نشریه حفاظت گیاهان (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۱، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۶، ص. ۳۵۱-۳۳۷

Journal of Plant Protection
Vol. 31, No. 2, Summer 2017, P. 337-351

رهاسازی تلقیحی کفشدوزک *Stethorusgilvifrons*Mulsan (Coleoptera: Coccinellidae) برای مهار زیستی کنه تارتن خرما *Oligonychusafrasiaticus* McGregor (Prostigmata:Tetranychidae)

مسعود لطیفیان[1*]-غلامرضا کجباف والا[2]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۹/۲۹
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۳/۲۲

چکیده

در این پژوهش روش‌های مختلف رهاسازی تلقیحی کفشدوزک *Stethorusgilvifrons*Mulsan برای مهار زیستی کنه تارتن خرما *Oligonychusafrasiaticus* McGregor با استفاده از طرح آشیانه‌ای در منطقه شادگان استان خوزستان مقایسه شد. آشیان‌های اصلی شامل سه زمان رهاسازی همزمان، سه روز و یک هفته پس از ظهور کنه در نخلستان بودند. آشیان‌های فرعی شامل سه سطح مختلف رهاسازی حداقل، متوسط و حداکثر با تعداد ۰/۵، ۱ و ۳ عدد کفشدوزک در هر مترمربع به صورت روزانه که به مدت ۲ هفته ادامه داشت. این آزمایش دارای سه تکرار بود. هر تکرار شامل یک نخلستان ربع هکتاری با نخل خرمای رقم سایر بود. نتایج نشان داد بین تیمارهای مختلف رهاسازی از نظر میانگین فصلی جمعیت و سرعت رشد کنه تارتن و تعداد کفشدوزک فعال اختلاف معنی داری در سطح احتمال ۱ درصد وجود دارد. روش رهاسازی با تراکم حداکثر و همزمان با ظهور کنه به عنوان مناسب‌ترین روش رهاسازی کفشدوزک بود. زیرا در این روش کفشدوزک دارای بالاترین سرعت رشد (۰/۰۹) و کنه تارتن کمترین سطح تعادل جمعیت (۰/۲۱۶) بود. همچنین نتایج نشان داد که هر چه زمان رهاسازی به زمان شروع فعالیت کنه تارتن نزدیک‌تر و تعداد کفشدوزک رهاسازی شده در واحد سطح افزایش یابد، کارایی کفشدوزک در کنترل جمعیت آفت افزایش می‌یابد. به طوری که بالاترین کارایی در تیمار رهاسازی حداکثر و همزمان با شروع فعالیت کنه (۸۳/۲۷ درصد) بوده است.

واژه‌های کلیدی: تعداد و زمان رهاسازی حمایتی، کفشدوزک ریز سیاه، کنه تارتن نخل خرما

مقدمه

کفشدوزک‌های قبیله Stethorini شامل حدود ۹۰ گونه با پراکنش جهانی می‌باشند. این کفشدوزک‌ها شکارگر اختصاصی کنه‌های گیاه خوار می‌باشند (۱۱، ۱۷، ۲۷، ۲۹ و ۳۲).برنامه مهار زیستی مؤثر کنه‌های گیاه خوار در طی ۵۰ سال اخیر دچار تحولات فراوانی گردیده است (۶، ۸ و ۳۰). گونه‌های کفشدوزک‌های این قبیله در دهه اخیر به دلیل نقش آن‌ها در مهار زیستی کنه‌های تارتن مورد توجه زیادی قرار گرفته‌اند. حدود ۶۸ گونه از این خانواده در مناطق جهان به عنوان دشمنان طبیعی مهم کنه‌های تارتن معرفی شده‌اند (۱۴) تحقیقات نشان داده است که حدود ۴۰ درصد آن‌ها دارای اهمیت اقتصادی در کنترل کنه‌های گیاه‌خوار می‌باشند (۹).یکی از عوامل مهم پراکنش جهانی گونه‌های این قبیله جا به جایی آن‌ها توسط دانشمندان به منظور کاربرد در برنامه‌های مهار زیستی آفات محصولات کشاورزی مختلف می‌باشد (۱۳ و ۲۷).

مطالعات مختلف نشان داده است که گونه‌های مختلف کفشدوزک‌های شکارگر قبیله Stethorini با تراکم‌های بالا در مناطق مختلف جهان فعال بوده و در پایین نگاهداشتن تراکم جمعیت کنه‌های تارتن بسیار مؤثر می‌باشند (۴، ۱۲ و ۴۱). عوامل بسیاری در موفقیت کفشدوزک‌های *Stethorus* برای مهار زیستی کنه‌های تارتن مؤثر می‌باشند که از آن جمله می‌توان به تاریخچه استفاده از آفت‌کش‌ها، فنولوژی محصول، شرایط محیطی و آب و هوایی، نحوه مدیریت آفات اشاره نمود. برخی از خصوصیات زیستی این کفشدوزک‌ها نیز در این ارتباط مهم می‌باشند از جمله پتانسیل تنظیم کنندگی حشرات بالغ با دوره عمر طولانی، توانایی بالای حشرات بالغ

۱- دانشیار پژوهشی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، پژوهشکده خرما و میوه‌های گرمسیری
(*- نویسنده مسئول: Email: masoud_latifian@yahoo.com)
۲- مربی پژوهشی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان

DOI: 10.22067/jpp.v0i0.59338

Archive of SID
www.SID.ir

در مهاجرت به سمت مناطق کشاورزی و توانایی تغذیه از کنه‌های گیاه خوار غیر آفت از خانواده‌های Tetranychidae و سایر خانواده‌ها، شهد گل‌ها، عسلک شته‌ها و گرده گل‌ها می‌باشد. بر این اساس گونه‌های این خانواده تا قبل از رسیدن کنه‌های گیاه‌خوار به حالت طغیانی در محصولات مختلف حمایت می‌شوند (۳۶).

در ارتباط با کفشدوزک *S. gilvifrons* نیز برخی از این خصوصیات مؤثر در مهار زیستی مورد بررسی قرار گرفته است. از جمله این که نوع واکنش تابعی نوع سوم و دوم به ترتیب برای لارو و حشره کامل کفشدوزک *S. gilvifrons* در جمعیت سنین مختلف کنه تارتن خرما برآورد شده است. کارایی جستجوگری، نرخ برخورد، زمان دستیابی شکارگر، رفتار شکارگری و ترجیح میزبانی این کفشدوزک در جمعیت کنه تارتن خرما نشان می‌دهد که این کفشدوزک از شکارگرهای قوی بوده و می‌تواند و با کارایی مناسبی جمعیت آفت را کنترل کند. (۲۳ و ۲۸). همچنین نحوه مدیریت آفت و اثرات سموم کنه‌کش در سطح تعادل جمعیت کنه تارتن نخل خرما بررسی شده است (۳ و ۲۵).

مطالعات متعددی در ارتباط با رهاسازی گونه‌های مختلف کفشدوزک‌های جنس *Stethorus* برای کنترل انواع کنه‌های تارتن در شرایط گلخانه‌ای، مزرعه و باغ‌های درختان میوه انجام شده است (۳۴ و ۳۵). کارایی این رهاسازی‌ها از طریق شبیه‌سازی برآورد شده است (۱۵، ۲۰ و ۳۳). در کل این کفشدوزک‌ها در روی گیاهان چندساله چوبی موفق‌تر عمل نموده‌اند (۱۹). موارد موفقیت آمیز مهار زیستی با این کفشدوزک‌ها بسیار زیاد بوده از جمله کنترل کنه‌های تارتن در محصول سیب و پنسیلوانیا، مرکبات و چای در شرق و جنوب آسیا در استرالیا و نیوزلند می‌توان اشاره نمود (۱۹). رهاسازی تلقیحی با تعداد ۲۰ عدد حشره کامل از کفشدوزک *Stethorussiphounhus*Gordon در هر درخت در جنوب چین تراکم جمعیت کنه *Panonychuscitri* (McGregor) را به حدی کاهش داده که نیاز به استفاده از کنه‌کش‌ها را بر طرف نموده است (۱۹).

موفق‌ترین برنامه مهار زیستی در این گروه استفاده از *Stethorus punctum* (LeConte) در باغ‌های سیب و هلو در شرق آمریکا بوده است. در طی دهه ۱۹۷۰ اجرای برنامه مهار زیستی کنه‌های تارتن با استفاده ازاین کفشدوزک باعث کاهش مصرف ۱۰۰۰ تن از کنه‌کش‌های خطرناک در سیستم‌های باغی گردید. سود اقتصادی حاصل از اجرای این برنامه معادل ۲۰ میلیون دلار ناشی از هزینه‌های مستقیم ناشی از مصرف سم بوده است (۵).

تا قبل از انجام این پژوهش مطالعه‌ای در رابطه با مناسب‌ترین شرایط رهاسازی تلقیحی کفشدوزک *S. gilvifrons* در جمعیت کنه تارتن خرما *Oligonychusafrasiaticus* در شرایط نخلستان انجام نشده بود. با توجه به این که تعیین تعداد و زمان رهاسازی یکی از عوامل مهم اجرای برنامه‌های مهار زیستی می‌باشد. این پژوهش برای بررسی کارایی روش رهاسازی تلقیحی کفشدوزک ریز سیاه در جمعیت کنه تارتن خرما در شرایط نخلستان انجام شد.

مواد و روش‌ها

تکثیر انبوه کفشدوزک *S. Gilvifrons* و کنه تارتن *O. afrasiaticus*

برای جمع‌آوری کفشدوزک از کنه تارتن نیشکر *Oligonychussacchari*(McGregor) به عنوان طعمه استفاده شد. برای پرورش کنه تارتن نیشکر قطعه زمینی به مساحت حدود ۰/۵ هکتار واقع در کشت و صنعت نیشکر که توسط رقم Cp-48 – 103 نیشکر کشت شد. در اواخر اردیبهشت ماه همزمان با پیدایش کنه نیشکر به صورت روزانه قطعه زمین مورد بازدید قرار گرفت. نمونه‌های حشرات کامل کفشدوزک به کمک آسپیراتور جمع آوری می‌گردید. نمونه‌های جمع‌آوری شده پس از انتقال به آزمایشگاه درون ظروف استوانه‌ای استیرنی به قطر ۷ سانتی‌متر و با ارتفاع ۱۰سانتی‌متر پرورش داده شدند. یک سوراخ جهت تهویه هوا در قسمت درب ظرف ایجاد شد و سوراخ‌ها با پارچه تنظیف پوشانده شدند. برای تغذیه کفشدوزک‌ها از کنه تارتن خرما *O. afrasiaticus* که به صورت روزانه از خوشه‌های آلوده خرما تهیه می‌شدند، استفاده گردید. حشرات کامل کفشدوزک پس از ظهور برای کاهش رشد و تغذیه در دمای حدود ۲±۱۰ درجه سانتی‌گراد تا قبل از رهاسازی نگهداری شدند.

روش‌های رهاسازی تلقیحی کفشدوزک *S. gilvifrons*

برای تحلیل عملکرد و آزمون تفاوت بین برآورد پارامترهای مؤثر در مهار زیستی کنه تارتن خرما توسط کفشدوزک ریز سیاه در شرایط مختلف از نظر زمان و تعداد رهاسازی از طرح‌های آزمایشی آشیانه‌ای[1] دو سطحی استفاده شد (۳۱). آشیان اصلی شامل سه تیمار زمان رهاسازی همزمان، سه روز و یک هفته پس از ظهور کنه تارتن خرما در هر نخلستان بود. آشیان‌های فرعی نیز شامل سه تراکم مختلف رهاسازی کفشدوزک ریز سیاه شامل رهاسازی حداقل، متوسط و حداکثر به ترتیب با تعداد ۰/۵، ۱ و ۳ عدد کفشدوزک در هر مترمربع بود که بصورت روزانه و به مدت ۲ هفته ادامه داشت. در این تحقیق نیز با توجه به این که تراکم کشت در نخلستان‌های مختلف متفاوت است، از واحد سطح برای تعیین تراکم رهاسازی استفاده شد. این آزمایش دارای سه تکرار بود و هر تکرار شامل یک نخلستان ربع هکتاری با نخل خرمای رقم غالب استعمران (سایر) بود. تیمار شاهد

1 -Nested design

Archive of SID

www.SID.ir

نیز بدون کنترل شیمیایی و مهار زیستی در نظر گرفته شد.

برای رهاسازی از کفشدوزک‌هایی استفاده شد که دو الی سه روز در شرایط آزمایشگاهی نگهداری شده بودند. برای این منظور ابتدا آن‌ها را روی خوشه‌های آلوده‌ای که به وسیله توری پارچه‌ای محصور شده بودند، رهاسازی می‌گردیدند. پس از یک هفته از استقرار توری‌ها باز شده تا استقرار کفشدوزک در نخلستان مورد آزمایش روند طبیعی خود را طی نماید.

الف- تغییرات فصلی تراکم جمعیت شکار و شکارگر در تیمارهای رهاسازی

در تیمارهایرهاسازی و شاهد تعداد ۳ نخل به صورت تصادفی انتخاب شد. از هر خوشه نخل خرما تعداد ۱۰ رشته و ۱۰۰ عدد میوه به صورت تصادفی برگزیده شده و تعداد کنه تارتن (شکار) و کفشدوزک (شکارگر) در مراحل مختلف رشدی آمار برداری می‌گردید. به منظور تصادفی کردن روش نمونه برداری تعداد ۱۰ رشته به وسیله قیچی باغبانی از قسمت قاعده خوشه جدا می‌شدند. نمونه‌برداری‌ها به فاصله هر ۷ روز یک‌بار انجام می‌شد.

ب- محاسبه نرخ رشد شکار و شکارگر در تیمارهای مختلف رهاسازی

متوسط تراکم جمعیت مؤثرشکار و شکارگر در هر تیمار برای مقایسه نرخ رشد جمعیت آنها براساس رابطه زیر مورد استفاده قرار گرفت(۱۲):

$$\text{Pery-Day} = [(MD_{t1})+(MD_{t2})]/(D_{t2-t1}) \quad (۱)$$

$$\text{Predator- Day} = [(CD_{t1})+(CD_{t2})]/(D_{t2-t1}) \quad (۲)$$

در این روابط ۱ و ۲ MD_{t1} و MD_{t2} به ترتیب تراکم جمعیت کنه (شکار) در دو هفته متوالی و CD_{t1}و CD_{t2}به ترتیب تراکم جمعیت کفشدوزک (شکارگر) در دو هفته متوالیبوده است. فاصله زمانی D_{t2-t1} معادل ۷ روز بود. متوسط نرخ رشد فصلی شکار و شکارگر با استفاده از روابط ۳ و ۴ محاسبه می‌گردد.

$$\lambda_{\text{prey}} = (\sum_{i=1}^{n} Pray - dayi)/n \quad (۳)$$

$$\lambda_{\text{predator}} = (\sum_{i=1}^{n} Predator - dayi)/n \quad (۴)$$

در روابط ۳ و ۴ λ_{prey}، $\lambda_{\text{predator}}$، n، Prey- dayi و Predator-dayi به ترتیب متوسط نرخ فصلی شکار و شکارگر، تعداد نمونه برداری در طول فصل، جمعیت مؤثر شکار و شکارگر در هر نمونه برداری می باشند. پس از محاسبه مقادیر مربوطه و تجزیه واریانس، میانگین‌ها بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن مقایسه شدند.

ج- محاسبه سطح تعادل جمعیت شکار و شکارگر در تیمارهای مختلف رهاسازی

بر اساس مدل نیکولسون نقطه تعادل جمعیت شکارگر و شکار که با P* وN*نشان داده می‌شوند را می‌توان با استفاده از روابط ۵ و ۶ بدست آورد (۲):

$$P^* = \frac{\log_e \lambda_{prey}}{a} \quad (۵)$$

$$N^* = \frac{\lambda_{prey} \log_e \lambda_{prey}}{(\lambda_{prey} - 1)a} \quad (۶)$$

در روابط ۵ و ۶ a پارامترسطح اکتشاف کفشدوزک شکارگر است که براساس مطالعات قبلی معادل ۰/۵۸ در نظر گرفته شده است. سایر پارامترهای معادلات مشابه قبل تعریف گردیده است (۲۴).

د- بررسی استقرار کفشدوزک شکارگر

روش همبستگی تغییرات تراکم جمعیت شکار و شکارگر در طی فصل از مهم‌ترین روش‌های بررسی رابطه وابسته به انبوهی و استقرار شکارگر رهاسازی شده در جمعیت شکار است. داشتن ضریب همبستگی مثبت و قوی نشان دهنده موفق‌تر بودن شکارگر در شرایط رهاسازی بود (۲۲). در این پژوهش رابطه همبستگی تغییرات تراکم جمعیت کفشدوزک ریز سیاه (شکارگر) و کنه تارتن خرما (شکار) با استفاده از روش پیرسون در شرایط مختلف رهاسازی به عنوان شاخص وابسته به انبوهی بودن شکارگر و استقرار آن محاسبه گردید.

ح- محاسبه احتمال استقرار شکارگر و کنترل جمعیت شکار

احتمال استقرار شکارگر و کنترل جمعیت شکار به ترتیبی عبارتاست از متوسط احتمال قرار گرفتن جمعیت شکارگر و شکار در بالاتر و پایین تر از خط تعادل در طی فصل که با استفاده از روابط ۷ و ۸ محاسبه گردیده است

$$P(X)_{predatore} = \sum_{i=1}^{n} (predator - day_i - P^*) \quad (۷)$$

$$P(X)_{prey} = \sum_{i=1}^{n} (prey - day_i - N^*) \quad (۸)$$

در روابط ۷ و ۸ پارامترهای $P(X)_{predatore}$ و $P(X)_{prey}$ به ترتیب احتمال فصلی قرار گرفتن شکارگر در بالای خط تعادل و شکار در زیر خط تعادل می‌باشند. سایر پارامترهای معادلات مشابه قبل تعریف گردیده است (۳۷ و ۴۲).

د- بررسی کارایی تیمارهای مختلف رهاسازی در کاهش جمعیت مؤثر کنه تارتن خرما

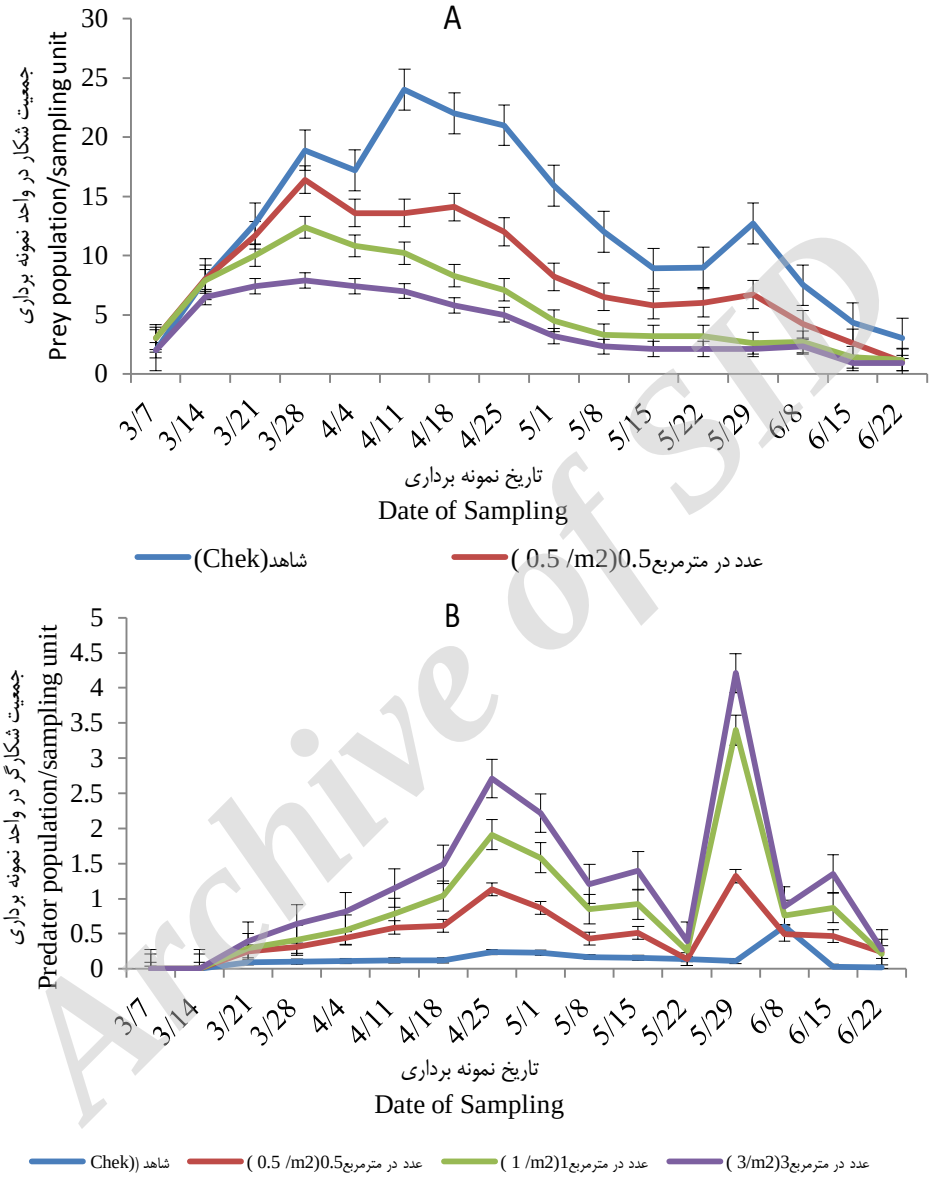
به منظور بررسی کارایی تیمارهای مختلف در کاهش جمعیت

Archive of SID

www.SID.ir

$$R = \frac{(C-W)}{C} \times 100 \quad (۹)$$

مؤثر کنه تارتن خرما از رابطه ۹ استفاده گردید. در ایـن رابطـه C وW متوسط Prey- day به ترتیب در شاهد و تیمارهای مختلف رهاسـازی می‌باشند (۴۰).

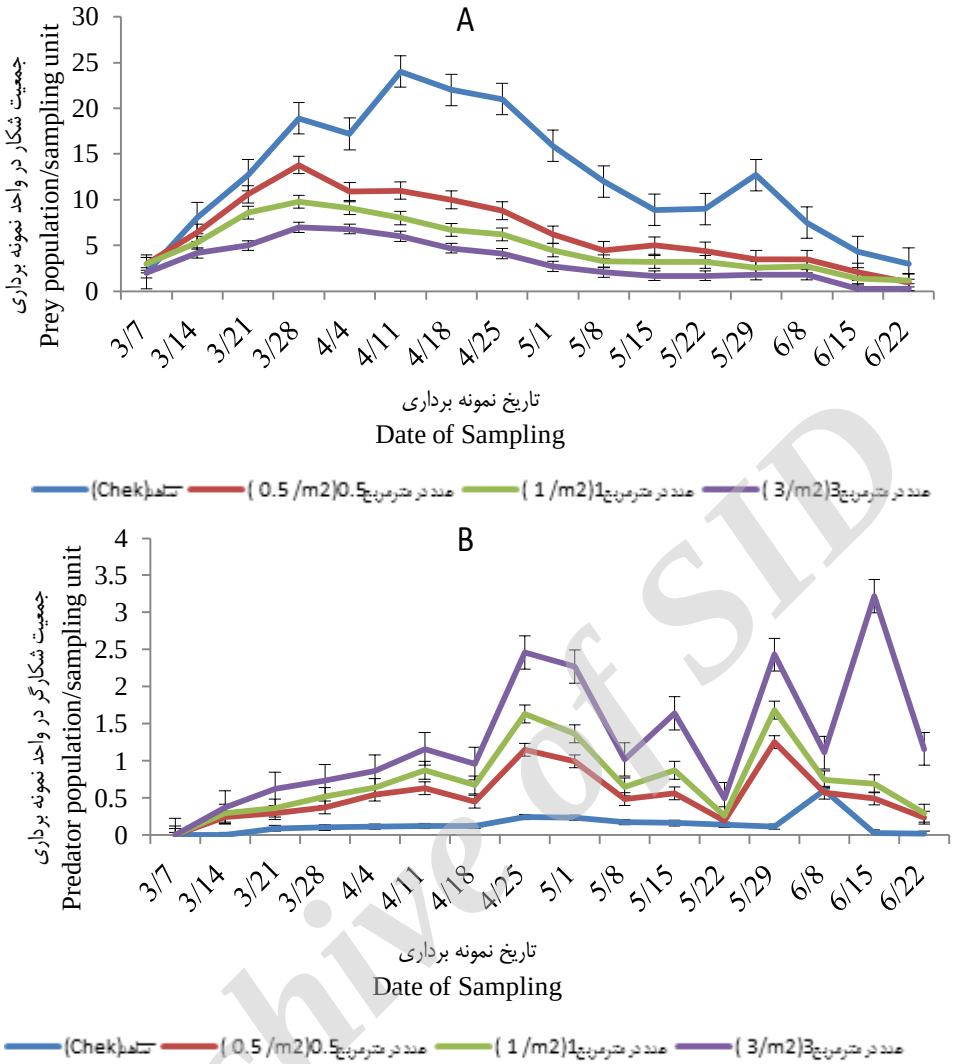


شکل ۱- تغییرات تراکم نسبی جمعیت کنه تارتن خرما (A) و کفشدوزک (B) در تیمارهای مختلف رهاسازی و شاهد در شرایط رهاسازی ۷ روز پس از ظهور کنه

Figure 1- The seasonal relative density of Date spider mite (A) and coccinelid (B) in the different density of release and control7days after the beginning of prey activities condition

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۲- تغییرات تراکم نسبی جمعیت کنه تارتن خرما (A) و کفشدوزک (B) در تیمارهای مختلف رهاسازی و شاهد در شرایط رهاسازی ۳ روز پس از ظهور کنه

Figure 2- The seasonal relative density of Date spider mite (A) and coccinelid (B) in the different density of release and control in 3days after the beginning of prey activities condition

نتایج

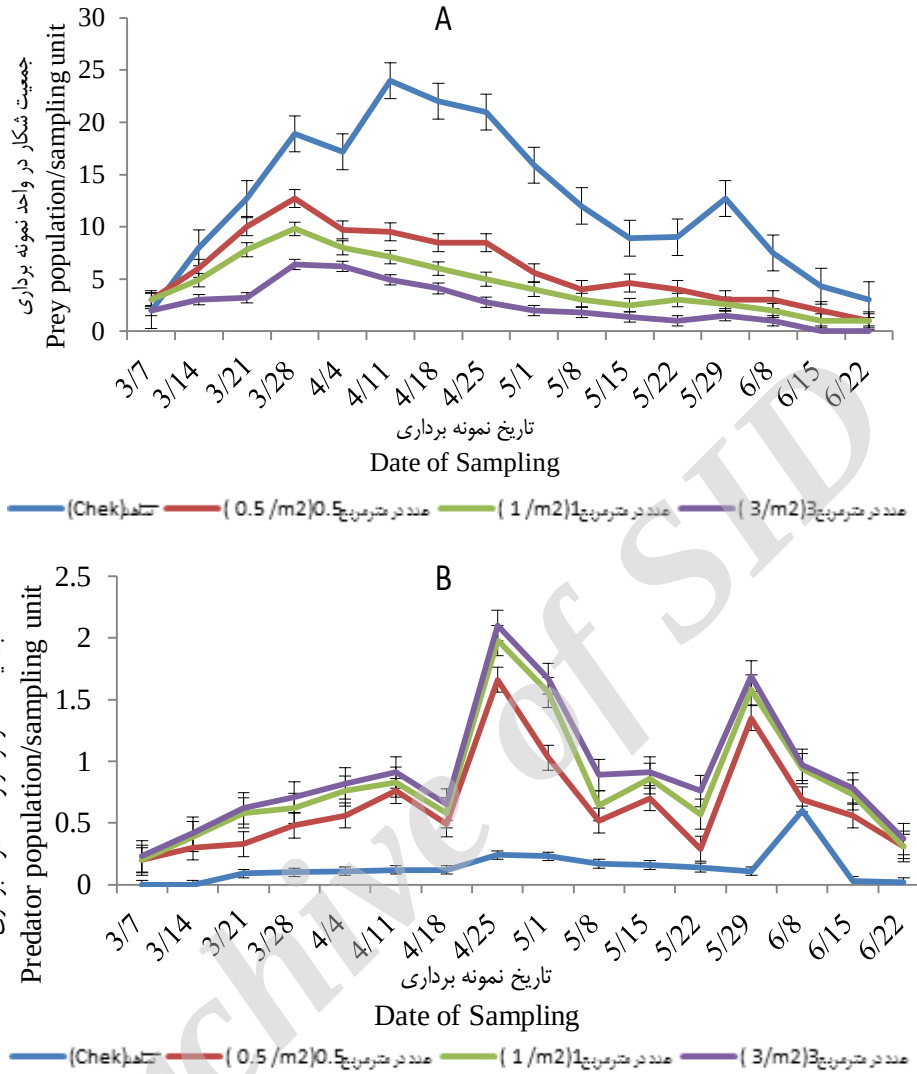
تغییرات فصلی تراکم جمعیت شکار و شکارگر در تیمارهای مختلف

تغییرات فصلی تراکمنسبی جمعیت کنه تارتن خرما (شکار) و کفشدوزک ریز سیاه (شکارگر) در تیمارهای مختلف و شاهد در شکل‌های ۱ تا ۳ نشان داده شده است.

همان‌طور که در شکل‌های ۱ تا ۳ ملاحظه می‌گردد، کم‌ترین تراکم شکار و بیش‌ترین تراکم جمعیت شکارگر در شرایط رهاسازی ۳ و ۷ روز پس از ظهور کنه تارتن همزمان با ظهور به تعداد ۳ عدد کفشدوزک در متر مربع ثبت شده است. براساس مطالعات انجام شده جمعیت کفشدوزک ریزسیاه در شاهد با تیمارهای مختلف رهاسازی از نظر میانگین فصلی جمعیت شکار (df=۳ و ms=۱۰/۰۰۳) و شکارگر (df=۳ و ms=۰/۰۰۳) اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد وجود دارد. همانگونه که نمودارهای تغییرات فصلی نشان می‌دهند، اوج تراکم جمعیت کفشدوزکحدود اواسط تا اواخر تیرماه مشاهده گردیده است که در این زمان میوه خرما در مرحله خارک بوده و بیشترین حساسیت را نسبت به جمعیت کنه تارتن نشان می‌دهد. در تمام تیمارها جمعیت کفشدوزک بالاتر از تیمار شاهد بود.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۳- تغییرات تراکم نسبی جمعیت کنه تارتن خرما (A) و کفشدوزک (B) در تراکم‌های مختلف رهاسازی و شاهد در شرایط رهاسازی همزمان با ظهور کنه

Figure 3-The seasonal relative density of Date spider mite (A) and coccinelid (B) in the different density ofrelease and control inSimultaneous the beginning of prey activities condition

با افزایش تعداد رهاسازی و نزدیک‌تر شدن زمان رهاسازی به زمان شروع فعالیت کنه در نخلستان، سطح جمعیت کفشدوزک بالاتر و سطح جمعیت کنه تارتن پایین‌تر بود.در تیمار شاهد ظهور کفشدوزک شکارگر حدود ۲ هفته پس از ظهور کنه تارتن بوده است. همین موضوع باعث ضعف شکارگر برای استقرار بر روی جمعیت شکار در طول فصل گردیده است. اما در سایر تیمارها با نزدیک شدن زمان رهاسازی به زمان شروع فعالیت کنه در نخلستان، جمعیت شکارگر در طول فصل هماهنگی بیشتری با تغییرات جمعیت کنه تارتن نشان می‌دهد. بیشترین هماهنگی بین جمعیت شکار و شکارگر در شرایط رهاسازی همزمان با شروع فعالیت کنه تارتن بوده است. هر چه در زمان رهاسازی تاخیر بیشتری وجود داشته از میزان این هماهنگی کاسته شده است.

نرخ فصلی رشد و سطح تعادل جمعیت شکار و شکارگردر تیمارهای مختلف

نرخ فصلی رشد شکار (df=۳ و ms=۰/۰۰۲)، شکارگر (df=۳ و ms=۰/۰۰۴) و سطح تعادل جمعیت شکار (df=۳ و ms=۰/۰۴۱) و شکارگر (df=۳ و ms=۰/۰۳۶) به ترتیب براساس روابط ۳، ۴، ۵ و ۶

Archive of SID

www.SID.ir

محاسبه گردید که نتایج آن همراه با مقایسه آماری در جدول ۱ درج گردیده است.

جدول ۱- مقایسه نرخ فصلی رشد و سطح تعادل جمعیت شکار و شکارگر در تیمارهای مختلف رهاسازی و شاهد

Table 1-The seasonal growth rate and the prey and predator population equilibriums in different release treatments and control

شاخص-ها Indices	همزمان با شروع فعالیت شکار Simultaneous the beginning of prey activities			۳ روز پس از شروع فعالیت شکار 3days after the beginning of prey activities			۷ روز پس از شروع فعالیت شکار 7days after the beginning of prey activities			شاهد Control
	۳ عدد در متر مربع 3per square meter	۱ عدد در متر مربع 1per square meter	۰/۵ عدد در متر مربع 0.5per square meter	۳ عدد در متر مربع 3per square meter	۱ عدد در متر مربع 1per square meter	۰/۵ عدد در متر مربع 0.5per square meter	۳ عدد در متر مربع 3per square meter	۱ عدد در متر مربع 1per square meter	۰/۵ عدد در متر مربع 0.5per square meter	
$\lambda_{predator}$	0.09a	0.077c	0.074c	0.083b	0.074c	0.058d	0.07c	0.057d	0.057d	0.003e
λ_{prey}	0.368f	0.774d	0.991c	0.508e	0.875d	1.077b	0.708d	0.991c	1.334b	2.206a
P*	0.259c	0.182d	0.283c	0.214c	0.264c	0.299c	0.122d	0.381b	0.664a	0.058e
N*	0.216e	0.283d	0.326c	0.264d	0.299d	0.380b	0.381b	0.321c	0.380b	1.077a

بالاترین متوسط نرخ رشد فصلی شکارگر (کفشدوزک ریز سیاه) و کمترین نرخ رشد فصلی شکار (کنه تارتن خرما) بر اساس نتایج بدست آمده در تیمار رهاسازی ۳ عدد در متر مربع و همزمان با شروع فعالیت شکار در نخلستان بوده است. از طرفی پایین‌ترین سطح تعادل کنه تارتن خرما در شرایط این تیمار ثبت شد. در کلیه تیمارهای رهاسازی سرعت رشد شکارگر و شکار نسبت به شاهد به ترتیب افزایش و کاهش داشته است. با افزایش تعداد رهاسازی در واحد سطح سطح تعادل جمعیت کنه تارتن کاهش و سرعت رشد شکارگر افزایش داشته است. هر چه همزمانی رهاسازی با شروع فعالیت کنه تارتن خرما در نخلستان نزدیک‌تر بوده سطح تعادل جمعیت کنه تارتن پایین‌تر و سرعت رشد شکارگر بالاتر بوده است.

البته متوسط تراکم جمعیت مؤثر شکار و شکارگر نسبت به سطح تعادل جمعیت آنها در طی فصل دارای تغییراتی است که این تغییرات در شرایط تیمارهای مختلف در شکل‌های ۴ تا۷ نشان داده شده است.

همان طور که در شکل‌های ۱ تا ۷ ملاحظه می‌گردد. در تیمار شاهد جمعیت شکارگر در طی فصل همواره پایین‌تر از خط تعادل است. از طرفی جمعیت شکار در کل دوره فصل به غیر از مراحل انتهایی رشد میوه خرما که به دلیل ورود به مرحله فنولوژیکی رطب حساسیت کاهش یافته و از ابتدای دهه دوم جمعیت کنه تارتن به زیر سطح تعادل کاهش می‌یابد. در تمام تیمارهای رهاسازی افزایش سطح جمعیت مؤثر شکارگر و کاهش جمعیت مؤثر شکار نسبت به شاهد مشاهده گردید. با نزدیک شده زمان رهاسازی به زمان شروع فعالیت کنه تارتن، تعداد و مدت زمان کاهش جمعیت شکارگر از خط تعادل جمعیت شکارگر و تعداد و طول مدت افزایش جمعیت کنه تارتن از خط تعادل جمعیت آن کاسته شد. افزایش تعداد رهاسازی در واحد سطح نیز نتایج مشابهی در کاهش انحراف از حالت تعادل داشته است. در میان تیمارهای مورد بررسی رهاسازی همزمان با شروع فعالیت شکار و به تعدادسه عدد در متر مربع شرایط مناسب‌تری از بقیه تیمارها داشته است. به طوری که در اکثر مواقع جمعیت مؤثر شکارگر در حد یا بالاتر از خط تعادل بوده و جمعیت شکار به غیر یک دوره کوتاه مدت اولیه در اکثر مواقع پایین‌تر یا در حد تعادل بوده است.

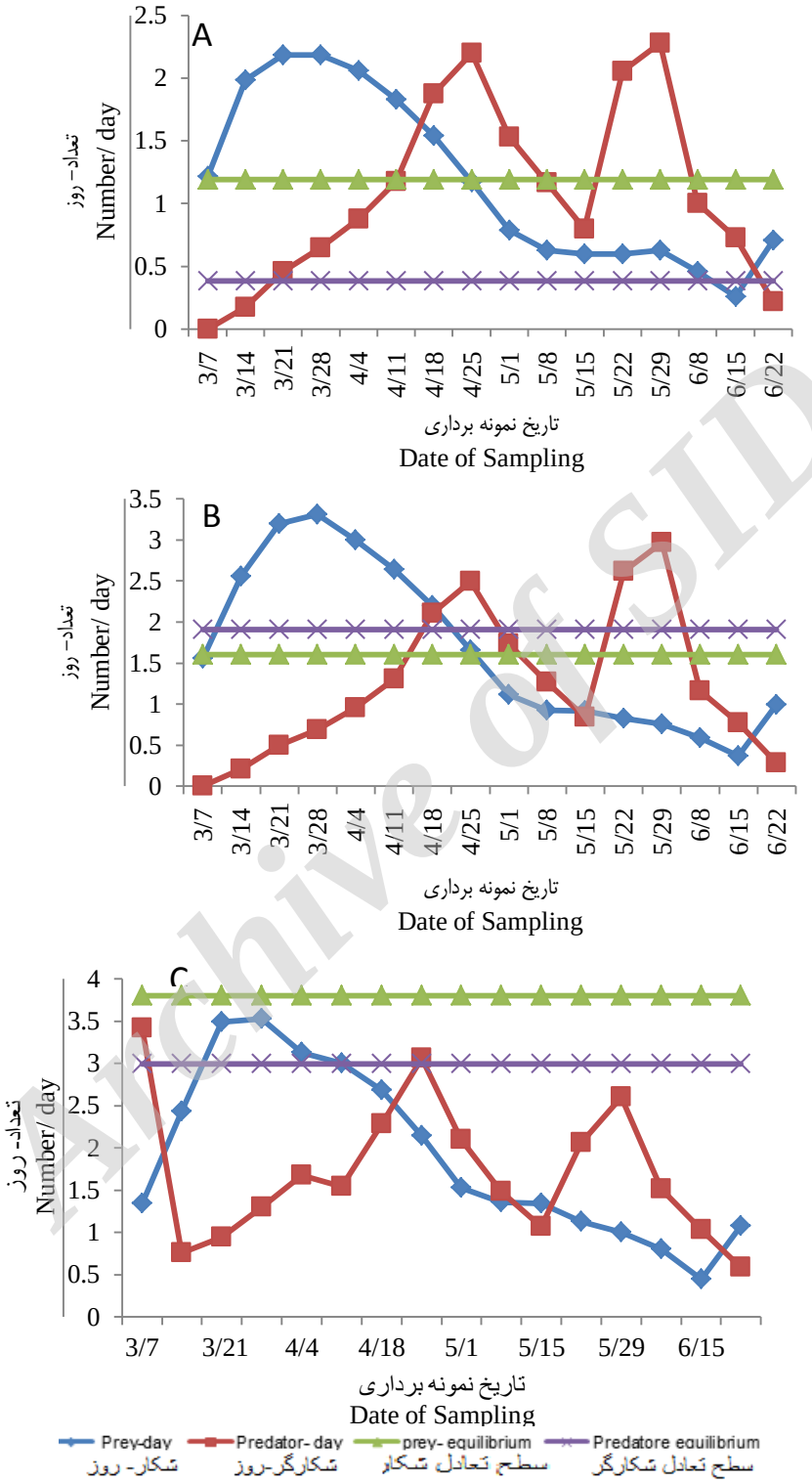
۳- بررسی وضعیت استقرار کفشدوزک شکارگر در تیمارهای مختلف رهاسازی

به منظور بررسی همبستگی تغییرات جمعیت شکارگر نسبت به شکار و مطالعه واکنش وابسته به انبوهی آن‌ها، ضریب همبستگی تغییرات تراکم شکارگر (کفشدوزک) و شکار (کنه) در شرایط مختلف رهاسازی مطابق شکل ۸ محاسبه و با تیمار شاهد مقایسه شد.

همان طور که در شکل ۸ ملاحظه می‌گردد، بالاترین ضریب همبستگی در شرایط رهاسازی همزمان با ظهور کنه تارتن و به تعداد ۳ عدد کفشدوزک در متر مربع بوده است. در میان تیمارهای رهاسازی دو تیمار رهاسازی ۳ و ۱ عدد کفشدوزک در مترمربع و همزمان با ظهور دارای همبستگی قوی و معنی‌دار بوده (α =۰/۱,F=۴۴۱/۶۱) لذا در آن شرایط واکنش وابسته به انبوهی کفشدوزک مشاهده شد.

Archive of SID

www.SID.ir

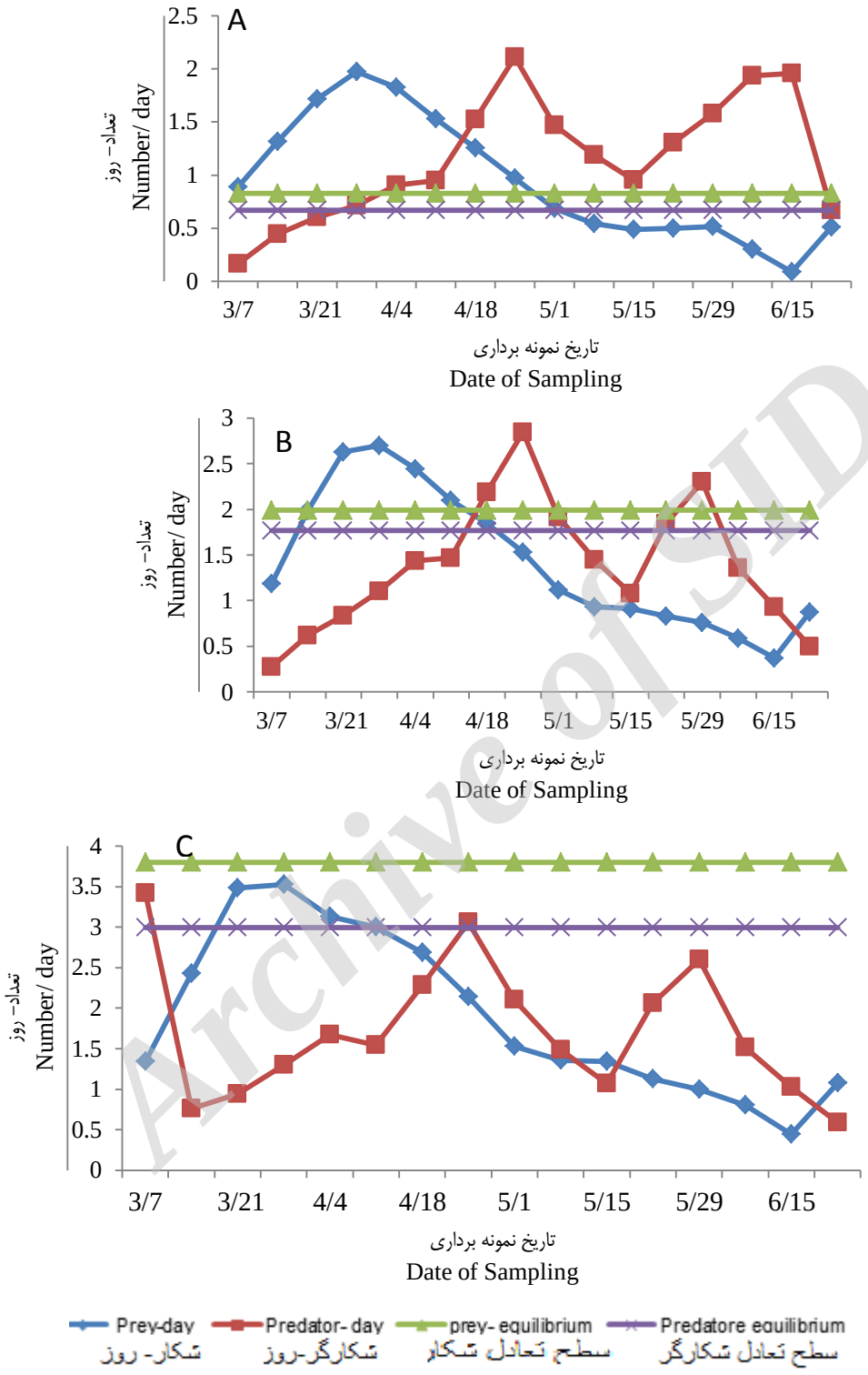


شکل ٤- تغییرات فصلی تراکم جمعیت مؤثر شکارگر و شکار نسبت به سطح تعادل جمعیت آنها در شرایط رهاسازی ۷ روز پس از شروع فعالیت کنه تارتن خرما با تراکم سه عدد در متر مربع (A) ، یک عدد در متر مربع (B) و ۰/۵ عدد در متر مربع (C)

Fig4-Seasonal effective population fluctuation of predator and prey compared to equilibriums in 7days after the beginning of prey activitiesrelease condition with density of release 3/m^2(A), 1/m^2 (B) and 0.5/m^2 (C)

Archive of SID

www.SID.ir

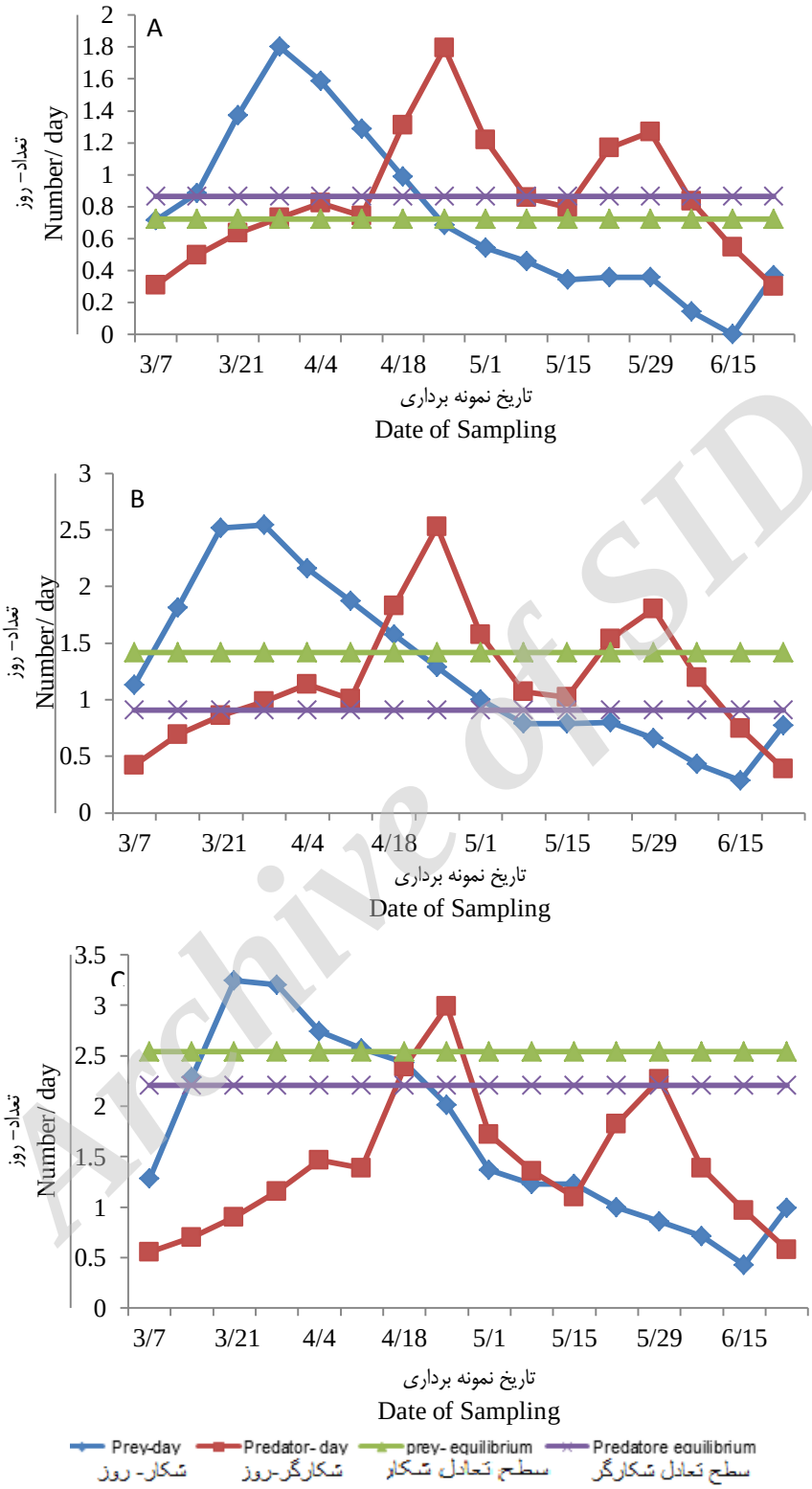


شکل ۵- تغییرات فصلی تراکم جمعیت مؤثر شکارگر و شکار نسبت به سطح تعادل جمعیت آنها در شرایط رهاسازی ۳ روز پس از شروع فعالیت کنه تارتن خرمابا تراکم سه عدد در متر مربع (A) ، یک عدد در متر مربع (B) و ۰/۵ عدد در متر مربع (C)

Fig5-Seasonal effective population fluctuation of predator and prey compared to equilibriums in 3ays after the beginning of prey activitiesrelease condition density of release 3/m^2(A), 1/m^2 (B) and 0.5/m^2 (C)

Archive of SID

www.SID.ir

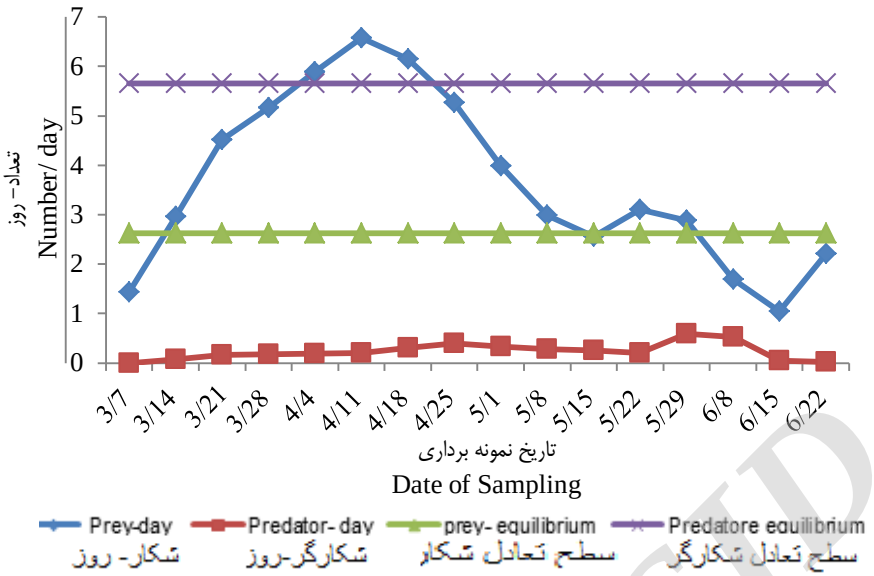


شکل ٦- تغییرات فصلی تراکم جمعیت مؤثر شکارگر و شکار نسبت به سطح تعادل جمعیت آنها در شرایط رهاسازی همزمان با شروع فعالیت کنه تارتن خرمابا تراکم سه عدد در متر مربع (A) ، یک عدد در متر مربع (B) و ۰/۵ عدد در متر مربع (C)

Fig6-Seasonal effective population fluctuation of predator and prey compared to equilibriums in control condition density of release 3/m^2(A), 1/m^2 (B) and 0.5/m^2 (C)

Archive of SID

www.SID.ir

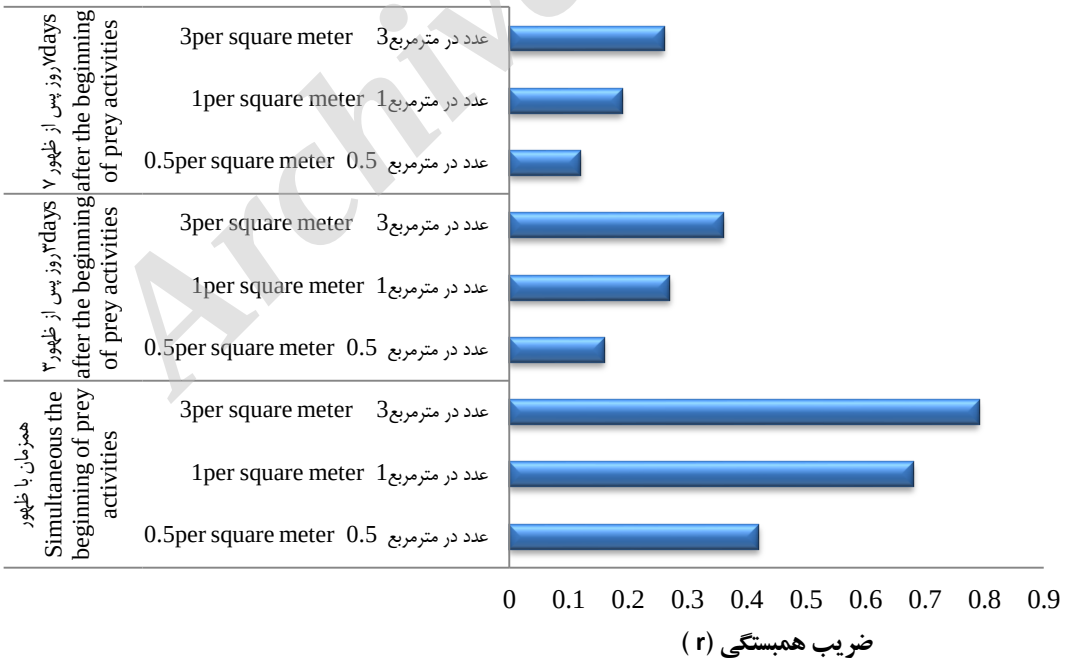


شکل ۷- تغییرات فصلی تراکم جمعیت مؤثر شکارگر و شکار نسبت به سطح تعادل جمعیت آنها در شرایط شاهد

Fig7-Seasonal effective population fluctuation of predator and prey compared to equilibriums in control condition

۵- بررسی احتمال عدم استقرار و انحراف از تعادل شکار و شکارگر

نرخ احتمال عدم استقرار و انحراف از تعادل شکار به ترتیب براساس روابط ۷ و ۸ محاسبه گردید که نتایج آن در جدول ۲ درج گردیده است.



شکل ۸- مقایسه ضرایب همبستگی جمعیت شکارگر و شکار در شرایط مختلف رهاسازی

Fig 8- Correlation analysis between predator and prey populations in different conditions of release

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۲- محاسبه نرخ احتمال عدم استقرار و انحراف از تعادل شکار در تیمارهای مختلف رهاسازی

Table 2- Calculate the probability of no establishment and deviation from prey equilibrium in different release treatments

شاخص‌ها Indices	همزمان با شروع فعالیت شکار Simultaneous the beginning of prey activities			۳ روز پس از شروع فعالیت شکار 3days after the beginning of prey activities			۷ روز پس از شروع فعالیت شکار 7days after the beginning of prey activities		
	۳ عدد در متر مربع 3per square meter	۱ عدد در متر مربع 1per square meter	۰/۵ عدد در متر مربع 0.5per square meter	۳ عدد در متر مربع 3per square meter	۱ عدد در متر مربع 1per square meter	۰/۵ عدد در متر مربع 0.5per square meter	۳ عدد در متر مربع 3per square meter	۱ عدد در متر مربع 1per square meter	۰/۵ عدد در متر مربع 0.5per square meter
$P(X)_{prey}$	0.169	0.948	-1.406	2.477	-0.722	-1.803	3.595	-1.793	-7.77
$P(X)_{predatore}$	0	8.270	15.372	0	10.613	17.428	0	12.411	20.807

همان طور که در جدول ۲ ملاحظه می‌گردد. در شرایط رهاسازی حداکثر نرخ احتمال عدم استقرار کفشدوزک شکار گر صفر می‌باشد. به عبارت دیگر در تیمارهای رهاسازی حداکثر با فواصل زمانی مختلف نسبت به شروع فعالیت کنه استقرار به طور قطع اتفاق خواهد افتاد. اما با افزایش فاصله زمان رهاسازی نسبت به شروع فعالیت کنه احتمال خارج شدن جمعیت کنه از سطح تعادل افزایش می‌یابد. در تیمارهای حداقل احتمال انحراف از تعادل جمعیت کنه قطعی می‌باشد. اما در تیماررهاسازی متوسط چنانچه رهاسازی همزمان با شروع فعالیت شکار باشد، احتمال انحراف از تعادل جمعیت شکار کم است. اما احتمال عدم استقرار کفشدوزک شکارگر بیشتر از رهاسازی حداکثر است. در شرایط رهاسازی متوسط با فواصل زمانی ۳ و ۷ روز پس از ظهور شکار، احتمال انحراف از جمعیت کنه تارتن قطعی می‌باشد.

۶- بررسی کارایی روش‌های مختلف رهاسازی

کارایی تیمارهای مختلف رهاسازی در کاهش جمعیت مؤثر کنه تارتن خرما براساس رابطه ۹ محاسبه گردیده است که در جدول ۳ درج شده است.

جدول ۳- برآورد کارایی تیمارهای مختلف رهاسازی شکارگر در کنترل شکار

Table 3- Estimation of efficiency of different predator release treatments in controlling prey

R	همزمان با شروع فعالیت شکار Simultaneous the beginning of prey activities			۳ روز پس از شروع فعالیت شکار 3days after the beginning of prey activities			۷ روز پس از شروع فعالیت شکار 7days after the beginning of prey activities		
	۳ عدد در متر مربع 3per square meter	۱ عدد در متر مربع 1per square meter	۰/۵ عدد در متر مربع 0.5per square meter	۳ عدد در متر مربع 3per square meter	۱ عدد در متر مربع 1per square meter	۰/۵ عدد در متر مربع 0.5per square meter	۳ عدد در متر مربع 3per square meter	۱ عدد در متر مربع 1per square meter	۰/۵ عدد در متر مربع 0.5per square meter
	83.286	64.913	55.038	76.932	60.339	51.153	67.907	55.078	39.538

بالاترین کارایی کنترل کنه تارتن خرما در شرایط رهاسازی ۳ عدد در متر مربع و همزمان با ظهور کنه تارتن بوده است. در این شریط کارایی کنترل به طور متوسط حدود ۸۳/۲۸ درصد بود. در کلیه تیمارهای رهاسازی با افزایش تعداد رهاسازی در واحد و نزدیک شدن زمان رهاسازی به زمان ظهور آفت سطح کارایی مهار زیستی افزایش یافته است.

بحث

یکی از اصول اساسی رهاسازی کفشدوزک‌ها توجه به زمان و میزان رهاسازی با توجه به مراحل رشدی و تراکم جمعیت میزبان، عوامل محیطی به خصوص حرارت و فنولوژی گیاه میزبان می‌باشد (۲۱). در تحقیقات مختلف انجام شده در رابطه با مهار زیستی با کفشدوزک‌های مختلف این مسئله همواره به عنوان یک مسئله اساسی مد نظر محققین بوده است. در مطالعه‌ای که جهت تعیین میزان مناسب رهاسازی کفشدوزک *Chilocorusnigritus* Fabricius برای کنترل شپشک *Aspidiotus destructor*Signoret در جنوب عمان انجام گرفته است، مشخص

Archive of SID

www.SID.ir

شد که در کل اگر ۶۸۳ عدد حشره کامل در طی ماه‌های ژانویه و آوریل در هر باغ یک هکتاری مرکبات رهاسازی شوند، کفایت می‌کند. ۲۴ ماه پس از آخرین رهاسازی، کفشدوزک مزبور به طور کامل موفق به کنترل آفت گردید(۲۳). در این تحقیق نیز با توجه به این که تراکم کشت در نخلستان‌های مختلف متفاوت است، از واحد سطح برای تعیین تراکم رهاسازی استفاده شد. در تراکم حداکثر که معادل ۳ عدد در متر مربع (۳۰۰۰۰ عدد در هکتار) با وجود موانع آب و هوایی از جمله دمای بالاتر از ۴۰ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی پایین‌تر از ۵۰ درصد، استقرار کامل کفشدوزک مشاهده شد. در تراکم حداقل ۰/۵ عدد در متر مربع (۵۰۰۰ عدد در هکتار) نیز احتمال عدم استقرار بسیار کم و زیر ۱۰ درصد بود که در شرایط کاربردی مهار زیستی قابل قبول است. در شرایط رهاسازی مختلف نسبت به شاهد در طول فصل جمعیت آفت در بیشتر مواقع زیر خط حد تعادل بود و کنترل مناسبی بدست آمده است.

در تحقیق دیگری مشخص شد که بهترین مرحله رشدی برای رهاسازی کفشدوزک‌های *Chilocorus* مرحله حشره کامل می‌باشد که در طی ماه‌های تابستان در نقاط پر تراکم جمعیت آفت رهاسازی شده بودند (۱۶). در این پژوهش نیز رهاسازی با استفاده از حشرات کامل انجام شد و براساس نتایج بدست آمده در صورت رعایت تعداد و زمان مناسب رهاسازی، کارایی کنترل قابل قبول بوده است که با مطالعات سایر پژوهشگران هماهنگی دارد.

در مطالعه‌ای که در رابطه با مناسب‌ترین زمان رهاسازی کفشدوزک *Cryptolaemousmontrouzi*Mulsant انجام شد، مشخص گردید که ۶ هفته پس از ظهور جمعیت شپشک‌های Psudococcid در منطقه نادو هندوستان، شکارگر توانسته است ۶۳/۴ درصد جمعیت را مهار کند (۳۸). در برنامه مهار زیستی با استفاده از رهاسازی کفشدوزک *Stethorus punctum*LeConte از مدل‌های فنولوژیکی حرارتی برای تعیین زمان مناسب رهاسازی به طور موفقیت آمیزی استفاده گردید. در این برنامه کنترل تعداد ۱۰۳۳۵ عدد کفشدوزک به مدت ۱۰۰ روز رهاسازی شد (۳۴). در برنامه مهار زیستی کنه دو نقطه‌ای در باغات هلو در شمال آفریقا از دشمن طبیعی مهم آن که کفشدوزک‌های *Stethorus* spp. بودند، استفاده شد. در این برنامه موفق مهار زیستی زمان مناسب رهاسازی در ابتدای فصل همزمان با ظهور آفت مناسب تر از سایر زمان‌ها در طول فصل زراعی برآورد گردید (۷). کنه تارتن *Oligonychusununguis* Jacobi یکی از آفات مهم جنگلی در آلمان می‌باشد که برای مهار آن از رهاسازی کنه‌های شکارگر فیتوزوئید استفاده شده است. زمان مناسب رهاسازی بر اساس سطح تراکم جمعیت کنه میزبان و درجه حرارت مناسب برای رشد گونه شکار و شکارگر بر اساس یک مدل آماری به طور موفقیت آمیزی تعیین می‌شد(۳۹). خصوصیات زیستی گونه آفت و دشمن طبیعی مورد استفاده در مهار زیستی در تعیین مناسب‌ترین زمان رهاسازی مؤثر می‌باشند. در رابطه با کنه‌ها با توجه به توضیحات فوق و با در نظر گرفتن این که سرعت رشد جمعیت آن‌ها بالا می‌باشد، هر چه رهاسازی با زمان شروع فعالیت آفت نزدیک‌تر باشد، احتمال استقرار افزایش یافته و کارایی کنترل زیادتر می‌شود. نتایج این پژوهش نیز تایید کننده این موضوع بوده است.

مطالعات سایر پژوهشگران نظیر کفشدوزک شکاری *Stethoruspunctillum*Weise که در موارد متعددی برای مهار زیستی کنه دو نقطه ای *Tetranychusurticae*Koch، کنه قرمز اروپایی *Panonychusulmi*Koch، کنه *O. ununguis* و کنه *Oligonychusilicus*McGregor رهاسازی انبوه گردیده نشان داده است که بهترین درجه حرارت در هنگام رهاسازی بین درجه حرارت‌های ۳۵-۱۶ درجه سانتی‌گراد بوده است و در زیر درجه حرارت ۱۳ درجه سانتی‌گراد تاثیر روش کنترل کاهش یافته است. لذا مساعد بدون شرایط آب و هوایی در موفقیت مهار زیستی با این کفشدوزک‌ها بسیار مؤثر است (۱). نتایج این پژوهش نشان داد که موفقیت این شکارگرها در شرایط نظیر اکوسیستم خرما که از گروه درختان باغی بوده و حساسیت میوه خرما نسبت به آفت در انتهای فصل کاهش می‌یابد، زیاد است (۲۶). اما محدودیت عوامل اقلیمی در نخلستان‌های کشور که اکثرا در مناطق خشک و نیمه خشک و در درجه حرارت‌های بالا می‌باشند، می‌تواند یک عامل محدود کننده باشد. لذا در ادامه تحقیقات بررسی شرایط محیطی مؤثر بر ارتباط متقابل کفشدوزک ریز سیاه به عنوان شکارگر و کنه تارتن خرما به عنوان شکار در شرایط نخلستان‌های کشور توصیه می‌گردد.

منابع

1- Ali A., Ahmad S., Maula F., khan, I., Ali Yasmin, B. 2016. Effect of temperature on food consumption of the black ladybird beetle *Stethorus punctum*, Leconte (Coleoptera: Coccinillidae) reared on the two spotted spider mite, *Tetranychusurticae* under different constant temperatures. Journal of Entomology and Zoology Studies. 4(1): 628-632.

2- Andayani P. and Kusumawinahyu W. M. 2015. Global stability analysis on a predator-prey model with omnivores. Applied Mathematical Sciences. 9(36): 1771 – 1782.

3- Arbabi M., Latifian M., Askari M., Fassihi M, T., Damghani M, R., Nader GolmohammadZadehKhiaban N. and Rezai H. 2017. Evaluation of different treatments in control of *Oligonychusafrasiaticus* in date palm orchards of Iran. Persian Journal of Acarology. 6(2): 125–135.

Archive of SID

www.SID.ir

4- Bailey P., Caon G. 1986. Predation of twospotted mite, Tetranychusurticae Koch (Acarina: Tetranychidae), by *Halothripsvictoriensis*Bagnall (Thysanoptera: Phlaeothripidae) and *Stethorusnigripes*Kapur (Coleoptera: Coccinellidae) on seed lucerne crops in South Australia. Australian Journal of Zoology. 34: 515– 525.
5- Biddinger D.J., Hull L.A. 1995. Effects of several types of insecticides on the mite predator, *Stethorus punctum* (Coleoptera: Coccinellidae), including insect growth regulators and abamectin. Journal of Economic Entomology. 88: 358– 366.
6- Biddinger D.J., Hull L.A. 2005. Survey of Pennsylvania apple orchards for a mite predator to give effective and sustainable control of spider mites. Penn Fruit News. 85: 23–28.
7- Biddinger D. J., Weber D. D., and Hull L. A. 2009. Coccinellidae as predators of mites: Stethorini in biological control. Publications from USDA-ARS / UNL Faculty. Paper 387.
8- Croft B.A. 1990. Arthropod Biological Control Agents and Pesticides. Wiley, New York.
9- Chazeau J. 1985. Predaceous insects. In: Helle, W., Sabelis, M.W. (Eds.), Spider Mites; Their Biology, Natural Enemies, and Control, vol. B. Elsevier, Amsterdam, pp. 211–246.
10- Entwistle J.C. and Dixon A.F.G. 1987. Short-term forecasting of wheat yield loss caused by the grain aphid (*Sitobionavenae*) in summer. Annals of Applied Biology. 111: 489–508.
11- Evans E.W. 2009. Lady beetles as predators of insects other than Hemiptera. Biological Control. 51: 255–267.
12- Fleschner C.A. 1950. Studies on searching capacity on the larvae of three predators of the citrus red mite (*Paratetranychuscitri*) (*Stethoruspicipes*, Conwentziahageni, *Chrysopaclaifornicus*). Hilgardia. 20: 233–265.
13- Fournier V., Rosenheim J.A., Johnson M.W., Brodeur J. 2002. Augmentative releases of predatory mites on papaya in Hawaii: failures and success. In: 1st International Symposium on Biological Control of Arthropods Honolulu, Hawaii, USA, January 14–18.
14- Gordon R.D. 1985. The Coccinellidae (Coleoptera) of America North of Mexico. Journal of the New York Entomological Society. 93: 88–99.
15- Gorski R., Fajfer B. 2003. Control of red spider mite on indoor crops using the ladybird*Stethoruspunctillum*. OchronaRoslin. 47: 10–11.
16- Hattingh, V. and Tate B. 1995.Effects of field-weat here dresidues of insect growth regulators on some Coccinellidae (Coleoptera) of economic importance as biocontrol agents. Bulletin Entomology Research. 85:489-493.
17- Hodek I., Honeˇk A. 2009. Scale insects, mealybugs, whiteflies and psyllids (Hemiptera, Sternorrhyncha) as prey of ladybirds. Biological Control. 51: 232– 243.
18- Hull L.A. and Beers E. H. 1990. Validation of injury thresholds for European red mite (Acari: Tetranychidae) on Yourking and Delicious Apple. Journal of Economic Entomology. 83(5): 2026-2031.
19- Huang P.K., Luo X.N., Song S.L. 1988. Biological control of *Panonychuscitri* by releasing*Stethorussiphonulus*Kapur (Coleoptera: Coccinellidae) in southeastern China. ActaPhytophylacticaSinica. 15: 1–6 (in Chinese)
20- Hull L.A., Asquith D., Mowery P.D. 1977. The mite searching ability of *Stethorus punctum* within an apple orchard. Environmental Entomology 6, 684–688.
21- Jackel B., Balder H., Schneider K., Pradel B. 2000. *Stethoruspunctillum*, animportant antagonist of spidermites in the city (abstract). Mitteilungenaus der BiologischenBundesanstalt fur Land- und Forstwirtshaft. 370- 291.
22- John J.,Obrycki E. S.,Krafsur C. E.,Bogran, L., Gomez E.,and Ronald E. C. 2001. Comparative Studies of Three Populations of the Lady Beetle Predator *Hippodamiaconvergens*(Coleoptera: Coccinellidae). The Florida Entomologist. 84(1): 55-62.
23- Kinawy M. M. 1991. Biological control off the coconut scale insect (*Aspidiotus destructor* Sign, Homoptera: Diaspididae) in the southern region of Oman (Dhofar). Journal Tropical Pest Management. 37(4): 387-389.
24- Kiritani K. and DempsterJ.P. 1973. Different approaches to the quantitative evaluation of natural enemies. Journal of AppliedEcology. 10:323–330.
25- Latifian M. andArbabi M. 2004 Study on effects of different pesticides on population of *Anystisbaccarum*predatory mite of date palm spider mite (*Oligonychusafrasiaticus*) in Khuzestan province. 3rd National Congress on the Development in the Application of Biological Products and Optimum Utilization of Chemicals Fertilizer and Pesticides in Agriculture, Karaj, Iran, p. 562.
26- Latifian M., MarashiS. S., AhmadizadehS., NikbakhtP. 2007. Host Preference of Date Palm Spider Mite, *Oligonychusafrasiaticus* (McGregor), to Native Date Palm Cultivars of Khuzestan. Seed and Plant improvement Journal. 23(2): 245-255.
27- LatifianM. 2012. Voracity and feeding preferences of larvae and adult stages of *Stethorusgilvifrons*Mulsant. (Coleoptera: Coccinellidae) on larvae and adult of *Oligonychusafrasiaticus*McGregor (Acarina: Tetranychidae).International Journal of Agriculture and Crop Sciences. 4-9:540-546.
28- Latifian M. 2017. Optimal foraging and functional responses of *Stethorusgilvifrons*Mulsant. (Coleoptera: Coccinellidae) feeding on *Oligonychusafrasiaticus* McGregor (Acarina: Tetranychidae). Egyptian Journal of

Archive of SID

www.SID.ir

Biological Pest Control. 27(1): 93-99.
29- Lundgren J.G. 2009a. Relationships of Natural Enemies and Non-prey Foods. Springer, Dordrecht, The Netherland: Springer International.
30- Lundgren J. 2009b. Nutritional aspects of non-prey foods in the life histories of entomophagous Coccinellidae. Biological Control. 51: 294–305.
31- Mason R. L., Gunst R. F. and Hess J. L. 2003 Nested Designs, in Statistical Design and Analysis of Experiments: With Applications to Engineering and Science, Second Edition, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, NJ, USA. doi: 10.1002/0471458503.ch11
32- McMurtry J.A., Croft B.A. 1997. Life-styles of phytoseiid mites and their roles in biological control. Annual Review of Entomology. 42: 291–321.
33- Obrycki J.J., Harwood J.D., Kring T.J., O'Neil R.J. 2009. Aphidophagy by coccinellidae: application of biological control in agroecosystems. BiologicalControl 51, 244–254.
34- Pohle V.J., Jackel B., Plate H.P. 2002. UntersuchungsergebnissezurSpinnmilbenbekampfung in der Innenraumbegrunung und unterGlasmit*Stethoruspunctillum* (Weise). GesundePflanzen. 54: 227–234.
35- Raworth D.A. 2001. Development, larval voracity, and greenhouse releases of*Stethoruspunctillum* (Coleoptera: Coccinellidae). The Canadian Entomologist133, 721–724.
36- Rott A.S., Ponsonby D.J. 2000. Improving the control of *Tetranychusurticae* one dible glasshouse crops using a specialist coccinellid (*Stethoruspunctillum* Weise) and a generalist mite (*Amblyseiuscalifornicus* McGregor) as biological control agents. Biocontrol Science and Technology. 10: 487–498.
37- Seagraves M.P. 2009. Lady beetle oviposition behavior in response to the trophicenvironment. Biological Control. 51: 313–322.
38- Shea K., and PossinghamH. P. 2000. Optimal release strategies for biological control agents: an application of stochastic dynamic programming to population management. Journal of applied Ecology.37: 77-86.
39- Shrewsbury P.M. andHardin M. R. 2003. Evaluation of predatory mite (Acari: Phytoseiidae) releases to suppress spruce spider mites, *Oligonychusununguis* (Acari: Tetranychidae), on juniper. Journal of Economic Entomology. 96(6):1675-84.
40- Srinivasan T.R., and BabuP.C.S. 1989. Field evaluation of *Cryptolaemusmontrouzieri*Mulsant, the coccinellid against grapevine mealybug*Maconellicoccushirsutum* Green. South Indian Horticulture. 37: 50-51.
41- Swezey O.H., 1925. The Hawaiian Planter's Record, vol. 29, pp. 369–376.
42- Tanigoshi L.K., McMurtry J.A. 1977. The dynamics of predation of *Stethoruspicipes* (Coleoptera: Coccinellidae) and *Typhlodromusfloridanus* on the prey *Oligonychuspunicae* (Acarina: Phytoseiidae, Tetranychidae). Hilgardia. 45: 237–288.

Archive of SID

www.SID.ir