

اثر گیاهان مختلف میزبان شته سبز گندم (*Sitobion avenae* (Hemiptera: Aphididae)

روی برخی پارامترهای جدول زندگی کفشدوزک شکارگر

Hippodamia variegata (Coleoptera: Coccinellidae)

مصطفی غفوری مقدم^{۱*}، علی گل‌زاده^۲، مهدی حسن پور^۱، هوشنگ رفیعی دستجردی^۲، جبرائیل رزمجو^۳

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد دانشگاه محقق اردبیلی و دانشجوی دکتری تخصصی حشره‌شناسی، گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل

۲- دانشیار، گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل

۳- استاد، گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل

چکیده

اثر میزبان‌های مختلف شته سبز گندم (*Sitobion avenae* (Fabricius) (Hemiptera: Aphididae) از جمله گندم رقم تجن، جو رقم دشت، ذرت رقم سینگل کراس ۷۰۴ و سورگوم رقم اسپیدفید، روی برخی پارامترهای تولیدمثلی و امید به زندگی کفشدوزک (*Hippodamia variegata* (Goeze) (Coleoptera: Coccinellidae) در شرایط آزمایشگاهی با دمای 25 ± 1 درجه سلسیوس، رطوبت نسبی 65 ± 5 درصد و دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی مورد بررسی قرار گرفتند. نرخ ناخالص باروری (Fertility) و زادآوری (Fecundity) که تفریح کامل صورت گرفته است، $50/50$ ، $447/06$ ، $604/33$ و $378/61$ تخم/ماده و نرخ خالص باروری و زادآوری $412/09$ ، $405/60$ ، $538/54$ و $309/56$ تخم/ماده در کفشدوزک‌های تغذیه کرده از شته سبز گندم به ترتیب روی گیاهان ذکر شده در بالا محاسبه شد. بالاترین و کم‌ترین مقدار نرخ خالص باروری به ترتیب روی ذرت و سورگوم مشاهده شد. هم‌چنین مقادیر دو پارامتر نرخ‌های روزانه تولیدمثل کفشدوزک یعنی تعداد تخم به ازای هر ماده در روز و تعداد تخم‌های زادآور به ازای هر ماده در روز نیز از $7/72$ تا $8/20$ متغیر بود، که کم‌ترین روی سورگوم و بیشترین روی ذرت به دست آمد. امید به زندگی حشرات کامل تازه ظاهر شده کفشدوزک با تغذیه از شته‌های پرورش یافته روی گیاهان ذکر شده به ترتیب $47/90$ ، $43/90$ ، $52/78$ و $38/60$ روز محاسبه گردید. مقایسه پارامترهای تولیدمثل نشان داد که کفشدوزک *H. variegata* روی ذرت در مقایسه با سایر گیاهان از پتانسیل تولیدمثلی بالاتری برخوردار می‌باشد. بنابراین نتایج نشان داد که شته سبز گندم روی چهار گونه گیاه میزبان برای نشو و نما و تولیدمثل این کفشدوزک شکارگر قابل پذیرش بودند.

واژه‌های کلیدی: کفشدوزک *Hippodamia variegata* شته سبز گندم، پارامترهای تولیدمثل، امید به زندگی و گیاهان میزبان

* نویسنده رابط، پست الکترونیکی: ghafourim@uoz.ac.ir

تاریخ دریافت مقاله ۹۵/۲/۷- تاریخ پذیرش مقاله ۹۵/۷/۲



مقدمه

کنترل بیولوژیک یکی از اجزای مهم راهکار مدیریت تلفیقی آفات می‌باشد. هدف از کنترل بیولوژیک کاهش جمعیت آفات از طریق دشمنان طبیعی از قبیل شکارگرها، پارازیتوئیدها و پاتوژن‌ها می‌باشد (Gilkeson & Kelin, 2001). دشمنان طبیعی موفق آن‌هایی هستند که بالاترین نرخ تولیدمثلی، توانایی بالا در میزبان‌یابی و سازگاری در محیط‌های مختلف را داشته باشند (Buchanan, 1996). کفشدوزک‌ها یکی از شناخته شده‌ترین شکارگرهای عمومی در آگرواکوسیستم‌ها در سراسر جهان بوده (William, 2002; Hodek & Honek, 1996; Obrycki & Kring, 1998). در ایجاد تعادل جمعیت آفاتی از قبیل شته‌ها، پسیل‌ها، شپشک‌ها، کنه‌ها، تخم و لارو حشرات نقش مهمی دارند (Hodek, 1973). کفشدوزک *Hippodamia variegata* (Coleoptera: Coccinellidae) (Goeze) یک گونه پلی‌فاژ با پراکنش جهانی در منطقه پالئارکتیک بوده و از آنجا به منطقه نئارکتیک نیز گسترش یافته است (Gordon, 1987; Krafusur et al., 1996; Franzmann, 2002). این کفشدوزک برخلاف بسیاری از کفشدوزک‌ها، تمایل کمی به هم‌خواری دارد؛ از این رو پرورش انبوه آن آسان‌تر است (Gibson et al., 1992). این کفشدوزک، با داشتن جثه کوچک، تراکم جمعیت زیاد، نرخ‌های بالای مصرف شکار، قدرت جستجوگری زیاد و توانایی تولیدمثلی بالا، از موثرترین گونه‌های شکارگر در شرایط گلخانه می‌باشد (Ershova, 1981). هم‌چنین به‌عنوان عامل کنترل بیولوژیک بر علیه دامنه وسیعی از گونه‌های مختلف شته‌ها روی گیاهان مختلف از قبیل گندم، پنبه، توتون، سبزیجات و گیاهان زینتی در مزارع و گلخانه می‌باشد (Cabral et al., 2008).

به‌دلیل اهمیت کفشدوزک‌های شکارگر در کنترل بیولوژیک شته‌ها، بررسی کیفیت منابع غذایی این آفات به‌عنوان شکار آن‌ها ضروری به نظر می‌رسد. گیاهان میزبان می‌توانند نه تنها روی حشرات گیاه‌خوار بلکه روی پارازیتوئیدها و شکارگرهای آن‌ها به‌طور مستقیم و غیرمستقیم از طریق تعاملات چندگانه اثر بگذارند (Price et al., 1980). مواد بیوشیمیایی گیاهان ممکن است روی مقدار تغذیه حشرات گیاه‌خوار تاثیر گذاشته که این به نوبه خود روی رفتارها و پارامترهای دموگرافیک دشمنان طبیعی موثر باشند (Thompson, 1999; Babu, 1999; Giles et al., 2002). تعدادی از مطالعات مشخص کردند که نه تنها گونه‌های گیاهی (Rü & Mitsipa, 2000; Francis et al., 2001; Al-Zyoud et al., 2005)، بلکه ارقام مختلف هم روی شکار و دشمنان طبیعی آن‌ها تاثیر می‌گذارند. علاوه بر این، از آنجایی که غذاهای ضروری نیز درجه‌های متفاوتی از مطلوب بودن را نشان می‌دهند (Soares et al., 2004) لازم است ترجیح شکارگر را نسبت به شکارهای متفاوتی که این شکارها به نوبه خود از گیاهان مختلف تغذیه می‌کنند مورد ارزیابی قرار بگیرند. گونه، رقم و مرحله رشدی گیاه میزبان بر طول دوره رشد حشرات تاثیر می‌گذارد (Dent & Wratten, 1986; Iperti, 1987; Yang et al., 1994; Atlihan & Kaydan, 2002).

بنابراین، برای رسیدن به یک برنامه کنترل بیولوژیک موفق، شناخت مشخصاتی از قبیل نرخ رشد، ساختار سنی و باروری شکارگرهای آفات ضروری است. یکی از ابزارهای کلیدی مطالعه دشمنان طبیعی ارزیابی مطالعه جدول زندگی آن‌ها می‌باشد (Farhadi et al., 2011). پارامترهای دموگرافی برای مطالعه پتانسیل دشمنان طبیعی در برنامه‌های کنترل بیولوژیک (Bellows et al., 1992) و بهبود تکنیک‌های پرورش در تولید انبوه گونه‌های زیادی به‌کار گرفته شده است (Carey & Vargas, 1985; Lido & Carey, 1994). اگرچه انتشارات متعددی روی کفشدوزک *H. variegata* عمدتاً روی مشخصات بیولوژیکی (Fan et al., 1995; An et al., 2000)، واکنش تابعی (Fan & Zhao, 1988; Feng et al., 2000; Pang et al., 2000) و واکنش تابعی (Fan et al., 1995; An et al., 2000) گزارش شده است.

(al., 2000)، جدول زندگی (Lanzoni et al., 2004; Kontodimas & Stathas, 2005) و اثر دما روی نشو و نمای آن‌ها (Michels & Bateman, 1986; Michels & Flanders, 1992) تمرکز و انجام شده است، اما مطالعه‌ای روی اثر گیاهان مختلف میزبان شته سبز گندم (*Sitobion avenae* (Fabricius) (Hemiptera: Aphididae) روی پارامترهای تولیدمثلی این کفشدوزک شکارگر انجام نشده است. در همین رابطه وو و همکاران اثر پنج گیاه میزبان شته جالیز (*Aphis gossypii* (Glover) را روی برخی پارامترهای رشد جمعیت کفشدوزک *H. variegata* مورد بررسی قرار دادند (Wu et al., 2010).

از آنجایی که معمولاً پتانسیل نشو و نما، تغذیه و تولیدمثل کفشدوزک‌ها با توجه به نوع غذای آن‌ها و تغییر شرایط محیطی متفاوت است و هم‌چنین با توجه به گستردگی پراکنش این شکارگر در مناطق مختلف کشور، لذا این پژوهش به منظور بررسی اثر گیاهان مختلف میزبان شته سبز گندم روی برخی پارامترهای تولیدمثلی این کفشدوزک تحت شرایط آزمایشگاهی صورت گرفت. یافته‌های حاصل از این تحقیق قدم‌های اولیه را در بهره‌برداری از این کفشدوزک در کنترل بیولوژیک شته سبز گندم فراهم می‌نماید.

مواد و روش‌ها

کشت گیاهان میزبان شته سبز گندم

گیاهان میزبان شته سبز گندم شامل گندم (رقم تجن)، جو (رقم دشت)، ذرت (رقم سینگل کراس ۷۰۴) و سورگوم (رقم اسپیدفید) در گلدان‌های پلاستیکی با قطر دهانه ۱۰ و ارتفاع ۹/۵ سانتی‌متر که حاوی خاک زراعی مناسب، ماسه و کود دامی به نسبت ۲:۱:۱ برای رشد غلات هستند، در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه محقق اردبیلی با دمای 25 ± 5 درجه سلسیوس، رطوبت نسبی 65 ± 5 درصد و دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی کشت گردید. گیاهان مورد استفاده برای تغذیه شته هر ۳-۴ هفته یکبار کشت شدند تا همیشه جمعیت مناسبی از شته در دسترس باشد. آبیاری گیاهان هر ۱-۲ روز یکبار صورت گرفت.

جمع‌آوری و پرورش کفشدوزک شکارگر و شته سبز گندم

برای ایجاد جمعیت اولیه شته سبز گندم، برگ‌های آلوده به شته از مزارع گندم اطراف شهرستان اردبیل ($39^{\circ} 43' N, 48^{\circ}$) جمع‌آوری و پس از اطمینان از صحت گونه که به‌وسیله کلید شناسایی شته‌های گندم (Blackman & Eastop, 2000) صورت گرفت به روی بوته‌های گندم، جو، ذرت و سورگوم واقع در اتاقک رشد منتقل گردید پس از رشد مناسب گیاهان، روی گلدان‌ها طلق‌های شفاف به ارتفاع ۳۰ سانتی‌متر که برای تهویه روی آن یک دریچه 18×18 سانتی‌متری تعبیه و با توری ریز پوشانده شده بود، قرار داده و بوته‌ها به شته سبز گندم آلوده شدند.

هم‌چنین حشرات کامل کفشدوزک *H. variegata* از مزارع گندم اطراف شهرستان اردبیل به روش نمونه‌گیری مستقیم (تور زدن) جمع‌آوری و برای شناسایی به آزمایشگاه منتقل شدند. شناسایی کفشدوزک‌ها با استفاده از کلید Lotfalizadeh (2001) انجام شد. پس از شناسایی برای تهیه کلنی استفاده شده و در داخل ظروف پلاستیکی پرورشی به ابعاد $24 \times 17 \times 10$ سانتی‌متر که برای ایجاد تهویه و جلوگیری از افزایش رطوبت روی درب آن دریچه‌ای به ابعاد 13×6 سانتی‌متر ایجاد کرده

نگهداری شدند. همچنین برای جلوگیری از پدیده تخم‌خواری توسط کفشدوزک‌های بالغ در ظروف پرورش تعدادی کاغذ گلاسه تاخورد (چین‌خورده) به‌عنوان بستر تخم‌ریزی قرار داده شد. برای تغذیه کفشدوزک از شته سبز گندم استفاده شد. یک گلوله پنبه مرطوب هم برای تامین رطوبت، داخل ظروف گذاشته شد. پس از دو نسل پرورش روی شته، تخم‌های گذاشته شده جهت انجام آزمایشات مورد استفاده قرار گرفتند. کلنی شته و کفشدوزک شکارگر در داخل اتاقک رشد با دمای 25 ± 1 درجه سلسیوس، رطوبت نسبی 65 ± 5 درصد و دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی نگهداری شدند.

تعیین پارامترهای تولیدمثلی و جدول زندگی کفشدوزک

جهت انجام آزمایش‌ها روی هر کدام از گیاهان میزبان، تعدادی از کفشدوزک‌های نر و ماده را به‌صورت جفت داخل ظروف پرورش قرار داده و پس از تخم‌ریزی آن‌ها، تعداد ۵۰ عدد تخم هم‌سن که کمتر از ۲۴ ساعت از عمرشان گذشته بود انتخاب شده و در اتاقک رشد و در شرایط گفته شده برای کلنی کفشدوزک نگهداری شدند. زمان تفریح تخم‌ها، تعداد لاروهای ظاهر شده و بقای آن‌ها به‌صورت روزانه ثبت شد. پس از ظهور لارو سن یک، هر یک از آن‌ها به‌صورت انفرادی داخل ظروف پتری به قطر ۸ سانتی‌متر منتقل شد. ظروف پتری به‌صورت روزانه مورد بررسی قرار گرفت و پارامترهای مربوط به مراحل نابالغ مانند پوست‌اندازی، نمو لاروی، شفیرگی و بقای آن‌ها ثبت گردید. در طی دوره لاروی روزانه مقدار کافی از شته‌های میزبان در اختیار آن‌ها قرار گرفت و این بررسی تا زمان ظهور حشرات کامل ادامه یافت.

پس از ظهور حشرات کامل، کفشدوزک‌ها تعیین جنسیت شده و هر جفت نر و ماده را به‌صورت جداگانه و در داخل یک ظرف پرورش محتوی برگ گیاه میزبان و شته میزبان قرار داده و یک کاغذ چین‌خورده نیز به‌عنوان بستر تخم‌ریزی داخل ظروف قرار گرفت. تعداد تخم‌های گذاشته شده و نیز میزان بقا به‌صورت روزانه بررسی و ثبت شد. به‌صورت روزانه شته‌های تازه میزبان روی برگ گیاه در اختیار حشرات کامل قرار گرفت. تمام ظروف در داخل اتاق رشد با دمای 25 ± 1 درجه سلسیوس، رطوبت نسبی 65 ± 5 درصد و دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی نگهداری شدند. روی هر کدام از گیاهان میزبان، تولیدمثلی ۲۵ جفت کفشدوزک نر و ماده مورد بررسی قرار گرفت. این بررسی‌ها تا زمان مرگ حشرات کامل ادامه یافت و از داده‌های ثبت شده برای تعیین پارامترهای تولیدمثلی و همچنین برای تشکیل جدول زندگی استفاده گردید.

پارامترهای جدول زندگی

تجزیه و تحلیل جدول زندگی، محاسبه و تجزیه و تحلیل پارامترهای آن و کلیه معادلات بر اساس فرمول‌های Carey (1993) و Birch (1948) انجام گرفت. برای تهیه جدول زندگی، سن افراد ماده (x) و تعداد افراد زنده مانده در هر سن (N_x) در یک جدول و دو ستون ثبت شد و بقیه پارامترها از داده‌های این دو ستون محاسبه گردید.

N_0 : تعداد کل افراد در شروع آزمایش (تعداد تکرار برای هر تیمار)

l_x : نسبت افراد زنده مانده تا سن x (نسبت بقاء)

$$l_x = \frac{N_x}{N_0}$$

e_x : امید به زندگی در سن x (نشانگر متوسط تعداد روزهایی است که یک فرد پس از رسیدن به سن x مشخص زنده می‌ماند).

$$e_x = \frac{T_x}{l_x}$$

پارامترهای تولیدمثل

برای محاسبه پارامترهای تولیدمثل، جدول تولیدمثل تنظیم گردید، که تجزیه و تحلیل پارامترهای مربوط به آن از فرمول‌های کری (۱۹۹۳) استفاده شد. اجزاء اصلی تشکیل دهنده جدول تولیدمثل ویژه سنی شامل M_x ، L_x و h_x می‌باشند و با استفاده از آن‌ها پارامترهای مختلف تولیدمثل محاسبه می‌شوند (Carey (1993). در اینجا زادآوری (Fecundity) نشان‌دهنده تعداد تخم‌های گذاشته شده و باروری (Fertility) نشان‌گر تعداد لاروهای حاصله از تفریح تخم‌های گذاشته شده می‌باشد. در پارامترهایی که ناخالص می‌باشند مرگ و میر در نظر گرفته نمی‌شود ولی در پارامترهای خالص نسبت افراد زنده مانده گروه (L_x) تا هر رده سنی لحاظ می‌گردد.

پارامترهای تولیدمثل ویژه سنی به صورت زیر محاسبه گردید:

الف: نرخ‌های تولیدمثل در طول عمر (Life time reproductive rate)

اساسی‌ترین معیار تولیدمثلی، تعداد تخم‌های تولید شده به وسیله یک حشره ماده در فاصله سنی x تا $x+1$ می‌باشد که با علامت M_x نشان داده می‌شود.

نرخ ناخالص زادآوری (متوسط تعداد نتاج (تخم) تولید شده (نر و ماده) توسط یک فرد ماده در طول عمر خود (که این ماده تا آخرین روز آزمایش زنده مانده است).

$$\text{Gross Fecundity Rate} = \sum_{x=\alpha}^{\beta} M_x$$

نرخ ناخالص باروری (متوسط تعداد تخم تفریح شده تولید شده توسط یک فرد ماده در طول عمر)

$$\text{Gross Fertility Rate} = \sum_{x=\alpha}^{\beta} h_x M_x$$

نرخ ناخالص تفریح (نسبت نرخ ناخالص زادآوری به نرخ ناخالص باروری که برابر یک یا کمتر از آن است)

$$\text{Gross Hatch Rate} = \frac{\sum_{x=\alpha}^{\beta} h_x M_x}{\sum_{x=\alpha}^{\beta} M_x}$$

نرخ خالص زادآوری (متوسط تعداد تخم تولید شده توسط یک فرد ماده در طول عمر با در نظر گرفتن احتمال بقاء

ماده‌ها)

$$\text{Net Fecundity Rate} = \sum_{x=\alpha}^{\beta} L_x M_x$$

نرخ خالص باروری (متوسط تعداد تخم تفریخ شده تولید شده توسط یک فرد ماده در طول عمر با در نظر گرفتن احتمال بقاء ماده‌ها که نشان‌دهنده مشارکت تولیدمثلی ماده‌ها در هر نسل برای نسل دیگر می‌باشد).

$$\text{Net Fertility Rate} = \sum_{x=\alpha}^{\beta} L_x h_x M_x$$

ب: نرخ تولیدمثل روزانه (Daily reproductive rate)

میانگین تعداد تخم گذاشته شده در روز

$$\text{Mean Eggs per Day} = \frac{\sum_{x=\alpha}^{\beta} M_x}{(\varepsilon - \omega)}$$

در این فرمول، ε اولین سن و ω آخرین سن ممکن حشرات بالغ است که اگر از هم کم شوند عمر حشره بالغ به دست می‌آید. پس می‌توان گفت میانگین تعداد تخم در روز، از تقسیم مجموع تعداد تخم تولید شده توسط هر حشره کامل به طول عمر آن حشره بالغ به دست می‌آید.

میانگین تعداد تخم‌های تفریخ شده (بارور گذاشته شده) در روز

$$\text{Mean Fertile Eggs per Day} = \frac{\sum_{x=\alpha}^{\beta} h_x M_x}{(\varepsilon - \omega)}$$

به منظور مقایسه هر پارامتر، باید مقادیر محاسبه شده برای آن دارای میانگین و واریانس باشد. به عبارت دیگر پارامترها باید تکرار داشته باشد. برای این منظور از روش آماری جک‌نایف تحت نرم‌افزار اکسل استفاده گردید (Meyer et al., 1986; Maia et al., 2000).

محاسبه آنتروپی جدول زندگی

مقادیر پارامتر آنتروپی برای تشخیص نوع منحنی بقاء از فرمول کری (۱۹۹۳) محاسبه شد:

$$H = \frac{\sum_{x=0}^{\omega} e_x d_x}{e_0}$$

در این معادله x بیانگر یک گروه هم‌زاد از ماده‌ها به روز، d_x نسبتی از افراد اولیه که در فاصله سنی x تا $x+1$ می‌میرند و e_0 و e_x به ترتیب امید به زندگی در روز x ام و روز تولد می‌باشند. در حالتی که مقدار $H < 0.5$ ، $H = 0.5$ و $H > 0.5$ باشد منحنی بقاء به ترتیب از نوع اول، دوم و سوم خواهد بود. در صورتی که $H = 0$ باشد تمام مرگ‌ها در یک سن اتفاق می‌افتند و اگر $H = 1$ باشد منحنی بقاء به صورت نمایی کاهش می‌یابد.

تجزیه داده‌ها

عملیات محاسباتی با استفاده از نرم‌افزار Excel (2013) انجام شد. آزمون نرمال بودن مقادیر کاذب جک‌نایف و داده‌های مربوط به پارامترهای تولیدمثلی و جدول زندگی با استفاده از روش کولموگروف-اسمیرنوف در نرم‌افزار SPSS v.21.0 (2012) انجام شد. سپس داده‌ها با استفاده از روش تجزیه واریانس یک طرفه (one way ANOVA) و در نرم‌افزار آماری SPSS مورد تجزیه قرار گرفتند. در صورت معنی دار شدن تجزیه واریانس، میانگین‌های به دست آمده با استفاده

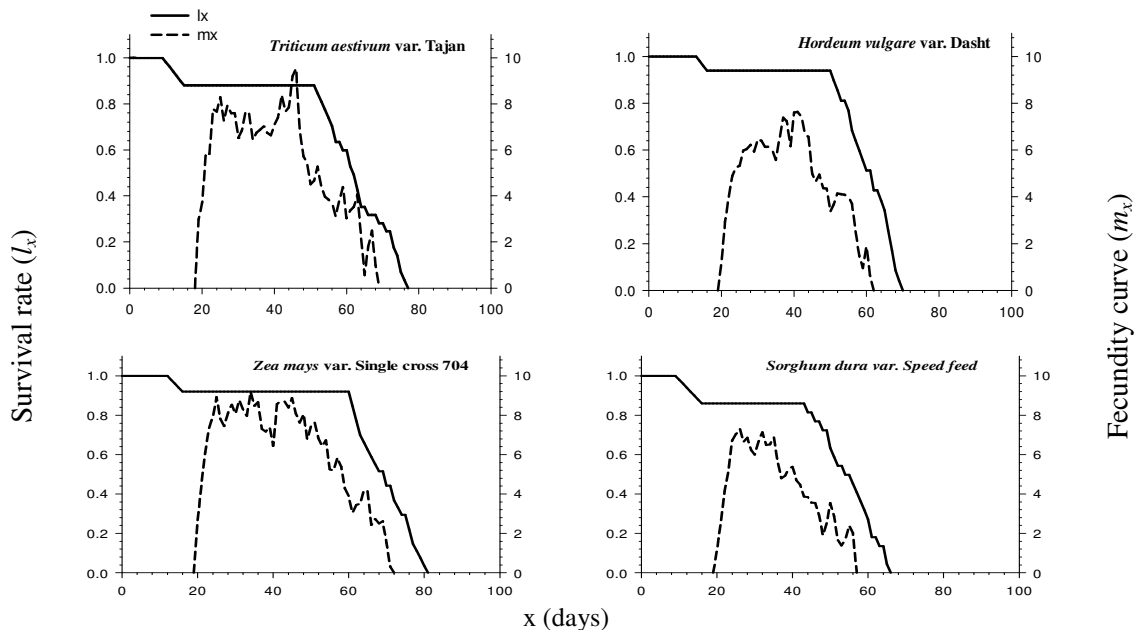
از آزمون استیوونت- نیومن- کیولس (SNK) مقایسه گردیدند. همچنین ترسیم نمودارها با استفاده از نرم‌افزار Sigma plot v. (2012) صورت گرفت.

نتایج

پارامترهای جدول زندگی کفشدوزک *H. variegata*

نتایج مربوط به نرخ بقای ویژه سنی (l_x) و باروری ویژه سنی (m_x) کفشدوزک *H. variegata* روی گیاهان میزبان مختلف شته سبز گندم در شکل (۱) آمده است. نرخ بقای در زمان ظهور افراد بالغ کفشدوزک شکارگر روی گندم، جو، ذرت و سورگوم به ترتیب ۰/۸۸۳، ۰/۹۴۸، ۰/۹۲۷ و ۰/۸۶۹ بود. نرخ بقاء کفشدوزک شکارگر روی گندم در روز هفتاد و هفتم، روی جو در روز هفتادم، روی ذرت در روز هشتاد و یکم و روی سورگوم در روز شصت و ششم زندگی به صفر رسید. همچنین بیشترین باروری روزانه (اوج تخم‌ریزی ماده) کفشدوزک شکارگر روی گیاهان ذکر شده در بالا به ترتیب معادل ۹/۵۲، ۷/۶۱، ۹/۲۰ و ۷/۳۱ ماده/روز بود که به ترتیب در روزهای ۴۶، ۴۰، ۳۴ و ۲۶ اتفاق افتاد.

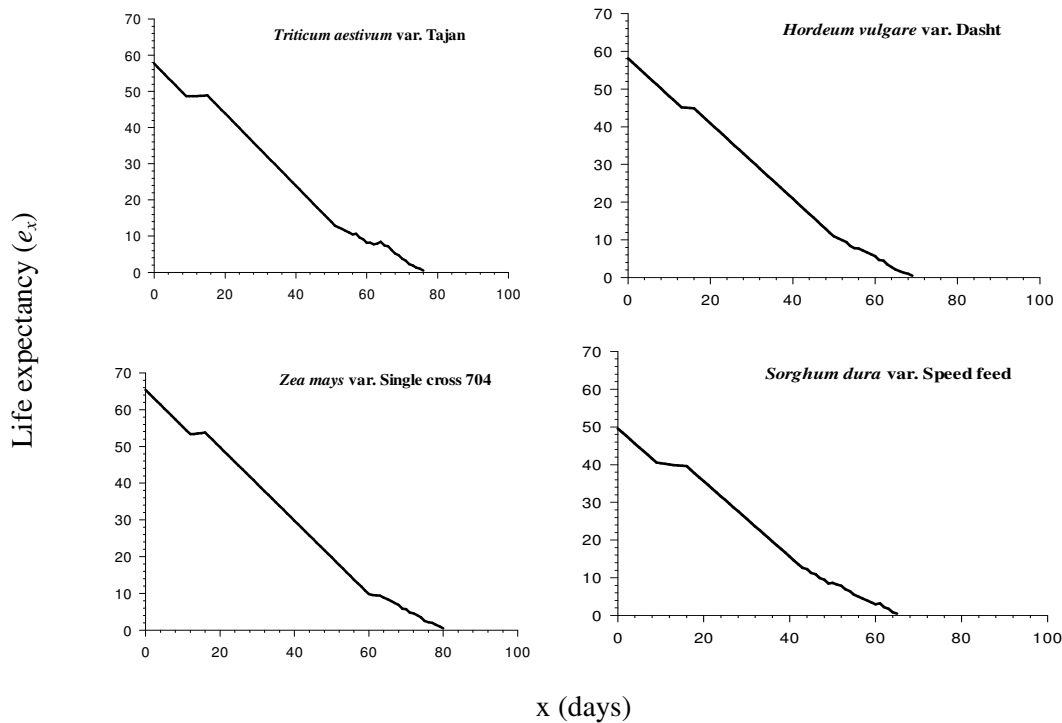
امید به زندگی در تخم‌های تازه گذاشته شده توسط کفشدوزک‌هایی که نشو و نمای خود را روی گیاهان ذکر شده کامل کرده بودند به ترتیب ۵۷/۶۷، ۵۸/۱۲، ۶۵/۳۱ و ۴۹/۵۷ روز تعیین شد. امید به زندگی حشرات کامل تازه ظاهر شده کفشدوزک با تغذیه از شته‌های پرورش یافته روی گیاهان ذکر شده به ترتیب ۴۷/۹۰، ۴۳/۹۰، ۵۲/۷۸ و ۳۸/۶۰ روز محاسبه گردید (شکل ۲). نتایج بیان‌گر آن است که امید به زندگی کفشدوزک با تغذیه از شته پرورش یافته روی ذرت نسبت به سایر گیاهان بیشتر بود.



شکل ۱- نرخ بقاء و باروری کفشدوزک *H. variegata* در تغذیه از شته پرورش یافته روی گیاهان میزبان مختلف

در ۲۵ درجه سلسیوس

Fig. 1- Age-specific survival rates and fecundity curves of *Hippodamia variegata* fed on aphids reared on four host plants at 25°C



شکل ۲- امید به زندگی کفشدوزک *H. variegata* در تغذیه از شته پرورش یافته روی گیاهان میزبان مختلف در ۲۵ درجه سلسیوس

Fig. 2- Life expectancy (e_x) of *Hippodamia variegata* fed on aphids reared on four host plants at 25°C

مقادیر آنتروپی (H) کفشدوزک شکارگر روی گیاهان میزبان ذکر شده در بالا به ترتیب معادل ۰/۲۰۶، ۰/۱۲۷، ۰/۱۴۶ و ۰/۲۱۱ محاسبه گردید. با توجه به مقادیر به دست آمده منحنی بقای کفشدوزک شکارگر روی گیاهان میزبان ذکر شده نزدیک به نوع اول ($H < 0.5$) بود. در این نوع منحنی، تلفات در اوایل زندگی کم بوده و اغلب افراد به مرحله بلوغ رسیده و در نهایت در اثر اتمام عمرشان از بین می‌روند. به عبارت دیگر این نوع منحنی معرف تلفات بسیار پایین در سنین جوانی و تلفات بالا در سنین پیری می‌باشد. این نوع منحنی به ندرت در جمعیت‌های طبیعی مشاهده می‌شود. حشراتی که استراتژی تولیدمثلی K-selection دارند این نوع منحنی را دارا می‌باشند (Price et al., 1980)

پارامترهای تولیدمثلی کفشدوزک *H. variegata*

نتایج مربوط به پارامترهای تولیدمثلی کفشدوزک *H. variegata* روی گیاهان مختلف در جدول (۱) ارائه شده است. با توجه به تمام تخم‌های گذاشته شده که در شروع آزمایش به طور کامل تفریخ گردیدند، پارامتر نرخ تفریخ (h_x) روی همه گیاهان مورد بررسی برابر یک به دست آمد. پارامتر نرخ ناخالص باروری با لحاظ کردن درصد تخم‌های تفریخ شده از کل تخم‌ها به دست می‌آید که با توجه به اینکه نرخ تفریخ برابر یک می‌باشد نرخ ناخالص زادآوری و باروری یکی خواهد بود و در نتیجه پارامتر نرخ ناخالص تفریخ نیز که حاصل تقسیم پارامتر نرخ ناخالص باروری به نرخ ناخالص زادآوری است برابر یک

به‌دست خواهد آمد. همچنین با توجه به موارد گفته شده در مورد نرخ تفریح، دو پارامتر نرخ خالص زادآوری و نرخ خالص باروری که با لحاظ کردن احتمال بقای فرد در پارامترهای نرخ ناخالص زادآوری و نرخ ناخالص باروری به‌دست می‌آید، یکسان خواهد بود.

بین نرخ ناخالص زادآوری و باروری کفشدوزک روی گیاهان مختلف تفاوت معنی‌داری وجود داشت (F=35.88, df=3, 87, P<0.05) و بیشترین مقدار هر دو پارامتر نرخ ناخالص زادآوری و باروری (۶۰۴/۳۳±۱۵/۲۷ تخم/ماده) روی ذرت و کم‌ترین مقدار این پارامتر (۳۷۸/۶۱±۱۵/۴۷ تخم/ماده) روی سورگوم بود. بین مقادیر نرخ خالص زادآوری و باروری کفشدوزک روی گیاهان مختلف تفاوت معنی‌داری وجود داشت (F=33.49, df=3, 87, P<0.05). بیشترین مقدار این پارامتر روی ذرت (۵۳۸/۵۴±۱۵/۵۳ تخم) به‌دست آمد.

بین میانگین تعداد تخم گذاشته شده و میانگین تخم بارور گذاشته شده کفشدوزک روی گیاهان میزبان مورد مطالعه تفاوت معنی‌داری وجود داشت (F=6.91, df=3, 87, P<0.05). میانگین تخم گذاشته شده در هر روز از ۷/۷۲±۰/۳۱ تا ۹/۴۴±۰/۲۳ (ماده/تخم) متغیر بود که کم‌ترین آن روی سورگوم و بیشترین آن روی ذرت بود. به طور مشابه کوهورت پرورش یافته روی ذرت دارای بیشترین میانگین تخم بارور در روز بود. با توجه به اینکه نرخ تفریح برابر یک بود بنابراین میانگین تخم گذاشته شده در هر روز با میانگین تخم زادآور گذاشته در هر روز توسط فرد ماده برابر به‌دست آمد.

جدول ۱- پارامترهای تولیدمثلی کفشدوزک *H. variegata* روی گیاهان مختلف در ۲۵ درجه سلسیوس (میانگین ± خطای استاندارد)

Table 1- The reproductive parameters of *H. variegata* fed on aphid on four host plants at 25°C (Mean ± SE)

Parameters	<i>T. aestivum</i> var. Tajan	<i>H. vulgare</i> var. dasht	<i>Z. mays</i> var. Single cross 704	<i>S. durra</i> var. Speed feed
Gross fecundity rate	500.50 ± 15.85 ^b	447.06 ± 15.90 ^c	604.33 ± 15.27 ^a	378.61 ± 15.47 ^d
Gross fertility rate	500.50 ± 15.85 ^b	447.06 ± 15.90 ^c	604.33 ± 15.27 ^a	378.61 ± 15.47 ^d
Net fecundity rate	412.09 ± 16.98 ^b	405.60 ± 15.66 ^b	538.54 ± 15.53 ^a	309.56 ± 15.08 ^c
Net fertility rate	412.09 ± 16.98 ^b	405.60 ± 15.66 ^b	538.54 ± 15.53 ^a	309.56 ± 15.08 ^c
Gross hatch rate	1.00 ± 0.00	1.00 ± 0.00	1.00 ± 0.00	1.00 ± 0.00
Mean number of fertile eggs	8.20 ± 0.25 ^b	8.43 ± 0.30 ^b	9.44 ± 0.23 ^a	7.72 ± 0.31 ^b

*Means followed by the same letters in each row are not significantly different, (SNK, P < 0.05).

جدول ۲- طول دوره مراحل مختلف (روز) پس از بلوغ در حشرات ماده کفشدوزک *H. variegata* روی گیاهان مختلف در ۲۵ درجه

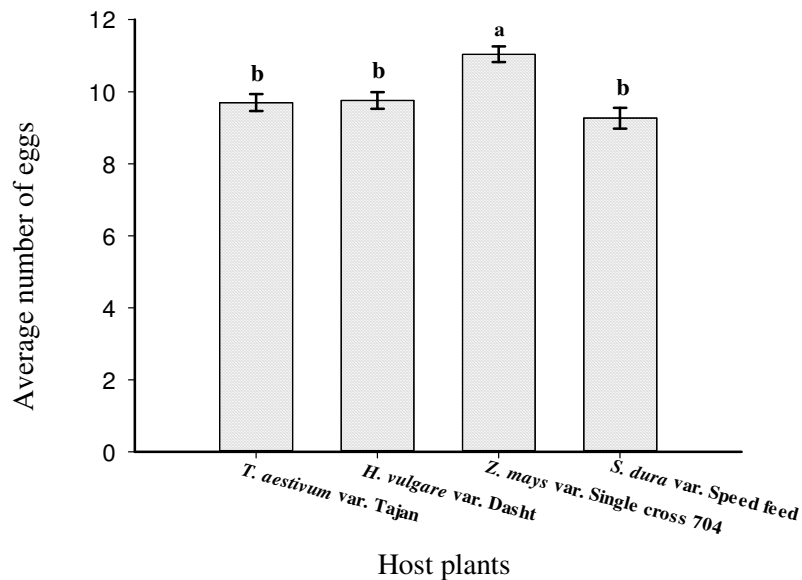
سلسیوس (میانگین ± خطای استاندارد)

Table 2- The Duration of post-imaginal developmental time of *H. variegata* on four host plants at 25°C (Mean ± SE)

Parameters	<i>T. aestivum</i> var. Tajan	<i>H. vulgare</i> var. dasht	<i>Z. mays</i> var. Single cross 704	<i>S. durra</i> var. Speed feed
pre-oviposition	4.32 ± 0.28 ^a	4.27 ± 0.23 ^a	3.88 ± 0.21 ^a	4.63 ± 0.28 ^a
oviposition	36.72 ± 1.62 ^b	33.31 ± 1.19 ^b	41.76 ± 1.34 ^a	27.84 ± 1.64 ^c
Post-oviposition	7.36 ± 0.28 ^a	6.81 ± 0.31 ^a	7.64 ± 0.28 ^a	6.63 ± 0.38 ^a

*Means followed by the same letters in a row are not significantly different, (SNK, P < 0.05).

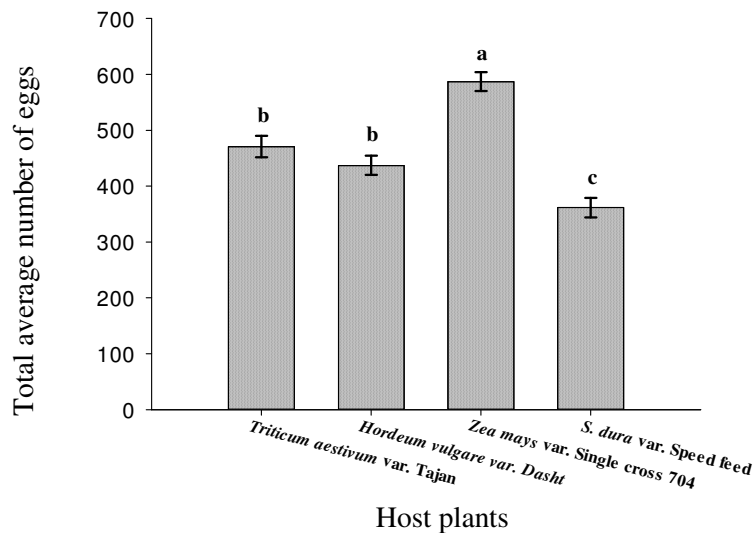
بین میزان تخم گذاشته شده توسط کفشدوزک *H. variegata* به ازای هر فرد ماده در هر روز روی گیاهان مختلف تفاوت معنی داری وجود داشت ($F=10.19$, $df=3$, 87 , $P<0.05$) (شکل ۳). همچنین بین میانگین میزان تخم‌ریزی کفشدوزک در طول عمر روی گیاهان مختلف تفاوت معنی داری وجود داشت ($F=27.11$, $df=3$, 87 , $P<0.05$) (شکل ۴). بیشترین تخم گذاشته شده روزانه (11.03 ± 0.21 تخم) و مقدار تخم‌ریزی کل (587.08 ± 16.76 تخم) روی ذرت ثبت شد. بین طول دوره قبل از تخم‌ریزی ($F=1.42$, $df=3$, 87 , $P>0.05$) و پس از تخم‌ریزی ($F=2.19$, $df=3$, 87 , $P>0.05$) کفشدوزک روی گیاهان مختلف تفاوت معنی داری وجود نداشت، اما طول دوره تخم‌ریزی کفشدوزک روی گیاهان مورد مطالعه به‌طور معنی داری تحت تاثیر گیاهان میزبان قرار داشت ($F=15.27$, $df=3$, 87 , $P<0.05$). بیشترین طول این دوره روی ذرت (41.76 ± 1.34 روز) به‌دست آمد که به‌ترتیب $1/15$ ، $1/12$ و $1/03$ برابر طول این دوره روی سورگوم، جو و گندم بود (جدول ۲).



شکل ۳- مقایسه تخم‌ریزی روزانه کفشدوزک *H. variegata* تغذیه شده با شته سبز گندم روی

گیاهان مختلف در ۲۵ درجه سلسیوس

Fig. 3- Comparison of daily oviposition rates of *Hippodamia variegata* on four host plants at 25°C



شکل ۴- مقایسه تخم‌ریزی کل کفشدوزک *H. variegata* تغذیه شده روی شته سبز گندم در

طول عمر روی گیاهان مختلف در ۲۵ درجه سلسیوس

Fig. 4- Comparison of total oviposition of *Hippodamia variegata* on four host plants at 25°C

بحث

روابط گیاه-گیاه‌خوار-دشمن طبیعی دارای پیچیدگی‌های بسیاری است. تنوع گیاهی از یک طرف بر پارامترهای زیستی و فیزیولوژیک گیاه‌خوار تاثیر می‌گذارد و هم با واسطه گیاه‌خوار، ویژگی‌های دشمن طبیعی گیاه‌خوار را تحت تاثیر قرار می‌دهد. گیاهان میزبان به‌عنوان سطح اول تغذیه، اثرات مهمی روی زیست‌شناسی کفشدوزک‌های شکارگر به‌عنوان سطح سوم تغذیه دارند (Kalushkov & Hodek, 2004). دینامیسم جمعیت شکارگرهای آفات گیاهی بستگی به کیفیت گیاه میزبان آفت دارد (Smith *et al.*, 1994). مطالعات پیشین ثابت کرده‌اند که نه تنها کیفیت بلکه کمیت منابع غذایی مورد استفاده بندپایان از جمله آفات (سطح دوم تغذیه) و دشمنان طبیعی (سطح سوم تغذیه) نیز عاملی مهم در نشو و نما می‌باشد (Eischen & Dietz, 1987; Hagley & Barber, 1992). خصوصیات ذاتی گیاهان میزبان شکار، اثرات مهم و قابل توجهی روی زیست‌شناسی، بقا و خصوصیات بیولوژیکی و اکولوژیکی کفشدوزک *H. variegata* ایجاد می‌کنند (Wu *et al.*, 2010).

در این پژوهش بالاترین نرخ بقا روی گیاه جو ثبت شد. این امر می‌تواند نشان دهنده پایین بودن مرگ و میر مراحل نابالغ کفشدوزک شکارگر روی این گیاه باشد که احتمالاً ناشی از پایین بودن درصد ترکیبات شیمیایی ثانویه و یا سایر متابولیت‌های دفاعی در این گیاه باشد. همچنین تفاوت در میزان بقاء ممکن است به واسطه وجود مقادیر متفاوت عوامل تغذیه‌ای (کربن، نیتروژن و فسفر) و متابولیت‌های دفاعی باشد که به‌صورت مستقیم می‌توانند روی پتانسیل نمو و باروری یک گیاه‌خوار و در نهایت شکارگر آن تاثیر بگذارند (Syed & Abro, 2003; Sarfraz *et al.*, 2007).

برطبق نتایج مطالعات Wu *et al.* (2010) میانگین تعداد تخم روزانه و کل در کفشدوزک *H. variegata* در دمای ۲۵ درجه سلسیوس و با تغذیه از شته سبز جالیز *A. gossypii* پرورش یافته روی پنج میزبان گیاهی مورد مطالعه به‌ترتیب بین ۲۰/۰۳-۲۶/۱۱ و ۵۹۹/۲۹-۶۶۷/۱۲ عدد تعیین شد. به‌طوری‌که مشاهده می‌شود تخم‌ریزی روزانه و کل به‌دست آمده در پژوهش

حاضر از نتایج این محققین کم تر بود. طول دوره قبل از تخم‌ریزی و دوره تخم‌ریزی نیز به ترتیب ۲/۹۵-۳/۹۴ و ۲۶/۶۵-۳۳/۳۷ روز بود که طول دوره قبل از تخم‌ریزی فقط با مقدار ثبت شده روی گیاه ذرت هم‌خوانی داشت و از سایر گیاهان میزبان دیگر کم تر بود، ولی طول دوره تخم‌ریزی در مطالعه مذکور با طول دوره‌های ثبت شده روی جو و سورگوم مشابهت داشت. نتایج پژوهش ما مشخص می‌کند که گونه‌های گیاهی میزبان شته سبز گندم اثر قابل توجهی روی دوره قبل از تخم‌ریزی، نرخ تخم‌ریزی و نرخ تفریح تخم کفشدوزک *H. variegata* می‌گذارد، که این محققین هم نتایج مشابهی به دست آوردند. در مطالعات ما دوره‌های قبل و پس از تخم‌ریزی *H. variegata* بین چهار گیاه میزبان تغییرات قابل توجهی نداشت اما محققین دیگر دریافتند که گونه‌های گیاهان میزبان شکار می‌توانند روی این پارامترها موثر باشد (Rü & Mitsipa, 2000; Al- (Zyoud et al., 2005).

همچنین مطالعات غفوری مقدم و همکاران روی پارامترهای رشد جمعیت کفشدوزک *H. variegata* با تغذیه از گیاهان میزبان غلات نشان داد که این شکارگر با تغذیه از شته سبز گندم پرورش‌یافته روی گندم بالاترین نرخ ذاتی افزایش جمعیت و نرخ خالص تولیدمثل را در بین سایر گیاهان میزبان و سپس روی ذرت، سورگوم و جو داشته است (Ghafouri Moghaddam et al., 2016). بنابراین نتایج مطالعات ما مشخص می‌کند که گونه‌های گیاهی میزبان شکارها نقش مهمی روی نشو و نما و بقای شکارگرها ایفا می‌کند. این می‌تواند منجر به تفاوت‌هایی در مقدار تغذیه شته‌ها از گیاهان میزبان مختلف باشد. ارقام و گونه‌های گیاهی می‌توانند به‌طور موثری باعث ذخیره چربی (لیپید) در شته‌ها شوند که این به نوبه خود روی نشو و نما و بقای دشمنان طبیعی تاثیر می‌گذارد (Febvay et al., 1992; Dillwith et al., 1993). مقایسه همه پارامترهای تولیدمثلی بحث شده کفشدوزک *H. variegata* در تغذیه از شته سبز گندم پرورش یافته روی چهار گیاه میزبان نشان داد که کفشدوزک‌های پرورش یافته روی گیاه ذرت از پتانسیل تولیدمثلی بالایی برخوردار می‌باشند. به عبارت دیگر ذرت به علت بالا بودن نرخ خالص باروری، میانگین تخم‌های بارور گذاشته شده در هر روز و امید به زندگی به‌عنوان سطح اول تغذیه، میزبان مناسب‌تری برای سطح سوم تغذیه یعنی کفشدوزک شکارگر محسوب شده و باعث افزایش نسبی پتانسیل تولیدمثل کفشدوزک می‌شود.

نتیجه‌گیری کلی

به‌طور کلی این مطالعه نشان داد که هر چهار گیاه میزبان شته سبز گندم برای نشو و نما و تولیدمثل کفشدوزک شکارگر *H. variegata* مناسب هستند. با توجه به اطلاعات به دست آمده، گیاه ذرت میزبان مناسب‌تری برای فعالیت شکارگری کفشدوزک می‌باشد. با توجه به این که نرخ خالص باروری، میانگین تخم‌های بارور گذاشته شده در هر روز و امید به زندگی حشرات کامل کفشدوزک روی ذرت بیشتر است، لذا می‌توان نتیجه‌گیری نمود که این کفشدوزک از پتانسیل بیشتری برای کنترل بیولوژیک شته سبز گندم روی ذرت برخوردار است. بنابراین برای انجام یک برنامه کنترل بیولوژیک مناسب علیه شته سبز گندم باید تلفیقی از هر سه سطح (گیاه- شکار- شکارگر) را مد نظر قرار داد. همچنین در جهت تولید انبوه و به‌کارگیری موثر این کفشدوزک شکارگر در کنترل بیولوژیک و مدیریت تلفیقی شته‌ها، نه تنها گونه شته میزبان بلکه گیاهان میزبان شته هم باید در نظر گرفته شوند.

References

- Al-Zyoud, F., Tort, N. and Sengonca, C. 2005.** Influence of host plant species of *Bemisia tabaci* (Genn.) (Hom., Aleyrodidae) on some of the biological and ecological characteristics of the entomophagous *Serangium parcesetosum* Sicard (Col, Coccinellidae), *Journal of Pest Science*, 78: 25-30.
- An, R. J., Li, X. W., Zhang, J. X. and Zhang, L. J. 2000.** Study on bionomics of *Hippodamiavariegata* (Goeze), *Journal of Zhelimu Animal Husbandry College Tongliao*, 10:14-16.
- Atlihan, R. M. and Kaydan, B. 2002.** Development, survival and reproduction of three coccinellids feeding on *Hyalopteruspruni* Geoffer (Homoptera: Aphididae), *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 26: 119-124.
- Babu, A. 1999.** Influence of prey species on feeding preference, postembryonic development and reproduction of *Coccinella transversalis* F. (Coccinellidae: Coleoptera), *Entomon*, 24:221-228.
- Bellows, T. S., Van Driesche, R. G. and Elkinton, J. S. 1992.** Life table construction and analysis in the evaluation of natural enemies, *Annual Review of Entomology*, 37:587-614.
- Birch, L. C. 1948.** The intrinsic rate of natural increase in an insect population, *Journal of Animal Ecology*, 17: 15-26.
- Blackman, R. L. and Eastop, V. F. 2000.** Aphids on the Worlds Crops An Identification and Information Guide. 2nd eds, John Wiley and Sons Ltd., UK, 466 pp.
- Buchanan, G. A. 1996.** Beneficial insects in the home yard and garden, The University of Georgia Extension Publications and Bulletins, 1140: 1-5.
- Cabral, S., Garcia, P. and Soares, A. O. 2008.** Effects of pirimicarb, buprofezin and pymetrozine on survival, development and reproduction of *Coccinella undecimpunctata* (Coleoptera: Coccinellidae), *Biocontrol Science and Technology*, 18: 307-318.
- Carey, J. R. and Vargas, R. I. 1985.** Demographic analysis of insect mass rearing: a case study of three tephritids, *Journal of Economic Entomology*, 78: 523-527.
- Carey, J. R. 1993.** Applied Demography for Biologists with Special Emphasis on Insects, Oxford University Press, New York, 224 pp.
- Dent, D. R. and Wratten, S. D. 1986.** The host-plant relationships of *apterous virginoparae* of the grass aphid *Metopolophium festucaecerealium*, *Annal of Applied Biology*, 108: 567-576.
- Dillwith, J. W., Neese, P. A. and Brigham, D. L. 1993.** Lipid biochemistry in aphids. In: Stanley-Samuelson, D. W. & Nelson, D. R. (eds), *Insect lipids: chemistry, biochemistry, and biology*. University of Nebraska Press, Lincoln, pp: 389-434.
- Eischen, F. and Dietz, A. 1987.** Growth and survival of *Galleria mellonella* (Lepidoptera: Pyralidae) larva fed diets containing honey bee-collected plant resins, *Annals of the Entomological Society of America*, 80: 74-77.
- Ershova, N. I. 1981.** Aphidophagous coccinellids in covered ground, *Zashchita Rastanii Moskva*, 1: 29-30. (In Russian)
- Fan, G. H. and Zhao, J. F. 1988.** Functional response of *Adonia variegata* (Goeze) (Coleop: Coccinellidae) to cotton aphids, *Natural Enemies of Insects*, 10:187-190.
- Fan, G. H., Liu, B. X., Song, Q. B. and Ma, G. R. 1995.** Studies on biology of *Adonia variegata* Goeze, *Entomological Journal of East China*, 4: 70-74.
- Farhadi, R., Allahyari, H. and Chi, H. 2011.** Life table and predation capacity of *Hippodamia variegata* (Coleoptera: Coccinellidae) feeding on *Aphis fabae* (Hemiptera: Aphididae), *Biological Control*, 59: 83-89.
- Febvay, G., Pageaux, J. F. and Bonnot, G. 1992.** Lipid composition of the pea aphid, *Acyrtosiphon pisum* (Harris) (Homoptera: Aphididae), reared on host plant and on artificial media, *Archive Insect Biochemistry Physiological*, 21: 103-118.

- Feng, H. Z., Wang, L., Xiong, R. C., Wang, B. and Ji, C. S. 2000.** A study on the population dynamics and predacious function of *Hippodamia (Adonia) variegata* (Goeze). Entomological Knowledge, 37: 223–227.
- Francis, F., Haubruge, E., Hastir, P. and Gaspar, C. 2001.** Effect of aphid host plant on development and reproduction of the third trophic level, the predator *Adalia bipunctata* (Coleoptera: Coccinellidae), Environmental Entomology, 30: 947–952.
- Franzmann, A. B. 2002.** *Hippodamia variegata* (Goeze) (Coleoptera: Coccinellidae), a predacious ladybird new in Australia, Australian Journal of Entomology, 41: 375–377.
- Ghafouri Moghaddam, M., Golizadeh, A., Hassanpour, M., Rafiee-Dastjerdi, H. and Razmjou, J. 2016.** Demographic traits of *Hippodamia variegata* (Goeze) (Coleoptera: Coccinellidae) fed on *Sitobion avenae* Fabricius (Hemiptera: Aphididae). Journal of Crop Protection, 5 (3): 431–445.
- Gibson, R. L., Elliott, N. C. and Schaefer, P. 1992.** Life history and development of *Scymnus frantalis* (Coleoptera: Coccinellidae) on four species of aphids, Journal of Kansas Entomology Society, 65: 410–415.
- Giles, K. L., Madden, R. D., Stockland, R., Payton, M. E. and Dillwith, J. W. 2002.** Host plants affect predator fitness via the nutritional value of herbivore prey: investigation of a plant-aphid-ladybeetle system, Biocontrol, 47: 1–21.
- Gilkeson, L. and Kelin, M. 2001.** Natural enemies of insect pests. Cooperative Extension, Cornell University, Ithea, N.Y. 63 pp.
- Gordon, R. D. 1987.** The first North American records of *Hippodamia variegata* (Goeze) (Coleoptera: Coccinellidae), Journal of the New York Entomological Society, 95:307–309.
- Hagley, E. A. C. and Barber, D. R. 1992.** Effect of food sources on the longevity and fecundity of *Pholetesor ornigis* (Weed) (Hymenoptera: Braconidae), Canadian Entomologist, 124: 341–346.
- Hodek, I. and Honek, A. 1996.** Ecology of Coccinellidae, Boston: Kluwer Academic, pp: 464.
- Hodek, I. 1973.** Biology of Coccinellidae, Czechoslovak. Academy of Science Prague, 260 pp.
- Iperti, G. 1978.** Coincidence spatiale des coccinelles et des pucerons, Annales de Zoologie Ecologie Animale, 10: 373–75.
- Kalushkov, P. and Hodek, I. 2004.** The effects of thirteen species of aphids on some life history parameters of the ladybird *Coccinella septempunctata*, Biocontrol, 49: 21–32.
- Kontodimas, D. C. and Stathas, G. J. 2005.** Phenology, fecundity and life table parameters of the predator *Hippodamia variegata* reared on *Dysaphis crataegi*, Biocontrol, 50: 223–233.
- Krafsur, E. S., Obrycki, J. J. and Nariboli, P. 1996.** Gene flow in colonizing *Hippodamia variegata* ladybird beetle populations, Journal of Heredity, 87: 41–47.
- Lanzoni, A., Accineli, G., Bazzocchi, G. and Burgio, G. 2004.** Biological traits and life table of the exotic *Harmonia axyridis* compared with *Hippodamia variegata*, and *Adalia bipunctata* (Col, Coccinellidae). Journal of Applied Entomology, 128: 298–306.
- Lido, P. and Carey, J. R. 1994.** Mass rearing of *Anastrepha* (Dip: tephritidae). Fruit flies: a demographic analysis, Journal of Economic Entomology, 87: 176–180.
- Lotfalizadeh, H. 2001.** Gender segregation on the part of the fauna ladybeetle (Col.: Coccinellidae) of Mughan area, Journal of Entomological Society of Iran, 22 (1): 1–19.
- Maia, A. H. N., Luiz, A. J. B. and Campanhola, C. 2000.** Statistical inference on associated fertility life table parameters using Jackknife technique: computational aspects, Journal of Economic Entomology, 93: 511–518.
- Meyer, J. S., Ingersoll, C. G., McDonald, L. L. and Boyce, M. S. 1986.** Estimating uncertainty in population growth rates: jackknife vs. bootstrap techniques, Ecology, 67: 1156–1166.
- Michels, G. J. and Bateman, A. C. 1986.** Larval biology of two imported predators of the greenbug, *Hippodamia variegata* Goeze and *Adalia flavomaculata* Degeer, under constant temperatures, Southwestern Entomologist, 11: 23–30.

- Michels, G. J. and Flanders, R. V. 1992.** Larval development, aphid consumption and oviposition for five imported coccinellids at constant temperature on Russian wheat aphids and greenbugs, 17: 233–243.
- Obrycki, J. J. and Kring, T. J. 1998.** Predaceous Coccinellidae in biological control, Annual Review of Entomology, 143: 295–321.
- Pang, B. P., Zhao, J. X., Meng, R. X., Meng, H. W. and Yi, W. D. 2000.** Predation of *Adonia variegata* (Goeze) on the wheat aphid, *Macrosiphum avenae* (F.): intraspecific interference and space heterogeneity, Journal of Inner Mongolia Agricultural University, 21: 13–17.
- Price, P. W., Bouton, C. E., Gross, P., McPherson, B. A., Thompson, J. N. and Weis, A. E. 1980.** Interactions among three trophic levels: influence of plant on interactions between insect herbivores and natural enemies, Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics, 11: 41–65.
- Rü, B. L. and Mitsipa, A. 2000.** Influence of the host plant of the cassava mealy bug *Phenacoccus manihoti* on life-history parameters of the predator *Exochomus flaviventris*, Entomologia Experimentalis et Applicata, 95: 209–212.
- Sarfraz, M., Dossall, L. M. and Keddie, B. A. 2007.** Resistance of some cultivated Brassicaceae to infestations by *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae), Journal of Economic Entomology, 100: 215–224.
- Smith, C. M., Khan, Z. R. and Pathak M. D. 1994.** Techniques for Evaluating Insect Resistance in Crop Plants, CRC Press, 320 pp.
- Soares, A. O., Coderre, D. and Schanderl, H. 2004.** Dietary self-selection behaviour by the adults of the aphidophagous lady-beetle *Harmonia axyridis* (Coleoptera: Coccinellidae), Journal of Animal Ecology, 73: 478–486.
- SPSS. 2012.** SPSS Base 21.0 User's Guide, SPSS Incorporation, Chicago.
- Syed, T. S. and Abro, G. H. 2003.** Effect of *brassica* vegetable hosts on biology and life table parameters of *Plutella xylostella* under laboratory condition, Pakistan Journal of Biological Science, 6: 1891–1896.
- Thompson, S. N. 1999.** Nutrition and culture of entomophagous insects, Annual Review of Entomology, 44: 561–592.
- William, F. L. 2002.** Lady beetles, Ohio State University Extension Fact Sheet, Horticulture and Crop Science. Division of Wildlife, 2021 Coffey Rd. Columbus, Ohio, 857 pp.
- Wu, X. H., Zhou, X. R. and Pang, B. P. 2010.** Influence of five host plants of *Aphis gossypii* Glover on some population parameters of *Hippodamia variegata* (Goeze), Journal of Pest Science, 83: 77–83.
- Yang, P. J. J. R. and Dowell, R. V. 1994.** Temperature influence on the development and demography of *Bactrocera dorsalis* in China, Environmental Entomology, 23: 971–974.

Influence of different host plants of English grain aphid, *Sitobion avenae* (Hemiptera: Aphididae) on some life table parameters of ladybird, *Hippodamia variegata* (Coleoptera: Coccinellidae)

M. Ghafouri Moghaddam^{1*}, A. Golizadeh², M. Hassanpour², H. Rafee-Dastjerdi²,
J. Razmjou³

1- Ph.D. Student of Entomology, Department of Plant Protection, College of Agriculture, University of Zabol, Zabol, Iran

2- Associate professor, Department of Plant Protection, Faculty of Agricultural and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran

3- Professor, Department of Plant Protection, Faculty of Agricultural and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran

Abstract

The effect of four host plants of English grain aphid, *Sitobion avenae* (Fabricius) (Hemiptera: Aphididae) including wheat, *Triticum aestivum* var. Tajan, barley, *Hordeum vulgare* var. Dasht, corn, *Zea mays* var. Single cross 704 and sorghum, *Sorghum durra* var. Speed, on some life table parameters of ladybird, *Hippodamia variegata* (Goeze) (Coleoptera: Coccinellidae) were evaluated under laboratory conditions at $25\pm 1^{\circ}\text{C}$, $65\pm 5\%$ relative humidity, and a photoperiod of 16:8 h (L: D). The gross fecundity rate and gross fertility rate were 500.50, 447.06, 604.33 and 378.61 eggs/female and the net fecundity rate and net fertility rate were 412.09, 405.60, 538.54 and 309.56 eggs/female on the above-mentioned cultivars, respectively. The highest and lowest value of the net fertility rate was 538.54 and 309.56 eggs/female on corn and sorghum, respectively. Also, the values of daily reproduction rates, number of eggs laid per female per day and mean number of fertile eggs per female per day, varied from 8.20 to 7.72 eggs/female, which was minimum on sorghum and maximum on corn. The life expectancy of one-day-old adults of the *H. variegata* was estimated 47.90, 43.90, 52.78 and 38.60 days on the above-mentioned cultivars, respectively. The comparison of reproduction parameters of *H. variegata* on host plants indicated that this predator has higher reproduction potential on corn. However, the results showed that four host plant species of *S. avenae* were acceptable for the growth, development and reproduction of this predator.

Key words: *Hippodamia variegata*, English grain aphid, Reproductive parameters, Life expectancy, Host plants

* Corresponding Author, E-mail: ghafourim@uoaz.ac.ir

Received: 26 Apr. 2016 – Accepted: 23 Sep. 2016