

پارامترهای دموگرافیک جمعیت شته‌ی سبز پنبه، *Aphis gossypii***(Hom.: Aphididae)، در مزارع پنبه‌ی منطقه‌ی گرگان**علی افشاری^۱، ابراهیم سلیمان نژادیان^۲، هوشنگ بیات اسدی^۳ و پرویز شیشه بر^۲

۱- گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده‌ی علوم زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ۲- گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده‌ی کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز، ۳- موسسه‌ی تحقیقات پنبه کشور، گرگان.

Demographic parameters of the cotton aphid, *Aphis gossypii* (Hom.: Aphididae), population in cotton fields of GorganA. Afshari¹, E. Soleymannejadian², H. Bayat-Assadi³ and P. Shisheboor²

1. Plant Protection Department, College of Crop Sciences, University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran, 2. Plant Protection Department, College of Agriculture, Shahid Chamran University, Ahvaz, Iran, 3. Cotton Research Institute, Gorgan, Iran.

چکیده

شته‌ی سبز پنبه (*Aphis gossypii* Glover) از آفات مهم پنبه (*Gossypium hirsutum* L.) در مزارع پنبه‌ی منطقه‌ی گرگان می‌باشد. طی سال‌های ۱۳۸۱ و ۱۳۸۲ با ساخت جدول زندگی سنی در شرایط مزرعه، پارامترهای دموگرافیکی جمعیت شته در مقاطع مختلف از فصل زراعی برآورد گردید. با استفاده از ماتریس انتقال جمعیت، میزان حساسیت نرخ رشد جمعیت شته به تغییرات احتمالی در مقادیر نرخ‌های بقا و باروری ارزیابی شد. در اوایل فصل (تیر) شرایط برای رشد جمعیت شته مناسب بوده و مقادیر نرخ خالص باروری (۱۷/۶۴) شته‌ی ماده به ازای هر فرد ماده، نرخ متناهی رشد (۱/۴۲) و نرخ ذاتی افزایش جمعیت (۰/۳۴۹) شته‌ی ماده به ازای هر فرد ماده در روز) در بیشترین میزان و زمان دو برابر شدن جمعیت (۱/۹۷۶ روز) در کمترین میزان خود قرار داشت. نرخ ذاتی رشد جمعیت در نیمه‌ی دوم مرداد و شهریور به ترتیب ۰/۲۵۷ و ۰/۲۰۸ برآورد گردید. کمترین نرخ ذاتی افزایش جمعیت (۰/۰۷۳) برای مدت کوتاهی در نیمه‌ی اول مرداد مشاهده شد. منحنی بقای جمعیت شته مشابه نوع III دیوی (Deevy) بود. حساسیت نرخ متناهی رشد شته به تغییر نرخ بقای سنین پورگی همواره بیشتر از نرخ باروری شته‌ی بالغ بود و با افزایش سن شته‌ی بالغ یا پوره‌های سنین مختلف، از میزان حساسیت نرخ متناهی رشد نیز کاسته شد.

واژگان کلیدی: *Gossypium hirsutum* *Aphis gossypii*، دموگرافی، جدول زندگی، گرگان

Abstract

Age-specific life table parameters of *Aphis gossypii* Glover (Homoptera: Aphididae), one of the major pests of cotton in the Gorgan region, were determined on *Gossypium hirsutum* L. at different periods during 2002 and 2003 growing seasons. Population projection matrices were used to calculate aphid population elasticity and sensitivities to the changes of aphid survival and fecundity rates. *A. gossypii* attained its optimum growth and reproduction rates at early season (July). At this condition, the net reproductive rate (17.16 female/female), intrinsic rate of increase (0.349 female/female/time) and finite rate of increase (1.42) were the largest, while population doubling time (1.96 days) was the smallest. At mid and late seasons (August and September) the intrinsic rates of increase were 0.257 and 0.208, respectively. The lowest intrinsic rate of increase (0.073) was observed during a short period in early August. Survival curves of the aphid population were near to Deevy's type III. The elasticity and

sensitivity of nymph survival rates were higher than the adult fecundity rates and decreased relative to the age increasing.

Key words: *Aphis gossypii*, *Gossypium hirsutum*, demography, life table, Gorgan

مقدمه

شته‌ی سبز پنبه (*Aphis gossypii* Glover) از آفات مهم گیاه پنبه (*Gossypium hirsutum* L.) در نقاط مختلف جهان نظیر آمریکا (Slosser *et al.*, 1998)، اروپا (Kapatus *et al.*, 1998)، چین (Xia *et al.*, 1999) و آفریقا (Abou-El-Hagag, 1998) می‌باشد. در سال‌های اخیر عواملی نظیر سمپاشی‌های بی رویه و پیدایش جمعیت‌های مقاوم (Kerns & Gaylor, 1992; O'Brien *et al.*, 1992; Hollingsworth *et al.*, 1994; Nowiersky *et al.*, 1995) و از بین رفتن دشمنان طبیعی (Cisneros & Godfrey, 2001) باعث افزایش جمعیت این آفت و تبدیل آن به یک آفت کلیدی و درجه یک شده است.

دموگرافی به معنی مطالعه‌ی جمعیت و فرایندهای شکل دهنده‌ی آن می‌باشد (Carey, 1993). جدول زندگی سنی و مدل‌های ماتریسی از جمله ابزارهای مهم در مطالعات دموگرافیکی بوده (Leslie, 1945; Ebert, 1999) و در مطالعه‌ی جمعیت حشرات از جمله شته‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند (Wennergren & Poswal *et al.*, 1990; Hutchison & Hogg, 1984; Landin, 1993; Huggle & Gutierrez, 1995; Nowiersky *et al.*, 1995). شته‌ی سبز پنبه دارای پنج مرحله‌ی رشدی، پوره‌های سنین اول تا چهارم و شته‌ی بالغ، بوده و افزایش جمعیت آن بر بکرزایی افراد ماده استوار می‌باشد. از سوی دیگر نرخ باروری و مرگ و میر مراحل رشدی و گروه‌های مختلف سنی آن نیز متفاوت است (Xia *et al.*, 1999). این ویژگی‌ها باعث شده است تا جدول زندگی سنی و مدل‌های ماتریسی برای مطالعه‌ی جمعیت آن مناسب باشند.

جدول زندگی سنی ما را قادر می‌سازد تا مرگ و میر، بقا، باروری و سایر پارامترهای جمعیت را در هر سن یا مرحله‌ی رشدی مشخص نماییم (Carey, 1993). مدل‌های ماتریسی نیز از توانایی زیادی در محاسبه‌ی پارامترهای دموگرافیکی جمعیت برخوردار بوده و به کمک آنها می‌توان تغییرات جمعیت آفت را در آینده پیش بینی کرد (Carey, 1993; Ebert, 1999). برآورد میزان حساسیت نرخ رشد جمعیت به تغییرات نرخ‌های حیاتی نظیر بقا و باروری و تعیین حدود اطمینان و واریانس برای پارامترهای دموگرافیکی، از دیگر ویژگی‌های مهم مدل‌های

ماتریسی می‌باشند (Ebert, 1999). ماتریس انتقال جمعیت مهمترین رکن مدل‌های ماتریسی بوده و مؤلفه‌های آن که شامل نرخ بقا و باروری سنین یا مراحل رشدی مختلف می‌باشد از جدول زندگی سنی بدست می‌آید (Leslie, 1945).

با استفاده از جدول زندگی سنی، پارامترهای دموگرافیکی شته‌ی *A. gossypii* روی میربان‌های مختلف گیاهی از جمله پنبه محاسبه و تأثیر فاکتورهایی نظیر دما و طول مدت روشنایی بر این پارامترها اندازه‌گیری شده است (Liu & Hwang, 1991; Aldyhim & Khalil, 1993; Singh et al., 1993; Kocourek et al., 1994; Steenis & El-Khawas, 1995). تغییرات دما پارامترهایی مثل نرخ ذاتی رشد (Kocourek et al., 1994; Xia et al., 1999)، طول مدت رشد و نمو (Liu & Hwang, 1991)، مرگ و میر مراحل نابالغ (Steenis & El-Khawas, 1995) و نرخ باروری افراد بالغ (Kocourek et al., 1994) را در جمعیت شته‌ی *A. gossypii* تحت تأثیر قرار می‌دهد. بسیاری از مطالعات مربوط به جدول زندگی شته‌ها در شرایط ثابت آزمایشگاهی انجام گرفته است و مطالعات صحرایی در این زمینه بسیار محدود می‌باشد. نرخ ذاتی افزایش جمعیت و سایر پارامترهای دموگرافیک گونه‌ی *Acyrtosiphon pisum* (Harris) توسط McCauley et al. (1992) و Hutchison & Hogg (1984) در شرایط مزرعه مورد بررسی قرار گرفته است. متأسفانه به دلیل اطلاعاتی در مورد دموگرافی شته‌ی سبز پنبه در شرایط صحرایی در اختیار نمی‌باشد، لذا ارزیابی جمعیت این شته در شرایط مزرعه ضروری به نظر می‌رسد.

شته‌ی سبز پنبه در سال‌های اخیر در پنبه کاری‌های ایران حالت طغیانی به خود گرفته و خسارت قابل ملاحظه‌ای به محصول پنبه وارد ساخته است. عواملی نظیر عدم رعایت اصول صحیح سم پاشی (Amini-Khalaf, 2000) و پیدایش جمعیت‌های مقاوم در مقابل سموم (Bayat-Assadi & Porghaz, 1999) احتمالاً در بروز این طغیان‌ها نقش داشته‌اند. اگرچه مطالعات مفیدی در مورد زیست‌شناسی و تغییرات جمعیت این شته (Darvish-Mojeni & Rezvani, 1997) و نیز تأثیر برخی دشمنان طبیعی (Heydari et al., 1997) و ترکیبات شیمیایی (Bayat-Assadi & Porghaz, 1999) بر جمعیت آن در مزارع پنبه‌ی منطقه‌ی گرگان انجام گرفته است ولی اطلاعاتی در مورد پارامترهای دموگرافیک جمعیت شته به ویژه نرخ ذاتی رشد آن

در شرایط مزرعه در دسترس نمی‌باشد. هدف از این تحقیق محاسبه‌ی پارامترهای دموگرافیک جمعیت شته‌ی سبز پنبه در شرایط مزرعه و تحلیل حساسیت نرخ رشد جمعیت آن به تغییرات نرخ بقا و باروری می‌باشد. این اطلاعات می‌تواند در کنترل بهتر و مناسب‌تر جمعیت شته و در قالب یک برنامه جامع IPM مورد استفاده قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

ساخت جدول زندگی سنی در شرایط مزرعه

ساخت جدول زندگی سنی در ماه‌های مختلف سال زراعی و به کمک تعداد مناسبی (۳۰ عدد) پتری دیش پلاستیکی به قطر ۹ سانتی‌متر انجام شد. در کف و سقف پتری دیش‌ها سوراخ‌هایی به قطر تقریبی ۳ و ۷ سانتی‌متر ایجاد و با پارچه توری مش ۵۰ مسدود گردید تا ضمن ایجاد تهویه‌ی مناسب از فرار شته نیز جلوگیری شود. در یک سمت پتری دیش و در دیواره‌ی آن سوراخی به قطر ۰/۵ سانتی‌متر ایجاد گردید و برگ پنبه بدون جدا شدن از بوته از این سوراخ عبور داده شده و در کف پتری دیش قرار گرفت. برای اطمینان از استقرار برگ، دمبرگ با چسب پلاستیکی به کف پتری دیش چسبانده شده و قطعه‌ای پنبه‌ی خیس نیز در دهانه‌ی سوراخ ورودی قرار گرفت تا از فرار احتمالی شته یا ورود دشمنان طبیعی جلوگیری شود. سپس با استفاده از گیره‌ی لباس پلاستیکی، در پتری دیش بسته نگهداشته شد. بعد از استقرار پتری دیش‌ها روی بوته‌های پنبه، در هر کدام از آنها تعدادی شته‌ی بالغ متعلق به یک کلنی قرار گرفته و بین ۳ تا ۴ ساعت به آنها اجازه‌ی تغذیه و تولید مثل داده شد. سپس در هر پتری دیش، به جز یک پوره، سایر پوره‌های سن اول حذف گردید. پتری دیش‌ها روزی دو بار مورد بازرینی قرار گرفته و به کمک یک ذره بین با بزرگ‌نمایی ۱۰، هر گونه تغییری در پوره‌های سن اول از نظر پوست اندازی به دقت بررسی و یادداشت شد. این کار تا تبدیل پوره‌ها به افراد بالغ و مرگ آخرین فرد بالغ ادامه یافت. مطابق روش Carey (1993)، جدول زندگی سنی در چهار مقطع زمانی تیر (۲۴-۷ جولای)، نیمه‌ی اول مرداد (۱۳-۳ آگوست)، نیمه‌ی دوم مرداد (۱۸-۱۰ آگوست) و شهریور (۱۵ آگوست - ۶ سپتامبر) برای نتاج حاصل از

ماده‌های بدون بال و در شهریور (۱۵ آگوست - ۶ سپتامبر) برای نتایج حاصل از ماده‌های بال‌دار ساخته شد.

تحلیل داده‌های جدول زندگی سنی

آماره‌های دموگرافیکی جمعیت شته‌ی سبز پنبه به کمک فرمول‌های مختلف (جدول ۱) و انحراف معیار برخی از آنها با روش جک نایف (Maia *et al.*, 2000) محاسبه شد. برای پی بردن به الگوی بقای جمعیت شته در ماه‌های مختلف سال زراعی، داده‌های بقای شته با شش مدل مهم بقا (Carey, 2001) برازش و پارامترهای هر مدل با استفاده از نرم افزار Curve Expert, 1.34 برآورد گردید. برای تعیین و مقایسه‌ی شکل منحنی بقای شته‌ی سبز پنبه با منحنی‌های کلاسیک بقا، پارامتر n در مدل وی بل^۱ که تعیین کننده‌ی شکل منحنی می‌باشد مورد استفاده قرار گرفت. در منحنی‌های کلاسیک بقای نوع I، II و III دیوی^۲، مقدار n به ترتیب بزرگ‌تر، مساوی و کوچک‌تر از یک می‌باشد (Ebert, 1999).

ساخت ماتریس انتقال و تحلیل حساسیت

به کمک نرخ‌های باروری و بقای بدست آمده از جدول زندگی سنی و مطابق روش (Leslie (1945) و Ebert (1999) و با استفاده از نرم افزار Poptools Ver. 2.6.2 (Hood, 2004) ماتریس انتقال جمعیت شته‌ی سبز پنبه در ماه‌های مختلف سال زراعی ساخته شد. نرخ‌های باروری و بقای سنین مختلف شته به ترتیب به عنوان مؤلفه‌های سطر اول و قطر زیر قطر اصلی ماتریس انتقال، قرار گرفتند. ماهیت مقادیر بقا و باروری به عنوان مؤلفه‌های اصلی ماتریس انتقال، متفاوت می‌باشند. نرخ بقا، عددی بین صفر تا یک بوده، در حالیکه میزان باروری می‌تواند هر عددی را شامل گردد. در چنین شرایطی توصیه می‌شود از شاخص الاستیسیته^۳ برای نشان دادن میزان حساسیت نرخ رشد جمعیت به تغییرات مؤلفه‌های ماتریس انتقال استفاده گردد (Ebert, 1999; Caswell, 2001). در مقاطع مختلف فصل زراعی و به کمک

۱- Weibull

۲- Deevy

۳- Elasticity

ماتریس انتقال، میزان الاستیسیته‌ی (به عنوان شاخص حساسیت) نرخ رشد جمعیت شته به تغییرات نرخ‌های بقا و باروری جمعیت شته محاسبه و تغییرات آن رسم گردید.

جدول ۱. آماره‌های دموگرافیکی، فرمول‌ها و منابع مورد استفاده در مطالعات مربوط به جدول زندگی شته‌ی سبز پنبه.

Table 1. Demographic statistics, formulae and references used in *A. gossypii* life table studies.

Demographic parameters	Formula	References
Gross reproductive rate	$\sum_{x=a}^{\beta} mx$	Carey, 1984, 1993, 2001
Net reproductive rate (R_0)	$\sum_{x=a}^{\beta} lxm$	Carey, 1984, 1993, 2001
Intrinsic birth rate (b)	$1 / \sum_{x=a}^{\beta} e^{-rx} \cdot Lx$	Carey, 1993
Intrinsic death rate (d)	$b - d$	Carey, 1993
Intrinsic rate of increase (r_m)	$r_1 = r_0 - f(r) / f'(r)$	Carey, 1993
Mean generation time (T)	$Ln(R_0) / r$	Carey, 1984, 1993
Finite rate of increase (λ)	e^r	Carey, 1993
Doubling time (DT)	$Ln2 / r$	Carey, 1993
Expectation of life for newborns (e_0)	$e_0 = T_0 / l_0$	Carey, 1993
Entropy (H)	$\sum_{x=0}^{\omega} e_x \cdot d_x / e_0$	Carey, 1993
Elasticity	$a_{ij} / \lambda \cdot \partial \lambda / \partial a_{ij}$	Ebert, 1999; Caswell, 2001

نتایج و بحث

طول دوره‌ی رشد و نمو

تجزیه واریانس نشان داد که بین طول مدت سنین مختلف پورگی شته‌ی سبز پنبه در ماه‌های مختلف فصل زراعی اختلاف معنی‌داری وجود دارد (جدول ۲). طول مدت دوران پورگی در نیمه‌ی اول مرداد به صورت معنی‌داری بلندتر از سایر مقاطع بود ولی بین سایر مقاطع زمانی اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۳).

جدول ۲. نتایج بدست آمده از تجزیه‌ی واریانس تأثیر مقاطع مختلف فصل زراعی (ماه) بر طول مدت هر یک از مراحل رشدی شته‌ی سبز پنبه در مزارع پنبه‌ی منطقه‌ی گرگان در سال زراعی ۱۳۸۲.

Table 2. Results from ANOVA analysis for influence of different periods of growing season on duration of aphid developmental stages in cotton fields of Gorgan during 2003 growing season.

ANOVA	Developmental stage				Longevity	Reproductive period	Total
	Instar 1	Instar 2	Instar 3	Instar 4			
PDF	4	4	4	4	4	4	4
F	18.29	4.16	3.05	5.83	3.73	3.59	3.31
P	0.0001	0.0034	0.0207	0.0004	0.0098	0.0117	0.0174

تجزیه‌ی واریانس نشان داد که طول عمر شته‌های بالغ و دوره‌ی تولید مثلی آنها نیز در مقاطع مختلف زمانی اختلاف معنی‌داری داشته (جدول ۲) و میانگین آنها در سطوح مختلفی قرار گرفت (جدول ۴). طول عمر شته‌های بالغ در اوایل فصل (تیر) طولانی‌تر از سایر مقاطع بود. در نیمه‌ی اول مرداد و شهریور (نتاج حاصل از ماده‌های بال‌دار و بدون بال) شته‌های بالغ طول عمر کوتاه‌تری داشته و در یک سطح قرار گرفتند. طول عمر شته‌های بالغ در نیمه‌ی دوم مرداد در یک سطح بینابینی قرار گرفت (جدول ۴).

میانگین طول دوره‌ی تولید مثلی شته‌های بالغ نیز در مقاطع مختلف زمانی در سطوح مختلفی قرار گرفت (جدول ۴). در اوایل فصل (تیر) طول دوره‌ی تولید مثلی شته‌های بالغ طولانی‌تر از سایر مقاطع بود. کوتاه‌ترین طول دوره‌ی تولید مثلی در نیمه‌ی اول مرداد مشاهده گردید. سایر مقاطع (نیمه‌ی دوم مرداد و شهریور) در سطوح بینابینی قرار گرفتند.

میانگین کل دوران رشد و نمو (تولد تا مرگ) شته‌ی سبز پنبه نیز در اوایل فصل (تیر) به‌صورت معنی‌داری طولانی‌تر از سایر مقاطع بود. در نیمه‌ی اول مرداد و شهریور (نتاج حاصل از ماده‌های بال‌دار و بدون بال)، طول دوران رشد و نمو شته کاهش یافته و در سطحی جداگانه قرار گرفت (جدول ۴). در نیمه‌ی دوم مرداد، طول دوره‌ی رشد و نمو شته در یک سطح بینابینی قرار گرفت.

جدول ۳. میانگین (\pm SE) طول دوره‌ی رشد و نمو (روز) سنین مختلف لاروی حاصل از شته‌های مادر بال‌دار و بدون بال *A. gossypii* در چهار مقطع زمانی مختلف سال زراعی ۱۳۸۲ در مزارع پنبه‌ی منطقه‌ی گرگان.

Table 3. Mean (\pm SE) developmental time (days) for each nymphal instar of alate and apterous cohort of *A. gossypii* during four periods of 2003 growing season in cotton fields of Gorgan.

Studying period/ Cohort morph	Developmental stage				Total instars
	Instar 1	Instar 2	Instar 3	Instar 4	
7-24 Jul. (apterous)	2.07 \pm 0.069a*	1.23 \pm 0.09b	1.00 \pm 0.00c	1.27 \pm 0.12b	5.60 \pm 0.39b
3-13 Aug. (apterous)	1.40 \pm 0.093b	1.59 \pm 0.13a	1.35 \pm 0.17a	1.87 \pm 0.21a	6.47 \pm 0.16a
10-18 Aug. (apterous)	2.03 \pm 0.033a	1.18 \pm 0.08b	1.04 \pm 0.04bc	1.30 \pm 0.12b	5.56 \pm 0.20b
15 Aug.-6 Sep. (apterous)	1.97 \pm 0.033a	1.08 \pm 0.06b	1.05 \pm 0.05bc	1.12 \pm 0.08b	5.29 \pm 0.11b
15 Aug.-6 Sep. (alate)	1.60 \pm 0.101b	1.23 \pm 0.11b	1.29 \pm 0.11ab	1.07 \pm 0.07b	5.21 \pm 0.26b

*Different letters in a column indicate a significant difference between developmental time of different stages of *A. gossypii*.

جدول ۴. میانگین (\pm SE) طول عمر و دوره‌ی تولید مثلی شته‌های بالغ حاصل از شته‌های مادر بال‌دار و بدون بال *A. gossypii* در چهار مقطع زمانی مختلف سال زراعی ۱۳۸۲ در مزارع پنبه‌ی منطقه‌ی گرگان.

Table 4. Mean (\pm SE) longevity and reproductive period of adult *A. gossypii* obtained from alate and apterous cohort during four periods of 2003 growing season in cotton fields of Gorgan.

Studying period/Cohort morph	Developmental stage		
	Adult longevity	Reproductive period	Total
7-24 Jul. (apterous)	9.60 \pm 1.50a*	8.10 \pm 1.03a	15.10 \pm 1.55a
3-13 Aug. (apterous)	4.25 \pm 0.99b	2.88 \pm 0.92c	10.46 \pm 1.52b
10-18 Aug. (apterous)	7.31 \pm 1.41ab	6.31 \pm 1.39ab	12.70 \pm 1.35ab
15 Aug.-6 Sep. (apterous)	5.00 \pm 0.98b	4.50 \pm 0.95bc	09.50 \pm 0.83b
15 Aug.-6 Sep. (alate)	4.00 \pm 0.71b	3.36 \pm 0.71bc	09.15 \pm 0.67b

*Different letters in a column indicate a significant difference between developmental time of different stages of *A. gossypii*.

بنابراین در یک نتیجه‌گیری کلی می‌توان گفت در شرایط نامناسب آب و هوایی (نیمه‌ی اول مرداد) یا تغذیه‌ای (شهریور) طول مدت سنین پورگی شته‌ی سبز پنبه افزایش یافته و طول عمر و دوره‌ی تولید مثلی شته‌های بالغ کاهش می‌یابد. در چنین شرایطی انتظار می‌رود نرخ‌های ناخالص و خالص باروری و به دنبال آن نرخ ذاتی افزایش جمعیت شته (r_m) به میزان قابل توجهی کاهش یابد.

طغیان جمعیت شته *A. gossypii* ممکن است به دلیل وجود یک نرخ رشد بالا نبوده و حاصل طول عمر و دوره‌ی تولید مثلی طولانی افراد بالغ باشد (Owusu et al., 1994). در شرایط آب و هوایی گرگان و در اوایل فصل، طول عمر و دوره‌ی تولید مثلی شته‌ی سبز پنبه طولانی‌تر بوده و با گذشت زمان کاهش می‌یابد و شرایط را برای بروز طغیان آفت مناسب می‌نماید.

پارامترهای دموگرافیکی جمعیت شته

پارامترهای دموگرافیکی برآورد شده در تیر، نیمه‌ی اول و دوم مرداد و شهریور برای نتاج حاصل از شته‌های ماده‌ی بدون بال و در شهریور برای نتاج حاصل از ماده‌های بال‌دار در جدول ۵ ارائه شده است. جدول ۶، نتایج بدست آمده از آزمون t برای مقایسه‌ی دوتایی پارامترهای دموگرافیکی در مقاطع زمانی مختلف را نشان می‌دهد.

- نرخ‌های ناخالص و خالص باروری

حداکثر و حداقل نرخ ناخالص باروری به ترتیب با $۶۲/۸۵$ و $۱۷/۴۳$ شته، در اوایل تیر و نیمه‌ی اول مرداد مشاهده شد. حداکثر و حداقل نرخ خالص باروری نیز در همین دو مقطع و به میزان $۱۷/۶۴$ و $۱/۶$ شته‌ی ماده به ازای هر فرد ماده برآورد گردید. نتایج بدست آمده از آزمون t (جدول ۶) نشان داد نرخ خالص باروری در تیر به صورت معنی‌داری بزرگ‌تر از نیمه‌ی اول مرداد و شهریور می‌باشد. ولی اختلاف بین نرخ خالص باروری در تیر و نیمه‌ی دوم مرداد معنی‌دار نبود. مقایسه‌ی نرخ خالص باروری نتاج حاصل از ماده‌های بال‌دار و بدون

بال در شهرپور نشان داد اختلاف معنی داری بین نرخ خالص باروری این دو گروه از نتاج وجود ندارد.

جدول ۵. آماره‌های دموگرافیکی بدست آمده از جدول زندگی سنی *A. gossypii* در چهار مقطع زمانی مختلف از سال زراعی ۱۳۸۲ در مزارع پنبه‌ی منطقه‌ی گرگان.

Table 5. Demographic statistics obtained from age-specific life table studies of *A. gossypii* during four different periods of 2003 growing season in cotton fields of Gorgan.

Demographic statistics	Mean \pm SD				
	Apterous cohort			Alate cohort	
	7-24 Jul.	3-13 Aug.	10-18 Aug.	15 Aug.-6 Sep.	15 Aug.-6 Sep.
Gross reproductive rate	62.85	17.43	41.65	30.89	22.34
Net reproductive rate (R_0)	17.64 \pm 2.5	1.6 \pm 0.65	11.16 \pm 3.14	5.67 \pm 1.74	3.81 \pm 1.28
Intrinsic birth rate	0.3893	0.2280	0.2910	0.2880	0.3450
Intrinsic death rate	0.0360	0.1540	0.0400	0.0970	0.1090
Intrinsic rate of increase	0.349 \pm 0.02	0.073 \pm 0.06	0.257 \pm 0.03	0.208 \pm 0.03	0.180 \pm 0.04
Mean generation time	8.230 \pm 0.26	5.36 \pm 2.340	9.540 \pm 0.50	8.61 \pm 0.340	7.81 \pm 0.240
Finite rate of increase	1.420 \pm 0.02	1.074 \pm 0.06	1.290 \pm 0.03	1.23 \pm 0.040	1.20 \pm 0.050
Doubling time	1.98 \pm 0.097	9.29	2.664 \pm 0.29	3.24 \pm 0.60	3.57 \pm 1.080
Expectation of life for newborns	7	4.48	7.22	5.8	4.34
Entropy	0.7685	0.5423	0.5966	0.6153	0.5846

- نرخ ذاتی و متناهی رشد

مهمترین پارامترهای یک جدول زندگی سنی، نرخ‌های ذاتی (r_m) و متناهی (λ) افزایش جمعیت می‌باشند. این دو پارامتر نشان دهنده‌ی میزان افزایش جمعیت پایدار بوده، با این تفاوت که نرخ ذاتی میزان افزایش را به ازای هر فرد در واحد زمان و در یک زمان پیوسته و طولانی نشان می‌دهد، در حالیکه نرخ متناهی رشد که بدون واحد می‌باشد نشان دهنده‌ی میزان رشد یا چند برابر شدن جمعیت در مقاطع زمانی منقطع می‌باشد.

در اوایل فصل (تیر) نرخ ذاتی افزایش جمعیت شته در بالاترین مقدار خود قرار داشت (0.02 ± 0.349) و اختلاف آن با مقدار نرخ ذاتی افزایش جمعیت در سایر مقاطع معنی‌دار بود. در نیمه‌ی اول مرداد، نرخ ذاتی افزایش جمعیت شته در کمترین مقدار خود قرار داشت (0.06 ± 0.073) و اختلاف آن با سایر مقاطع زمانی (تیر، نیمه‌ی دوم مرداد و شهریور)

معنی‌دار بود. مقدار نرخ ذاتی افزایش جمعیت شته در نیمه‌ی دوم مرداد و شهریور کمتر از مقدار آن در تیر و بیشتر از مقدار آن در نیمه‌ی اول مرداد بوده و اختلاف معنی‌داری بین خود آنها مشاهده نشد. مقایسه‌ی نرخ ذاتی افزایش جمعیت نتاج حاصل از ماده‌های بال‌دار ($0/041 \pm 0/18$) در شهریور (اواخر فصل) با نرخ ذاتی افزایش جمعیت نتاج حاصل از افراد بدون بال در مقاطع زمانی چهارگانه نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین نرخ ذاتی افزایش جمعیت نتاج حاصل از ماده‌های بال‌دار در شهریور و نتاج حاصل از ماده‌های بدون بال در تیر وجود دارد. ولی در نیمه‌ی اول مرداد، نیمه‌ی دوم مرداد و شهریور اختلاف بین نرخ ذاتی افزایش جمعیت حاصل از ماده‌های بال‌دار و بدون بال معنی‌دار نبود (جدول ۶).

تغییرات نرخ متناهی رشد (λ) در مقاطع مختلف فصل زراعی مشابه نرخ ذاتی افزایش جمعیت بود. نرخ متناهی افزایش جمعیت شته در چهار مقطع زمانی تیر، نیمه‌ی اول مرداد،

جدول ۶. مقادیر P بدست آمده از آزمون t (روش جک نایف) برای مقایسه‌ی دوتایی نرخ ذاتی افزایش جمعیت (r_m)، نرخ خالص باروری (R_0) و میانگین طول یک نسل (T) جمعیت شته‌ی سبز پنبه در چهار مقطع زمانی مختلف از سال زراعی ۱۳۸۲ در مزارع پنبه‌ی منطقه‌ی گرگان.

Table 6. P values of student t-test for pairwise group comparison (Jackknife method) of intrinsic rate of increase (r_m), net reproductive rate (R_0) and mean generation time (T) of *A. gossypii*, during four periods of 2003 growing season in cotton fields of Gorgan.

Time period/ Statistics		3-13 Aug.	10-18 Aug.	15 Aug.-6 Sep. (Apterous)	15 Aug.-6 Sep. (Alate)
7-24 Jul.	r_m	0.00130	0.0070	0.0010	0.0026
	R_0	0.00004	0.1200	0.0008	0.0001
	T	0.26000	0.0290	0.3700	0.2500
3-13 Aug.	r_m	-	0.0160	0.0671	0.1600
	R_0	-	0.0092	0.0430	0.1500
	T	-	0.1150	0.2030	0.3300
10-18 Aug.	r_m	-	-	0.2540	0.1420
	R_0	-	-	0.1410	0.0430
	T	-	-	0.1400	0.0054
15 Aug.- 6 Sep. (Apterous)	r_m	-	-	-	0.6100
	R_0	-	-	-	0.4000
	T	-	-	-	0.0670

نیمه‌ی دوم مرداد و شهریور برای نتاج حاصل از ماده‌ی بدون بال به ترتیب $0/02 \pm 1/42$ ، $0/06 \pm 1/074$ ، $0/03 \pm 1/29$ و $0/04 \pm 1/23$ و در شهریور برای نتاج حاصل از ماده‌های بال‌دار $0/05 \pm 1/196$ برآورد گردید (جدول ۵).

پایین بودن تراکم جمعیت شته و سطح رقابت روی بوته‌های پنبه، بالا بودن ارزش غذایی بوته‌های جوان، مناسب بودن شرایط محیطی و بالا بودن نسبی نرخ بقای پوره‌ها در اوایل فصل این امکان را به جمعیت شته می‌دهد تا حداکثر نرخ ناخالص و خالص باروری و به دنبال آن نرخ ذاتی رشد خود را نشان دهد. با کاهش نرخ بقای پوره‌ها، مسن‌تر شدن برگ‌ها، پایین آمدن ارزش غذایی، افزایش تراکم شته و ایجاد رقابت و تغییر شرایط محیطی در طول زمان، نرخ‌های ناخالص و خالص باروری و نرخ ذاتی رشد جمعیت شته نیز کاهش می‌یابد. در نیمه‌ی اول مرداد، به دلیل افزایش شدید دمای بیشینه و بالا رفتن نرخ مرگ و میر، پارامترهای دموگرافیکی جمعیت به شدت کاهش یافت. دمای بیشینه در نیمه‌ی اول مرداد ۱۳۸۲ در چندین روز بیش از ۴۰ درجه‌ی سانتی‌گراد ثبت گردید در حالیکه در سایر ماه‌های نمونه برداری، دمای بیشینه هرگز به این مقدار نرسید (شکل ۱).

تأثیر عوامل محیطی به ویژه دما بر نرخ ذاتی افزایش جمعیت شته‌ی سبز پنبه در بسیاری از مطالعات گزارش شده است (Singh et al., 1993; ocourek et al., 1994; Xia et al., 1999). نرخ ذاتی افزایش جمعیت شته‌ی سبز پنبه در برخی مطالعات روی میزبان‌هایی غیر از پنبه نظیر خیار (*Cucumis sativus* L.) و در شرایط آزمایشگاهی محاسبه شده است (Kocourek et al., 1994; Mollashahi et al., 2001). در این مطالعات حداکثر نرخ رشد ذاتی گزارش شده برای جمعیت شته‌ی سبز پنبه در دماهای ۲۵ و ۳۰ درجه‌ی سانتی‌گراد، معادل $0/386$ و $0/465$ شته‌ی ماده به ازای هر فرد ماده در روز بوده است که از حداکثر مقدار به دست آمده در تحقیق حاضر در تیر با میانگین دمای $26/5$ درجه‌ی سانتی‌گراد بزرگتر می‌باشند. شرایط مناسب‌تر و قابل کنترل‌تر آزمایشگاهی و نیز گونه‌ی میزبان می‌تواند در ایجاد این اختلاف نقش داشته باشد.

- میانگین طول مدت یک نسل و زمان دو برابر شدن جمعیت

زمان لازم برای دو برابر شدن جمعیت (DT) که تابع نرخ رشد می‌باشد شاخص دیگری برای نشان دادن توانایی آفت در بروز طغیان می‌باشد. حداقل و حداکثر مقدار این پارامتر به ترتیب ۱/۹۷۶ و ۹/۲۹ روز و متعلق به تیر و نیمه‌ی اول مرداد بود (جدول ۵). با بهبود شرایط محیطی مقدار این پارامتر نسبت به نیمه‌ی اول مرداد کاهش یافت و به ۳/۲۷ روز در شهریور ماه رسید.

میانگین طول یک نسل شته یا به عبارت دقیق‌تر زمان لازم برای R_0 برابر شدن جمعیت آن در چهار مقطع زمانی تیر، نیمه‌ی اول مرداد، نیمه‌ی دوم مرداد و شهریور به ترتیب $۰/۲۶ \pm ۸/۲۳$ ، $۲/۳۴ \pm ۵/۳۶$ ، $۰/۵۰ \pm ۹/۵۴$ و $۰/۳۴ \pm ۸/۶۱$ روز برآورد گردید. در شهریور و برای نتاج حاصل از ماده‌های بال‌دار، میانگین طول یک نسل شته $۰/۲۴ \pm ۷/۸۱$ روز برآورد گردید (جدول ۵).

نتایج آزمون t نشان داد میانگین طول یک نسل جمعیت شته (نتاج حاصل از ماده‌های بدون بال) در اوایل فصل (تیر) با نیمه‌ی دوم مرداد اختلاف معنی‌داری داشته ولی بین میانگین طول یک نسل جمعیت شته در سایر ماه‌های فصل زراعی اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. میانگین طول یک نسل در نتاج حاصل از ماده‌های بال‌دار در شهریور نیز به صورت معنی‌داری کوتاه‌تر از میانگین طول یک نسل نتاج حاصل از ماده‌های بدون بال در نیمه‌ی دوم مرداد بود. ولی اختلاف معنی‌داری بین میانگین طول یک نسل جمعیت حاصل از ماده‌های بال‌دار و بدون بال در شهریور وجود نداشت (جدول ۶). بطورکلی می‌توان گفت در طول یک فصل زراعی میانگین طول یک نسل شته‌ی سبز پنبه در مقایسه با دو پارامتر نرخ خالص باروری و نرخ ذاتی افزایش جمعیت تغییرات معنی‌دار کمتری داشت.

کوتاه بودن طول یک نسل و بالا بودن نرخ خالص باروری و نرخ ذاتی افزایش جمعیت می‌تواند شرایط مناسب برای بروز طغیان را فراهم نماید. در نیمه‌ی اول مرداد اگر چه میانگین طول یک نسل با اوایل (تیر) و اواخر فصل (شهریور) اختلاف معنی‌داری نداشت ولی پایین بودن نرخ خالص باروری و نرخ ذاتی افزایش جمعیت توانست از افزایش سریع جمعیت شته

جلوگیری نماید. نتایج مشابهی در مورد شته‌ی *A. gossypii* پرورش یافته روی گیاه خیار بدست آمده است (Kocourek et al., 1994).

- امید به زندگی و انترویی

امید به زندگی فرد تازه متولد شده در تیر و نیمه‌ی دوم مرداد به ترتیب با ۷ و ۷/۲۲ روز در بیشترین مقدار و در نیمه‌ی اول مرداد با ۴/۴۸ روز در کمترین مقدار خود قرار داشت. امید به زندگی نتایج حاصل از ماده‌های بال‌دار کمتر از نتایج ماده‌های بدون بال برآورد گردید (جدول ۵).

انترویی شاخصی برای نمایش کمی الگوی بقای آفت بوده و مقدار آن بین صفر تا یک متغیر می‌باشد (Carey, 1993). اگر تمام افراد یک دسته بعد از رسیدن به حداکثر سن ممکن و در یک زمان بمیرند، مقدار انترویی صفر و منحنی بقا به شکل زاویه‌ی قائمه خواهد بود. از سوی دیگر اگر احتمال مردن در سنین مختلف (q_x) برای تمام افراد یک دسته یکسان باشد، مقدار انترویی یک و منحنی بقا به شکل مقعر بوده و شیب آن به صورت هندسی کاهش خواهد یافت. مقدار عددی این شاخص برای جمعیت شته‌ی سبز پنبه در ماه‌های مختلف سال زراعی متفاوت بود (جدول ۵). حداکثر و حداقل مقدار آن به ترتیب متعلق به تیر (۰/۷۶۸۵) و نیمه‌ی اول مرداد (۰/۵۴۲۳) می‌باشد. تفسیرهای متفاوتی برای مقدار عددی انترویی ارائه شده است ولی در ساده‌ترین آنها می‌توان گفت با حذف مرگ و میرهای اولیه در تیر ماه، ۰/۷۶۸۵ روز به امید به زندگی (e_x) هر فرد یک دسته افزوده خواهد شد، در حالیکه این مقدار در نیمه‌ی اول مرداد، ۰/۵۴۲۳ روز به ازای هر فرد خواهد بود. مقدار انترویی به صورت غیر مستقیم حساسیت جمعیت شته به مرگ و میر مراحل یا سنین رشدی اولیه را نیز نشان می‌دهد. بالا بودن مقدار انترویی نشان دهنده‌ی حساسیت بیشتر به عوامل مرگ و میر می‌باشد.

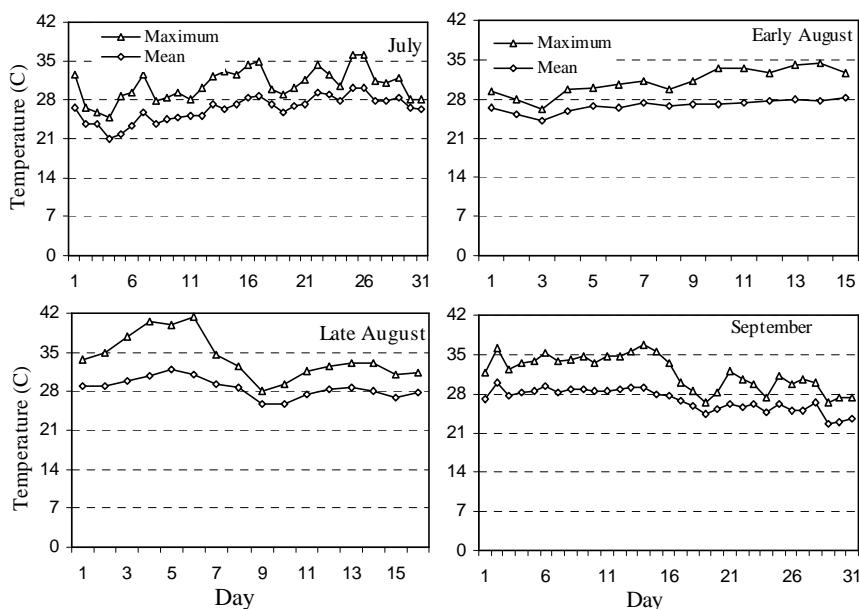
تحلیل حساسیت نرخ رشد شته به تغییرات نرخ بقا و باروری جمعیت شته

میزان حساسیت نرخ متناهی رشد جمعیت شته (λ) به تغییرات نرخ بقا و باروری در ماه‌های مختلف سال زراعی اختلاف معنی‌داری نداشت ($P = ۰/۹۸۸$, $F = ۰/۰۴۳$, $Df = ۳$ ، نرخ

بقا؛ $F = 1/87$ ، $Df = 3$ ، $P = 0/16$ ، نرخ باروری). ولی در شرایط زمانی یکسان، مقادیر حساسیت با افزایش سن شته کاهش یافته (شکل ۲) و حساسیت سنین مختلف اختلاف معنی‌داری از خود نشان داد ($F = 158/8$ ، $Df = 12$ ، $P = 0/0001$)؛ بقا؛ $F = 3/14$ ، $P = 0/014$ ، $Df = 8$ (باروری). نوع پارامتر دموگرافیکی مورد بررسی (بقا یا باروری) نیز تأثیر معنی‌داری بر میزان حساسیت نرخ رشد داشت (تیر، $P = 0/0016$ ، $F = 9/013$ ، $Df = 1$ ؛ مرداد، $P = 0/0062$ ، $F = 10/6$ ، $Df = 1$ ؛ شهریور، $P = 0/00762$ ، $F = 9/15$ ، $Df = 1$)، به طوری که مقادیر حساسیت نرخ رشد به تغییرات نرخ بقا همواره بزرگتر از تغییرات نرخ باروری بود (شکل ۲). حداکثر حساسیت برآورد شده در چهار مقطع تیر، نیمه‌ی اول مرداد، نیمه‌ی دوم مرداد و شهریور برای تغییر نرخ بقای نتاج حاصل از ماده‌های بدون بال به ترتیب $0/139$ ، $0/123$ ، $0/125$ و $0/13$ برآورد گردید. در حالی که حداکثر حساسیت برآورد شده برای تغییرات نرخ باروری شته‌های بالغ در این چهار مقطع به ترتیب $0/0102$ ، $0/0608$ ، $0/038$ و $0/0562$ اندازه‌گیری شد.

فرم شته‌های مادر (بال‌دار یا بدون بال) تأثیر معنی‌داری بر میزان حساسیت نرخ رشد نتایج نداشته ($F = 0/114$ ، $Df = 1$ ، $P = 0/74$)؛ تغییرات نرخ بقا؛ $F = 0/155$ ، $Df = 1$ ، $P = 0/703$ ؛ تغییرات نرخ باروری) و به نظر می‌رسد مقادیر حساسیت در درجه‌ی اول تابع سن (مرحله‌ی رشدی) شته و نوع پارامتر دموگرافیکی می‌باشد. حداکثر مقدار حساسیت در مقابل تغییرات نرخ بقا و باروری نتاج حاصل از ماده‌های بال‌دار در شهریور ماه به ترتیب $0/161$ و $0/0743$ برآورد گردید.

حساسیت ساختار سنی پایدار و ارزش تولید مثلی شته‌ی *Lipaphis erysimi* (K.) به تغییر مقادیر حیاتی جمعیت نشان داد که در دماهای بین ۱۰ تا ۳۰ درجه‌ی سانتی‌گراد تغییر محسوسی در الگوی تغییر مقادیر حساسیت ایجاد نگردید (Wennergren et al., 1994) هر چند که مقدار حساسیت ساختار سنی پایدار به تغییرات دموگرافیکی در دمای ۱۵ درجه‌ی سانتی‌گراد بیشتر از ۲۵ درجه‌ی سانتی‌گراد بود. تغییرات میزان باروری در دوره‌ی تولید مثلی شته نیز باعث بروز تغییر در مقادیر حساسیت این شته گردید.



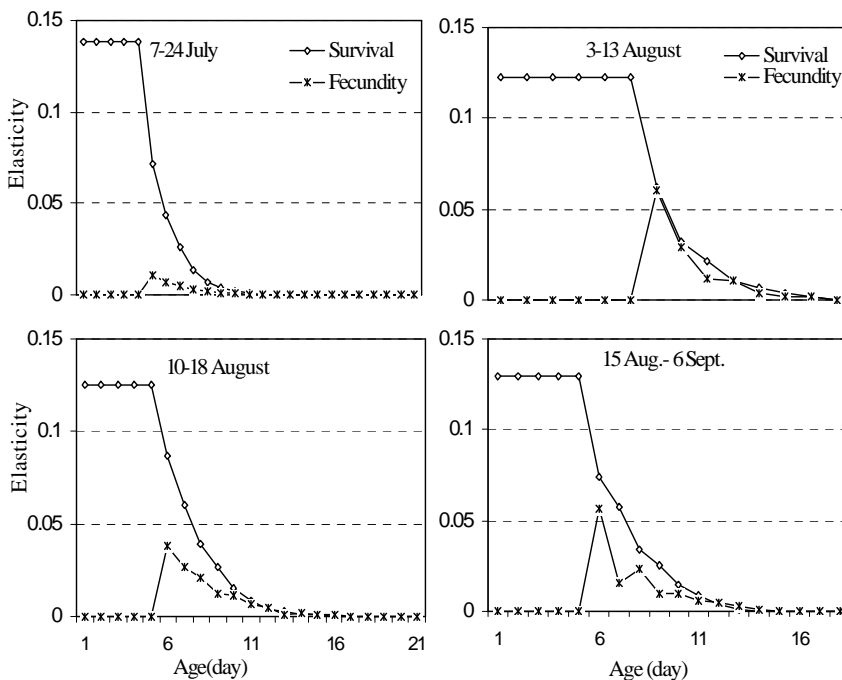
شکل ۱. تغییرات روزانه میانگین و حداکثر دمای هوا در چهار مقطع زمانی مختلف از سال زراعی ۱۳۸۲ در مزارع پنبه‌ی منطقه‌ی گرگان.

Fig. 1. Daily fluctuation of mean and maximum temperatures in cotton fields of Gorgan during four different periods of 2003 growing season.

تحلیل حساسیت ریشه‌ی غالب ماتریس انتقال که معادل با نرخ منتهای رشد (λ) می‌باشد رایج‌ترین نوع تحلیل حساسیت بوده و امروزه به عنوان یک ابزار کارآمد اکولوژیکی مورد استفاده قرار می‌گیرد (Wenergren *et al.*, 1994). اگرچه تحلیل حساسیت ماتریس ساختار سنی پایدار روش کامل‌تری برای درک بهتر فرایندهای حاکم بر یک جمعیت می‌باشد ولی پیچیدگی محاسبات آن باعث می‌شود روش اول هنوز از کاربرد وسیع‌تری برخوردار باشد.

آگاهی از شدت فشار انتخاب طبیعی حاکم بر جمعیت و انتخاب بهترین راهبرد مدیریت مبارزه از کاربردهای این روش تحلیلی می‌باشند (Wenergren *et al.*, 1994). چون حساسیت نرخ رشد شته‌ی سبز پنبه به تغییرات نرخ بقا به مراتب از نرخ باروری بیشتر می‌باشد لذا برای کنترل

بهرتر و مؤثرتر آن باید از روش‌ها یا سمومی استفاده کرد که بقای شته را بیشتر از باروری آن تحت تأثیر قرار دهد.



شکل ۲. حساسیت نرخ متناهی رشد شته‌ی سبز پنبه به تغییرات نرخ‌های بقا و باروری در چهار مقطع زمانی مختلف از فصل زراعی ۱۳۸۲ در مزارع پنبه‌ی منطقه‌ی گرگان.

Fig. 2. Elasticities of λ to changes in age-specific survival and fecundity of *A. gossypii* during four different periods of 2003 growing season in cotton fields of Gorgan.

مدل ریاضی بقای شته‌ی سبز پنبه

از بین شش مدل بقای بررسی شده، داده‌های بقای شته‌ی سبز پنبه با پنج مدل دارای برازش معنی‌دار بود و تنها با مدل گامپرتز (Gompertz) برازش معنی‌دار نشان نداد (جدول ۷). از بین پنج مدل بقای دارای برازش معنی‌دار، بزرگ‌ترین و کوچک‌ترین میانگین ضریب تبیین (R^2) در پنج زمان بررسی شده با مقادیر ۰/۹۹ و ۰/۹۱۱ به ترتیب متعلق به مدل‌های وی بل

(Weibull) و دموپوره (Demoivre) بود. کمترین و بیشترین مقدار میانگین خطای استاندارد در همین فاصله به میزان ۰/۱۱۷۱ و ۰/۰۴۴۳۵ به ترتیب به مدل‌های لجستیک و دموپوره تعلق داشت.

جدول ۷. نتایج بدست آمده از برازش داده‌های بقای جمعیت شته‌ی سبز پنبه با مدل‌های مهم مرگ و میر در چهار مقطع زمانی مختلف از فصل زراعی ۱۳۸۲ در مزارع پنبه‌ی منطقه‌ی گرگان.

Table 7. Results obtained from fitting survival data of *A. gossypii* to major mortality models during four different periods of 2003 growing season in cotton fields of Gorgan.

Survival model/ parameters	Time period				
	Apterous cohort			Alate cohort	
	7-24 Jul.	3-13 Aug.	10-18 Aug.	15 Aug.-6 Sep.	15 Aug.-6 Sep.
Demoivre					
SE	0.1590	0.0850	0.1140	0.1140	0.0732
R ²	0.7935	0.9690	0.9410	0.9408	0.9748
ω	20.369	13.260	19.460	15.446	12.810
Exponential					
SE	0.0411	0.1210	0.0982	0.1041	0.1040
R ²	0.9876	0.9370	0.9540	0.9500	0.9480
C	0.1186	0.1399	0.0996	0.1296	0.1420
Logistic					
SE	0.0534	0.0480	0.0378	0.0352	0.0476
R ²	0.9799	0.9910	0.9936	0.9940	0.9902
g	05.590	5.7200	7.6490	6.0300	5.4980
n	01.618	2.8730	2.4870	2.6520	2.6240
Weibull					
SE	0.0412	0.0379	0.0520	0.0463	0.0382
R ²	0.9880	0.9949	0.9870	0.9910	0.9936
a	0.1116	0.0440	0.0400	0.0524	0.0593
n	0.0456	0.8938	0.5920	0.6835	0.7180

بقای نتاج حاصل از شته‌های بال‌دار نیز درجات مختلفی از برازش معنی‌دار را با مدل‌های مختلف بقا از خود نشان داد (جدول ۷). بالاترین ضریب تبیین و کمترین خطای استاندارد برای نتاج حاصل از ماده‌های بال‌دار به مدل وی بل تعلق داشت. پارامتر *n* در مدل وی بل که تعیین کننده‌ی شکل منحنی بقا می‌باشد در هر چهار مقطع زمانی و برای هر دو نوع نتاج حاصل از ماده‌های بال‌دار و بدون بال، کوچک‌تر از یک بود.

پس می‌توان گفت منحنی بقای شته‌ی سبز پنبه در طول فصل زراعی از نوع III دیوی می‌باشد. در این نوع از منحنی بقا بیشترین میزان مرگ و میر به افراد جوان (پوره‌ها) تعلق داشته و با عبور از سنین جوانی میزان بقا برای مدت زمان طولانی در یک حد متعادل قرار می‌گیرد.

منابع

- Abou-El-Hagag, G. H.** (1998) Seasonal abundance of certain cotton pests and their associated natural enemies in southern Egypt. *Assiut Journal of Agricultural Sciences* 29, 253-267.
- Aldyhim, Y. N. & Khalil, A. F.** (1993) Influence of temperature and day length on population development of *Aphis gossypii* on *Cucurbita pepo*. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 67, 167-172.
- Amini-Khalaf, M.** (2000) *Investigation and analysis of control approaches on cotton pests, diseases and weeds in cotton fields of Iran*. 123 pp. Iranian Plant Protection Organization Publishing. [In Persian].
- Bayat-Assadi, H. & Porghaz, A.** (1999) *Complementary study on cotton aphid, Aphis gossypii Glover, resistance to insecticides in Gorgan and Gonbad*. Cotton Research Institute publishing. [In Persian].
- Carey, J. R.** (1984) Host-specific demographic studies of the Mediterranean fruit fly, *Ceratitis capitata*. *Ecological Entomology* 9, 261-270.
- Carey, J. R.** (1993) *Applied demography for biologists, with special emphasis on insects*. 1st ed. 205 pp. Oxford University Publishing.
- Carey, J. R.** (2001) Insect Biodemography. *Annual Review of Entomology* 46, 79-110.
- Caswell, H.** (2001) *Matrix population models, construction, analysis and interpretation*. 2nd ed. 722 pp. Sinaure Associates Publishing.
- Cisneros, J. J. & Godfrey, L. D.** (2001) Midseason pest status of cotton aphid (Hom.: Aphididae) in California cotton: is nitrogen a key factor? *Environmental Entomology* 30, 501-510.
- Darvish-Mojeni, T. & Rezvani, A.** (1997) Study on the biology and population dynamics of *Aphis gossypii* Glover (Homoptera: Aphididae) on cotton fields in Gorgan. *Journal of Entomological Society of Iran* 17, 1-10. [In Persian with English summary].

- Ebert, T. A.** (1999) *Plant and animal populations: methods in demography*. 1st ed. 312 pp. Academic Press.
- Heydari, H., Attaran, M. R. & Daniali, M.** (1997) Use of *Chrysoperla carnea* Steph. against cotton pests in the northern part of Iran. *Arab and Near East Plant Protection Newsletter* 25-28.
- Hollingsworth, R. G., Tabashnik, B. E., Ullman, D. E., Johnson, M. W. & Messing, R.** (1994) Resistance of *Aphis gossypii* (Hom.: Aphididae) to insecticides in Hawaii: spatial patterns and relation to insecticide use. *Journal of Economic entomology* 87, 293-300.
- Hood, G. M.** (2004) Poptools, Version 2.6.2. Available on: <http://www.cse.csiro.au/poptools> (accessed 16 February 2005).
- Huggle, P. & Gutierrez, A. P.** (1995) Use of life tables to assess host plant resistance in alfalfa to *Theroaphis trifolii* f. *maculate* (Homoptera: Aphididae): hypothesis for maintenance of resistance. *Environmental Entomology* 24, 313-325.
- Hutchison, W. D. & Hogg, D. B.** (1984) Demographic statistics for the pea aphid (Homoptera: Aphididae) in Wisconsin and a comparison with other populations. *Environmental Entomology* 13, 1173-1181.
- Kapatus, E. T., Sahinoglou, A. & Stratopoulou, E. T.** (1998) The population dynamics of *Aphis gossypii* Glover (Hom.: Aphididae) on cotton in Greece. *Proceeding of 2nd World Cotton Research Conferences, Athenes, Greece*.
- Kerns, D. L. & Gaylor, M. J.** (1992) Insecticide resistance in field populations of the cotton aphid (Hom.: Aphididae). *Journal of Economic Entomology* 85, 1-8.
- Kocourek, F., Havelka, J., Berankova, J. & Jarosik, V.** (1994) Effect of temperature on development rate and intrinsic rate of increase of *Aphis gossypii* reared on greenhouse cucumber. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 71, 59-64.
- Krivan, V. & Havelka, J.** (2000) Leslie model for predatory gall-midge population. *Ecological Modeling* 126, 73-77.
- Leslie, P. H.** (1945) On the use of matrices in certain population mathematics. *Biometrika* 33, 183-212.
- Liu, Y. C. & Hwang, Y. B.** (1991) Life table of the cotton aphid, *Aphis gossypii* at various photoperiods. *Chinese Journal of Entomology* 11, 106-116.

- Maia, A. H. N., Luiz, A. J. B. & Campanhola, C.** (2000) Statistical inference on associated fertility life table parameters, using Jackknife technique: computational aspects. *Journal of Economic Entomology* 93, 511-518.
- McCauley, G. W., Margolies, Jr. D. C. & Reese, J. C.** (1992) Field assessment of green bug (Homoptera: Aphididae) demography on corn. *Environmental Entomology* 21, 1072-1076.
- Mioannidis, P.** (1998) Resistance of *Aphis gossypii* (Hom.: Aphididae) to insecticide. *Proceeding of 2nd World Cotton Research Conferences, Athens, Greece.*
- Mollashahi, M., Sahragard, A. & Hosseini, R.** (2002) Determination of population growth indices of melon aphid, *Aphis gossypii* (Hom.: Aphididae), under laboratory conditions. *Proceeding of the 15th Iranian Plant protection Congress, Vol. I, Pests, 72.*
- Nowierski, R. M., Zeng, Z. & Scharen, A. L.** (1995) Age-specific life table modeling of the Russian wheat aphid (Homoptera: Aphididae) on barley grown in benzimidazole agar. *Environmental Entomology* 24, 1284-1290.
- O'Brien, P. J., Abdel-AAL, Y. A., Ottea, J. A. & Graves, J. B.** (1992) Relationship of insecticide resistance to carboxylestrases in *Aphis gossypii* (Hom.: Aphididae) from midsouth cotton. *Journal of Economic entomology* 85, 651-657.
- Owusu, E. O., Horiike, M. & Hirano, C.** (1994) Population parameters of cotton aphid, *Aphis gossypii* Glover (Hom.: Aphididae), infesting cucumber. *Journal of Horticultural Science* 69, 731-734.
- Poswal, M. A., Berberet, R. C. & Young, L. J.** (1990) Time-specific life tables for *Acyrtosiphon kondoi* (Homoptera: Aphididae) in first crop alfalfa in Oklahoma. *Environmental Entomology* 19, 1001-1009.
- Singh, B., Goel, S. C., Kumar, S. & Bhopal, S.** (1993) Life table and growth rate studies of *Aphis gossypii* Glover (Homoptera: Aphididae). *Uttar Pradesh Journal of Zoology* 13, 21-24.
- Slosser, J. E., Pinchak, W. E. & Rummel, D. R.** (1998) Biotic and biotic regulation of *Aphis gossypii* Glover in Texas dry land cotton. *Southwestern Entomologist* 23, 31-65.
- Steenis, M. J. & El-Khawas, K.** (1995) Life history of *Aphis gossypii* on cucumber: influence of temperature, host plant and parasitism. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 76, 121-131.
- Wennergren, U. & Landin, J.** (1993) Population growth and structure in a variable environment, I, aphids and temperature variation. *Oecologia* 93, 394-405.

- Wenergren, U., Weinerfeld, P. & Forsling, G.** (1994) Comparative sensitivity analysis of stable stage structures and reproductive values. *Bulletin of Mathematical Biology* 56, 945-957.
- Xia, J. Y., van der Werf, W. & Rabbing, R.** (1999) Influence of temperature on bionomics of cotton aphid, *Aphis gossypii* on cotton. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 90, 25-35.