1995). The Effects of different wheat varieties on life span and fecundity of Russian wheat aphid, *Diuraphis noxia* (Mordvilko). *Iranian Journal of Agricultural Science*, 3 (26), 72-78. (In Farsi).
37. Sipos, J., Kvastegard, E., Owusu Baffoe, K., Sharmin, K., Glinwood, R., & Kindlmann, P. (2012). Differences in the predatory behaviour of male and female ladybird beetles (Coccinellidae). *European Journal of Environmental Sciences*, 1(2), 51-55.
38. Starks, K.J., Munippan, R. & Eikenbary, R.D. (1972). Interaction between plant resistance and parasitism against the greenbug on barley and sorghum. *Annals of the Entomological Society of America*, 65, 650- 655.
39. Webster, J.A. & Kenkel, P. (1999). Benefits of managing small-grain pests with plant resistance. In BR Wiseman. J.A Webster (Ed.), *Economic, environmental, and social benefits of resistance in field crops*. (pp. 59-86). Lanham, MD: Entomology Society of America.
40. Zangene, L. (2013). *Effects of wheat resistant and susceptible strains to Russian wheat aphid on the life history parameters of Hippodamia variegata*. M.Sc. thesis. Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran (In Farsi).
41. Zareh, N. Gonzalez, D. Ahmadi, A. Esmaili, M. Maleki-Milani, H. Vafabakhsh, J. Salimi, Y. Gilstrap, F. Stary, P. Woolley, J.B. & Thompson, F.C. (1995). A Search for the Russian wheat aphid, *Diuraphis noxia* (Mordvilko) (Homoptera: Aphididae) and its natural enemies in Iran. In: *Proceedings of the 12th Iranian Plant Protection Congress*, 2-7 Sep., Karaj Junior College of Agriculture, Iran, p.12.