

مطالعه پارامترهای دموگرافیک برگخوار مصری پنبه *Spodoptera littoralis* (B.) (Lep.: Noctuidae) روی غذای مصنوعی در شرایط آزمایشگاهی

هاله خداوردی^۱، احد صحراگرد^{۲*}، مسعود امیر معافی^۳ و جعفر محقق نیشابوری^۴
۱، ۲، دانشجوی سابق کارشناسی ارشد و استاد گروه گیاهپزشکی، دانشکده کشاورزی دانشگاه گیلان
۳، استادیار و دانشیار پژوهش، موسسه تحقیقات گیاهپزشکی کشور، بخش تحقیقات حشره‌شناسی کشاورزی
(تاریخ دریافت: ۸۹/۱/۲۹ - تاریخ تصویب: ۸۹/۷/۷)

چکیده

Spodoptera littoralis (Boisd.) (Lepidoptera: Noctuidae) از آفات مهم گیاهان زراعی مانند پنبه، شبدر، یونجه، چغندر قند و سبزیجات به شمار می‌رود و لاروهای آن از ۴۰ خانواده گیاهان مهم اغلب اقتصادی تغذیه می‌کنند. جدول زندگی برگخوار مصری پنبه *S. littoralis* روی غذای مصنوعی در دمای 25 ± 2 درجه سلسیوس، رطوبت نسبی 60 ± 5 درصد و طول روشنایی ۱۶ و تاریکی ۸ ساعت مطالعه شد. داده‌های به دست آمده بر اساس جدول زندگی دو جنسی (نر و ماده)، مراحل رشدی-سنی و با در نظر گرفتن تغییرات رشدی افراد و جنسیت آنها تجزیه و تحلیل شدند. نرخ ذاتی افزایش جمعیت (R_m)، نرخ متناهی افزایش جمعیت (λ)، نرخ خالص تولیدمثل (R_0)، نرخ ناخالص تولیدمثل (GRR) و متوسط مدت زمان یک نسل (T) برای *S. littoralis* پرورش یافته روی غذای مصنوعی به ترتیب $0/1145$ روز^{-۱}، $1/1145$ روز^{-۱}، $80/26$ نتاج ماده، $190/4$ تخم ماده و $40/44$ روز به دست آمد. میانگین تخم‌ریزی *S. littoralis* $276/76 \pm 55/25$ تخم به ازای هر ماده برآورد شد. نرخ ذاتی تولد (b) نرخ ذاتی مرگ (d) برای پروانه *S. littoralis* به ترتیب $0/1219$ و $0/0074$ محاسبه شد. پارامترهای جدول زندگی بدست آمده در این پژوهش نشان داد که جیره مصنوعی به کار رفته در این بررسی برای پرورش این آفت در شرایط آزمایشگاهی مناسب است.

واژه‌های کلیدی: جدول زندگی دوجنسی، برگخوار مصری پنبه، نرخ ذاتی افزایش جمعیت، نرخ تولیدمثل خالص.

مقدمه

لاروها از حدود ۴۰ خانواده گیاهی تغذیه می‌کنند که بسیاری از این میزبان‌ها از اهمیت اقتصادی برخوردار هستند (Avidov & Harpaz, 1969). این حشره آفت مهم تعدادی از محصولات مانند پنبه، تنباکو و ذرت در

برگخوار مصری پنبه *Spodoptera littoralis* (Boisduval) از آفات مهم محصولات اقتصادی مانند پنبه، یونجه، شبدر، چغندر قند و سبزی‌ها می‌باشد.

اشتباهاتی در نتایج تحقیق می‌شود (Chi, 1988). لذا در سال‌های ۱۹۸۵ و ۱۹۸۸ جدول زندگی سن - مرحله رشدی دو جنسی (Age-Stage Two-Sex Life-Table) با همسان کردن نرخ‌های متنوع رشد و نمو و همچنین با در نظر گرفتن هر دو جنس نر و ماده ابداع شد (Chi & Liu, 1985; Chi, 1988)

با بررسی منابع مشخص شد که در زمینه دموگرافی *S. littoralis* و تهیه جدول زندگی آن روی رژیم غذایی مصنوعی مطالعات بسیار اندکی انجام شده است و به چندین مقاله در مورد گونه‌های مشابه محدود می‌شود (Gupta et al., 2005; Azidah & Sofian-Azirun, 2006).

بررسی برخی از ویژگی‌های زیستی *Spodoptera exigua* روی ذرت در استان خوزستان نشان داد که با وجود علفهای هرز در مزارع ذرت، این حشره ذرت را برای تخم‌گذاری ترجیح می‌دهد. مطالعه تأثیر میزبان‌های گیاهی مختلف بر پارامترهای زیستی و جدول زندگی *S. exigua* نشان دهنده بهترین عملکرد آفت از جنبه‌های شاخص تغذیه، نرخ ذاتی افزایش جمعیت، شاخص رشد روی گیاه تاج‌خروس *Amaranthus retroflexus* و بدترین آن روی گیاه کلم و عملکرد متوسط آن روی گیاهان پنبه، فلفل دلمه‌ای و آفتابگردان بود (Greenberg et al., 2001). در مطالعه دیگری نیز نشان داده شده است که میزبان‌های مختلف بر ویژگی‌های زیستی *S. exigua* تأثیرگذارند به طوری که طول عمر حشرات کامل و نرخ ذاتی افزایش جمعیت آن روی کلم گل به طور معنی‌داری بیش از سایر گیاهان مانند نخود و گندم بوده است (Shafqat et al., 2009).

هدف از انجام این پژوهش، مطالعه دموگرافی *S. littoralis* و تهیه جدول زندگی آن روی رژیم غذایی مصنوعی در شرایط آزمایشگاه می‌باشد. با مطالعه پارامترهای زیستی و پارامترهای جمعیتی این آفت روی رژیم غذای مصنوعی، می‌توان با ارتقاء رژیم‌های غذایی معمول، روش‌های مناسبی را برای پرورش آزمایشگاهی این آفت ارائه کرد. با گسترش روش‌های پرورش آزمایشگاهی، می‌توان به نقاط ضعف و قوت حشره پی برد و از آنها به منظور بکارگیری روش‌های مناسب کنترل در امر مدیریت آفت بهره برد.

کشورهای حاشیه مدیترانه و همچنین کشورهای آسیایی است (Sneh et al., 1981; Sannino et al., 1996). این آفت به طور گسترده در آفریقا، آسیای میانه و مناطق حاشیه مدیترانه نیز پراکنده است (Navon, 1985; Gomez de Aizpurua & Arroyo, 1994).

تعداد زیادی از لاروهای *S. littoralis* در مراتع و چمن‌زارها به ویژه روی گونه‌های *Leodonton* sp. و همچنین روی *Bromus* spp. و *Trifolium* sp. علف‌های هرز *Rumex* sp. *Amaranthus* sp. و *Solanum nigrum* مشاهده شده است. هجوم لاروها به طور عمده در تابستان و اوایل پاییز اتفاق می‌افتد و به ندرت در بهار و یا در زمستان مشاهده می‌شود (Martins, 2000).

لاروهای *S. littoralis* در اصل برگ‌خوار هستند ولی در بعضی مواقع به جوانه پنبه، بادام زمینی، گوجه‌فرنگی و فلفل سبز نیز صدمه می‌زنند. در مناطق شرقی مدیترانه، سالانه ۷ نسل دارد. در شرایط طبیعی، دوره لاروی حداکثر ۱۵ روز (در دمای ۲۶°C) و حداقل ۱۲ روز (در دمای ۳۰°C) است. حشرات بالغ این آفت در طول دوره زندگی خود چند بار جفت‌گیری می‌کنند. دوره پیش از تخم‌ریزی حدود ۱-۲ روز است و لاروهای نئونات پس از ۳-۴ روز (در دمای ۲۵°C) از تخم خارج می‌شوند (Navon, 1985).

رژیم‌هایی غذایی متفاوتی برای پرورش *S. littoralis* در شرایط آزمایشگاهی تهیه و ارائه شده که بسیاری از آنها مناسب بوده‌اند (Moore & Navon, 1964, 1969; Levinson & Navon, 1969; Poitout et al., 1972; Kehat & Gordon, 1975; Navon & Keren, 1980; Navon, 1985).

در دموگرافی مرسوم (Lewis, 1942; Leslie, 1945; Birch, 1948) به طور کلی جمعیت نرها و تفاوت طول دوره‌های رشدی بین افراد نادیده گرفته می‌شود (Chi & Yang, 2003). تنوع و گوناگونی در نرخ‌های رشد و نمو بین افراد، در بسیاری از موجودات زنده مشاهده می‌شود و حذف این چنین گوناگونی‌هایی منجر به بروز اشتباه در تجزیه و تحلیل جدول زندگی می‌شود (Chi, 1988; Chi & Yang, 2003). نادیده گرفتن جنسیت افراد مورد مطالعه نیز در تدوین جدول زندگی، منجر به بروز

شده در جداول مربوطه ثبت می‌شد. غذای مصنوعی روزانه تعویض می‌شد و فضولات لاروی از پتری‌ها به کمک قلم‌مو خارج می‌شد.

پس از رسیدن به مرحله شفیرگی، شفیره‌ها به ظروف پتری‌تیمیز منتقل شدند و نسبت به تعیین جنسیت آنها اقدام شد. همزمان با ظهور حشرات کامل، یک جفت پروانه نر و ماده (در مجموع ۲۵ جفت پروانه) به استوانه پلاستیکی شفاف به قطر ۷/۵ و ارتفاع ۱۳/۵ سانتی‌متر منتقل شدند. جهت تخم‌گیری از پروانه‌ها، دهانه و دیواره ظروف استوانه‌های پلاستیکی با پارچه نظیف پوشانده شد. برای تغذیه پروانه‌ها از محلول آب قند ۱۰ درصد استفاده شد.

ظروف پروانه‌ها نیز به طور روزانه بازدید شده، مرگ و میر و تعداد تخم‌های گذاشته شده به تفکیک هر ماده تعیین و در جداول مربوطه ثبت می‌شد.

تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار Two-Sex-MSchart (Chi, 2005) انجام شد.

نتایج و بحث

زیست‌شناسی پروانه *Spodoptera littoralis*

بررسی منابع نشان داد که در زمینه زیست‌شناسی این گونه اطلاعات اندکی موجود است، اما مطالعات متعددی روی گونه‌های نزدیک یعنی *S. litura* و *S. exigua* صورت گرفته‌است.

طول دوره مراحل مختلف رشدی: طول دوره رشدی مراحل مختلف *S. littoralis* روی غذای مصنوعی در شرایط آزمایشگاهی مطالعه شد (جدول ۱). نتایج نشان داد که میانگین طول دوره رشدی تخم این آفت مشابه نتایج دیگران روی گونه دیگر است، به طوری که Afify *et al.* (1970) و Sivapragasam & Syed (2001) طول دوره رشد تخم را برای گونه *S. exigua*، ۳ روز بدست آوردند و Azidah & Sofian-Azirun (2006) نشان دادند که پرورش این گونه روی میزبان‌های مختلف تأثیری بر طول دوره رشدی تخم نداشته و این مدت زمان به ۳ روز می‌رسد. در شرایط مورد مطالعه طول دوره لاروی آفت نیز در دامنه دوره لاروی گونه فوق قرار گرفت. بدین ترتیب که Azidah & Sofian-Azirun (2006) طول دوره لاروی *S. exigua* را روی میزبان‌های

مواد و روش‌ها

طرز تهیه غذای مصنوعی برای لاروهای *Spodoptera littoralis*

۱۸۰ گرم لوبیا چیتی به مدت ۲۴ ساعت در آب خیسانده شد. سپس برای تهیه غذای مصنوعی ۲۶۶/۵ گرم از آن را همراه با ۴۰ گرم مخمر آبجو، ۲/۵ گرم نیازین (متیل پارا هیدروکسی بنزوآت)، ۱/۲۵ گرم اسید سوربیک، ۴ گرم اسید اسکوربیک و ۴۰۰ سی‌سی آب مقطر، توسط دستگاه مخلوط کن برقی به خوبی مخلوط شد. سپس ۱۶ گرم آگار را درون ۴۰۰ سی‌سی آب، در بشر ۱۰۰۰ سی‌سی ریخته و ضمن به هم زدن آن روی هیتر، تا نقطه جوش گرم کرده تا محلول زرد شفاف به دست آید. بشر را از هیتر برداشته و زمانی که دمای مخلوط به ۶۰-۷۰ درجه سانتی‌گراد رسید با بقیه مواد از قبل آماده شده مخلوط شد تا مخلوط یکنواختی به دست آید. غذای آماده شده را به ظروف نگهداری غذای مصنوعی منتقل کرده و بعد از خنک شدن در یخچال در دمای ۳-۴ درجه سلسیوس نگهداری می‌شد (با تغییراتی در جیره ارایه شده توسط Navon, 1985).

آزمایش دموگرافی

برای این مطالعه از کلنی پرورش ۴ دسته تخم شامل ۲۷۴ عدد تخم (۲۴-۰ ساعته) پروانه *S. littoralis* به صورت تصادفی انتخاب و هر دسته تخم به صورت جداگانه داخل ظروف پتری پلاستیکی به قطر ۵/۲ و ارتفاع ۱/۲ سانتی‌متر قرار داده شد. ظروف آزمایش به اطاقک رشد با دمای 25 ± 2 درجه سانتی‌گراد، رطوبت نسبی 65 ± 5 درصد و دوره روشنایی ۱۶ و تاریکی ۸ ساعت منتقل شدند. درپوش ظروف پتری حاوی دسته‌های تخم با پارافیلیم مسدود شد تا از فرار لاروهای سن اول جلوگیری شود. این ظروف هر ۲۴ ساعت یکبار بازدید می‌شدند.

از میان لاروهای خارج شده، ۱۰۰ عدد لارو سن اول به صورت تصادفی انتخاب شده و جداگانه به ظروف پتری منتقل و درپوش آنها با پارافیلیم مسدود شد. هر ظرف پتری حاوی یک لارو سن اول و یک قطعه غذای مصنوعی به حجم ۱ سانتی‌متر مکعب بود.

ظروف آزمایش هر ۲۴ ساعت یکبار بازدید می‌شد. مرگ و میر، مرحله رشدی و طول دوره رشدی مشاهده

غذای مصنوعی $9/8 \pm 0/26$ روز گزارش شد (Gupta et al., 2005). طول دوره شفیرگی *S. littoralis* در این بررسی اندکی بیش از مدت بدست آمده توسط محققان اخیر است.

طول دوره نابالغ *S. littoralis* یعنی از مرحله تخم تا شفیرگی برای ماده‌ها $35/31 \pm 0/89$ روز و برای نرها $38/52 \pm 0/61$ روز تعیین شد. در حالی که این دوره برای *S. litura* روی گیاه کرچک $28/3 \pm 0/53$ روز و روی غذای مصنوعی $30/5 \pm 0/27$ روز (Gupta et al., 2005) و همچنین این دوره برای همین گونه روی غذای مصنوعی $34/1$ روز گزارش شده است (Janakiraman & Gupta, 2002).

طول دوره پیش از تخم‌ریزی: طول دوره پیش از تخم‌ریزی به فاصله زمانی بین ظهور افراد بالغ و اولین تخم‌ریزی اطلاق می‌شود. این مدت زمان برای *S. littoralis* روی غذای مصنوعی $3/65$ روز بود. این پارامتر برای *S. littoralis* پرورش یافته روی برگ‌های گیاه کرچک *Ricinus communis* (به عنوان میزبان) $2/43 \pm 0/12$ روز گزارش شده است (Medhat & Anderson, 2006). اما اگر دوره پیش از تخم‌ریزی به عنوان فاصله زمانی بین تولد هر فرد و اولین تخم‌ریزی در نظر گرفته شود، این مدت زمان $37/91$ روز خواهد بود (جدول ۱).

طول عمر حشرات بالغ و میزان تخم‌ریزی حشرات ماده: طول عمر حشرات بالغ با تفکیک جنسیت محاسبه شد. حشرات ماده به طور متوسط طول عمر کمتری نسبت به حشرات نر داشتند (جدول ۱). این پارامتر برای ماده‌ها و نرها روی گیاه کرچک به ترتیب، $13/67 \pm 0/71$ و $14/75 \pm 0/102$ روز گزارش شد (Medhat & Anderson, 2006). که با نتایج به دست آمده در این پژوهش اختلاف معنی‌داری را نشان نمی‌دهد. گزارش‌های متفاوتی از طول عمر حشرات نر و ماده *S. exigua* ارائه شده است. در برخی از آنها طول عمر ماده‌ها طولانی‌تر گزارش شده (Khalid Ahmad et al., 1997) و بعضی دیگر طول عمر حشرات نر را طولانی‌تر گزارش کردند (Afify et al., 1970). اگرچه گزارش‌هایی هم مبنی بر عدم وجود اختلاف بین طول عمر حشرات نر و ماده وجود دارد (Sivapragasam & Syed, 2001).

گیاهی متفاوت (۵ میزبان) بین ۱۳ تا ۲۷ روز بدست آوردند. در مطالعه‌ای دیگر (Gupta et al., 2005) طول دوره لاروی *S. litura* را روی میزبان گیاهی (برگ‌های کرچک) کوتاه‌تر از $17/3 \pm 0/26$ غذای مصنوعی $20/7 \pm 0/19$ (روز) تعیین کردند. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که طول دوره لاروی گونه *S. littoralis* در این پژوهش نیز متأثر از رژیم غذایی بوده و این دوره طولانی‌تر از رژیم غذایی طبیعی تعیین شده است.

جدول ۱- ویژگی‌های زیستی *Spodoptera littoralis* پرورش یافته روی غذای مصنوعی در دمای $25 \pm 2^\circ\text{C}$ ، رطوبت نسبی 60 ± 5 درصد و طول روشنایی ۱۶ و تاریکی ۸ ساعت

پارامترهای زیستی	مرحله رشد	(تعداد) خطای معیار \pm میانگین
طول دوره رشد و نمو (روز)	تخم	3 ± 0.0 (۱۰۰)
	لارو	$21/09 \pm 0/28$ (۹۱)
	شفیره	$12/48 \pm 0/51$ (۵۴)
طول دوره پیش از بلوغ (روز)	ماده	$35/31 \pm 0/89$ (۲۹)
	نر	$38/52 \pm 0/61$ (۲۵)
طول عمر بالغ (روز)	ماده	$48/28 \pm 1/03$ (۲۹)
	نر	$51/4 \pm 0/56$ (۲۵)
دوره پیش از تخم‌ریزی حشره کامل (روز)	ماده	$37/65 \pm 0/69$ (۲۹)
مدت زمان دوره پیش از تخم‌ریزی (روز)	ماده	$37/91 \pm 1/40$ (۲۹)
باروری (تخم)	ماده	$276/76 \pm 55/25$ (۲۹)

Idris & Emelia (2001) به بررسی تأثیر رژیم غذایی مرحله لاروی روی دوره شفیرگی *S. exigua* پرداخته و نشان دادند که تفاوت معنی‌داری بین طول دوره شفیرگی، لاروهای پرورش یافته روی میزبان‌های مختلف گیاهی مانند پیاز، گوجه فرنگی و فلفل قرمز وجود ندارد به عبارت دیگر نوع غذایی که در دوره لاروی مصرف می‌شود تأثیر چندانی روی طول دوره شفیرگی ندارد به طوری که طول دوره شفیرگی این گونه با تغذیه لاروهای آن از علف هرز $7/7$ روز و از گیاه کرفس $7/5$ روز گزارش کردند (Berdegue et al., 1998). میانگین طول دوره شفیرگی گونه *S. litura* که لاروهای آن از گیاه کرچک تغذیه کردند $11/0 \pm 1/16$ روز و با تغذیه از

بقاء حاصل می‌شود که شکل این منحنی رابطه بین توزیع مرگ با سن را نشان می‌دهد (Southwood, 1994).

اصولاً سه نوع منحنی برای توصیف مرگ و میر بیان شده است. در منحنی نوع اول، مرگ و میر در طول عمر به آهستگی رخ داده، اما در سنین بالا شدت بیشتری می‌یابد. در منحنی نوع دوم مرگ و میر در طول زمان ثابت است. در صورتی که در منحنی نوع سوم مرگ و میر در مراحل اولیه رشد شدید بوده و سپس مرگ و میر به کندی رخ می‌دهد. این ساده‌ترین تفسیر مرگ و میر است، در صورتی که در واقع ممکن است مرگ و میر ترکیبی از ۲ یا ۳ نوع مرگ و میر باشد (Akçakaya et al., 1999). چنانکه در مطالعات روی *S. littoralis* مشاهده می‌شود (شکل ۱)، در مرحله جوانی مرگ و میر بسیار اندک اما سپس مرگ و میر افزایش می‌یابد.

یکی از مهمترین توابع جدول زندگی، امید زندگی (e_x) در سن x می‌باشد. در مرحله تخم (e_0) امید زندگی برای *S. littoralis* پرورش یافته روی غذای مصنوعی حدود ۳۷ روز بود و سپس به آهستگی از میزان امید زندگی کاسته شد (شکل ۲).

نرخ ذاتی افزایش جمعیت (r_m)، نرخ متناهی افزایش جمعیت (λ)، نرخ خالص تولیدمثل (R_0)، نرخ ناخالص تولیدمثل (GRR)، متوسط مدت زمان یک نسل (T) برای *S. littoralis* در جدول ۲ درج شده است. نرخ خالص تولیدمثل بیان‌کننده نرخ رشد هر نسل از جمعیت است. نرخ رشد متغیر پدیده عمومی در زیست‌شناسی است و در نظر نگرفتن این تغییرات موجب بروز تغییراتی در منحنی بقا و باروری می‌شود که این تغییرات تأثیر زیادی بر دقت جدول زندگی می‌گذارد که با این داده‌ها تهیه شده است (Chi, 1988). لذا جدول زندگی بر اساس دو جنس (نر و ماده) توسط Chi & Liu (1985) ابداع شد. برتری این روش در درجه اول در نظر گرفتن تغییرات رشد و نمو در افراد مختلف و همچنین در نظر گرفتن کل جمعیت (ماده‌ها، نرها و افراد نابالغی که قبل از رسیدن به سن بلوغ می‌میرند) است (Chi & Yang, 1993; Chi, 1988).

نرخ ذاتی افزایش جمعیت (r_m)، نرخ رشد سرانه جمعیت بوده و نشان‌دهنده تفاوت نرخ ذاتی تولد و مرگ

اختلاف معنی‌داری در طول عمر حشرات بالغ *S. exigua* روی میزبان‌های گیاهی متفاوت گزارش نشده است (Azidah & Sofian-Azirum, 2006).

میانگین تخم‌ریزی *S. littoralis* به ازای هر ماده برآورد شد (جدول ۱). در بررسی دیگری میزان تخم‌ریزی *S. littoralis* پرورش یافته روی *Ricinus communis* (به عنوان میزبان)، $1714 \pm 66/4$ تخم به ازای هر ماده برآورد شده است (Medhat & Anderson, 2006). این مقدار برای *S. litura* روی برگ کرچک $480/0 \pm 5/20$ تخم و روی غذای مصنوعی $2486/2 \pm 16/25$ تخم به ازای هر ماده گزارش شده است (Gupta et al., 2005). میزان تخم‌ریزی این آفت ۲۰۱۱ تخم برآورد شد (Seth & Sharma, 2001). این تفاوت‌ها به دلیل اختلاف در رژیم غذایی مورد استفاده است.

تحلیل دموگرافیک *Spodoptera littoralis* با استفاده از روش Chi and Liu (1985)

براساس نتایج بدست آمده طول دوره رشدی مراحل مختلف لاروی *S. littoralis*، بین ۲ تا ۵ روز متغیر بود و طولانی‌ترین دوره متعلق به لارو سن ششم بود. پس از طی دوره شفیرگی، حشرات کامل در روز سی و هشتم خارج شده و دوره پیش از تخم‌ریزی حشرات ماده در حدود ۴ روز و طول عمر حشرات بالغ حدود ۱۳ روز بود. به منظور ساخت جدول زندگی بر اساس طول دوره رشدی متغیر و براساس هر دو جنس (ماده و نر) برای *S. littoralis* تغییرات روزانه برای هر یک از مراحل رشدی در نظر گرفته شد.

در بررسی تابع بقای *S. littoralis* پرورش یافته روی غذای مصنوعی مشاهده شد که در مرحله تخم و لارو سن ۱ هیچگونه مرگ و میری مشاهده نمی‌شود، در صورتی که در سنین لاروی ۲، ۳ و ۴ به ترتیب ۵، ۳ و ۱ درصد مرگ و میر وجود دارد. در سنین ۵ و ۶ مرگ و میر دو باره مشاهده نشد، اما در مرحله شفیرگی ۳۷ درصد مرگ و میر مشاهده شد. در مرحله حشره کامل یعنی از روز ظهور تا پایان عمر میزان بقا همراه با افزایش سن، به تدریج کاهش یافت. بنابراین تابع بقا یک تابع نزولی monotonous می‌باشد (شکل ۱). ساده‌ترین توصیف از مرگ و میر، توصیف گرافیکی آن می‌باشد، اگر بقا (l_x) در برابر سن ترسیم شود، منحنی

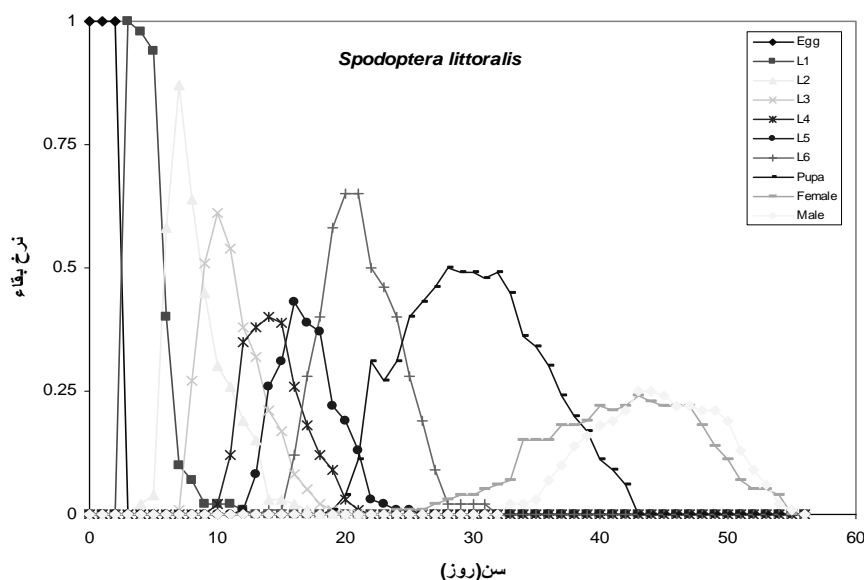
۱۶/۵ تولد در مقابل یک مرگ به ازای هر فرد را در جمعیت تجربه می‌کند، ۳) حاصل جمع تولد و مرگ جمعیتی (b+d) معیاری است که توسط Ryder (1975) به عنوان متابولیسم جمعیت ارایه شده و نشان‌دهنده شاخص عمومی تعداد رخدادهای حیاتی به ازای هر فرد در جمعیت است که برای *S. littoralis* پرورش یافته روی غذای مصنوعی ۰/۱۲۹۳ رخداد حیاتی در روز برای هر فرد در جمعیت برآورد شد.

جدول ۲- پارامترهای جمعیت برای *Spodoptera littoralis*

پارامترهای جمعیت	مقدار برای <i>S. littoralis</i> پرورش یافته روی غذای مصنوعی
نرخ ذاتی افزایش جمعیت (r_m)	۰/۱۱۴۵ روز ^{-۱}
نرخ متناهی افزایش جمعیت (λ)	۱/۱۱۴۵ روز ^{-۱}
نرخ ناخالص تولیدمثل (GRR)	۱۹۰/۴۸ تخم ماده
نرخ خالص تولیدمثل (R_0)	۸۰/۲۶ نتاج ماده
متوسط مدت زمان یک نسل (T)	۴۰/۴۴ روز
مدت زمان دوبرابر شدن (DT)	۶/۰۵۴ روز

روی غذای مصنوعی در دمای ۲۵±۲ °C، رطوبت نسبی ۶۰±۵ درصد و طول روشنایی ۱۶ و تاریکی ۸ ساعت

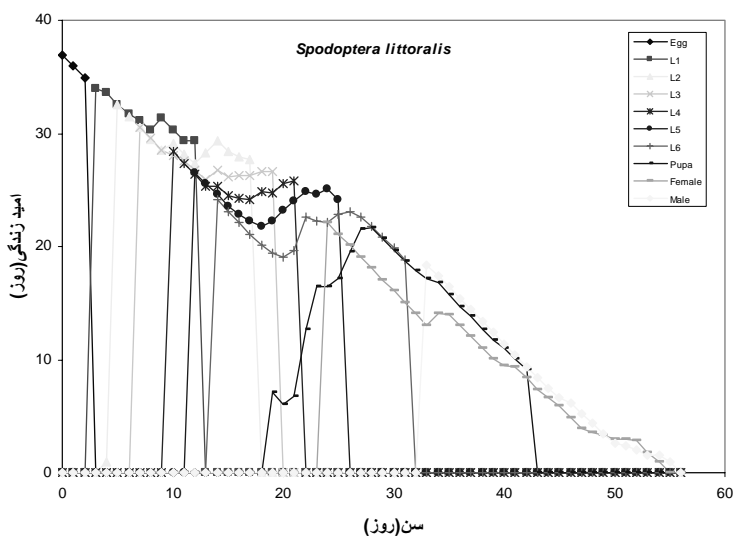
در جمعیت پایدار است. این پارامتر برای مقایسه راهکارهای تولیدمثلی گونه‌ها بسیار مفید است (جدول ۲). نرخ ذاتی تولد (b) به عبارتی نرخ تولد سرانه جمعیت است و نرخ ذاتی مرگ (d) به عبارتی نرخ مرگ سرانه جمعیت است. این نرخ‌ها بیان‌کننده این مسئله است که در هر روز در جمعیت پایدار *S. littoralis* پرورش یافته روی غذای مصنوعی ۰/۱۲۱۹ تولد و ۰/۰۷۴ مرگ برای هر فرد در جمعیت رخ داده‌است. از تفاوت نرخ‌های تولد و مرگ، نرخ ذاتی افزایش جمعیت بدست می‌آید. بر اساس نظر Carey (1993) نرخ‌های ذاتی تولد و مرگ از سه جنبه دارای اهمیت هستند: ۱) از تفاوت نرخ تولد و مرگ، نرخ ذاتی افزایش جمعیت بدست می‌آید، ۲) نسبت نرخ تولد به مرگ (λ) مورد استفاده در نظریه انقراض و تصادفی جمعیت و به عنوان معیاری برای احتمال اینکه هر فرد در یک جمعیت کوچک یک تولد و یک مرگ را تجربه می‌نماید، مورد استفاده قرار می‌گیرد. بنابر این نسبت تولد به مرگ در *S. littoralis* پرورش یافته روی غذای مصنوعی ۱۶/۵ می‌باشد، به عبارت دیگر



شکل ۱- منحنی نرخ بقای مراحل مختلف رشدی *Spodoptera littoralis* پرورش یافته روی غذای مصنوعی در شرایط آزمایشگاهی

نشان‌دهنده نسبت افرادی است که به سن x رسیده‌اند. اگرچه این پارامتر کمتر تخمین زده می‌شود، اما اگر برای هر جمعیتی این توزیع تخمین زده شود، اطلاعات مفیدی را درباره ساختار داخلی رشد جمعیت ارائه خواهد داد (Carey, 1982). این پارامتر برای *S. littoralis*

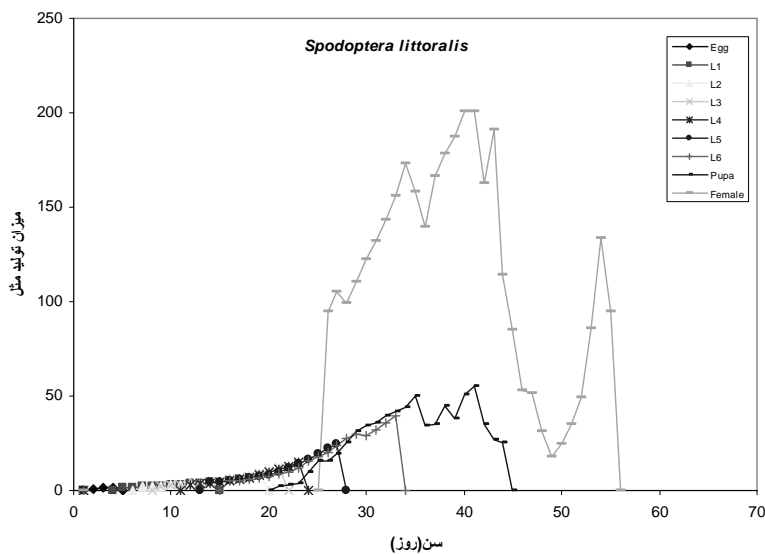
نرخ متناهی افزایش جمعیت (λ)، برای *S. littoralis* پرورش یافته روی غذای مصنوعی نشان داد که جمعیت *S. littoralis* روزانه ۱۱/۴۵ درصد افزایش می‌یابد. توزیع سنی پایدار (C_x)، این پارامتر ویژه- سنی در یک جمعیت که با نرخ ثابتی افزایش پیدا می‌کند،



شکل ۲- منحنی امید به زندگی ویژه سن - مرحله رشدی *Spodoptera littoralis* پرورش یافته روی غذای مصنوعی در شرایط آزمایشگاهی

(1930) ارایه شد و سپس توسط اکولوژیست‌های تکاملی و محققین ژنتیک به مفهوم نظری مورد استفاده قرار گرفت (Carey, 1993). بنا به تعریف Fisher مقدار تولیدمثل عبارت است از "تعداد نتاجی که انتظار می‌رود توسط یک فرد در سن x ، در باقیمانده عمرش تولید شود" به عبارت دیگر مقدار تولیدمثل تعداد نتاج ماده‌ای است که انتظار می‌رود توسط هر فرد در سن x و مرحله رشدی z تولید شود (شکل ۳) و معیار ویژه‌ای است که مشارکت نسبی هر گروه سنی را با نسل‌های آینده نشان می‌دهد (Fisher, 1930; Pianka, 1994).

پرورش یافته روی غذای مصنوعی محاسبه و مقدار آن برای مراحل رشدی تخم، لاروهای سن ۱، ۲، ۳، ۴، ۵، ۶ و شفیره به ترتیب ۲۹/۵۶، ۲۴/۲، ۱۶/۰۹، ۱۰/۵۸، ۵/۵، ۴/۳۷، ۵/۳۹ و ۳/۴۱ درصد از جمعیت برآورد شد، در صورتی که مرحله حشره کامل فقط ۰/۸۹ درصد از جمعیت را تشکیل می‌دهد و به عبارت دیگر حشرات بالغ مشارکت کمتری در پایداری جمعیت دارند. همچنین در بررسی توزیع سنی حشرات بالغ مشخص شد که بیشتر جمعیت را افراد آماده تخم ریزی تشکیل می‌دهند. مقدار تولیدمثل (v_{ij})، برای اولین بار توسط Fisher



شکل ۳- میزان تولیدمثل ویژه سن - مرحله رشدی *Spodoptera littoralis* پرورش یافته روی غذای مصنوعی در شرایط آزمایشگاهی

بروز اشکال در تنظیم منحنی بقای مراحل مختلف رشدی می‌شود که از مشکلات کاربرد جدول‌های زندگی رایج است و همچنین یکی از دلایلی است که گروه‌بندی مراحل رشدی در نظریه ساختار سنی جمعیت مرسوم را غیرممکن می‌سازد (Chi & Liu, 1985).

پارامترهای جدول زندگی به دست آمده در این پژوهش نشان می‌دهند که رژیم غذایی به کار رفته در این مطالعه برای پرورش *S. littoralis* در شرایط آزمایشگاهی مناسب است.

نتایج برای این گروه نشان می‌دهد که در بدو تولد مقدار تولیدمثل حدود ۱ می‌باشد و با افزایش سن میزان آن نیز افزایش می‌یابد و در اواسط سنین تولیدمثل به بیشترین میزان خود رسیده و با افزایش سن، از میزان آن کاسته می‌شود. مقدار تولیدمثل در اصل، به عنوان یک راهکار فردی جهت حداکثر کردن طول دوره زندگی، به طرف صفر میل می‌کند (Carey, 1993). به هر حال میانگین هر یک از مراحل رشدی به ناچار برابر با میانگین طول دوره نابالغ نمی‌باشد. این تناقض، سبب

REFERENCES

1. Afify, A. M., El-Kady, M. H. & Zaki, F. N. (1970). Biological studies on *Spodoptera (Laphygma) exigua* Hbn. In Egypt, with record of five larval parasites. *Journal of Applied Entomology*, 66, 362-368.
2. Akcakaya, H. R., Burgman, M. A. & Ginzburg, L. R. (1999). *Applied population ecology, principles and computer exercises*. RAMAS EcoLab 2.0. Sinauer, Publishers Sunderland, MA.
3. Assareh, M. H. & Sadeghi, S. E. (2003). Notes on the biological characteristics of corn armyworm, *Spodoptera exigua* in Khouzestan province. *Pajouhesh va Sazandegi*, 16 (58), 16-22.
4. Azidah, A. A. & Sofian-Azirun, M. (2006). Life history of *Spodoptera exigua* (Lepidoptera: Noctuidae) on various host plant. Institute of Biological Sciences, Faculty of Science, University of Malaya. *Bulletin of Entomological Research*, 96, 613-618.
5. Avidov, Z. & Harpaz, I. (1969). *Plant Pests of Israel*. Israel Universities Press, Jerusalem.
6. Berdegue, M., Reitz, S. R. & Trumble, J. T. (1998). Host plant selection and development in *Spodoptera exigua*: do mother and offspring know best? *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 89, 57-64.
7. Birch, L. C. (1948). The intrinsic rate of natural increase in an insect population. *Journal of Animal Ecology*, 17, 15-26.
8. Carey, J. R. (1982). Demography and population dynamics of the Mediterranean fruit fly. *Ecological modeling*, 16, 125-150.
9. Carey, J. R. (1993). *Applied demography for biologists*. Oxford University Press. Inc. New York.
10. Chi, H. (1988). Life table analysis incorporating both sexes and variable development rates among individuals. *Environmental Entomology*, 17, 26-34.
11. 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.
12. Chi, H., & Yang, T. C. (2003). Two-sex life table and predation rate of *Propylaea japonica* Thunberg (Coleoptera: Coccinellidae) fed on *Myzus persicae* (Sulzer) (Homoptera: Aphididae). *Environmental Entomology*, 32, 327-333.
13. Fisher, R. A. (1930). *The genetical theory of natural selection*. Calrendon Press. Oxford.
14. Gómez de Aizpúrua, C. & Arroyo, M. (1994). *Principales noctuidos actuales de interés agrícola*. Edifur, S. A. Madrid. Espana.
15. Greenberg, S. M., Sappington, T. W., Legaspi, JR, B. C., Liu, T.-X & Tamou, M. S. E. (????). Feeding and life history of *Spodoptera exigua* (Lepidoptera: Noctuidae) on different host plants. *Annales of the Entomological Society of America*, 94(4), 566- 575.
16. Gupta, G. P., Rani, S., Birah, A & Raghuraman, M. (2005). Improved artificial diet for mass rearing of the tobacco caterpillar, *Spodoptera litura* (Lepidoptera: Noctuidae). *Intenational Journal of Tropical Insect Science*, 25 (1), 55-58.
17. Idris, A. B. & Emelia, O. (2001). Development and feeding behaviour of *Spodoptera exigua* L. (Lepidoptera: Nuctuidae) on different food plants. *Online Journal of Biological Sciences*, 1, 1161-1164I.
18. Janakiraman, S. & Gupta, G. P. (2002). Effect of modified artificial diet and insecticidal proteins on growth and development of tobacco cutworm (*Spodoptera litura*). *Indian Journal of Agricultural Sciences*, 72, 719-725.
19. Kehat, M. & Gordon, D. (1975). Mating, longevity, fertility and fecundity of the cotton leafworm, *Spodoptera littoralis* (Boisd.) (Lepidoptera: Noctuidae). *Phytoparasitica*, 3, 87-102.
20. Khalid Ahmad, M., Mohammad, G. & Venkataiah, M. (1997). Biology and bionomics of cutworm, *Spodoptera exigua* (Hubner) (Lepidoptera: Noctuidae) on chillies. *Vegetable Science*, 24, 61-63.
21. Leslie, P. H. (1945). On the use of matrices in certain population mathematics. *Biometrika*, 33, 183-212.

22. Levinson, H. Z. & Navon, A. (1969). Ascorbic acid and unsaturated fatty acids in the nutrition of the Egyptian cotton leafworm, *Prodenia litura* F. *Journal of Insect Physiology*, 15, 591-595.
23. Lewis, E. G. (1942). On the generation and growth of a population. *Sankhya*, 6, 93-96.
24. Martins, T. (2000). *Contribuição para o estudo da bioecologia de Spodoptera littoralis (Boisd.) (Lepidoptera: Noctuidae) em Sao Miguel-Açores*. Thesis, Departamento de Biologia, Universidade dos Açores.
25. Medhat, M. S. & Anderson, P. (2006). Modulation of Reproductive behaviour of *Spodoptera littoralis* by host and non-host plant leaves. *Basic and Applied Ecology*, 8(5), 444-452.
26. Moore, I. & Navon, A. (1964). An artificial medium for rearing *Prodenia litura* F. and two other noctuids. *Entomophaga*, 9, 181-185.
27. Moore, I. & Navon, A. (1969). Calcium alginate: A new approach in the artificial culturing of insects, applied to *Spodoptera littoralis* (Boisd.). *Experimentia*, 25, 221-222.
28. Navon, A. & Keren, S. (1980). Rearing the Egyptian cotton leafworm, *Spodoptera littoralis* on a practical calcium- alginate diet. *Phytoparasitica*, 8, 205-207.
29. Navon, A. (1985). *Spodoptera littoralis*. PP. 469-475. In Singh, P. and Moore, R. F. (eds.) *Handbook of insect rearing*. Elsevier. Amsterdam.
30. Pianka, E. R. (1994) *Evolutionary ecology*. 5th ed. Harper Collins, New York.
31. Poitout, S., Bues, R. & Le Rumeur, C. (1972). Elevage sur milieu artificiel simple de noctuelles parasites du coton *Earias insulana* et *Spodoptera littoralis*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 15, 341-350.
32. Ryder, N. B. (1975). Notes on the stationary populations. *Population Index*, 41, 3-28.
33. Sannino, L., Balbiani, A., Lombardi, P. & Avigliano, M. (1996). *Spodoptera littoralis* : un insidioso parassita delle colture erbacee. *L'Informatore Agrario*, 52, 76-79.
34. Seth, R. K. & Sharma, V. P. (2001). Inherited sterility by substerilizing radiation in *Spodoptera litura* (Lepidoptera: Noctuidae): Bioefficacy and potential for pest suppression. *Florida Entomologist*, 84, 183-193.
35. Shafiqat, S., Sayyed, A. H. & Ahmad, I. (2009). Effect of host plants on life-history traits of *Spodoptera exigua* (Lepidoptera: Noctuidae). *Journal of Pest Science*, 83(2), 165-172.
36. Sivapragasam, A. & Syed, A. R. (2001). The genus *Spodoptera* with emphasis on the ecology and natural enemies of the beet armyworm, *Spodoptera exigua* (Hubner) in Malaysia. *Malaysian Plant Protection Society Newsletter*, 6-7.
37. Sneh, B., Schuster, S. & Broza, M. (1981). Insecticidal activity of *Bacillus thuringiensis* strains against the Egyptian cotton leaf worm, *Spodoptera littoralis* (Lep: Noctuidae). *Entomophaga*, 26, 179-190.
38. Southwood, T. R. E. (1994). *Ecological methods with particular reference to the study of insect populations*. (2nd ed.). Chapman and Hall.
39. Viette, P. (1963). Le complexe de *Prodenia litura* F. dans la region Malgache (Lep : noctuidae). *Bulletin Mensuel de la Societe Linneenne de Lyon*, 32, 145-148.