تحقیقات آفات گیاهی
۱۴۰۱ -۱۲(۲): ۶۱ -۷۶

علمی پژوهشی

ارزیابی امکان کاربرد کفشدوزک *Hippodamia variegata* و رقم مقاوم گل رز در مدیریت شته رز *Macrosiphum rosae*

سودابه سالاری[۱]، مصطفی خنامانی*[۲] و مهدیه اسدی[۱]

۱- گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران، ۲- گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه جیرفت، جیرفت، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۲/۲۷ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۶/۱۳)

چکیده

مدیریت تلفیقی آفات با تاکید بر استفاده هم‌زمان عوامل کنترل زیستی و ارقام مقاوم می‌تواند یکی از راهکارهای کارآمد برای مدیریت آفات باشد. در این پژوهش تاثیر ارقام حساس (Orange) و مقاوم (Tea) گل رز روی فراسنجه‌های جدول زندگی شته رز *Macrosiphum rosae* (L.) (Hem.: Aphididae) و کفشدوزک شکارگر آن، *Hippodamia variegata* (Goeze) (Col.: Coccinellidae)، در شرایط آزمایشگاهی ارزیابی شد. داده‌های به دست آمده با استفاده از تئوری جدول زندگی سن- مرحله رشدی، دو جنسی تجزیه و میانگین و خطاهای معیار با استفاده از مدل بوت‌استرپ محاسبه شد. میانگین دوره رشد و نمو مرحله نابالغ (دوره پورگی) شته رز روی رقم مقاوم (۱۵/۲۰ روز) به طور معنی‌داری بیشتر از رقم حساس (۹/۵۳ روز) بود. نرخ ذاتی افزایش جمعیت (r) شته رز روی ارقام حساس و مقاوم به‌ترتیب ۰/۳۳۰ و ۰/۱۱۵ بر روز بود. علاوه بر این، مقادیر نرخ ذاتی افزایش جمعیت (r) کفشدوزک تغذیه‌کرده از شته‌های پرورش یافته روی ارقام حساس و مقاوم به‌ترتیب ۰/۱۴۵ در برابر ۰/۱۲۶ بر روز بود. طول کل دوره قبل از تخمریزی (TPOP) کفشدوزک روی رقم مقاوم (۲۶/۶۶ روز) به طور معنی‌داری طولانی‌تر از رقم حساس (۲۳/۸۳ روز) بود، ولی میزان باروری کل روی رقم مقاوم (۳۷۰/۳۴ تخم/ماده) به طور معنی‌داری کمتر از رقم حساس (۴۵۱/۶۵ تخم/ماده) بود. نتایج به دست آمده در این پژوهش، به‌ویژه پایین بودن نرخ ذاتی افزایش جمعیت و میزان باروری این شکارگر روی رقم مقاوم گل رز (Tea)، بیانگر ضرورت انجام پژوهش‌های بیشتر در خصوص استفاده تلفیقی از ارقام مقاوم و عوامل بیوکنترل در برنامه‌های کنترلی شته رز می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: مدیریت تلفیقی، کفشدوزک، هیپودامیا، جدول زندگی، مقاومت آنتی‌بیوزی

*نویسنده مسئول: m.khanamani@gmail.com

مقدمه

گل رز (*Rosa* spp.) به تیره گل سرخیان (Rosacea) تعلق دارد و به علت کاربرد دارویی و غذایی، تهیه اسانس، گلاب و عطر جایگاه ویژه‌ای دارد (خلیقی، ۱۳۷۶). گل رز یکی از زیباترین و محبوب‌ترین گل‌های زینتی جهان می‌باشد که به علت داشتن ویژگی‌هایی مانند پایداری یا چندساله بودن، طولانی‌بودن دوران گل‌دهی و وجود گروه‌ها و ارقام متعدد، علاوه بر زینت‌بخشی منازل، باغ‌ها و فضای سبز شهری، در تجارت بین‌المللی نقش عمده‌ای ایفا می‌کند و از این نظر دومین گل شاخه‌ی بریده بعد از گل داوودی محسوب می‌شود (Larson, 1992).

گل رز دارای ارقام بسیار زیادی می‌باشد که هر کدام دارای ویژگی‌های خاص خود هستند و مشخص شدن میزان مقاومت هر یک از آن‌ها به آفات و بیماری‌ها از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. با وجود کشت و کار وسیع این گیاه، به خاطر عدم شناخت کافی در مورد مقاومت، حساسیت و یا تحمل رقم‌های مختلف آن به آفات و بیماری‌ها، هر ساله خسارت قابل توجهی به تولیدکنندگان گل رز وارد می‌شود (Flint and Karlic, 1999; Akhtar and Khaliq, 2003). گل رز مورد حمله‌ی آفات زیادی قرار می‌گیرد که در این میان شته رز، *Macrosiphum rosae* (L.) (Hem.: Aphididae)، مهم‌ترین آفت آن به شمار می‌رود (Alford, 1991; Reinert *et al.*, 2006). این شته از نرخ تولید مثل بالایی برخوردار است و در مدت زمان کوتاهی بالغ می‌شود. بنابراین، می‌تواند جمعیت خود را خیلی سریع و به طور قابل ملاحظه‌ای افزایش دهد (Dixon, 1989). شته گل سرخ روی جوانه‌های برگ، سرشاخه‌ها و جوانه‌های گل مستقر شده و با تغذیه از شیره گیاهی موجب متوقف شدن رشد جوانه‌ها و سرشاخه‌ها، باز نشدن برگ‌ها، عدم شکفتن غنچه‌های گل و در نهایت، ضعیف و پژمرده شدن گیاه می‌شود. در آلودگی شدید نیز باعث تغییر شکل و لکه‌دار شدن گلبرگ‌ها می‌شودکه این امر موجب کاهش زیبایی گل رز می‌شود. به دلیل اهمیت ظاهری محصولات زینتی و صدمه‌ای که آفات به زیبایی محصول می‌زنند، کوچک‌ترین خسارت ناشی از حضور آفات درگلخانه سبب زیان اقتصادی می‌شود (Vacante and Gariza, 1987).

روش‌های متنوعی برای کنترل آفات مزارع و گلخانه-های رز وجود دارد که یکی از این روش‌ها استفاده از روش کنترل بیولوژیک در تلفیق با رقم مقاوم است. استفاده از ارقام مقاوم، به دلیل اهمیت اقتصادی، داشتن قابلیت تلفیق بهتر با سایر روش‌های کنترل و نداشتن آثار تخریبی در محیط زیست روشی بسیار موثر در حفظ محصول از خسارت آفات است. ارقام مختلف گیاهان کیفیت غذایی متفاوتی دارند که این تفاوت به متابولیت‌های اولیه و ثانویه گیاه مربوط می‌شود (Khanamani *et al.*, 2012). جعفری بهی و همکاران (۱۳۹۰) فراسنجه‌های زیستی و رشد جمعیت شته رز *M. rosae* را روی ارقام مختلف گل رز در شرایط آزمایشگاهی مورد بررسی قرار دادند و تاثیر آنتی-بیوزی ده رقم گل رز را نسبت به شته گل رز ارزیابی کردند. باتوجه به اینکه بیشترین و کمترین مقدار نرخ رشد جمعیت (*r*) به‌ترتیب روی دو رقم orange و Tea گزارش شد، بنابراین این دو رقم به‌ترتیب به عنوان ارقام حساس و مقاوم رز نسبت به شته رز انتخاب شدند.

در میان عوامل کنترل بیولوژیک، کفشدوزک‌های شکارگر از مهم‌ترین دشمنان طبیعی آفات مزرعه و گلخانه هستندکه نقش بسیار مهمی را در ایجاد تعادل وکنترل طبیعی شته‌ها، پسیل‌ها، سفید بالک‌ها، زنجرک‌ها، کنه‌ها، تخم پروانه‌ها و لارو حشرات به عهده دارند. در نتیجه، حمایت از جمعیت‌های بومی کفشدوزک و واردسازی آن‌ها در مناطقی که وجود ندارند، نقش بسیار مهمی در کاهش استفاده از سموم شیمیایی و تامین اهداف کنترل تلفیقی دارد (اسماعیلی، ۱۹۹۳). استفاده از کفشدوزک‌ها علیه آفات از نقاط عطف کنترل بیولوژیک هست. از مهم‌ترین دشمنان طبیعی شته گل رز، کفشدوزک *Hippodamia variegata* (Goeze) (Col.: Coccinellidae) است. توانایی بالای شکارگری، نرخ زادآوری بالا و قدرت جستجوی زیاد این کفشدوزک شکارگر روی محصولات

مختلف باعث معرفی آن به عنوان کارآمدترین دشمن طبیعی شته گل رز شده است. این کفشدوزک دارای گسترش وسیعی است و از بیشتر مناطق کشور و از روی میزبان‌های مختلف گزارش شده است (برومند، ۱۳۷۹). همچنین، یکی از شکارگرهای مهم آفات در باغ‌های ایران است (اصغری و همکاران، ۱۳۹۰). با توجه به گستردگی دامنه پراکنش این کفشدوزک در مناطق کشور و نقش مفید آن در کنترل طبیعی آفات و پتانسیل تغذیه‌ای و ظرفیت تولید مثلی بالای آن، حفظ و حمایت از این کفشدوزک می‌تواند در برنامه‌های مدیریت تلفیقی بسیار راه‌گشا باشد (جعفری و همکاران، ۱۳۸۷). بررسی‌های زیادی به‌منظور ارزیابی کارایی کفشدوزک *H. varigata* با تغذیه از گونه‌های مختلف شته از جمله شته سیاه باقلا (Rahmani and Bandani, 2013)، شته نخود و شته جالیز (مهاجری پاریزی و همکاران، ۱۳۹۱)، شته مومی کلم (اصغری و همکاران، ۱۳۹۰)، شته رز (Golizade and Jafari-Behi, 2010) انجام شده است که نشان‌دهنده توانایی تغذیه و تولید مثل این کفشدوزک روی تمام شته‌های مذکور و کارایی بالا در کنترل آن‌ها می‌باشد.

از آنجا که اثر ارقام مختلف گیاهی بر فراسنجه‌های زیستی دشمنان طبیعی به اثبات رسیده است و تلفیق ارقام مقاوم با دشمنان طبیعی راهکار جدیدی در برنامه‌های IPM می‌باشد، بنابراین، بررسی تاثیر ارقام مقاوم و حساس بر سطح سوم تغذیه ضروری به نظر می‌رسد (Khanamani *et al.*, 2015; Alipour *et al.*, 2019). بنابراین، هدف از انجام پژوهش حاضر ارزیابی امکان کاربرد کفشدوزک *H. variegata* و رقم مقاوم گل رز در مدیریت شته رز *M. rosae* است. نتایج به‌دست‌آمده می‌تواند کمک شایانی به طراحی راهکارهای مناسب در کنترل تلفیقی شته‌های رز در گلخانه‌ها و مزارع نماید.

مواد و روش‌ها

کشت گیاه میزبان

بوته‌های ارقام حساس (Orange) و مقاوم (Tea) گل رز از شرکت گلکده نگین تهیه و در گلخانه گروه حشره‌شناسی دانشگاه شهید باهنر کرمان با رطوبت ۶۰ تا ۷۰ درصد و دمای ۲۳ تا ۳۰ درجه سلسیوس در روز و ۱۸ تا ۲۲ درجه سلسیوس در شب نگهداری شد. از آنجا که گل رز یکی از گیاهان با نیاز نوری بالا است، در طول شبانه روز برای تأمین نور کافی و مناسب از لامپ‌های بخار سدیمی در گلخانه استفاده شد. گلدان‌ها (با قطر ۱۶ سانتی‌متر و ارتفاع ۱۲ سانتی‌متر) هر دو روز یک بار آبیاری شدند.

پرورش کلنی شته گل رز در شرایط گلخانه

جمعیت اولیه شته گل رز *M. rosae* از بوته‌های آلوده گل محمدی باغات اطراف شهرستان بردسیر جمع‌آوری شد. شته‌های جمع‌آوری شده به آزمایشگاه منتقل و با استفاده از کلید شناسایی بر اساس خصوصیات مورفولوژیک شناسایی شدند. به منظور تهیه کلنی شته روی هر رقم، تعدادی گلدان سالم از هر رقم داخل قفس جداگانه قرار داده شد و جمعیتی از شته‌های جمع‌آوری شده روی آن‌ها قرار گرفت. این افراد به مدت دو نسل روی هر رقم به صورت جداگانه پرورش داده شدند. سپس، از نتاج این افراد برای انجام آزمایش‌ها استفاده شد.

پرورش کفشدوزک

جمعیت اولیه کفشدوزک *H. variegata* از مزارع آلوده به شته گل محمدی از باغ‌های اطراف شهرستان بردسیر جمع‌آوری شد. پس از شناسایی بر اساس خصوصیات مورفولوژیک و کلید شناسایی این افراد به ظروف پرورش که شامل ظرف‌های پلاستیکی (با ابعاد ۲۵×۴۰×۵۰ سانتی‌متر) که روی درب آن با پارچه ململ پوشیده شده است، انتقال داده شد. برای تغذیه این کفشدوزک‌ها، روزانه برگ‌های رز آلوده به شته از دو رقم مقاوم و حساس به صورت جداگانه به ظروف پرورش اضافه شد. لازم به ذکر است کلنی این کفشدوزک روی شته‌های گل رز تغذیه کرده از ارقام حساس و مقاوم گل رز به صورت جداگانه تشکیل شد و به مدت دو نسل با تغذیه از این شته‌ها پرورش داده شد و از نتاج این افراد برای انجام آزمایش‌ها استفاده شد. ظروف پرورش در اتاقک رشد با دمای ۱ ± ۲۵ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ۵ ± ۶۰ درصد

و دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی نگهداری شد.

تعیین فراسنجه‌های زیستی شته رز روی ارقام حساس و مقاوم گل رز

به منظور تعیین فراسنجه‌های زیستی شته روی ارقام حساس و مقاوم رز، صفحه‌های برگی از برگ‌های این دو رقم در قالب طرح کاملا تصادفی تهیه شد. هر واحد آزمایش شامل یک ظرف پتری با قطر ۳ سانتی‌متر و ارتفاع ۱ سانتی‌متر بود که در مرکز آن سوراخی با استفاده از هویه برقی ایجاد شد. لایه‌ای از پنبه به ضخامت ۱ میلی‌متر در کف ظرف پتری ۳ سانتی‌متری قرار داده شد و سپس، برگ‌های هر رقم به صورت جداگانه و به صورت قطعاتی دایره‌ای به قطر ۲/۷ سانتی‌متر بریده شد و به‌صورت معکوس روی این پنبه قرار داده شد؛ به طوری که پشت برگ‌ها به سمت بالا قرار گرفت. اطراف این صفحه‌های برگی با نوار باریکی از پنبه احاطه شد تا مانع فرار شته‌ها شود. این مجموعه در ظرف پلاستیکی مکعبی به ابعاد ۴×۹×۷ سانتی‌متر قرار گرفت. آب از طریق سوراخ ایجاد شده در مرکز پتری کوچک‌تر وارد آن شد و با مرطوب نمودن لایه پنبه زیر برگ و نوار پنبه‌ای که برگ را احاطه نموده بود، طراوت و شادابی برگ فراهم شده و از فرار شته‌ها جلوگیری شد. میزان آب به طور روزانه تنظیم شد. هر چند روز یکبار پتری‌های پرورش با پتری‌های تمیز (ضدعفونی شده با محلول هیپوکلریت ۱۰ درصد) حاوی برگ جدید تعویض می‌شدند.

در هر آزمایش از ۷۰ عدد پوره شته تازه متولد شده (با طول کمتر از ۱۲ ساعت) که از ماده‌های پرورش‌یافته روی ارقام حساس و مقاوم رز متولد می‌شدند استفاده شد که هر کدام از این پوره‌ها به واحد آزمایش جداگانه منتقل شدند. پس از انتقال پوره‌ها به واحدهای آزمایش، این واحدها روزانه مورد بازدید قرار گرفت و علاوه بر طول مراحل مختلف رشدی، میزان مرگ و میر روزانه نیز تا زمان ظهور شته‌های بالغ ثبت شد. از این اطلاعات ثبت‌شده برای تعیین طول مراحل مختلف زیستی قبل از بلوغ و درصد مرگ و میر پوره‌های سنین مختلف قبل از بلوغ استفاده شد. با ظهور شته‌های بالغ، این افراد ماده به واحدهای پرورش جداگانه‌ای منتقل شدند. این واحدها به صورت روزانه مورد بازدید قرار گرفت و علاوه بر ثبت میزان پوره‌زایی روزانه این افراد، میزان زنده‌مانی نیز تا زمان مرگ آخرین فرد ثبت شد.

تعیین فراسنجه‌های زیستی کفشدوزک شکارگر روی ارقام حساس و مقاوم گل رز

برای تعیین فراسنجه‌های زیستی کفشدوزک روی هر رقم از ۷۰ عدد تخم هم‌سن (با طول عمر کمتر از ۱۲ ساعت) به دست آمده از کلنی‌های پرورش‌یافته روی ارقام حساس و مقاوم استفاده شد. هر کدام از این تخم‌ها به واحدهای آزمایش جداگانه منتقل شدند. برای درست کردن واحدهای آزمایش از ظروف بستنی درب‌دار با ابعاد ۴×۷×۹ سانتی‌متر استفاده شد. به‌منظور ایجاد تهویه برای این ظروف، روی درب این ظروف مربعی به ابعاد ۲ سانتی‌متر ایجاد شد و با توری ململ چسبانده شد. پس از تفریخ تخم‌های کفشدوزک، برگ‌های آلوده به شته گل رز به این ظروف منتقل شدند و مراحل مختلف کفشدوزک با این شته‌ها تغذیه شدند. لازم به ذکر است کفشدوزک‌های پرورش داده شده روی هر یک از ارقام حساس و مقاوم گل رز، با شته‌های پرورش یافته روی همان رقم تغذیه شد. در بازدیدهای روزانه طول مراحل مختلف رشدی نیز به همراه میزان مرگ و میر افراد نابالغ ثبت شد و روزانه برگ‌های روز قبل برداشته و برگ آلوده به شته به واحدهای آزمایش انتقال داده شد. با ظهور کفشدوزک‌های بالغ، افراد نر و ماده با یکدیگر جفت شده و به ظروف پرورش جداگانه‌ای که کاغذهای چین‌دار برای تخم‌ریزی در داخل آن قرار گرفته بود، منتقل شدند. در بازدیدهای روزانه طول عمر افراد بالغ و میزان تخم‌ریزی افراد ماده تا زمان مرگ آخرین فرد ثبت شد.

تجزیه آماری داده‌ها

داده‌های خام حاصل از دموگرافی شته و کفشدوزک شکارگر روی ارقام حساس و مقاوم گل رز، با استفاده از تئوری جدول زندگی دو جنسی سن-مرحله رشدی (Chi, 1988) تجزیه شدند. میانگین‌ها و خطاهای استاندارد جدول زندگی با استفاده از روش بوت‌استرپ (با ۱۰۰۰۰۰ تکرار) محاسبه شد. برای تجزیه داده‌ها از نرم افزار TWOSEX

MSChart (Chi, 2020) استفاده شد. به منظور مقایسه مقادیر بوت‌استرپ طول مراحل مختلف رشدی، فراسنجه‌های تولیدمثلی و فراسنجه‌های رشدی جمعیت شته و کفشدوزک شکارگر روی ارقام حساس و مقاوم رز از روش بوت‌استرپ جفت‌شده (Paired bootstrap) استفاده شد. ترسیم شکل‌ها با استفاده از نرم‌افزار Excel 2010 انجام شد.

نتایج

جمعیت نگاری شته رز روی ارقام حساس و مقاوم گل رز

طول مراحل مختلف زیستی و باروری (پوره‌زایی) شته رز *M. rosae* روی ارقام حساس (Orange) و مقاوم (Tea) گل رز در جدول ۱ نشان داده شده است. طول مرحله پورگی روی رقم حساس (۹/۵۳ روز) کوتاه‌تر از رقم مقاوم (۱۵/۲۰ روز) بود. علاوه بر این، طول عمر ماده‌های بالغ و طول چرخه زندگی (از تخم تا مرگ) نیز روی رقم حساس طولانی‌تر از رقم مقاوم بود. مقدار باروری شته‌های پرورش یافته روی رقم Orange به طور معنی‌داری بیشتر از باروری افراد پرورش یافته روی رقم Tea بود. علاوه بر این، میانگین طول دوره پوره‌زایی شته اختلاف معنی‌داری بین دو رقم Tea و Orange گل رز نشان داد و طول این دوره روی رقم Orange طولانی‌تر از رقم Tea بود. میانگین دوره پیش از پوره‌زایی روی رقم حساس ۱/۸۵ روز و روی رقم مقاوم ۲/۰۵ روز به‌دست آمد که تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشتند. از زمانی که شته بالغ پوره‌زایی خود را قطع کرده تا زمان مرگ به عنوان طول دوره پس از پوره‌زایی ثبت شد. میانگین طول دوره پس از پوره‌زایی روی دو رقم کمتر از یک روز ثبت شد.

جدول ۱- میانگین (± خطای معیار) طول مراحل مختلف زیستی (روز) و باروری (تعداد پوره) شته رز *Macrosiphum rosae* روی ارقام حساس (Orange) و مقاوم (Tea) رز

Table 1. The mean (±SE) duration of different life stages (days) and fecundity (nymphs) of *Macrosiphum rosae* on susceptible ('Orange') and resistant ('Tea') rose cultivars

Parameters	Susceptible (Orange)	Resistant (Tea)
Nymphal period	9.53±0.02[b]	15.20±0.10[a]
Female longevity	13.29±0.83[a]	5.59±0.03[b]
Total life span	22.82±0.85[a]	20.79±0.13[b]
Fecundity	33.66±4.02[a]	14.09±3.05[b]
Pre- reproductive period	1.85±0.17[a]	2.05±0.09[a]
Reproductive period	15.00±0.04[a]	7.83±0.35[b]
Post- reproductive period	0.32±0.15[a]	0.52±0.17[a]

The means followed by different letters in the same row are significantly different (Paired bootstrap test, P<0.05).

مقادیر مربوط به فراسنجه‌های رشد جمعیت شته رز روی ارقام حساس و مقاوم گل رز در جدول ۲ نشان داده شده است. مقدار نرخ ذاتی افزایش جمعیت (r) شته رز روی رقم حساس (۰/۳۳۰ بر روز) بیشتر از رقم مقاوم (۰/۱۱۵ بر روز) بود. نرخ متناهی افزایش جمعیت (λ) نیز روی رقم حساس بیشتر از رقم مقاوم بود (۱/۴۴ در برابر ۱/۲۱ بر روز). نرخ ناخالص تولید مثل (GRR) بیانگر تعداد افراد تولید شده به ازای هر فرد در طول یک نسل است. مقدار این فراسنجه روی رقم حساس ۴۵/۳۶ فرد/فرد/ نسل و روی رقم مقاوم ۱۵/۱۶ فرد/فرد/ نسل محاسبه شد. نرخ خالص تولید مثل (R_0) نیز بیانگر تعداد افراد تولید شده به ازای هر فرد در طول یک نسل با در نظر گرفتن نرخ زنده‌مانی است. مقدار این فراسنجه نیز روی رقم حساس(۲۷/۱۶ فرد/فرد/ نسل) بیشتر از مقاوم (۸/۹۹ فرد/فرد/ نسل) ثبت

شد. متوسط مدت زمان یک نسل (T) عبارتست از مدت زمانی که یک جمعیت نیاز دارد تا به اندازه نرخ خالص تولید مثل افزایش یابد. مدت زمان این فراسنجه روی رقم مقاوم (۱۵/۵۵ روز) طولانی‌تر از رقم حساس (۱۰/۶۵ روز) به‌دست آمد.

جمعیت‌نگاری کفشدوزک روی ارقام حساس و مقاوم گل رز

طول مراحل مختلف زیستی کفشدوزک *H. variegata* روی ارقام حساس و مقاوم گل رز در جدول ۳ نشان داده شده است. با توجه به اطلاعات جدول، در این آزمایش طول مراحل مختلف زیستی تحت تاثیر تغذیه کفشدوزک از شته‌های پرورش‌یافته روی ارقام حساس و مقاوم قرار گرفت. طول کل دوره نابالغ کفشدوزک‌های تغذیه شده از شته‌های پرورش‌یافته روی رقم مقاوم (۲۱ روز) بیشتر از رقم

جدول ۲-میانگین (± خطای معیار) پارامترهای رشد جمعیت شته رز *Macrosiphum rosae* روی ارقام حساس (Orange) و مقاوم (Tea) رز

Table 2. The mean (±SE) population growth parameters of *Macrosiphum rosae* on susceptible ('Orange') and resistant ('Tea') rose cultivars

Parameters	Susceptible (Orange)	Resistant (Tea)
R_0 (offspring)	27.16±0.95[a]	8.99±0.60[b]
GRR (offspring)	45.36±2.33[a]	15.16±0.74[b]
r (day^{-1})	0.330±0.02[a]	0.115±0.002[b]
λ (day^{-1})	1.440±0.005[a]	1.211±0.06[b]
T (day)	10.65±0.73[b]	15.55±0.37[a]

The means followed by different letters in the same row are significantly different (Paired bootstrap test, P<0.05).

جدول ۳- میانگین (± خطای معیار) طول مراحل مختلف زیستی (روز) و باروری (تخم) کفشدوزک *Hippodamia variegata* تغذیه کرده از شته‌های پرورش‌یافته روی ارقام حساس (Orange) و مقاوم (Tea) رز

Table 3. The mean (±SE) duration of different life stages (days) and fecundity (eggs) of *Hippodamia variegata* fed on aphids reared on the susceptible ('Orange') and resistant ('Tea') rose cultivars

Parameters	Susceptible (Orange)	Resistant (Tea)
Egg	2.08±0.05[a]	2.00±0.00[b]
Larva	10.87±0.12[a]	11.2±0.23[a]
Pupa	6.50±0.15[b]	7.50±0.27[a]
Pre-adult	19.50±0.15[b]	21.00±0.28[a]
Adult longevity (F)	44.50±1.36[a]	44.00±0.29[a]
Adult longevity (M)	81.75±1.67[a]	70.00±1.44[b]
Total life span	82.62±4.17[a]	78.00±3.51[a]
APOP	4.58±0.14[b]	6.00±0.00[a]
TPOP	23.83±0.36[b]	26.66±0.33[a]
Oviposition days	29.49±1.29[a]	26.66±0.33[b]
Total fecundity (eggs/F)	451.65±19.97[a]	370.34±4.32[b]

*F: female; M: male; APOP: adult pre-ovipositional period; TPOP: total pre-ovipositional period (from egg to first oviposition)

The means followed by different letters in the same row are significantly different (Paired bootstrap test, P<0.05).

حساس (۱۹/۵۰ روز) بود. طول عمر افراد ماده بالغ کفشدوزک روی دو رقم حساس و مقاوم تفاوت معنی‌داری نداشت، ولی طول عمر نرهای بالغ روی رقم حساس طولانی‌تر از رقم مقاوم بود؛ ولی با وجود متفاوت بودن طول دوره‌های مختلف زیستی کفشدوزک روی دو رقم حساس و مقاوم، طول کل دوره زندگی روی این دو رقم تفاوت معنی‌داری نداشت.

مقادیر فراسنجه‌های تولیدمثلی کفشدوزک تغذیه کرده از شته‌های پرورش یافته روی دو رقم حساس و مقاوم در جدول ۳ نشان داده شده است. طول دوره قبل از تخم‌گذاری افراد بالغ (APOP، از زمان ظهور افراد ماده بالغ تا اولین تخم‌ریزی) و طول کل دوره قبل از تخم‌گذاری (TPOP، فاصله زمانی بین تولد تا اولین تخم‌ریزی) روی رقم مقاوم طولانی‌تر از رقم حساس بود. با وجود این، طول دوره تخمریزی و میزان باروری کل (تخم/ماده) کفشدوزک‌های تغذیه کرده از شته‌های پرورش یافته روی رقم حساس بیشتر از افراد تغذیه‌کرده از شته‌های پرورش یافته روی رقم مقاوم بود.

میانگین فراسنجه‌های رشد جمعیت کفشدوزک با تغذیه از شته‌های پرورش یافته روی ارقام حساس و مقاوم گل رز در جدول ۴ نشان داده شده است. نرخ ذاتی افزایش جمعیت کفشدوزک *H.variegata* با تغذیه از شته‌های پرورش‌یافته روی رقم حساس ۰/۱۴۵ بر روز به‌دست آمد که نسبت به مقدار به دست آمده روی رقم مقاوم (۰/۱۲۶ بر روز) بیشتر بود. نرخ متناهی افزایش جمعیت (λ) نیز روی رقم حساس نسبت به رقم مقاوم بیشتر بود. نرخ ناخالص تولید مثل (*GRR*)کفشدوزک روی ارقام حساس و مقاوم به‌ترتیب ۲۳۰/۷۴ و۱۸۵/۲۷ (فرد/فرد/نسل) به‌دست آمد که با توجه به نتایج، این فراسنجه روی رقم حساس به طور معنی‌داری بیشتر از رقم مقاوم بود. نرخ خالص تولید مثل (R_0) روی رقم حساس ۱۳۸/۹۷ و روی رقم مقاوم ۱۰۱/۰۸ (فرد/ فرد/ نسل) به‌دست آمد که نشان از اختلاف معنی‌دار بین دو رقم می‌باشد. متوسط مدت زمان طول یک نسل (T) نیز روی رقم مقاوم طولانی‌تر از رقم حساس به‌دست آمد.

جدول ۴-میانگین (± خطای معیار) پارامترهای جدول زندگی کفشدوزک *Hippodamia variegata* تغذیه کرده از شته‌های پرورش‌یافته روی ارقام حساس (Orange) و مقاوم (Tea) رز

Table 4. The mean (±SE) population growth parameters of *Hippodamia variegata* fed on aphids reared on the susceptible ('Orange') and resistant ('Tea') rose cultivars

Parameters	Susceptible	Resistant
R_0 (offspring)	138.97±33.83[a]	101.08±28.69[b]
GRR(offspring)	230.74±49.27[a]	185.27±44.21[b]
r (day^{-1})	0.145±0.010[a]	0.126±0.010[b]
λ (day^{-1})	1.156±0.010[a]	1.134±0.107[b]
T (days)	33.74±0.48[b]	36.22±0.36[a]

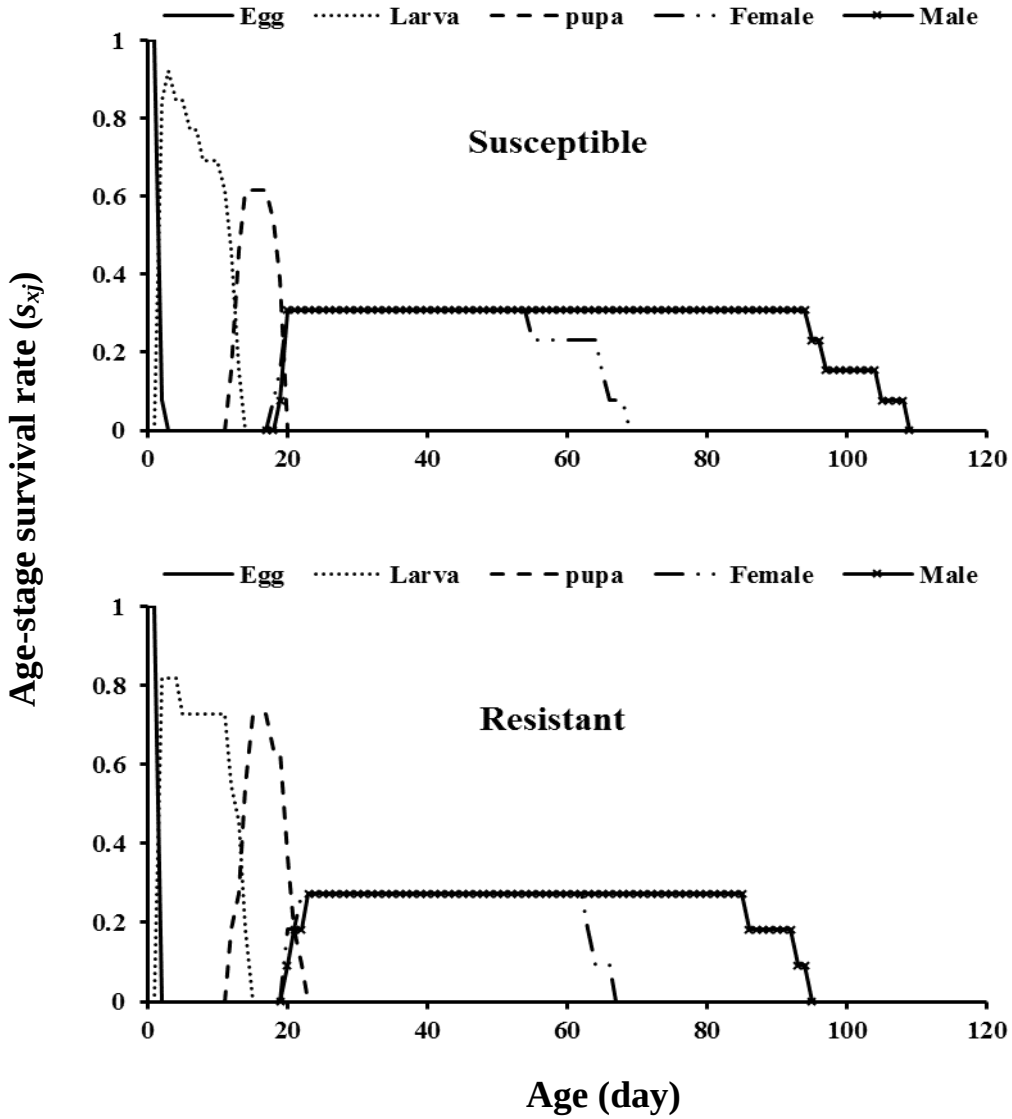
The means followed by different letters in the same row are significantly different (Paired bootstrap test, P<0.05).

نرخ زنده‌مانی ویژه سنی-مرحله سنی (s_{xj}) بیانگر زنده‌مانی و انتقال از یک مرحله سنی به مرحله سنی دیگر استT یا به عبارت دیگر نرخ زنده‌مانی هر روز را نسبت به روز قبل نشان می‌دهد (شکل ۱). با توجه به نتایج به‌دست‌آمده از نمودارهای مربوط به S_{xj} میزان مرگ و میر مراحل مختلف زیستی کفشدوزک روی دو رقم حساس و مقاوم با هم متفاوت می‌باشد و به طور کلی، مرگ و میر قبل از بلوغ روی رقم مقاوم بیشتر از رقم حساس است. نرخ زنده‌مانی ویژه سنی(l_x) بیان‌کننده نرخ زنده‌مانی هر روز نسبت به روز اول است (شکل ۲). این نمودار نرخ زنده‌مانی

افراد را در روزهای مختلف نشان می‌دهد. در این نمودار میزان زنده‌مانی مراحل مختلف زیستی قابل تمایز نیست. با توجه به این نمودار نرخ زنده‌مانی در زمان ظهور افراد بالغ کفشدوزک *H.variegata* روی رقم حساس (۶۱٪) بیشتر از رقم مقاوم (۵۴٪) است.

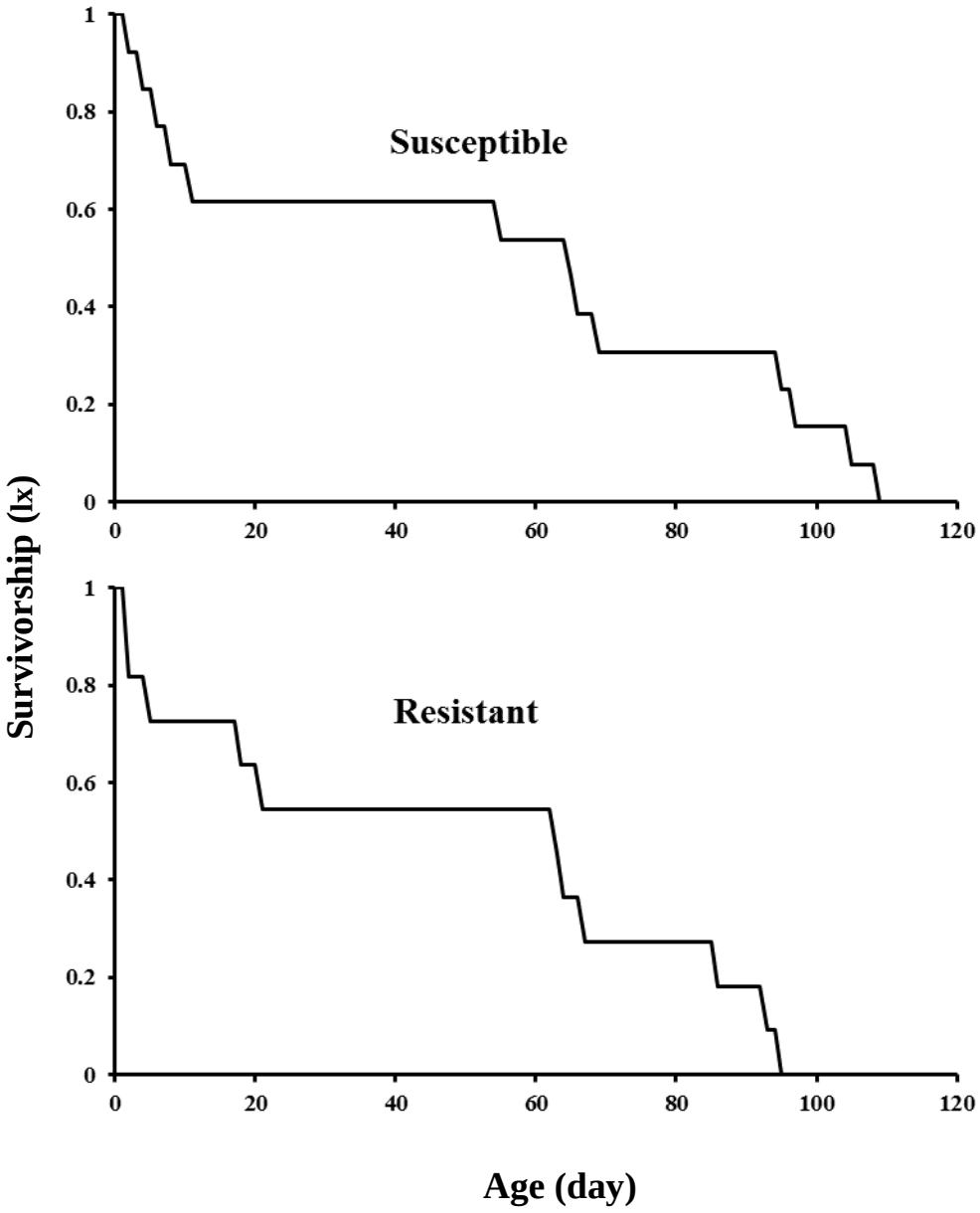
باروری ویژه سنی–مرحله سنی (f_{xj}) تعداد نتاج تولید شده توسط هر فرد کفشدوزک را در سن x و مرحله رشدی j نشان می‌دهد و باروری ویژه سنی (m_x) تعداد نتایج تولید شده توسط هر فرد کفشدوزک را در سن x نشان می‌دهد (شکل ۳). با توجه به منحنی‌های شکل ۳، اولین تخم‌ریزی کفشدوزک ماده روی رقم حساس در روز ۲۲ ام و روی رقم مقاوم در روز ۲۶ ام آغاز شده است.

امید به زندگی سنی (e_x) نشان‌دهنده مدت زمانی است که یک فرد بعد از سن x امید است زنده بماند (شکل ۴). با توجه به نمودار شماره ۴ امید به زندگی یک فرد تازه متولد شده روی رقم مقاوم ۴۶/۹۱ روز و روی رقم حساس ۵۳/۲۳ روز است. به طور کلی، امید به زندگی کفشدوزک روی رقم حساس بیشتر از رقم مقاوم است.



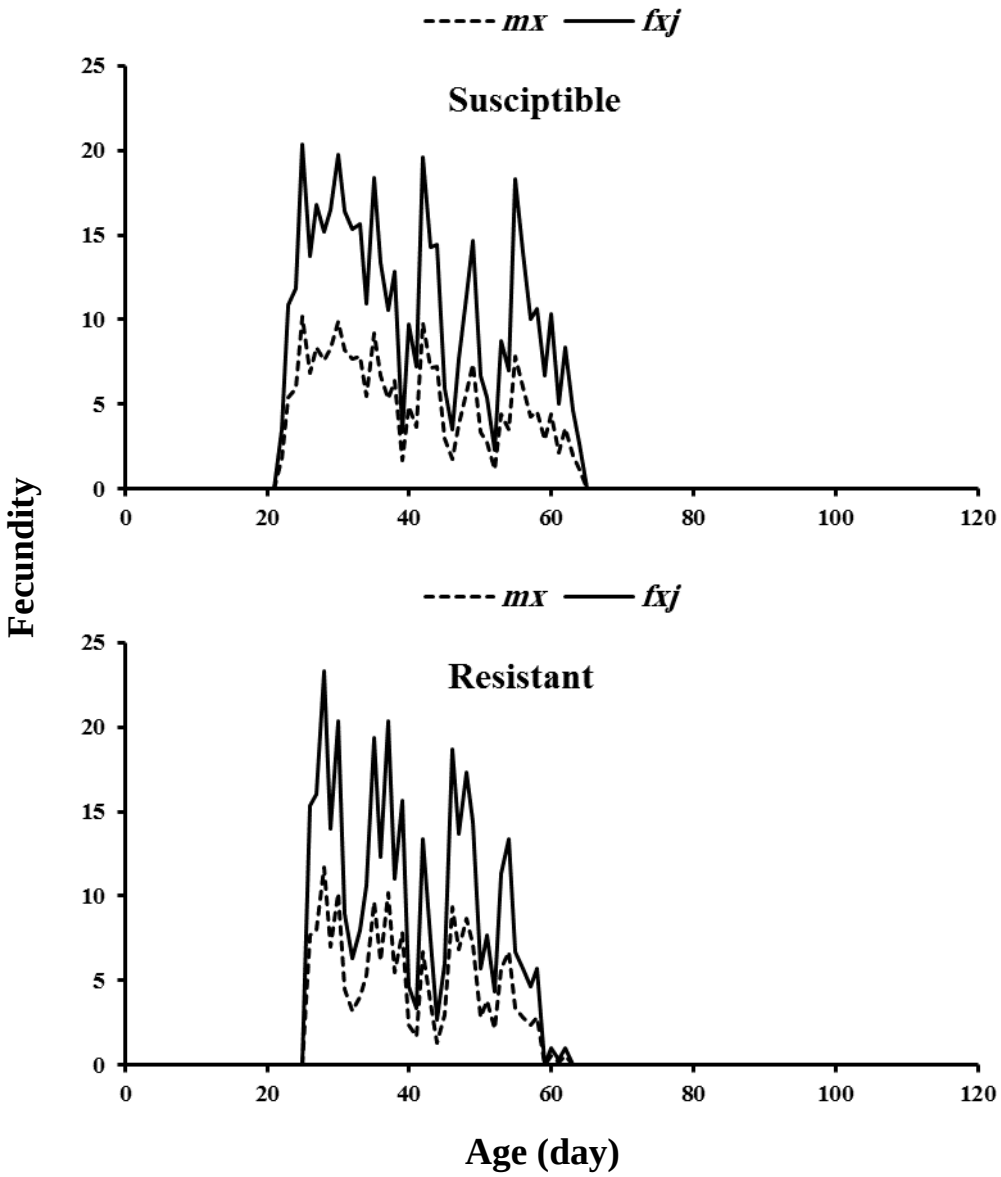
شکل ۱- نرخ زنده‌مانی ویژه سن- مرحله زیستی (s_{xj}) کفشدوزک *Hippodamia variegata* تغذیه کرده از شته‌های پرورش‌یافته روی ارقام حساس (Orange) و مقاوم (Tea) رز

Figure 1. Age-stage survival rate (s_{xj}) of *Hippodamia variegata* fed on aphids reared on the susceptible ('Orange') and resistant ('Tea') rose cultivars



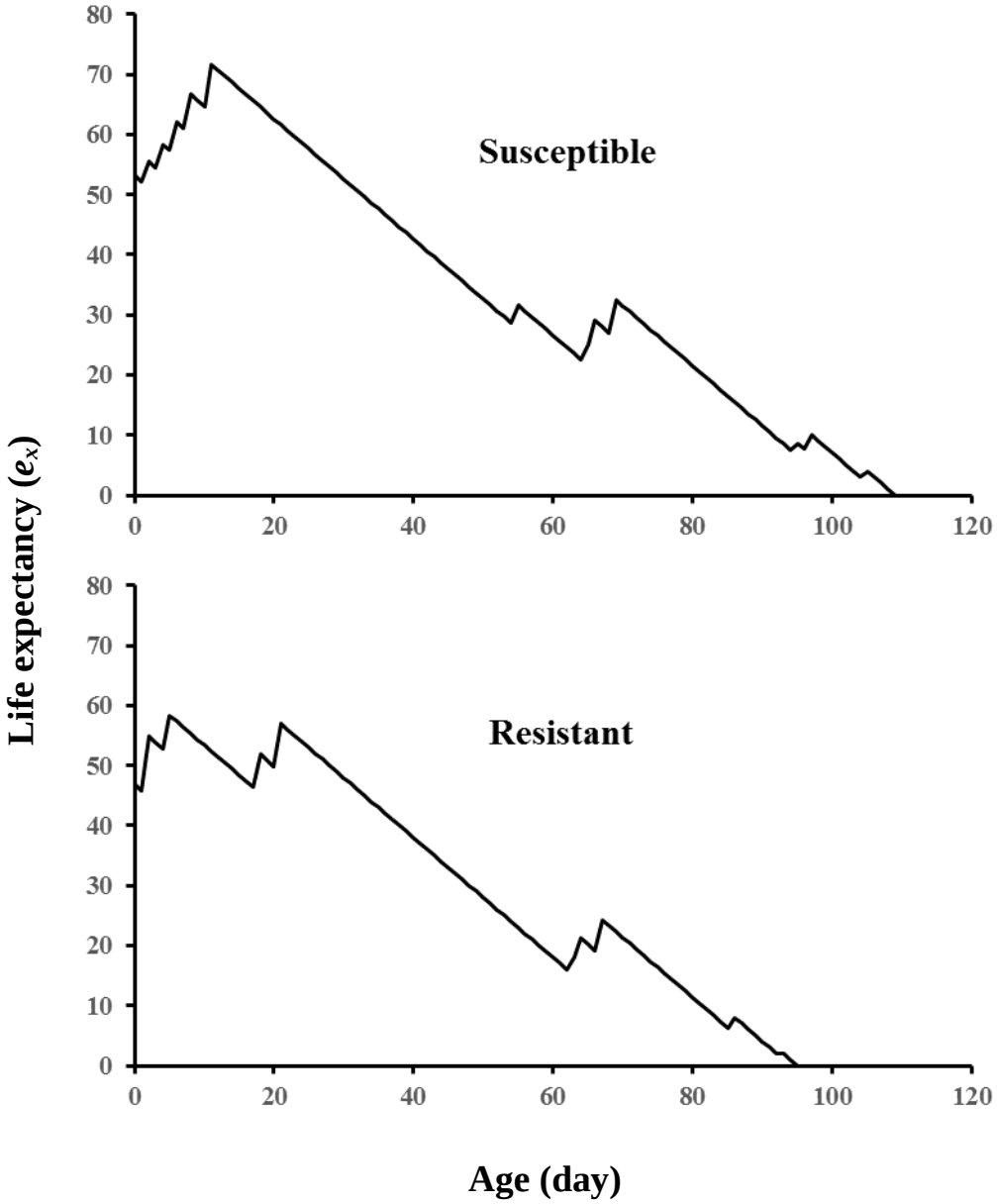
شکل ۲- نرخ زنده‌مانی ویژه سنی (l_x) کفشدوزک *Hippodamia variegata* تغذیه‌کرده از شته‌های پرورش‌یافته روی ارقام حساس (Orange) و مقاوم (Tea) رز

Figure 2. Age-specific survivorship (l_x) of *Hippodamia variegata* fed on aphids reared on the susceptible ('Orange') and resistant ('Tea') rose cultivars



شکل ۳- باروری ویژه سنی (m_x) و باروری ویژه سنی-مرحله سنی رشدی (f_{xj}) کفشدوزک *Hippodamia variegata* تغذیه کرده از شته‌های پرورش‌یافته روی ارقام حساس (Orange) و مقاوم (Tea) رز

Figure 3. Age-specific fecundity (m_x), and age-stage specific fecundity (f_{xj}) of *Hippodamia variegata* fed on aphids reared on the susceptible ('Orange') and resistant ('Tea') rose cultivars



شکل ۴- امید زندگی ویژه سنی (e_x) کفشدوزک *Hippodamia variegata* روی شته‌های پرورش یافته روی ارقام مقاوم (Tea) و حساس (Orange) رز

Figure 4. Life expectancy (e_x) of *Hippodamia variegata* fed on aphids reared on the susceptible ('Orange') and resistant ('Tea') rose cultivars

بحث

گیاهان میزبان اثرات مهمی روی زیست‌شناسی گیاه‌خواران ایجاد می‌کنند (Sedaratian *et al*., 2011). اثرات گیاه میزبان ممکن است به صورت تفاوت‌هایی در نرخ رشد و نمو، زنده‌مانی، تولیدمثل و طول عمر گیاه‌خوار مشاهده شود (Khanamani *et al*., 2013). کوتاه‌تر بودن

دوره زندگی و بالاتر بودن باروری یک آفت روی میزبان گیاهی خود نشان‌دهنده مناسب بودن میزبان گیاهی مربوطه می‌باشد (van Lenteren and Noldus, 1990). با اندازه‌گیری فراسنجه‌های زیستی آفات روی گیاهان زراعی و ارقام مختلف یک محصول می‌توان به وجود یا عدم وجود مقاومت آنتی‌بیوزی در گیاهان مورد بررسی پی برد و میزان موفقیت اجرای برنامه‌های مدیریت تلفیقی آفات را به‌ویژه در سطوح تصمیم‌گیری در انتخاب گیاهان با توجه به آفات غالب پیشگویی نمود. مقاومت آنتی‌بیوزی ممکن است به دلیل وجود مواد سمی، مواد ضدتغذیه‌ای، ترکیبات کند کننده رشد و یا کیفیت پایین مواد غذایی گیاه میزبان روی دهد که در نهایت، روی زیست‌شناسی حشره تاثیر منفی می‌گذارد (نوری قنبلانی، ۱۳۷۴). آگاهی صحیح از زیست-شناسی آفت و مشخص کردن ارقام با تراکم پایین‌تر جمعیت آفات که دارای درجاتی از مقاومت به آفات هستند، می-توانند در کنترل جمعیت آفت و کاهش مصرف سموم مؤثر باشد و حتی در تلفیق با کنترل بیولوژیک می‌توانند باعث کارایی بهتر برنامه‌های تلفیقی آفات شود (Khanamani *et al*., 2015).

روابط گیاه-گیاهخوار-دشمن طبیعی دارای پیچیدگی-های بسیاری هستند. تنوع گیاهی از یک طرف بر فراسنجه-های زیستی و فیزیولوژیک گیاهخوار تاثیر می‌گذارد و از طرف دیگر، با واسطه گیاهخوار، ویژگی‌های دشمن طبیعی گیاهخوار را تحت تاثیر قرار می‌دهد (Khanamani *et al*., 2015; Riahi *et al*., 2016; Alipour *et al*., 2019). به منظور توجیه کاهش استفاده از سموم و گسترش کاربرد هم‌زمان ارقام گیاهی مقاوم و دشمن طبیعی در کنترل آفات، جدول زندگی کفشدوزک *H. variegata* با هدف شناسایی رفتارهای زیستی، زیست‌شناسی و برآورد فراسنجه-های زیستی آن هم‌چنین با بررسی تغییرات کمی جمعیت کفشدوزک مورد نظر در طول یک نسل تشکیل شد. تعیین فراسنجه‌های جدول زندگی کفشدوزک *H. variegata* با تغذیه از شته رز روی ارقام Tea (مقاوم) و Orange (حساس) در شرایط کنترل‌شده انجام شد. نتایج این آزمایش نشان داد که ترکیبات آنتی بیوزی ارقام حساس و مقاوم گل رز نه‌تنها فراسنجه‌های زیستی شته گل رز (سطح دوم تغذیه)، بلکه فراسنجه‌های زیستی و کارایی کفشدوزک شکارگر (سطح سوم تغذیه) را نیز تحت تاثیر قرار می‌دهند. طول دوره نمو مراحل نابالغ کفشدوزک روی رقم مقاوم به صورت معنی‌داری طولانی‌تر از رقم حساس بود. این اختلاف به‌احتمال می‌تواند به دلیل تفاوت در کیفیت ارقام حساس و مقاوم رز باشد که از طریق محتویات بدن میزبان یا طعمه وارد بدن شکارگر شده‌اند. تفاوت در میزان ترکیبات شیمیایی ثانویه نیز می‌تواند منشا بروز چنین اختلافاتی شود.

نه‌تنها میزبان گیاهی شته بلکه نوع گونه شته فراسنجه‌های زیستی کفشدوزک *H. variegata* را تحت تاثیر قرار می-دهد. بنابراین، کارایی این کفشدوزک شکارگر با توجه به نوع شکاری که تغذیه می‌کند می‌تواند تغییر کند که در برنامه‌های کنترل بیولوژیک توسط این کفشدوزک باید مد نظر قرار گیرد. به عنوان مثال، طول مراحل زیستی تخم و لاروهای سن اول تا چهارم و شفیره کفشدوزک را با تغذیه از شته ذرت *Rhopalosiphum maidis* (Fitch) به‌ترتیب ۳/۵، ۳، ۲، ۲/۱، ۴/۶، ۴/۲ روز توسط آبریکی و اور (Obrycki and Orr, 1990) به‌دست آمد. در تحقیقی دیگر که توسط لنزانو و همکاران (۲۰۰۶) انجام شد، طول مراحل رشدی کفشدوزک *H. variegata* در دمای ۲۵ درجه سلسیوس با تغذیه از شته سبز هلو *Myzus persicae* (Sulzer) برای تخم ۲/۶ روز، لارو سن اول ۲/۶ روز، لارو سن دوم ۲/۰ روز، لارو سن سوم ۱/۹ روز، لارو سن چهار ۲/۹ روز و برای شفیره ۶/۱ روز و کل دوره بیش از بلوغ این کفشدوزک ۱۸/۱ روز گزارش شد. جعفری (Jafari, 2011) طول مراحل مختلف رشدی (تخم، لاروهای سن اول تا چهارم، پیش‌شفیره و شفیره *H. variegata* را در تغذیه از شته سیاه باقلا *Aphis fabae* (Scopoli) به‌ترتیب ۳/۳۵، ۳/۵۰، ۳/۰۵، ۳/۳۰، ۳/۶۵، ۱/۴۰ و ۳/۱۰ روز محاسبه کرد. طبق بررسی‌های طالبی و همکاران (۱۳۹۳) دوره رشد مراحل قبل از بلوغ کفشدوزک *H. variegata* در تغذیه از دو نوع طعمه، طول دوره‌های جنینی، لارو سن اول تا چهارم، پیش‌شفیرگی و شفیرگی شکارگر را در تغذیه از شته سبز گندم *Sitobion avenae* (Fabricius) به‌ترتیب

۲/۳۲، ۲/۱۹، ۱/۵۱، ۱/۵۲، ۲/۰۸، ۰/۷۳ و ۳/۱۴ روز و با تغذیه از شته روسی گندم به‌ترتیب ۲/۵۱، ۲/۰۴، ۱/۲۰، ۱/۶۲، ۲/۲۹، ۰/۷۳ و ۳/۱۶ روز و کل دوره پیش از بلوغ را به‌ترتیب ۱۳/۸۵ و ۱۳/۵روز به‌دست آمد که کوتاه‌تر از مقادیر به دست آمده در این پژوهش روی شته رز است. تفاوت‌های مشاهده شده در پژوهش‌های فوق می‌تواند مربوط به تفاوت در نوع گونه شته، میزبان گیاهی شته، شرایط آزمایش و جمعیت شکارگر باشد.

با وجود متفاوت بودن طول دوره‌های مختلف زیستی کفشدوزک روی دو رقم حساس و مقاوم، طول کل دوره زندگی روی این دو رقم تفاوت معنی‌داری نداشت و میانگین طول این دوره روی رقم حساس و مقاوم به‌ترتیب ۸۲/۶۲ و ۷۸/۰ روز بود. علاوه بر این، طول عمر افراد نر بالغ روی این دو رقم به‌ترتیب ۸۱/۷۵ و ۷۰/۰ روز و طول عمر افراد ماده روی این دو رقم به‌ترتیب ۴۴/۵۰ و ۴۴/۰ روز محاسبه شد. طالبی و همکاران (۱۳۹۳) در بررسی‌های خود طول عمر حشرات کامل نر و ماده کفشدوزک *H. variegata* را روی شته سبز گندم به‌ترتیب ۱۵/۵۵ و ۲۵/۹۶ روز، روی شته روسی گندم به‌ترتیب ۳۵/۸۶ و ۲۴/۸۱ روز و روی شته سمی گندم به‌ترتیب ۲۵/۷۸ و ۱۹/۸۸ روز به‌دست آوردند. الهاگ و زیتون (Elhag and Zaiton, 1996) طول عمر حشرات کامل ماده کفشدوزک را روی شته مومی کلم ۷۱/۸ روز گزارش کردند. الهابی و همکاران (El Habi *et al.*, 2000) میانگین طول عمر حشرات کامل کفشدوزک *H. variegata* را در تغذیه از شته سیاه باقلا ۵۴/۵۹ روز به‌دست آوردند. اختلاف نتایج پژوهش حاضر با نتایج به‌دست آمده در پژوهش‌های دیگر با مقادیر به‌دست آمده به‌احتمال به دلیل تفاوت در گونه طعمه و ارزش غذایی طعمه، جمعیت مختلف شکارگر و نیز شرایط آزمایش در این بررسی‌ها است.

نرخ ذاتی افزایش جمعیت پارامتر آماری مناسبی در توصیف نرخ رشد جمعیت می‌باشد که تمام پارامترهای دموگرافیک و بیولوژیک یک جمعیت را خلاصه می‌کند (Ferrero *et al.*, 2007; Khanamani *et al.*, 2013). بدیهی است که تمام عواملی که روی زنده‌مانی و نشو و نما موثرند، می‌توانند روی این فراسنجه تاثیر داشته باشند. بیشتر بودن r جمعیت شکارگر روی یک طعمه، نشان‌دهنده زنده‌مانی بیشتر مراحل قبل از بلوغ شکارگر، بیشتر بودن تعداد تخم گذاشته شده توسط هر فرد ماده و کوتاه بودن دوره نشو و نما در تغذیه ازآن طعمه است (Riahi *et al.*, 2016). در این پژوهش، مقدار نرخ ذاتی افزایش جمعیت کفشدوزک *H. variegate* با تغذیه از شته‌های پرورش‌یافته روی رقم حساس ۰/۱۴۵ بر روز به‌دست آمد که نسبت به مقادیر به دست آمده روی رقم مقاوم (۰/۱۲۶ بر روز) بیشتر بود. جعفری و همکاران (۱۳۸۷) در مطالعه‌ای نرخ ذاتی افزایش جمعیت این کفشدوزک شکارگر را در دمای ۲۵ درجه سلسیوس با تغذیه از شته سیاه باقلا ۰/۲۸۷ بر روز برآورد کردند. کونتودیماس و استاتاس (Kontodimas and Stathas, 2005) در مطالعه‌ای نرخ ذاتی افزایش جمعیت کفشدوزک مذکور را در تغذیه از شته *Dysaphis crataegi* (Kaltenbach) ۰/۱۷۸ بر روز به‌دست آوردند. فرهادی و همکاران (۲۰۱۰) نرخ ذاتی افزایش جمعیت این کفشدوزک را در تغذیه از شته باقلا ۰/۱۹۷ بر روز برآورد کردند.

به طور کلی، نتایج به دست آمده از بررسی سه سطح غذایی گل رز (گیاه)، شته رز (گیاه‌خوار) و کفشدوزک (گوشتخوار) نشان داد که مقاومت باعث کاهش زادآوری و نرخ رشد شته و در نهایت، کاهش نرخ رشد شکارگر تغذیه کننده از آن شده است. به هر حال نتایج به دست آمده در این پژوهش، به ویژه پایین بودن نرخ ذاتی افزایش جمعیت و میزان باروری این شکارگر روی رقم مقاوم گل رز (Tea)، بیانگر ضرورت انجام بررسی‌های بیشتر در خصوص استفاده تلفیقی از ارقام مقاوم و عوامل بیوکنترل در برنامه‌های کنترلی شته رز می‌باشد.

سپاسگزاری

مقاله حاضر بخشی از پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته حشره‌شناسی کشاورزی نگارنده اول می‌باشد که توسط دانشگاه شهید باهنر کرمان حمایت مالی شده است و بدین وسیله سپاسگزاری می‌شود.

References

Akhtar, I. H. and Khaliq, A. 2003. Impact of plant phenology and coccinellid predator on the population dynamics of rose aphid *Macrosiphum rosaeiformis* Das (Aphididae: Homoptera) on rose. **Asian Journal of Plant Science** 2: 119-122.

Alford, D. V. 1991. A colour atlas of pests of ornamental trees, shrubs and flower. Wolfe Pub. Ltd., London, UK, 320 pp.

Alipour, Z., Fathipour, Y., Farazmand, A. and Khanamani, M. 2019. Resistant rose cultivar affects life table parameters of two-spotted spider mite and its predators *Phytoseiulus persimilis* and *Amblyseius swirskii* (Phytoseiidae). **Systematic and Applied Acarology** 24: 1620–1630.

Asghari, F., Samie, M. A., Mahdian, K., Basirat, M. and Izadi, H. 2011. Effects of temperature on some biological characteristics of *Hippodamia variegata* (Goeze) reared on common pistachio psylla *Agonoscena pistaciae* Burckhardt and Lauterer and on angoumois grain moth, *Sitotroga crealella* Olivier. **Iranian Journal of Plant Protection Science** 42 (1): 137-149. (In Farsi)

Broumand, H. 2000. Insects of Iran: List of Coleoptera available in the insect collection of Research Institute of Pest and Plant Disease. Ministry of Agriculture, Research Organization, Education and Promotion of Agriculture. p. 44. (In Farsi)

Chi, H. 1988. Life-table analysis incorporating both sexes and variable development rates among individuals. **Environmental Entomology** 17(1): 26-34.

Dixon, A. F. G. 1989. Parthenogentic reproduction and the rate of increase in aphids. In: Minks, A. K. and Harreweign, P. (eds), Aphids their biology Natural enemies and control, Amesterdam, Elsevier 2: 269-285.

El Habi, M., Sekkat, A., El Jadd, L. and Boumezzough, A. 2000. Biology *Hippodamia variegate* Goeze (Coleoptera: Coccinellidae) et possibilities de son utilization contre *Aphis gossypii* Glov. (Hom., Aphididae). **Journal of Applied Entomology** 124: 365-375.

Elhag, E. T. A. and Zaiton, A. A. 1996. Biological parameters for four coccinellid species in central Saudi Arabia. **Journal of Biological Control** 7(3): 316-319.

Esmaili, M. 1993. Main pests of fruit trees. Sepehr Publishing, Iran.

Farhadi, R., Allahyari, H. and Juliano, S. A. 2010. Functional response of larval and adult stage of *Hippodamia variegata* (Coleoptera: Coccinellidae) to different densities of *Aphis fabae* (Hemiptera: Aphididae). **Enviromental Entomology** 39(5): 1586-1592.

Ferrero, M., De Moraes, G. J., Kreiter, S., Tixier, M. S. and Knapp, M. 2007. Life table of predatory mite *Pytoseiulus longipes* feeding on *Tetranychus evansi* at four temperatures (Acari: Phytoseiidae, Tetranychidae). **Experimental and Applied Acarology** 41(1-2): 45-54.

Flint, M. L. and Karlik, J. 1999. Roses in the garden and landscape: Insect and mite pests and beneficial, Pest Notes. University of California, Division of Agricuture and Natural Resources Pub. USA, 1-4 pp.

Golizade, A. and Jafari-Behi, V. 2010. Biological traits and life table parameters of variegated lady beetle, *Hippodamia variegata* (Coleoptera: Coccinellidae) on three aphid species. **Applied Entomology and Zoology** 47: 199-205.

Jafari Behi, V. 2011. Population growth parameters of rose aphid *Macrosiphum rosae* (L.) (Homoptera: Aphididae) on different rose varieties in laboratory conditions. Master's thesis, Mohaghegh Ardabili University. (In Farsi)

Jafari, R. 2011. Biology of *Hippodamia variegata* (Goeze) (Coleoptera: Coccinellidae) on *Aphis fabae* scopoli (Hemiptera: Aphididae). **Journal of Plant Protection Research** 51: 190-194.

Jafari, R., Kamali, K., Shujaei, M. and Stoan, H. 2008. Biological parameters of *Hippodamia variegata* on black bean aphid *Aphis fabae* in laboratory conditions. **Journal of Novel Agricultural Science** 4(10): 17-25. (In Farsi)

Khalighi, A. 1997. Growing flowers (cultivation of Iran's ornamental plants). Rozbahan Publications, Tehran 200 p. (In Farsi)

Khanamani, M., Fathipour, Y. and Hajiqanba, H. 2015. Assessing compatibility of the predatory mite *Typhlodromus bagdasarjani* (Acari: Phytoseiidae) and resistant eggplant cultivar in a tritrophic system. **Annals of the Entomological Society of America** 108: 501–512.

Khanamani, M., Fathipour, Y. and Hajiqanbar, H. 2013. Population growth response of *Tetranychus urticae* to eggplant quality: application of female age-specific and age-stage, two-sex life tables. **International Journal of Acarology** 39: 638–648.

Khanamani, M., Fathipour, Y., Hajiqanbar, H. and Sedaratian, A. 2012. Reproductive performance and life expectancy of *Tetranychus urticae* (Acari. Tetranchidae) on seven eggplant cultivars. **Journal of Crop Protection** 1(1): 57-66.

Kontodimas, D. C. and Stathas, G. J. 2005. Phenology, fecundity and life table parameters of the predator *Hippodamia variegata* reared on *Dysaphis crataegi*. **Biocontrol** 50: 223-233.

Lanzoni, A., Accinelli, G. Bazzocchi, G. and 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(4): 289-306.

Larson, R. A. 1992. Introduction to floriculture. Academic. Press Inc., California, USA, 636 pp.

Mohajeri parizi, E., Madadi, H., Alahyari, H. and Mehrnejad, M. R. 2012. A comparison of life history parameters of *Hippodamia variegata* feeding on either *Aphis gossypii* Glover or *Acyrthosiphon pisum.* **Iranian Journal of Plant Protection Science** 43(1): 73-81. (In Farsi)

Nouri-Ghanbalani, Gh., Hoseini, M. and Yaghmaei, F. 1995. Plant resistance to insects. Mashhad University Jihad Publications 262 p. (In Farsi)

Obrycki, J. J. and Orr, C. J. 1990. Suitability of three prey species for Nearctic populations of *Coccinella septempunctata*, *Hippodamia variegata*, and *Propylea quatuordecimpunctata* (Coleoptera: Coccinellidae). **Journal of Economic Entomology** 83(4): 1292-1297.

Rahmani, Sh. and Bandani, A. R. 2013. Demographic traits of *Hippodamia variegata* (Coleoptera: Coccinellidae) reared on *Aphis fabae* Scopoli (Hemiptera: Aphididae). **Archive of Phytopathology and Plant Protection** 8: 1-10.

Reinert, J. A., Mackay, W. A., George, c., McKenny, R., Cabrera, I., Sloan J. J. and Colbaugh P. F. 2006. Aphid susceptibility of rose cultivars under low maintence culture. **SNA Research of Conferenses** 51: 174-178.

Riahi, E., Fathipour, Y., Talebi, A. A. and Mehrabadi, M. 2016. Pollen quality and predator viability: life table of *Typhlodromus bagdasarjani* on seven different plant pollens and two-spotted spider mite. **Systematic and Applied Acarology** 21 (10): 1399-1412.

Sedaratian, A., Fathipour, Y. and Moharramipour, S. 2011. Comparative life table analysis of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) on 14 soybean genotypes. **Insect Science** 18: 541–553.

Talebi, A. A., Jaryani, R. and Allahyari, H. 2014. Some Biological Characteristics of *Hippodamia variegata* (Col.: Coccinellidae) rearing on Three Species of Wheat Aphids. **Journal of Animal Researches** 27 (2): 260-269. (In Farsi)

Vacante, V. and Gariza, G. T. 1987. Present possibilities of control against *Tetranychus urticae* Koch by means of *Phytoseiulus persimilis* Athias Henriot on rose and gerbera in a protected environment. **Difesa delle Piante** 10: 139-147.

Van Lenteren, J. C. and Noldus, L. P. J. J. 1990. Whitefly-plant relationship: Behavioral and biological aspects. pp 47-89. In: Whitefly: Their Bionomics, Pest Status and Management. Gerling, D. (Ed.) Intercept, Andover, U.K.

Plant Pest Research
2022- 12 (2): 62-76

Research paper

Assessing compatibility of *Hippodamia variegata* and resistant rose cultivar in the management of *Macrosiphum rosae*

A. Salari[1], M. Khanamani[2*] and M. Asadi[1]
1. Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran, 2. Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, University of Jiroft, Jiroft, Iran.

(Received: May 17, 2022- Accepted: September 4, 2022)

Abstract

Integrated management with emphasis on combination of biocontrol agents and resistant varieties can be one of the efficient strategies to manage the pests. In this study, the effect of susceptible ('Orange') and resistant ('Tea') rose cultivars on demographic parameters of the rose aphid, *Macrosiphum rosae* (L.) (Hem.: Aphididae), and its predatory lady beetle *Hippodamia variegata* (Goeze) (Col.: Coccinellidae) was determined under laboratory conditions. The obtained data were analysed according to the age-stage, two-sex life table theory, the means, as well as the standard errors of all parameters, were estimated by the bootstrap procedure. Mean developmental time of immature stages (nymphal period) of the aphid on the resistant cultivar (15.20 days) was significantly higher than the susceptible one (9.53 days). The intrinsic rate of increase (*r*) of the rose aphid on the susceptible and resistant cultivars was 0.330 and 0.115 day^{-1}, respectively. Furthermore, the values of the intrinsic rate of increase (*r*) of the predator fed on the aphids reared on the susceptible and resistant cultivars was 0.145 versus 0.126 day^{-1}, respectively. The total pre-oviposition period (TPOP) of the lady beetle on the resistant cultivar (26.66 days) was significantly longer than that on the susceptible one (23.83 days), but total fecundity on the resistant cultivar (370.34 eggs/female) was significantly lower than that on the susceptible cultivar (451.65 eggs/female). According to obtained results, considering the lower intrinsic rate of increase (*r*) and fecundity of the predator on the resistant rose cultivar ('Tea'), more attention should be devoted for integrated control of rose aphids using resistant cultivars and predatory lady beetles.

Key words: Integrated management, Lady beetle, *Hippodamia*, Life table, Antibiosis resistance

*Corresponding author: m.khanamani@gmail.com, m.khanamani@ujiroft.ac.ir