

تأثیر رقم‌های مختلف گوجه‌فرنگی بر تنوع گونه‌ای و فعالیت دشمنان طبیعی *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) در شرایط مزرعه‌ای استان اردبیل، ایران

سید علی اصغر فتحی*

دانشیار، گروه گیاه‌پزشکی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۱۰/۲۰ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۲/۲۷)

چکیده

مینوز برگ گوجه‌فرنگی، *Tuta absoluta* (Meyrick)، یکی از آفات مهم گوجه‌فرنگی، *Solanum lycopersicum* L. در ایران است. در این تحقیق تنوع گونه‌ای دشمنان طبیعی مینوز برگ گوجه‌فرنگی و نسبت تراکم شکارگرها یا انگلواره (پارازیتوید)ها به تراکم تخم‌ها یا لاروهای *T. absoluta* روی پنج رقم گوجه‌فرنگی به نام‌های Super Strain B، Super Chief، Mobil، Korral و Early Urbana Y در یک مزرعه آزمایشی در دو سال ۱۳۹۳ و ۱۳۹۴ بررسی شد. در این تحقیق، ده گونه شکارگر، چهار گونه زنبور انگلواره لارو و یک گونه زنبور انگلواره تخم گردآوری و شناسایی شدند. در بین دشمنان طبیعی، سن‌های شکارگر Miridae و زنبورهای انگلواره لارو Braconidae بیشترین درصد فراوانی نسبی را داشتند. شاخص تنوع شانون برای گونه‌های دشمنان طبیعی بین پنج رقم گوجه‌فرنگی اختلاف معنی‌داری را نشان نداد. میزان شاخص همانندی مورسیتا-هورن برای ترکیب گونه‌ای دشمنان طبیعی بین پنج رقم گوجه‌فرنگی در محدوده ۰/۹۳۲ تا ۰/۹۹۴ به دست آمد. در هر دو سال، بیشترین نسبت تراکم شکارگرها به تراکم تخم‌ها و لاروهای مینوز (۵/۰۹ درصد در سال ۱۳۹۳ و ۶/۴۴ درصد در سال ۱۳۹۴)، بیشترین نسبت تراکم انگلواره‌های لاروی به تراکم لاروهای مینوز (۳/۹۲ درصد در سال ۱۳۹۳ و ۳/۷۵ درصد در سال ۱۳۹۴) و بیشترین نسبت تراکم انگلواره تخم به تراکم تخم‌های مینوز (۱/۶۷ درصد در هر دو سال) روی رقم Early Urbana Y ثبت شد. بنابراین می‌توان نتیجه‌گیری کرد که کشت رقم Early Urbana Y با افزایش نسبت تراکم شکارگرها یا انگلواره‌ها به تراکم تخم‌ها و لاروهای *T. absoluta* می‌تواند در برنامه‌های مدیریت تلفیقی مینوز برگ گوجه‌فرنگی در کشتزارهای گوجه‌فرنگی سودمند باشد.

واژه‌های کلیدی: انگلی، دشمنان طبیعی، شکارگر، فراوانی نسبی، گیاهان میزبان.

Effect of different cultivars of tomato on species diversity and efficacy of natural enemies of *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) under field condition in Ardabil province, Iran

Seyed Ali Asghar Fathi*

Associate Professor, Department of Plant Protection, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran

(Received: Jan. 10, 2016 - Accepted: May 16, 2016)

ABSTRACT

The tomato leafminer, *Tuta absoluta* (Meyrick), is one of the most important pests of tomato, *Solanum lycopersicum* L., in Iran. In this research, natural enemies diversity of *T. absoluta* and proportion of predators or parasitoids density to moth eggs or larvae density on five tomato cultivars including Super Strain B, Super Chief, Mobil, Korral, and Early Urbana Y were studied in an experimental field during 2014 and 2015. In this study, ten predator species, four larval parasitoid species and one egg parasitoid species were collected and identified. Amongst the natural enemies, the predatory bugs Miridae and larval parasitoids Braconidae had the highest relative abundance. The Shannon diversity index for the complex of natural enemies was not significant among the five tested cultivars. The values of Morisita-Horn index for the complex of natural enemies among the five cultivars were calculated from 0.932 to 0.994. In two years, the greatest proportion of predators density to moth eggs and larvae density (5.09% in 2014 and 6.44% in 2015), the highest proportion of larval parasitoids density to moth larvae density (3.92% in 2014 and 3.75% in 2015), and the greatest egg parasitoid density to moth eggs density (1.67% in both studied years) were recorded on Early Urbana Y. Therefore, it can be concluded that the cultivation of Early Urbana Y with increasing of the proportion of predators or parasitoids density to *T. absoluta* eggs and larvae density could be useful in the integrated management programs of the tomato leafminer in tomato fields.

Keywords: host plants, natural enemies, parasitism, predator, relative abundance.

مقدمه

گوجه‌فرنگی اهلی، *Solanum lycopersicum* L. گیاهی علفی و یک‌ساله از تیره بادنجانیان، Solanaceae بوده و یکی از گیاهانی است که به علت داشتن انواع ویتامین‌ها، کاروتن، اسیدهای آلی سودمند، قند و املاح کانی نقش مهمی در سلامتی انسان دارد (Benton & Jones, 2007). بر پایه گزارش FAO (2014) ده کشور برتر تولیدکننده گوجه‌فرنگی (برحسب تن) در سال ۲۰۱۲ به ترتیب چین، هند، ایالات‌متحدۀ آمریکا، ترکیه، مصر، ایران، ایتالیا، اسپانیا، برزیل و مکزیک بودند. سطح زیر کشت این محصول در ایران حدود ۱۴۷۰۰۰ هکتار و میزان تولید آن حدود ۶ میلیون تن در سال ۱۳۹۲ گزارش شده است (Anonymous, 2013).

آفات مختلفی به گوجه‌فرنگی آسیب می‌زنند که یکی از آن‌ها مینوز برگ گوجه‌فرنگی، *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) (Meyrick) است (Pereyra & Sanchez, 2006). میزبان اصلی این شب‌پره، گوجه‌فرنگی است ولی می‌تواند روی دیگر گیاهان تیره بادنجانیان مانند سیب‌زمینی (*Solanum tuberosum* L.) (Pereyra & Sanchez, 2006)، بادنجان (*Solanum melongena* L.)، فلفل (*Nicotiana glauca* L.) و تنباکو (*Nicotiana glauca* L.) (Garzia et al., 2012) نیز آسیب بزند. در کشور ایران آسیب این شب‌پره روی گیاهان میزبان مختلف از جمله گوجه‌فرنگی، بادنجان و سیب‌زمینی در سال‌های اخیر گزارش شده است (Baniameri & Cheraghian, 2011; Gharekhani & Salek-Ebrahimi, 2014). مینوز برگ گوجه‌فرنگی در کشور ایران از جمله آفات قرنطینه‌ای بوده و نخستین بار از استان آذربایجان غربی در سال ۱۳۸۹ گزارش شد و پس‌از آن، پراکنش این آفت در بیشتر نقاط ایران توسط محققان مختلف گزارش شد (Baniameri & Cheraghian, 2011; Gharekhani & Salek-Ebrahimi, 2014). لاروهای این مینوز درون برگ، ساقه و جوانه انتهایی نفوذ کرده و دالان حفر می‌کنند. آسیب اصلی این شب‌پره مربوط به تغذیه لاروها از پارانشیم بین دو لایه بیرونی (اپیدرم) برگ بوده که

باعث کاهش سطح نورساخت (فتوسنتز)‌کننده گیاه و در نتیجه کاهش عملکرد محصول می‌شود (Desneux et al., 2011). افزون بر آن، تغذیه لاروهای این آفت از جوانه‌های انتهایی یا ساقه گیاهان میزبان باعث بدشکلی و کاهش رشد گیاه می‌شود (Sanino & Espinosa, 2010; Desneux et al., 2011).

کشاورزان در مناطق مختلف از حشره‌کش‌های مختلف برای مدیریت کنترل مینوز برگ گوجه‌فرنگی استفاده می‌کنند. به دلیل باروری بالا و طول دوره نسلی کوتاه، قابلیت ظهور ژنوتیپ‌های مقاوم به حشره‌کش‌ها در این گونه زیاد است (Siqueira et al., 2005; Lietti et al., 2001 & 2000). از سوی دیگر مصرف بی‌رویه حشره‌کش‌های مختلف علیه این شب‌پره باعث اثرگذاری جانبی زیان‌آور در زیست‌محیط و برهم زدن تعادل طبیعی در بوم‌سازگان (اکوسیستم) نیز می‌شود (Filho et al., 2000; Siqueira et al., 2000 & 2001; Lietti et al., 2005). حفاظت و حمایت از دشمنان طبیعی مینوز برگ گوجه‌فرنگی با هدف افزایش تنوع زیستی و کارایی آن‌ها یکی از روش‌های سالم و مؤثر در مدیریت تلفیقی این آفت است. شمار گونه‌ها و فراوانی نسبی آن‌ها دو عامل اصلی در اندازه‌گیری شاخص‌های تنوع زیستی در هر جامعه هستند (Disney, 1999; Magurran, 2004). در بررسی‌های تنوع زیستی در جامعه‌های کشاورزی از شاخص‌های مختلفی مانند شاخص تنوع شانون (H')، شاخص یکنواختی شانون (E') و شاخص همانندی مورسیتا-هورن (C_{MH}) استفاده می‌شود (Gianoli et al., 2006; Wearing et al., 2011; Zhang et al., 2013). شاخص تنوع شانون (H') برای محاسبه تنوع گونه‌ای و شاخص یکنواختی شانون (E') برای محاسبه یکنواختی توزیع گونه‌ای در هر جامعه بر پایه داده‌های شمار گونه‌ها و فراوانی نسبی هر کدام از آن‌ها استفاده می‌شوند. همچنین، شاخص همانندی مورسیتا-هورن (C_{MH}) برای محاسبه میزان همانندی ترکیب گونه‌ای بین دو یا چند جامعه بر پایه داده‌های شمار گونه‌ها و فراوانی نسبی هر کدام از آن‌ها استفاده می‌شود (Altieri & Nicholls, 2004; Magurran, 2004). اگرچه گونه‌های

مساحت ۸۰۰ مترمربع در دشت اردبیل در طی سال‌های ۱۳۹۳ و ۱۳۹۴ انجام شد. در این تحقیق تنوع گونه‌ای دشمنان طبیعی مینوز برگ گوجه‌فرنگی، تراکم تخم‌ها و لاروهای این آفت و نسبت تراکم شکارگرها یا انگلواره‌ها به تراکم تخم‌ها یا لاروهای *T. absoluta* روی گیاهان پنج رقم گوجه‌فرنگی نامبرده در کشتزار آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار بلوک و در کرت‌های با ابعاد ۵×۴ متر ارزیابی شد. کاشت نشاها در کشتزار به روش جوی و پشته انجام شد. فاصله بین ردیف‌های کشت ۵۰ سانتی‌متر بود (Benton & Jones, 2007). همچنین فاصله ۲ متری بین بلوک‌ها و نیز بین کرت‌ها به‌عنوان حاشیه برای انجام نمونه‌برداری‌ها بدون کشت باقی ماند. عملیات پس از کاشت شامل وجین علف‌های هرز در اواسط خردادماه و اوایل و اواخر تیرماه برابر با عرف رایج در منطقه به‌صورت دستی انجام شد. آبیاری کشتزار به فواصل منظم ده روز یک‌بار صورت گرفت. در ضمن در این کشتزار آزمایشی از مصرف حشره‌کش‌ها پرهیز شد.

نمونه‌برداری‌ها از مرحله رشدی به ساقه رفتن گیاهان گوجه‌فرنگی آغاز شد و به‌طور هفتگی تا هنگام برداشت محصول در اواخر شهریورماه ادامه یافت. در این بررسی‌ها واحد نمونه‌برداری یک گیاه گوجه‌فرنگی انتخاب شد. در هر نوبت نمونه‌برداری شمار چهار گیاه به‌طور تصادفی از هر کرت انتخاب شد. در هر نمونه، شمار و فراوانی هر یک از گونه‌های دشمنان طبیعی و شمار تخم‌ها و لاروهای مینوز برگ گوجه‌فرنگی شمارش شدند. لازم به یادآوری است که برای گردآوری انگلواره‌های این آفت، نمونه‌های آلوده به مراحل مختلف زیستی مینوز در هر یک از پنج رقم موردبررسی گوجه‌فرنگی به‌طور جداگانه درون قفس‌های لیوانی با درپوش توری (به‌منظور تهویه) در اتاقک رشد در دمای 25 ± 1 درجه سلسیوس، رطوبت نسبی 50 ± 5 درصد و دوره نوری ۱۴ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی تا هنگام ظهور زنبورهای انگلواره نگهداری شدند. در این تحقیق، زنبورهای انگلواره تنها از نمونه‌های آلوده به تخم‌ها و لاروهای مینوز برگ گوجه‌فرنگی ظاهر شدند و در نمونه‌های آلوده به دیگر

مختلف گیاه میزبان آلوده به آفت بیشترین دامنه واکنش‌ها را در تنوع گونه‌ای و کارایی دشمنان طبیعی ایجاد می‌کند ولی رقم‌های مختلف آلوده به آفت در یک گونه میزبان نیز می‌تواند تأثیر متفاوتی بر تنوع گونه‌ای و کارایی دشمنان طبیعی داشته باشد (van Emden, 1986). در این تحقیق فرض بر آن است که رقم‌های مختلف گوجه‌فرنگی ممکن است در تنوع گونه‌ای و کارایی دشمنان طبیعی مینوز برگ گوجه‌فرنگی مؤثر باشند. لذا این تحقیق با هدف‌های (الف) شناسایی دشمنان طبیعی مینوز برگ گوجه‌فرنگی و تعیین درصد فراوانی نسبی هر یک از آن‌ها، (ب) ارزیابی تنوع گونه‌ای دشمنان طبیعی مینوز برگ گوجه‌فرنگی، و (ج) تعیین نسبت تراکم شکارگرها یا انگلواره (پارازیتوید)ها به تراکم تخم‌ها یا لاروهای این آفت روی پنج رقم گوجه‌فرنگی تحت شرایط مزرعه‌ای انجام شد. نتایج به‌دست‌آمده از این تحقیق می‌تواند در انتخاب رقم مناسب گوجه‌فرنگی (با بیشترین تنوع گونه‌ای دشمنان طبیعی، کمترین تراکم مینوز برگ گوجه‌فرنگی و بیشترین نسبت تراکم شکارگرها یا انگلواره‌ها به تراکم تخم‌ها یا لاروهای مینوز) برای استفاده در برنامه‌های مدیریت تلفیقی این آفت در کشتزارهای گوجه‌فرنگی سودمند باشد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در دشت اردبیل (ارتفاع از سطح دریا ۱۳۳۲ متر؛ عرض جغرافیایی ۳۸ درجه و ۱۵ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۱۷ دقیقه شرقی، میزان میانگین بارندگی سالانه ۳۰۳/۹ میلی‌متر) در سال‌های ۱۳۹۳ و ۱۳۹۴ انجام شد. در این تحقیق پنج رقم گوجه‌فرنگی به نام‌های Super Strain B، Mobil، Super Chief، Korral و Early Urbana Y که به‌طور متداول در منطقه کشت می‌شوند، انتخاب شدند. بذره‌های رقم‌های موردبررسی از مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر و نهال کرج تهیه شدند. در این آزمایش‌ها در آغاز بذره‌های رقم‌های موردبررسی در گلخانه کشت شدند و در اواخر اردیبهشت‌ماه نشاهای گوجه‌فرنگی به کشتزار انتقال داده شدند. این تحقیق در کشتزار آزمایشی به

شمار گونه‌ها و فراوانی نسبی هرکدام از آن‌ها استفاده می‌شود. هر قدر میزان این شاخص بیشتر باشد نشان می‌دهد که در آن جامعه توزیع فراوانی گونه‌ها یکنواخت‌تر است (Magurran, 2004). در این تحقیق، یکنواختی توزیع گونه‌های دشمنان طبیعی مینوز روی هر یک از پنج رقم مورد بررسی گوجه‌فرنگی با استفاده از این شاخص و بر پایه رابطه زیر محاسبه شد (Shannon & Weaver, 1949; Magurran, 2004):

$$E = H/\ln S$$

در این رابطه E شاخص یکنواختی شانون، H شاخص تنوع شانون و S شمار گونه در نمونه است. شاخص همانندی مورسیتا-هورن برای محاسبه میزان همانندی ترکیب گونه‌ای بین دو یا چند جامعه بر پایه داده‌های شمار گونه‌ها و فراوانی نسبی هرکدام از آن‌ها استفاده می‌شود. شاخص همانندی مورسیتا-هورن بین صفر تا یک متغیر است و هر چه میزان شاخص مورسیتا-هورن از عدد صفر به عدد یک نزدیک‌تر می‌شود، نشان می‌دهد که همانندی ترکیب گونه‌ای بین جامعه‌های کشاورزی بیشتر است (Magurran, 2004). در این تحقیق، میزان همانندی ترکیب گونه‌های دشمنان طبیعی مینوز برگ گوجه‌فرنگی بین پنج رقم مورد بررسی گوجه‌فرنگی با استفاده از این شاخص و بر پایه رابطه زیر محاسبه شد (Magurran, 2004):

$$C_{MH} = 2 \sum (a_i b_i) / (d_a + d_b)(N_a \times N_b)$$

در این رابطه N_a شمار کل افراد در گیاه A ، N_b شمار کل افراد در گیاه B ، a_i شمار افراد گونه i ام در گیاه A ، b_i شمار افراد گونه i ام در گیاه B ، $d_a = \sum a_i$ و $d_b = \sum b_i$ هستند.

تجزیه آماری داده‌ها

شاخص تنوع و یکنواختی شانون برای گونه‌های دشمنان طبیعی روی هر یک از پنج رقم مورد بررسی گوجه‌فرنگی با استفاده از نرم‌افزار Excel و نیز شاخص همانندی مورسیتا-هورن برای ترکیب گونه‌های دشمنان طبیعی در بین پنج رقم مورد بررسی مینوز برگ گوجه‌فرنگی با استفاده از نرم‌افزار EstimateS Win 8.20 محاسبه شدند (Colwell, 2006). پیش از

مراحل زیستی این آفت، زنبور انگلواره‌ای ظاهر نشد. گونه‌های زنبور انگلواره بر پایه کلیدهای شناسایی معتبر شناسایی شدند (Hansson, 1990; Tobias, 2014). افزون بر آن، نمونه‌های دارای پوره‌های شکارگر در قفس‌های لیوانی با درپوش توری تا هنگام تکمیل نشو و نما و تبدیل آن‌ها به حشره‌های کامل شکارگر در شرایط دمایی اتاق نگهداری شدند. لازم به بیان است که روزانه برگ‌های آلوده به تخم‌ها و لاروهای مینوز برای تغذیه پوره‌های شکارگرها فراهم شد. حشره‌های کامل گونه‌های شکارگر با استفاده از کلیدهای معتبر شناسایی شدند (Bei-Bienko et al., 1967; Kelton, 1987; Moraes, 2015; Sohrabi & Hosseini, 2015). شمار و فراوانی هر یک از گونه‌های دشمنان طبیعی در هر یک از رقم‌های مورد بررسی شمارش و یادداشت شدند و از داده‌های به دست آمده در تعیین درصد فراوانی نسبی هر یک از گونه‌های دشمنان طبیعی مینوز برگ گوجه‌فرنگی و نیز تعیین نسبت تراکم دشمنان طبیعی (شکارگرها یا انگلواره‌ها) به تراکم تخم‌ها یا لاروهای مینوز استفاده شد. همچنین، از داده‌های شمار و تنوع (H) و یکنواختی شانون (E) و نیز شاخص همانندی تنوع گونه‌ای مورسیتا-هورن (C_{MH}) استفاده شد. شاخص تنوع شانون برای محاسبه تنوع گونه‌ای در هر جامعه بر پایه داده‌های شمار گونه‌ها و فراوانی نسبی هرکدام از آن‌ها استفاده می‌شود. هر قدر میزان این شاخص بیشتر باشد نشان می‌دهد که آن جامعه هم از غنای گونه‌ای بیشتر و هم فراوانی نسبی بالاتر گونه‌ها دارد (Magurran, 2004). در این تحقیق، تنوع گونه‌ای دشمنان طبیعی مینوز برگ گوجه‌فرنگی روی هر یک از پنج رقم مورد بررسی گوجه‌فرنگی با استفاده از شاخص تنوع شانون بر پایه رابطه زیر محاسبه شد (Weaver, 1949; Magurran, 2004):

$$H = -\sum p_i \ln p_i$$

در این رابطه H شاخص تنوع شانون و p_i نسبت افرادی است که در گونه i ام (n_i/N) وجود دارند.

از شاخص یکنواختی شانون برای محاسبه یکنواختی توزیع گونه‌ای در هر جامعه بر پایه داده‌های

۱). مجموع درصد فراوانی نسبی گونه‌های زنبور انگلواره لارو از ۱۷/۹ تا ۲۲/۳ درصد به ترتیب روی رقم‌های Mobil و Korral در سال ۱۳۹۳ و ۱۷/۹ تا ۲۲/۹ درصد به ترتیب روی رقم‌های Mobil و Korral در سال ۱۳۹۴ متغیر بود که در بین گونه‌های زنبور انگلواره لارو، گونه *Bracon hebetor* Say بیشترین درصد فراوانی نسبی را داشت و دیگر زنبورهای انگلواره لارو شامل *Neochrysocharis formosus* (Westwood) و *Diadegma majale* (Gravenhorst) و *Apanteles myeloenta* Wilkinson از لحاظ درصد فراوانی نسبی در رتبه‌های بعدی قرار داشتند. همچنین، درصد فراوانی نسبی زنبور انگلواره تخم *Trichogramma brassicae* Bezdenko از ۹/۴ تا ۱۲/۵ درصد به ترتیب روی رقم‌های Super Strain B و Early Urbana Y در سال ۱۳۹۳ و ۸/۶ تا ۱۱/۳ درصد به ترتیب روی رقم‌های Mobil و Korral در سال ۱۳۹۴ متغیر بود (جدول ۱).

مقادیر شاخص‌های تنوع و یکنواختی شانون برای گونه‌های دشمنان طبیعی مینوز برگ گوجه‌فرنگی روی هر یک از پنج رقم گوجه‌فرنگی موردبررسی در دو سال ۱۳۹۳ و ۱۳۹۴ در جدول ۲ ارائه شده است. اختلاف در شاخص تنوع شانون برای گونه‌های دشمنان طبیعی بین پنج رقم گوجه‌فرنگی موردبررسی معنی‌دار نبود ($P=0/722$ ، $F=0/52$ ، $df=4,15$ و $P=0/819$ ، $F=0/38$ ، $df=4,15$ به ترتیب برای سال‌های ۱۳۹۳ و ۱۳۹۴). همچنین، مقادیر شاخص یکنواختی شانون برای گونه‌های دشمنان طبیعی بین پنج رقم گوجه‌فرنگی موردبررسی نیز اختلاف معنی‌داری را نشان نداد ($P=0/929$ ، $F=0/21$ ، $df=4,15$ و $P=0/893$ ، $F=0/27$ ، $df=4,15$ به ترتیب برای سال‌های ۱۳۹۳ و ۱۳۹۴).

مقادیر شاخص همانندی مورسیتا- هورن برای ترکیب گونه‌ای دشمنان طبیعی بین پنج رقم گوجه‌فرنگی در دو سال ۱۳۹۳ و ۱۳۹۴ در جدول ۳ ارائه شده است. در سال ۱۳۹۳ مقادیر شاخص همانندی مورسیتا- هورن برای ترکیب گونه‌ای دشمنان طبیعی بین پنج رقم گوجه‌فرنگی بین ۰/۹۸۱ تا ۰/۹۹۴ و در سال ۱۳۹۴ بین ۰/۹۳۲ تا ۰/۹۷۱ متغیر بود (جدول ۳).

تجزیه آماری داده‌ها، به منظور یکنواخت کردن واریانس داده‌ها از تبدیل داده $\log(X)$ برای داده‌های تراکم مینوز استفاده شد. داده‌های تراکم تخم‌ها و لاروهای مینوز، شاخص تنوع و یکنواختی شانون روی هر یک از پنج رقم موردبررسی گوجه‌فرنگی در هر یک از سال‌های ۱۳۹۳ و ۱۳۹۴ به‌طور جداگانه در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی تجزیه و تحلیل شدند. اختلاف‌های بین میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون توکی در سطح اطمینان ۹۵ درصد مقایسه شدند (SAS, 1999).

نتایج

دشمنان طبیعی مینوز برگ گوجه‌فرنگی، درصد فراوانی نسبی و شاخص تنوع گونه‌ای آن‌ها

گونه‌های دشمنان طبیعی مینوز برگ گوجه‌فرنگی و درصد فراوانی نسبی آن‌ها روی پنج رقم موردبررسی گوجه‌فرنگی در دشت اردبیل در دو سال در جدول ۱ ارائه شده است. در این تحقیق، ده گونه شکارگر تخم و لارو، چهار گونه زنبور انگلواره لارو و یک گونه زنبور انگلواره تخم مینوز برگ گوجه‌فرنگی گردآوری و شناسایی شدند که در جدول ۱ اسامی علمی آن‌ها به همراه درصد فراوانی نسبی آن‌ها ارائه شده است. در بین گونه‌های شکارگر مینوز برگ گوجه‌فرنگی مجموع درصد فراوانی نسبی گونه‌های سن‌های شکارگر Miridae با ۲۷ تا ۳۲/۳ درصد به ترتیب روی رقم‌های Mobil و Korral در سال ۱۳۹۳ و ۲۸/۲ تا ۳۱/۴ درصد به ترتیب روی رقم‌های Early Urbana Y و Mobil در سال ۱۳۹۴ در مقایسه با دیگر گونه‌های شکارگر بیشتر بود. در بین سن‌های شکارگر خانواده *Deraeocoris punctulatus* (Fallén) و *Macrolophus pygmaeus* (Rambur) بیشترین درصد فراوانی نسبی را داشتند. پس از گونه‌های سن‌های شکارگر خانواده *Miridae*، بالتوری سبز *Chrysoperla carnea* (Stephans)، سن شکارگر *Orius niger* (Wolff) و گونه‌های سن‌های شکارگر خانواده Nabidae از لحاظ درصد فراوانی نسبی در رتبه‌های بعدی قرار داشتند. درصد فراوانی نسبی سن‌های شکارگر خانواده *Geocoridae* و کنه‌های شکارگر خانواده *Phytoseiidae* بسیار ناچیز بود (جدول

جدول ۱. درصد فراوانی نسبی گونه‌های دشمنان طبیعی *Tuta absoluta* روی پنج رقم گوجه‌فرنگی در دو سال ۱۳۹۳ و ۱۳۹۴ در منطقه اردبیل

Table 1. The percentage of relative abundance of natural enemies of *Tuta absoluta* on five tomato cultivars during 2014 and 2015 in Ardabil region

| Natural enemies | Super Strain B | | Super Chief | | Mobil | | Korral | | Early Urbana Y | | |
|---|--|------|-------------|------|-------|------|--------|------|----------------|------|------|
| | 2014 | 2015 | 2014 | 2015 | 2014 | 2015 | 2014 | 2015 | 2014 | 2015 | |
| The predators of eggs and larvae | Hemiptera | | | | | | | | | | |
| | Miridae | | | | | | | | | | |
| | <i>Deraeocoris punctulatus</i> (Fallén) | 13.0 | 11.2 | 11.8 | 13.2 | 13.7 | 12.9 | 11.3 | 13.1 | 12.8 | 11.9 |
| | <i>Macrolophus pygmaeus</i> (Rambur) | 9.6 | 9.9 | 8.9 | 9.8 | 10.4 | 11.2 | 8.8 | 10.0 | 10.9 | 9.4 |
| | <i>Nesidiocoris tenuis</i> (Reuter) | 5.7 | 5.0 | 5.5 | 5.1 | 6.0 | 5.1 | 5.0 | 5.4 | 3.8 | 4.4 |
| | <i>Dicyphus</i> sp. | 3.0 | 3.3 | 3.4 | 2.6 | 2.2 | 2.2 | 1.9 | 1.5 | 1.3 | 2.5 |
| | Total | 31.3 | 29.4 | 29.6 | 30.7 | 32.3 | 31.4 | 27.0 | 30.0 | 27.8 | 28.2 |
| | Nabidae | | | | | | | | | | |
| | <i>Nabis punctatus</i> A. Costa | 5.7 | 5.8 | 5.9 | 5.1 | 6.0 | 6.7 | 6.3 | 6.2 | 5.1 | 6.3 |
| | <i>Nabis pseudoferus</i> Remane | 3.9 | 4.5 | 3.8 | 3.0 | 4.9 | 3.9 | 5.6 | 5.4 | 4.5 | 4.4 |
| | Total | 9.6 | 10.3 | 9.7 | 8.1 | 10.9 | 10.6 | 11.9 | 11.6 | 9.6 | 10.7 |
| | Geocoridae | | | | | | | | | | |
| | <i>Geocoris punctipes</i> (Say) | 2.6 | 2.5 | 2.5 | 2.6 | 1.6 | 1.1 | 1.9 | 2.3 | 1.9 | 1.9 |
| | Anthocoridae | | | | | | | | | | |
| | <i>Orius niger</i> (Wolff) | 12.2 | 12.8 | 11.4 | 12.8 | 12.1 | 12.9 | 11.9 | 12.3 | 12.2 | 13.2 |
| Neuroptera | | | | | | | | | | | |
| Chrysopidae | | | | | | | | | | | |
| <i>Chrysoperla carnea</i> (Stephans) | 11.3 | 12.0 | 12.2 | 11.5 | 11.0 | 9.6 | 12.5 | 13.1 | 10.9 | 13.8 | |
| Acari | | | | | | | | | | | |
| Phytoseiidae | | | | | | | | | | | |
| <i>Amblyseius swirskii</i> (Athias-Henriot) | 2.6 | 2.5 | 2.5 | 2.6 | 3.8 | 2.8 | 1.3 | 1.5 | 1.9 | 3.1 | |
| Larval parasitoids | Hymenoptera | | | | | | | | | | |
| | Braconidae | | | | | | | | | | |
| | <i>Bracon hebetor</i> Say | 10.6 | 11.3 | 11.5 | 12.5 | 11.4 | 12.8 | 12.9 | 11.8 | 13.8 | 11.7 |
| | <i>Apanteles myeloenta</i> Wilkinson | 2.2 | 2.1 | 2.1 | 2.6 | 1.1 | 2.2 | 1.9 | 1.5 | 1.3 | 1.3 |
| | Eulophidae | | | | | | | | | | |
| | <i>Neochrysocharis formosus</i> (Westwood) | 4.3 | 3.7 | 4.2 | 3.4 | 2.7 | 4.5 | 4.4 | 1.5 | 5.1 | 3.8 |
| | Ichneumonidae | | | | | | | | | | |
| <i>Diadegma majale</i> (Gravenhorst) | 3.9 | 2.9 | 3.0 | 3.0 | 2.7 | 3.4 | 3.1 | 3.1 | 1.9 | 1.3 | |
| Total | 21.0 | 20.0 | 20.8 | 21.5 | 17.9 | 22.9 | 22.3 | 17.9 | 22.1 | 18.1 | |
| Egg parasitoid | Trichogrammatidae | | | | | | | | | | |
| | <i>Trichogramma brassicae</i> Bezdenko | 9.4 | 10.6 | 11.2 | 10.1 | 10.0 | 8.6 | 11.5 | 11.3 | 12.5 | 10.9 |

جدول ۲. میانگین (\pm SE) مقادیر شاخص‌های تنوع و یکنواختی شانون برای گونه‌های دشمنان طبیعی *Tuta absoluta* روی پنج رقم گوجه‌فرنگی در دو سال ۱۳۹۳ و ۱۳۹۴ در منطقه اردبیل

Table 2. Mean (\pm SE) values of Shannon diversity and evenness indices for natural enemies of *Tuta absoluta* on five tomato cultivars during 2014 and 2015 in Ardabil region

| Cultivars | Shannon diversity index | | Shannon evenness index | |
|----------------|-------------------------|-------------------|------------------------|-------------------|
| | 2014 | 2015 | 2014 | 2015 |
| Super Strain B | 2.55 \pm 0.05 a | 2.53 \pm 0.08 a | 0.94 \pm 0.04 a | 0.93 \pm 0.02 a |
| Super Chief | 2.54 \pm 0.04 a | 2.51 \pm 0.05 a | 0.94 \pm 0.03 a | 0.93 \pm 0.03 a |
| Mobil | 2.50 \pm 0.07 a | 2.51 \pm 0.04 a | 0.92 \pm 0.02 a | 0.93 \pm 0.04 a |
| Korral | 2.49 \pm 0.05 a | 2.46 \pm 0.06 a | 0.92 \pm 0.03 a | 0.91 \pm 0.02 a |
| Early Urbana Y | 2.45 \pm 0.07 a | 2.47 \pm 0.04 a | 0.90 \pm 0.04 a | 0.91 \pm 0.03 a |

۴۴

Means followed by the same letter in a column are not significantly different.

تخم‌ها روی رقم‌های Early Urbana Y و Korral به‌طور معنی‌داری کمتر از دیگر رقم‌های مورد بررسی بود (جدول ۴). همچنین، نتایج مقایسه آماری نشان داد که بین تراکم لاروهای مینوز روی رقم‌های مختلف مورد آزمایش در هر دو سال مورد بررسی اختلاف معنی‌داری وجود دارد ($F=6/12$, $P=0/004$ و $df=4,15$, $F=5/79$, $P=0/005$)، $df=4,15$ به ترتیب برای سال ۱۳۹۳ و ۱۳۹۴. در هر دو سال، تراکم لاروهای Early Urbana Y و Korral به‌طور معنی‌داری کمتر از رقم‌های Super Strain B و Super Chief بود (جدول ۴).

تراکم تخم‌ها و لاروهای مینوز برگ گوجه‌فرنگی نتایج این تحقیق نشان داد که در هر دو سال بررسی، اختلاف در تراکم تخم‌های مینوز برگ گوجه‌فرنگی روی رقم‌های مختلف گوجه‌فرنگی معنی‌دار بود ($P=0/002$ ، $F=7/37$ ، $df=4,15$ در سال ۱۳۹۳ و $P=0/003$ ، $F=6/51$ ، $df=4,15$ در سال ۱۳۹۴). در سال ۱۳۹۳، تراکم تخم‌ها روی رقم Early Urbana Y به‌طور معنی‌داری کمتر از رقم‌های Super Strain B، Super Chief و Mobil بود، ولی در مقایسه با رقم Korral اختلاف معنی‌داری را نشان نداد. در سال ۱۳۹۴، تراکم

جدول ۳. مقادیر شاخص همانندی مورسیتا-هورن بین ترکیب گونه‌های دشمنان طبیعی *Tuta absoluta* روی پنج رقم گوجه‌فرنگی در دو سال ۱۳۹۳ و ۱۳۹۴ در منطقه اردبیل

Table 3. Values of Morisita-Horn index for natural enemies of *Tuta absoluta* on five tomato cultivars during 2014 and 2015 in Ardabil region

| Years | Cultivars | Super Strain B | Super Chief | Mobil | Korral | Early Urbana Y |
|-------|----------------|----------------|-------------|-------|--------|----------------|
| 2014 | Super Strain B | - | - | - | - | - |
| | Super Chief | 0.994 | - | - | - | - |
| | Mobil | 0.993 | 0.989 | - | - | - |
| | Korral | 0.987 | 0.994 | 0.985 | - | - |
| | Early Urbana Y | 0.981 | 0.986 | 0.984 | 0.990 | - |
| 2015 | Super Strain B | - | - | - | - | - |
| | Super Chief | 0.937 | - | - | - | - |
| | Mobil | 0.962 | 0.969 | - | - | - |
| | Korral | 0.971 | 0.955 | 0.963 | - | - |
| | Early Urbana Y | 0.932 | 0.950 | 0.963 | 0.934 | - |

جدول ۴. میانگین (\pm SE) تراکم تخم‌ها و لاروهای *Tuta absoluta* روی پنج رقم گوجه‌فرنگی در منطقه اردبیل

Table 4. Mean (\pm SE) density of *Tuta absoluta* eggs and larvae on five tomato cultivars during 2014 and 2015 in Ardabil region

| Cultivars | Eggs density per plant | | Larvae density per plant | |
|----------------|------------------------|------------------|--------------------------|-------------------|
| | 2014 | 2015 | 2014 | 2015 |
| Super Strain B | 43.5 \pm 3.8 a | 44.1 \pm 3.1 a | 39.7 \pm 2.4 a | 41.2 \pm 2.3 ab |
| Super Chief | 42.7 \pm 2.3 a | 46.4 \pm 3.8 a | 38.5 \pm 1.8 a | 44.7 \pm 2.2 a |
| Mobil | 35.1 \pm 2.9 b | 40.2 \pm 3.4 a | 32.8 \pm 1.7 b | 36.4 \pm 1.8 b |
| Korral | 31.1 \pm 2.7 bc | 30.4 \pm 2.9 b | 23.6 \pm 2.1 c | 23.0 \pm 2.1 c |
| Early Urbana Y | 29.6 \pm 2.1 c | 26.8 \pm 2.3 b | 21.6 \pm 1.6 c | 18.5 \pm 1.9 c |

۴۴

Means followed by the different letter in a column are significantly different.

درصد در سال ۱۳۹۴) مشاهده شد. افزون بر آن، نسبت تراکم انگلواره‌های لاروی به تراکم لاروهای مینوز روی رقم Early Urbana Y بیشترین بود (۳/۹۲ درصد در سال ۱۳۹۳ و ۳/۷۵ درصد در سال ۱۳۹۴). همچنین، بیشترین نسبت تراکم انگلواره تخم مینوز به تراکم تخم‌های آفت روی رقم Early Urbana Y (۱/۶۷ درصد در هر دو سال) مشاهده شد (جدول ۵).

نسبت تراکم شکارگرها یا انگلواره‌ها به تراکم تخم‌ها یا لاروهای مینوز برگ گوجه‌فرنگی

نسبت تراکم شکارگرها یا انگلواره‌ها به تراکم تخم‌ها یا لاروهای مینوز برگ گوجه‌فرنگی در هر یک از پنج رقم گوجه‌فرنگی در هر دو سال در جدول ۵ ارائه شده است. بیشترین نسبت تراکم شکارگرها به تراکم تخم‌ها و لاروهای مینوز روی رقم Early Urbana Y (۵/۰۹ درصد در سال ۱۳۹۳ و ۶/۴۴

جدول ۵. نسبت تراکم دشمنان طبیعی (شکارگرها یا انگلوارها) به تراکم تخم‌ها یا لاروهای *Tuta absoluta* روی پنج رقم گوجه‌فرنگی در دو سال ۱۳۹۳ و ۱۳۹۴ در منطقه اردبیل

Table 5. The proportion of natural enemies (predators or parasitoids) density to *Tuta absoluta* eggs or larvae density on five tomato cultivars during 2014 and 2015 in Ardabil region

| Natural enemies | Super Strain B | | Super Chief | | Mobil | | Korral | | Early Urbana Y | |
|---|----------------|------|-------------|------|-------|------|--------|------|----------------|------|
| | 2014 | 2015 | 2014 | 2015 | 2014 | 2015 | 2014 | 2015 | 2014 | 2015 |
| The predators of Hemiptera | | | | | | | | | | |
| Miridae | | | | | | | | | | |
| eggs and larvae | | | | | | | | | | |
| <i>Deraeocoris punctulatus</i> (Fallén) | 0.90 | 0.79 | 0.86 | 0.85 | 0.92 | 0.75 | 0.82 | 0.80 | 0.98 | 1.05 |
| <i>Macrolophus pygmaeus</i> (Rambur) | 0.66 | 0.70 | 0.65 | 0.63 | 0.70 | 0.65 | 0.64 | 0.61 | 0.83 | 0.83 |
| <i>Nesidiocoris tenuis</i> (Reuter) | 0.39 | 0.35 | 0.40 | 0.33 | 0.41 | 0.29 | 0.37 | 0.33 | 0.29 | 0.39 |
| <i>Dicyphus</i> sp. | 0.21 | 0.23 | 0.25 | 0.16 | 0.15 | 0.13 | 0.14 | 0.09 | 0.10 | 0.22 |
| Nabidae | | | | | | | | | | |
| <i>Nabis punctatus</i> A. Costa | 0.39 | 0.41 | 0.43 | 0.33 | 0.41 | 0.39 | 0.46 | 0.37 | 0.39 | 0.55 |
| <i>Nabis pseudoferus</i> Remane | 0.27 | 0.32 | 0.28 | 0.19 | 0.33 | 0.23 | 0.41 | 0.33 | 0.34 | 0.39 |
| Geocoridae | | | | | | | | | | |
| <i>Geocoris punctipes</i> (Say) | 0.18 | 0.18 | 0.18 | 0.16 | 0.11 | 0.07 | 0.14 | 0.14 | 0.15 | 0.17 |
| Anthocoridae | | | | | | | | | | |
| <i>Orius niger</i> (Wolff) | 0.84 | 0.91 | 0.83 | 0.82 | 0.81 | 0.75 | 0.87 | 0.75 | 0.93 | 1.16 |
| Neuroptera | | | | | | | | | | |
| Chrysopidae | | | | | | | | | | |
| <i>Chrysoperla carnea</i> (Stephans) | 0.78 | 0.85 | 0.89 | 0.74 | 0.74 | 0.55 | 0.91 | 0.80 | 0.83 | 1.21 |
| Acari | | | | | | | | | | |
| Phytoseiidae | | | | | | | | | | |
| <i>Amblyseius swirskii</i> (Athias-Henriot) | 0.34 | 0.25 | 0.16 | 0.32 | 0.31 | 0.31 | 0.16 | 0.16 | 0.25 | 0.47 |
| Total proportion of predator's density to moth eggs or larvae density (%) | 4.96 | 4.97 | 4.96 | 4.53 | 4.89 | 4.12 | 4.92 | 4.38 | 5.09 | 6.44 |
| Larval parasitoids | | | | | | | | | | |
| Hymenoptera | | | | | | | | | | |
| Braconidae | | | | | | | | | | |
| <i>Bracon hebetor</i> Say | 1.49 | 1.62 | 1.72 | 1.61 | 1.55 | 1.54 | 2.11 | 1.62 | 2.41 | 2.40 |
| <i>Apanteles myeloenta</i> Wilkinson | 0.31 | 0.30 | 0.32 | 0.34 | 0.15 | 0.27 | 0.32 | 0.22 | 0.23 | 0.27 |
| Eulophidae | | | | | | | | | | |
| <i>Neochrysocharis formosus</i> (Westwood) | 0.63 | 0.55 | 0.65 | 0.45 | 0.38 | 0.55 | 0.74 | 0.22 | 0.93 | 0.81 |
| Ichneumonidae | | | | | | | | | | |
| <i>Diadegma majale</i> (Gravenhorst) | 0.57 | 0.42 | 0.45 | 0.39 | 0.38 | 0.41 | 0.53 | 0.43 | 0.35 | 0.27 |
| Total proportion of larval parasitoids density to moth larvae density (%) | 3.00 | 2.89 | 3.14 | 2.79 | 2.46 | 2.77 | 3.70 | 2.49 | 3.92 | 3.75 |
| Egg parasitoid | | | | | | | | | | |
| Trichogrammatidae | | | | | | | | | | |
| <i>Trichogramma brassicae</i> Bezdenko | 1.28 | 1.49 | 1.60 | 1.30 | 1.32 | 0.96 | 1.51 | 1.22 | 1.67 | 1.67 |
| Total proportion of egg parasitoid density to moth eggs density (%) | 1.28 | 1.49 | 1.60 | 1.30 | 1.32 | 0.96 | 1.51 | 1.22 | 1.67 | 1.67 |

فراوانی نسبی به ترتیب در رتبه‌های بالا به پایین قرار داشتند. Zappala *et al.* (2013) نیز گزارش کردند که در بین دشمنان طبیعی مینوز برگ گوجه‌فرنگی، سن‌های شکارگر Miridae و زنبورهای انگلوار لارو Braconidae و Eulophidae پتانسیل بالایی در کنترل این آفت داشتند. سن‌های شکارگر *Macrolophus* spp. و *N. tenuis* به‌عنوان شکارگرهای تخم‌ها و لاروهای مینوز برگ گوجه‌فرنگی توسط محققان مختلف گزارش شده‌اند (Urbeja *et al.*, 2009; Ingegno *et al.*, 2013; Muniappan,

بحث

در این تحقیق، ده گونه شکارگر تخم و لارو، چهار گونه زنبور انگلوار لارو و یک گونه زنبور انگلوار تخم مینوز برگ گوجه‌فرنگی گردآوری و شناسایی شدند که در بین آن‌ها سن‌های شکارگر Miridae و زنبورهای انگلوار Braconidae بیشترین درصد فراوانی نسبی را داشتند. در بین سن‌های شکارگر Miridae، گونه‌های *Deraeocoris punctulatus* (Fallén) و *Macrolophus pygmaeus* (Rambur) و *Nesidiocoris tenuis* (Reuter) و *Dicyphus* sp. از لحاظ درصد

Chailleux *et al.* (2013) گزارش شده است. برابر با نتایج این تحقیق، در مناطق مختلفی از جهان گونه‌های مختلفی از سن‌های شکارگر جنس‌های *Macrolophus spp.*، *Deraeocoris spp.*، *Orius spp.*، *Dicyphus spp.*، *Nesidiocoris spp.* و *Nabis spp.* بالتوری‌های *Chrysopa spp.* و *Bracon spp.*، زنبورهای انگلواره *Diadegma spp.*، *Neochrysocharis spp.* و *Apanteles spp.* و کنه‌های شکارگر *Amblyseius spp.* به‌عنوان عامل‌های بیوکنترل مینوز برگ گوجه‌فرنگی توسط محققان پیشین گزارش شده‌اند (Luna *et al.*, 2012; Biondi *et al.*, 2013; Muniappan, 2013; Zappala *et al.*, 2013; Sohrabi *et al.*, 2014). تفاوت یافته‌های این تحقیق با یافته‌های دیگر محققان در سطح گونه است که آن‌هم می‌تواند با سازگاری گونه‌های مختلف شکارگر یا انگلواره با شرایط آب‌وهوایی، نوع پوشش گیاهی و تنوع آفات در هر منطقه در ارتباط باشد.

نتایج این تحقیق نشان داد که شاخص تنوع و یکنواختی شانون برای گونه‌های دشمنان طبیعی بین پنج رقم گوجه‌فرنگی مورد بررسی اختلاف معنی‌داری را نشان نداد. میزان شاخص همانندی مورسیتا-هورن برای ترکیب گونه‌ای دشمنان طبیعی بین پنج رقم گوجه‌فرنگی بین ۰/۹۳۲ تا ۰/۹۹۴ به دست آمد. هر چه میزان عددی شاخص مورسیتا-هورن از عدد صفر به عدد یک نزدیک‌تر می‌شود، نشان می‌دهد که همانندی ترکیب گونه‌ای دشمنان طبیعی بین پنج رقم مورد بررسی گوجه‌فرنگی بیشتر است (Magurran, 2004). میزان شاخص‌های تنوع و یکنواختی شانون و شاخص همانندی مورسیتا-هورن برای گونه‌های جانوران و گیاهان در زیستگاه‌های مختلف بر پایه داده‌های شمار و فراوانی هر یک از گونه‌ها محاسبه می‌شوند (Disney, 1999; Magurran, 2004).

در این تحقیق مشخص شد که رقم‌های گوجه‌فرنگی در تراکم مینوز برگ گوجه‌فرنگی تأثیر معنی‌داری داشتند. به‌طوری‌که در بین پنج رقم مورد بررسی تراکم تخم‌ها و لاروهای مینوز روی رقم‌های Early Urbana Y و Korral در مقایسه با رقم‌های Super Strain B و Super

(2013; Mollá *et al.*, 2014). نتایج این تحقیق با یافته‌های تحقیق Sohrabi & Hosseini (2015) مبنی بر اینکه سن شکارگر *N. tenuis* به‌عنوان شکارگر تخم و لارو مینوز برگ گوجه‌فرنگی در استان آذربایجان شرقی است، همخوانی دارد. در این تحقیق، در بین شکارگرهای مینوز برگ گوجه‌فرنگی پس از گونه‌های سن‌های شکارگر Miridae، بالتوری سبز *C. carnea*، سن شکارگر *O. niger* و گونه‌های سن‌های شکارگر Nabidae شامل *Nabis punctatus* A. Costa و *Nabis pseudoferus* Remane از لحاظ درصد فراوانی نسبی در رتبه‌های بعدی قرار داشتند. این نتایج با یافته‌های Muniappan (2013) مبنی بر اینکه بالتوری سبز، سن‌های شکارگر *Orius* و *Geocoris*، و کنه‌های شکارگر *Amblyseius spp.* از عامل‌های زیست‌کنترل تخم‌ها و لاروهای مینوز برگ گوجه‌فرنگی هستند، همخوانی دارد. همچنین، سن شکارگر *N. pseudoferus* به‌عنوان شکارگرهای تخم‌ها و لاروهای مینوز برگ گوجه‌فرنگی توسط Cabello *et al.* (2009) نیز گزارش شده است. در این تحقیق، در بین گونه‌های زنبور انگلواره لارو گونه *B. hebetor* بیشترین درصد فراوانی نسبی را داشت و دیگر زنبورهای انگلواره لارو شامل *N. formosus*، *D. majale* و *A. myeloenta* از لحاظ درصد فراوانی نسبی در رتبه‌های بعدی قرار داشتند. این نتایج با یافته‌های محققان پیشین مبنی بر اینکه زنبورهای *Bracon spp.*، *Diadegma*، *Neochrysocharis spp.* و *Apanteles spp.* مرحله لاروی مینوز برگ گوجه‌فرنگی را پارازیت می‌کنند، همخوانی دارد (Muniappan, 2013; Zappala *et al.*, 2013; Sohrabi *et al.*, 2014). افزون بر آن برابر با یافته‌های این تحقیق، Sohrabi *et al.* (2014) نیز زنبور *N. formosus* را به‌عنوان انگلواره لاروهای مینوز برگ گوجه‌فرنگی از کشتزارهای گوجه‌فرنگی استان آذربایجان شرقی گزارش کردند. همچنین، در این تحقیق انگلواره تخم‌های مینوز توسط زنبور انگلواره تخم *T. brassicae* با نسبت پایین مشاهده شد. انگلواره تخم‌های مینوز برگ گوجه‌فرنگی توسط زنبوران تریکوگراما توسط Cabello *et al.* (2012) و

گیاهان میزبان افزایش یابد، دشمنان طبیعی کارایی بالایی در کنترل جمعیت آفت خواهند داشت (Sarfraz et al., 2008; Cabello et al., 2012). تفاوت در نسبت تراکم شکارگرها یا انگلواره‌ها به تراکم تخم‌ها و لاروهای مینوز در بین پنج رقم موردبررسی گوجه‌فرنگی می‌تواند با ویژگی‌های ریخت‌شناسی، نوع و ترکیب مواد شیمیایی فرار جلب‌کننده توسط گیاهان آلوده به مینوز برگ گوجه‌فرنگی و کیفیت تغذیه‌ای گیاهان میزبان و غیره در ارتباط باشد. در تحقیقات پیشین نیز گزارش شده است که رقم‌های مختلف یک گیاه و یا گونه‌های مختلف گیاهان میزبان آلوده به آفت می‌توانند به‌طور مستقیم از راه ویژگی‌های ریخت‌شناسی یا ترشح مواد شیمیایی فرار جلب‌کننده و یا غیرمستقیم از راه تأثیر کیفیت غذایی گیاه میزبان بر ویژگی‌های زیستی آفت در کارایی دشمنان طبیعی تأثیرگذار باشند (Sarfraz et al., 2008; Cabello et al., 2012). برای مثال، Cabello et al. (2012) گزارش کردند که کارایی سن شکارگر *N. tenuis* در کنترل مینوز برگ گوجه‌فرنگی روی رقم‌های مختلف گوجه‌فرنگی بسته به کیفیت غذایی آن‌ها متغیر بود، چراکه این شکارگر افزون بر تغذیه از شکار از شیرۀ گیاه میزبان نیز تغذیه می‌کند. در برابر آن‌ها گزارش کردند که کارایی زنبور ترریکوگراما در انگلواره کردن تخم‌های مینوز برگ گوجه‌فرنگی تحت تأثیر رقم‌های مختلف گوجه‌فرنگی قرار نگرفت. همچنین، Sarfraz et al. (2008) نیز گزارش کردند که گیاهان مقاوم به شب‌پره پشت الماسی باعث افزایش طول دورهٔ نشو و نمای لاروی این شب‌پره و افزایش زمان در معرض قرارگیری لاروهای این آفت نسبت به زنبور انگلواره شدند. لذا توصیه می‌شود تحقیقات بیشتری در زمینهٔ تأثیر ویژگی‌های ریخت‌شناسی و بیوشیمیایی رقم‌های مختلف گوجه‌فرنگی در کارایی دشمنان طبیعی انجام شود.

نتیجه‌گیری کلی

در مجموع، بر پایهٔ نتایج این تحقیق می‌توان جمع‌بندی کرد که کشت رقم Early Urbana Y در کشتزار گوجه‌فرنگی با افزایش نسبت تراکم شکارگرها یا انگلواره‌ها به تراکم تخم‌ها و لاروهای مینوز برگ

Chief و Mobil به‌طور معنی‌داری کمتر بود. مطلوبیت متفاوت رقم‌های مختلف گوجه‌فرنگی موردبررسی نسبت به *T. absoluta* می‌تواند با ویژگی‌های ریخت‌شناسی و یا بیوشیمیایی رقم‌های مختلف گوجه‌فرنگی در ارتباط باشد (Magalhães et al., 2001; Maluf et al., 2010; Oliveira et al., 2012). در بررسی‌های پیشین گزارش شده است که ژنوتیپ‌های گوجه‌فرنگی دارای غلظت بالای هر کدام از ترکیب‌های *zingiberene*، *acylsugars* و *2-tridecanone* مقاومت بالایی نسبت به *T. absoluta* دارند (Magalhães et al., 2001; Maluf et al., 2010). افزون بر این، گزارش شده است که ژنوتیپ‌های ناخالص (هتروزیگوت) دارای غلظت‌های بالاتر هر دو ترکیب *zingiberene* و *acylsugar* در مقایسه با ژنوتیپ‌های خالص (هموزیگوت) دارای غلظت بالای یکی از ترکیب‌های نامبرده مقاومت بیشتری نسبت به *T. absoluta* داشتند (Maluf et al., 2010). همچنین، Oliveira et al. (2012) گزارش کردند که مطلوبیت ژنوتیپ‌های دارای تراکم بالای تریکوم‌های غده‌ای نسبت به این شب‌پره پایین است.

همچنین، نتایج این تحقیق نشان داد که نسبت تراکم شکارگرها یا انگلواره‌ها به تراکم تخم‌ها یا لاروهای مینوز برگ گوجه‌فرنگی روی رقم‌های گوجه‌فرنگی موردبررسی متفاوت بود. به‌طوری‌که، در هر دو سال بیشترین نسبت تراکم شکارگرها به تراکم تخم‌ها و لاروهای مینوز روی رقم Early Urbana Y (۵/۰۹ درصد در سال ۱۳۹۳ و ۶/۴۴ درصد در سال ۱۳۹۴) مشاهده شد. همچنین، نسبت تراکم انگلواره‌ها لاروی به تراکم لاروهای مینوز روی رقم Early Urbana Y بیشترین بود (۳/۹۲ درصد در سال ۱۳۹۳ و ۳/۷۵ درصد در سال ۱۳۹۴). افزون بر آن، بیشترین نسبت تراکم انگلوارهٔ تخم‌های مینوز به تراکم تخم‌های آفت روی رقم Early Urbana Y (۱/۶۷ درصد در هر دو سال) مشاهده شد. این نتایج نشان می‌دهد که به‌احتمال زیاد کارایی دشمنان طبیعی در کنترل مینوز برگ گوجه‌فرنگی روی رقم Early Urbana Y در بین پنج رقم موردبررسی گوجه‌فرنگی بیشتر است. در تحقیقات پیشین، گزارش شده است که هرگاه نسبت تراکم شکارگرها یا انگلواره‌ها به تراکم آفت روی

سیاسگزاری

از آقای دکتر Ahmet Beyarslan از کشور ترکیه به خاطر شناسایی گونه‌های زنبورهای انگلواره، تشکر و قدردانی می‌گردد.

گوجه‌فرنگی و کاهش تراکم تخم‌ها و لاروهای این آفت می‌تواند در بررسی‌های آینده به‌منظور کاربرد در قالب برنامه‌های مدیریت تلفیقی مینوز برگ گوجه‌فرنگی در کشتزارهای این محصول توصیه شود.

REFERENCES

- Altieri, M. A. & Nicholls, C. I. (2004). *Biodiversity and pest management in agro-ecosystems*. Food Products Press, Binghamton, New York.
- Anonymous, (2013). *Agricultural Statistics; Volume I Crop production (2011-2012)*. Bureau for Statistics and Information Technology of Planning and Economical Division, Ministry of Jihad Agriculture. (In Farsi)
- Baniameri, V. & Cheraghian, A. (2011). The current status of *Tuta absoluta* in Iran and initial control strategies. EPPO/IOBC/FAO/NEPPO Joint International Symposium on management of *Tuta absoluta* (tomato borer, Lepidoptera: Gelechiidae) in collaboration with the IRAC and IBMA. Agadir, Morocco, p. 20.
- Bei-Bienko, G.Y., Blagoveshchenskii, D.I., Chernova, O.A., Dantsing, E.M., Emilianov, A.F., Kerzhner, I.M., Loginova, M.M., Martinova, E.F., Shaposhnikov, G.K., Sharov, A.G., Spuris, Z.D., Yaczevski, T.L., Yakhontov, V.V. & Zhiltsoo, L.A. (1967). *Keys to the insects of the European USSR*. Academy of Sciences of the USSR, Zoological Institute.
- Benton, J. & Jones, J. (2007). *Tomato plant culture: in the field, greenhouse, and home garden*. CRC Press, Boca Raton, London.
- Biondi, A., Chailleux, A., Lambion, J., Han, P., Zappala, L. & Desneux, N. (2013). Indigenous natural enemies attacking *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) in Southern France. *Egypt Journal of Biological Pest Control*, 23, 117-121.
- Cabello, T., Gallego, J.R., Fernandez-Maldonado, F.J., Soler, A., Beltran, D., Parra, A. & Vila, E. (2009). The damsel bug *Nabis pseudoferus* (Hymenoptera: Nabidae) as a new biological control agent of the South American Tomato Pinworm, *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae), in tomato crops of Spain. *IOBC/WPRS Bulletin*, 49, 219-22.
- Cabello, T., Gallego, J.R., Fernandez, F.J., Gamez, M., Vila, E., Del Pino, M. & Hernandez, E. (2012). Biological control strategies for the South American tomato moth (Lepidoptera: Gelechiidae) in greenhouse tomatoes. *Journal of Economic Entomology*, 105, 2085-2096.
- Chailleux, A., Biondi, A., Han, P., Tabone, E. & Desneux, N. (2013). Suitability of the pest-plant system *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae)-tomato for *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) parasitoids and insights for biological control. *Journal of Economic Entomology*, 106, 2310-2321.
- Colwell, R.K. (2006). *Estimates: Statistical estimation of species richness and shared species from samples*. Version 8.
- Desneux, N., Luna, M.G., Guillemaud, T. & Urbaneja, A. (2011). The invasive South American tomato pinworm, *Tuta absoluta*, continues to spread in Afro-Eurasia and beyond: the new threat to tomato world production. *Journal of Pest Science*, 84, 403-408.
- Disney, R. H. L. (1999). Insect biodiversity and demise of alpha taxonomy. *Antenna*, 23, 84-88.
- FAO, (2014). *FAO statistical yearbooks - world food and agriculture*. FAO Chief Statistician, and Director, Statistics Division, United Nations.
- Garzia, G.T., Siscaro, G., Biondi, A. & Zappalà, L.Z. (2012). *Tuta absoluta*, a South American pest of tomato now in the EPPO region: biology, distribution and damage. *EPPO Bulletin*, 42, 205-210.
- Gharekhani, G.H. & Salek-Ebrahimi, H. (2014). Life table parameters of *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) on different varieties of tomato. *Journal of Economic Entomology*, 107, 1765-1770.
- Gianoli, E., Ramos, E., Alfaro-Tapia, A., Valdéz, Y., Echeagaray, E. R. & Yábar, E. (2006). Benefits of a maize-bean-weeds mixed cropping system in Urubamba Valley, Peruvian Andes. *International Journal of Pest Management*, 52, 283-289.
- Hansson, C. (1990). A taxonomic study on the Palaearctic species of *Chrysonotomyia* Ashmead and *Neochrysocharis* Kurdjumov (Hymenoptera: Eulophidae). *Entomologica Scandinavica*, 21, 29-52.
- Ingegno, B.L., Ferracini, C., Gallinotti, D., Alma, A. & Tavella, L. (2013). Evaluation of the effectiveness of *Dicyphus errans* (Wolff) as predator of *Tuta absoluta* (Meyrick). *Biological Control*, 67, 246-252.
- Kelton, L.A. (1978). *The Anthocoridae of Canada and Alaska: Heteroptera, Anthocoridae, Part 4*. Agriculture Canada.

20. Lietti, M.M.M., Botto, E. & Alzogaray, R.A. (2005). Insecticide resistance in Argentine populations of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). *Neotropical Entomology*, 34, 113-119.
21. Luna, M.G., Sanchez, N.E., Pereyra, P.C., Nieves, E., Savino, V. & Luft, E. (2012). Biological control of *Tuta absoluta* in Argentina and Italy: evaluation of indigenous insects as natural enemies. *OEPP Bulletin*, 42, 260-267.
22. Magalhães, S.T.V., Jham, G.N., Picanço, M.C. & Magalhães, G. (2001). Mortality of second instar larvae of *Tuta absoluta* produced by the hexane extract of *Lycopersicon hirsutum f. glabratum* (PI134417) leaves. *Agricultural and Forest Entomology*, 3, 297-303.
23. Magurran, A.E. (2004). *Measuring biological diversity*. Oxford, Blackwell publishing.
24. Maluf, W.R., Silva, V.F., Cardoso, M.G., Gomes, L.A.A., Neto, A.C.G., Maciel, G.M. & Nizio, D.A.C. (2010). Resistance to the South American tomato pinworm *Tuta absoluta* in high acylsugar and/or high zingiberene tomato genotypes. *Euphytica*, 176, 113-123.
25. Mollá, O., Biondi, A., Alonso-Valiente, M. & Urbaneja, A. (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.
26. Moraes, G.J., McMurtry, J.A., Denmark, H.A. & Campos, C.B. (2004). A revised catalog of the mite family Phytoseiidae. *Zootaxa*, 434, 1-494.
27. Muniappan, R. (2013). *Tuta absoluta*: the tomato leafminer. <http://www.coraf.org/documents/ateliers/2013-05/tuta-absoluta/Tuta-absoluta-Presentation.pdf>, Accessed August, 2015
28. Oliveira, C.M., Júnior, V.C.A., Maluf, W.R., Neiva, I.P. & Maciel, G.M. (2012). Resistance of tomato strains to the moth *Tuta absoluta* imparted by allelochemicals and trichome density. *Ciência e Agrotecnologia*, 36, 45-52.
29. Pereyra, P.C. & Sanchez, N.E. (2006). Effect of two solanaceous plants on developmental and population parameters of the tomato leaf miner, *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). *Neotropical Entomology*, 35, 671-676.
30. Price, P.W. (1997). *Insect ecology*. John Wiley and Sons, Inc. New York.
31. Sanino, L. & Espinosa, B. (2010). *Tuta absoluta*. Guida Alla Conoscenza e Recenti Acquisizioni per Una Corretta Difesa.
32. Sarfraz, M., Dossall, L.M. & Keddie, B.A. (2008). Host plant genotype of the herbivore *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) affects the performance of its parasitoid *Diadegma insulare* (Hymenoptera: Ichneumonidae). *Biological Control*, 44, 42-51
33. SAS Institute, (1999). SAS/STAT user's guide, version 9.1. SAS Institute, Cary, NC.
34. Shannon, C.E. & Weaver, W. (1949). *A mathematical model of communication*. Urbana, IL: University of Illinois Press.
35. Siqueira, H.A.A., Guedes, R.N.C., Fragoso, D.B. & Magalhaes, L.C. (2001). Abamectin resistance and synergism in Brazilian populations of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). *International Journal of Pest Management*, 47, 247-251.
36. Siqueira, H.A.A., Guedes, R.N.C. & Picanço, M.C. (2000). Insecticide resistance in populations of *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae). *Agricultural and Forest Entomology*, 2, 147-153.
37. Sohrabi, F. & Hosseini, R. (2015). *Nesidiocoris tenuis* (Reuter) (Heteroptera: Miridae), a predatory species of the tomato leafminer, *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) in Iran. *Journal of Plant Protection Research*, 55, 322-323.
38. Sohrabi, F., Lotfalizadeh, H. & Salehipour, H. (2014). Report of a larval parasitoid of *Tuta absoluta* (meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) from Iran. *Journal of Plant Protection Research*, 54, 306- 307.
39. Tobias, V. I. (1995). *Keys of the insects of the European part of the USSR, Vol. 3, Hymenoptera*. Science Publishers, Lebanon, New Hampshire.
40. Urbaneja, A., Montón, H. & Mollá, O. (2009). Suitability of the tomato borer *Tuta absoluta* as prey for *Macrolophus caliginosus* and *Nesidiocoris tenuis*. *Journal of Applied Entomology*, 133, 292-296.
41. Van Emden, H.F. (1986). Interaction of plant resistance and natural enemies: effects on populations of sucking insects. In: Boethel, D.J. & Eikenbary, R.D. (eds.), *Interactions of plant resistance and parasitoids and predators of insects*. Ellis Horwood Ltd, Publisher.
42. Wearing, C.H., Colhoun, K., Attfield, B. & Marshall, R.R. (2011). Diversity of natural enemies in Central Otago, New Zealand apple orchards: a practical measure of sustainability in pest management? *Biocontrol Science and Technology*, 21, 1273-1296.
43. Zappala, L., Biondi, A., Alma, A., Al-Jboory, I.J., Arno, J., Bayram, A. & Desneux, N. (2013). Natural enemies of the South American moth, *Tuta absoluta*, in Europe, North Africa and Middle East, and their potential use in pest control strategies. *Journal of Pest Science*, 86, 635-647.
44. Zhang, J., Zheng, X., Jian, H., Qin, X., Yuan, F. & Zhang, R. (2013). Arthropod biodiversity and community structures of organic rice ecosystems in Guangdong province, China. *Florida Entomologist*, 96, 1-9.