روابط خاک و گیاه / سال یازدهم / شماره سوم / پاییز ۱۳۹۹/ صفحات ۲۳-۱۳ مقاله پژوهشی

کارایی سن شکارگر *Nesidiocoris tenuis* Reuter (Hempitera, Miridae) در کنترل بید گوجه‌فرنگی *Tuta absoluta* Meyrick (Lepidoptera: Gelechiidae) در شرایط گلخانه

پیمان نامور[1]* و شهرام فرخی[2]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۳/۱۹؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۷/۹)

چکیده

بید گوجه‌فرنگی *Tuta absoluta* آفتی است که از سال ۱۳۸۹ وارد کشور شده و به‌سرعت در مناطق مختلف از جمله جنوب استان کرمان گسترش یافته است. سن شکارگر *Nesidiocoris tenuis* در کنترل بید گوجه‌فرنگی در گلخانه‌های گوجه‌فرنگی نقش مؤثری دارد. برای بررسی کارایی سن شکارگر در کنترل این آفت، در یک گلخانه پژوهشی رهاسازی سن شکارگر در پنج تیمار شامل یک جفت سن بالغ به‌ازای هر بوته، ۶ عدد پوره سن چهار به‌ازای هر بوته هم‌زمان با آلوده‌سازی مصنوعی (رهاسازی یک جفت حشره بالغ بید گوجه‌فرنگی به‌ازای هر بوته)، یک جفت سن بالغ به‌ازای هر بوته و ۶ عدد پوره سن چهار به‌ازای هر بوته یک هفته پیش از آلوده‌سازی مصنوعی و بدون رهاسازی سن شکارگر (شاهد)، در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار به‌انجام رسید. ارزیابی در دو نوبت ۴۰ و ۷۰ روز پس از آلوده‌سازی مصنوعی روی ۲۰ بوته از هر کرت انجام شد. نتایج نشان داد دو تیمار رهاسازی حشره بالغ و پوره یک هفته پیش از آلوده‌سازی مصنوعی، با کم‌ترین تعداد لارو (۱/۵۲ ± ۵ و ۱/۰۱ ± ۵/۱ در ۴۰ روز و ۰/۵۸ ± ۲ و ۰/۵۸ ± ۴ در ۷۰ روز)، دالان (۲/۹۶ ± ۱۱/۴ و ۲/۲ ± ۱۰/۷ در ۴۰ روز و ۰/۶۷ ± ۴/۷ و ۰/۸۸ ± ۶/۷ در ۷۰ روز) و درصد خسارت به میوه (۱/۴۵ ± ۴/۷ و ۱/۲۱ ± ۷/۳) و نیز بیش‌ترین تعداد سن مستقر در بوته‌ها (۰/۱۴ ± ۳/۶ و ۰/۰۷ ± ۳/۱ در ۴۰ روز و ۰/۲ ± ۵/۸ و ۰/۲۴ ± ۴/۶ در ۷۰ روز) بهتر از سایر تیمارها بوده‌اند. از نظر تعداد علائم خسارت سن به بوته‌ها نیز دو تیمار یادشده به‌ویژه در ارزیابی نهایی اختلاف معنی‌داری با سایر تیمارها نداشته و برای کاربرد در گلخانه‌های تجاری پیشنهاد می‌شوند.

واژه‌های کلیدی: پروانه مینوز گوجه‌فرنگی، کارایی شکارگری، کنترل بیولوژیک، جیرفت

مقدمه

بید گوجه‌فرنگی *Tuta absoluta* Meyrick (Lepidoptera: Gelechidae) ، یکی از مخرب‌ترین آفات گوجه‌فرنگی در جهان است که بومی آمریکای مرکزی بوده (۱۰) و برای اولین‌بار در

۱. بخش تحقیقات گیاه‌پزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی جنوب کرمان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، جیرفت

۲. بخش تحقیقات کنترل بیولوژیک، مؤسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران

* مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: p.namvar@areeo.ac.ir

ایران در سال ۱۳۸۹ از شمال غرب کشور و شهرستان ارومیه شناسایی و گزارش شده است (۵). این آفت به‌سرعت در مناطق جنوبی کشور مانند استان‌های بوشهر، هرمزگان و جنوب استان کرمان گسترش یافته و در حال حاضر یکی از مهم‌ترین آفات مزارع و گلخانه‌های گوجه‌فرنگی در این مناطق است (۱۹).

در اولین سال ورود *T. absoluta* به کشورهای منطقه مدیترانه، دو گونه سن شکارگر متعلق به راسته ناجوربالان از خانواده Miridae (*Nesidiocoris tenuis* Reuter) و Rambur (Makcrolophus *pygmaeus*) در حال تغذیه از مراحل تخم و لاروهای جوان این آفت از سطح مزارع و گلخانه‌ها جمع‌آوری شد (۹).

سن شکارگر *N. tenuis* یک گونه با رژیم غذایی دوگانه جانورخوار-گیاه‌خواری (Zoophytophagous) است که البته جزو فراوان‌ترین و مؤثرترین شکارگرهای آفات گوجه‌فرنگی محسوب می‌شود. این‌گونه چندخوار (Omnivirous) در شرایطی که شکار زیاد باشد عمدتاً رژیم جانورخواری دارد چرا که در این حالت نسبت به رژیم تنها گیاه‌خواری، کارایی بیش‌تری دارد (۲۶).

پتانسیل شکارگری و جنبه‌های زیستی *N. tenuis* بررسی شده و ثابت شده است که این سن از تخم‌ها و لاروهای *T. absoluta* فعالانه تغذیه می‌کند اگرچه لاروهای سن اول را ترجیح می‌دهند. حشرات بالغ این سن روزانه بیش از ۱۰۰ عدد تخم بید گوجه‌فرنگی را تغذیه می‌کنند (۳ و ۱۸).

سن شکارگر *N. tenuis* بومی کشورهای سواحل مدیترانه و خاورمیانه است. لیناوری (۱۴) این‌گونه را از استان‌های گیلان، تهران، اردبیل و زنجان گزارش کرده است. سهرابی و حسینی (۲۷) با جمع‌آوری برگ‌های گوجه‌فرنگی آلوده به بید گوجه‌فرنگی از برازجان بوشهر، سن یادشده را به‌عنوان شکارگر بید گوجه‌فرنگی در ایران معرفی کردند. در سال ۱۳۹۶ در منطقه جیرفت واقع در جنوب استان کرمان نیز جمعیت زیاد و فعالیت مؤثر *N. tenuis* در مزارع و گلخانه‌های گوجه‌فرنگی آلوده به بید گوجه‌فرنگی مشاهده و گزارش شد (۳۳).

سن شکارگر *N. tenuis* از قدرت جستجوگری و توانایی تکثیر سریع برخوردار بوده و به‌عنوان یک عامل کنترل بیولوژیک مناسب در گلخانه‌های گوجه‌فرنگی مطرح است (۲۳). این شکارگر دارای طیف شکار گسترده‌ای بوده و پتانسیل زیادی در تغذیه از تخم‌های بید گوجه‌فرنگی دارد؛ از این‌رو در کشورهای اروپایی به‌صورت تجاری برای کنترل سفید بالک‌ها و بید گوجه‌فرنگی تولید و استفاده می‌شود (۲۸). شکارگری این سن روی پوره‌های تریپس غربی گل *Frankliniella occidentalis* Pergande (۲۲)، لاروهای مگس مینوز *Liriomyza trifolii* Burgess در گوجه‌فرنگی، کنه‌های تار عنکبوتی *Tetranychus cinnabarinus* Boisduval (۳۲) و نیز تخم و لاروهای سنین اولیه بال پولکداران برگ‌خوار گزارش شده است (۲۳ و ۲۹). سن مذکور قادر به تکمیل چرخه زندگی خود روی رژیم غذایی صرفاً گیاهی نیست و به این دلیل نیاز به استفاده از منابع غذایی جانوری دارد (۲). این شکارگر دارای پنج سن پورگی است. مدت زمان چرخه زندگی پوره‌ها به‌شدت به نوع طعمه و گیاه میزبان بستگی دارد. زمانی که پوره‌ها از تخم بال پولکداران تغذیه کنند، چرخه زندگی کوتاه‌تر و هنگامی که طعمه جانوری در رژیم غذایی آنها وجود نداشته باشد، چرخه زندگی آنان طولانی‌تر شده و گاهی تکمیل نمی‌شود (۲۹).

اگر تراکم جمعیت شکارگر زیاد بوده و تعداد طعمه کم باشد، از شیره گیاهی نیز تغذیه کرده و به برگ و ساقه گیاه خسارت می‌زنند و موجب معیوب‌شدن میوه‌ها می‌شوند، ولی این آسیب‌ها در مقایسه با سود ناشی از کنترل آفات ناچیز است (۲۰، ۲۴ و ۲۹). ضمن اینکه تغذیه از شیره گیاهی می‌تواند یک مزیت محسوب شود، زیرا سن شکارگر جمعیت خود را در نبود طعمه از نابودی نجات می‌دهد و می‌توان با رهاسازی پیش از مشاهده آفت در گلخانه جمعیت آن را پیش از طغیان آفت در سطح بالایی نگه داشت (۶).

از ابتدای ورود این آفت به کشورهای مختلف، کاربرد سموم شیمیایی اصلی‌ترین راهبرد مدیریت این آفت بوده است

(۱۳ و ۱۷). با این وجود به‌دلیل فعالیت لاروهای آفت در درون بافت گیاه و عدم تأثیر برخی از سموم روی آنها و نیز مقاومت آفت به سموم مختلف، کنترل شیمیایی کارایی قابل قبولی ندارد (۱۷). بنابراین استفاده از سایر روش‌های مبارزه و از جمله عوامل بیولوژیک و به‌ویژه سن شکارگر *N. tenuis* در قالب یک برنامه مدیریت تلفیقی و در کنار سایر اقدام‌های بسیار ضروری به‌نظر می‌رسد. از این‌رو پژوهش حاضر با هدف دستیابی به شیوه مناسب کاربرد سن شکارگر *N. tenuis* شامل مناسب‌ترین زمان، مرحله رشدی و تعداد رهاسازی و نیز ارزیابی اطلاعات مربوط به کارایی این عامل در کاهش جمعیت و خسارت بید گوجه‌فرنگی و همچنین برآورد خسارت احتمالی این سن به محصول مورد نظر، در شرایط گلخانه‌های تجاری گوجه‌فرنگی، طراحی و اجرا شده است.

مواد و روش‌ها

پرورش سن شکارگر *N. tenuis* و بید آرد *Efestia kuehniella*

با توجه به حضور و فعالیت سن شکارگر در مزارع گوجه‌فرنگی جنوب استان کرمان از جمله شهرستان‌های جیرفت، فاریاب و منوجان، جمع‌آوری پوره‌ها و افراد بالغ سن *N. tenuis* از مزارع با انجام بازدید و نمونه‌برداری صورت گرفت. نمونه‌ها به آزمایشگاه منتقل شده و با بررسی دقیق، افراد گونه مشابه یعنی سن *Macrolophus* sp حذف شده و جمعیت سن *N. tenuis* خالص‌سازی شد. با وجود تشابه زیاد این دو گونه، از دو شاخصه مهم موجود در افراد بالغ سن *N. tenuis* که گونه دیگر فاقد آنها است، شامل یک نوار تیره رنگ پشت چشم‌ها و نیز زانوهای سیاه رنگ (۱۱) برای تفکیک آنها استفاده شد.

برای پرورش این حشره و تهیه کلنی دائم آن از گیاه توتون استفاده شد که در درون یک گلخانه در مجاورت مکان انجام پژوهش، تعداد زیادی گلدان توتون کشت شد. هر بار تعدادی از این گلدان‌ها به اتاق پرورش با شرایط دمای ۲ ± ۲۵ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ۱۰ ± ۶۵ درصد و دوره روشنایی ۸:۱۶ ساعت (روشنایی:تاریکی)، منتقل شده و سن‌های خالص شده روی آنها رهاسازی شدند. برای تغذیه سن‌ها از تخم بید آرد *E. kuehniella* (۷) و محلول شکر ده درصد (۳۰) استفاده شد.

بید آرد *E. kuehniella* به‌عنوان طعمه جایگزین برای پرورش سن‌های شکارگر در انسکتاریوم بخش تحقیقات گیاه‌پزشکی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی جیرفت، در شرایط دمایی ۲ ± ۲۵ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ۱۰ ± ۶۵ درصد و دوره نوری ۸:۱۶ (روشنایی:تاریکی) پرورش داده شد (۱). از تخم‌های تازه بید آرد برای تغذیه سن‌های شکارگر و تجدید دوره پرورش استفاده شد.

جمع‌آوری و تکثیر بید گوجه‌فرنگی

با توجه به ضرورت آلوده‌سازی یکنواخت تیمارها به‌صورت مصنوعی در زمان انجام آزمایش، لازم بود جمعیت مناسب و کافی از حشره آفت یعنی *T. absoluts* فراهم شود. به این منظور با آغاز کشت گوجه‌فرنگی در مناطق جنوبی مانند رودبار و منوجان، با انجام بازدیدهای متعدد، تعداد زیادی لارو و تخم آفت جمع‌آوری کرده و به انسکتاریوم بخش تحقیقات گیاه‌پزشکی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی جنوب استان کرمان منتقل شدند.

برای پرورش این حشره تعداد زیادی گلدان گوجه‌فرنگی رقم فسا (Fasa) با فواصل کشت ۱۰ روزه در شرایط گلخانه‌ای کشت شد. سپس هر بار تعدادی از این گلدان‌ها با ارتفاع حدود ۳۰ سانتی‌متر، در اتاقک پرورش به ابعاد ۳/۵ × ۲/۵ × ۳ متر (طول، عرض و ارتفاع) با شرایط تحت کنترل دمای ۲ ± ۲۵ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ۱۰ ± ۶۵ درصد و دوره روشنایی ۸:۱۶ ساعت (روشنایی تاریکی)، درون قفس‌های پرورش با حفاظ توری به ابعاد ۹۵×۷۵×۱۱۰ سانتی‌متر (ارتفاع، عرض، طول) قرار داده شده و لاروها و تخم‌های جمع‌آوری شده روی آنها رها شدند. گلدان‌ها در زمان لازم تعویض شده و با ظهور حشرات بالغ در قفس‌ها، از تعدادی اسفنج آغشته به

آب عسل ده درصد برای تغذیه حشرات بالغ استفاده شد. از حشرات بالغ موجود در کلنی برای آلوده‌سازی مصنوعی تیمارها (واحدهای گلخانه‌ای گوجه‌فرنگی)، استفاده شد.

شرایط اجرای پژوهش

این پژوهش در سال زراعی ۹۷ – ۱۳۹۶ (اجرای تیمارها و ارزیابی‌ها از بهمن ۱۳۹۶ تا انتهای فروردین ۱۳۹۷) و در مکان گلخانه‌های پژوهشی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی جنوب استان کرمان (با شرایط کاملاً مشابه گلخانه‌های تجاری معمول موجود در منطقه جیرفت از نظر سازه و امکانات) انجام شد. به این منظور سه دهانه گلخانه از دو واحد جداگانه هر کدام به ابعاد ۵ در ۴۰ متر انتخاب شده و هر کدام به ۵ قسمت مساوی به مساحت ۴۰ مترمربع (۵ × ۸ متر) تقسیم شدند. به‌گونه‌ای که هر واحد در یک سمت به پنجره‌های کناری منتهی شده و بین واحدها نیز توسط توری ضدحشره کاملاً پوشیده و مسدود شد. هر کدام از این واحدها یک کرت آزمایشی در نظر گرفته شد. از آنجا که سن شکارگر مزبور می‌تواند از آفات دیگر نیز تغذیه کند، برای جلوگیری از ورود هر گونه آفت دیگر به گلخانه تمامی پنجره‌ها و درب ورودی نیز توسط توری ضد حشره کاملاً پوشیده شده و فضای درون واحدهای گلخانه یک روز پیش از ورود نشاها، با استفاده از حشره‌کش لامبداسای هالوترین به غلظت ۰/۵ در هزار، ضدعفونی شد. نشاهای گوجه‌فرنگی مورد استفاده در این پژوهش از رقم فسا (Fasa) تولید کشور هلند بود که دارای ویژگی مقاومت به ویروس پیچیدگی و زردی برگ گوجه‌فرنگی (TYLCV) هستند. در هر واحد ۵ ردیف کاشت ۶ متری با فاصله کاشت ۲۵ سانتی‌متر و در مجموع ۱۲۰ بوته (هر ردیف ۲۴ بوته) کشت شد.

تغذیه و آبیاری بوته‌ها (سیستم تحت فشار نواری) بر اساس نظر کارشناس آب و خاک انجام شد. سازه لوله‌ای گلخانه با حداکثر ارتفاع ۳/۵ متر و پوشش پلاستیک ضد اشعه ماورای بنفش (مشابه شرایط گلخانه‌های تجاری منطقه جیرفت) بود. در طول مدت تقریباً ۲ ماه (از ۲۵ آذر تا ۱۹ بهمن) شب‌ها و ساعات سرد روز (دمای زیر ۱۰ درجه سلسیوس)، از سیستم گرمایشی گازوئیلی استفاده شد. نشاها در شرایط کاملاً ایزوله تهیه شده تا پیش از انتقال به زمین اصلی بدون هر گونه آلودگی باشند. با توجه به اقدام‌های پیشگیری‌کننده (تولید نشاء سالم در شرایط کاملاً ایزوله، استفاده از توری ضدحشره با مش ۱۰ در ۲۰ در تمام مبادی و پنجره‌ها و ضدعفونی درون گلخانه پیش از کاشت) در طول مدت اجرای پژوهش جمعیت آفات بسیار کم بود و نیازی به اعمال روش‌های کنترلی نبود.

تیمارها

آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ بلوک (هر کدام از دهانه‌های گلخانه) و ۵ تیمار به شرح زیر انجام شد:

T_1: رهاسازی یک جفت سن بالغ به‌ازای هر گیاه (به نسبت مساوی نر و ماده با عمر کمتر از ۲۴ ساعت) هم‌زمان با آلوده‌سازی مصنوعی بوته‌های گوجه‌فرنگی

T_2: رهاسازی شش عدد پوره‌ی سن چهار به‌ازای هر گیاه هم‌زمان با آلوده‌سازی مصنوعی بوته‌های گوجه‌فرنگی

T_3: رهاسازی یک جفت سن بالغ به‌ازای هر گیاه (به نسبت مساوی نر و ماده با عمر کمتر از ۲۴ ساعت) یک هفته پیش از آلوده‌سازی مصنوعی بوته‌های گوجه‌فرنگی

T_4: رهاسازی شش عدد پوره سن چهار به‌ازای هر گیاه یک هفته پیش از آلوده‌سازی مصنوعی بوته‌های گوجه‌فرنگی

T_5: تیمار شاهد بدون رهاسازی سن شکارگر با آلوده‌سازی مصنوعی بوته‌های گوجه‌فرنگی

برای آلوده‌سازی یکنواخت بوته‌ها (با ارتفاع حدود یک متر و تعداد ۱۰ تا ۱۵ برگ کامل مرکب)، به‌طور میانگین ۲ عدد حشره کامل *T. absoluta* (مخلوطی از حشرات نر و ماده با طول عمر کمتر از ۲۴ ساعت) به‌ازای هر بوته رهاسازی شد.

جدول ۱. نتایج تجزیه واریانس تیمارهای رهاسازی سن شکارگر *Nesidiocoris tenuis* در شرایط گلخانه‌ای

زمان ارزیابی	منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات	مقدار F	مقدار p	CV (%)
۴۰ روز پس از آلوده‌سازی	تعداد لارو آفت	۴	۳۵/۴۷	۲۲/۱۷*	۰/۰۰۰۱	۱۵/۰۶
	تعداد کل دالان‌ها	۴	۲۰۲/۷۶	۶۹/۱۲*	۰/۰۰۰۱	۹/۵۱
	تعداد علائم خسارت سن	۴	۳۷/۲۴	۷/۲۸*	۰/۰۰۶۶	۲۷/۵
	تعداد سن مستقر در بوته	۴	۳/۹۸	۱۰۳/۰۲*	۰/۰۰۰۱	۸/۳
۷۰ روز پس از آلوده‌سازی	تعداد لارو آفت	۴	۳۳۴/۶۴۴	۲۹/۴*	۰/۰۰۰۱	۲۵/۴۳
	تعداد کل دالان‌ها	۴	۱۴۷۸/۰۶۷	۲۲۵/۰۹*	۰/۰۰۰۱	۱۲/۸
	تعداد علائم خسارت سن	۴	۳۳/۳۱۱	۱۳/۲۴*	۰/۰۰۰۹	۱۷/۶۲
	درصد میوه خسارت دیده	۴	۱۰۰۸/۶۶۷	۲۹/۲۶*	۰/۰۰۰۱	۲۶/۸۶
	تعداد سن مستقر در بوته	۴	۹/۶۹۴	۶۹/۵۷*	۰/۰۰۰۱	۱۰/۱۲

* تفاوت آماری معنی‌دار در سطح ۹۵٪ = α

ارزیابی و تجزیه و تحلیل داده‌ها

برای تعیین میزان جمعیت و خسارت آفت به محصول و نیز خسارت احتمالی سن‌ها به بوته‌ها در تیمارهای مختلف، به‌ترتیب ۴۰ و ۷۰ روز پس از آلوده‌سازی مصنوعی، تعداد کل دالان‌ها (فعال و غیر فعال)، لاروهای فعال آفت و تعداد علائم خسارت ایجادشده توسط سن شکارگر (تعداد حلقه‌های نکروزه قهوه‌ای رنگ روی ساقه و دمبرگ) در کل شاخ و برگ‌های ۲۰ بوته که به‌صورت تصادفی انتخاب شدند، به همراه تعداد کل میوه‌های رسیده آلوده و سالم آنها، شمارش شده و میانگین تعداد دالان، لارو، علائم خسارت سن و درصد میوه‌های خسارت‌دیده توسط بید گوجه‌فرنگی به‌ازای هر بوته تعیین شد. برای بررسی جمعیت مستقرشده سن شکارگر در هر بوته، تعداد حشرات کامل و پوره‌های سن در ۲۰ سانتی‌متری انتهایی جوانه یا ساقه اصلی ۲۰ بوته انتخاب‌شده نیز شمارش شده و ثبت شد. برای این منظور و با توجه به جثه کوچک و هم‌رنگ بودن این حشرات با گیاه، از روش ضربه‌زدن به بوته‌ها و برگ‌ها و شمارش حشرات روی سینی سفیدرنگ زیر آنها استفاده شد. در پایان تجزیه واریانس طرح بلوک‌های کامل تصادفی و مقایسه میانگین‌ها بر اساس آزمون LSD با استفاده از نرم‌افزار SAS انجام شد.

نتایج

نتایج تجزیه واریانس صفات مورد ارزیابی در رهاسازی سن شکارگر در شرایط گلخانه‌ای در دو نوبت ارزیابی ۴۰ و ۷۰ روز پس از آلوده‌سازی، در جدول (۱) ارائه شده است.

لازم به ذکر است صفت درصد میوه‌های خسارت‌دیده گوجه به‌وسیله بید گوجه‌فرنگی در نوبت ارزیابی اول (۴۰ روز) ثبت نشد زیرا در زمان ارزیابی تنها تعداد اندکی از بوته‌ها حاوی میوه بودند؛ از این‌رو این صفت در نوبت دوم (۷۰ روز) ثبت و ارزیابی شد. بر اساس نتایج حاصل، اثر رهاسازی سن شکارگر بر تمامی صفات مورد ارزیابی در هر دو نوبت ۴۰ و ۷۰ روز، معنی‌دار شدند (جدول ۱).

گروه‌بندی میانگین صفات مورد ارزیابی تیمارهای آزمایش در دو نوبت ارزیابی ۴۰ و ۷۰ روز با استفاده از آزمون LSD به انجام رسید و در جداول (۲) و (۳) ارائه شده است. بر اساس نتایج در تمامی صفات و در هر دو نوبت ارزیابی، بین تیمار شاهد (T_5) با تیمارهای رهاسازی سن شکارگر، تفاوت آماری معنی‌دار وجود داشته است. در ارزیابی ۴۰ روز، کم‌ترین تعداد لارو زنده به‌ترتیب در دو تیمار رهاسازی یک جفت حشره بالغ (T_3) و ۶ پوره سن ۴ (T_4) به‌ازای هر بوته پیش از آلوده‌سازی مصنوعی و با میانگین‌های ۱/۰۱ ± ۵ و ۱/۵۲ ± ۵/۱ مشاهده شد. درباره میانگین تعداد کل دالان در هر بوته که یکی

جدول ۲. گروه‌بندی میانگین (± خطای استاندارد) تیمارهای رهاسازی سن شکارگر *Nesidiocoris tenuis* در شرایط گلخانه‌ای، ۴۰ روز پس از رهاسازی مصنوعی، با استفاده از آزمون LSD

تیمار	تعداد لارو در هر بوته	تعداد کل دالان در هر بوته	تعداد علائم خسارت سن در هر بوته	تعداد سن در طول ۲۰ سانتی‌متر ساقه
T_1	۸ ± ۰/۵۸ b	۱۸/۷ ± ۱/۷۶ b	۱۰/۷ ± ۱/۶۷ab	۲/۸ ± ۰/۱۷ b
T_2	۹ ± ۰/۰۲ b	۱۶ ± ۲/۵۲ b	۱۲/۴ ± ۱/۳۱ a	۲/۴ ± ۰/۲۴ b
T_3	۵ ± ۱/۵۲ c	۱۱/۴ ± ۲/۹۶ c	۹/۴ ± ۰/۷۶ ab	۳/۶ ± ۰/۱۴ a
T_4	۵/۱ ± ۱/۰۱ c	۱۰/۷ ± ۲/۲۱ c	۷/۴ ± ۱/۴۵ b	۳/۱ ± ۰/۰۷ b
T_5	۱۵ ± ۰/۵۸ a	۳۳/۴ ± ۳/۸۴ a	۰/۰۳ ± ۰/۰۲ c	–

در هر ستون، میانگین‌هایی که دارای حروف مشابه هستند، تفاوت آماری معنی‌دار ندارند ($P \geq 0/05$).

جدول ۳. گروه‌بندی میانگین (± خطای استاندارد) تیمارهای رهاسازی سن شکارگر Nesidiocoris tenuis در شرایط گلخانه‌ای، ۷۰ روز پس از رهاسازی مصنوعی، با استفاده از آزمون LSD

تیمار	تعداد لارو در هر بوته	تعداد کل دالان در هر بوته	تعداد علائم خسارت سن در هر بوته	تعداد سن در طول ۲۰ سانتی‌متر ساقه	درصد میوه آلوده در هر بوته
T_1	۶/۷ ± ۰/۸۸ b	۹/۷ ± ۰/۸۹ b	۱۰/۷ ± ۰/۸۸ a	۴/۲ ± ۱ bc	۸ ± ۱/۵۲ b
T_2	۷/۷ ± ۰/۶۷ b	۱۱ ± ۱/۵۳ b	۹/۳ ± ۱/۲۱ a	۳/۷ ± ۰/۲۹ c	۱۱/۷ ± ۰/۸۸ b
T_3	۲ ± ۰/۵۸ b	۴/۷ ± ۰/۶۷ c	۱۲ ± ۰/۵۸ a	۵/۸ ± ۰/۲۱ a	۴/۷ ± ۱/۴۵ b
T_4	۴ ± ۰/۵۸ b	۶/۷ ± ۰/۸۸ bc	۱۱ ± ۰/۵۷ a	۴/۶ ± ۰/۲۴ b	۷/۳ ± ۱/۲۱ b
T_5	۳۳/۴ ± ۴/۳۵ a	۶۸/۳ ± ۳/۷۵ a	۰/۰۳ ± ۰/۰۳ b	–	۵۷/۷ ± ۶/۷۴ a

در هر ستون، میانگین‌هایی که دارای حروف مشابه هستند، تفاوت آماری معنی‌دار ندارند ($P \geq 0/05$).

از شاخص‌های خسارت بید گوجه‌فرنگی است نیز به همین ترتیب دو تیمار مذکور با میانگین‌های ۲/۲ ± ۱۰/۷ و ۲/۹۶ ± ۱۱/۴ دالان در هر بوته در برابر تیمار شاهد با ۳/۸۴ ± ۳۳/۴ دالان در هر بوته، کم‌ترین تیمار بوده و در یک گروه آماری قرار گرفتند. درباره تعداد علائم خسارت سن‌ها به بوته‌ها، بیش‌ترین تعداد علائم خسارت در تیمار رهاسازی ۶ پوره هم‌زمان با آلوده‌سازی مصنوعی (T_2) مشاهده شد که البته با تیمارهای (T_1 و T_3) تفاوت معنی‌دار نداشت. همچنین بین تیمارهای رهاسازی سن، کم‌ترین تعداد علائم خسارت (۱/۴۵ ± ۷/۴) مربوط به تیمار (T_4) بود. درباره تعداد سن شکارگر مستقر در بوته‌ها نیز بیش‌ترین تعداد با میانگین ۰/۱۴ ± ۳/۶ سن در هر بوته مربوط به تیمار (T_3) بوده و تیمار رهاسازی ۶ پوره پیش از آلوده‌سازی مصنوعی (T_4) ضمن تفاوت معنی‌دار با تیمار مذکور، با سایر تیمارهای رهاسازی سن (T_1 و T_2) تفاوت معنی‌دار نشان ندادند (جدول ۲).

در ارزیابی ۷۰ روز پس از آلوده‌سازی مصنوعی، نتایج گروه‌بندی در صفات مختلف مقداری تغییر کرد (جدول ۳). به‌طوری که درباره تعداد لارو زنده تمامی تیمارهای رهاسازی سن تأثیر مشابهی داشته و ضمن تفاوت معنی‌دار با شاهد، همگی با وجود تفاوت اندک در میانگین‌ها، در یک گروه آماری قرار گرفتند. در مورد تعداد کل دالان‌ها وضعیت تقریباً مشابه دوره پیشین بوده و تیمار رهاسازی یک جفت حشره بالغ به‌ازای هر بوته یک هفته پیش از آلوده‌سازی (T_3) با میانگین ۰/۶۷ ± ۴/۷ کم‌ترین تعداد دالان در هر بوته را داشته و تیمار (T_4) با میانگین

۰/۸۸ ± ۶/۷ ضمن قرار گرفتن در یک گروه با تیمار مذکور، با سایر تیمارهای رهاسازی (T_1 و T_2) نیز تفاوت معنی‌دار نشان نداد. در مورد تعداد علائم خسارت سن بر بوته‌ها بر خلاف دوره ۴۰ روز، در این نوبت در تمامی تیمارهای رهاسازی سن خسارت تقریباً نزدیک به هم مشاهده شد و ضمن تفاوت آماری معنی‌دار با شاهد، همه در یک گروه قرار گرفتند. درصد میوه‌های گوجه‌فرنگی خسارت‌دیده توسط آفت *T. absoluta* از شاخص‌های مهم خسارتی است که در این دوره ارزیابی شد. نتایج نشان داد در تمام تیمارهای رهاسازی سن، درصد میوه‌های آلوده نسبت به شاهد تفاوت معنی‌دار داشته است اگرچه بین خود این تیمارها تفاوت آماری مشاهده نشد. از نظر تعداد سن شکارگر مستقر در بوته‌ها، بیش‌ترین تعداد با میانگین ۰/۲ ± ۵/۸ سن در هر بوته در تیمار (T_3) و کم‌ترین تعداد با میانگین ۰/۲۹ ± ۳/۷ سن در هر بوته در تیمار (T_2) مشاهده شد (جدول ۳).

بحث

بر اساس نتایج حاصل تمامی تیمارها و در هر دو نوبت ارزیابی (۴۰ و ۷۰ روز پس از آلوده‌سازی مصنوعی) نسبت به شاهد اختلاف معنی‌دار داشتند که نشان‌دهنده تأثیر مطلوب سن شکارگر در کاهش جمعیت و خسارت بید گوجه‌فرنگی است. با توجه به اینکه زمان یک نسل سن شکارگر *N. tenuis* روی گوجه‌فرنگی و با شرایط دمایی ۲۷-۲۶ درجه سلسیوس حدود ۳۶ تا ۳۷ روز برآورد شده است (۱۵). بنابراین نتایج مربوط به ارزیابی ۴۰ روز مربوط به تأثیر نسل رهاسازی شده سن شکارگر و در نوبت ۷۰ روز مربوط به نسل بعد و نتاج حاصل هستند. البته کارایی این شکارگر در کاهش جمعیت بید گوجه‌فرنگی توسط پژوهشگران دیگر نیز تأیید شده است (۸، ۱۲، ۱۷، ۱۸، ۲۶، ۲۹ و ۳۱). در این پژوهش با رهاسازی سن شکارگر در قالب تیمارهای مختلف طی ۴۰ روز اول (تأثیر نسل اول سن شکارگر) حداقل ۴۰ و حداکثر ۶۷ درصد کاهش در تعداد لاروهای آفت و حداقل ۶۳ و حداکثر ۷۸ درصد کاهش در تعداد دالان‌ها روی برگ‌ها و در پایان ۷۰ روز (تأثیر نتایج سن‌های رهاسازی شده در نسل دوم) حداقل ۷۷/۱ و حداکثر ۹۴ درصد کاهش تعداد لارو، حداقل ۸۳ و حداکثر ۹۳/۷ درصد کاهش در تعداد دالان‌ها و حداقل ۷۹ و حداکثر ۹۱/۹ درصد کاهش در خسارت وارده به میوه‌ها نسبت به تیمار شاهد مشاهده شد.

در این ارتباط ملا و همکاران (۱۸) اعلام کردند با رهاسازی یک جفت سن شکارگر به‌ازای دو بوته هم‌زمان با انتقال نشاء و یک هفته پیش از آلوده‌سازی بوته‌ها به بید گوجه‌فرنگی در شرایط گلخانه‌ای بیش از ۹۷ درصد کاهش در تعداد دالان‌ها و حدود ۱۰۰ درصد کاهش خسارت در میوه‌ها نسبت به شاهد حاصل شده است. آرنو و همکاران (۳) نیز میزان کاهش خسارت به میوه‌ها با رهاسازی یک عدد سن شکارگر بالغ به‌ازای هر بوته در گلخانه گوجه‌فرنگی را حداکثر حدود ۹۶ درصد گزارش کردند. در همین ارتباط وارشنی و چاندیش (۳۱) گزارش کرده‌اند با رهاسازی یک جفت حشره بالغ به‌ازای هر بوته در شرایط گلخانه‌ای پس از ۱۰ هفته تعداد تخم‌های بید آرد بیش از ۸۳/۲۵ درصد و تعداد دالان‌های روی برگ‌ها نیز بیش از ۸۹ درصد نسبت به شاهد کاهش یافته است. نتایج این پژوهش‌ها با یافته‌های پژوهش حاضر شباهت دارد. اما در بین این تیمارها به‌ویژه در نوبت ارزیابی اول (۴۰ روز) تیمارهای رهاسازی سن شکارگر یک هفته پیش از آلوده‌سازی مصنوعی (T_4 و T_3) تأثیر بیش‌تری در کاهش جمعیت لارو و تعداد دالان‌های آفت روی برگ‌ها داشتند. این حالت در ارزیابی دوم (۷۰ روز) کم‌تر شد و اگرچه میانگین تعداد لارو، دالان و درصد میوه‌های آلوده در این تیمارها همچنان کم‌تر از دو تیمار دیگر، یعنی رهاسازی سن شکارگر همراه با آلوده‌سازی به بید گوجه‌فرنگی (T_2 و T_1)، بود اما اختلاف معنی‌دار نداشتند. این موضوع نشان می‌دهد سن شکارگر برای استقرار بهتر و تأثیرگذاری بیشتر، به زمان بیشتری نیاز دارد که این زمان با رهاسازی به‌مدت یک هفته پیش از آلوده‌شدن بوته‌ها به آفت تأمین می‌شود. این نتیجه با نتایج کلاو و همکاران (۸) که رهاسازی یک عدد سن شکارگر *N. tenuis* به‌ازای دو بوته گوجه‌فرنگی را در مرحله خزانه

و پیش از آلودگی به بید گوجه‌فرنگی پیشنهاد کرده‌اند، هم‌خوانی دارد. درحالی که سانچز و همکاران (۲۶) با رهاسازی تعداد ۲ عدد حشره بالغ سن شکارگر به‌ازای هر بوته گوجه‌فرنگی دو هفته پس از آلوده‌سازی واحدهای گلخانه مورد بررسی به بید گوجه‌فرنگی، تنها ۳۴ درصد کاهش در جمعیت لاروهای آفت در هفته‌های ۱۳ و ۱۴ پس از آلوده‌سازی را گزارش کردند که در مقایسه با رهاسازی‌های پیش از آلودگی، میزان کارایی کم‌تری محسوب می‌شود.

درباره مرحله رشدی مناسب سن شکارگر برای رهاسازی، نتایج نشان داد هر دو مرحله رشدی بلوغ و پوره سن چهار در هر کدام از دو وضعیت رهاسازی هم‌زمان با ایجاد آلودگی و رهاسازی یک هفته پیش از آن، در کاهش تعداد لاروها، دالان‌ها و درصد خسارت وارده به میوه‌ها تقریباً اثر مشابه داشته‌اند. در این ارتباط در پژوهشی درباره پتانسیل شکارگری افراد بالغ و پوره این سن بر مراحل مختلف بید گوجه‌فرنگی، پژوهشگران به این نتیجه رسیده‌اند که هم افراد بالغ و هم پوره‌ها به‌صورت ترجیحی از تخم‌ها و لاروهای سنین پایین بید گوجه‌فرنگی تغذیه می‌کنند. آنها تصریح کردند پوره‌های سن سوم به بعد به‌صورت حریصانه‌ای از لاروهای سنین اول و دوم بید آرد تغذیه می‌کنند و از این‌رو پیشنهاد کردند برای موفقیت برنامه‌های مبارزه بیولوژیک رهاسازی در این سن پورگی صورت گیرد (۱۲). اما پژوهشگران دیگر رهاسازی یک جفت حشره بالغ به‌ازای هر بوته را توصیه کرده‌اند (۸، ۱۷، ۱۸،۲۶ و ۳۱).

در این پژوهش ۴۰ روز پس از آلوده‌سازی، تعداد سن شکارگر مستقر شده در ارتفاع ۲۰ سانتی‌متری بالای بوته‌ها در تیمارهای مختلف بین ۲/۴ تا ۳/۵۷ سن در هر بوته با حداکثر ۰/۱۴ ± ۳/۵۷ در تیمار رهاسازی یک جفت حشره بالغ به‌ازای هر بوته یک هفته پش از آلوده‌سازی (T_3) بود و نسبت به سایر تیمارها دارای اختلاف معنی‌دار بود. در پایان ۷۰ روز تعداد سن‌های مستقر در بوته‌ها در تیمارهای مختلف بین ۴/۲ تا ۵/۸۳ قرار داشت و حداکثر آن دوباره متعلق به تیمار (T_3) و به تعداد ۰/۲ ± ۵/۸۳ بود که دلیل دیگری مبنی بر آثار مثبت رهاسازی پیش از آلودگی در موفقیت برنامه کنترل بیولوژیک این سن شکارگر است. در این ارتباط وارشنی و چاندیش (۳۱) تعداد سن‌های شکارگر مستقر در پایان ۶ هفته اول را ۴/۲ سن در هر بوته و در پایان ۱۰ هفته ۸/۷ سن در هر بوته گزارش کردند. همچنین آرنو و همکاران (۳) میانگین تعداد سن شکارگر مستقر شده را ۴/۵ سن در هر بوته ذکر کرده‌اند که به نتایج این پژوهش نزدیک هستند. سانچز و همکاران (۲۶) که شیوه رهاسازی سن‌ها دو هفته پس از آلوده‌سازی را بررسی نکردند، تعداد سن‌های شکارگر مستقر را در پایان هفته ششم ۰/۲ سن در هر بوته و در هفته دهم ۲/۹ سن در هر بوته ذکر کرده‌اند که نشان‌دهنده برتری شیوه رهاسازی سن شکارگر پیش از آلودگی به آفت است.

درباره تعداد علائم خسارت سن شکارگر روی بوته‌ها، نتایج این پژوهش نشان داد در دوره ارزیابی ۷۰ روز پس از آلوده‌سازی تعداد علائم خسارت سن در تیمارها به‌جز یک مورد در سایر تیمارها نسبت به دوره پیشین (۴۰ روز) افزایش یافته است. با بررسی میانگین تعداد لاروهای زنده، تعداد سن‌های شکارگر و تعداد علائم خسارت سن شمارش‌شده در تیمارهای مختلف طی دو دوره ارزیابی (جداول ۲ و ۳)، مشاهده می‌شود در ۴۰ روز اول از یک سو تعداد جمعیت آفت در تیمارها بیش‌تر بوده است. از سوی دیگر تعداد سن‌های مستقر در تیمارها کم‌تر بوده است اما در پایان ۷۰ روز هم جمعیت لاروهای آفت در تیمارها کاهش یافته و هم تعداد سن‌های مستقر افزایش یافته است؛ بنابراین افزایش تعداد علائم خسارت سن روی بوته‌ها قابل توجیه است. وارشنی و چاندیش (۳۱) در بررسی‌های خود طی ۱۰ هفته نمونه‌برداری و ارزیابی جمعیت بید گوجه‌فرنگی، سن شکارگر و علائم خسارت آن، نتیجه گرفتند وقتی جمعیت بید گوجه‌فرنگی در گلخانه کاهش می‌یابد، علائم خسارت سن شکارگر افزایش می‌یابد. این موضوع یعنی افزایش خسارت سن شکارگر به گیاه میزبان در شرایط تراکم کم جمعیت طعمه و جمعیت زیاد شکارگر توسط پژوهشگران دیگر نیز گزارش و تأیید شده است. اما آنها تصریح کرده‌اند که این آسیب‌ها در مقایسه با سود ناشی از کنترل آفات

ناچیز است (۲۰، ۲۴ و ۲۹). ضمن اینکه تغذیه از شیره گیاهی می‌تواند یک مزیت محسوب شود، زیرا سن شکارگر جمعیت خود را در نبود طعمه از نابودی نجات می‌دهد و می‌توان با رهاسازی پیش از مشاهده آفت در گلخانه جمعیت آن را پیش از طغیان آفت در سطح بالایی نگه داشت (۶).

نتایج این پژوهش نشان داد پرورش سن شکارگر روی گیاه میزبان و طعمه جایگزین و بلافاصله رهاسازی آن برای کنترل آفت اصلی (بید گوجه‌فرنگی) گلخانه گوجه‌فرنگی موفقیت‌آمیز بوده، از پتانسیل لازم برای استقرار و کاهش چشمگیر میزان جمعیت آفت و خسارت آن در یک دوره زمانی مناسب برخوردار بوده و تغذیه و خسارت آن به بوته‌های گیاه میزبان ناچیز و قابل چشم‌پوشی است. پژوهش‌های اخیر نشان داده که سودمندی این شکارگر در کنترل بیولوژیک آفات، به‌ویژه زمانی که طعمه جانوری در اختیار داشته باشند بسیار بیشتر از میزان صدمه‌ای است که در اثر تخم‌گذاری و یا تغذیه در بافت گیاه، به آن وارد می‌کنند (۸، ۲۱ و ۲۵). همچنین مشخص شده است که این سن‌ها در شرایط عدم وجود طعمه جانوری قادر به تکمیل نسل خود روی گیاه میزبان نیستند و این موضوع نشان‌دهنده توانایی کم این حشره در بقای نسل در غیاب طعمه جانوری بوده که خود پتانسیل کم آن در صدمه به گیاه میزبان را نشان می‌دهد (۳۱).

نتیجه‌گیری

به عنوان یک نتیجه‌گیری کاربردی به‌ویژه برای محیط‌های بسته کشت گیاهان از جمله گلخانه‌ها، می‌توان سن شکارگر *N. tenuis* را به تعداد یک جفت حشره بالغ (نر و ماده) و یا ۶ عدد پوره سن ۴ به‌ازای هر بوته هم‌زمان با مشاهده اولین علائم خسارت آفت بید گوجه‌فرنگی روی برگ‌های بوته‌ها و پیش از همه‌گیرشدن آفت در سطح بوته‌ها، بدون نگرانی از صدمه به محصول اصلی، رهاسازی کرد.

انجام پژوهش در مورد چگونگی کاربرد سن شکارگر *N. tenuis* در کنار سایر روش‌های کنترل و عوامل بیولوژیک دیگر و نیز هماهنگ و سازگار با روش‌های مدیریت سایر آفات و بیماری‌های گوجه‌فرنگی، در قالب یک برنامه مدیریت تلفیقی (ICM) می‌تواند زمینه‌های پژوهشی مناسب در جهت تکمیل نتایج این پژوهش باشد.

سپاسگزاری

از سازمان جهاد کشاورزی جنوب کرمان که بخش مهمی از اعتبارات مورد نیاز این پژوهش را تأمین کردند و نیز از آقایان دکتر جلال شیرازی و دکتر محمد علی ضیائی مدبونی به‌دلیل همکاری و مساعدت ایشان نهایت تشکر و سپاس حاصل است.

منابع مورد استفاده

1. Attaran, M.R. 1995. The effects of laboratory hosts on the biological characteristics of parasitoid wasps, *Habrobracon hebetor* MSc. Thesis. Tarbiat Modarres University. Tehran, Iran. (in Farsi)
2. Arno, J., C. Castane, J. Riudavets, J. Roig, and R. Gabarra. 2006. Characterization of damage to tomato plants produced by the zoophytophagous predator *Nesidiocoris tenuis*. *IOBC/ WPRS* Bull. 29: 249–254.
3. Arno, J., R. Sorribas, M. Prat, M. Montse, C. Pozo, D. Rodriguez, A. Garreta, A. Gomez and R. Gabarra. 2009. *Tuta absoluta*, a new pest in IPM tomatoes in the northeast of Spain. *IOBC/WPRS* Bull. 49: 203–208.
4. Arno, J., C. Castane, J. Riudavets and R. Gabarra. 2010. Risk of damage to tomato crops by the generalist zoophytophagous predator *Nesidiocoris tenuis* (Reuter) (Hem.: Miridae). Bull. Entomol. Res. 100: 105–115.
5. Baniameri, V. and A. Cheraghian. 2012. The first report and control strategies of *Tuta absoluta* in Iran. Bull. *OEPP/EPPO* 42(2): 322–324.
6. Castane, C., J. Arno, R. Gabarra and O. Alomar. 2011. Plant damage to vegetable crops by zoophytophagous mirid predators. Biol. Control 59(1): 22–29.
7. Castane, C. and R. Zapata. 2005. Rearing the predatory bug *Macrolophus caliginosus* on a meat-based diet. Biol. Control 34: 66–72.
8. Clavo, F.J., M.J. Lorente, P.A. Stansly and J.E. Belda. 2012. Preplant release of *Nesidiocoris tenuis* and

supplementary tactics for control of *Tuta absoluta* and *Bemisa tabaci* in greenhouse tomato. Entomol. Exp. Appl. 143: 111–119.
9. Desneux, N., E. Wajnberg, K.A.G. Wyckhuys, G. Burgio, S. Arpaia, C.A. Narvaez-Vasquez, J. Gonzalez-Cabrera, D. Catalan Ruescas, E. Tabon, J. Frandon, J. Pizzol, C. Poncet, T. Cabello and A. Urbaneja. 2010. Biological invasion of european tomato crops by *Tuta Absoluta*: ecology, geographic expansion and prospects for biological control. J. Pest Sci. 83: 1–19.
10. García, M.F. and J.C. Espul. 1982. Bioecology of the tomato moth (*Scrobipalpula absoluta*) in Mendoza, Argentine Republic. Rev. de Investig. Agropecu 17:135–146.
11. Jacobson, R. 2019. *Nesidiocoris tenuis* biology and identification. Agriculture and Horticulture Development Board, Factsheet 03/17.
12. Lakshmi, S. E.T., T. Ramesh Babu, S.R. Koteswara Rao and G.S. Panduranga. 2018. Studies on predatory potential of *Nesidiocoris Tenuis* (Reuter) on *Tuta Absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera:Gelechiidae). Int. J. Pure and Appl. Biosci. 6: 709–711.
13. Lietti, M.M.M., E. Botto and R.A. Alzogaray. 2005. Insecticide resistance in argentine populations of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). Neotrop. Entomol. 34: 113–119.
14. Linnavuori, R. 2007. Studies on the Miridae (Heteroptera) of Gilan and the adjacent provinces in Northern Iran. II. List of species. Acta Entomol. Musei Natl. Pragae 47: 17–56.
15. malkeshi, S.H., Mohaghegh, J., Talaei Hassanlouii, R. and Allahyari, H. 2018. A comparative study on demography of predatory bug, *Nesidiocoris tenuis* feeding on *Ephestia kuehniella* and *Tuta absoluta* eggs. Biol. Control Pest and Plant Dis. 2: 17–30. (in Farsi)
16. Megido, R.C., E. Haubruge and F.J. Verheggen. 2013. Pheromone-based management strategies to control the tomato leafminer, *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae). A review. Biotechnol. Agron. Soc. Environ. 17: 475–482.
17. Molla, O., A. Biondi, M. Alonso-Valiente and A. Urbaneja. 2014. A comparative life history study of two mirid bugs preying on *Tuta absoluta* and *Ephestia kuehniella* eggs on tomato crops: implications for biological control. BioControl 59: 175–183.
18. Molla, O., H. Monton, P. Vanaclocha, F. Beitia and A. Urbaneja. 2009. Predation by the mirids *Nesidiocoris tenuis* and *Macrolophus pygmaeus* on the tomato borer *Tuta absoluta*. IOBC/WPRS Bull. 49: 209–214.
19. Namvar, P. and B. Gharaei. 2018. The most suitable type, height and location of *Tuta absoluta* pheromone traps and determination of its generations by degree day method. Plant Pest Res. 8: 29–42. (in Farsi)
20. Perdikis, D., A. Fantinou, N. Garantonakis, K.P. Pavlos, D. Maselou and S. Panagakis. 2009. Studies on the damage potential of the predator *Nesidiocoris tenuis* on tomato plants. Bull. Insectology 62: 41–46.
21. Perez-Hedo, M., P. Urbaneja-Bernat, J. Jaques, V. Flors and A. Urbaneja. 2015. Defensive plant responses induced by *Nesidiocoris tenuis* (Hem.: Miridae) on tomato plants. J. Pest Sci. 88: 543–554.
22. Riudavetes, J. and C. Castane. 1998. Identification and evaluation of native predators of *Frankliniella Occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae) in the Mediterranean. Environ. Entomol. 27: 86–93.
23. Sanchez, J.A. 2008. Zoophytophagy in the plant bug *Nesidiocoris tenuis*. Agric. For. Entomol.10: 75–80.
24. Sanchez, J.A. and A. Lacasa. 2008. Impact of the Zoophytophagous Plant Bug *Nesidiocoris Tenuis* (Het.: Miridae) on Tomato Yield. J. Econ. Entomol. 101: 1864–1870.
25. Sanchez, J.A., A. Lacasa, J. Arno, C. Castane and O. Alomar. 2009. Life history parameters for *Nesidiocoris Tenuis* (Reuter) (Het., Miridae) under different temperature regimes. J. Appl. Entomol. 133: 125–132.
26. Sanchez, J.A., M. La-Spina and A. Lacasa. 2014. Numerical response of *Nesidiocoris Tenuis* (Hemiptera: Miridae) preying on *Tuta Absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) in tomato crops. Eur. J. Entomol. 111: 387–395.
27. Sohrabi, F. and R**.** Hosseini. 2015. *Nesidiocoris tenuis* (Reuter) (Heteroptera: Miridae), a predatory species of the tomato leafminer, *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) in Iran. J. Plant Prot. Res. 55: 322–323.
28. Urbaneja, A., J. González-Cabrera, J. Arnó and R. Gabarra. 2012. Prospects for the biological control of *Tuta absoluta* in tomatoes of the Mediterranean basin. Pest Manag. Sci. 68: 1215–1222.
29. Urbaneja, A., G. Tapia and P.A. Stansly. 2005. Influence of host plant and prey availability on the developmental time and survival of *Nesidiocoris tenuis* Reuter (Het.: Miridae). Biocontrol Sci. Techn. 15: 513–518.
30. Urbaneja-Bernat, P., M. Alonso, A. Tena, K. Bolckmans and A. Urbaneja. 2013. Sugar as nutritional supplement for the zoophytophagous predator *Nesidiocoris tenuis*. Biocontrol 58: 57–64.
31. Varshney, R. and B. Chandish. 2017. Studies on evaluation of *Nesidiocoris tenuis* (Reuter) (Hemiptera: Miridae) preying on invasive insect pest *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) and its damage to tomato plant. J. Biol. Control 31: DOI: 10.18311/jbc/2017/15751.
32. Xu, J.Y., X.S. Gu, W.H. Xu, Y.C. Bay and J.R. Chen. 2012. Predation of 5-instar *Nesidiocoris tenuis* on *Tetranychus cinnabarinus*. Shandong Agric. Sci. 5: 92–95.
33. Ziaei Madbouni, M.A., M.A. Samih, P. Namvar and S. Ranjbar. 2017. Side effects of some pesticides on predator bug *Nesidiocoris tenuis* Reuter (Hemiptera: Miridae). Appl. Res. Plant Prot. 6: 71–82. (in Farsi)

Efficiency of *Nesidiocoris tenuis* Reuter (Hempitera, Miridae) in Controlling *Tuta absoluta* Meyrick (Lepidoptera: Gelechiidae) in Tomato Greenhouses

P. Namvar*[1] and S. Farrokhi[2]

(Received: 8 June 2020; Accepted: 30 September 2020)

Abstract

Tomato leaf miner, *Tuta absoluta* Meyrick, is a pest which entered Iran in 2010; it was spread rapidly in many areas including Jiroft, in the southern Kerman province. The predatory bug, *Nesidiocoris tenuis* Reuter (Hempitera, Miridae) is an effective biocontrol agent against *T. absoluta* in tomato greenhouses. To evaluate the efficiency of *N. tenuis* in controlling *T. absoluta*, the predator was released in five treatments including: one pair of adult predator per plant, 6 fourth stage nymphs per plant in the same time with the artificial pest release, one pair of adult predator per plant and 6 fourth stage nymphs per plant one week before artificial pest release and control (no predator). The experiments were done in a completely randomized block design with 3 replications. Evaluation was done on 40 and 70 days after the artificial pest release on 20 plants per plot which had been selected randomly. The results showed that the two treatments of predator release before pest release were significantly better than the others in reducing the number of larvae (5 ± 1.52, 5.1 ± 1.01 on 40th day and 2 ± 0.58, 4 ± 0.58 on 70th day), mines (11.4 ± 2.96, 10.7 ± 2.2 on the 40th day and 4.67 ± 0.67, 6.7 ± 0.88 on 70th day) and the percent of the damaged fruit (4.7 ± 1.45 and 7.3 ± 1.21), as well as increasing the predator established on plants (3.6 ± 0.14, 3.1 ± 0.07 on the 40th day and 5.8 ± 0.2, 4.6 ± 0.24 on the 70th day). Moreover, these two mentioned treatments had no significant difference with the others in regard to the symptoms of *N. tenuis* damage in plants, especially in the final evaluation; so they could be recommended for use in commercial greenhouses.

Keywords: Biological control, Jiroft, Predatory efficiency, Tomato leaf miner moth.

1. Plant Protection Research Department, South Kerman Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO
2. Biological Control Department, Iranian Research Institute of Plant Protection, AREEO, Tehran, Iran
* Corresponding Author, Email: p.namvar@areeo.ac.ir