

مقاله تحقیقی

مقایسه پراسنجه‌های جمعیت‌نگاری (*Sesamia cretica* (Lepidoptera: Noctuidae) روی جیره غذایی نیمه مصنوعی و ذرتلادن صدیقی^۱، حسین رنجبر اقدم^۲، سهراب ایمانی^۱

۱- گروه حشره‌شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران، ایران

۲- موسسه تحقیقات گیاه پزشکی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

مسئول مکاتبات: لادن صدیقی، ایمیل: Ladan_sedighi@yahoo.com

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۷/۱۲

۹(۲)۴۵-۵۸

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۷/۰۹

چکیده

ساقه‌خواران *Sesamia* spp. (Lepidoptera: Noctuidae) از مهم‌ترین آفات مزارع نیشکر و ذرت ایران می‌باشند. مهم‌ترین راهکار توصیه شده برای مهار این آفت، به کارگیری زنبور انگل‌واره تخم، *Telenomus busseolae* Gahan می‌باشد. از سوی دیگر پرورش انبوه زنبور یاد شده، به امکان پرورش و تولید انبوه تخم میزبان‌های اصلی آن یعنی گونه‌های *Sesamia* spp. وابسته است. پژوهش حاضر با هدف بررسی تأثیر جیره غذایی نیمه‌مصنوعی روی پراسنجه‌های جمعیت‌نگاری گونه *Sesamia cretica* Lederer در مقایسه با ذرت به عنوان یکی از میزبان‌های طبیعی و اصلی آن انجام شد. تشکیل جدول زندگی و برآورد پراسنجه‌های مربوطه طبق روش تجزیه جدول زندگی دو جنسی انجام گرفت. بر اساس نتایج به دست آمده، از نظر آماری بین مقادیر پراسنجه‌های جدول زیستی روی ذرت و جیره غذایی نیمه‌مصنوعی تفاوت معنی‌دار وجود داشت. طول دوره رشد و نمو گونه مورد بررسی روی ذرت و جیره غذایی نیمه‌مصنوعی به ترتیب ۵۱/۹۵ و ۴۸/۸ روز برآورد شد. از نظر آماری، بر اساس آزمون Paired Bootstrap Test (PBT) در سطح احتمال ۵ درصد بین طول دوره رشد و نمو *S. cretica* روی میزبان طبیعی ذرت و جیره غذایی نیمه‌مصنوعی اختلاف معنی‌دار وجود داشت. نرخ ذاتی افزایش جمعیت (r) به عنوان مهم‌ترین پراسنجه جدول زیستی روی ذرت و جیره غذایی نیمه‌مصنوعی به ترتیب ۰/۰۶۷۲ و ۰/۰۸۰۵ بر روز بود. بر این اساس، با عنایت به مقدار بیشتر نرخ ذاتی افزایش جمعیت و مقدار کمتر میانگین طول دوره رشد و نمو ساقه‌خوار *S. cretica* روی جیره غذایی نیمه‌مصنوعی مورد بررسی، کیفیت مناسب آن برای تأمین نیازهای غذایی گونه هدف در مقایسه با میزبان طبیعی ذرت تأیید شد. با توجه به نتایج به دست آمده و قابل قبول بودن مقادیر پراسنجه‌های جدول زندگی *S. cretica* روی جیره غذایی نیمه‌مصنوعی مورد بررسی، استفاده از آن به منظور پرورش انبوه این گونه قابل توصیه است.

واژه‌های کلیدی: پرورش، ساقه‌خوار سزامیای ذرت، جیره غذایی، پراسنجه‌های جدول زندگی.

مقدمه

سزامیا در کاهش میزان محصول نقش عمده‌ای داشته‌اند. بر این اساس، کنترل آفات یاد شده برای به دست آوردن محصول بهتر و بیشتر از اهداف اصلی بوده است (Ranjbar (Aghdam, 2016). بجز نیشکر و ذرت، گیاهانی چون جو دوسر، جو، برنج، ارزن، سورگوم علوفه‌ای، گندم، جانسون

از زمان‌های قدیم کشت میزبان‌های ساقه‌خواران جنس *Sesamia* spp. (Lepidoptera: Noctuidae) در غالب استان‌های ایران مثل خوزستان، فارس، اصفهان، مازندران، تهران رواج داشته است. در بیشتر این مناطق ساقه‌خواران

میکروبی Granulosis Virus توسط Moyal *et al.* (1997) به منظور کنترل ساقه‌خواران جنس سزامیا صورت گرفته است. در هر حال، در میان این عوامل زنبور انگل‌وارهٔ تخم *T. busseolae*، با توجه به سازگاری آن نسبت به اقلیم‌های مختلف، قدرت جستجوگری بالا و تخصص میزبانی آن نقش محوری و اساسی در برنامه‌های مهار زیستی گونه‌های سزامیا دارد (Ranjbar Aghdam & Kamali, 2002, 2005).

در گذشته جیره‌های غذایی مختلفی برای پرورش گونه‌های مختلف ساقه‌خواران جنس *Sesamia spp.* معرفی و مورد بررسی قرار گرفته بود. از میان فرمول‌های غذایی نیمه مصنوعی ارائه شده برای پرورش این ساقه‌خواران، فرمول غذایی (Salama & Tolba, 1971) بود. در این فرمول غذایی از پودر ساقهٔ ذرت، آگار، کلسترول، اسید اسکوربیک، مخمر، ساکارز، گلوکز، پودر پورهٔ سبب زمینی و آب مقطر استفاده شده بود. ولی این پژوهشگران ذکر کرده‌اند که شب‌پره‌های بالغ حاصل از لاروهای پرورشی روی این غذا تخم‌های نابارور می‌گذارند. طبق نظر Singh (1977) نیز افراد مادهٔ حاصل از این جیرهٔ غذایی هر چند از نظر جنسی رشد کاملی داشتند، ولی نرها عقیم بودند و در نتیجه تخم‌های حاصل نابارور تولید می‌شد. در ایران نیز Ranjbar Aghdam (1999) از دو جیرهٔ غذایی نیمه مصنوعی ارائه شده توسط Giacometti (1995) و Eizaguirre *et al.* (1994) برای پرورش لاروهای دو گونهٔ *Sesamia cretica* Lederer و *S. nonagrioides* Lefèbvre که از مزارع نیشکر و ذرت استان خوزستان جمع‌آوری شده بودند، استفاده کرد. بر اساس نتایج ارائه شده، پرورش لاروهای هر دو گونهٔ مورد مطالعه روی فرمول‌های غذایی مورد بررسی موفقیت‌آمیز نبود. بر این اساس، طی دهه‌های اخیر در راستای توسعهٔ برنامهٔ مهار زیستی ساقه-خواران *Sesamia spp.* در ایران، پرورش زنبور انگل‌واره *T. busseolae* با استفاده از تخم‌های حاصل از پرورش گونه‌های *Sesamia spp.* روی بریده‌های ساقهٔ نیشکر طبق روش (Ranjbar Aghdam & Kamali, 2002) انجام شد. در این روش، پرورش ساقه‌خواران سزامیا و تولید تخم آنها با

گراس، گوجه‌فرنگی، سیب‌زمینی، جگن، بامبو و نخل میزبان‌های گونهٔ *Sesamia cretica* Lederer می‌باشند. با وجود میزبانهای متعدد همواره ذرت خوشه‌ای (سورگوم)، ذرت، نیشکر و سودان گراس را به سایر میزبانها ترجیح می‌دهد. (Tams & Bowden, 1953; Rao & Nagaraja, 1969; Leslie, 1994; Meijerman & Ulenberg, 1996; Zaki *et al.*, 1997; Heinrichs, 1998; Polaszek & Khan, 1998). در دهه‌های اخیر با توجه به ارزش اقتصادی و کاربردهای متنوع محصولات اصلی و جانبی نیشکر و ذرت، سیاست دولت در راستای افزایش سطح زیرکشت این محصولات زراعی به ویژه نیشکر در استان خوزستان متمرکز بود و توام با افزایش سطح زیر کشت این محصولات به ویژه نیشکر در استان خوزستان و تغییر بوم‌سامانه‌های طبیعی به بوم‌سامانه‌های زراعی تک‌کشتی، افزایش جمعیت این آفات در مزارع نیشکر و ذرت را به دنبال داشته است (Ranjbar Aghdam, 1999, 2016).

به طور کلی به منظور کنترل ساقه‌خواران سزامیا روش‌های مختلفی وجود دارد. یکی از این روش‌ها، استفاده از آفت‌کش‌های شیمیایی است که این روش بر اساس یافته‌های Danyali (1984) بنابه دلایل زیست محیطی و علمی کنار گذاشته شد. روش دیگر، کنترل مکانیکی آفت با جمع‌آوری ساقه‌های آلوده و لاروهای آفت از بخش‌های آلوده مزارع می‌باشد، که این روش نیز با توجه به وسعت سطوح زیر کشت گیاهان میزبان و تراکم بوته‌های ذرت و نیشکر در مزارع و ویژگی‌های زیستی آفت مقرون به صرفه نیست (Ranjbar Aghdam, 1999). اما طی دهه‌های اخیر روش مهار زیستی به عنوان راهکار اصلی در کنترل ساقه‌خواران سزامیا مورد توجه همگان قرار گرفته است (Ranjbar Aghdam & Kamali, 2005). از عوامل مهار زیستی این آفات می‌توان به زنبور انگل‌وارهٔ تخم *Telenomus busseolae* (Gahan) (Hym.: Scelionidae) (Halabian *et al.*, 2013; Scheibelreiter, 2009) زنبور انگل‌وارهٔ لارو *Habrobracon hebetor* Say (Hym.: Braconidae) و در مواردی زنبورهای جنس *Trichogramma spp.* (Grist & Lever, 1969) اشاره کرد. همچنین در دنیا مطالعاتی نیز در زمینهٔ استفاده از عامل

کشت ذرت

برای انجام آزمایش‌ها و امکان پرورش گونه مورد بررسی روی میزبان ساقه‌های ذرت، کشت ذرت در یک واحد گلخانه تحقیقاتی با شرایط قابل کنترل (دمای 27 ± 2 درجه سلسیوس، رطوبت نسبی 50 ± 10 درصد و دوره نوری طبیعی) در بخش تحقیقات کنترل بیولوژیک موسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور انجام شد. کشت ذرت در گلدان‌های پلاستیکی به قطر ۲۴ سانتیمتر و عمق ۲۶ سانتیمتر انجام شد. گلدان‌ها با مخلوطی از خاک رس و شن و خاک برگ (کمپوست) پر شدند. سپس در هر گلدان چهار بذر ذرت در عمق تقریبی ۵ سانتی متری خاک کاشته شد. برای کشت ذرت از رقم رایج داخلی سینگل کراس (KSC 704) استفاده شد. دلیل انتخاب این رقم، گستردگی سطح زیرکشت آن توسط کشاورزان بود. آبیاری گلدان‌ها با بررسی روزانه و بر حسب نیاز قبل از خشک شدن کامل خاک پای آنها انجام شد. برای تامین میزبان مورد نیاز در طول انجام آزمایش‌ها، کشت متوالی ذرت (۱۰ گلدان در هر هفته)، انجام شد.

تهیه جیره غذایی نیمه مصنوعی

به منظور تهیه جیره غذایی نیمه مصنوعی مطلوب برای رشد و نمو و تولید مثل *S. cretica* لازم بود فرمول‌های غذایی مختلفی تهیه و بررسی شود. در بررسی منابع نیز برای پرورش گونه‌های مختلف سزامیا، فرمول‌های غذایی مختلفی ارائه شده بود. در نهایت در پژوهش حاضر با تغییراتی در جیره‌های غذایی بررسی شده توسط Ranjbar Aghdam & Kamali (2002) برای پرورش انبوه *S. cretica* و *Masoud nonagrioides* و جیره غذایی بررسی شده توسط *Masoud et al.* (2010) برای پرورش لاروهای *S. cretica* و آزمایشات متعدد روی فرمول‌های مختلف غذایی با استفاده از بافت‌های مختلف گیاهان میزبان، جیره غذایی نیمه مصنوعی مطلوبی برای پرورش لاروهای *S. cretica* روی آن تهیه شد. بدین منظور و با توجه به اینکه در تمام موارد، بخش مهمی از جیره‌های غذایی نیمه مصنوعی را بافت‌ها و یا بخش‌های مختلفی از اندام‌های گیاهان میزبان به خود

استفاده از میزبان طبیعی آنها یعنی نیشکر انجام می‌شد. ولی به کارگیری میزبان‌های طبیعی به ویژه ساقه نیشکر به منظور پرورش انبوه ساقه‌خواران *Sesamia spp.* در انسکتاریوم مشکلات عدیده‌ای مانند، آلودگی سریع بریده‌های ساقه نیشکر به قارچ‌های ساپروفیت به دلیل قند بالا و عدم امکان ضدعفونی کردن آنها، وابستگی تولید به فصل رویش گیاه میزبان، نیازمند بودن به نیروی انسانی زیاد، بالا بودن هزینه‌های تولید، تلفات بالا و راندمان پایین تولید بدلیل نیاز به دستکاری‌های متعدد و تعویض ساقه‌های آلوده و تغذیه شده با بریده‌های ساقه‌های جدید، توسعه آلودگی‌های میکروبی در طول دوره پرورش و عدم ثبات تولید تخم سزامیا را به دنبال داشت. بر این اساس، در ادامه پژوهش‌های قبلی، پژوهش حاضر به منظور رفع بخش عمده‌ای از مشکلات یاد شده، با تهیه یک جیره غذایی نیمه مصنوعی و ارزیابی کارایی آن در پرورش گونه *S. cretica* در شرایط کنترل شده در مقایسه با میزبان طبیعی این گونه، انجام شد.

مواد و روش‌ها

جمع‌آوری نمونه‌ها به منظور تشکیل کلنی آزمایشگاهی گونه *S. cretica* از مزارع نیشکر آلوده به آفت از شرکت کشت و صنعت امیرکبیر واقع در جنوب اهواز انجام شد. شناسایی گونه بر اساس ویژگی‌های مرفولوژیک توصیف شده برای ژنیتالیا و شاخک شب‌پره‌های نر و شفیره‌های این گونه توسط (Ranjbar Aghdam 1999)، انجام شد.

شرایط محیطی پرورش

پرورش نمونه‌های جمع‌آوری شده و تثبیت کلنی در اتاق رشد با دمای 27 ± 1 درجه سلسیوس، رطوبت نسبی 50 ± 10 درصد و دوره نوری ۲۴ ساعت تاریکی (برای مرحله لاروی) و ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی (برای سایر مراحل زیستی) انجام شد (Masoud et al., 2010). برای پایش و کنترل دقیق تغییرات شرایط محیطی اتاق پرورش از دماسنج ثبات الکترونیکی (Testo 175-H2, Germany) استفاده شد.

بر اساس تخمین و مقایسه مقادیر شاخص‌ها و پراسنجه‌های مهم جدول زیستی *S. cretica* در مقایسه با میزبان طبیعی (ساقه ذرت) روی آن انجام شود.

طراحی آزمایش‌ها

به منظور بررسی و ارزیابی کیفیت جیره غذایی تهیه شده، پراسنجه‌های مهم جدول زندگی شامل طول دوره رشد و نمو، مرگ و میر و زادآوری گونه *S. cretica* روی جیره غذایی نیمه‌مصنوعی در مقایسه با ساقه ذرت مورد بررسی و ارزیابی قرار گرفت. در این مرحله، کلیه بررسی‌ها به منظور برآورد شاخص‌های جمعیتی مورد نظر روی هر یک از جیره‌های غذایی، پس از تثبیت کلنی آزمایشگاهی روی میزبان هدف، در نسل دوم انجام شد. این بررسی‌ها در اتاق رشد با دمای 27 ± 1 درجه سلسیوس، رطوبت نسبی 50 ± 10 درصد و دوره نوری ۲۴ ساعت تاریکی برای مرحله لاروی (Masoud et al., 2010) و ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی برای سایر مراحل زیستی انجام شد.

ارزیابی پراسنجه‌های جدول زندگی

به منظور بررسی پراسنجه‌های جدول زندگی *S. cretica* ابتدا ۲۰ دسته تخم همسن (همزادگان) به طور تصادفی از نسل دوم آزمایشگاهی از روی هر یک از جیره‌های غذایی انتخاب شد. سپس با به کارگیری استریومیکروسکوپ، تعداد ۱۴۰-۲۰۰ عدد تخم همسن (۰-۲۴ ساعته) برای هر یک تیمارهای جیره غذای طبیعی (ذرت) و تیمار جیره غذای نیمه‌مصنوعی، از میان دستجات تخم به طور تصادفی انتخاب و به درون ظروف پتری شیشه‌ای استریل به قطر ۹ سانتی‌متر انتقال یافت. درپوش ظروف پتری با پارافیلیم مسدود شد، تا از فرار لاروهای نئونات پس از تفریح تخم‌ها جلوگیری شود. تخم‌ها روزانه بازدید شد و تعداد تخم‌های تفریح شده از اولین روز شروع تفریح تا آخرین روز ثبت شد. در پایان تعداد تخم‌های تفریح نشده روی هر یک از جیره‌های غذایی برای هر یک گونه‌ها نیز به عنوان تلفات دوره جنینی ثبت شد. پس از اتمام دوره جنینی و خروج لاروهای نئونات، هر یک از لاروها برای ادامه رشد و نمو به ظروف پرورش انفرادی (به قطر ۳ سانتی‌متر و ارتفاع ۲

اختصاص می‌دادند، نخستین گام آماده کردن بافت‌های گیاهی برای تهیه جیره غذای نیمه‌مصنوعی بود. در همین راستا، ابتدا بافت‌های گیاهی مختلف مانند ساقه نیشکر، شوت (ساقه جوان) نیشکر، برگ نیشکر، ساقه ذرت، برگ ذرت، برگ‌های اطراف کلاله ذرت و ... به قطعات کوچکی بریده شده و در سینی‌های استیل به منظور خشک نمودن آنها برای تهیه پودر بافت مورد نظر، قرار گرفتند. سپس بسته به سفی و ضخامت بافت گیاهی به مدت ۴ الی ۸ ساعت داخل آون در دمای ۸۰ درجه سلسیوس قرار داده شدند، تا آب اضافی بافت گیاهی تبخیر شده و بافت هدف به منظور آسیاب و خرد کردن به طور کامل خشک شود. سپس بافت‌ها با استفاده از آسیاب برقی (مدل Puluerisetta, Fritsch) به طور کامل خرد و به شکل پودر درآمدند و در فرمول‌های غذایی مختلف برای تغذیه سنین مختلف لاروی *S. cretica* مورد بررسی قرار گرفتند. به منظور تهیه هر یک از جیره‌های غذایی، پس از آماده شدن بافت‌های گیاهی و سایر ترکیبات مورد نیاز، تمام ترکیبات با استفاده از ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۱ گرم توزین و با همدیگر مخلوط شدند. در ادامه، به منظور همگن‌سازی ترکیب غذایی از مخلوط‌کن برقی استفاده شد. پس از بررسی فرمول‌های غذایی مختلف، با در نظر گرفتن شاخص‌های اولیه و مهم در پرورش حشرات مانند امکان تکمیل دوره رشد و نمو لارو روی آنها، میزان زنده‌مانی لاروها به ویژه در سنین اولیه لاروی نسبت به جمعیت اولیه همزاد، روند یکنواخت رشد و نمو افراد همزاد، بدشکلی شفیره‌ها، وزن شفیره‌های نر و ماده حاصل در مقایسه با جمعیت‌های مزرعه‌ای، درصد خروج شب‌پره‌های بالغ از شفیره‌های تولید شده و ... جیره غذایی مطلوب برای انجام بررسی‌های تکمیلی در قالب آزمایشات رسمی با استفاده از ترکیبات غذایی و شیمیایی، لوبیا چیتی (۸۸ گرم)، مخمر نانواپی (۲۳ گرم)، پودر برگ ذرت (۲۲ گرم)، شکر سفید (۱۲ گرم)، آرد ذرت (۳/۵ گرم)، ویتامین C (۲/۵ گرم)، ویتامین E (۲ گرم)، آگار صنعتی (۱۲/۵ گرم)، فرمالدئید ۴۰ درصد (۲ گرم)، نیپازین (۲ گرم)، سوربیک اسید (۱/۳ گرم)، الکل اتیلیک مطلق (۷ میلی لیتر) و آب مقطر (۸۰۰ میلی لیتر) تهیه شد، تا بررسی‌های تکمیلی

روش تجزیه و تحلیل پراسنجه‌های جدول زندگی

به منظور تجزیه جدول زیستی، بر اساس نظریه Chi & Liu (1985) و روش (Chi, 1988, 2013) از نرم افزار تجزیه جدول زندگی دو جنسی TWosex-MSChart (Version 2015.06.25) استفاده شد. برای تخمین میانگین، واریانس و خطای استاندارد پراسنجه‌های جدول زندگی از روش بوت استرپ با ۱۰۰,۰۰۰ تکرار محاسباتی استفاده شد (Efron & Tibshirani, 1993; Yu et al., 2013). براساس نتایج حاصل، مقایسه میانگین پراسنجه‌های مختلف رشدی و جمعیتی با استفاده از آزمون Paired Bootstrap انجام شد. میانگین طول دوره زندگی شب‌پرک‌های بالغ (Adult longevity) نر و ماده و همین‌طور کل افراد ظاهر شده از شفیره‌های حاصل از جیره‌های غذایی مورد بررسی، با استفاده از داده‌های واقعی ثبت شده در جریان آزمایشات محاسبه شد و در ادامه بر اساس Arbabtafti et al. (2021) با به کارگیری تجزیه واریانس یک سویه، معنی‌داری تفاوت بین میانگین شاخص یاد شده در تیمارهای مورد بررسی مشخص و در نهایت مقایسه میانگین تیمارها با به کارگیری آزمون T-test انجام شد.

نتایج

دوره‌های رشد و نمو

نتایج حاصل از بررسی طول دوره‌های رشد و نمو ساقه خوار *S. cretica* نشان داد که از تعداد ۲۰۰ عدد تخم اولیه حاصل از میزبان طبیعی ذرت، ۱۸۵ عدد تخم تفریخ شده و ۱۴۷ لارو به مرحله شفیرگی رسیدند و در نهایت تمام ۱۱۳ شفیره تبدیل به شب‌پره بالغ شدند. از تعداد ۱۴۰ عدد تخم اولیه روی غذای نیمه‌مصنوعی، ۱۳۵ عدد تخم تفریخ شده و ۱۲۲ عدد لارو مراحل لاروی را کامل سپری کرده و ۱۱۵ عدد شفیره نیز دوره رشدی خود را تکمیل نموده و به حشره بالغ تبدیل شدند. بر اساس نتایج به دست آمده، میانگین کل دوره نابالغ *S. cretica* روی ذرت و جیره غذایی نیمه‌مصنوعی به ترتیب ۵۱/۹۵ و ۴۸/۸۰ روز بود. دوره‌های رشد و نمو تخم، لارو، شفیره و کل مراحل نابالغ گونه یاد شده در جدول ۱ ارائه شده است. نتایج مقایسه میانگین

سانتی‌متر) انتقال یافتند. ظروف پرورش انفرادی لاروها، متناسب با جیره غذایی مربوطه حاوی جیره بریده‌هایی از ساقه ذرت و برشی به حجم تقریبی یک سانتی‌متر مکعب از جیره غذایی نیمه‌مصنوعی بودند. تا زمان اتمام رشد لاروی و ظهور شفیره‌ها ظروف پرورش لاروها به طور روزانه بازدید و در صورت نیاز در تیمارهای غذایی طبیعی بریده ساقه گیاه میزبان تعویض و در تیمار غذایی نیمه‌مصنوعی نیز قطعه تازه‌ای از غذای نیمه‌مصنوعی جایگزین شد. این ظروف انفرادی تا زمان ظهور شفیره‌ها، به طور روزانه بازدید شد و طول مرحله لاروی و مرگ و میر افراد در این دوره نیز در جدول‌هایی ثبت شد. پس از اتمام دوره لاروی و ظهور شفیره‌ها، ۲۴ ساعت پس از تشکیل کامل شفیره‌ها، افراد با بررسی سوراخ‌های جنسی و مخرجی (Sreng, 1984) تعیین جنسیت شد و به ظروف انفرادی جدید مثل ظروف پرورش لاروی منتقل شدند. ظروف شفیره‌ها نیز به طور روزانه بازدید شد و طول مرحله شفیرگی و مرگ و میر افراد در این مرحله نیز در جدول‌های مربوطه ثبت شد. در ادامه، بعد از ظهور افراد بالغ، زمان ظهور هر فرد ثبت شد. حشرات بالغ نوظهور (نر و ماده) مربوط به هر یک از تیمارها به طور جداگانه، به منظور جفت‌گیری و تخم‌ریزی به ظروف استوانه‌ای پلاستیکی به ترتیب به قطر و ارتفاع ۱۷ و ۲۵ سانتی‌متر منتقل شدند. در ظروف جفت‌گیری و تخم‌گیری، برای تغذیه شب‌پره‌ها، از محلول آب-عسل ۵ درصد استفاده شد. همچنین برای تامین بستر تخم‌ریزی از ساقه‌های ذرت استفاده شد. در هر ظرف ۲-۴ ساقه ذرت به طول تقریبی ۲۰ سانتی‌متر قرار داده شد. این ظروف نیز به طور روزانه بازدید شد و میزان تخم‌ریزی روزانه و مرگ و میر افراد بالغ ثبت شد. توده‌های تخم گذاشته شده، به طور روزانه از بستر تخم‌ریزی جمع‌آوری و به ظروف پتری با ثبت تاریخ تخم‌ریزی، تعداد منتقل شدند. سپس ساقه‌های جدید و تازه ذرت به عنوان بستر تخم‌ریزی، در ظروف پرورش حشرات بالغ جایگزین شدند. پتری‌های حاوی تخم‌ها از تاریخ استحصال از ساقه به طور روزانه بررسی و زمان و تعداد تخم تفریخ‌شده تا تفریخ آخرین تخم ثبت شد.

Paired bootstrap نشان داد که بین میانگین دوره‌های رشد و نمو تخم، لارو و شفیره *S. cretica* روی جیره‌های غذایی مورد بررسی از نظر آماری اختلاف معنی‌دار وجود دارد (جدول ۱).

جدول ۱- میانگین (\pm خطای استاندارد) طول دوره‌های رشد و نمو مراحل مختلف رشدی، کل طول دوره زندگی افراد نر و ماده، طول دوره‌های پیش از تخم‌ریزی بالغ (APOP)، کل دوره پیش از تخم‌ریزی (TPOP)، دوره تخم‌ریزی، میانگین باروری، طول دوره زندگی شب‌پرک‌های نر و ماده و طول دوره زندگی کل شب‌پرک‌های نر و ماده *S. cretica* روی جیره غذایی نیمه مصنوعی و ساقه ذرت.

Table 1. Mean (\pm SE) developmental time of the immature stages, duration of female and male life span, APOP, TPOP, oviposition period (days), fecundity (eggs), female, male, and total longevity (days) of *S. cretica* on semi-artificial diet and maize.

Immature Stages / Parameters	Semi-artificial diet		Maize	
	N	Mean \pm SE	N	Mean \pm SE
Incubation period (day)	133	5.40 \pm 0.07 b	185	5.02 \pm 4.04 a
Larval period (day)	122	31.63 \pm 0.23 a	147	36.20 \pm 0.24 b
Pupal period (day)	115	11.96 \pm 0.17 b	113	10.34 \pm 0.12 a
Total immature stages (day)	115	48.80 \pm 0.39 a	113	51.95 \pm 0.23 b
Female life span (day)	58	55.65 \pm 0.58 ns	67	56.37 \pm 0.32 ns
Male life span (day)	57	53.10 \pm 0.47 a	46	55.52 \pm 0.41 b
APOP (day)	58	1.46 \pm 0.06 b	67	1.03 \pm 0.02 a
TPOP (day)	58	51.26 \pm 0.60b	67	52.89 \pm 0.28 b
Oviposition period (day)	58	3.14 \pm 0.13 b	67	2.17 \pm 0.09 a
Fecundity (eggs / female)	58	152.48 \pm 8.90 a	67	118.03 \pm 10.56 b
Female Adult longevity (day)	58	5.69 \pm 0.16 a	67	5.57 \pm 0.10 a
Male Adult longevity (day)	57	4.06 \pm 0.10 a	46	3.41 \pm 0.14 b

میانگین‌های دارای حروف متفاوت در هر ردیف (مرحله رشدی / پراسنجه جدول زیستی) دارای تفاوت معنی‌دار هستند.

مقایسه میانگین طول دوره‌های رشد و نمو مراحل نابالغ، کل طول دوره زندگی افراد نر و ماده، طول دوره‌های پیش از تخم‌ریزی افراد بالغ (APOP)، کل دوره پیش از تخم‌ریزی (TPOP)، دوره تخم‌ریزی و میانگین باروری بر اساس آزمون Paired Bootstrap در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

مقایسه میانگین طول دوره زندگی شب‌پرک‌های ماده و نر با استفاده از آزمون T در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

The means followed by different letters in each row (developmental stage / life table parameter) are significantly different.

Mean comparisons of the developmental stages, female and male life span, APOP, TPOP, oviposition period and fecundity were done by using Paired Bootstrap Test (PBT) at 0.05 probability level.

Mean comparisons of the female longevity and male longevity were carried out by using T-test at 5% probability level.

پراسنجه‌های زیستی دوره بالغ

(Adult Longevity) شب‌پرک‌های نر کوتاه‌تر از شب‌پرک‌های ماده بود (جدول ۱). دوره تخم‌ریزی مربوط به شب‌پرک‌های ماده پرورش یافته روی جیره غذایی نیمه مصنوعی (۳/۱۴ روز) بیشتر از ذرت (۲/۱۷ روز) بود. در مورد دوره پیش از تخم‌ریزی (APOP) نتایج به دست آمده

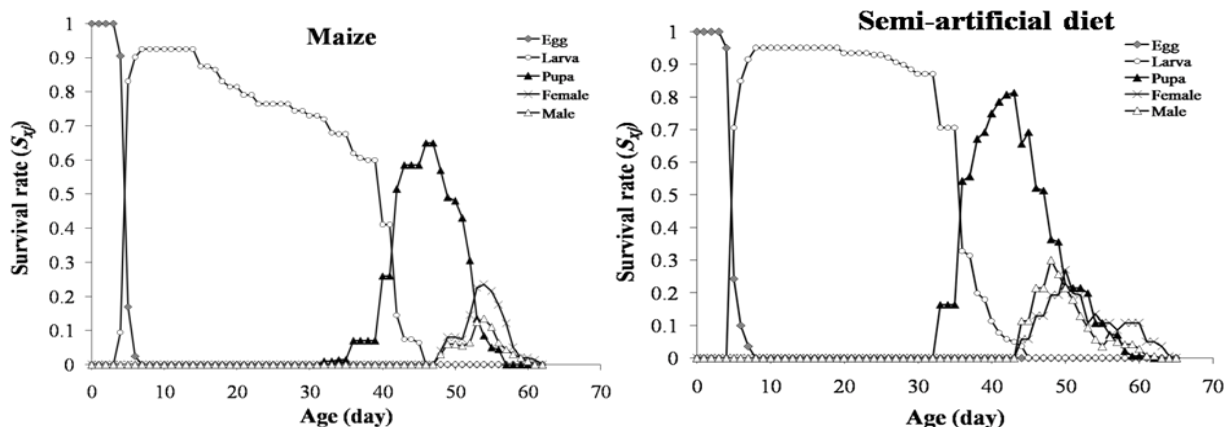
بررسی‌های پراسنجه‌های زیستی دوره بالغ (شب‌پرک‌ها) *S. cretica* نشان داد، شب‌پرک‌های نر و ماده در تیمار جیره غذایی نیمه‌مصنوعی زودتر از تیمار ذرت ظاهر شدند. همچنین در هر دو تیمار طول دوره زندگی

است که در مورد شب پرک‌های نر طول این دوره در جیره غذای نیمه مصنوعی (۴/۰۶ روز) بیشتر از ذرت (۳/۴۱ روز) بود (جدول ۱).

پراسنجه‌های جمعیت تکاری *S. cretica* نرخ زنده‌مانی ویژه سن-مرحله (s_{ij})

محاسبه نرخ زنده‌مانی ویژه سن-مرحله *S. cretica* نشان داد، نرخ زنده‌مانی ویژه سنی این گونه، روی جیره غذای نیمه مصنوعی در سنین و مراحل مشابه بیشتر از ذرت بود. همینطور روند رشد و نمو آن روی جیره غذای نیمه مصنوعی سریع‌تر از ذرت بود. با توجه به اینکه تغذیه از جیره‌های غذای مختلف برای آفت مورد بررسی در مرحله لاروی رخ می‌دهد، اثر این جیره‌ها روی مرگ و میر مرحله لاروی حائز اهمیت خواهد بود. بر اساس نتایج حاصل، همانطور که در شکل ۱ نشان داده شده است، مرگ و میر لاروهای ساقه‌خوار *S. cretica* با تغذیه از ذرت بیشتر از جیره غذای نیمه مصنوعی بود. همین طور نتایج نشان می‌دهد که نرخ زنده‌مانی حشرات بالغ نر و ماده روی جیره غذای نیمه مصنوعی بیشتر از ذرت بود. بالا بودن نرخ زنده‌مانی حشرات کامل در نهایت مدت زمان ویژه تخم‌گذاری را افزایش می‌دهد.

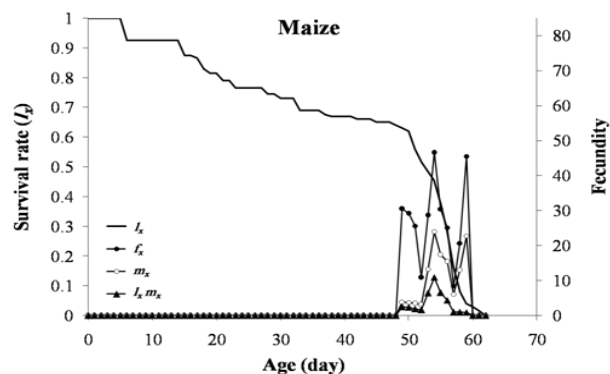
نشان داد بین تیمارهای ذرت (۱/۰۳ روز) و جیره غذای نیمه‌مصنوعی (۱/۴۶ روز) اختلاف معنی‌دار وجود دارد و روی جیره غذای نیمه مصنوعی مقدار آن بیشتر بود. در مورد شاخص کل دوره پیش از تخم‌ریزی (TPOP)، نیز مقدار برآورد شده روی جیره غذای نیمه مصنوعی (۵۱/۲۶ روز) کمتر از ذرت (۵۲/۸۹ روز) بود. با این حال طول دوره تخم‌ریزی در شب پرک‌هایی که از لاروهای پرورش یافته روی جیره غذای نیمه مصنوعی بودند بیشتر از ذرت بود و این مقدار بیشتر می‌تواند حاکی از در اختیار بودن زمان بیشتر برای تخم‌ریزی بیشتر و افزایش جمعیت و فراهم آوردن امکان باروری بالاتر باشد. همانطور که در جدول ۱ نشان داده شده است، طول دوره تخم‌ریزی ساقه‌خوار *S. cretica* روی جیره غذای نیمه مصنوعی بیشتر از ذرت بود. از سوی دیگر میانگین باروری (تخم‌های بارور گذاشته شده) در جیره غذای نیمه‌مصنوعی و ذرت به ترتیب با ۱۵۲/۴۸ و ۱۱۸/۰۳ تخم بود (جدول ۱). این موضوع نیز نشان می‌دهد که می‌تواند تعاملی بین کیفیت جیره غذای مصرفی و طول دوره تخم‌ریزی در راستای بروز حداکثر باروری یک حشره وجود داشته باشد. بر اساس مقایسه میانگین طول دوره زندگی (Longevity) شب‌پرک‌های نر و ماده، این دوره روی جیره غذای نیمه مصنوعی و ذرت در مورد شب پرک‌های ماده فاقد اختلاف معنی‌دار بود، این در حالی



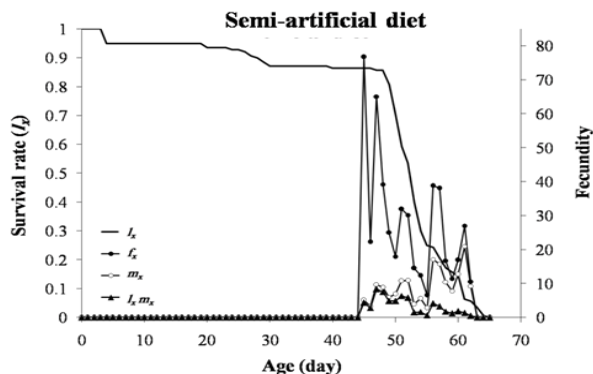
شکل ۱- نرخ زنده‌مانی ویژه سن-مرحله *S. cretica* (s_{ij}) با تغذیه از جیره غذای نیمه مصنوعی و ذرت

Fig. 1. Age-stage survival rate (s_{ij}) of *S. cretica* feeding on semi-artificial diet and maize.

چه سنی خاتمه یافته است. بدین ترتیب می‌توان طول دوره تخم‌ریزی را نیز تخمین زد. نتایج حاصل از بررسی‌های انجام شده در این مورد نشان داد، تخم‌ریزی افراد ماده در تیمار ذرت نسبت به تیمار جیره غذایی نیمه مصنوعی در بازه زمانی کوتاه‌تری اتفاق افتاده است (شکل ۲).



نرخ باروری ویژه سن-مرحله (f_{xj})
در شکل ۲، مراحل مختلف رشدی تخم، لارو و شفیره و افراد نر در نظر گرفته نشده و تنها افراد بالغ ماده ارائه شده است. روزها در محور X به عنوان سن افراد در نظر گرفته شده‌اند. این شکل نشان می‌دهد که باروری فرد ماده در چه سنی شروع شده و در چه سنی به اوج رسیده و در نهایت در



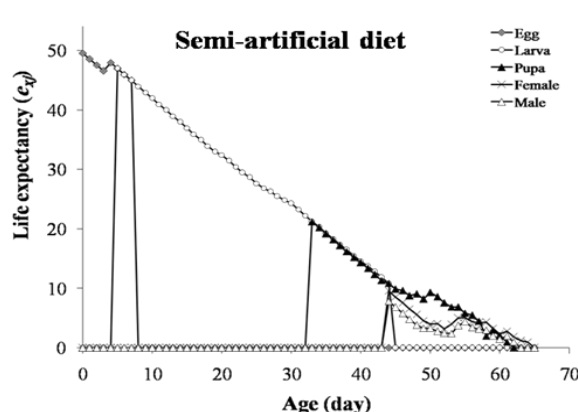
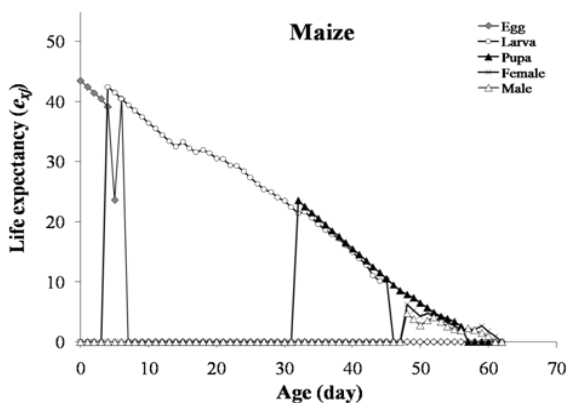
شکل ۲- نرخ زنده‌مانی (l_x)، باروری ویژه سنی (m_x) و باروری ویژه سن-مرحله (f_{xj}) *S. cretica* با تغذیه از جیره غذایی نیمه مصنوعی و ذرت

Fig. 2. Age-specific survivorship (l_x), age-stage-specific fecundity (f_{xj}) and age-specific fecundity (m_x) of *S.cretica* feeding on semi-artificial diet and maize

سنین مختلف رشدی بیشتر از ذرت بود. براساس نتایج بدست آمده، افراد ماده نسبت به افراد نر در هر دو تیمار دارای امید به زندگی بیشتری بودند (شکل ۳).

امید به زندگی ویژه سن-مرحله (e_{xj})

در شکل ۳ امید به زندگی *S. cretica* در روز اول زندگی همزادگان (Cohort) روی ذرت و جیره غذایی نیمه مصنوعی نشان داده شده است. بر همین اساس مقدار امید به زندگی مربوط به جیره غذایی نیمه‌مصنوعی در مراحل و



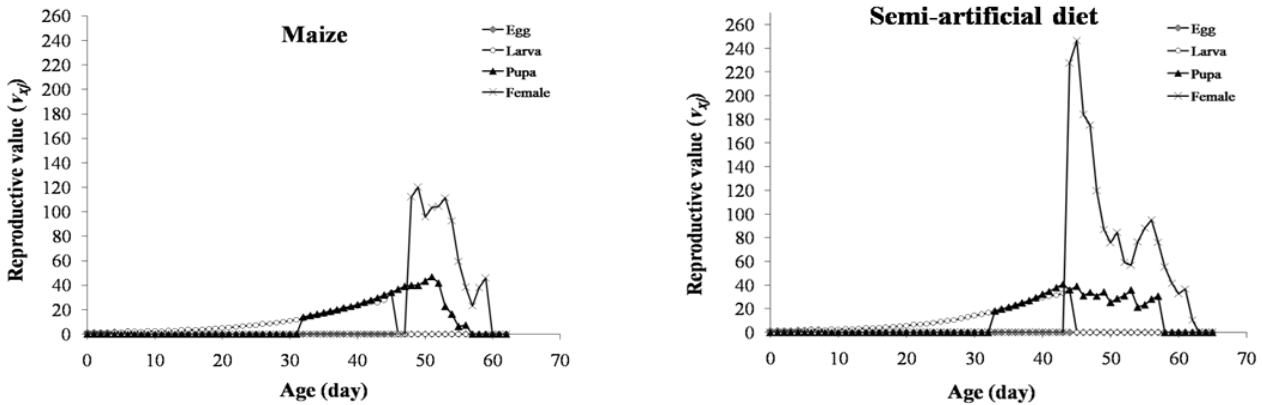
شکل ۳- امید به زندگی ویژه سن-مرحله *S. cretica* با تغذیه از جیره غذایی نیمه مصنوعی و ذرت

Fig. 3. Age-stage specific life expectancy (e_{xj}) of *S.cretica* feeding on semi-artificial diet and maize

ارزش تولید مثلی (v_{xj})

حاصل، بیشترین ارزش تولید مثلی در تیمار غذایی نیمه مصنوعی با مقدار ۲۳۲/۷۶ در روز ۱۴۴ام بود (شکل ۴) نمودارهای ترسیم شده در این شکل با بخش f_x در نمودارهای نرخ باروری ویژه سن-مرحله قرابت دارد.

این پراسنجه، ارزش تولید مثلی هر مرحله رشدی (تخم، لارو، شفیره و ماده بالغ) و هر سن را در تولید مثل همزادگان نشان می دهد. ارزش تولید مثلی در مورد حشرات بالغ ماده از اهمیت بیشتری برخوردار است. بر اساس نتایج



شکل ۴- ارزش تولید مثلی (v_{xj}) *S. cretica* با تغذیه از جیره غذایی نیمه مصنوعی و ذرت

Fig. 4. Age-stage specific reproductive value (v_{xj}) of *S. cretica* feeding on semi-artificial diet and maize

تخم نسبت به ذرت با میانگین ۱۲۶/۱۸ تخم در سطح احتمال ۵ درصد فاقد تفاوت معنی دار بود. در مقابل میانگین مقادیر برآورد شده برای نرخ خالص تولید مثل، بین تیمارهای جیره غذایی نیمه مصنوعی و ذرت دارای اختلاف معنی داری بود و مقدار بیشتر متعلق به تیمار جیره غذایی نیمه مصنوعی با میانگین ۶۳/۱۴ تخم بود (جدول ۲).

بررسی مقادیر نرخ ذاتی افزایش جمعیت نشان داد، سرعت تولیدمثل و نرخ افزایش جمعیت *S. cretica* با تغذیه از جیره غذایی نیمه مصنوعی بیشتر از ذرت بود. این پراسنجه، مهم ترین شاخص جدول زندگی حشرات بود و پتانسیل افزایش جمعیت یک گونه را نشان می دهد. مقدار نرخ ذاتی افزایش جمعیت این آفت با تغذیه از جیره غذایی نیمه مصنوعی با مقدار ۰/۰۸۰۵ (بر روز) در گروه دوم بعد از ذرت قرار داشت. این در حالی بود که مقدار این پراسنجه در روی ذرت با مقدار ۰/۰۶۷۲ (بر روز) بود.

به همین ترتیب بیشترین مقدار نرخ متناهی افزایش جمعیت گونه مورد بررسی با تغذیه از ساقه ذرت ۱/۰۶۹۵ (بر روز) تعیین شد که نشان می دهد جمعیت *S. cretica* با تغذیه از

پراسنجه های رشد جمعیت *S. cretica*

نرخ ذاتی افزایش جمعیت، نرخ متناهی افزایش جمعیت، نرخ ناخالص تولیدمثل، نرخ خالص تولیدمثل و متوسط مدت زمان یک نسل به عنوان مهم ترین پراسنجه های مشخص کننده رشد جمعیت در بررسی های جمعیت نگاری هستند. مقادیر پراسنجه های یاد شده برای ارزیابی پتانسیل رشد جمعیت ساقه خوار مورد بررسی روی جیره های غذایی ساقه ذرت، و جیره غذایی نیمه مصنوعی با استفاده از روش تجزیه جدول زندگی دو جنسی برآورد شد. بر اساس مقایسه میانگین های برآورد شده برای هر یک از پراسنجه های یاد شده که با روش بوت استرپ با ۱۰۰ هزار بار تکرار محاسباتی و با دقت بالا برآورد شده بودند، با آزمون Paired Bootstrap، مشخص شد که مقادیر پراسنجه های یاد شده روی جیره های غذایی مورد بررسی در سطح احتمال ۵ درصد، با یکدیگر اختلاف معنی دار داشتند (جدول ۲).

نرخ ناخالص تولیدمثل که نشان دهنده مجموع تخم هایی است که یک فرد ماده در طول عمر خود می گذارد، در جیره غذایی نیمه مصنوعی با میانگین ۱۶۷/۸۶

غذایی نیمه مصنوعی تهیه شده، بالاتر از ذرت بود و این موضوع مطلوبیت جیره غذایی تهیه شده را از نظر کیفیت و ارزش غذایی در مقایسه با میزبان طبیعی این آفت (ذرت) نشان می‌دهد.

ذرت در هر روز ۱/۰۶۹۵ برابر جمعیت روز قبل خود خواهد شد (جدول ۲). مقایسه کلی مهمترین پراسنجه‌های رشد جمعیت ساقه‌خوار *S. cretica* روی جیره غذایی نیمه مصنوعی و ذرت نشان داد، سرعت افزایش جمعیت گونه یاد شده روی جیره

جدول ۲- پراسنجه‌های رشد جمعیت *S. cretica* با تغذیه از جیره غذایی نیمه مصنوعی و ذرت

Table 2. Life table parameters of *S. cretica* feeding on semi-artificial diet and maize

Life table parameters	Semi-artificial diet	Maize
	Mean ± SE	Mean ± SE
<i>GRR</i> (eggs/individual)	167.86 ± 18.58ns	126.18 ± 29.15ns
<i>R₀</i> (eggs/individual)	63.14 ± 7.35 a	39.54 ± 5.27 b
<i>r</i> (day ⁻¹)	0.0805 ± 0.0027 a	0.0672 ± 0.0024 b
<i>λ</i> (day ⁻¹)	1.0839 ± 0.0029 a	1.0695 ± 0.0026 b
<i>T</i> (day)	51.37 ± 0.56 a	54.57 ± 0.29 b

میانگین‌های دارای حروف متفاوت در هر ردیف (در مورد هر پراسنجه) از نظر آماری دارای اختلاف معنی‌دار هستند (آزمون Paired Bootstrap در سطح احتمال ۵ درصد).

The means followed by different letters in the same row (for each parameter) are significantly different ($P < 0.05$, Paired Bootstrap Test).

بحث

Asadi (1993) حاوی آگار، آب مقطر، آرد ذرت، جوانه گندم، مخمر آبجو، مولتی ویتامین، اسید اسکوربیک، استریتومایسین، نیپازین و اتانول بود. همچنین Ranjbar (2002) و Aghdam & Kamali (2002) تحقیقاتی در راستای پرورش انبوه دو گونه از ساقه‌خواران *Sesamia* spp. و بررسی برخی از پراسنجه‌های رشدی و زیستی آنها روی ۲ جیره غذایی مصنوعی و ۳ میزبان طبیعی ذرت، نیشکر و سورگوم در شرایط آزمایشگاهی انجام داده بودند. طبق نتایج پژوهش یاد شده نیز استفاده از جیره‌های غذایی مصنوعی در پرورش گونه‌های مورد بررسی موفقیت آمیز نبود و در نهایت رویه‌ای به منظور پرورش انبوه ساقه‌خواران *Sesamia* spp. در شرایط آزمایشگاه ارائه نموده بودند. همینطور بر اساس بررسی‌های Moyal *et al.* (1997) و Ranjbar Aghdam & Kamali (2002) ذرت و نیشکر به عنوان مهم‌ترین میزبان‌های طبیعی گونه‌های *S. cretica* و *S. nonagrioides* ذکر شده‌اند، بر این اساس، در پژوهش حاضر کارایی و مطلوبیت جیره غذایی نیمه مصنوعی تهیه شده در مقایسه با گیاه ذرت به عنوان شناخته شده‌ترین گیاه میزبان مورد کشت گونه‌های سزامیا مورد ارزیابی قرار گرفت.

به منظور پرورش آزمایشگاهی ساقه‌خواران *Sesamia* spp. با استفاده از ترکیبات غذایی مصنوعی و نیمه مصنوعی، تلاش‌های زیادی توسط پژوهشگران مختلف صورت گرفته است. برای مثال Salama & Tolba (1971) یک جیره غذایی مصنوعی برای پرورش ساقه‌خوار نیشکر *S. cretica* ارائه نموده است، ولی در ادامه ذکر کرده بود که شب پره‌های حاصل از پرورش روی این محیط غذایی تخم‌های نابارور می‌گذارند. در ادامه Eizaguirre *et al.* (1994) و Giacometti (1995) نیز جیره‌های غذایی مختلفی را برای پرورش آزمایشگاهی گونه *S. nonagrioides* ارائه نموده بودند که اجزای اصلی آن‌ها را اندام‌های گیاهان میزبان به ویژه ساقه ذرت تشکیل می‌داد. در ایران اولین تلاش‌ها به منظور پرورش انبوه گونه *S. nonagrioides* روی جیره‌های غذای مصنوعی توسط Abbasipour Shoushtari (1990) و Jemsi & Bayat Asadi (1993) انجام گرفته بود تا گونه یاد شده را روی محیط‌های غذایی مصنوعی پرورش دهند ولی هیچکدام موفقیت لازم در این مورد را به دست نیاوردند. فرمول غذایی ارائه شده توسط Jemsi & Bayat

رشد و نمو ساقه خواران *Sesamia* spp.

در پژوهش حاضر طول دوره رشد و نمو تمام مراحل رشدی *S. cretica* به طور معنی داری متأثر از جیره غذایی بود. بر اساس (Ranjbar Aghdam & Kamali 2002) میانگین طول دوره لاروی *S. nonagrioides* روی میزبان های ذرت و نیشکر به ترتیب ۲۳/۰۸ و ۲۴/۶۱ روز و طول دوره شفیرگی روی دو میزبان یاد شده به ترتیب ۱۱/۵۷ و ۱۱/۷۸ روز گزارش شده بود که در مورد میزبان ذرت کمتر از مشاهدات ثبت شده در پژوهش حاضر بودند. تفاوت های مشاهده شده می تواند به دلیل تفاوت در ارقام و واریته های ذرت و نیشکر مورد استفاده در پژوهش Ranjbar Aghdam & Kamali (2002) در قیاس با پژوهش حاضر باشد. علاوه بر این عدم تفکیک جنسی شفیره ها در پژوهش (Ranjbar Aghdam & Kamali 2002) و شرایط متفاوت محیطی آزمایش می تواند دلیلی بر تفاوت در نتایج به دست آمده باشد. چون در تحقیق یاد شده از یک سو نام ارقام و واریته های گیاهی مورد استفاده ذکر نشده بود و از سوی دیگر طول دوره شفیرگی برای هر دو جنس نر و ماده به طور تجمعی محاسبه شده است.

(2014). نتایج پژوهش حاضر نیز نشان داد، تمام پراسنجه های جدول زندگی *S. cretica* متأثر از نوع جیره غذایی مورد استفاده برای تغذیه لاروها بود. به طور کلی بر اساس نتایج به دست آمده جیره غذای نیمه مصنوعی به دلایلی مانند کوتاه تر بودن دوره رشدی قبل از بلوغ، بالا بودن میزان باروری و نرخ بقای ویژه سن -مرحله، بالا بودن مقادیر نرخ ذاتی افزایش جمعیت، نرخ متناهی افزایش جمعیت و نرخ خالص تولیدمثل برای نشو و نمای *S. cretica* نسبت به ذرت مطلوب تر بود.

در مجموع بر اساس نتایج حاصل از این بررسی می توان گفت جیره غذای نیمه مصنوعی تهیه شده با در نظر گرفتن مهمترین پراسنجه های مؤثر در پرورش کمی و کیفی حشرات، به منظور پرورش انبوه *S. cretica* در انسکتاریوم ها مناسب بوده و قابل توصیه است. جیره غذایی تهیه شده، ضمن اینکه بسیاری از محدودیت های موجود در بکارگیری میزبان های طبیعی در پرورش گونه های سزامیا را ندارد، بلکه قادر است در مقایسه با ذرت به عنوان یکی از مهمترین میزبان های طبیعی این آفت، نیازهای غذایی آن را در سطح مطلوبی تأمین می کند.

پراسنجه های جمعیت نگاری

به منظور مقایسه توان رشد و نمو و زاد و ولد حشرات در شرایط محیطی متفاوت و روی میزبان های مختلف، پراسنجه هایی مختلفی نظیر نرخ خالص تولیدمثل، نرخ ذاتی افزایش جمعیت، نرخ متناهی افزایش جمعیت و میانگین طول یک نسل توسط پژوهشگران مختلف مورد استناد و استفاده قرار گرفته است (Greenberg *et al.*, 2001; Jha *et al.*, 2012; Mehrkhou *et al.*, 2012 & Tuan *et al.*,

سپاسگزاری

این پژوهش با حمایت مالی موسسه تحقیقات و آموزش شرکت توسعه نیشکر و صنایع جانبی خوزستان و موسسه تحقیقات گیاه پزشکی کشور انجام شده است. نویسنده بر خود لازم می داند از همکاری و مساعدت صمیمانه هر دو موسسه در تأمین هزینه و امکانات لازم برای انجام آن، تشکر و قدردانی نماید.

References

- Abbasipour Shoushtari, H. 1990. Bio-ecology of corn stem borer, *Sesamia nonagrioides* Lef. and its natural enemies in fields of Khuzestan, MSc. Thesis, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran, 169 pp. (In Persian with English summary).
- Arbabafti, R., Fathipour Y. & Ranjbar Aghdam, H. 2021. Temperature-Dependent Demography of Two Geographically Isolated Populations of *Sesamia cretica* (Lepidoptera: Noctuidae), Environmental Entomology, DOI: 10.1093/ee/nvab030, 1-10.
- Chi, H. & Liu, H. 1985. Two new methods for the study of insect population ecology. Bulletin of Institute of Zoology Academy Sinica, 24: 225-240.

- Chi, H. 1988. Life table analysis incorporating both sexes and variable development rates among individuals. *Environmental Entomology*, 17: 26–34.
- Chi, H. 2013. TWSEX–MSChart: a computer program for the age–stage, two–sex life table analysis. <http://140.120.197.173/Ecology/Download/Twosex–MSChart.rar>.
- Danyali, M. 1984. Investigation on using biological, cultural, and chemical controlling methods against sugarcane stem borers in Haft–Tapeh region. MSc. Thesis, pp. 114. Shahid Chamran University of Ahvaz, Iran. (In Persian with English summary).
- Efron, B. & Tibshirani, R.J. 1993. An introduction to the Bootstrap. Chapman and Hall, New York, NY.
- Eizaguirre, M., Lopez, C., Asin, L. & Albajes, R. 1994. Thermoperiodism, photoperiodism and sensitive stage in the diapaus's induction of *Sesamia nonagrioides* Lef. (Lep.: Noctuidae). *Journal of Insect Physiology*, 40(2): 113–119.
- Giacometti, R. 1995. Rearing of *Sesamia nonagrioides* Lef. (Lep.: Noctuidae) on a Meridic diet. *Redia* LXXVIII, (1): 19–27.
- Greenberg, S.M., Sétamou, M., Sappington, T.W., Liu, T–X., Coleman, R.J. & Armstrong, J.S. 2001. Temperature–dependent development and reproduction of the boll weevile (Coleoptera: Curculionidae). *Insect science*, 12: 449–459.
- Grist, D.H. & Lever, R.J.A.W. 1969. Pests of rice. Longmans, London.
- Halabian, R., Mohammadi, M.H., Salimi, M., Amani, M., Mohammadi Roushande, A., Aghaipoor, M., Amirizadeh, N., Ebrahimi, M., Jahanian–Najafabadi, A. & Habibi Roudkenar, M. 2013. Genetically engineered mesenchymal stem cells stably expressing green fluorescent protein. *Iranian Journal of Basic Medical Sciences*, 13(2): 24–30.
- Heinrichs, E. A. 1998. Rice: West Africa. pp.49–57. In Polaszek, A. (ed.). In African Cereal Stem Borers. Economic Importance, Taxonomy, Natural Enemies and Control. CAB International, Wallingford.
- Jemsi, Gh. & Bayat Asadi, H. 1993. Rearing of maize tem borer *Sesamia nonagrioides botanephaga* T&B on artificial diet under laboratory condition. pp. 88 in Proceeding of the 11th plant protection congress of Iran, 300 pp. 28 August – 2 September, 1993, University of Guilan, Rasht, Iran. (In Persian with English summary).
- Jha, R.K., Chi, H. & Tang, L.C. 2012. A Comparison of artificial diet and hybrid sweet corn for the rearing of *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) based on life table characteristics. *Environmental Entomology*, 41: 30–39.
- Masoud, M.A., Saad, A.S.A., Mourad, A.K.K. & Ghorab, M.A.S. 2010. Mass rearing of the pink corn borer, *Sesamia cretica* Led. larvae on semi–artificial diets. *Communication in Agricultural and Applied Biological Sciences*, 75(3): 295–304.
- Meijerman, L., & Ulenberg, S. A. 1996. Identification of African stem borer larvae (Lepidoptera: Noctuidae, Pyralidae) based on morphology. *Bulletin of Entomological Research*, 86: 567–578.
- Mehrkhrou, F., Talebi, A.A., Moharramipour, S. & Naveh, V.H. 2012. Demographic parameters of *Spodoptera exigua* (Lepidoptera: Noctuidae) on different soybean cultivars. *Environmental Entomology*, 41: 326–332.
- Moyal, P., Fediere, G., Semeada, A.M., El–Sheikh, M.A.K., El–Sherif, S. & Abol–Ela, S. 1997. Control of the pink borer, *Sesamia cretica* Led. (Lepidoptera: Noctuidae) in maize field using a granolosis virus in Egypt. 6th European Meeting in the IOBC/WPRS working group, Insect Pathogens and Insect Parasites Nematodes, August 10–15, 1997, Copenhagen (DNK).
- Polaszek, A. & Khan, Z. R. 1998. Host plants. Pp. 3–10. In Polaszek, A. (ed.). In African Cereal Stem Borers. Economic Importance, Taxonomy, Natural Enemies and Control. CAB International, Wallingford.
- Ranjbar Aghdam, H. 1999. Possibility of *in vivo* rearing of *Platytenomus hylas* Nixon (Hym., Scelionidae) in order to biological control of the sugarcane stem borers, *Sesamia* spp., MSc. thesis, 106 pp. Shahid Chamran University of Ahvaz, Iran. (In Persian with English summary).
- Ranjbar Aghdam, H. 2016 Mass rearing of the sugarcane stem borers, *Sesamia* spp. using semi–artificial diet, pp. 90, Final Report of Research Project, Iranian Research Institute of Plant Protection, Agricultural Research, Education & Extension Organization, Tehran, Iran. (In Persian with English summary).
- Ranjbar Aghdam, H. & Kamali, K. 2002. *In vivo* rearing of *Sesamia cretica* and *Sesamia nonagrioides botanephaga*. *Journal of Entomological Society of Iran*, 22: 63–78. (In Persian with English summary).
- Ranjbar Aghdam, H. & Kamali, K. 2005. Investigation on biology and efficiency of *Platytenomus hylas* Nixon (Hym.: Scelionidae), the egg parasitoid of *Sesamia* spp. Under laboratory condition. *The Scientific Journal of Agriculture*, 27(2): 71–81. (In Persian with English summary).
- Rao, V.P. & Nagaraja, H. 1969. *Sesamia* species as pests of sugar cane. pp. 207–223 in Williams, J.R., Metcalfe, J. R. Mungomery, R.W. & Mathes R. (Eds) *Pests of sugarcane*, Elsevier, Amsterdam.
- Salama, H.S. & Tolba, R.A. 1971. Development of the sugar cane borer *Sesamia cretica* Led. on a Semi-artificial diet. *Zeitschrift für Angewandte Entomologie*, 68: 74–75.

- Scheibelreiter, G.K. 2009. Sugarcane stem borers (Lep., Noctuidae and Pyralidae) in Ghana. *Journal of Applied Entomology*, 89: 87–99.
- Singh, P. 1977. Artificial diets for insects, mites and spiders. II/Plenum. New York.
- Sreng, I. 1984. La pheromone sexuelle de *Sesamia* spp. Lepidoptera – Noctuidae. Ph.D. dissertation, Universite de Dijon, France.
- Tams, W.H.T. & Bowden, J. 1953. A revision of the African species of *Sesamia* Guene'e and related genera (Agrotidae: Lepidoptera). *Bulletin of Entomological Research*, 43: 645–678.
- Tuan, S.J., Li, N.J., Yeh, C.C., Tang, L.C. & Chi, H. 2014. Effects of green manure cover crops on *Spodoptera litura* (Lepidoptera: Noctuidae) populations. *Journal of Economic Entomology*, 107(3): 897–905.
- Yu, J.Z., Chi, H. & Chen, B.H. 2013. Comparison of the life tables and predation rate of *Harmonia dimidiata* (F.) (Coleoptera: Coccinellidae) fed on *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae) at different temperatures. *Biological Control*, 64: 1–9.
- Zaki, F.N., Awadallah, K.T. & Gesraha, M.A. 1997. Parasitism by *Meteorus rubens* on *Agrotis ipsilon* as affected by supplementary food and kairomone, field studies. *Anzeiger für Schadlingskunde Pflanzenschutz Umweltschutz*, 70: 117-119.

Comparison demographic parameters of *Sesamia cretica* (Lepidoptera: Noctuidae) on semi-artificial diet and maize

Ladan Sedighi¹, Hossein Ranjbar Aghdam², Sohrab Imani¹

1. Department of Agricultural Entomology, Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran, Iran.

2. Iranian Research Institute of Plant Protection, Agricultural Research, Education and Extension (AREEO), Tehran, Iran.

Corresponding author: Ladan Sedighi, email: Ladan_sedighi@yahoo.com

Received: Oct., 01, 2021

9(2) 45–58

Accepted: Oct., 04, 2021

Abstract

The stem borers, *Sesamia* spp. (Lepidoptera: Noctuidae) are the most important pest insects on sugarcane and maize in Iran. Biological control using its egg parasitoid wasp, *Telenomus busseolae* Gahan, is the main recommended controlling method for the pest. On the other hand, mass rearing of *T. busseolae* is strongly depended on mass rearing of its natural hosts. This study was done to determine the effect of semi-artificial diet on demographic parameters of *Sesamia cretica* Lederer in comparison with maize as its main natural host. Life table construction and related parameters estimation were carried out using two-sex life table analysis procedure. According to the results, there was statistically difference between estimated values of the demographic parameters of *S. cretica* on maize and semi-artificial diets. Total developmental period of *S. cretica* were 51.95 and 48.8 days on maize, and semi-artificial diet, respectively. There was statistically significant difference between maize and semi-artificial diets, according to the Paired Bootstrap Test (PBT) at 5% probability level. Estimated values for intrinsic rate of increase (r), as the most important life table parameter, were 0.0672 and 0.0805d⁻¹ on maize, and semi-artificial diet, respectively. Considering higher value of intrinsic rate of increase and lower value of mean developmental time of *S. cretica* on semi-artificial diet, its proper quality to meet the nutritional needs of the target species was confirmed in comparison with maize. Considering all of the results and acceptable values of the life table parameters, examined semi-artificial diet is recommended for mass rearing of *S. cretica*.

Keywords: Rearing, *Sesamia cretica*, Diet, Life table parameters.
