

تأثیر هیبریدهای مختلف ذرت بر پارامترهای رشد جمعیت کرم غوزه‌ی پنبه (*Helicoverpa armigera* (Lep.: Noctuidae))

اکرم ارقند، بهرام ناصری✉، جبرائیل رزمجو و مهدی حسنیپور
گروه گیاهپزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل
(تاریخ دریافت: خرداد ۱۳۹۰؛ تاریخ پذیرش: دی ۱۳۹۰)

چکیده

کرم غوزه‌ی پنبه *Helicoverpa armigera* آفت جدی محصولات مختلف کشاورزی در ایران و سایر نقاط جهان است. تأثیر هیبریدهای مختلف ذرت شامل SC700، SC704، SC500، DC370 و SC260 در قالب رژیم غذایی مصنوعی روی پارامترهای رشد جمعیت *H. armigera* در اتاقک رشد (دمای 25 ± 1 درجه سلسیوس، رطوبت نسبی 65 ± 5 درصد و دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی) بررسی شد. نرخ ذاتی افزایش جمعیت (r_m) روی هیبریدهای مختلف از 0.1039 تا 0.1394 بر روز در نوسان بود که کمترین مقدار را روی SC700 و بیشترین مقدار را روی SC500 داشت. بیشترین مقدار نرخ خالص تولید مثل (R_0) روی SC500 (203.90 ماده به ازاء هر فرد ماده در هر نسل) و کمترین مقدار روی SC700 (68.30) به دست آمد. نتایج نشان داد که طولانی‌ترین زمان دو برابر شدن جمعیت (DT) روی SC700 (6.59 روز) و کوتاه‌ترین آن روی SC500 (4.96 روز) بود. به دلیل بالاتر بودن ضریب تبیین (r^2) در مدل Gompertz، داده‌های به دست آمده روی هیبریدهای مختلف برازش مناسب‌تری با این مدل در مقایسه با مدل Weibull داشتند. نرخ بقاء افراد در زمان ورود افراد هم سن اولیه به مرحله‌ی حشره کامل، 0.36 ، 0.44 ، 0.56 ، 0.48 و 0.48 در ترتیب روی هیبریدهای DC370، SC704، SC260، SC500 و SC700 بود. در زمان ظهور اولین حشره کامل، امید به زندگی *H. armigera* روی هیبریدهای فوق به ترتیب 13.55 ، 16.45 ، 13.53 ، 13.43 و 13.76 روز بود. یافته‌های حاصل از این پژوهش نشان داد که SC700 میزبان نامناسب و SC500 میزبان مناسبی برای *H. armigera* بود. واژه‌های کلیدی: کرم غوزه‌ی پنبه، *Helicoverpa armigera*، رشد جمعیت، هیبرید ذرت

Effect of different corn hybrids on population growth parameters of cotton bollworm, *Helicoverpa armigera* (Lep.: Noctuidae)

A. ARGHAND, B. NASERI✉, J. RAZMJOU and M. HASSANPOUR

Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran

Abstract

The cotton bollworm, *Helicoverpa armigera* is a serious pest of different agricultural crops in Iran and other parts of the world. The effect of different corn hybrids including SC700, SC704, SC500, DC370 and SC260 which incorporated into artificial diets on population growth parameters of *H. armigera* was studied at growth chamber conditions ($25 \pm 1^\circ\text{C}$, $65 \pm 5\%$ RH and a photoperiod of 16:8 (L:D) hours). The intrinsic rate of increase (r_m) on different hybrids varied from 0.1039 to 0.1394 (day^{-1}), which was lowest on SC700 and highest on SC500. The highest net reproductive rate (R_0) was on SC500 (203.90 females/female/generation) and the lowest value of this parameter was on SC700 (68.30). The results showed that longest doubling time (DT) was on SC700 (6.59 days) and shortest one was on SC500 (4.96 days). Because of the higher coefficient of determination (r^2) value in Gompertz model, data from different hybrids had a better fit to this model compared to Weibull model. The survival rate (l_x) of individuals developed to adults from the initial cohort was 0.36, 0.44, 0.56, 0.46 and 0.48 on DC370, SC704, SC260, SC500 and SC700. The life expectancy (e_x) of *H. armigera* was 13.55, 16.45, 13.53, 13.43 and 13.76 days, respectively at the first day of adult emergence. Our findings indicated that hybrid SC700 was unsuitable host and hybrid SC500 was suitable host for *H. armigera*.

Key words: Cotton bollworm, *Helicoverpa armigera*, population growth, corn hybrid

مقدمه

کرم غوزه‌ی پنبه (*Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae)، به عنوان آفت رایج بسیاری از محصولات کشاورزی در ایران (Farid, 1986) و نقاط مختلف جهان (Zalucki et al., 1994; Singh and Mullick, 1997) می‌باشد. این گونه دارای دامنه‌ی وسیعی از گیاهان میزبان شامل محصولات زراعی، سبزیجات و گیاهان وحشی است. کرم غوزه‌ی پنبه می‌تواند روی اغلب ساختارهای رویشی و زایشی گیاهان میزبان شامل ساقه، برگ، تاج گل و میوه در مراحل رشدی مختلف تغذیه کند (Moral Garcia, 2006; Fathipour and Naseri, 2011). خطرات زیست محیطی ناشی از کاربرد بی‌رویه‌ی آفتکش‌ها، توسعه‌ی مقاومت به آفتکش‌ها به ویژه پایرتروئیدهای مصنوعی در اثر تکرار سمپاشی (Gunning et al., 1984) و از بین رفتن موجودات غیرهدف به ویژه دشمنان طبیعی آفات گرایش قابل توجهی را در تغییر راهبردهای مدیریتی *H. armigera* ایجاد کرده است (Naseri et al., 2009).

مقاومت گیاه میزبان به طور کارآمد در برنامه‌های مدیریت تلفیقی علیه چندین آفت محصولات کشاورزی استفاده شده است (Sarfranz et al., 2006). مطالعه‌ی تاثیر گیاهان میزبان یا رقم‌های گیاهی مختلف روی دموگرافی حشرات آفت که مهم‌ترین آن پارامترهای رشد جمعیت است می‌تواند نقش مهمی در مدیریت هر چه بهتر آفات ایفا کند (Lewis et al., 1997). ویژگی‌های متعدد زیستی در حشرات از جمله رشد و نمو مراحل قبل از بلوغ، بقا، تولید مثل و پارامترهای رشد جمعیت تحت تاثیر نوع گیاه میزبان می‌باشد (Tsai and Wang, 2001; Kim and Lee, 2002; Liu et al., 2004). بر اساس گزارش‌های (Bernys and Chapman, 1994)، ترکیبات شیمیایی ثانوی موجود در گیاهان، تأثیر بسزایی در بقا، رشد و نمو و تولید مثل حشرات گیاهخوار دارد.

دوره‌ی رشدی *H. armigera* روی سه غذای مصنوعی تهیه شده از نخود، سویا و ذرت توسط Singh and Rembold

(1992) بررسی شده است. نرخ بقا در حشرات پرورش داده شده روی نخود بیشترین و روی ذرت کمترین بود. پارامترهای زیستی *H. armigera* روی میزبان‌های گیاهی مختلف (پنبه، نخود، سورگوم، گلرنگ و لوبیا سودانی) توسط Kulkarni et al. (2004) مطالعه شده است. حشرات ماده‌ی پرورش یافته روی نخود به طور معنی‌داری تخم‌های بیشتری نسبت به سایر میزبان‌های گیاهی قرار دادند. پارامترهای جدول زندگی *H. armigera* روی سیزده رقم سویا توسط Naseri et al. (2009) بررسی شده است. بر اساس گزارش این محققین، نرخ ذاتی افزایش جمعیت (r_m) از ۰/۱۳۲۴ تا ۰/۱۸۴۸ در نوسان بود که کمترین مقدار را روی رقم 356 و بیشترین مقدار را روی رقم M9 داشت. بیشترین مقدار نرخ خالص تولید مثل (R_0) روی M7 (۳۵۴/۹۲) و کمترین مقدار روی 356 (۸۹/۳۵) بود.

مطالعه پارامترهای رشد جمعیت شب‌پره *H. armigera* روی غذای مصنوعی تهیه شده با بذر پنج میزبان گیاهی مختلف توسط Bagheri et al. (2010) نشان داد که لوبیا چشم‌بلبلی (رقم مشهد) و ذرت (هیبرید SC704) به ترتیب به عنوان مناسب‌ترین و نامناسب‌ترین میزبان‌ها برای رشد و تولید مثل *H. armigera* بودند. یافته‌های حاصل از بررسی پارامترهای رشد جمعیت *H. armigera* روی بذر لوبیا چشم‌بلبلی و ارقام مختلف نخود (در قالب غذای مصنوعی) توسط Fallahnejad-Mojarrad et al. (2011) نشان داد که رقم آرمان نخود به عنوان میزبان نامناسب برای *H. armigera* می‌باشد. مطالعات Karimi et al. (2011) روی پارامترهای جدول زندگی *H. armigera* پرورش یافته روی ارقام مختلف کلزا نشان داد که ارقام Licord و Talaye به عنوان میزبان‌های نامطلوب و رقم RGS003 به عنوان میزبان مطلوب برای رشد و نمو و تولید مثل *H. armigera* می‌باشد.

با توجه به اینکه در مورد پارامترهای رشد جمعیت *H. armigera* روی هیبریدهای مختلف ذرت تاکنون تحقیقی صورت نگرفته است و به دلیل اهمیت اقتصادی این آفت بر

بررسی پارامترهای رشد جمعیت *H. armigera*: به منظور مطالعه‌ی پارامترهای رشد جمعیت *H. armigera*، به ازای هر هیبرید ذرت ۵۰ عدد تخم هم سن انتخاب و بعد از ظهور لاروهای نئونات، هر یک به صورت مجزا در ظروف پتری (قطر ۸ سانتی متر) روی رژیم غذایی مصنوعی تهیه شده از بذر هیبریدهای مختلف ذرت قرار داده شد. طول دوره‌ی لاروی به همراه مرگ و میر آنها به طور روزانه یادداشت شد. بعد از سپری شدن سن ششم لاروی و برای ظهور مراحل پیش‌شغیرگی و شفیرگی، لاروهای کامل به درون ظروف پلاستیکی (قطر ۳ و ارتفاع ۵ سانتی متر) منتقل و طول دوره‌ی پیش‌شغیرگی، شفیرگی و مرگ و میر آنها روی هیبریدهای مختلف ذرت ثبت شد.

بعد از ظهور حشره کامل و به منظور جفتگیری و تخم‌ریزی آنها، یک جفت حشره‌ی نر و ماده به درون ظرف تخم‌ریزی (قطر ۱۱/۵ سانتی متر و ارتفاع ۹/۵ سانتی متر) منتقل شد. از توری‌های حریر به عنوان بستر تخم‌ریزی حشره، در دیواره و درپوش ظروف استفاده شد. از غسل حل شده در آب (به نسبت ۱۰ درصد) برای تغذیه‌ی حشرات کامل نر و ماده استفاده شد. تعداد تخم‌های گذاشته شده در هر روز و تعداد کل تخم‌های گذاشته شده در طول دوره‌ی تخم‌ریزی به همراه طول عمر حشره کامل نر و ماده ثبت شد.

برای محاسبه‌ی نرخ ذاتی افزایش جمعیت و سایر پارامترهای رشد جمعیت، داده‌ها بر اساس سن حشرات ماده (x) ، نسبت بقاء حشرات ماده در سن x (l_x) و میانگین تعداد نتاج (تخم) ماده حاصل از تولیدمثل در سن x (m_x) تنظیم و به کمک آن‌ها و با استفاده از فرمول‌های ارائه شده توسط Carey (2001) این پارامترها محاسبه شدند.

مدل‌های مرگ و میر *H. armigera*: به منظور تعیین رابطه‌ی بین سن (x) و مرگ و میر (μ_x) *H. armigera* روی هیبریدهای مختلف ذرت از دو مدل به نام‌های مدل Gompertz و Weibull استفاده شد. براساس مدل Gompertz رابطه‌ی بین سن و مرگ و میر یک رابطه‌ی نمایی بوده و از

روی این محصول بررسی‌های انجام شده در این زمینه می‌تواند در طراحی رهیافت‌ها و اجرای روش‌های کنترلی موثر در برنامه‌های مدیریت تلفیقی آفات مفید باشد. بنابراین هدف از انجام این پژوهش بررسی پارامترهای رشد جمعیت *H. armigera* روی هیبریدهای مختلف ذرت می‌باشد. با استفاده از اطلاعات حاصل از این پژوهش می‌توان در جهت به حداقل رساندن کاربرد آفتکش‌های شیمیایی روی میزبان‌های نامطلوب برای آفت و گرایش به سمت استفاده از ارقام مقاوم گیاهی به عنوان یکی از ارکان مهم برنامه‌های مدیریت تلفیقی آفات گام موثری برداشت.

روش بررسی

تهیه‌ی رژیم غذایی مصنوعی: بذور پنج هیبرید مختلف ذرت (SC500، SC700، SC704، SC260 و DC370) از موسسه‌ی اصلاح و تهیه‌ی نهال و بذر کرج تهیه شد. بذور مورد نظر با استفاده از یک آسیاب‌کن برقی به طور کامل پودر شده و از هر هیبرید ذرت به مقدار ۲۲۰ گرم جهت تهیه‌ی رژیم غذایی مصنوعی با مواد اولیه شامل پودر آگار ۱۴ گرم، سوربیک اسید ۱/۱ گرم، آسکوربیک اسید ۳/۵ گرم، متیل پارا هیدروکسی بنزوات ۲/۲ گرم، مخمر ۳۵ گرم، پودر جوانه گندم ۳۰ گرم، فرمالدئید ۳۷ درصد ۲/۵ میلی لیتر، روغن آفتابگردان ۵ میلی لیتر و آب مقطر ۶۵۰ میلی لیتر استفاده شد (Twine, 1971).

پرورش *H. armigera*: نمونه‌هایی از تخم *H. armigera* از کلنی آزمایشگاهی پرورش یافته روی رژیم غذایی مصنوعی (بر مبنای لوبیا چشم بلبلی) موجود در آزمایشگاه گروه حشره‌شناسی کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس تهیه شد. پرورش آفت در اتاقک رشد با دمای 25 ± 1 درجه سلسیوس، رطوبت نسبی 60 ± 5 درصد و دوره روشنایی ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی روی رژیم غذایی ذکر شده در بالا انجام شد.

فرمول زیر به دست می‌آید (Carey, 2001):

$$\mu_x = ae^{b(x)}$$

در این فرمول، a مرگ و میر اولیه و b پارامتر Gompertz یا شیب خط رگرسیون است. در مدل Weibull، مرگ و میر تابعی از سن بوده و با فرمول زیر محاسبه می‌شود (Carey, 2001):

$$\mu_x = ax^b$$

به منظور تعیین رابطه‌ی بین سن حشره و مرگ و میر روی هیبریدهای مختلف ذرت، رگرسیون خطی بین لگاریتم طبیعی درصد مرگ و میر (μ_x) و سن (x) طبق مدل Gompertz و همچنین رگرسیون خطی بین لگاریتم طبیعی درصد مرگ و میر و لگاریتم طبیعی سن طبق مدل Weibull محاسبه شد. دو پارامتر مهم جدول زندگی شامل نرخ بقاء (l_x) و امید به زندگی (e_x) با استفاده از فرمول‌های زیر محاسبه شد (Carey, 2001):

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

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

که در آن N_x و N_0 به ترتیب تعداد افراد زنده مانده در سن x و تعداد افراد اولیه در شروع آزمایش و T_x تعداد کل روزهایی است که حشره بعد از سن x زنده مانده است.

تجزیه‌ی آماری: پس از استخراج داده‌ها، برای به دست آوردن پارامترهای رشد جمعیت آفت روی هیبریدهای مختلف ذرت از فرمول‌های ارائه شده توسط Carey (2001) استفاده شد. وجود اختلاف معنی‌دار در هر یک از مقادیر پارامترهای رشد جمعیت *H. armigera* تغذیه شده روی هیبریدهای مختلف ذرت با برآورد مقادیر واریانس با استفاده از روش jackknife آزمون شد (Meyer et al., 1986; Carey, 2001). برآورد پارامترهای رشد جمعیت حاصل از روش jackknife با استفاده از برنامه (Maia et al., 2000) در نرم‌افزار SAS 8.2 (SAS Institute, 1989) انجام شد. کلیه‌ی

تجزیه‌ی های آماری، با استفاده از نرم افزار Minitab 15 و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح ۵ درصد انجام شد. برای رسم نمودارها نیز از نرم‌افزار Excel استفاده شد.

نتیجه و بحث

پارامترهای رشد جمعیت *H. armigera*: نتایج پارامترهای رشد جمعیت *H. armigera* روی هیبریدهای مختلف ذرت در جدول ۱ آورده شده است. نرخ ذاتی افزایش جمعیت (r_m) از ۰/۱۰۳۹ تا ۰/۱۳۹۴ بر روز در نوسان بود که کمترین مقدار را روی SC700 و بیشترین مقدار را روی SC500 داشت ($P < 0.05$). بیشتر بودن نرخ ذاتی افزایش *H. armigera* روی SC500 می‌تواند به دلیل بیشتر بودن باروری و بقاء آفت و تکمیل هر چه سریع‌تر دوره‌ی رشدی قبل از بلوغ حشره روی این هیبرید باشد. با این حال، پایین بودن نرخ ذاتی افزایش روی SC700 می‌تواند به دلیل باروری و بقاء پایین و طولانی بودن دوره‌ی رشدی قبل از بلوغ آفت روی این هیبرید نسبت به سایر هیبریدها باشد. مقادیر به دست آمده از نرخ ذاتی افزایش جمعیت *H. armigera* در منابع علمی تفاوت‌هایی با مقادیر به دست آمده در این پژوهش روی هیبریدهای ذرت داشت. به طوری که این مقدار ۰/۱۲۶ روی غذای مصنوعی تهیه شده با بذر ذرت هیبرید SC704 (Bagheri et al., 2010)، ۰/۱۱۳۵ روی آفتابگردان (Reddy et al., 2004)، ۰/۱۴۲۳ روی ارزن دری (Patal & Koshyia, 1997)، ۰/۱۳ روی رژیم غذایی مصنوعی (Mironidis & Savopoulou-Soultani, 2008) و از ۰/۱۳۲۴ تا ۰/۱۸۴۸ روی غلاف ارقام مختلف سویا (Naseri et al., 2009) گزارش شده است. از دلایل تفاوت در نرخ ذاتی افزایش *H. armigera* پژوهش حاضر با نتایج محققین فوق می‌توان به اختلاف در نوع ماده‌ی مورد تغذیه، تفاوت فیزیولوژیکی در نوع گیاهان مورد آزمایش و تفاوت ژنتیکی در جمعیت‌های پرورش یافته در آزمایشگاه اشاره نمود. در پژوهش حاضر، مقدار نرخ ذاتی افزایش جمعیت *H. armigera* روی هیبرید

چکیده‌ای از توانایی فیزیولوژیک جانور برای تولید مثل می‌باشد. مقایسه‌ی نرخ خالص تولید مثل درک عمیقی از پتانسیل افزایش جمعیت حشرات ارائه می‌کند. بنا به اظهارات Liu *et al.* (2004) مقدار نرخ خالص تولید مثل کرم غوزه‌ی پنبه روی میزبان‌های گیاهی مختلف متفاوت بود، به طوری که مقدار آن از ۵/۱ روی لفل تند تا ۱۱۷/۶ روی پنبه در نوسان بود. در منابع علمی مقادیر متفاوتی برای نرخ خالص تولید مثل *H. armigera* بسته به نوع گیاه مورد تغذیه‌ی آفت ذکر شده است. به طوری که این مقدار روی رژیم غذایی مصنوعی تهیه شده با بذر ذرت هیبرید SC704/۴۰ (Bagheri *et al.*, 2010)، روی آفتابگردان ۱۴۳/۷۷ (Reddy *et al.*, 2004)، روی ارزن دری ۳۷۴/۰۱ (Patal & Koshyia, 1997) و روی غلاف ارقام مختلف سویا از ۸۹/۳۵ تا ۳۵۴/۹۲ (Naseri *et al.*, 2009) گزارش شده است. تفاوت فیزیولوژیکی در نوع گیاه میزبان، استفاده از هیبریدهای ذرت در قالب غذای مصنوعی در پژوهش حاضر، اختلاف ژنتیکی جمعیت‌های پرورش یافته در آزمایشگاه، تفاوت در جمعیت‌های جغرافیایی آزمایش شده و یا اختلاف در شرایط دمایی پرورش حشره از دلایل احتمالی تفاوت در نتایج تحقیق حاضر با نتایج پژوهشگران فوق می‌باشد. نرخ متناهی افزایش *H. armigera* روی پنج هیبرید ذرت تفاوت معنی‌داری نداشت. میانگین نرخ متناهی افزایش روی هیبریدهای مختلف ذرت ۱/۱۴ به دست آمد که مشابه نتایج (Naseri *et al.*, 2009) روی ارقام سویای L17، 356 و Gorgan3 بود. براساس منابع علمی، مقدار این پارامتر برای *H. armigera* روی آفتابگردان ۱/۱۲ (Reddy *et al.*, 2004) و روی ارزن دری ۱/۱۵ (Patal and Koshyia, 1997) گزارش شده است.

مدت زمان لازم برای دو برابر شدن جمعیت (*DT*) *H. armigera* اختلاف معنی‌داری روی پنج هیبرید ذرت داشت ($P < 0.05$). بیشترین مقدار *DT* روی SC700 (۶/۵۹ روز) و کمترین مقدار روی SC500 (۴/۹۶ روز) به دست آمد. با توجه به بالا بودن نرخ ذاتی افزایش آفت روی SC500، کوتاه‌ترین

SC704 (۰/۱۱۹۴ بر روز) با نتیجه‌ی گزارش شده توسط Bagheri *et al.* (2010) روی همین هیبرید ذرت (۰/۱۲۶ بر روز) متفاوت بود. از آنجا که روش مورد استفاده در تهیه غذای مصنوعی در هر دو پژوهش یکسان بود بنابراین اختلاف در نتایج به دست آمده ممکن است به دلیل تفاوت در نسل‌های آزمایشگاهی جمعیت مورد استفاده‌ی حشره باشد. نرخ ذاتی افزایش جمعیت نشانگر تفاوت بین نرخ ذاتی تولد و نرخ ذاتی مرگ در جمعیت است و تفسیر مقادیر به دست آمده آن است که در نهایت به میزان مقدار عددی این پارامتر، فرد ماده به ازای هر ماده در هر روز به جمعیت اضافه می‌شود. بالا بودن نرخ ذاتی افزایش یک حشره روی گیاه میزبان نشان دهنده‌ی حساسیت آن گیاه نسبت به تغذیه‌ی حشره می‌باشد. ولی پایین بودن نرخ ذاتی افزایش بیانگر آن است که گیاه میزبان در برابر تغذیه‌ی حشره مقاوم است. با توجه به حساس بودن SC500، کرم غوزه امکان بیشتری برای زنده‌مانی و افزایش جمعیت روی این هیبرید در مقایسه با سایر هیبریدها دارد. با این حال، هیبرید SC700 میزبان نسبتاً نامناسبی برای آفت بود لذا مقاومت بیشتری در مقایسه با سایر هیبریدها دارد.

نتایج نشان داد که نرخ خالص تولید مثل (R_0) روی هیبریدهای مختلف ذرت اختلاف معنی‌داری داشت ($P < 0.05$)، به طوری که مقدار عددی آن از ۶۸/۳۰ تا ۲۰۳/۹۰ ماده به ازای هر فرد ماده در هر نسل در نوسان بود (جدول ۱) و بیشترین مقدار را روی SC500 و کمترین مقدار را روی SC700 داشت. تفاوت در کیفیت غذایی یا ترکیبات شیمیایی ثانوی هیبریدهای مختلف ذرت مورد آزمایش می‌تواند از دلایل احتمالی اختلاف در نرخ خالص تولید مثل *H. armigera* روی هیبریدهای ذرت باشد. میزان نرخ خالص تولیدمثل نشان دهنده‌ی میانگین تعداد نتاج ماده‌ی تولید شده توسط یک فرد ماده در طول عمر خود با در نظر گرفتن احتمال بقاء ماده می‌باشد. نرخ خالص تولید مثل به عنوان یکی از شاخص‌های مهم دینامیسم جمعیت (Richard, 1961)، آماره‌ای کلیدی و

شدت رابطه بین نرخ بقاء و سن کرم غوزه روی هیبریدهای ذرت در هر دو مدل مورد استفاده، کاربرد این مدل‌ها برای پیش بینی وضعیت اکولوژیک کرم غوزه پنبه روی هیبریدهای ذرت مورد آزمایش توصیه نمی‌شود.

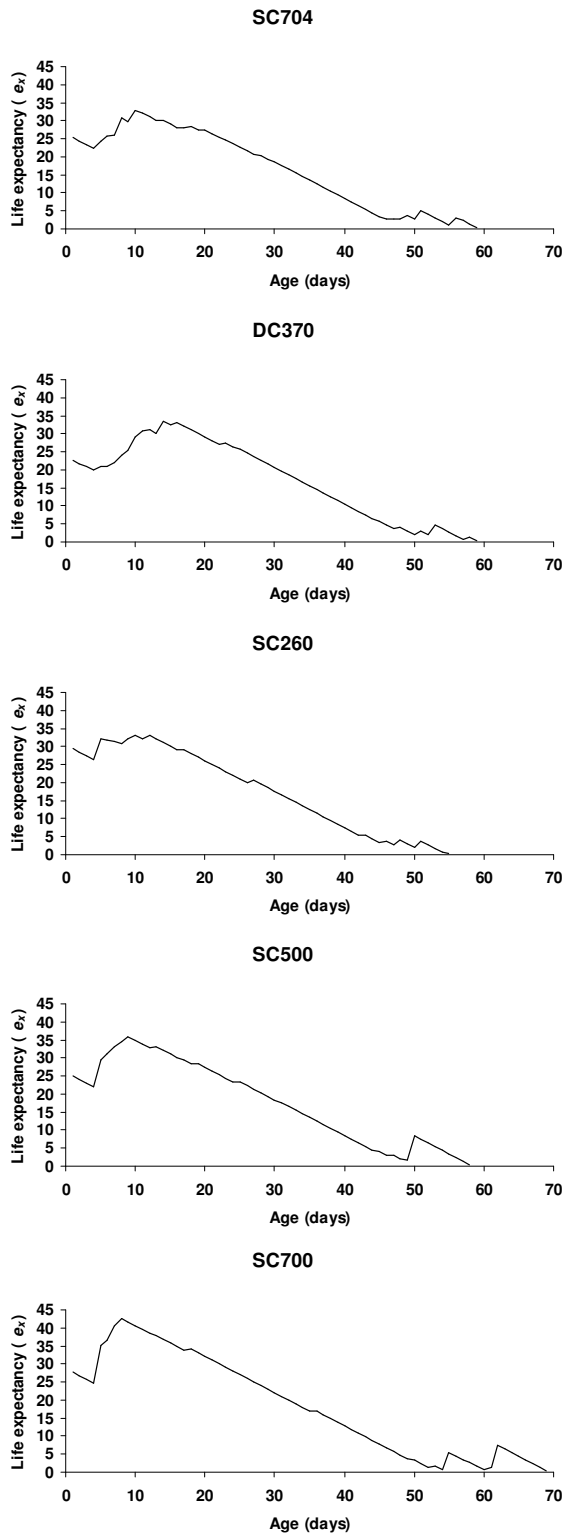
نرخ بقاء و باروری ویژه‌ی سنی *H. armigera*: نرخ بقاء ویژه سنی (l_x) و باروری روزانه (m_x) *H. armigera* روی هیبریدهای مختلف ذرت در شکل ۱ نشان داده شده است. نرخ بقاء *H. armigera* دارای روند متفاوتی روی پنج هیبرید ذرت بود. نرخ بقاء افراد در زمان ورود افراد هم سن اولیه (Cohort) به مرحله حشره کامل ۰/۳۶، ۰/۴۴، ۰/۵۶، ۰/۴۶ و ۰/۴۸ به ترتیب روی هیبریدهای DC370، SC704، SC260، SC500 و SC700 بود. نتایج تحقیق نشان داد که مرگ آخرین فرد ماده (بیشترین سن) روی هیبریدهای فوق به ترتیب در سن ۶۰، ۶۰، ۵۶، ۵۹ و ۷۰ بود.

شروع تخم‌ریزی توسط اولین فرد ماده روی هیبریدهای فوق به ترتیب در سن ۴۳، ۴۳، ۳۸، ۳۵، ۳۹ و ۴۲ بود. بیشترین باروری روزانه‌ی *H. armigera* ظهور یافته از لاروهای تغذیه شده با هیبریدهای فوق به ترتیب ۸۴، ۷۲/۲۵، ۱۶۰/۵۰، ۱۴۱/۴۰ و ۱۴۵/۵۰ ماده/ماده روز بود که به ترتیب در سن ۴۷، ۴۶، ۴۳، ۴۲ و ۴۴ به وقوع پیوست.

امید به زندگی *H. armigera*: طولانی‌ترین و کوتاه‌ترین امید به زندگی (e_x) آفت در آغاز زندگی ۲۹/۵۰ و ۲۲/۸۲ روز به ترتیب روی SC260 و DC370 به دست آمد. در زمان ظهور اولین حشره کامل، امید به زندگی *H. armigera* روی هیبریدهای فوق به ترتیب ۱۳/۵۵، ۱۶/۴۵، ۱۳/۵۳ و ۱۳/۴۳ و ۱۳/۷۶ روز بود که بیشترین مقدار را روی SC704 و کمترین مقدار را روی SC500 داشت. از آنجا که تعداد کل روزهای زنده مانی در افراد هم سن از سن x تا آخرین روزی که زنده مانده‌اند روی DC370 کمترین مقدار را در شروع زندگی داشت، لذا امید به زندگی *H. armigera* روی این هیبرید کمترین میزان را به خود اختصاص داد (شکل ۲).

زمان مورد نیاز برای دو برابر شدن جمعیت اولیه روی این هیبرید به دست آمد. Reddy *et al.* (2004) مدت زمان دو برابر شدن جمعیت را برای *H. armigera* ۶/۱۱ روز روی آفتابگردان گزارش نمودند که مشابه نتیجه‌ی پژوهش حاضر روی SC700 (۶/۵۹ روز) بود. با این حال نتایج Fallahnejad-Mojarrad *et al.* (2011) نشان داد که مقدار این پارامتر روی ارقام مختلف نخود و لوبیا چشم‌بلبلی از ۱/۱۵ تا ۱/۲۲ روز متغیر بود. تفاوت در نتیجه‌ی تحقیق اخیر با یافته‌های پژوهشگران فوق ممکن است به دلیل تفاوت در نوع گیاه میزبان و یا اختلاف در جمعیت‌های جغرافیایی مورد آزمایش کرم غوزه‌ی پنبه باشد. متوسط زمان یک نسل (T) آفت نیز روی هیبریدهای مختلف اختلاف معنی‌دار نداشت. با این حال مقدار آن روی هیبرید SC500 (۳۶/۵۲ روز) نزدیک به یافته‌های Naseri *et al.* (2009) روی رقم L17 (۳۶/۶۱ روز) بود.

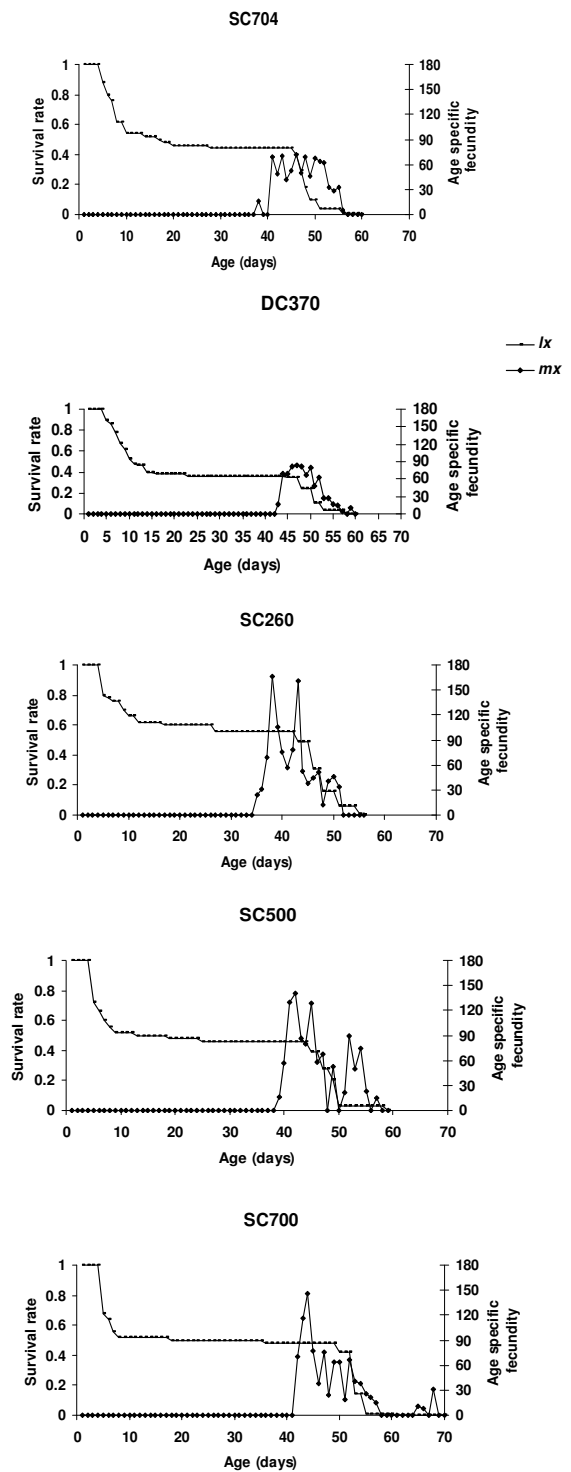
مدل‌های مرگ و میر: آماره‌های حاصل از تجزیه‌ی رگرسیون خطی بین نرخ بقاء (l_x) و سن (x) *H. armigera* روی هیبریدهای مختلف ذرت با استفاده از دو مدل Gompertz و Weibull در جدول ۲ آورده شده است. رابطه‌ی خطی معنی‌داری بین نرخ بقاء و سن آفت روی هیبریدهای مختلف با استفاده از این مدل‌ها به دست آمد ($P < 0.01$). روی تمام هیبریدهای مورد بررسی، شیب خط رگرسیون در مدل Weibull بیشتر از شیب خط رگرسیون در مدل Gompertz بود. به دلیل بالاتر بودن ضریب تبیین (r^2) در مدل Gompertz، داده‌های به دست آمده روی هیبریدهای مختلف برازش مناسب‌تری با این مدل در مقایسه با مدل Weibull داشتند. بین هیبریدهای مختلف مورد آزمایش، آماره‌های به دست آمده برای هیبرید SC704 برازش بهتری با مدل Gompertz ($r^2 = 0.586$) در مقایسه با سایر هیبریدها داشت. با این حال، داده‌های به دست آمده روی هیبرید DC370 برازش بهتری با مدل Weibull ($r^2 = 0.370$) نسبت به سایر هیبریدها داشت. در مجموع با توجه به پایین بودن مقدار ضریب تبیین در تعیین



شکل ۲- امید به زندگی (e_x) *Helicoverpa armigera*

روی هیبریدهای مختلف ذرت

Fig. 2- Life expectancy (e_x) of *Helicoverpa armigera* on different corn hybrids



شکل ۱- نرخ بقاء (l_x) و باروری ویژه سنی (m_x) *Helicoverpa armigera*

روی هیبریدهای مختلف ذرت

Fig. 1- Age-specific survival rate (l_x) and fecundity (m_x) of *Helicoverpa armigera* on different corn hybrids

جدول ۱- میانگین (± خطای معیار) پارامترهای رشد جمعیت *Helicoverpa armigera* روی هیبریدهای مختلف ذرتTable 1- The mean (±SE) population growth parameters of *Helicoverpa armigera* on different corn hybrids

هیبرید Hybrid	نرخ ذاتی افزایش جمعیت Intrinsic rate of increase (r_m)	نرخ خالص تولید مثل Net reproductive rate (R_0)	نرخ منتهای افزایش جمعیت Finite rate of increase (λ)	مدت زمان دو برابر شدن جمعیت Doubling time (DT)	مدت زمان یک نسل Generation time (T)
DC370	0.1244±0.0049 ^{ab}	132.80±27.70 ^{abc}	1.13±0.01 ^a	5.57±0.22 ^b	39.49±0.83 ^a
SC704	0.1194±0.0064 ^{bc}	102.30±21.60 ^{bc}	1.13±0.01 ^a	5.79±0.32 ^{ab}	38.92±0.95 ^a
SC700	0.1039±0.0070 ^c	68.30±22.00 ^c	1.13±0.02 ^a	6.59±0.37 ^a	40.01±2.19 ^a
SC500	0.1394±0.0071 ^a	203.90±30.60 ^a	1.15±0.01 ^a	4.96±0.26 ^b	36.52±1.13 ^a
SC260	0.1360±0.0096 ^{ab}	163.00±39.40 ^{ab}	1.15±0.01 ^a	5.07±0.37 ^b	37.42±1.28 ^a

The means followed by different letters in the same columns are significantly different ($P < 0.05$, LSD)

جدول ۲- آماره‌های رگرسیون خطی بین نرخ بقاء و سن *Helicoverpa armigera* روی هیبریدهای مختلف ذرت (برازش شده با مدل Gompertz و Weibull)Table 2- Estimated statistics of linear regression between survival rate and age of *Helicoverpa armigera* on different corn hybrids (fitted to Gompertz and Weibull models)

Model	Hybrid	Statistic				
		$a \pm SE$	$b \pm SE$	$P_{regression}$	P_{slope}	r^2
Gompertz						
	DC370	0.240±0.203	-0.051±0.006	0.000	0.000	0.557
	SC704	0.502±0.222	-0.059±0.006	0.000	0.000	0.586
	SC700	2.230±0.620	-0.135±0.015	0.000	0.000	0.527
	SC500	0.263±0.184	-0.048±0.005	0.000	0.000	0.571
	SC260	2.190±0.627	-0.132±0.016	0.000	0.000	0.511
Weibull						
	DC370	1.210±0.437	-0.796±0.134	0.000	0.000	0.370
	SC704	1.460±0.501	-0.867±0.154	0.000	0.000	0.346
	SC700	4.410±0.359	-2.110±0.113	0.000	0.000	0.256
	SC500	1.060±0.406	-0.708±0.125	0.000	0.000	0.351
	SC260	4.310±1.450	-2.060±0.427	0.000	0.000	0.247

عنوان مکمل مطالعه‌های آزمایشگاهی، بررسی پارامترهای دموگرافیک آفت (به ویژه پارامترهای رشد جمعیت) روی هیبریدهای تجاری ذرت در شرایط نیمه‌صحرایی و صحرایی ضروری خواهد بود.

سپاسگزاری

بدین وسیله از خانم مهندس فروغ رحیمی نمین به خاطر همکاری در اجرای این پژوهش قدردانی می‌شود.

نتایج حاصل از این پژوهش اثبات نمود که در بین هیبریدهای مختلف مورد آزمایش، هیبرید SC700 به دلیل پایین بودن مقادیر r_m و R_0 به عنوان میزبان نامناسب و هیبرید SC500 به خاطر بیشتر بودن پارامترهای ذکر شده به عنوان میزبان مناسب برای رشد و نمو و افزایش جمعیت *H. armigera* می‌باشد. به منظور کسب اطلاعات جامع و کاربردی برای کنترل هر چه بهتر *H. armigera* روی ذرت و به

References

- BAGHERY, F., Y. FATHIPOUR, and B. NASERI, 2010. Population growth parameters of *Helicoverpa armigera* (Lep.: Noctuidae) on five different host plants. Proceedings of the 19th Iranian Plant Protection Congress. 31 July-3 August 2010, Iranian Research Institute of Plant Protection, Tehran.
- BERNYS, E. A. and R. F. CHAPMAN, 1994. Host-plant selection by phytophagous insects. New York, Chapman and Hall.
- CAREY, J. R. 2001. Insect biodemography. Annu. Rev. Entomol. 46: 79-110.
- FALLAHNEJAD-MOJARRAD, N., Y. FATHIPOUR, K. KAMALI and B. NASERI 2011. Life table parameters of the cotton bollworm, *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) on cowpea and different chickpea cultivars, In: Global Conference on Entomology, 5-9 March 2011, Chiang Mai, Thailand.
- FARID, A. 1986. Study of bollworm *Heliothis armigera* (Hübner) on tomato in Jyroft and Kahnuj. Appl. Ent. Phytopathol. 54: 15-24. (In Persian with English summary).
- FATHIPOUR, Y. and B. NASERI, 2011. Soybean cultivars affecting performance of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae). In: Ng, T. B. (Ed.), Soybean - Biochemistry, Chemistry and Physiology, 642. pp. 599-630. InTech, Rijeka, Croatia.
- GUNNING, R. V., C. S. EASTON, L. R. GREENUP and V. E. EDGE, 1984. Pyrethroid resistance in *Heliothis armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) in Australia. J. Econ. Entomol. 77: 1283-1287.
- KARIMI, S., Y. FATHIPOUR, A. A. TALEBI and B. NASERI, 2011. Life table and reproduction parameters of *Helicoverpa armigera* (Lep: Noctuidae) on ten canola cultivars under laboratory conditions. Global Conference on Entomology, 5-9 March 2011, Chiang Mai, Thailand.
- KIM, D. S. and J. H. LEE, 2002. Egg and larval survivorship of *Carposina sasakii* (Lepidoptera: Carposinidae) in apple and peach and their effects on adult population dynamics on orchards. Environ. Entomol. 31: 686-692.
- KULKARNI, U. S., R. B. GAWANDE, S. S. KULKARNI, and P. V. YADGIRWAR, 2004. Comparative studies on the biology of *Helicoverpa armigera* on different food substrates. J. Soils Crops 14: 207-208.
- LEWIS, W. J., J. C. VAN LENTEREN, S. C. PHATAK and III J. H. TUMLINSON, 1997. A total system approach to sustainable pest management, In: Proceedings of National Academy of Sciences, USA 94: 12243-12248.
- LIU, Z., D. LI, P. Y. GONG and K. J. WU, 2004. Life table studies of the cotton bollworm, *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera, Noctuidae), on different host plants. Environ. Entomol. 33: 1570-1576.
- MAIA, A. H. N., A. J. B. LUIZ and C. CAMPANHOLA, 2000. Statistical inference on associated fertility life table parameters using jackknife technique: computational aspects. J. Econ. Entomol. 93: 511-518.
- MEYER, J. S., C. G. INGERSOLL, L. L. MCDONALD and M. S. BOYCE, 1986. Estimating uncertainty in population growth rates: jackknife vs. bootstrap techniques. Ecology. 67: 1156-1166.
- MIRONIDIS, G. K. and M. SAVOPOULOU-SOULTANI, 2008. Development, survivorship and reproduction of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera, Noctuidae) under constant and alternating temperatures. Environ. Entomol. 37: 16-28.
- MORAL GARCIA, F. J. 2006. Analysis of the spatio-temporal distribution of *Helicoverpa armigera* (Hübner) in a tomato fields using a stochastic approach. Biosyst. Eng. 93: 253-259.
- NASERI, B., Y. FATHIPOUR, S. MOHARRAMIPOUR, and V. HOSSEININAVEH, 2009. Life table parameters of the cotton bollworm, *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) on different soybean cultivars. J. Entomol. Soc. Iran, 29: 25-40.
- PATAL, C. C. and D. J. KOSHYYA, 1997. Life table and innate capacity of *Helicoverpa armigera* (Hübner) on pearl millet. Indian J. Entomol. 59: 389-395.
- REDDY, K. S., G. R. RAO, P. A. RAO and P. RAJASEKHAR, 2004. Life table studies of the capitulum borer, *Helicoverpa armigera* (Hübner) infesting sunflower. J. Entomol. Res. 28: 13-18.

- RICHARD, O. W. 1961. The theoretical and practical study of natural insect populations. *Annu. Rev. Entomol.* 6: 147-162.
- SARFRAZ, M., L. M. DOSDALL and B. A. KEDDIE, 2006. Diamondback moth-host plant interactions: Implications for pest management. *Crop Prot.* 25: 625-636.
- SAS Institute 1989. SAS Institute Inc., Cary Nc, USA.
- SINGH, A. K. and S. MULLICK, 1997. Effect of leguminous plants on the growth and development of gram pod borer, *Helicoverpa armigera*. *Indian J. Entomol.* 59: 209-214.
- SINGH, A. K. and H. REMBOLD, 1992. Maintenance of the cotton bollworm, *Heliothis armigera* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae) in laboratory culture I. rearing on semi-synthetic diet. *Insect Sci. Appl.* 13: 333-338.
- TSAI, J. H. and J. J. WANG, 2001. Effects of host plants on biology and life table parameters of *Aphis spiraecola* (Homoptera: Aphididae). *Environ. Entomol.* 30: 45-50.
- TWINE, B. H. 1971. Cannibalistic behaviour of *Heliothis armigera* (Hub.). *Qld. J. Agric. Anim. Sci.* 28: 153-157.
- ZALUCKI, M. P., D. H. A. MURRAY, P. C. GREGG, G. P. FITT, P. H. TWINE and C. JONES, 1994. Ecology of *Helicoverpa armigera* (Hübner) and *H. punctigera* (Wallengren) in the Inland of Australia: larval sampling and host plant relationships during winter and spring. *Aust. J. Zool.* 42: 329-346.