

ارزیابی ترجیح طعمه‌ای سن شکارگر *Nabis pseudoferus* نسبت به شته جالیز *Aphis gossypii* و مینوز گوجه فرنگی *Tuta absoluta* در شرایط آزمایشگاه

طیبه السادات مهدوی^۱ و حسین مددی^{۲*}

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد رشته حشره شناسی کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران

۲- *نویسنده مسوول: دانشیار حشره شناسی کشاورزی، گروه گیاهپزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران (madadiho@gmail.com)

تاریخ پذیرش: ۹۵/۰۸/۰۱

تاریخ دریافت: ۹۵/۰۴/۰۵

چکیده

آفات مهاجم می‌توانند روی برهمکنش‌های زیستی در اکوسیستم‌های زراعی تأثیرگذار باشند. *Nabis pseudoferus* Remane یکی از شکارگران مهم *Tuta absoluta* Meyrick است. این آفت باعث خسارت شدید به گوجه فرنگی در مزارع و گلخانه‌ها شده است. در این تحقیق ترجیح طعمه‌ای سن شکارگر *N. pseudoferus* نسبت به مراحل مختلف دو نوع حشره آفت رایج گوجه فرنگی، شب‌پره مینوز و شته جالیز بالغ در شرایط آزمایشگاهی ارزیابی شد. در ترجیح بین شته جالیز و تخم شب‌پره، شاخص بتای پوره‌های سنین سوم و چهارم سن شکارگر به ترتیب برای تخم شب‌پره 0.53 ± 0.03 و 0.52 ± 0.03 حاصل شد که نشان از ترجیح جزئی نسبت به تخم مینوز داشت، اما برای پوره سن پنجم، حشره کامل نر و ماده در مراحل پیش از تخمگذاری، تخمگذاری و پس از تخمگذاری، ترجیح نسبت به طعمه بزرگتر، یعنی شته جالیز بود. در ترجیح میان لارو سن اول شب‌پره مینوز و شته جالیز، به دلیل اختفای لارو سن اول مینوز درون برگ، در تمام مراحل زیستی تمایل شکارگر به تغذیه از شته جالیز بود. در مقایسه ترجیح میان شته جالیز و لارو سن چهارم *T. absoluta* مشخص شد که مرحله سن سوم پورگی شکارگر ترجیح به تغذیه از شته جالیز داشت (شاخص بتای منلی = 0.64 ± 0.04). شاخص بتای منلی پوره‌های سنین چهارم و پنجم، حشره کامل نر و ماده در مراحل پیش از تخمگذاری، تخمگذاری و پس از تخمگذاری نسبت به لارو سن چهارم *T. absoluta* به ترتیب، 0.54 ± 0.03 ، 0.52 ± 0.03 ، 0.61 ± 0.02 و 0.59 ± 0.02 و 0.5 ± 0.05 به دست آمد، که نشان دهنده ترجیح شکارگر به تغذیه از لارو سن چهارم شب‌پره مینوز بود.

کلیدواژه‌ها: شاخص بتای منلی، *Nabis pseudoferus*، *Tuta absoluta*، *Aphis gossypii*، ترجیح طعمه‌ای

مقدمه

مدیترانه، به دلیل وجود شرایط آب و هوایی مناسب، وسعت کشت و وجود ارقام متنوع گوجه فرنگی در این حوزه، با سرعت بیشتری گسترش یافت و در عرض چند سال جایگاه خود را از یک آفت کم اهمیت گوجه فرنگی در آمریکای جنوبی، به یک تهدید عمده جهانی برای تولید گوجه فرنگی تغییر داده است (Desneux et al., 2011). از طرف دیگر توانایی این حشره در

یکی از آفات مهاجمی که اخیراً وارد ایران شده است، شب‌پره مینوز گوجه فرنگی با نام علمی *Tuta absoluta* Meyrick می‌باشد. این آفت در مناطق بومی خود مدت‌ها ناشناخته بود اما، از سال ۲۰۰۶ با ورود به کشور اسپانیا، به سرعت در حال گسترش به دیگر مناطق جهان بوده و از زمان ورود به حوزه دریای

برای دستیابی به مکانی مناسب جهت شفیره شدن از دالان خارج می‌شوند (Sannino and Espinosa, 2010). یکی دیگر از آفات مهم گوجه فرنگی به خصوص در گلخانه‌ها شته جالیز *Aphis gossypii* Glover می‌باشد. برآوردها نشان می‌دهد که میزان خسارت شته جالیز در گلخانه‌ها بعد از سفید بالک گلخانه در مرتبه دوم اهمیت قرار دارد (Kobari et al., 2012). اهمیت این آفت وقتی آشکارتر می‌شود که بدانیم، ناقل مهم عوامل بیماریزای ویروسی از جمله ویروس‌های Potyvirus است و قادر به انتقال ویروس‌ها در مدت ۱۵ ثانیه است (Capinera, 2001).

سن شکارگر جنس *Nabis* از لحاظ کنترل آفات اقتصادی مزارع سویا، پنبه و یونجه دارای اهمیت زیادی می‌باشد (Braman and Yeorgan, 1988) و از تراکم بالایی در بین عوامل بیولوژیک کنترل کننده آفات در این مزارع برخوردارند (Kerzhner and Henry, 2008). یکی از مهم‌ترین گونه‌های این خانواده سن شکارگر *Nabis pseudoferus* Remane بوده و در ایران در اکثر استان‌های کشور (Khaghaninia et al., 2013; Solhjuy-Fard and Sarfarazi, 2014)، در طول فصل زراعی در مزارع و به خصوص در یونجه به وفور یافت می‌شود. این شکارگر از طیف وسیعی از بندپایان و حشرات کوچک شامل انواع شته‌ها، تخم و لارو بالپولک‌داران، دوبالان و سخت بال‌پوشان، تریپس‌ها، تخم و پوره سن‌های دیگر، مراحل اولیه پورگی ملخ‌ها، تخم و لارو سرخرطومی یونجه، پسپیل-ها، زنجیرک‌ها، کنه‌ها و عنکبوت‌های کوچک تغذیه می‌کند (Lattin, 1989; Cornelis and Coscaron, 2013). پوره‌های سنین اولیه این شکارگرها معمولاً طعمه‌های بسیار کوچک مانند تخم دیگر حشرات یا پوره‌های سنین پایین شته‌ها را ترجیح می‌دهند، اما از سن سوم پورگی به طعمه‌های بزرگتر نیز حمله می‌کنند.

استفاده از گیاهان جایگزین، به عنوان میزبان ثانویه، استمرار حضور آفت را در زیستگاه‌های متفاوت در غیاب گیاه گوجه فرنگی فراهم می‌سازد (Garzia et al., 2011). شب‌پره مینوز گوجه فرنگی اولین بار در ایران، تیر ماه سال ۱۳۸۹، از مزارع گوجه فرنگی میان‌دوآب شهرستان ارومیه جمع‌آوری شد و به سرعت، طی سیزده ماه ۲۴ استان کشور را آلوده نمود (Baniameri and Cheraghian and Javadi Cheraghian, 2011; Emamzadeh, 2013). با توجه به اینکه ایران با داشتن حدود ۱۵۰ هزار هکتار سطح زیر کشت و تولید ۵ میلیون و ۸۰۰ هزار تن گوجه فرنگی در سال، هفتمین کشور تولید کننده این محصول در جهان و در آسیا پس از چین و هند در مقام سوم قرار دارد (FAO, 2009)، اهمیت مبارزه با این آفت دو چندان می‌شود.

به دلیل خسارت بسیار بالا و زیان اقتصادی شب‌پره مینوز گوجه فرنگی روش‌های زیادی برای کنترل این آفت در سراسر دنیا بکار گرفته شده است. کنترل بیولوژیک، به عنوان روشی موثر و پایدار (Karimi et al., 2012) و به خصوص در مورد آفات غیر بومی، امیدوار کننده‌ترین روش محسوب می‌شود (Zappala et al., 2013). شب‌پره مینوز گوجه فرنگی دارای ویژگی‌هایی است که آن را به عنوان یک هدف برای کاربرد دشمنان طبیعی مناسب می‌سازد. برخلاف دیگر گونه‌های مینوز که چرخه زندگی خود را تقریباً به طور کامل درون اندام آلوده گیاهی کامل می‌کنند، لاروهای شب‌پره مینوز گوجه فرنگی مدتی را به صورت سرگردان، خارج از بافت‌های گیاهی سپری می‌کنند و در مواقعی که اشاره شده، ممکن است در معرض آفت‌کش‌ها و دشمنان طبیعی واقع شوند. این زمان‌ها عبارتند از: بلافاصله پس از تفریخ تخم، زمانی که لاروها هنوز شروع به حفر دالان نکرده‌اند. در طول دوران رشد، هنگامی که لاروها به دلیل کافی نبودن مواد غذایی (به علت تراکم بالای جمعیت و یا فساد بافت گیاهی) با هدف شروع حفر دالانی دیگر از دالان اولیه خارج می‌شوند و زمانی که لاروهای کامل

عمومی بدون در نظر گرفتن تراکم میزبان، به میزبان مرغوب و برتر ترجیح نشان می‌دهد و فقط در صورت کافی نبودن میزبان مرغوب از میزبان‌های نامرغوب استفاده می‌کند (Manly, 1974; Stephens and Krebs, 1986). البته شایان ذکر است که به غیر از کیفیت تغذیه، عوامل متعددی چون ساز و کارهای دفاعی طعمه (Arakaki, 1989; Dixon, 2000) و فنولوژی گیاه (Clark and Messina, 1998)، می‌توانند بر شایستگی طعمه برای شکارگر اثر گذار باشند. از میان روش‌هایی که برای اندازه‌گیری میزان ترجیح ارایه شد، تنها روشی که کاهش تراکم شکار در طی زمان را در نظر می‌گیرد و بنابراین نیازی به جایگزین کردن طعمه کشته شده وجود ندارد، روش توصیه شده توسط منلی^۲ می‌باشد (Manly, 1974). در معادله ارایه شده منلی، اگر ترجیحی دیده نشود، تغییرات به صورت نسبتی از تراکم‌های اولیه خواهد بود و مصرف، اثری روی نسبت‌های انواع شکار ندارد. با این حال، به محض اینکه شکارگر به یک شکار ترجیح نشان دهد، نسبت انواع شکار تغییر خواهد کرد، در این حال، سایر مدل‌هایی که برای ارزیابی ترجیح وجود دارند، دیگر قابل استفاده نخواهند بود (Cock, 1978). شاخص منلی برای هر دو حالت جایگزینی و عدم جایگزینی شکار یکسان خواهد بود. از دیگر مزایای این شاخص، این است که می‌تواند، سهم نسبی هر طعمه در رژیم غذایی شکارگران را به شرط فراوانی یکسان آنها تفسیر کند (Manly, 1974; Chesson, 1984).

هدف از انجام این تحقیق، مطالعه ترجیح طعمه‌ای و برقراری رابطه جدیدی بین سن شکارگر بومی *N. pseudoferus* و آفت غیر بومی (شب‌پره مینوز) گوجه فرنگی است. نتایج حاصل از این پژوهش برای استفاده مؤثرتر از این سن شکارگر برای رها سازی علیه آفات فوق‌الذکر قابل استفاده خواهد بود.

در هر مدل جمعیتی شکارگر - شکار که شامل بیش از یک گونه شکار باشد، شکارگر بین تغذیه از آفت هدف و شکار جایگزین تغییر جهت می‌دهد که این مساله بازتابی از ترجیح غذایی، دسترسی راحت‌تر به طعمه، تراکم و ارزش غذایی شکار جایگزین می‌باشد (Karimi et al., 2012). ترجیح می‌تواند، نتیجه‌ی نرخ جستجوی متفاوت، زمان متفاوت سپری شده در انواع زیستگاه‌ها، طرد بعضی از انواع طعمه پس از رویارویی با آن‌ها، توانایی طعمه‌های مختلف در فرار و ترکیبی از این عوامل یا عوامل دیگر باشد (Hassel, 1978). شکارگر طعمه‌ای را انتخاب یا ترجیح می‌دهد که با تغذیه از آن حداکثر میزان باروری را داشته باشد. فرض بر این است که، وقتی دو طعمه مختلف وجود دارد، شکارگر عمومی باید نیازهای تغذیه‌ای خود را با میزان پذیرش غذا (طعمه)، متعادل و متنوع سازد (Stephens and Krebs, 1986)

اگر چه گاهی عوامل کنترل بیولوژیک بدون مطالعه ترجیح میزبانی آن رها سازی شده‌اند، ولی امروزه مشخص کردن ترجیح غذایی عوامل کنترل بیولوژیک به ویژه آن‌هایی که قرار است در محیط باز (مزرعه / باغ) مورد استفاده قرار گیرند، دارای اهمیت کاربردی است (Alaee and Allahyari, 2013) و دارا بودن ترجیح نسبت به یک نوع طعمه ویژه در شکارچیان، یک مزیت برای انتخاب عامل بیولوژیک برای کنترل آن طعمه خاص به شمار می‌رود. ترجیح مرحله‌ی خاصی از زندگی شکار، اهمیت بسزایی در کارایی شکارگر در مهار جمعیت شکار و افزایش باروری شکارگر دارد (Bild and Toft, 1994; Butler and Oneil, 2008).

نخستین بار مورداک^۱ ترجیح نسبت به یک طعمه‌ی ویژه را معیاری از تعداد یا نسبت طعمه‌ی مورد حمله قرار گرفته به نسبت تعداد طعمه‌ی موجود در محیط تعریف کرد (Murdoch, 1969). یک شکارگر

مواد و روش‌ها

پرورش حشرات

کلنی اولیه *T. absoluta* با جمع‌آوری برگ‌های آلوده به لارو، از گلخانه‌های گوجه فرنگی شهرک گلخانه-ای شهرستان ملایر واقع در استان همدان تشکیل شد. روزانه مقداری برگ تازه، برای تغذیه لاروها به ظروف اضافه شد. شفیره‌ها روزانه جمع‌آوری و به ظروف دیگری منتقل، تا به حشره کامل تبدیل شوند. آلوده سازی گیاهان جدید با انتقال حشرات کامل به گلخانه و رهاسازی آنها روی گیاه گوجه فرنگی رقم سوپر استرین B درون قفسی به ابعاد ۲×۱×۲ متر (طول×عرض×ارتفاع) که با تور حریر شیشه-ای محصور شده بود صورت گرفت. به منظور تداوم و حفظ جمعیت شب‌پره مینوز گوجه فرنگی، هر هفته، بسته به تراکم آفت، بین ۳۰-۲۰ گلدان جدید به قفس اضافه شد.

کلنی اولیه شته جالیز نیز در اواخر فصل بهار از مزارع خیار شهرستان لاله جین استان همدان جمع‌آوری و به آزمایشگاه منتقل شد. پس از شناسایی گونه بر اساس خصوصیات مورفولوژیک (Blackmen and Eastop, 2000)، شته‌ها به گیاهان خیار رقم PS کاشته شده در گلخانه منتقل شدند. کلنی‌های تشکیل شده (شته جالیز و لارو شب‌پره مینوز) در شرایط گلخانه با دمای 25 ± 5 درجه سلسیوس، رطوبت نسبی 60 ± 10 درصد و نور طبیعی نگهداری شدند.

حشرات کامل سن شکارگر *N. pseudoferus* از مزارع یونجه روستای دستجرد در استان همدان و به روش تورزنی، جمع‌آوری و به آزمایشگاه منتقل و درون ظرف‌های استوانه‌ای پلاستیکی، به طول ۱۱ و عرض ۸ سانتی‌متر و به نسبت مساوی نر و ماده (به ازای هر ظرف ۱۰ جفت) قرار داده شد. درب این ظروف پلاستیکی بوده و به منظور تهویه سوراخی به قطر ۳ سانتی‌متر در آن تعبیه و با حریر ریز پوشانده شد. به هریک از ظروف، یک غلاف لویبای سبز به عنوان بستر تخم‌گذاری و کاغذ چین‌دار برای جلوگیری از هم‌خواری اضافه شد. روزانه تعدادی پوره و حشرات کامل شته جالیز برای تغذیه سن‌های بالغ مورد استفاده قرار گرفت.

غلاف‌های لویبای روزانه یکبار تعویض و با غلاف‌های جدید جایگزین شد. بعد از تفریح تخم‌ها، پوره‌ها به طور انفرادی درون ظروف پتری پلاستیکی به قطر ۵ سانتی‌متر با سوراخی در قسمت وسط درب پتری به قطر ۲/۵ سانتی‌متر که با تور حریر پوشانده شده بود و به کمک قلم موی ظریف منتقل شدند، با توجه به توانایی اندک پوره‌های سن اول در شکارگری، از تخم پروانه بید آرد *Ephestia kuehniella* Zeller صرفاً برای تغذیه در این مرحله و از سن دوم پورگی به بعد روزانه از شته جالیز به عنوان غذای اصلی و تخم افستیا به عنوان غذای کمکی هر سه روز یکبار استفاده شد (Venzon et al., 2002). پس از دو نسل پرورش سن شکارگر نایس، در شرایط فوق، سن نایس با همان شرایط اما با رژیم غذایی متفاوت دو نسل دیگر پرورش یافت. به این ترتیب که یک روز در میان با شته جالیز (مراحل مختلف زیستی) و برگ آلوده به مراحل مختلف زیستی شب‌پره مینوز گوجه فرنگی (از مرحله تخم تا لارو سن چهارم) تغذیه می‌شدند.

کلیه مراحل پرورش و آزمایش‌های ترجیح غذایی درون ژرمیناتور با شرایط دمای 25 ± 1 درجه سلسیوس، رطوبت نسبی 65 ± 10 درصد و دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی انجام شد.

آزمایش‌های ترجیح غذایی

پس از چهار نسل پرورش سن شکارگر در شرایط فوق الذکر، از حشرات کامل این نسل برای انجام آزمایش‌های ترجیح غذایی استفاده شد، در آزمون ترجیح با تخم شب‌پره مینوز از تخم‌هایی با طول عمر حداکثر ۲۴ ساعت، لارو سن اول شب‌پره مینوز که هنوز وارد برگ نشده بود و با طول عمر حداکثر ۱۲ ساعت و در تست با لارو سن چهارم از لاروهایی که از برگ خارج شده و تغذیه را متوقف نمودند، استفاده شد. سطح پستی بدن در این لاروها کاملاً صورتی رنگ و مشخص بود. در تست‌های مربوط به شته جالیز نیز، از شته‌های بالغ استفاده شد. با توجه به اینکه، پوره‌های سن اول و دوم سن شکارگر نایس تغذیه اندکی دارند و قادر به تغذیه از لارو سن چهارم شب‌پره مینوز گوجه فرنگی نیستند، بنابراین، سن

به دلیل عدم جایگزینی طعمه‌های مصرف شده توسط شکارگر، در طول آزمایش از شاخص بتای منلی برای محاسبه ترجیح مراحل مختلف زندگی شکارگر استفاده شد که پدیده کاهش تراکم طعمه را در نظر می‌گیرد (Manly, 1974; Krebs, 1977; Chesson, 1984).

$$\beta_i = \frac{\log\left(\frac{e_i}{A_i}\right)}{\sum_{s=1}^k \log\left(\frac{e_s}{A_s}\right)}$$

در این معادله

β_i = ترجیح شکارگر به شکار متعلق به دسته i ، e_i = تعداد شکار زنده مانده متعلق به دسته i ، A_i = تعداد اولیه طعمه متعلق به دسته i ، e_s = تعداد کل طعمه زنده مانده متعلق به دسته s ، A_s = تعداد کل اولیه شکار متعلق به دسته s و k = تعداد دسته‌های متفاوت طعمه است. اگر $\beta = 0.5$ باشد، شکارگر ترجیحی را نسبت به طعمه نشان نمی‌دهد. مقادیر شاخص ترجیح بدست آمده برای دو نوع شکار با کمک نرم افزار Excel 2010 محاسبه و پس از اثبات نرمال بودن داده‌ها با روش Shapiro-wilk، با آزمون paired t-test مورد تجزیه آماری قرار گرفت. برای مقایسه میزان تمایل به تغذیه از یک نوع طعمه (شدت ترجیح) در بین مراحل مختلف زندگی سن شکارگر *N. pseudoferus* از آزمون کای اسکور استفاده شد و سپس شاخصهای منلی دو به دو مقایسه و سطح معنی داری (α) با استفاده از تصحیح هولم-سیداک اصلاح شد.

نتایج و بحث

ترجیح غذایی مراحل مختلف زندگی سن شکارگر *N. pseudoferus* نسبت به شته جالیز بالغ و تخم شب‌پره مینوز گوجه فرنگی

نتایج بدست آمده نشان داد با وجود آنکه تخم شب‌پره مینوز بدون حرکت است و کمتر باعث جلب توجه شکارگر می‌شود و از طرف دیگر طعمه کوچک‌تری در مقایسه با شته جالیز است، اما مشاهده شد که سن شکارگر در سنین سوم و چهارم پورگی با توجه به مقدار شاخص بتای

سوم تا پنجم پورگی و حشرات کامل نر و ماده برای انجام آزمون مورد استفاده قرار گرفت. به منظور بررسی دقیق‌تر، ترجیح در حشرات ماده در سه مرحله پیش از تخمگذاری (اولین روز پس از تبدیل شدن به حشره کامل)، هنگام تخم‌ریزی (پنج روز پس از مشاهده اولین تخمهای گذاشته شده) و پس از تخمگذاری (۴۸ ساعت پس از اتمام تخمگذاری) مورد ارزیابی قرار گرفت. واحدهای آزمایش شامل پتری‌های پلاستیکی تهویه دار شده به قطر ۹ سانتی‌متر بود. از برگ گوجه فرنگی رقم سوپر استرین B به عنوان بستر فعالیت طعمه و شکارگر استفاده شد، به این صورت که برگهای طبیعی و بدون هر گونه برش درون پتری قرار گرفت و دم‌برگ با پنبه مرطوب پوشانده شد تا از پژمردگی برگ در طول آزمایش جلوگیری شود.

پیش از انجام تست‌های اصلی و به منظور به دست آوردن تراکم مناسب طعمه، با استفاده از مراحل پورگی سن سوم، چهارم، پنجم و حشرات کامل نر و ماده سن شکارگر *N. pseudoferus* در سه تکرار با تراکم‌های مختلف، پیش تست انجام و در نهایت تراکم هر طعمه تعیین شد (جدول ۱). به منظور استقرار طعمه‌ها روی برگ گوجه فرنگی و نفوذ لارو سن اول شب‌پره مینوز به درون برگ، سه ساعت پیش از شروع آزمایش طعمه‌ها به روی برگها منتقل شدند. سپس مراحل مورد نظر سن شکارگر *N. pseudoferus* به محیط آزمایش اضافه شد. پس از گذشت ۲۴ ساعت، تعداد طعمه زنده و خورده شده به طور مجزا در هر واحد آزمایش، شمارش شد. در مورد آزمون با تخم شب‌پره مینوز گوجه فرنگی برای رعایت پراکنش طبیعی تخم‌ها در محیط آزمایش برگهایی که پروانه ماده به طور طبیعی روی آن تخم‌گذاری کرده بودند مورد استفاده قرار گرفت.

در نهایت آزمایش ترجیح غذایی در ۲۱ تیمار و هریک با ۲۰ تکرار در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام شد.

تجزیه و تحلیل داده‌ها

پیش از تجزیه داده‌ها ابتدا مرگ و میر طبیعی طعمه‌های مورد نظر با استفاده از فرمول Abbott (1925) اصلاح شد.

جدول ۱- تراکم هر طعمه در آزمایش ترجیح غذایی سن *N. pseudoferus*Table 1- Prey densities in the prey preference experiment of *N. pseudoferus*

Developmental stage	Prey density					
	Aphids and eggs of tomato leaf miner		Aphids and 1 st instar larvae of tomato leaf miner		Aphids and 4 th instar larvae of tomato leaf miner	
	Aphids	Egg	Aphids	1 st instar larvae	Aphids	4 th instar larvae
3 rd Instar nymph	20	20	20	20	10	10
4 th Instar nymph	30	30	30	30	10	10
5 th Instar nymph	40	40	40	40	15	15
Male	50	50	50	50	20	20
Female (preovipositing)	50	50	50	50	20	20
Female (ovipositing)	50	50	50	50	20	20
Female (postovipositing)	50	50	50	50	20	20

در حشرات کامل نر و ماده مقدار شاخص بتای منلی با تغذیه از شته جالیز به صورت معنی‌داری بیشتر از همین شاخص در تغذیه از تخم شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی برآورد شد و این نشان می‌دهد که حشره کامل سن شکارگر *N. pseudoferus* ترجیح نسبت به استفاده از شته جالیز به عنوان منبع غذایی داشت (جدول ۳). مقایسه میانگین شاخص بتا در دو حالت تغذیه از شته جالیز و تخم شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی نشان داد که برای حشره کامل نر ($P\text{-value} < 0.001$, $df=38$), $T\text{-test}$, $t=16/65$), برای حشره ماده قبل از تخم‌گذاری ($P\text{-value} < 0.001$, $df=38$, $T\text{-test}$, $t=14/31$), برای حشره ماده تخم‌گذار ($P\text{-value} < 0.001$, $df=38$, $T\text{-test}$, $t=5/2$) و حشره ماده پس از تخم‌گذاری ($P\text{-value} < 0.001$, $df=38$, $T\text{-test}$, $t=11/64$) اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد وجود داشت (جدول ۳). با مقایسه میانگین شاخص بتای سن شکارگر مشخص شد که بین حشرات کامل با سنین مختلف در مقدار این شاخص با تغذیه از تخم شب‌پره مینوز ($P\text{-value} < 0.0001$, $df=3$, $Chi\text{-square}$ test), و شته جالیز بالغ تفاوت معنی‌داری وجود داشت ($P\text{-value} < 0.0001$, $df=3$, $Chi\text{-square}$ test) (جدول ۳). کاهش معنی‌دار شدت تمایل حشرات ماده تخم‌گذار به تغذیه از شته جالیز بالغ نسبت به ماده‌های

به دست آمده تمایل بیشتری به تغذیه از تخم شب‌پره مینوز داشت. هرچند که این تمایل از نظر آماری فاقد تفاوت معنی‌دار بود (به ترتیب $P\text{-value}=0.129$, $df=38$, $T\text{-test}$, $t=-0.78$, $P\text{-value}=0.42$) و در سن پنجم پورگی وضعیت تغذیه تغییر و تمایل شکارگر به استفاده از شته جالیز بیشتر شد. از لحاظ آماری نیز تفاوت معنی‌داری بین شاخص بتای منلی به دست آمده وجود داشت ($P\text{-value} < 0.001$, $df=38$, $T\text{-test}$, $t=5/2$). این امر نشان می‌دهد که با افزایش سن پورگی بر میزان توانایی شکارگری و نیاز غذایی شکارگر افزوده شده و تمایل به شکار طعمه بزرگتر داشت (جدول ۲). به علت این‌که پوره سن پنجم پس از پوست اندازی وارد مرحله بلوغ می‌شود، نیازهای غذایی آن نیز بیشتر از مراحل قبل بوده و در نتیجه شدت ترجیح غذایی آن متفاوت (وجود تفاوت معنی‌دار در شاخص بتای به دست آمده با شاخص بتای منلی مراحل پورگی سن سوم و چهارم) از مراحل پورگی قبل بود (به ترتیب برای شته جالیز $P\text{-value}=0.198$, $df=2$, $Chi\text{-square}$ test) و برای تخم شب‌پره مینوز $P\text{-value} < 0.0001$, $df=2$, $Chi\text{-square}$ test) (جدول ۲). به این ترتیب پوره سن پنجم سن شکارگر بیشترین و کمترین تمایل را به ترتیب نسبت به شته جالیز بالغ و تخم شب‌پره مینوز در بین سایر مراحل پورگی دارد.

(Cedola et al., 2001). هر چند اثبات این مسئله نیاز به بررسی‌های بیشتر دارد.

ترجیح غذایی سن شکارگر *N. pseudoferus* نسبت به شته جالیز بالغ و لارو سن اول شب‌پره مینوز گوجه فرنگی

جدول ۴ نشان می‌دهد که برای تمام مراحل سنی سن شکارگر، شاخص بتای منلی بدست آمده با تغذیه از شته جالیز بالغ بیشتر از مقدار شاخص منلی با تغذیه از لارو سن اول شب‌پره مینوز بوده که نشان دهنده ترجیح شکارگر نسبت به تغذیه از شته جالیز بالغ می‌باشد. مقایسه میانگین شاخص‌های بتای منلی به دست آمده با تغذیه از شته جالیز بالغ و لارو سن اول شب‌پره مینوز برای مراحل پورگی سن سوم (T -test, $t=13/383$, P -value $< 0/001$, $df=38$), سن چهارم (T -test, $t=10/576$, $df=38$, P -value $< 0/001$) و سن پنجم (T -test, $t=3/6$, $df=38$, P -value $< 0/001$) تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد را نشان داد (جدول ۴). با افزایش سن

تخم‌گذاری نکرده و یا کاملاً تخم ریخته و حشره کامل نر، می‌تواند به دلیل نیازهای غذایی بیشتر حشره ماده در مرحله تخم‌گذاری و تامین آن از طریق استفاده از منابع غذایی جایگزین توسط حشره ماده تخم‌گذار باشد. علیرغم این که، تخم شب‌پره مینوز طعمه ساکن و بدون هر گونه ساز و کار دفاعی است، اما برای مراحل سن پنجم پورگی و بالغین سن شکارگر *N. pseudoferus* مشاهده شد که شکارگر تمایل به استفاده از شته جالیز دارد. دلیل این مساله می‌تواند بالاتر بودن ارزش غذایی شته جالیز برای این شکارگر نسبت به تخم شب‌پره مینوز باشد و یا این که شکارگر تمایل به استفاده از طعمه بزرگ‌تر و در معرض دارد، همچنین بوی ناشی از ترشح عسلک توسط شته جالیز ممکن است باعث جلب شکارگر شود. از طرفی چون تخم شب‌پره مینوز لابه‌لای کرک‌های برگ گوجه فرنگی گذاشته می‌شود، وجود کرک‌های غده‌ای گیاه ممکن است باعث مخفی ماندن تخم‌ها و عدم دستیابی شکارگران به آن‌ها عمل کند

جدول ۲- مقایسه میانگین \pm خطای استاندارد شاخص بتای منلی در مراحل پورگی *Nabis pseudoferus* نسبت به شته جالیز بالغ و تخم شب‌پره مینوز گوجه فرنگی

Table 2- Mean \pm SD comparison of Manly's β index of *Nabis pseudoferus* nymphs to *Aphis gossypii* adults and tomato leafminer eggs.

Treatment	Manly's beta index \pm SE		mean number of consumed prey \pm SE	
	Adult of <i>A. gossypii</i>	Eggs of leaf miner	Adult of <i>A. gossypii</i>	Eggs of leaf miner
3 rd instar nymph	0.47 \pm 0.03 ^{b ns}	0.53 \pm 0.03 ^a	11.4 \pm 0.45	12.5 \pm 0.66
4 th instar nymph	0.48 \pm 0.03 ^{b ns}	0.52 \pm 0.03 ^a	19.3 \pm 0.71	20.15 \pm 1.11
5 th instar nymph	0.61 \pm 0.02 ^{a *}	0.39 \pm 0.01 ^b	30.75 \pm 0.72	23.95 \pm 1.6

* indicates significant differences and ns indicates no significant differences at 1% in rows. Means within a column followed by same letters are not significantly different ($P > 0.05$).

جدول ۳- مقایسه میانگین \pm خطای استاندارد شاخص بتای منلی حشرات کامل *N. pseudoferus* نسبت به شته جالیز بالغ و تخم شب‌پره مینوز گوجه فرنگی

Table 3- Mean \pm SD comparison of Manly's β index of *Nabis pseudoferus* adults to *Aphis gossypii* adults and tomato leafminer eggs.

Treatment	Manly's beta index \pm SE		mean number of consumed prey \pm SE	
	Adult of <i>A. gossypii</i>	Eggs of leaf miner	Adult of <i>A. gossypii</i>	Eggs of leaf miner
Male	0.7 \pm 0.01 ^{a *}	0.3 \pm 0.01 ^b	34.4 \pm 0.76	19.2 \pm 0.9
Female (preovipositing)	0.71 \pm 0.02 ^{a *}	0.29 \pm 0.02 ^b	35.6 \pm 0.7	19.95 \pm 1.2
Female (ovipositing)	0.64 \pm 0.01 ^{b *}	0.36 \pm 0.01 ^a	38.4 \pm 0.6	28 \pm 1.1
Female (postovipositing)	0.7 \pm 0.02 ^{a *}	0.3 \pm 0.02 ^b	30.35 \pm 1.06	16.45 \pm 1.09

* indicates significant differences and ns indicates no significant difference at 1% in rows. Means within a column followed by same letters are not significantly different ($P > 0.05$).

خارج نمی‌شود ممکن است، روی ترجیح شکارگر اثر داشته و از شکار شدن در امان بماند. به علاوه، ممکن است شکارگر به جای صرف انرژی برای دستیابی به طعمه‌ای که مخفی است، طعمه سهل الوصول‌تر را ترجیح داده و از آن تغذیه کند حتی اگر طعمه مخفی دارای ارزش غذایی بالاتری باشد. با توجه به اینکه لارو سن اول درون برگ تغذیه و زندگی می‌کند و از دسترس دشمنان طبیعی خارج است، انتظار می‌رفت که این شکارگر هیچ گونه تغذیه‌ای از آن نداشته باشد، اما برخلاف انتظار شکارگر در تمام مراحل زیستی خود از لارو سن اول درون برگ تغذیه کرده است. از آنجا که لاروهای مینوز گوجه فرنگی فضولات خود را در انتهای دالان تغذیه می‌ریزند (جمع می‌کنند) (Sannino and Espinosa, 2010)، احتمالاً بوی ناشی از آن و یا ارتعاشات لارو در حین حرکت و تغذیه از پارانشیم برگ می‌تواند باعث جلب توجه سن شکارگر نایس و شکار آن شود.

ترجیح غذایی سن شکارگر *N.pseudoferus* نسبت به شته جالیز بالغ و لارو سن چهارم شب‌پره مینوز گوجه فرنگی

بررسی ترجیح غذایی سن شکارگر *N.pseudoferus* نسبت به شته جالیز بالغ و لارو سن چهارم شب‌پره مینوز نشان داد که، پوره سن سوم شکارگر به صورت معنی‌داری متمایل به تغذیه از طعمه کوچک‌تر یعنی شته جالیز بالغ بود ($T=2/79, df=38, P\text{-value}=0/008$)، دلیل این امر می‌تواند ناشی از ناتوانی پوره سن سوم در شکار طعمه بزرگتر از جثه خود باشد (جدول ۶). درمقابل، پوره‌های سن چهارم سن شکارگر *N.pseudoferus* لارو سن چهارم شب‌پره مینوز گوجه فرنگی را ترجیح دادند. مقایسه آماری دو شاخص فوق، وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد ($T\text{-test}, t=4/96, df=38, P\text{-value} < 0/001$) را نشان داد. برخلاف دو سن قبلی پورگی، شاخص ترجیح پوره‌های سن پنجم ترجیح معنی‌داری نسبت به هریک از دو نوع رژیم غذایی نشان ندادند ($P=0/878$), تغذیه، درون دالان‌های برگ به سر می‌برد و چون از برگ

پورگی، توانایی شکارگر برای یافتن و شکار طعمه مخفی (لارو سن اول مینوز) افزوده شده و از شدت ترجیح تغذیه به شته جالیز بالغ کاسته شده تا اینکه در مرحله پورگی سن پنجم به حداقل مقدار خود نسبت به دو مرحله پورگی پیش از خود رسیده بود، از طرف دیگر، مقایسه میانگین شاخص بتای شته جالیز بالغ بین سنین پورگی مختلف نشان داد که، تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد با تغذیه از شته جالیز و لارو سن اول شب‌پره مینوز گوجه فرنگی وجود داشت ($\text{Chi-square test}, df=2, P\text{-value} < 0/0001$) (جدول ۴).

مقایسه آماری بین میانگین دو شاخص بتای منلی بدست آمده برای رژیم غذایی شته جالیز بالغ و لارو سن اول شب‌پره مینوز گوجه فرنگی برای حشره کامل نر ($P < 0/001$), $\text{value } T\text{-test}, t=15/227, df=38$ و افراد ماده در مراحل پیش، هنگام و پس از تخمگذاری به ترتیب ($P < 0/001$), $\text{value } T\text{-test}, t=10/824, df=38, P\text{-value} < 0/001$), $\text{value } T\text{-test}, t=8/558, df=38, P\text{-value} < 0/001$) و اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد را نشان داد (جدول ۵). مقایسه میانگین شاخص بتای منلی برای تغذیه از شته جالیز بالغ نشان داد، در حشره ماده تخمگذار از شدت ترجیح تغذیه به شته جالیز بالغ نسبت به دیگر مراحل و حشره نر کاسته شده و اما به شدت تغذیه از لارو سن اول مینوز گوجه فرنگی افزوده شده بود که می‌توان، دلیل آنرا تکمیل نیاز غذایی حشره ماده در مرحله تخمگذاری دانست. این اختلاف در شدت ترجیح، از لحاظ آماری برای تغذیه از شته جالیز بالغ معنی‌دار بود ($\text{Chi-square test}, df=3, P\text{-value}=0/0002$), ولی برای تغذیه از لارو سن اول شب‌پره مینوز تفاوتی بین سن و جنسیت حشرات کامل وجود نداشت ($P=0/423$), $\text{value } \text{Chi-square test}, df=3$) (جدول ۵).

یکی از عوامل مربوط به طعمه که روی ترجیح غذایی شکارگر تاثیر می‌گذارد، ساز و کار دفاعی یا نحوه زندگی طعمه است. شب‌پره مینوز در مرحله لاروی سن اول به دلیل تغذیه، درون دالان‌های برگ به سر می‌برد و چون از برگ

جدول ۴- مقایسه میانگین \pm خطای استاندارد شاخص بتای منلی مراحل پورگی *Nabis pseudoferus* نسبت به شته جالیز بالغ و لارو سن اول شب پره مینوز گوجه فرنگی

Table 4. Means \pm SD comparison of Manly's β index of *Nabis pseudoferus* nymphs to *Aphis gossypii* and 1st instar larvae of tomato leaf miner.

Treatment	Manly's beta index \pm SE		mean number of consumed prey \pm SE	
	Adult of <i>A. gossypii</i>	1 st instar larvae of leaf miner	Adult of <i>A. gossypii</i>	1 st instar larvae of leaf miner
3 rd instar nymph	0.74 \pm 0.03 ^{a*}	0.26 \pm 0.03 ^c	12.6 \pm 0.4	5.9 \pm 0.5
4 th instar nymph	0.66 \pm 0.02 ^{b*}	0.34 \pm 0.02 ^b	22.45 \pm 0.5	15.1 \pm 0.7
5 th instar nymph	0.57 \pm 0.02 ^{c*}	0.43 \pm 0.03 ^a	21 \pm 0.8	17 \pm 1.1

* indicates significant differences and ns indicates no significant difference at 1% in rows.

Means within a column followed by same letters are not significantly different ($P > 0.05$).

جدول ۵- مقایسه میانگین \pm خطای استاندارد شاخص بتای منلی حشرات کامل *Nabis pseudoferus* نسبت به شته جالیز بالغ و لارو سن اول شب پره مینوز گوجه فرنگی

Table 5. Mean Comparison \pm SD of Manly's β index of *Nabis pseudoferus* adults to *Aphis gossypii* adults and 1st instar larvae of tomato leaf miner.

Treatment	Manly's beta index \pm SE		mean number of consumed prey \pm SE	
	Adult of <i>A. gossypii</i>	1 st instar larvae of leaf miner	Adult of <i>A. gossypii</i>	1 st instar larvae of leaf miner
Male	0.67 \pm 0.01 ^{a*}	0.33 \pm 0.01 ^b	34.4 \pm 0.7	22 \pm 0.8
Female (preovipositing)	0.67 \pm 0.02 ^{a*}	0.33 \pm 0.02 ^b	33.8 \pm 1.04	21.2 \pm 0.9
Female (ovipositing)	0.6 \pm 0.01 ^{b*}	0.4 \pm 0.01 ^a	30.1 \pm 0.9	23 \pm 0.6
Female (postovipositing)	0.65 \pm 0.02 ^{ab*}	0.35 \pm 0.01 ^{ab}	32.45 \pm 0.9	21.7 \pm 1.1

* indicates significant differences and ns indicates no significant difference at 1% in rows.

Means within a column followed by same letters are not significantly different ($P > 0.05$).

بزرگ تر نشان دادند. البته برای حشرات ماده در مرحله تخمگذاری با وجود ترجیح نسبت به لاروسن چهارم شب پره مینوز گوجه فرنگی، تفاوت بین دو شاخص کمتر شده و به سمت مصرف شته جالیز بالغ میل کرده است. در مرحله پس از تخم گذاری، هیچ ترجیحی نسبت به دو طعمه دیده نشد (جدول ۷). مقایسه آماری نشان داد که، بین شاخص بتای حشرات کامل نر نسبت به شته جالیز بالغ و لارو سن چهارم مینوز، ماده‌های پیش از تخم گذاری و ماده‌های تخمگذار تفاوت معنی دار بود (به ترتیب $T = -6/36$, $df = 38$, $P\text{-value} < /0.01$) و $T = -8/2$, $df = 38$, $P\text{-value} < /0.01$)، و $T = -2/8$, $df = 38$, $P\text{-value} < /0.01$) و (test, t). اما، برای حشرات ماده‌ای که در مرحله پس از تخمگذاری بودند، اختلاف معنی داری در سطح احتمال یک درصد مشاهده نشد ($T = 0/12$, $df = 38$, $P\text{-value} = 0/12$)، مقایسه آماری بین میانگین شاخص بتای منلی حشرات کامل با استفاده از شته جالیز بالغ و

با توجه به جنه درشت تر و توانایی بیشتر پوره سن پنجم انتظار می‌رفت که در این مرحله ترجیح به سمت طعمه بزرگتر، لارو سن چهارم مینوز بیشتر شود، زیرا توانایی شکارگر بیشتر از مراحل قبل است، اما، مشاهده شد که از شدت ترجیح نسبت به لارو سن چهارم شب پره مینوز کاسته شده و اختلاف معنی دار نیست (جدول ۶). مقایسه میانگین شاخص بتای منلی نسبت به تغذیه از شته جالیز بالغ بین مراحل پورگی سن سوم تا پنجم نشان داد که اختلاف معنی داری در مقدار شاخص پوره سن سوم با پوره سنین چهارم و پنجم در سطح احتمال پنج درصد با تغذیه از شته جالیز وجود داشت ($P\text{-value} < /0.0001$)، (Chi-square test, $df = 2$)، درحالی که شاخص مربوطه با تغذیه از لارو سن چهارم شب پره مینوز گوجه فرنگی تفاوت معنی داری را نشان نداد ($P\text{-value} = 0/507$)، (Chi-square test, $df = 2$) (جدول ۶). مطالعه ترجیح حشرات کامل سن شکارگر *N. pseudoferus*، نشان داد که افراد نر و ماده تمایل بیشتری به شکار کردن طعمه

لارو سن چهارم شب ۰/۳۶، لارو سن اول ۰/۰۴ ± ۰/۹۳، لارو سن چهارم شب - پره مینوز گوجه فرنگی ۰/۲۷ ± ۸/۲ میلی‌متر و طول بدن شته جالیز بالغ ۰/۰۵ ± ۲/۲ میلی‌متر بود. بنابراین واضح بود که شکارگر کدام طعمه را ترجیح خواهد داد.

نکته‌ی حائز اهمیت آن است که در تعیین ترجیح باید بیوماس طعمه را نیز در نظر گرفت. Charnov (1976)، معتقد است که نرخ برخورد شکارگر با شکار می‌تواند تابعی از اندازه شکار باشد، به طوری که، شکار بزرگتر نسبت به شکار کوچکتر، به دلیل اینکه ارزش غذایی بالاتری را برای شکارگر فراهم می‌کند، ترجیح داده می‌شود، اما مطالعات پویایی شکار - شکارگر نشان داده که احتمالاً با افزایش اندازه شکار، به دلیل واکنش دفاعی بهتر یا توانایی فرار بیشتر، تعداد طعمه‌ای که توسط شکارگر، شکار می‌شود، کاهش پیدا می‌کند (Provost et al., 2006; Fantinou et al., 2009). در هر حال باید توجه داشت که اندازه شکار نمی‌تواند، به عنوان تنها

لارو سن چهارم شب پره مینوز گوجه فرنگی عدم وجود اختلاف معنی دار را نشان داد هر چند که می‌توان این تفاوت را نزدیک به سطح معنی داری دانست (۰/۰۶۹ = Chi-square test, df=۳, P-value) و (۰/۰۸۹ = Chi-square test, df=۳, P-value)، (جدول ۷). در واقع می‌توان گفت که حشره کامل نر بیشترین و حشره ماده در مرحله پس از تخمگذاری کمترین شدت ترجیح به تغذیه از لارو سن چهارم شب پره مینوز گوجه فرنگی را نسبت به دیگر مراحل دارند.

در بررسی نتایج ترجیح غذایی دیده شد که اندازه طعمه می‌تواند روی ترجیح این شکارگر به سمت استفاده از طعمه با جثه بزرگتر موثر باشد. به همین دلیل، طول بدن در مراحل مختلف زندگی شب پره مینوز گوجه فرنگی مورد استفاده در این تحقیق با انتخاب تعدادی نمونه به صورت تصادفی اندازه گرفته شد و بر این اساس، اندازه تخم شب پره مینوز گوجه فرنگی ۰/۰۲ ±

جدول ۶- مقایسه میانگین ± خطای استاندارد شاخص بتای منلی مراحل پورگی *Nabis pseudoferus* نسبت به شته جالیز بالغ و لارو سن چهارم شب پره مینوز گوجه فرنگی

Table 6. Mean ± SD comparison of Manly's β index of *Nabis pseudoferus* nymphs to *Aphis gossypii* adults and 4th instar larvae of tomato leaf miner.

Treatment	Manly's beta index ± SE		mean number of consumed prey ± SE	
	Adult of <i>A. gossypii</i>	4 th instar larvae of leaf miner	Adult of <i>A. gossypii</i>	4 th instar larvae of leaf miner
3 rd instar nymph	0.64±0.04 ^{a*}	0.36±0.04 ^b	2.9±0.3	1.45±0.1
4 th instar nymph	0.46±0.03 ^{b*}	0.54±0.03 ^a	2.05±0.3	2.1±0.1
5 th instar nymph	0.48±0.02 ^{b ns}	0.52±0.03 ^a	3.3±0.5	3.4±0.2

* indicates significant differences and ns indicates no significant difference at 1% in rows.

Means within a column followed by same letters are not significantly different (P > 0.05).

جدول ۷- مقایسه میانگین ± خطای استاندارد شاخص بتای منلی در حشرات کامل *Nabis pseudoferus* نسبت به شته جالیز بالغ و لارو سن چهارم شب پره مینوز گوجه فرنگی

Table 7. Mean comparison of Manly's β index (±SD) of *N. pseudoferus* adults to *Aphis gossypii* adults and 4th instar larvae of tomato leaf miner.

Treatment	Manly's beta index ± SE		mean number of consumed prey ± SE	
	Adult of <i>A. gossypii</i>	4 th instar larvae of leaf miner	Adult of <i>A. gossypii</i>	4 th instar larvae of leaf miner
Male	0.32±0.01 ^{b*}	0.68±0.04 ^a	2.15±0.2	4.2±0.1
Female (preovipositing)	0.39±0.02 ^{ab*}	0.61±0.02 ^{ab}	2.9±0.2	4.15±0.1
Female (ovipositing)	0.41±0.02 ^{ab*}	0.59±0.02 ^{ab}	3.4±0.2	4.35±0.3
Female (postovipositing)	0.5±0.05 ^{a ns}	0.5±0.05 ^b	3.3±0.4	3.05±0.2

* indicates significant differences and ns indicates no significant difference at 1% in rows.

Means within a column followed by same letters are not significantly different (P > 0.05).

عامل تعیین کننده در انتخاب شکار توسط شکارگر مطرح باشد، زیرا عوامل مهم تری مانند ارزش غذایی شکار نیز می تواند در انتخاب شکار نقش داشته باشد. این موضوع، درباره‌ی شکارگرهای مختلف و طعمه‌ای که در دسترس آن‌ها می باشد، ممکن است، متفاوت باشد. تفاوت معنی دار در میزان ترجیح (شاخص بتای منلی به دست آمده) در حشره ماده در دوره تخمگذاری با مراحل قبل و بعد از تخمگذاری و حشرات نر در کلیه آزمایشات، نشان دهنده آن است که کیفیت غذا برای حشرات ماده برای تولید تخم دارای اهمیت بیشتری است و حشره ماده به منظور تامین نیاز غذایی خود از منابع غذایی متفاوت تغذیه می کند. همان طور که در قسمت ترجیح غذایی مشاهده شد، زمانی که دو نوع طعمه در اختیار شکارگر باشد میزان مصرف هر یک نسبت به زمانی که هریک به تنهایی در اختیار شکارگر است کاهش می یابد و این نشان می دهد که سن *Nabis* به دلیل پلی فاژی می تواند از منابع غذایی جایگزین استفاده کند، Pena (1971) بر این اعتقاد است که حشرات جنس *Nabis* گونه‌های متعددی از طعمه‌ها را مورد حمله قرار داده و از آن‌ها تغذیه می کنند و گستردگی دامنه میزبانی می تواند از کارایی آن‌ها در برنامه‌های کنترل بیولوژیک بکاهد. از طرف دیگر آگاهی از ترجیح شکارگر نسبت به مرحله خاصی از زندگی میزبان، اهمیت بسزایی در کارایی شکارگر در مهار طعمه خود دارد.

در اینجا باید اشاره کرد که، صرفاً با انجام آزمایشات اکولوژیک در سطح آزمایشگاه نمی توان با قاطعیت برتری یک منبع غذایی در رژیم تغذیه حشرات شکارگر یا پارازیتوئید را ثابت کرد و بهتر است در کنار این گونه آزمایشات سطح ذخایر انرژی حشرات در رژیم‌های غذایی متفاوت نیز اندازه گیری شود. این روش‌ها که به طور گسترده برای برآورد انرژی ذخیره شده در یک حشره استفاده می شوند، ارزان، سریع و کارا می باشند. این روش‌ها به میزان بالایی امکان تلفیق بیشتری از واقعیت‌های فیزیولوژیک را در مطالعات مربوط به اکولوژی رفتاری و پویایی جمعیت حشرات فراهم می- (Karimi et al., 2012).

در اینجا باید اشاره کرد که، صرفاً با انجام آزمایشات اکولوژیک در سطح آزمایشگاه نمی توان با قاطعیت برتری یک منبع غذایی در رژیم تغذیه حشرات شکارگر یا پارازیتوئید را ثابت کرد و بهتر است در کنار این گونه آزمایشات سطح ذخایر انرژی حشرات در رژیم‌های غذایی متفاوت نیز اندازه گیری شود. این روش‌ها که به طور گسترده برای برآورد انرژی ذخیره شده در یک حشره استفاده می شوند، ارزان، سریع و کارا می باشند. این روش‌ها به میزان بالایی امکان تلفیق بیشتری از واقعیت‌های فیزیولوژیک را در مطالعات مربوط به اکولوژی رفتاری و پویایی جمعیت حشرات فراهم می-

عامل تعیین کننده در انتخاب شکار توسط شکارگر مطرح باشد، زیرا عوامل مهم تری مانند ارزش غذایی شکار نیز می تواند در انتخاب شکار نقش داشته باشد. این موضوع، درباره‌ی شکارگرهای مختلف و طعمه‌ای که در دسترس آن‌ها می باشد، ممکن است، متفاوت باشد. تفاوت معنی دار در میزان ترجیح (شاخص بتای منلی به دست آمده) در حشره ماده در دوره تخمگذاری با مراحل قبل و بعد از تخمگذاری و حشرات نر در کلیه آزمایشات، نشان دهنده آن است که کیفیت غذا برای حشرات ماده برای تولید تخم دارای اهمیت بیشتری است و حشره ماده به منظور تامین نیاز غذایی خود از منابع غذایی متفاوت تغذیه می کند. همان طور که در قسمت ترجیح غذایی مشاهده شد، زمانی که دو نوع طعمه در اختیار شکارگر باشد میزان مصرف هر یک نسبت به زمانی که هریک به تنهایی در اختیار شکارگر است کاهش می یابد و این نشان می دهد که سن *Nabis* به دلیل پلی فاژی می تواند از منابع غذایی جایگزین استفاده کند، Pena (1971) بر این اعتقاد است که حشرات جنس *Nabis* گونه‌های متعددی از طعمه‌ها را مورد حمله قرار داده و از آن‌ها تغذیه می کنند و گستردگی دامنه میزبانی می تواند از کارایی آن‌ها در برنامه‌های کنترل بیولوژیک بکاهد. از طرف دیگر آگاهی از ترجیح شکارگر نسبت به مرحله خاصی از زندگی میزبان، اهمیت بسزایی در کارایی شکارگر در مهار طعمه خود دارد.

Cabello et al. (2009)، سن شکارگر *N. pseudoferus* را یکی از شکارگران مهم شب پره مینوز گوجه فرنگی دانسته که می تواند ۹۵ - ۹۲ درصد تخم شب پره مینوز را از بین ببرد. پوره‌های سنین پایین قادر به تغذیه از لارو درون دالان و لاروهای مسن شب پره مینوز گوجه فرنگی نیستند اما پوره‌های سنین بالا و حشرات کامل قادر به تغذیه از لارو درون دالان (Cabello et al., 2009; Mahdavi and

الگوهای رفتاری شکارگر دارد، در واقع وجود ترجیح در شکارگر عمومی باعث کاهش فشار و حمله ناشی از آفت مهاجم روی محصول خواهد شد (Jaworski et al., 2013).

با توجه به نتایج پژوهش حاضر، در صورت حضور توام شته جالیز و پروانه مینوز گوجه فرنگی پیش بینی می‌شود رهاسازی پوره‌های سنین بالاتر (چهارم و پنجم) نتیجه بهتری در پی داشته باشد. از نقطه نظر کاربردی نیز به نظر می‌رسد سن شکارگر *N. pseudoferus* می‌تواند به عنوان یک عامل بیولوژیک بومی در کنترل شب پره مینوز گوجه فرنگی مورد توجه باشد. هرچند پیش از آن که بتوان هر نوع توصیه‌ای در خصوص استفاده از این عامل بیولوژیک علیه شب پره مینوز گوجه فرنگی داشت سوالات زیادی در خصوص کارایی، واکنش نسبت به تغییرات جمعیت آفت هدف، امکان تلفیق با کاربرد حشره‌کش‌های انتخابی، برهم کنش با سایر دشمنان طبیعی و آفات موجود در محیط و اثرات غیرهدف وجود دارد که باید پاسخ داده شود.

سپاس‌گزاری

این تحقیق در قالب پایان نامه کارشناسی ارشد نویسنده اول و با استفاده از امکانات گروه گیاه‌پزشکی دانشگاه بوعلی سینا انجام شده است. همچنین از خانم مهندس مریم زارعی، دانش آموخته رشته حشره‌شناسی کشاورزی دانشگاه بوعلی سینا که در اجرای آزمایش‌ها همکاری داشتند، قدردانی می‌شود.

نماید و علاوه بر آن می‌توان از نتایج آن‌ها برای بررسی ارتباط بین مقادیر ماده مغذی یا منبع غذایی یک حشره با طول عمر و تخم‌ریزی آن استفاده نمود (Hosseini naveh and Ghadamyari, 2013).

ترجیح مثبت یک دشمن طبیعی نسبت به یک آفت مشخص، این امید را فراهم می‌آورد تا دشمن طبیعی پس از رهاسازی روی آن آفت متمرکز گردد. این امر در شرایط گلخانه خود را به خوبی نشان داده و شکارگر با تمرکز بر آفت مورد نظر در صورتی که آفت منبع غذایی مناسبی برای شکارگر باشد با سرعت بیشتری جمعیت آنرا کاهش خواهد داد، اما در شرایط مزرعه که دشمن طبیعی توانایی ترک محل را دارد، پدیده بروز ترجیح نسبت به آفت باعث می‌شود تا دشمن طبیعی در ترک لکه طعمه عجله نکرده و ترجیح آن نسبت به آفت همانند مانعی برای ترک لکه عمل کند (Heydari et al., 2011). همچنین در شرایط مزرعه عوامل محیطی و وجود شکارهای جایگزین متعدد، باعث می‌شود که ترجیح آفت به عنوان عاملی مثبت با کارکرد دو گانه در کارایی آفت در سطح مزرعه عمل نماید. ترجیح یک دشمن طبیعی همانند بسیاری از دیگر رفتارهای آن، می‌تواند تحت تاثیر عوامل بیرونی قرار گرفته و شدت آن تغییر کند. دشمن طبیعی با پیچیده‌ترین تغییرات دمایی، رطوبتی و نوری در شرایط مزرعه روبه‌رو شده و ثبات ترجیح آن نسبت به شکار در چنین شرایطی دارای اهمیت بسزایی است. وقتی آفت یک گونه مهاجم یا غیر بومی باشد در مقیاس کوتاه مدت قدرت و ماهیت تعاملات بین شکار و شکارگر بستگی به ترجیح غذایی و

REFERENCES

- Abbott, W.S. 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology*, 18: 265– 268.
- Alaee, T., and Allahyari, H. 2013. Prey preference of *Hippodamia variegata* (Col.: Coccinellidae) on two aphid species: *Lipaphis erysimi* and *Brevicoryne brassicae*. *Journal of Plant Pests Research*, 3 (3): 11-19. (In Farsi with English abstract).

- Arakaki, N. 1989. Alarm pheromone eliciting attack and escape responses in the sugar cane woolly aphid *Ceratovacuna lanigera* (Homoptera: Pemphigidae). *Journal of Ethology*, 7 (2): 83-90.
- Baniameri, R., and Cheraghian, A. 2011. The current status of *Tuta absoluta* in Iran and initial control strategies. Proceedings of the International symposium on management of *Tuta absoluta* (tomato borer), Agadir, Morocco, P. 20.
- Bilde, T., and Toft, S. 1994. Prey preference and egg production of carabid beetle *Agonum dorsale*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 73 (2): 151-156.
- Blackmen, R.L., and Eastop, V.F. 2000. Aphids on worlds crops: an identification and information guide. Wiley, UK.
- Braman, S.K., and Yeargan, K.V. 1988. Comparison of developmental and reproductive rates of *Nabis americanoferus*, *N. roseipennis*, and *N. rufusculus* (Hemiptera: Nabidae). *Annals of the Entomological Society of America*, 81 (6): 923-930.
- Butler, C. D., and Oneil, R. J. 2008. Voracity and prey preference of insidious flower bug (Hem:Anthocoridae) for immature stages of soybean aphid (Hem: Aphididae) and soybean thrips (Thys:Thripidae). *Environmental Entomology*, 37 (40): 964-972.
- Cabello, T., Gallego, J. R., Fernandez, F.J., Soler, A., Beltran, D., Parra, A., and Vila, E. 2009. The damsel bug *Nabis pseudoferus* (Hem.: Nabidae) as a new biological control agent of the South American Tomato Pinkworm, *Tuta absoluta* (Lep.: Gelechiidae), in tomato crops of Spain. *OIBC/WPRS Bulletin*, 49: 219–223.
- Capinera, J. L. 2001. Handbook of vegetable pests. Academic Press Publications, USA.
- Cedola, C.V., Sanchez, N.E., and Liljesthröm, G.G. 2001. Effect of tomato leaf hairiness on functional and numerical response of *Neoseiulus Californicus* (Acari: Phytoseiidae). *Experimental and Applied Acarology*, 25 (10): 819–831.
- Charnov, E.L. 1976. Optimal foraging, the marginal value theorem. *Theoretical Population Biology*, 9 (2): 129-136.
- Cheraghian, A., and Javadi Emamzadeh, P. 2013. First report of the tomato leaf miner, *Tuta absoluta* (Lep.: Gelechiidae) from Iran. *Journal of Entomological Society of Iran*, 33 (3): 87-88. (In Farsi with English abstract).
- Chesson, P.L. 1984. Variable predators and switching behavior. *Theoretical Population Biology*, 26 (1): 1-26.
- Clark, T.L., and Messina, F.J. 1998. Plant architecture and foraging success of ladybird beetles attacking the Russian wheat aphid. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 86 (2): 53–161.
- Cock, M.J.W. 1978. The assessment of preference. *Journal of Animal Ecology*, 47 (3): 805-816.

- Cornelis, M. and Coscaron M.C. 2013. The Nabidae (Insecta, Hemiptera, Heteroptera) of Argentina. *Zookeys*, 333: 1-30.
- Desneux, N., Luna, M.G., Guillemaud, T., and 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 (4): 403–408.
- Dixon, A. F. G. 2000. Insect predator- prey dynamics ladybird beetels and biological control. Cambridge University press, Cambridge, UK.
- Fantinou, A.A., Perdikis, D.C., Labropoulos, P.D., and Maselou, D.A. 2009. Preference and consumption of *Macrolophus pygmaeus* preying on mixed instar assemblages of *Myzus persicae*. *Biological Control*, 51 (1): 76-80.
- FAO. 2009. FAOSTAT. Food and agriculture organization of the United Nations. <http://faostat3.fao.org/site/339/default.aspx> (accessed June 2016).
- Garzia, T.G., Siscaro, G., Biondi, A., and Zappala, L. 2011. Distribution and damage of *Tuta absoluta*, an exotic invasive pest from South America, Proceeding of the International symposium on management of *Tuta absoluta* (tomato borer), Agadir, Morocco, P. 45.
- Hassell, M.P. 1978. The dynamics of arthropod predator-prey systems. New Jersey, Princeton University Press, New Jersey, USA.
- Heydari, S., Allahyari, H., Farhadi, R., and Fattah-al-Hosseini, S. 2011. The effect of temperature on prey preference of adults and fourth instar larvae of *Hippodamia variegata* (Col: Coccinellidae) on two aphid species, *Aphis fabae* and *Acyrtosiphon pisum* (Hem: Aphididae). *Iranian Journal of Plant Protection Science*, 42 (1): 95-102. (In Farsi with English abstract).
- Hosseini naveh, V., and Ghadamyari, M. 2013. Principles and concepts of experimental methods in insect biochemistry, physiology and toxicology. University of Tehran Publication, (In Farsi).
- Jaworski, C.C., Bompard, A., Genies, L., Amiens-Desneux, E., and Desneux. N. 2013. Preference and prey switching in a generalist predator attacking local and invasive alien Pests. *PLOS ONE*, 8 (12) 1-10.
- Karimi, J., Madadi, H., and Talaei-Hassanloui, R. 2012. Control of pests and weeds by natural enemies, An introduction to biological control. Jihad Daneshgahi of Mashhad Publication, Mashad. (In Farsi).
- Kerzhner, I.M., and Henry, T.J. 2008. Three new species, notes, and new records of poorly known species, and an updated checklist for the North American Nabidae (Hem: Het.). *Proceedings of the Entomological Society of Washington, USA*, 110: 988–1011.
- Khaghaninia, S., Farshbaf Pourabad, R., Askari, O., and Havaskary, M. 2013. A faunistic study of true bugs (Heteroptera) from Horand grassland, NW Iran. *Munis Entomology and Zoology*, 8 (1): 468–474.

- Kobari, E., Noori, Gh., and Fathi, S.A.A. 2012. A Comparison of the relative resistance of some tomato cultivars to the cotton-melon aphid, *Aphis gossypii* (Hom.: Aphidae), under greenhouse conditions. Iranian Journal of Plant Protection Science, 43 (1): 133-141. (In Farsi with English abstract).
- Krebs, C. J. 1977. Optimal foraging: theory and experiment. Nature 268: 583-584.
- Lattin, J.D. 1989. Bionomics of the Nabidae. Annual Review of Entomology, 34: 383-400.
- Mahdavi, T.S., and Madadi, H. 2015. Biology and life table parameters of *Nabis pseudoferus* by feeding on cotton aphid *Aphis gossypii*. Journal of Biological Control of Pests and Plant Diseases, 4 (2): 121-129. (In Farsi with English abstract).
- Manly, B. 1974. A model for certain types of selection experiments. Biometrics, 30 (2): 281-294.
- Murdoch, W.W. 1969. Switching in general predators: experiments on predator specificity and stability of prey populations. Ecological Monographs, 39 (4): 335-354.
- Pena, D.O. 1971. Bionomics and habits of *Nabis capsiformis* Germar (Hem.: Nabidae). Sociedad Entomologica del Peru, 14: 297-303.
- Provost, C., Lucas, E., and Coderre, D. 2006. Prey preference of *Hyaliodes vitripennis* as an intraguild predator, active predator choice or passive selection. Biological Control, 37 (2): 148-154.
- Sannino, L., and Espinosa, B. 2010. *Tuta absoluta*. guida alla conoscenza e recenti acquisizioni per una corretta difesa. Edizioni L'Informatore Agrario, S.r.l.
- Solhjoui- Fard, S., and Sarfarazi, A. 2014. Potential impacts of climate change on distribution range of *Nabis pseudoferus* and *N. palifer* (Hemiptera: Nabidae) in Iran. Entomological Science, 17 (3): 283-292.
- Stephens, D.W., and Krebs, J.R. 1986. Foraging theory. Princeton University Press, New Jersey, USA.
- Venzon, M., Janssen, A., and Sabelis, M.W. 2002. Prey preference and reproductive success of the generalist predator *Orius laevigatus*. Oikos, 97 (1): 116-124.
- Zappala, L., Biondi, A., Alma, A., Al-Jboory, I.J., Arno, J., Bayram, A., Chailleux, A., El-Arnaouty, A., Gerling, D., Guenaoui, Y., Shaltiel-Harpaz, L., Siscaro, G., Stavrinides, M., Tavella, L., Vercher Aznar, R., Urbaneja, A., and 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 (4): 635-647.

Prey preference of *Nabis pseudoferus* Remane on *Aphis gossypii* Glover and *Tuta absoluta* Meyrick

T.S. Mahdavi¹ and H. Madadi^{2*}

1. Former M.Sc. student of Agricultural Entomology, Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran
2. * **Corresponding author:** Associate Professor, Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran (madadiho@gmail.com)

Received: 25 June 2016

Accepted: 22 October 2016

Abstract

Invasive pest species may strongly affect the biotic interactions in agro-ecosystems. *Nabis pseudoferus* Remane is one of the important predators of *Tuta absoluta* Meyrick. This pest, recently detected in Iran, caused severe damage to tomato production in both protected and open-fields. In this study, the prey preference of *N. pseudoferus* to different stages of two important tomato pests (*T. absoluta* and *Aphis gossypii*) was determined under controlled conditions. In the preference test with tomato leaf miner eggs and cotton aphids, beta indexes of preference for 3rd and 4th *N. pseudoferus* nymphal instars were obtained as 0.53 ± 0.03 and 0.52 ± 0.03 , respectively, which shows a slight preference for the eggs of *T. absoluta* but, for 5th instar nymphs, males and preovipositing, ovipositing and post ovipositing females, *N. pseudoferus* tends to feed more on aphids. Furthermore, in choice test between 1st instar larvae of tomato pinworm and cotton aphids, all life stages of *N. pseudoferus* preferred aphid to first instar larvae of *T. absoluta*, because 1st instar larvae was hiding inside the leaf tissue. The 3rd instar nymphs of *N. pseudoferus* preferred cotton aphids to tomato leaf miner 4th instar larvae and Manly's beta index was 0.64 ± 0.04 , but the preference indexes of other life stages of *N. pseudoferus* to tomato 4th instar tomato leaf miner larvae were as 0.53 ± 0.03 , 0.52 ± 0.03 , 0.68 ± 0.04 , 0.61 ± 0.02 , 0.59 ± 0.02 and 0.5 ± 0.05 for 4th instar nymphs, 5th instar nymphs, males, preovipositing, ovipositing and post ovipositing females, respectively.

Key Words: Manly's β index, *Nabis pseudoferus*, *Tuta absoluta*, *Aphis gossypii*, Prey preference