Archive of SID

تأثیر کاربرد جداگانه و توأم زنبور پارازیتوئید *Lysiphlebus fabarum* و کفشدوزک شکارگر *Hippodamia variegata*، در کنترل شته جالیز *Aphis gossypii* روی خیار

زهرا محمدی[۱]، آرش راسخ[۲*]، مهدی اسفندیاری[۳]، جان پاول میکائود[۴] و فرحان کچیلی[۳]

۱ - دانشجوی دکترای تخصصی حشره شناسی کشاورزی، گروه گیاهپزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران

۲ - *نویسنده مسوول: دانشیار، گروه گیاهپزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران (a.rasekh@scu.ac.ir)

۳ - دانشیار، گروه گیاهپزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران

۴ - استاد، مرکز تحقیقات کشاورزی هایز، دانشگاه ایالتی کانزاس، کانزاس، آمریکا

تاریخ دریافت: ۹۷/۰۹/۱۴ تاریخ پذیرش: ۹۷/۱۱/۱۵

چکیده

شته جالیز *Aphis gossypii* یکی از آفات مهم گیاهان گلخانه‌ای از جمله خیار می‌باشد. در مطالعه‌ی حاضر تأثیر کاربرد جداگانه و توأم زنبور پارازیتوئید *Lysiphlebus fabarum* و کفشدوزک *Hippodamia variegata* به منظور کنترل این شته مورد ارزیابی قرار گرفت. تکرارها در کلیه‌ی تیمارها شامل ۱۰ عدد گیاه خیار بود که هر کدام به پنج شته‌ی بال‌دار آلوده شدند و همراه با یک گیاه حامل "باقلا-شته سیاه باقلا" در یک قفس قرار گرفتند. در ادامه با معرفی مرتب یک شاخه باقلا، محتوی شته‌های مومیایی شده (دو روز در میان)، یک جفت حشره کامل نر و ماده کفشدوزک (سه روز در میان) و یا کاربرد هم‌زمان هر دوی این عوامل، تغییرات جمعیت شته جالیز طی هفت هفته در سه تیمار بررسی شد. بر اساس نتایج بدست آمده، زنبور به تنهایی قادر به تنظیم جمعیت شته جالیز نبود، اما کفشدوزک *H. variegata*، عملکرد به مراتب بهتری از خود نشان داد. بهترین عملکرد هنگام کاربرد توأم زنبور و کفشدوزک بدست آمد به گونه‌ای که اوج جمعیت شته بطور معنی‌داری تعدیل شد و همچنین تعداد شته‌های زنده در پایان آزمایش در این تیمار (۹/۷±۱۴۵) در مقایسه با کاربرد جداگانه زنبور (۲۶/۷±۳۵۷) و یا کفشدوزک (۶/۹±۱۸۹) بطور معنی‌داری کمتر بود. همچنین در خصوص تعداد مومیایی‌ها در پایان آزمایش اختلاف معنی‌داری بین تیمارها (کاربرد جداگانه زنبور: ۲۲/۹±۱۴۵؛ کاربرد توأم: ۱۱/۸±۱۷۷) مشاهده نشدکه نشان‌دهنده‌ی عدم تمایل مراحل مختلف رشدی کفشدوزک *H. variegata* در تغذیه از مراحل نابالغ زنبور *L. fabarum* می‌باشد. در یک جمع‌بندی کاربرد هم‌زمان این دو عامل کنترل زیستی در مهار شته جالیز مؤثر بنظر می‌رسد.

کلید واژه‌ها: شته سیاه باقلا، کنترل زیستی، گیاه بانک، Lysiphlebus fabarum، Hippodamia variegata

مقدمه

شته جالیز *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae)، آفتی همه جازی و مهم روی انواع مختلفی از محصولات کشاورزی می باشد که اولین بار در سال ۱۸۵۴ روی پنبه در کالیفرنیا گزارش شد. سپس این شته به عنوان آفت پنبه، خیار و هندوانه در سراسر آمریکا گسترش یافت (van Steenis, 1995). از دهه ۱۹۸۰ میلادی تاکنون، شته جالیز به عنوان یک آفت مهم

www.SID.ir

Archive of SID

خیار معرفی شده است (van Schelt et al, 1990)، به علاوه این شته عامل انتقال بالغ بر ۵۰ نوع ویروس گیاهی از جمله ویروس موزائیک خیار می‌باشد (Blackman and Eastop, 1984). در آلودگی‌های شدید این آفت، عسلک شته‌ها موجب رشد قارچ فوماژین روی برگ‌ها شده که سبب کاهش ظرفیت فتوسنتز و در نتیجه کاهش میزان محصول می‌گردد (Cichocka et al, 1992).

علل شکست کنترل بیولوژیک شته جالیز روی گیاه خیار عمدتا یکی از موارد زیر و یا ترکیبی از آنها می‌باشد: ۱. دشمنان طبیعی که تاکنون روی این شته بکار گرفته شده اند، به اندازه کافی مؤثر نبوده‌اند ۲. رشد جمعیت شته جالیز سریع‌تر از سایر شته‌های آفت می‌باشد ۳. ویژگی‌های مکانیکی و فیزیولوژیکی گیاه خیار اثر منفی روی جمعیت دشمنان طبیعی دارد ۴. روش‌های اعمال شده در کاربرد دشمنان طبیعی تاکنون موفق به ممانعت از طغیان جمعیت این شته نشده است و بنابراین کاهش مؤثر جمعیت در زمان مناسب حاصل نشده است. به منظور حل مشکلات فوق، تحقیقات متعددی در راستای یافتن دشمنان طبیعی با کارایی بالاتر و همچنین روش‌های بهتر معرفی دشمنان طبیعی صورت گرفته است (van Steenis, 1995). در این ارتباط به نظر می‌رسد استفاده توأم از دو یا چند عامل کنترل زیستی، یک راه‌کار مناسب دیگر برای کنترل این شته باشد. به طور معمول فعالیت هر دشمن طبیعی ممکن است در یک فاصله زمانی دچار رکود شده و در این دوره جمعیت آفت به سطح زیان اقتصادی برسد، بنابراین در صورت استفاده هم‌زمان از دو یا چند عامل کنترل زیستی، دوره رکود یک عامل معمولا می‌تواند با فعالیت عامل دوم جبران شود.

مطالعات اخیر نشان داده اند که زنبور پارازیتوئید *Lysiphlebus fabarum* (Marshall) (Hymenoptera: Braconidae: Aphidiinae) (Almasi et al., 2017) و کفشدوزک شکارگر *Hippodamia variegata* Goeze (Toosi et al., 2016) (Coleoptera: Coccinellidae) به ترتیب فعالیت پارازیتیسمی و شکارگری مناسبی روی شته جالیز داشته‌اند و ضمن سازگاری خوب اقلیمی، پتانسیل بالای تولیدمثلی و کارایی جستجوگری بالا روی این شته، امکان پرورش انبوه آنها نیز میسر می‌باشد (Farhadi et al., 2012; Mahi et al., 2014)، بنابراین در این مطالعه، از این دو گونه دشمن طبیعی شته جالیز، به دلیل دارا بودن معیارهای ارزیابی پیش از معرفی[1] (van Lenteren and Woets, 1988) استفاده شد.

زنبور پارازیتویید *L. fabarum* به عنوان مهم‌ترین پارازیتوئید شته‌های جنس *Aphis* در شمال ایران و مرکز اروپا بوده (Stary, 1986; Rakhshani et al., 2006) و برخلاف اکثر زنبورهای این زیرخانواده که رژیم معدودخواری[2] دارند (Stary, 1988)، زنبوری چندین خوار[3] بوده که توانایی پارازیته کردن بیش از ۱۰۰ گونه مختلف شته را دارا می‌باشد (Yu et al., 2013). این زنبور یک پارازیتوئید درونی و انفرادی شته‌ها بوده (Stary, 1986) و هر دو نژاد غیرجنسی[4] (Rasekh et al., 2011) و جنسی[5] (Mahmoudi et al., 2010; Mossadegh et al., 2011) آن از ایران گزارش شده است، اما نژاد جنسی این زنبور از پراکنش وسیع‌تری برخوردار است.

تاکنون بیش از ۵۰۰۰ گونه کفشدوزک شته‌خوار از سراسر دنیا گزارش شده است (Frazer, 1988). کفشدوزک *H. variegata* گونه‌ای با پراکنش بسیار وسیع بوده و به عنوان گونه‌ی غالب در مزارع یونجه کرج معرفی شده و فعالیت آن روی شته سیاه باقلا، شته جالیز، شته نخودفرنگی و حتی شپشک‌های *Phenococcus aeris* Signoret و *Pseudococcus citri* Risso

[1] Pre-introduction evaluation of natural enemies
[2] Oligophagous
[3] Polyphagous
[4] Asexual (thelytokous)
[5] Sexual (arrhenotokous)

www.SID.ir

Archive of SID

گزارش شده است (Sadeghi, 1991). این کفشدوزک به عنوان مهم‌ترین شکارگر شته‌ها روی گیاهان فلفل از بلغارستان، ذرت از اکراین، توت‌فرنگی از ایتالیا، غلات از هند و همچنین روی پنبه از ترکمنستان گزارش شده است (Kontodimas and Stathas, 2005).

به منظور کسب اطمینان از مهار شته‌ها در روش کنترل زیستی، معمولاً نیاز است که عامل کنترلی در فواصل زمانی خیلی کوتاه و به دفعات به محیط فعالیت آفت منتقل شود تا دشمن طبیعی با تراکم مناسب در زمان ظهور آفت وجود داشته باشد. از آن جایی‌که این روش معرفی معمولا هزینه‌بر می‌باشد، لذا برای حل این معضل، تولید یک جمعیت نسبتا پایدار از دشمن طبیعی پیش از ورود شته‌ها به گلخانه، می‌تواند یک راه حل مناسب باشد (van Emden, 1988). در این خصوص سیستم پرورش باز[1]، که در آن دشمن طبیعی روی گیاه حامل[2] پرورش می‌یابد، پیشنهاد شده است (Stacey, 1977; Bennison, 1992). سیستم گیاه حامل شامل یک گیاه غیر محصول بوده که به یک گیاه‌خوار غیر آفت آلوده شده است و به منظور افزایش جمعیت دشمنان طبیعی در محیط‌های گلخانه‌ای و مزرعه‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرد (van Driesche et al., 2008). هدف از این سیستم حمایت از جمعیت دشمنان طبیعی از طریق تأمین منابعی از جمله غذا، شکار و یا میزبان بوده و به منظور کنترل آفات در طولانی مدت مفید می‌باشد (Jandricic et al., 2014). پارازیتوئیدها نسبت به شکارگرها به طور معمول برای این سیستم پرورشی باز مناسب‌تر هستند، چرا که پارازیتوئیدها در مرحله فعال خود (حشرات کامل)، نسبت به شکارگران (مراحل مختلف لاروی) قابلیت تحرک بیشتری دارند (van Steenis, 1995) و بنابراین راحت‌تر می‌توانند بین شته‌های میزبان در سیستم گیاه حامل و گیاه اصلی جابجا شوند.

با توجه به این که آلودگی اولیه گیاهان میزبان از جمله خیار به شته جالیز از طریق شته‌های بال‌دار مهاجر صورت می‌گیرد و این شته‌های مهاجر به عنوان شته‌های مؤسس، کلنی‌های اولیه را در اول فصل تشکیل می‌دهند، این آزمایش به منظور بررسی امکان حذف این شته‌ها و کلنی‌های کوچک تولید شده توسط آنها از طریق کاربرد زنبور پارازیتوئید *L. fabarum*، کفشدوزک شکارگر *H. variegata* و یا کاربرد توأم این دو دشمن طبیعی طراحی گردید. با توجه به نتایج مطالعات قبلی مبنی بر اثرات مثبت کاربرد سیستم گیاه حامل "باقلا–شته سیاه باقلا" (Astaraki et al., 2018)، در کلیه آزمایش‌های مطالعه حاضر از این سیستم استفاده شد. هدف از این مطالعه ارزیابی دشمنان طبیعی ذکر شده در قالب یک برنامه مدیریت انبوهی آفات روی خیار و گسترش روش‌های کارا در کنترل شته جالیز می‌باشد.

مواد و روش‌ها

نظر به این که شته سیاه باقلا *Aphis fabae* Scopoli پرورش یافته روی گیاه باقلا *Vicia faba* L. (Fabaceae)، به عنوان میزبان مناسب زنبور *L. fabarum* (Rasekh et al., 2010; Ameri et al., 2014; Farhadi et al. 2012) و کفشدوزک *H. variegata* محسوب شده و امکان پرورش انبوه آسان، سریع و اقتصادی این دشمنان طبیعی روی این شته وجود دارد، از این شته و همچنین گیاه باقلا برای پرورش این دشمنان طبیعی استفاده شد. همچنین با توجه به این که شته سیاه باقلا آفت گیاه خیار نمی‌باشد، لذا در پژوهش حاضر از شته سیاه باقلا به عنوان میزبان جانشین برای زنبور پارازیتوئید و کفشدوزک شکارگر در سیستم گیاه حامل (گیاه باقلا) استفاده شد.

[1] Open-rearing
[2] Banker plants

www.SID.ir

Archive of SID

کشت گیاهان

گیاه باقلا

برای تسریع در جوانه‌زنی بذر باقلا، بذرها ۴۸ ساعت قبل از کشت در آب خیسانده و سپس در گلدان‌های چهار لیتری حاوی خاک اره کشت شدند. گلدان‌ها در گلخانه در شرایط دمایی ۳±۲۲°C، رطوبت نسبی ۱۰ ± ۴۵٪ و دوره نوری ۸:۱۶ (روشنایی: تاریکی) نگهداری شدند. برای تغذیه گیاهان از محلول کود کامل با نام تجاری هورتی گرو[1] (سه در هزار) استفاده شد. دوازده روز بعد از کاشت، از این گیاهان برای پرورش شته سیاه باقلا استفاده شد. از گیاه باقلای رقم شاخ بزی در این مطالعه استفاده شد.

گیاه خیار

برای تسریع در جوانه‌زنی بذر خیار، بذرها ۷۲ ساعت قبل از کشت در آب خیسانده شدند. بذرهای جوانه زده در بستری از مخلوط کود حیوانی و خاک (به نسبت ۲:۱) در گلدان‌های دو لیتری کشت و در گلخانه با شرایط ذکر شده در بالا پرورش یافتند. برای تغذیه گیاهان از محلول کود کامل (اشاره شده در پاراگراف فوق) استفاده شد. ۲۵ روز پس از کاشت، گیاهان به اندازه کافی رشد کرده و آماده‌ی آلوده سازی با شته جالیز بودند. از گیاه خیار (*Cucumis sativus* L. (Cucurbitaceae، رقم امپایر[2]، برای پرورش و تشکیل کلنی شته جالیز و از رقم تجاری نگین[3] در مرحله ۶ برگی برای انجام آزمایش‌ها استفاده شد.

پرورش حشرات

شته سیاه باقلا

طی نمونه برداری در اسفند ۱۳۹۶ از مزارع باقلای دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز، شته سیاه باقلا جمع‌آوری و روی گیاهان باقلا درون قفس توری (به ابعاد ۶۰×۶۰ و ارتفاع ۱۲۰ سانتی‌متر) در اتاقک رشد با شرایط دمایی ۱±۲۲°C، رطوبت نسبی ۵ ± ۶۵٪ و دوره نوری ۸:۱۶ (روشنایی: تاریکی) پرورش یافتند.

شته جالیز

جمعیت اولیه شته جالیز از روی تعدادی برگ خیار آلوده به این شته از یک گلخانه واقع در حاشیه شهر اهواز جمع‌آوری شد. شته‌های جالیز روی گیاهان خیار در درون قفس توری در اتاقک رشد با شرایط ذکر شده در بالا پرورش داده شدند. از شته‌های بال‌دار موجود در کلنی، برای انجام آزمایش‌ها استفاده شد.

زنبور پارازیتوئید *L. fabarum*

هم‌زمان با جمع آوری شته‌های سیاه باقلا در مزارع، تعدادی شته‌ی مومیایی شده بدست آمد. پس از شناسایی زنبورهای ظاهر شده، تعدادی از زنبورهای نر و ماده روی گیاهان باقلای آلوده به شته سیاه باقلا، در قفسی تحت شرایط محیطی ذکر شده رهاسازی و نسبت به تشکیل کلنی زنبور اقدام شد.

کفشدوزک *H. variegata*

حشرات کامل کفشدوزک از مزرعه یونجه دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز جمع آوری شد. این حشرات به آزمایشگاه انتقال و در ظروف پلاستیکی مکعبی به ابعاد ۱۵ در ۲۰ و ارتفاع ۱۲ سانتی‌متر در شرایط محیطی ذکر شده در بالا نگهداری شدند. از برگ‌های باقلای حاوی شته سیاه باقلا برای تغذیه لاروها و حشرات کامل استفاده شد. طی پرورش، کاغذهای چین‌دار به عنوان بستر تخم‌ریزی در اختیار کفشدوزک‌ها قرار گرفت. کاغذهای حاوی تخم‌ها از ظروف خارج شده و به ظروف پتری تهویه دار (به قطر ۶ و ارتفاع ۱ سانتی‌متر) انتقال یافتند. این تخم ها در شرایط فوق تا زمان تفریخ نگهداری شدند.

تشکیل جمعیت هم‌سن[4] دشمنان طبیعی

از جمعیت هم‌سن حشرات کامل زنبور *L. fabarum* در تمامی آزمایش‌هایی که در آنها زنبور بکار گرفته شد،

[1] Hortigrow
[2] Empire
[3] Negin
[4] Synchronous cohorts

www.SID.ir

Archive of SID

استفاده گردید. به این منظور، ابتدا دو گلدان باقلا آلوده به شته‌ی سیاه در قفسی به ابعاد ۳۰×۳۰×۶۰ سانتی‌متر قرار داده شد. سپس با توجه به جمعیت شته‌های سیاه، زنبورهای ماده جفت‌گیری کرده به نسبت ۱ به ۵ (زنبور به شته) به این دو گیاه منتقل و بعد از ۱۲ ساعت حذف شدند. مطالعات قبلی نشان داده است که این نسبت زنبور به شته، منجر به پارازیته شدن اکثر شته‌ها با حداقل وقوع سوپرپارازیتیسم می‌شود (Rasekh et al., 2018). در ادامه با ظهور شته‌های مومیایی شده، یکایک آنها به آرامی توسط قلم‌موی ظریف از گیاه جدا و به داخل ظروف پتری (به قطر ۶ و ارتفاع ۱ سانتی‌متر) انتقال یافتند. زنبورهای ظاهر شده‌ی یک روزه (۶± ساعت)، در آزمایش‌ها به کار گرفته شدند.

همچنین جمعیت هم‌سن از بالغین نر و ماده کفشدوزک تولید و در آزمایش‌هایی که در آنها فعالیت شکارگری کفشدوزک مورد بررسی قرار گرفت، استفاده شد. برای هم‌سن‌سازی حشرات کامل ابتدا یک دسته تخم (با حداقل ۱۰ تخم) از یک کفشدوزک ماده ۷-۵ روزه، تغذیه شده با شته سیاه باقلا تهیه شد. پس از تفریخ تخم‌ها، لاروهای ظاهر شده به ظروف پلاستیکی مکعبی (به ابعاد ۱۵ در ۲۰ و ارتفاع ۱۲ سانتی‌متر) منتقل و تا ظهور کفشدوزک‌های بالغ با پوره‌های سن دوم شته سیاه باقلا تغذیه شدند. از این بالغین تازه ظاهر شده به عنوان جمعیت همسن در آزمایش‌ها استفاده شد.

کاربرد زنبور پارازیتوئید *L. fabarum* و کفشدوزک *H. variegata* در مهار شته جالیز

با توجه به این که آلودگی اولیه گیاهان خیار به شته جالیز از طریق شته‌های بال‌دار مهاجر صورت می‌گیرد، این آزمایش به منظور بررسی امکان حذف این شته‌ها و کلنی های ایجاد شده توسط آنها با استفاده از زنبور پارازیتوئید *L. fabarum*، کفشدوزک شکارگر *H. variegata* و همچنین کاربرد هم‌زمان این دو دشمن طبیعی طراحی و انجام شد. مطابق با تحقیقات پیش تر انجام شده، روابط شکارگری درون رسته‌ای این دو دشمن طبیعی به گونه ای بوده است که امکان کاربرد هم‌زمان آنها روی گیاهان خیار آلوده به شته جالیز وجود داشت (Toosi et al., 2016). مطالعات قبلی همچنین نشان داد که امکان استفاده از سیستم گیاه حامل "باقلا-شته باقلا" به منظور کنترل شته جالیز توسط زنبور پارازیتوئید *L. fabarum* وجود داشته (Asteraki et al., 2018) و کفشدوزک *H. variegata* تغذیه مناسبی روی هر دو گونه شته مورد مطالعه (شته سیاه باقلا و شته جالیز) دارد (Toosi, 2016)، بنابراین در مطالعه حاضر از این سیستم گیاه حامل، همراه با کاربرد جداگانه و یا هم‌زمان زنبور و کفشدوزک استفاده شد.

کاربرد زنبور پارازیتوئید *L. fabarum*

در کلیه آزمایش‌ها، هر تکرار (n=۱۰) شامل یک قفس چوبی به ابعاد ۴۰×۴۰ و ارتفاع ۱۲۰ سانتی‌متر بود که اطراف آن با توری ریز مِش (شماره ۵۲) پوشانده شده بود. تعداد ۱۰ عدد گیاه خیار (رقم نگین در مرحله ۶ برگی) که هر کدام از آنها به ۵ عدد شته‌ی بالدار جالیز آلوده شده بودند، در هر قفس قرار گرفت. در میان گیاهان خیار، یک گیاه باقلا به عنوان گیاه حامل قرار گرفت. انتقال زنبورها در هر تکرار از طریق گیاه حامل صورت پذیرفت. به این منظور چند روز قبل از آغاز آزمایش، ۲۵ عدد شته سیاه باقلا (از مراحل مختلف رشدی) از کُلنی تهیه و به یک شاخه جوان باقلا که در یک استوانه پلاستیکی (قطر ۸ و ارتفاع ۱۵ سانتی‌متر) قرار داشت، منتقل شد. به منظور تازه مانی شاخه، انتهای آن درون یک شیشه کوچک محتوی محلول کود کامل (۱ در هزار) قرار گرفت. در ادامه سه جفت زنبور نر و ماده یک روزه (۶± ساعت) از جمعیت هم‌سن، به شته‌های درون ظرف استوانه‌ای منتقل و به مدت ۲۴ به آنها اجازه فعالیت داده شد. پس از چند روز با ظهور شته‌های مومیایی شده، شاخه باقلا به گیاه حامل منتقل شد (یک روز قبل از ظهور حشرات کامل زنبور). لازم به ذکر است که فرآیند تولید و انتقال شاخه‌های محتوی مومیایی

www.SID.ir

Archive of SID

بطور متناوب در ۱۰ مرتبه و با فاصله‌ی زمانی دو روز در میان به منظور کسب اطمینان از تولید یک جمعیت مناسب و پیوسته از زنبور ادامه یافت. تولید و انتقال شاخه‌های باقلا، پس از این مدت به دلیل خود کفایی[1] گیاه حامل، متوقف شد. این روش به منظور مدیریت و یکسان سازی میزان رهاسازی زنبور پارازیتوئید در هر تکرار انجام پذیرفت. با در نظر گرفتن میانگین ظهور زنبورها در هر شاخه باقلا، در مجموع حدود ۲۰۰ زنبور نر و ماده در هر قفس (تکرار) روی ۱۰ بوته خیار طی دوره آزمایش، رهاسازی شد. البته با توجه به این که طول دوره آزمایش حدود چهار نسل زنبور را شامل می‌شد (Mohammadi et al., 2016)، بالطبع تولیدمثل زنبورهای رها شده نیز در قفس‌ها اتفاق افتاد. آزمایش مذکور به مدت ۸ هفته به طول انجامید و داده برداری هر ۵ روز یک بار و با شمارش تعداد شته‌ها در یک برگ بالایی و یک برگ پایینی در یکایک بوته‌های خیار صورت گرفت. در پایان آزمایش، تعداد کل شته‌های زنده ی باقیمانده روی هر گیاه خیار و همچنین تعداد مومیایی‌ها ثبت شد.

کاربرد کفشدوزک *H. variegata*

مشابه آزمایش قبلی، هر تکرار (n = ۱۰) شامل یک قفس چوبی بوده و تعداد ۱۰ عدد گیاه خیار (رقم نگین در مرحله ۶ برگی) در هر قفس قرار داده شد. همچنین هر کدام از این گیاهان به ۵ عدد شته‌ی بالدار جالیز آلوده شدند. برای تهیه گیاه حامل و معرفی کفشدوزک‌ها، یک گیاه باقلا به ۲۵ عدد شته‌ی سیاه باقلا از مراحل مختلف رشدی آلوده و در بین گیاهان خیار جای گذاری شد. پس از استقرار شته‌ها، یک جفت کفشدوزک نر و ماده‌ی تازه ظاهر شده از جمعیت هم‌سن به گیاه حامل هر قفس معرفی شد. پس از اولین رهاسازی، کفشدوزک‌های بالغ (با شرایط مشابه قبلی)، هر سه روز یکبار بطور مرتب روی گیاه حامل قرار گرفتند. به منظور احیای جمعیت شته‌ی سیاه باقلا بر روی گیاه حامل، عمل معرفی شته هر پنج روز یکبار و با ملاحظه ظرفیت گیاه حامل ادامه داشت. با توجه به تعداد رهاسازی، در مجموع ۱۵ جفت کفشدوزک در هر قفس روی ۱۰ بوته خیار طی دوره آزمایش، رهاسازی شد. البته با توجه به این که طول دوره آزمایش حدود سه نسل کفشدوزک را شامل می‌شد (Toosi et al., 2019)، بنابراین نتاج کفشدوزک‌های رها شده نیز در کنترل شته‌ها نقش داشتند. این آزمایش ۷ هفته به طول انجامید و مشابه آزمایش قبلی داده برداری هر ۵ روز یک بار و با شمارش تعداد شته‌ها در یک برگ بالایی و یک برگ پایینی در یکایک بوته‌های خیار صورت گرفت. در پایان آزمایش تعداد کل شته‌های زنده‌ی روی گیاهان خیار شمارش شد.

کاربرد هم‌زمان دو عامل کنترل زیستی

مشابه با روش‌های ذکر شده در آزمایش‌های قبلی، ۱۰ گیاه خیار به ۵ شته‌ی جالیز بالدار آلوده شدند و در یک قفس (n= ۱۰) جای گرفتند. برای گیاه حامل نیز برای هر قفس یک گیاه باقلا به ۲۵ عدد شته‌ی سیاه باقلا آلوده شد و پس از استقرار شته‌ها و انتقال اولین سری کفشدوزک‌ها (یک جفت نر و ماده تازه ظاهر شده)، سه روز بعد اولین شاخه‌ی گیاه باقلا حاوی مومیایی‌های زنبور که از قبل تهیه شده بود، به گیاه حامل منتقل شد. در ادامه کفشدوزک‌ها و شاخه‌های باقلا (به ترتیب سه روز در میان و دو روز در میان)، به گیاه حامل داخل قفس منتقل شدند. این آزمایش نیز ۷ هفته به طول انجامید و داده برداری هر ۵ روز یک بار و با شمارش تعداد شته‌ها در برگ‌های بالایی و برگ‌های پایینی صورت گرفت. در پایان آزمایش نیز، تعداد کل شته های زنده روی گیاهان خیار و همچنین تعداد مومیایی‌ها ثبت شد.

[1] Self-supporting

www.SID.ir

Archive of SID

تجزیه و تحلیل های آماری

در این مطالعه به منظور مقایسه‌ی تعداد شته‌ها در روزهای مختلف نمونه برداری در هر تیمار و همچنین مقایسه میانگین تعداد مومیایی‌ها در پایان آزمایش از آزمون آماری تی مستقل[1] (در سطح ۰/۰۵) استفاده شد. برای مقایسه تعداد شته‌ها بین تیمارهای مختلف از آزمون آماری تجزیه واریانس یک طرفه[2] و برای تعیین اختلاف بین گروه‌ها از حداقل اختلاف معنی‌دار[3] استفاده شد. محاسبات آماری توسط نرم افزار SPSS (SPSS, 1998) و رسم نمودارها توسط نرم افزار Excel صورت گرفت.

نتایج

روند تغییرات جمعیت شته جالیز هنگام فعالیت زنبور پارازیتوئید *L. fabarum*

همانطور که در شکل ۱ مشاهده می‌شود، طی نمونه برداری اول، درست ۶ روز پس از شروع آزمایش، با توجه به پایین بودن نرخ تولیدمثل شته‌های بال‌دار، تعداد شته جالیز در برگ پایینی (شکل ۱–a)، برگ بالایی (شکل ۱–b) و مجموع آنها (شکل ۱–c) در پایین ترین سطح خود قرار داشت. در نمونه برداری دوم که مصادف با شروع فعالیت زنبور پارازیتوئید بود، شته‌ی جالیز تعداد خود را افزایش داد. با گذشت زمان و طی نمونه برداری های سوم، چهارم و پنجم، شمارش شته‌ها نشان داد که رشد تعداد ادامه داشت، اما به علت افزایش جمعیت زنبور و فعالیت پارازیتیسمی آن، این افزایش تعداد تدریجی بوده و با شیب کُندی همراه بود (شکل ۱–a، b و c). در نمونه برداری ششم مصادف با ۳۶ روز بعد از آغاز آزمایش، تراکم شته به ویژه در برگ‌های پایینی به حداکثر خود رسید. در ادامه تعداد شته سیر نزولی به خود گرفت به صورتی که در نمونه برداری هفتم تعداد شته روی برگ‌های پایینی (P =۰/۱۱ ،$t_{۱۲،۱}$= ۳/۰۸)، برگ‌های بالائی (P =۰/۰۰۵ ،۱۲/۱۳ =$t_{۱۲،۱}$)، و همچنین مجموع آنها روی این برگ‌ها (P =۰/۰۴۴ ،$t_{۱۲،۱}$= ۵/۰۸) در مقایسه با نمونه برداری قبل از آن بطور معنی‌داری کاهش یافت و این روند کاهش در تعداد شته در نمونه‌برداری هشتم بطور مشابه روی این برگ ها (برگ پایین: P =۰/۰۲۹ ،۶/۳۱ =$t_{۱۱،۱}$، برگ بالا: P =۰/۰۰۳ ،۱۳/۸۵ =$t_{۱۱،۱}$، برگ پایین و بالا: P =۰/۰۱۲ ،۹/۱۲ =$t_{۱۱،۱}$) در مقایسه با نمونه برداری هفتم ادامه داشت (شکل ۱–a، b و c). البته علت این کاهش تعداد شته، اشباع شدن ظرفیت گیاهان و در نتیجه ترک گیاهان خیار توسط شته‌ها بود. در واقع ظرفیت گیاهان به این علت که تکثیر شته‌ی آفت نسبت به دشمن طبیعی سریع‌تر بود، اشباع گردید و بنابراین بسیاری از شته‌ها اقدام به ترک گیاهان میزبان نمودند.

مقایسه تعداد شته‌های شمارش شده نشان داد که در تمام دفعات نمونه‌برداری (نمونه‌برداری اول: P =۰/۰۰۴ ،۱۰/۸۷ =$t_{۱۸،۱}$؛ دوم: P =۰/۰۰۸ ،۸/۷۹ =$t_{۱۸،۱}$؛ سوم: P =۰/۰۰۱ ،۱۶/۲۶ =$t_{۱۸،۱}$؛ چهارم: P =۰/۰۱۳ ،۷/۵ =$t_{۱۸،۱}$؛ پنجم: P =۰/۰۰۵ ،۱۰/۴۶ =$t_{۱۸،۱}$؛ ششم: P =۰/۰۱۵ ،۷/۷۱ =$t_{۱۴،۱}$؛ هفتم: P =۰/۰۱۸ ،۸/۰۱ =$t_{۱۰،۱}$ و هشتم: P =۰/۰۰۳ ،۱۷/۳۱ =$t_{۸،۱}$) تعداد شته‌ها روی برگ‌های پایینی به طور معنی‌داری بیشتر از برگ‌های بالایی بود (شکل ۱–a و ۱–b).

روند تغییرات جمعیت شته جالیز هنگام فعالیت کفشدوزک *H. variegata*

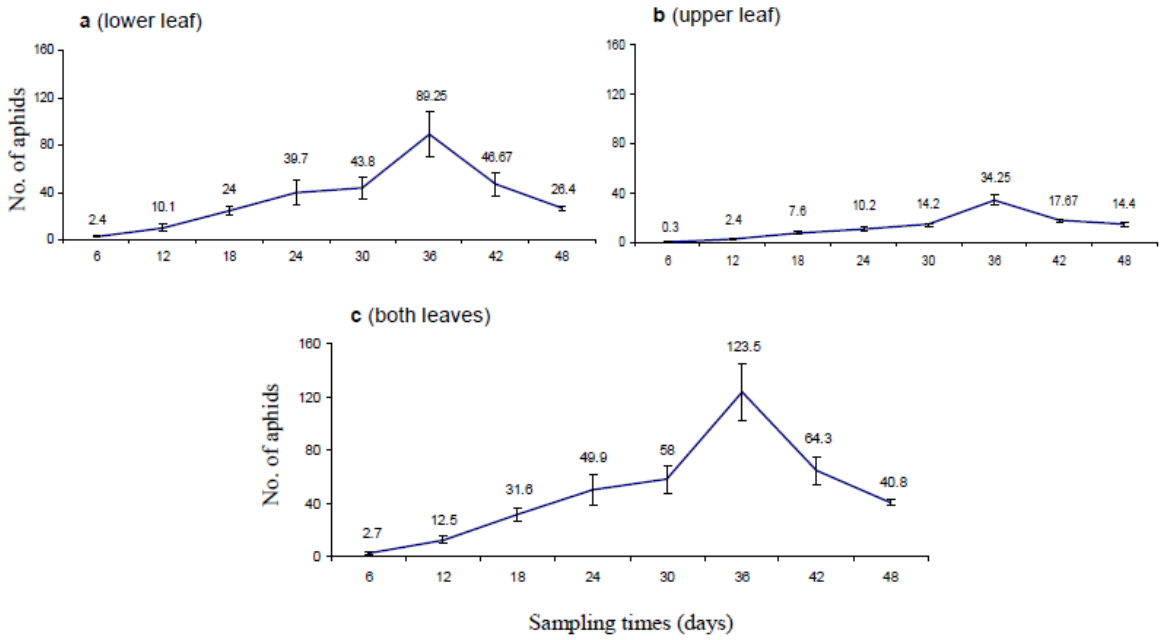
در نمونه‌برداری اول، تعداد شته‌ها روی برگ پایینی (شکل ۲–a) و بالایی (شکل ۲–b) در حداقل تعداد خود قرار داشت. مطابق با نمونه برداری‌های بعدی، با گذشت زمان علی‌رغم فعالیت بالغین و لاروهای سنین مختلف کفشدوزک، رشد تعداد شته تا نمونه برداری چهارم ادامه داشت و ۲۴ روز بعد از آغاز آزمایش به اوج خود رسید، به صورتی که تفاوت معنی‌داری با تعداد شته در نمونه

[1] Indepentent t-test
[2] Two-way ANOVA
[3] LSD

www.SID.ir

Archive of SID

برداری‌های قبلی (نمونه‌برداری‌اول: برگ پایین: $t_{۱۸،۱}$= ۵۸/۷۵، P=<۰/۰۰۱، برگ بالا: $t_{۱۸،۱}$= ۶۳/۴، P=<۰/۰۰۱)، برگ پایین و بالا: $t_{۱۸،۱}$= ۶۶/۵۸، P =<۰/۰۰۱)؛ (نمونه‌برداری‌سوم: برگ پایین: $t_{۱۸،۱}$= ۱۱/۳، P =۰/۰۰۳، برگ بالا: $t_{۱۸،۱}$= ۱۱/۷۴، P =۰/۰۰۳، برگ پایین و بالا: $t_{۱۸،۱}$= ۱۳/۴۲، P =۰/۰۰۲) نشان داد. با ادامه فعالیت مراحل مختلف رشدی کفشدوزک شکارگر، تعداد شته روند نزولی به خود گرفت به صورتی که تعداد شته در برگ‌های پایینی ($t_{۱۸،۱}$= ۱/۶۷، P =۰/۲۱)، بالایی ($t_{۱۸،۱}$= ۵/۷۸، P =۰/۰۲۷) و پایینی و بالایی ($t_{۱۸،۱}$= ۸/۳۶، P =۰/۰۰۹) بوته خیار در دو نمونه‌برداری چهارم و پنجم اختلاف معنی‌داری را نشان داد. این روند نزولی کاهش تعداد شته در برگ‌های پایینی ($t_{۱۸،۱}$= ۱۳/۸، P =۰/۰۱ ؛ $t_{۱۸،۱}$= ۱۰/۸، P =۰/۰۰۳)، بالایی ($t_{۱۸،۱}$= ۷/۲۶، P =۰/۰۴۵ ؛ $t_{۱۸،۱}$= ۴/۱۵، P =۰/۰۰۲) و پایینی و بالایی ($t_{۱۸،۱}$= ۱۱/۴۵، P =۰/۰۰۴ ؛ $t_{۱۸،۱}$= ۶/۰۹، P =۰/۰۱۴) به ترتیب بین نمونه‌برداری پنجم و ششم و نمونه برداری ششم به هفتم ادامه داشت (شکل ۲-a، b و c).



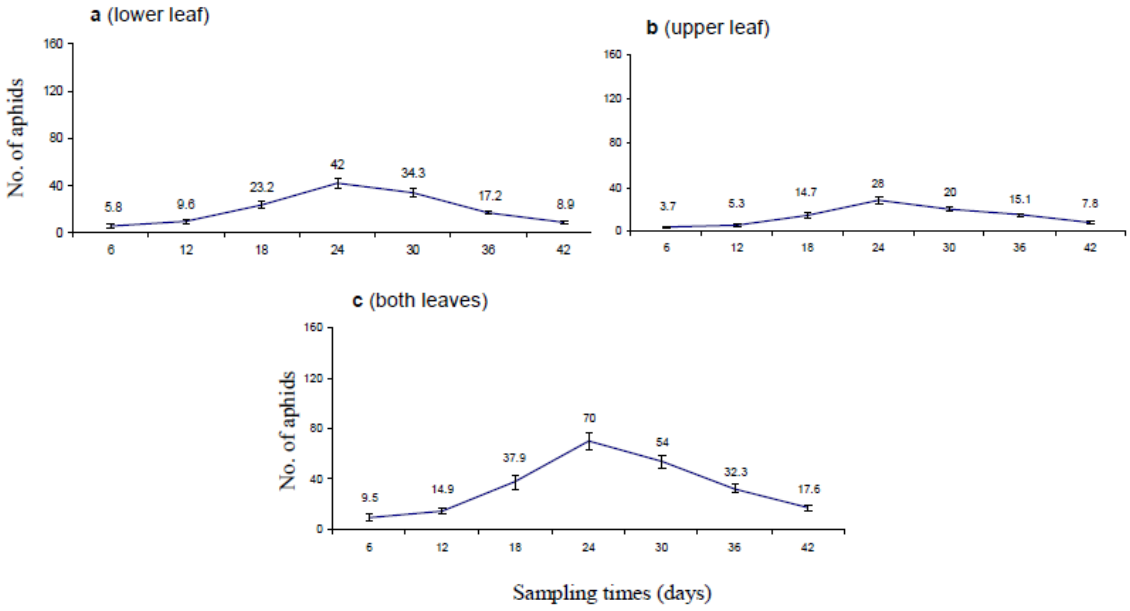
شکل ۱- تعداد شته جالیز (میانگین ± خطای معیار) روی برگ پایینی (a)، بالایی (b) و هر دو برگ خیار (c)، هنگام کاربرد زنبور پارازیتوئید *Lysiphlebus fabarum*، در حضور گیاه بانک

Figure 1. Number (mean ± SE) of *Aphis gossypii* on the: (a) lower; (b) upper; (c) and both cucumber leaves when *Lysiphlebus fabarum* was used alone in the presence of the banker plant

مقایسه تعداد شته‌های شمارش شده روی برگ‌های پایینی و بالایی نشان داد که در دفعات نمونه‌برداری سوم ($t_{۱۸،۱}$= ۱۰/۸۷، P =۰/۰۰۴)، چهارم ($t_{۱۸،۱}$= ۸/۷۹، P =۰/۰۰۸) و پنجم ($t_{۱۸،۱}$= ۱۶/۲۶، P =۰/۰۰۱)، تعداد شته‌ها روی برگ‌های پایینی به طور معنی‌داری بیشتر از برگ‌های بالایی بود (شکل ۲-a و b)، اما در سایر دفعات نمونه برداری، این تفاوت دیده نشد (شکل ۲-a و b).

www.SID.ir

Archive of SID



شکل۲- تعداد شته جالیز (میانگین ± خطای معیار) روی برگ پایینی (a)، بالایی (b) و هر دو برگ خیار (c)، هنگام کاربرد کفشدوزک شکارگر *Hippodamia variegata* در حضور گیاه بانک

Figure 2. Number (mean ± SE) of *Aphis gossypii* on the: (a) lower; (b) upper; (c) and both cucumber leaves when *Hippodamia variegata* was used alone in the presence of the banker plant

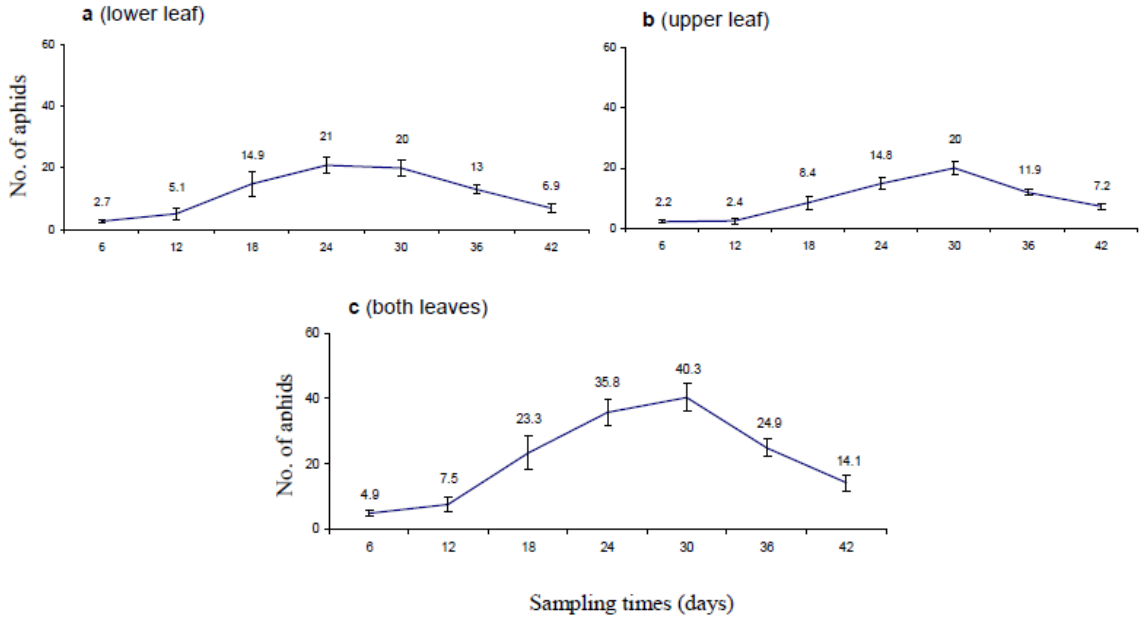
روند تغییرات جمعیت شته جالیز هنگام فعالیت هم زمان زنبور پارازیتوئید و کفشدوزک شکارگر

همان‌طور که در شکل ۳ مشاهده می‌شود، تعداد شته جالیز در نمونه برداری اول، در مراحل اولیه‌ی رشد بوده و در سطح بسیار پایینی قرار داشت. در ادامه با توجه به فعالیت کم دشمنان طبیعی، شته‌ی جالیز این فرصت را در اختیار داشت تا جمعیت خود را با شیب ملایمی افزایش دهد، بطوری‌که در روز سی‌اُم تعداد شته به اوج خود رسید و اختلاف معنی‌داری را در برگ‌های پایینی (P=<۰/۰۰۱، $t_{۱۸،۱}$= ۵۷/۱)، بالایی (P=<۰/۰۰۱، $t_{۱۸،۱}$= ۵۸/۲۴) و پایینی و بالایی (P=<۰/۰۰۱، $t_{۱۸،۱}$= ۶۹/۴) با نمونه‌برداری قبلی داشت. در ادامه با فعالیت هم‌زمان دو عامل کنترل زیستی، شاهد روند تدریجی کاهش تعداد شته از نمونه‌برداری پنجم تا ششم (مقایسه بین برگ‌های پایین: P =۰/۰۲۱، $t_{۱۸،۱}$= ۴/۱۷، برگ‌های بالا: P =۰/۰۱۷، $t_{۱۸،۱}$= ۵/۷۸، و برگ‌های پایین و بالا: P =۰/۰۱۱، $t_{۱۸،۱}$= ۶/۳۶) و همچنین از نمونه برداری ششم تا هفتم (مقایسه بین برگ‌های پایین: P =۰/۰۱، $t_{۱۸،۱}$= ۸/۰۸، برگ‌های بالا: P =۰/۰۲۵، $t_{۱۸،۱}$= ۶/۵۲، و برگ‌های پایین و بالا: P =۰/۰۲۴، $t_{۱۸،۱}$= ۷/۳۷) بودیم (شکل ۳-a، b و c).

هنگام فعالیت هم‌زمان کفشدوزک و زنبور، در هیچ یک از دفعات نمونه‌برداری تفاوت معنی‌داری در تعداد شته‌ها روی برگ‌های پایینی و بالایی (P =۰/۵۴، $t_{۱۸،۱}$= ۰/۳۹؛ P =۰/۱۸۳، $t_{۱۸،۱}$= ۱/۹۲؛ P =۰/۱۵، $t_{۱۸،۱}$= ۲/۲۶؛ P =۰/۰۷۸، $t_{۱۸،۱}$= ۳/۴۹؛ P =۰/۹۲۶، $t_{۱۸،۱}$= ۰/۰۰۹؛ P =۰/۴۴، $t_{۱۸،۱}$= ۰/۸۷ و P =۰/۲۴، $t_{۱۸،۱}$= ۱/۰۷ به ترتیب نمونه برداری اول تا هفتم) دیده نشد (شکل ۳-a و ۳-b).

www.SID.ir

Archive of SID



شکل۳- تعداد شته جالیز (میانگین ± خطای معیار) روی برگ پایینی (a)، بالایی (b) و هر دو برگ خیار (c)، هنگام کاربرد هم‌زمان زنبور پارازیتوئید *Lysiphlebus fabarum* و کفشدوزک شکارگر *Hippodamia variegata*، در حضور گیاه بانک

Figure 3. Number (mean ± SE) of *Aphis gossypii* on the: (a) lower; (b) upper; (c) and both cucumber leaves when *Lysiphlebus fabarum* and *Hippodamia variegata* were used simultaneously in the presence of the banker plant

بررسی کارآیی زنبور پارازیتوئید *L. fabarum* و کفشدوزک *H. variegata*

کارآیی زنبور پارازیتوئید و کفشدوزک هنگام کاربرد جداگانه و یا هم‌زمان آنها از دو منظر یعنی مقایسه اوج تعداد شته‌ها و همچنین مقایسه تعداد شته‌های زنده و فعال در پایان هر آزمایش تعیین شد. بر اساس نتایج بدست آمده، از نظر اوج تعداد شته جالیز تفاوت معنی‌داری بین تیمارها (یعنی پارازیتوئید به تنهایی، کفشدوزک به تنهایی و کاربرد همزمان هر دو عامل کنترل زیستی) وجود داشت ($F_{۲۵،۲}$= ۱۲/۴۹ ،P=<۰/۰۰۱). حضور هم‌زمان زنبور و کفشدوزک بطور معنی‌داری باعث کاهش تعداد شته در مقایسه با زمانی که فقط زنبور پارازیتوئید (P==۰/۰۰۱، $F_{۱۶،۱}$= ۱۸/۳۶)(شکل ۱-c و ۳-c) و یا کفشدوزک شکارگر (P==۰/۰۰۲، $F_{۱۸،۱}$= ۱۳/۵۵)(شکل ۲-c و ۳-c) بکار گرفته شد، گردید. همچنین فعالیت کفشدوزک *H. variegata* در مقایسه با زنبور پارازیتوئید *L. fabarum* به نحو بهتری شته جالیز را مهار کرد و بطور معنی‌داری تعداد کمتری شته در حضور کفشدوزک دیده شد (P==۰/۰۱۸، $F_{۱۶،۱}$= ۶/۸۸)(شکل ۱-c و ۲-c).

بر اساس نتایج بدست آمده، در خصوص تعداد شته های زنده و فعال روی گیاهان در پایان هر آزمایش، تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای مختلف وجود داشت (P=<۰/۰۰۱، $F_{۲۷،۲}$= ۴۳/۸۶). در مقایسه تیمارهای اول و دوم که هر کدام از دشمنان طبیعی به صورت جداگانه بکار گرفته شدند، کفشدوزک نسبت به زنبور پارازیتوئید نقش مؤثرتری در کاهش تراکم شته نشان داد (P=<۰/۰۰۱، $F_{۱۸،۱}$= ۳۷/۲۱). در مقابل، کاربرد هم‌زمان دو عامل کنترل زیستی روی گیاهان خیار در مقایسه با زمانی که زنبور

www.SID.ir

Archive of SID

پارازیتوئید ($F_{۱۸،۱}$= ۵۵/۵۲ ،P=<۰/۰۰۱) و یا کفشدوزک شکارگر ($F_{۱۸،۱}$= ۱۳/۲۹ ،P==۰/۰۰۲) به تنهایی بکار گرفته شدند، به طور معنی‌داری باعث کاهش تعداد بیشتری شته جالیز شد (جدول ۱).

در این مطالعه همچنین تعداد مومیایی‌ها روی گیاهان خیار، در پایان آزمایش‌هایی که در آنها از زنبور استفاده شد، شمارش شد. میانگین تعداد مومیایی‌ها در تیماری که زنبور *L. fabarum* به تنهایی بکار گرفته شد، در مقایسه با این تعداد در تیماری که زنبور هم‌زمان با کفشدوزک *H. variegata* بکار گرفته شد، تفاوت معنی‌داری را نشان نداد ($F_{۱۸،۱}$= ۱/۵۸ ،P==۰/۲۲۵) (جدول ۱).

جدول ۱- میانگین (± خطای معیار) تعداد شته‌ها (شته جالیز) در اوج جمعیت روی هر دو برگ پایینی و بالایی خیار و همچنین تعداد شته‌های زنده و شته‌های مومیایی شده روی یک گیاه خیار در انتهای آزمایش‌ها، برای عوامل مختلف کنترل زیستی به تنهایی یا هم‌زمان

Table 1. Mean (±SE) number of aphids (*A. gossypii*) at peak stage on the both lower and upper cucumber leaves, and number of live aphids and mummified aphids on a cucumber plant at the end of the experiments for each biological control agent and combined agents

Treatments	Number of aphids at peak stage	Number of alive aphids	Number of mummified aphids
L. fabarum	123.5 ± 16.2 a	357 ± 26.7 a	145 ± 22.9 a
H. variegata	70 ± 6.9 b	189 ± 6.9 b	-
L. fabarum and *H.variegata*	40.3 ± 4.14 c	145 ± 9.7 c	177 ± 11.8 a

*Means with the similar letters within each column, were not significantly different (ANOVA, LSD, P>0.05).

بحث

در اجتماع شته‌ها، اصولا ماده‌های بال‌دار نرخ تولیدمثل پایینی دارند، اما از این لحاظ دارای اهمیت می باشند که به عنوان شته‌های مؤسس، تولیدکننده‌ی نتاجی هستند که هر کدام در ادامه فصل تشکیل کلنی‌های بزرگ خواهند داد. بنابراین چنان‌چه دشمنان طبیعی بتوانند تعدادی از این ماده های بال‌دار را پارازیته کنند و یا مورد تغذیه قرار دهند، از رشد نمایی شته آفت بطور جدی پیشگیری خواهند کرد.

در مطالعه‌ی حاضر روند پارازیتیسم زنبور پارازیتوئید *L. fabarum*، به گونه‌ای بوده است که تا سه هفته بعد از آغاز آزمایش، جمعیت شته جالیز را در سطح نسبتا پایینی نگه داشت، اما در ادامه، تکثیر شته‌ی آفت نسبت به زنبور به صورتی بود که افزایش جمعیت شته اتفاق افتاد و زنبور قادر به مهار تعداد شته نبوده است؛ البته باید در نظر داشت که زنبور *L. fabarum* میزانی از موفقیت خود را مدیون استفاده از سیستم گیاه حامل "باقلا–شته سیاه باقلا" بوده است. در ارتباط با کاربرد گیاه حامل، ذکر این نکته ضروری است که ترجیح زنبور پارازیتوئید در پارازیته کردن گونه شته آفت در مقایسه با شته مستقر بر روی گیاه حامل، می‌تواند کارآیی این سیستم را به شدت تحت تأثیر قرار دهد (Prado et al., 2015)، چرا که منجر به جابجایی زنبور پارازیتوئید از گیاه حامل به روی شته آفت در محصول اصلی خواهد شد. در مطالعه دیگری روی زنبور پارازیتوئید *L. fabarum* ، هنگام دسترسی زنبور به دو گونه مختلف شته، زنبورهای ماده، شته‌های جالیز مستقر روی گیاه خیار را بطور معنی‌داری بیشتر از شته‌های سیاه

www.SID.ir

Archive of SID

باقلا روی گیاه حامل پارازیته کردند (Astaraki et al., 2018). این ترجیح ذاتی زنبور پارازیتوئید به شته‌ی آفت می‌تواند منجر به ترغیب زنبور به کاوشگری در مکانی دورتر از گیاهان حامل گردد و یک سیستم کنترلی مؤثرتر را موجب شود (Prado and Frank, 2014; Prado et al., 2015). در این شرایط، انتظار میرود درصد بالایی از زنبورهای *L. fabarum*، گیاه حامل را به منظور پارازیته کردن آفت ترک کنند. به علاوه اکثر زنبورهایی که درون شته آفت رشد و نمو یافته‌اند، به جای برگشتن روی گیاه حامل، شته‌ی آفت را روی محصول اصلی مجددا مورد حمله قرار می‌دهند. نتایج نمونه برداری پنجم و بعد از آن در این مطالعه نشان داد که علی‌رغم استفاده از گیاه حامل، زنبور پارازیتوئید *L. fabarum* نتوانسته است مانع از سیر صعودی و طغیان جمعیت شته جالیز گردد، به طوری که در پایان آزمایش، میانگین تعداد شته‌های زنده و فعال بر روی هر گیاه خیار ۳۵۷ عدد شمارش شد که از این نظر اختلاف معنی‌داری را با سایر تیمارهای مورد مطالعه نشان داد.

در پژوهش حاضر کفشدوزک *H. variegata*، عملکرد به مراتب بهتری در محدود کردن رشد جمعیت شته جالیز نسبت به زنبور پارازیتوئید نشان داد، چرا که اوج جمعیت شته در حضور کفشدوزک در دامنه جمعیتی پایین تری به وقوع پیوست و همچنین تعداد شته‌های زنده در پایان آزمایش در حضور کفشدوزک در مقایسه با کاربرد زنبور پارازیتوئید *L. fabarum* کمتر بود. بدون شک استفاده از سیستم گیاه حامل "گیاه باقلا- شته سیاه باقلا" نیز در موفقیت این دشمن طبیعی مؤثر بوده است. در این ارتباط، در تحقیقی به منظور کنترل سفیدبالک گلخانه *Trialeurodes vaporariorum*، از طریق استفاده از سن شکارگر *Macrolophus caliginosus* (Hemiptera: Miridae) و سیستم گیاه حامل *Lapsana communis* میزبان سفیدبالک *Aleyrodes proletella*، نتایج نشان داد که این سیستم توانست بطور بالقوه‌ای بعنوان یک منبع غذایی مهم برای شکارگرها مورد استفاده قرار بگیرد و بطور معنی‌داری باعث افزایش کارآیی سن شکارگر و کاهش تراکم آفت شود (Bink et al., 1980).

بر اساس نتایج بدست آمده در مطالعه جاری، بهترین عملکرد هنگام کاربرد هم‌زمان زنبور *L. fabarum* و کفشدوزک *H. variegata* بدست آمد و در مقایسه با سایر تیمارها بطور معنی‌داری تعداد شته کمتری در مرحله اوج جمعیت پایین‌تری از شته به ثبت رسید. همچنین در این تیمار، تعداد شته‌های زنده در پایان آزمایش، کمترین بود. همسو با نتایج ما، در مطالعه دیگری، کاربرد هم‌زمان دو عامل کنترل زیستی شامل زنبور پارازیتوئید *Aphidius colemani* و پشه‌ی شکارگر *Aphidoletes aphidimyza* روی فلفل شیرین، نتایج موفقیت آمیزی را در کنترل شته‌های آفت گلخانه‌ای نشان داد (Hansen, 1983). در مطالعه مشابهی در مورد کاربرد دو عامل کنترل زیستی، زنبور پارازیتوئید *Diaeretiella rapae* (M'Intosh) و کفشدوزک هفت نقطه‌ای *Coccinella septempunctata* (L.)، نتایج نشان داد که کاربرد هم‌زمان این دو عامل به طور معنی‌داری منجر به کاهش جمعیت شته کلم *Brevicoryne brassicae* (L.) در مقایسه با کاربرد جداگانه‌ی هر یک از این عوامل گردید (Acheampong and Stark, 2007).

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که برخلاف تیمارهای اول و دوم که بطور معنی‌داری تعداد شته جالیز روی برگ‌های پایینی خیار بیشتر از برگ‌های بالایی بود، در تیمار سوم یعنی کاربرد هم‌زمان زنبور *L. fabarum* و کفشدوزک *H. variegata*، تعداد شته‌ها در برگ‌های پایینی گیاه خیار در زمان‌های مختلف تفاوت معنی‌داری با برگ‌های بالایی نشان نداد. هرچند این نتایج می‌تواند ناشی از تفاوت در اندازه‌ی برگ‌های خیار یعنی اندازه بزرگ‌تر برگ

www.SID.ir

Archive of SID

پایینی در مقایسه با برگ بالایی باشد، اما به نظر میرسد که در هنگام کاربرد هم‌زمان دو دشمن طبیعی، به دلیل کمبود شته میزبان، مصرف از شته‌های مستقر در برگ‌های پایینی افزایش یافته و منجر به عدم تفاوت معنی‌دار در تعداد شته در این دو بخش از گیاه خیار شده است.

پدیده شکارگری درون رسته‌ای[1] میان شکارگرها و پارازیتوییدها معمولا از نوع نامتقارن[2] می‌باشد، به صورتی که فقط احتمال تغذیه شکارگر از مراحل نابالغ پارازیتوئید وجود داشته و پارازیتوئید قادر به تغذیه از شکارگر نمی باشد. البته میزان ترجیح شکارگر در تغذیه از شکار درون رسته‌ای (میزبان پارازیته شده) در گونه‌های مختلف متفاوت است، چنان‌چه بعضی از شکارگران فقط از میزبان پارازیته نشده تغذیه می‌کنند (Rosenheim et al., 1995)، یا تمایل به تغذیه از این میزبان‌ها را از خود نشان می‌دهند (Sunderland et al., 1997)، در مقابل بعضی شکارگران فقط میزبان‌های پارازیته شده را برای خوردن ترجیح می‌دهند (Fritz, 1982). البته دلایل ترجیح شکارگر بسیار متنوع بوده و به عواملی چون ویژگی‌های شکار درون رسته‌ای (مانند میزان تحرک، استراتژی شکارگری، و...) (Hindayana et al., 2001)، خصوصیات شکار خارج رسته‌ای[3] (مانند سن و تراکم کلنی میزبان) (Lucas et al., 1998)، گونه‌ی شکارگر درون رسته‌ای (Provoset et al., 2003) و همچنین اندازه نسبی و خصوصیات تغذیه‌ای شکارگر (Hindayana et al., 2001) بستگی دارد. در مطالعه حاضر هنگامی که تعداد مومیایی روی گیاهان خیار در پایان آزمایش شمارش شد، اختلاف معنی‌داری در تعداد مومیایی‌ها بین تیمار اول (کاربرد فقط زنبور پارازیتوئید) و تیمار سوم (کاربرد هم زمان زنبور پارازیتوئید و کفشدوزک) مشاهده نشد. این نتیجه همسو با نتایج مطالعه قبلی (Toosi et al., 2016)، نشان دهنده‌ی عدم تمایل مراحل مختلف رشدی کفشدوزک *H. variegata* (به عنوان شکارگر درون رسته‌ای) به تغذیه از مراحل نابالغ زنبور *L. fabarum* (شکار درون رسته‌ای) بوده و به عبارتی مؤید این نکته مهم است که تعامل این دو دشمن طبیعی از نوع تداخلی[4] نمی‌باشد، نتیجه‌ای که می‌تواند یکی از دلایل موفقیت آمیز بودن کاربرد هم‌زمان این دو عامل کنترل زیستی باشد. در مجموع و براساس نتایج مطالعه حاضر، کاربرد هم‌زمان زنبور پارازیتوئید *L. fabarum* و کفشدوزک *H. variegata* منجر به کنترل مؤثر شته جالیز روی بوته‌های خیار گردید.

سپاس‌گزاری

بدینوسیله از حمایت‌های مالی معاونت پژوهشی دانشگاه شهید چمران اهواز (شماره گرنت ۹۷/۳/۰۲/۲۶۲۴۷) قدردانی می‌گردد.

[1] Intraguild predation
[2] Asymmetrical intraguild predation
[3] Extraguild prey
[4] Interference interaction

www.SID.ir

Archive of SID

REFERENCES

Acheampong, S., and Stark, J.D. 2007. Can reduced rates of pymetrozine and natural enemies control the cabbage aphid, *Brevicoryne brassicae* (Homoptera: Aphididae), on broccoli? International Journal of Pest Management, 50: 275-279.

Almasi, A., Rasekh, A., Esfandiari, M., Askari-Seyahooei, M., and Ziaee, M. 2017. Evaluation of efficiency the parasitoid wasp, *Lysiphlebus fabarum* (Hymenoptera: Braconidae), reared on Aphis fabae, against the melon aphid, *Aphis gossypii*. Journal of Applied Researches in Plant Protection, 6: 83-95. (in Farsi with English abstract).

Ameri, M., Rasekh, A., and Allahyari, H. 2014. Effect of different nymphal stages of *Aphis fabae* Scopoli on some biological features of thelytokous population of *Lysiphlebus fabarum* (Marshall). Plant Protection (Scientific Journal of Agriculture), 35 (4): 83-94. (in Farsi with English abstract).

Astaraki, M., Rasekh, A., Shishehbor, P., and Mahi, H. 2018. Evaluation of the possibility of using banker plant (*Vicia faba-Aphis fabae*) to increase parasitism of *Aphis gossypii* by a parasitoid wasp, *Lysiphlebus fabarum*. Journal of BioControl in Plant Protection. Accepted. (in Farsi with English abstract).

Bennison, J.A. 1992. Biological control of aphids on cucumbers: use of open rearing systems or "banker plants" to aid establishment of *Aphidius matricariae* and *Aphidoletes aphidimyza*. Mededelingen van de Faculteit Landbouwwetenschappen Universiteit Gent, 57/2b: 457-466.

Bink, F.A., Bink-Moenen, R.M., and Woets, J. 1980. Wittevliegen in Nederland (Homoptera; Aleyrodidae). Entomology Berlin, 40: 3-9.

Blackman, R.L., and Eastop, V.F. 1984. Aphids on the world's crops: an identification guide. John Wiley & Sons, Chichester.

Cichocka, E., Goszczynski, W., and Chacinska, M. 1992. The effect of aphids on host plants. I. Effect on photosynthesis, respiration and transpiration. Aphids and Other Homopterous Insects 3: 59-64.

Farhadi, R., Allahyari, H., Rasekh, A., Aldaghi, M., and Farhoodi, F. 2012. Comparative study of life table parameters of *Hippodamia variegata* (Col.: Coccinellidae) and *Aphis fabae* (Hem.: Aphididae). Iranian Journal of Plant Protection Science, 42: 209-215. (in Farsi with English abstract).

Frazer, B.D. 1988. Predators. In Minks, A.K. & Harrewijn, P. (Eds.). Aphids: their biology, natural enemies and control. Volume B. Elsevier, Amsterdam, pp: 217-230.

Fritz, R. S. 1982. Selection for host modification by insect parasitoids. Evolution, 36: 283-288.

www.SID.ir

Archive of SID

Hansen, L.S. 1983. Introduction of *Aphidoletes aphidimyza* (Rond.) (Diptera: Cecidomyiidae) from an open rearing secondary parasitism in the banker plant system unit for the control of aphids in glasshouses. IOBC-WPRS Bulletin, 6: 146-150.

Hindayana, D., Meyhofer, R., Scholz, D., and Poehling, H.M. 2001. Intraguild predation among the hoverfly *Episyrphus balteatus* de Geer (Diptera: Syrphidae) and other aphidophagous predators. Biological Control, 20: 236-246.

Jandricic, S.E., Dale, A.G., Bader, A., and Frank, S.D. 2014. The effect of banker plant species on the fitness of *Aphidius colemani* Viereck and its aphid host (*Rhopalosiphum padi* L.). Biological Control, 76: 28-35.

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

Lucas, E., Coderre, D., and Brodeur, J. 1998. Intraguild predation among aphid predators: characterization and influence of extraguild prey density. Ecology, 79: 1084-1092.

Mahi, H., Rasekh, A., Michaud, J.P., and Shishehbor, P. 2014. The biology of *Lysiphlebus fabarum* (Braconidae, Aphidiinae) following cold storage of larvae and pupae. Entomologia Expermentalis et Applicata, 153: 10-19.

Mahmoudi, M., Sahragard, A., and Jalali Sendi, J. 2010. Foraging efficiency of *Lysiphlebus fabarum* Marshall (Hymenoptera: Aphidiidae) parasitizing the black bean aphid, *Aphis fabae* Scopoli (Hemiptera: Aphididae), under laboratory conditions. Journal of Asia-pacific Entomology, 3(2): 111-116.

Mohammadi, Z., Rasekh, A., Kocheli, F., and Habibpour, B. 2016. The effect of different instars of black bean aphid, *Aphis fabae* (Hem.: Aphididae) on fitness of sexual population of *Lysiphlebus fabarum* (Hym.: Braconidae). Plant Protection (Scientific Journal of Agriculture), 38 (4): 108-102. (in Farsi with English absract).

Mossadegh, M.S., Stary, P., and Salehipour, H. 2011. Aphid parasitoids in a dry lowland area of Khuzestan, Iran (Hymenoptera, Braconidae, Aphidiinae). Asian Journal of Biological Sciences, 4: 175-181.

Prado, S.G., and Frank, S. 2014. Optimal foraging by an aphid parasitoid affects the outcome of apparent competition. Ecological Entomology, 39: 236-244.

Prado, S.G.S., Jandricic, E., and Frank, S.D. 2015. Ecological interactions affecting the efficacy of *Aphidius colemani* in greenhouse crops. Insects, 6: 538-575.

Provost, C., Coderre, D., Lucas, E., and Bostanian, N. J. 2003. Impacts of Lambda cyhalothrin on intraguild predation among three mite predators. Environmental Entomology, 32: 256-263.

www.SID.ir

Archive of SID

Rakhshani, E., Talebi, A.A., Manzari, S., Rezwani, A., and Rakhshani, H. 2006. An investigation on alfalfa aphids and their parasitoids in different parts of Iran, with a key to the parasitoids (Hemiptera: Aphididae; Hymenoptera: Braconidae: Aphidiinae). Journal of Entomological Society of Iran, 25: 1-14.

Rasekh, A., Kharazi-Pakdel, A., Michaud, J.P., Allahyari, H., and Rakhshani, E. 2011. Report of a thelytokous population of *Lysiphlebus fabarum* (Marshall) (Hymenoptera: Aphidiidae) from Iran. Journal of Entomological Society of Iran, 30: 83-84.

Rasekh, A., Michaud, J.P., Allahyari H., and Sabahi, Q. 2010. The foraging behavior of *Lysiphlebus fabarum* (Marshall), a thelytokous parasitoid of the black bean aphid in Iran. Journal of Insect Behavior, 23: 165-179.

Rasekh A., Michaud, J.P., Mohseni, L., and Kocheili, F. 2018. An asexual strain of *Lysiphlebus fabarum* (Hymenoptera: Braconidae) gains fitness in superparasitised hosts, but a sexual strain pays costs. Ecological Entomology, 43: 93-101.

Rosenheim, J.A., Kaya, H.K., Ehler, L.E., Marois, J.J., and Jaffee, B.A. 1995. Intraguild predation among biological-control agents: theory and practice. Biological Control, 5: 303-335.

Sadeghi, A. 1991. An investigation on the coccinellids fauna of alfalfa fields and determination of species at Karaj. M.Sc. Thesis, University of Tehran, Karaj, Iran (in Persian)

SPSS. 1998. SPSS 8.0 for Windows. Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ, USA.

Stacey, D.L. 1977. ‘‘Banker’’ plant production of *Encarsia formosa* Gahan and its use in the control of glasshouse whitefly on tomatoes. Plant Pathology, 26: 63-66.

Stary, P. 1986. Specificity of parasitoids (Hymenoptera: Aphidiidae) to the black bean aphid *Aphis fabae* complex in agroecosystems. Acta Entomologica Bohemoslov, 83: 24-29.

Stary, P. 1988. Aphidiidae. In Minks, A.K., Harrewijn, P. (Eds.). Aphids: their biology, natural enemies and control. Volume B. Elsevier, Amsterdam, pp: 171-184.

Sunderland, K.D., Axelsen, J.A., Dromph, K., Freier, B., Hemptinne, J.L., Holst, N.H., Mols, P.J.M., Petersen, M.K., Powell, W., Ruggle, P., Triltsch, H., and Winder, L. 1997. Pest control by a community of natural enemies. Acta Jutlandica, 72: 271-326.

Toosi, M. 2016. Investigation on intraguild predation between ladybird, *Hippodamia variegata* and a parasitoid wasp, *Lysiphlebus fabarum* natural enemies of *Aphis gossypii* on cucumber plant. M.Sc. Thesis, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran.

www.SID.ir

Archive of SID

Toosi, M., Rasekh, A., and Osawa, N. 2016. Intraguild predation by *Hippodamia variegata* (Col.: Coccinellidae) on the parasitoid wasp, *Lysiphlebus fabarum* (Hym.: Braconidae). Journal of Entomological Society of Iran, 36: 205-216. (in Farsi with English abstract).

Toosi, M., Rasekh, A., and Osawa, N. 2019. Effects of intraguild predation on the life history traits in the ladybird beetle *Hippodamia variegata* (Coleoptera: Coccinellidae) and its progeny. Bulletin of Insectology, (Submitted).

van Driesche, R.G., Lyon, S., Sanderson, J.P., Bennett, K.C., Stanek, E.J., and Zhang, R. 2008. Greenhouse trials of *Aphidius colemani* (Hymenoptera: Braconidae) banker plants for control of aphids (Hemiptera: Aphididae) in greenhouse spring floral crops. Florida Entomologist, 91: 583-591.

van Emden, H.F. 1988. The potential for managing indigenous natural enemies of aphids on field crops. Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences, 318: 183-201.

van Lenteren, J.C., and Woets, J. 1988. Biological and integrated pest control in greenhouses. Annual Review of Entomology, 33: 239-269.

van Schelt, J. Douma, J.B., and Ravensberg, W.J. 1990. Recent developments in the control of aphids in sweet peppers and cucumbers. SROP-WPRS Bulletin, XIII/5: 190-193.

van Steenis, M. 1995. Evaluation and application of parasitoids for biological control of *Aphis gossypii* in glasshouse cucumber crops. Ph.D. Thesis, Wageningen University. Wageningen, Netherland.

Yu, D.S., van Achterberg, C., and Horstmann, K. 2013. World Ichneumonoidea 2011. Taxonomy, Biology, Morphology and Distribution. Taxapad (Scientific Names for Information Management), Interactive Catalogue, Ottawa. Available on: http://www.taxapad.com.

© 2019 by the authors. Licensee SCU, Ahvaz, Iran. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0 license) (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

www.SID.ir

Archive of SID

Effects of single and simultaneous application of the parasitoid, *Lysiphlebus fabarum* and the ladybird beetle, *Hippodamia variegata* on control of *Aphis gossypii* on cucumber

Z. Mohammadi[1], A. Rasekh[2*], M. Esfandiari[3], J. P. Michaud[4] and F. Kocheili[3]

1. Ph.D student of Agricultural entomology, Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran.
2. *__Corresponding Author:__ Associate Professor, Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran. (a.rasekh@scu.ac.ir)
3. Associate Professor, Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran.
4. Professor, Department of Entomology, Kansas State University, Agricultural Research Center, Hays, USA.

(DOI): 10.22055/PPR.2019.14238

Received: 5 December 2018 Accepted: 4 Febuary 2019

Abstract

Background and objectives

The cotton aphid, *Aphis gossypii*, is an important pest on greenhouse crops such as cucumber. Natural enemies have often been used successfully to control greenhouse pests. Among different pests, aphids are particularly difficult to control biologically because of their high reproductive rate.

Materials and Methods

In this study, the effects of separate and simultaneous application of the parasitoid wasp *Lysiphlebus fabarum* and the predator ladybird beetle *Hippodamia variegata* were studied to control *A. gossypii* on cucumber as an integrated pest management program. The replicates (n= 10) in all treatments included 10 cucumber plants in separate pots and were infected with five winged *A. gossypii*, placed in a cage with a banker plant system of *Vicia fabae*-*Aphis fabae*. With the introduction of mummified aphids on a bean shoot (every two days), a pair of male and female adult ladybird beetles (every three days) or simultaneous application of both biocontrol agents, the numbers of aphids were counted in the three treatments.

Results

The results revealed that the parasitoid wasp *L. fabarum* was unable to control *A. gossypii* by itself, but *H. variegata* performed better. The best performance was observed for simultaneous application of both biocontrol agents. Moreover, in the combined agents' treatment, the number of *A. gossypii* on both lower and upper cucumber leaves was not significantly different compared to other treatments in which biological agents were used separately. The number of mummified aphids did not differ between treatments at the end of the experiments. This is indicative of the tendency for ladybird beetles to feed on different growth stages of non-parasitized aphids compared to parasitized aphids containing immature stages of *L. fabarum*.

Discussion

The results indicate that the simultaneous application of both biocontrol agents is effective for the control of *A. gossypii*, although more research under greenhouse condition is needed.

Keywords: Aphis fabae, Biological control, Banker plant, Lysiphlebus fabarum, Hippodamia variegata

www.SID.ir