پژوهشنامه علوم کشاورزی
جلد ۱/ شماره ۱/ سال ۱۳۸۳

تعیین پارامترهای جدول زندگی کفشدوزک *Hippodamia variegata* (Col: Coccinellidae) در شرایط آزمایشگاهی

مهدی ملا شاهی،[۱] احد صحراگرد[۲] و رضا حسینی[۳]

۱، ۲ و ۳، به ترتیب دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، دانشیار و مربی گروه گیاهپزشکی دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان

چکیده

نرخ ذاتی جمعیت (r_m) از پارامترهای آماری مناسب در توصیف نرخ رشد جمعیت است و برای تعیین کارایی دشمنان طبیعی استفاده می‌شود. با توجه به پراکنش وسیع *H. variegata* و نقش موثر آن در کنترل شته‌ها، حمایت از این کفشدوزک، پرورش و رهاسازی آن در برنامه‌های مدیریت تلفیقی می تواند مفید باشد. لازمه استفاده بهینه از این کفشدوزک شناخت ویژگیهای زیستی آن است. بر این اساس پارامترهای رشد جمعیت این کفشدوزک روی شته جالیز درشرایط آزمایشگاهی مطالعه شد.

حشرات کامل کفشدوزک از مزارع خیار اطراف رشت جمع‌آوری شد و در اتاقک رشد در دمای ۲ ± ۲۶ ^{o}C و دوره نوری ۸ : ۱۶ ساعت (تاریکی : روشنایی) و رطوبت نسبی ۵ ± ۶۵ درصد و با تغذیه ازا شته جالیز *Aphis gossypii* تغذیه می‌شد، پرورش داده شد. ۱۰ جفت کفشدوزک در حال جفتگیری که ۴۸ ساعت از ظهورشان گذشته بود بطور جداگانه به ظروف پلاستیکی شفاف به ابعاد ۱۲ ×۱۰ × ۸ سانتی‌متر انتقال داده شد که درپوش آن دارای توری ارگانزا بود. با استفاده از نتایج باروری روزانه، جدول زندگی ویژه باروری تشکیل شد. مجموع تخم های گذاشته شده ۱۲۷ ± ۱۹۱۶ عدد و میانگین تعداد نتاج ماده در هر روز (m_x)، ۹۱/. ± ۸/۲۵ و دوره قبل از تخم‌ریزی ۲۷/. ± ۵/۶ روز بود. نرخ ذاتی افزایش جمعیت (r_m) و نرخ خالص تولید مثل (R_o) بترتیب ۲۵۴/. و ۳۸۷/۹ بود. میانگین طول دوره نسل (T) ۲۳/۴۶ روز و مدت زمان لازم برای دو برابر شدن جمعیت (DT) ۲/۷۳ روز بود. جمعیت کفشدوزک در مدت یک هفته (r_w)، ۵/۹ برابر میشود. میانگین طول عمر حشرات کامل ۴/۴۴ ± ۵۳/۴ روز بود.

واژهای کلیدی: جدول زندگی، کفشدوزک، نرخ ذاتی افزایش جمعیت (r_m)، نرخ تولید مثل خالص (R_0)

مقدمه

شته ها از جمله آفاتی هستند که در صورت مناسب بودن محیط رشد با زاد و ولد سریع و مکیدن شیره گیاهی، تولید عسلک و در نهایت ایجاد محیط مناسب برای رشد قارچ فوماژین صدمات بسیار زیادی به محصولات باغی و زراعی وارد می‌کنند. در میان دشمنان طبیعی شته‌ها حشرات شکارگر از اهمیت بسیار بالایی برخوردار هستند که در این بین نقش کفشدوزک‌ها بسیار مهم است (۱).

کفشدوزک‌ها یکی از مهمترین عوامل مفید در اکوسیستم های زراعی هستند که نقش بسیار مهمی را در ایجاد حالت تعادل و کنترل طبیعی شته‌ها، پسیل‌ها، مگس‌های سفید، زنجرک‌ها، کنه‌ها، تخم پروانه‌ها و لارو حشرات مختلف به عهده دارند. حمایت از جمعیت‌های بومی کفشدوزک‌ها، واردسازی، پرورش و رهاسازی آنها در مناطقی که وجود ندارند می‌توانند نقش بسیار مهمی در کاهش استفاده از سموم شیمیایی و تامین اهداف کنترل تلفیقی داشته باشد (۱). تاریخچه استفاده از کفشدوزک‌ها برای کنترل بیولوژیک بسیار درخشان است. استفاده از کفشدوزک استرالیایی علیه شپشک استرالیایی و کفشدوزک *Cryptolaemus* علیه شپشک آرد آلود از نقاط عطف تاریخچه کنترل بیولوژیک علیه حشرات آفت به حساب می‌آیند (۱۳). امروزه در دنیا از بسیاری گونه‌های کفشدوزک علیه آفات استفاده می‌شود. از جمله می‌توان از تکثیر و رهاسازی گونه‌های کفشدوزک‌هفت‌نقطه‌ای *Hippodamia variegata, Oenopia conglobata* و *Propylea quatuordecimpunctata, Scymnus frontalis* برای کنتـرل بیولوژیک علیـه شته روسی گندم در شمال آمریکا نام برد (۱۴).

کفشدوزک *H. variegata* گونه‌ای با پراکنش بسیار زیاد در مناطق پالئارکتیک است که از آنجا به مناطق نئارکتیک نیز انتقال یافته است (۱۷). فعالیت این کفشدوزک در اکثر نقاط کشور گزارش شده است و احتمال می‌رود در تمام نقاط کشور فعالیت داشته باشد (۳).

با توجه به گستردگی دامنه پراکنش کفشدوزک *H. variegata* در مناطق کشور و نقش مفید آن در کنترل طبیعی شته‌ها و پتانسیل تغذیه‌ای و ظرفیت تولید مثلی بالای آن، احتمالاً حفظ و حمایت از این کفشدوزک و پرورش و رهاسازی این شکارگر می تواند در برنامه‌های مدیریت تلفیقی بسیار کارساز و راهگشا باشد. لازمه استفاده بهینه از این کفشدوزک شناخت ویژگیهای زیستی آن است. بر این اساس پارامترهای رشد جمعیت این کفشدوزک روی شته جالیز در شرایط آزمایشگاهی مطالعه شد.

مواد و روش‌ها

تجزیه و تحلیل کمی جمعیت (Demography)

برای تجزیه و تحلیل کمی جمعیت کفشدوزک *H. variegata* چند جفت کفشدوزک در حال جفت‌گیری در مزارع خیار جمع‌آوری شد و به آزمایشگاه منتقل گردید و درون ظروف پلاستیکی شفاف به ابعاد ۱۲×۱۰× ۸ سانتی‌متر پرورش داده شدند که درپوش آنها حاوی توری ارگانزا بود و روزانه یک گلوله پنبه مرطوب برای تامین رطوبت داخل ظروف قرار داده می‌شد.

حشرات کامل روزانه با شته جالیز *Aphis gossypii* تغذیه می‌شدند. ۱۲۰ عدد از تخم‌های گذاشته شده در یک روز انتخاب گردید و به ظروف پتری به ابعاد ۱۰×۶۰ میلی‌متر منتقل شدند و تا مرحله حشره کامل بطور جداگانه پرورش داده شدند. ۶۰ عدد حشره کامل کفشدوزک پرورش داده شده که ۴۸ ساعت از ظهورشان می‌گذشت پس از تغـذیه، درون ظرف دایره‌ای شکل (قطر ۳۰ و ارتفاع ۸ سانتی‌متر) قرار داده شدند تا جفت‌گیری کنند و از این کفشدوزک‌های در حال جفت‌گیری، ۱۰ جفت کفشدوزک انتخاب گردید و به طور جداگانه به ظروف پلاستیکی شفاف انتقال داده شد. تخم‌های گذاشته شده در هر روز شمارش گردید و تا زمان ظهور حشرات کامل در شرایط استاندارد پرورش داده شد و جنسیت آنها تعیین گردید و نتایج در جداول مربوطه ثبت شد و با استفاده از اطلاعات و فرمول‌ها، پارامترهای جدول زندگی محاسبه گردید.

تمام آزمایش‌ها در اتاق پرورش در دمای ۲ ± ۲۶ درجه سانتی‌گراد و دوره نوری ۸ : ۱۶ ساعت (تاریکی : روشنایی) و رطوبت نسبی ۵ ± ۶۵ درصد انجام شد.

روش تجزیه و تحلیل

نقطه شروع تجزیه و تحلیل کمی جمعیت، مطالعه زیست‌شناسی فرد است و سن مهمترین معیار در زیست‌شناسی است. بنابراین در این بررسی، سن تفریخ تخم با اتا(η')، سن شفیره شدن با پی(π)، سن اولین خروج حشرات کامل با اپسیلون(ε)، سن اولین تخم‌گذاری با بتا(β) و آخرین سن ممکن با امگا(ω) نشان داده شد. تجزیه و تحلیل جدول زندگی و تولید مثل و کلیه معادلات بر اساس روش Carey (1993) و Birch (1984) به شرح زیر انجام گرفت:

جدول زندگی بیان کننده میزان مرگ و میر در جمعیت است. برای تهیه جدول زندگی مربوط به سن(x) وتعداد افراد زنده در سن x (N_x) در یک جدول و دو ستون ثبت شد و بقیه پارامترها از داده‌های این دو ستون محاسبه گردید که فرمول‌ها بقرار زیر است:

(۱) $l_x = \frac{N_x}{N_0}$، که در آن l_x نسبت افراد زنده مانده تا سن x، N_x تعداد افراد زنده و N_0 تعداد اولیه افراد جمعیت می‌باشد.

(۲) $P_x = \frac{l_{x+1}}{l_x}$، که در آن p_x نسبت افردی که تا سن x زنده مانده‌اند و در فاصله سنی x تا $x+1$ زنده‌اند یعنی بقا دوره(Period of survivorship).

(۳) $q_x = 1 - p_x$، که در آن q_x نسبتی از افراد زنده تا سن x که درفاصله سنی x که تا $x+1$ می‌میرند یعنی مرگ ومیر ویژه سنی (Age specific mortality).

(۴) $d_x = l_x - l_{x+1}$، نسبتی از گروه اصلی که در فاصله سنی x تا $x+1$ می‌میرند و نشان دهنده توزیع فراوانی مرگ و میر گروه می‌باشد.

(۵) $L_x = l_x - \frac{d_x}{2}$، نسبت سرانه مدت زنده ماندن در فاصله سنی x تا $x+1$

(۶) $T_x = \sum_{x=0}^{w} L_x$، تعداد روزهایی که بعد از سن x زنده مانده‌اند.

(۷) $e_x = \frac{T_x}{l_x}$، امید زندگی (Life expectancy) در سن x، که به معنی متوسط روزهای باقی مانده است که فرد به سن x می‌رسد.

پارامترهای رشد جمعیت

پارامترهای رشد جمعیت توسط Lotka با ارائه معادله $\int_0^w e^{-rx} l_x m_x d_x$ توسعه یافته است. داده‌ها بر اساس سن (x)، بقای میان دوره (l_x) و تعداد ماده‌های حاصل از تولید مثل یک ماده در سن x (m_x) تهیه شده و سایر پارامترهای جمعیت از روابط زیر بدست می‌آید:

نرخ ذاتی افزایش جمعیت (Intrinsic rate of increase)

$$\int_0^w e^{-rm^x} l_x m_x d_x = 1 \qquad (۸)$$

$$r_{mx} = \frac{\ln R_0}{T} \qquad (۹)$$

نرخ متناهی افزایش جمعیت (Finite rate of increase) λ

$$\lambda = e^{r_m} \qquad (۱۰)$$

نرخ تولید مثل خالص R_0 (Net reproductive rate)

$$R_0 = \sum_0^w l_x m_x$$

مدت زمان رشد(Growth time):

متوسط مدت زمان یک نسل(mean generation time) T,

$$T = \frac{\ln R_0}{r_m} \qquad (۱۲)$$

$$T = \frac{\sum_0^w x\, l_x m_x}{\sum_0^w l_x m_x} \qquad (۱۳)$$

مدت زمان دو برابر شدن جمعیت(Doubling time) DT ,

$$DT = \frac{\ln 2}{r_m} \qquad (۱۴)$$

چند برابر شدن جمعیت در طی یک هفته r_w:

$$r_w = (e^{r_m})^7 \qquad (۱۵)$$

کلیه نمودارها بانرم افزار Excel 2000 ترسیم شد و محاسبه‌ها با نرم افزارهای Excel 2000 و Matlab انجام شد.

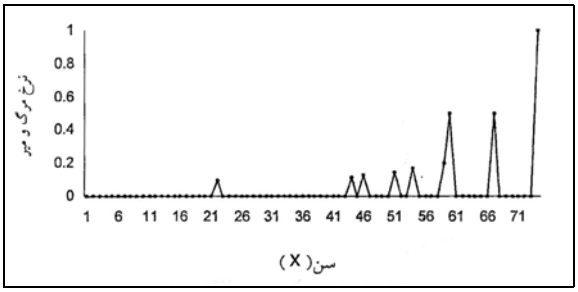
نتایج و بحث

جدول زندگی کفشدوزک *H. variegata*:

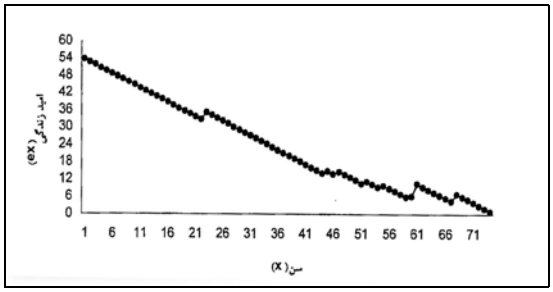
جدول زندگی برای نشان دادن روند تغییرات مرگ ومیر در نسل آزمایشگاهی کفشدوزک *H. variegata* تهیه شد (جدول ۱). نتایج نشان داد که ۹۰ درصد جمعیت بیشتر از نصف عمر آخرین ماده (۴۴ روز) زنده مانده‌اند و یک ماده تا ۷۵ روز عمر می‌کند و ۵۰ درصد جمعیت در دوره تخم‌ریزی و تولید مثل و مابقی جمعیت در دوره بعد از تخم‌ریزی می‌میرند و این مرگ در اواخر دوره زندگی به سرعت افزایش می‌یابد. این بررسی نشان داد که مرگ و میر ویژه سنی در کفشدوزک *H. variegata* به آهستگی صورت می‌گیرد و از روند یکنواختی پیروی نمی‌کند.

Carey و همکاران (۱۲) آزمایشی روی جمعیت‌های مگس مدیترانه انجام دادند تا نحوه تاثیر شرایط مختلف بر بیشترین و کمترین احتمال مرگ و میر را در مگس‌ها بررسی کنند. مشاهدات انجام شده تفاوتی در الگوی مرگ و میر مگس‌ها با روند آهسته را نشان دادند و دلایلی را برای کندی نرخ مرگ و میر بیان کردند. احتمالاً مکانیسم‌های جبران کننده‌ای در سنین بالاتر وجود دارند که می‌توانند آسیب‌های سنین جوانی را جبران کنند و کند بودن روند نرخ مرگ و میر با افزایش سن، ممکن است به یک تغییر ترکیب مصنوعی در یک گروه وابسته باشد که موجب ناهمگنی در الگوی مرگ و میر ژنوتیپ‌ها و فنوتیپ‌های داخل جمعیت شود. نظر به اینکه در بین سنین جمعیت انتخاب صورت می‌گیرد، لذا در افراد با نرخ مرگ بالاتر، تعداد بیشتری نسبت به افرادی که نرخ مرگ و میر کمتر دارند، تلفات خواهند داشت (۱۲). الگوی مرگ و میر کفشدوزک *H. variegata* از نظریه‌های پیری پیروی می‌کند:

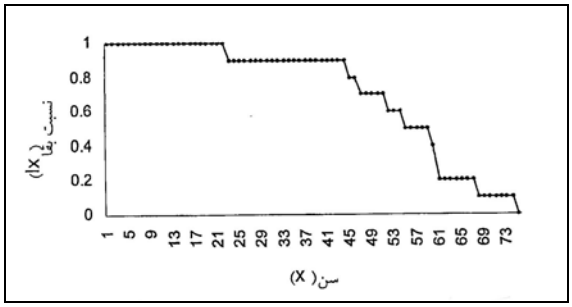
نظریه اول که پیری را می‌توان بطور عملی با افزایش نرخ مرگ و میر متناسب با افزایش سن توصیف و اندازه‌گیری نمود. زیرا نرخ مرگ و میر در بالا و پایین نرخ متوسط مرگ و میر در طول دوره زندگی نوسان می‌کند. با توجه به نکات بیان شده، دوره‌های متناوب مثبت و منفی پیری را در طول زندگی کفشدوزک خواهیم داشت که نتایج حاصل با این نظـــریه منطبق است. البته چنین روند در حشـــرات دیگـــری ماننـــد *Drosophila*، *maculatus Callosobruchus, melanogaster* ، *Ceratitis capitata* نیز مشاهده شده است. نظریه دوم بیان می‌کند که



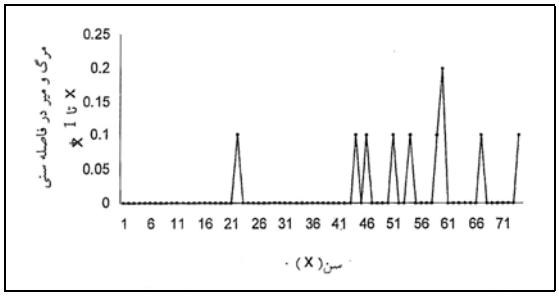
شکل ۲ ـ تغییرات نرخ مرگ و میر (qx) در کفشدوزک *H.variegata*



شکل ۱ـ تغییرات امید زندگی در کفشدوزک *H. variegata*



شکل ۴ ـ تغییرات بقا با سن در کفشدوزک *H. variegata*



شکل ۳ـ تغییرات مرگ و میر در فاصله سنی x تا x+1 در کفشدوزک *H. variegata*

الگوی مرگ و میر در سنین بالغ تقریباً در همه گونه‌ها از یک الگوی یکسان پیروی می‌کند که بعنوان قانون Gompertz (نرخ مرگ و میر نمایی) مشهور است (۱۰، ۱۱، ۱۲) و نتایج حاصله از این قانون تبعیت نمی‌کند و نشان می‌دهد که این قانون در مورد همه جمعیت‌ها صدق نمی‌کند.

پارامترهای اساسی جدول زندگی برای نسل آزمایشگاهی کفشدوزک *H. variegata* درنمودارهای ۴- ۱ نشان داده شده است. امید زندگی (e_x) در ابتدای ظهور حشرات کامل بیشترین مقدار است و با افزایش سن حشرات کامل، شروع به کاهش می‌نماید و تغییرات امید زندگی وابستگی کمی به نرخ مرگ و میر (q_x) (شکل ۲) نشان می‌دهد که البته نرخ مرگ و میر هم خود وابسته به نرخ مرگ و میر روزانه (d_x) است.

جدول ۱- زندگی کفشدوزک *Hippodamia variegata*

e_x	t_x	l_x	d_x	q_x	p_x	I_x	x
۵۳/۷	۵۳/۷	۱	۰	۰	۱	۱	۱
۵۲/۷	۵۲/۷	۱	۰	۰	۱	۱	۲
۵۱/۷	۵۱/۷	۱	۰	۰	۱	۱	۳
۵۰/۷	۵۰/۷	۱	۰	۰	۱	۱	۴
۴۹/۷	۴۹/۷	۱	۰	۰	۱	۱	۵
۴۸/۷	۴۸/۷	۱	۰	۰	۱	۱	۶
۴۷/۷	۴۷/۷	۱	۰	۰	۱	۱	۷
۴۶/۷	۴۶/۷	۱	۰	۰	۱	۱	۸
۴۵/۷	۴۵/۷	۱	۰	۰	۱	۱	۹
۴۴/۷	۴۴/۷	۱	۰	۰	۱	۱	۱۰
۴۳/۷	۴۳/۷	۱	۰	۰	۱	۱	۱۱
۴۲/۷	۴۲/۷	۱	۰	۰	۱	۱	۱۲
۴۱/۷	۴۱/۷	۱	۰	۰	۱	۱	۱۳
۴۰/۷	۴۰/۷	۱	۰	۰	۱	۱	۱۴
۳۹/۷	۳۹/۷	۱	۰	۰	۱	۱	۱۵
۳۸/۷	۳۸/۷	۱	۰	۰	۱	۱	۱۶
۳۷/۷	۳۷/۷	۱	۰	۰	۱	۱	۱۷
۳۶/۷	۳۶/۷	۱	۰	۰	۱	۱	۱۸
۳۵/۷	۳۵/۷	۱	۰	۰	۱	۱	۱۹
۳۴/۷	۳۴/۷	۱	۰	۰	۱	۱	۲۰
۳۳/۷	۳۳/۷	۱	۰	۰	۱	۱	۲۱
۳۲/۷	۳۲/۷	۰/۹۵	۰/۱	۰/۱	۰/۹	۱	۲۲
۳۱/۷	۳۱/۷	۰/۹	۰	۰	۱	/۹	۲۳
۳۴/۲۲۲۲	۳۰/۸	۰/۹	۰	۰	۱	/۹	۲۴

ادامه جدول ۱- زندگی کفشدوزک *H. variegata*

E_x	t_x	L_x	D_x	q_x	P_x	I_x	x
۳۳/۲۲۲۲	۲۹/۹	۰/۹	۰	۰	۱	/۹	۲۵
۳۲/۲۲۲۲	۲۹	۰/۹	۰	۰	۱	/۹	۲۶
۳۱/۲۲۲۲	۲۸/۱	۰/۹	۰	۰	۱	/۹	۲۷
۳۰/۲۲۲۲	۲۸/۲	۰/۹	۰	۰	۱	/۹	۲۸
۲۹/۲۲۲۲	۲۶/۳	۰/۹	۰	۰	۱	/۹	۲۹
۲۸/۲۲۲۲	۲۵/۴	۰/۹	۰	۰	۱	/۹	۳۰
۲۷/۲۲۲۲	۲۴/۵	۰/۹	۰	۰	۱	/۹	۳۱
۲۶/۲۲۲۲	۲۳/۶	/۹	۰	۰	۱	/۹	۳۲
۲۵/۲۲۲۲	۲۲/۷	/۹	۰	۰	۱	/۹	۳۳
۲۴/۲۲۲۲	۲۱/۸	/۹	۰	۰	۱	/۹	۳۴
۲۳/۲۲۲۲	۲۰/۹	/۹	۰	۰	۱	/۹	۳۵
۲۲/۲۲۲۲	۲۰	/۹	۰	۰	۱	/۹	۳۶
۲۱/۲۲۲۲	۱۹/۱	/۹	۰	۰	۱	/۹	۳۷
۲۰/۲۲۲۲	۱۸/۲	/۹	۰	۰	۱	/۹	۳۸
۱۹/۲۲۲۲	۱۷/۳	/۹	۰	۰	۱	/۹	۲۹
۱۸/۲۲۲۲	۱۶/۴	/۹	۰	۰	۱	/۹	۴۰
۱۷/۲۲۲۲	۱۵/۵	/۹	۰	۰	۱	/۹	۴۱
۱۶/۲۲۲۲	۱۴/۶	/۹	۰	۰	۱	/۹	۴۲
۱۵/۲۲۲۲	۱۳/۷	/۹	۰	۰	۱	/۹	۴۳
۱۴/۲۲۲۲	۱۲/۸	۰/۸۵	۰/۱	۰/۱۱۱۱	۰/۸۸۸۸	/۹	۴۴
۱۴/۸۷۵	۱۱/۹	۰/۸	۰	۰	۱	/۸	۴۵
۱۳/۸۷۵	۱۱/۱	۰/۷۵	۰/۱	۰/۱۲۵	۰/۸۷۵	/۸	۴۶
۱۴/۷۱۴۲	۱۰/۳	۰/۷	۰	۰	۱	/۷	۴۷
۱۳/۷۱۴۲	۹/۶	۰/۷	۰	۰	۱	/۷	۴۸
۱۲/۷۱۴۲	۸/۹	۰/۷	۰	۰	۱	/۷	۴۹
۱۱/۷۱۴۲	۸/۲	۰/۷	۰	۰	۱	/۷	۵۰
۱۰/۶۱۴۲	۷/۵	۰/۶۵	۰/۱	۰/۱۴۲۸	۷۱/۸۵	/۷	۵۱
۱۱/۳۳۳۳	۶/۸	۰/۶	۰	۰	۱	/۶	۵۲
۱۰/۳۳۳۳	۶/۲	۰/۶	۰	۰	۱	/۶	۵۳
۹/۳۳۳۳	۵/۶	۰/۵۵	۰/۱	۰/۱۶۶۶	۰/۸۳۳۳	/۶	۵۴
۱۰	۵	۰/۵	۰	۰	۱	/۵	۵۵
۹	۴/۵	۰/۵	۰	۰	۱	/۵	۵۶

ادامه جدول۱- زندگی کفشدوزک *H. variegata*

x	l_x	P_x	q_x	D_x	L_x	t_x	E_x
۵۷	/۵	۱	۰	۰	۰/۵	۴	۸
۵۸	/۵	۱	۰	۰	۰/۵	۳/۵	۷
۵۹	۰/۵	۰/۸	۰/۲	۰/۱	۰/۴۵	۳	۶
۶۰	۰/۴	۰/۵	۰/۵	۰/۲	۰/۳	۲/۵	۶/۲۵
۶۱	۰/۲	۱	۰	۰	۰/۲	۱/۲	۱۰/۵
۶۲	۰/۲	۱	۰	۰	۰/۲	۱/۹	۹/۵
۶۳	۰/۲	۱	۰	۰	۰/۲	۱./۷	۸/۵
۶۴	۰/۲	۱	۰	۰	۰/۲	۱/۵	۷/۵
۶۵	۰/۲	۱	۰	۰	۰/۲	۱/۳	۶/۵
۶۶	۰/۲	۱	۰	۰	۰/۲	۱/۱	۵/۵
۶۷	۰/۲	۰/۵	۰/۵	۰/۱	۰/۱۵	۰/۹	۴/۵
۶۸	۰/۲	۱	۰	۰	۰/۱	۰/۷	۷
۶۹	۰/۱	۱	۰	۰	۰/۱	۰/۶	۶
۷۰	۰/۱	۱	۰	۰	۰/۱	۰/۵	۵
۷۱	۰/۱	۱	۰	۰	۰/۱	۰/۴	۴
۷۲	۰/۱	۱	۰	۰	۰/۱	۰/۳	۳
۷۳	۰/۱	۱	۰	۰	۰/۱	۰/۲	۲
۷۴	۰/۱	۰	۱	۰/۱	۰/۰۵	۰/۱	۱
۷۵	۰						

x: سن

l_x: نسبت افراد زنده مانده تا سن x

P_x: نسبت افرادی که از سن x تا $x+1$ زنده مانده‌اند.

q_x: نسبتی از افراد زنده تا سن x که در فاصله سنی x تا $x+1$ می‌میرند.

d_x: نسبتی از گروه اصلی که در فاصله سنی x تا $x+1$ می‌میرند.

L_x: نسبت سرانه مدت زنده ماندن در فاصله x تا $x+1$.

T_x: تعداد روزهایی که بعد از سن x زنده مانده‌اند.

e_x: امید زندگی

پارامترهای رشد کفشدوزک *H. variegata*

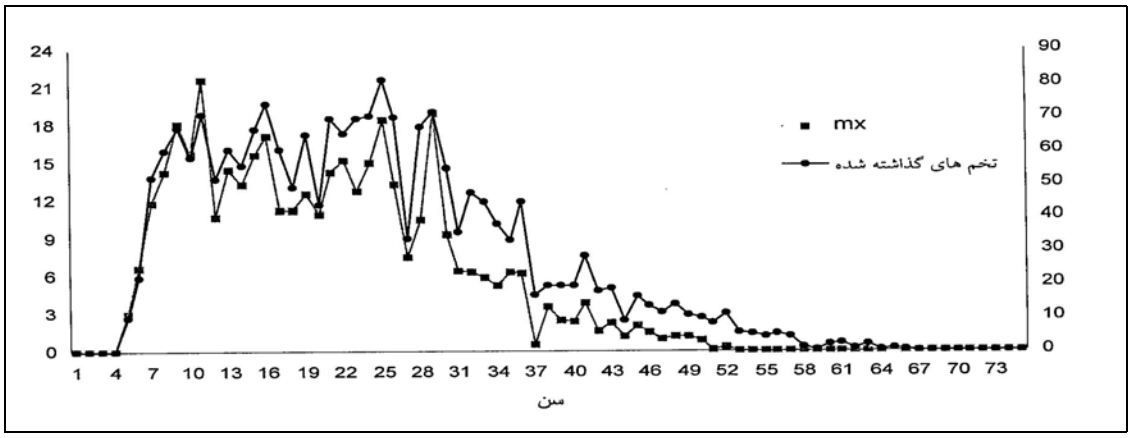
بر اساس نتایج بدست آمده میانگین نتاج بدست آمده میانگین تعداد نتاج ماده در هر ماده در هر روز (m_x) ۰/۹۱ ± ۸/۲۵ عدد بود که بیشترین میزان تولید ماده در اوایل دوره تخمریزی (۲۱ عدد) بود که بتدریج با افزایش سن میزان تخم‌گذاری و تولید افراد ماده کاهش می‌یابد بطوری که در اواخر دوره تخمریزی (روز ۵۳) میزان تولید افراد ماده به صفر می‌رسد (نمودار ۵ و جدول ۳).

چنین روند کاهشی در میزان تخم‌گذاری در سایر مطالعات نیز گزارش شده است (۲). تغییرات نسبت بقا و تولید نتاج در شکل ۶ نشان داده شده است.

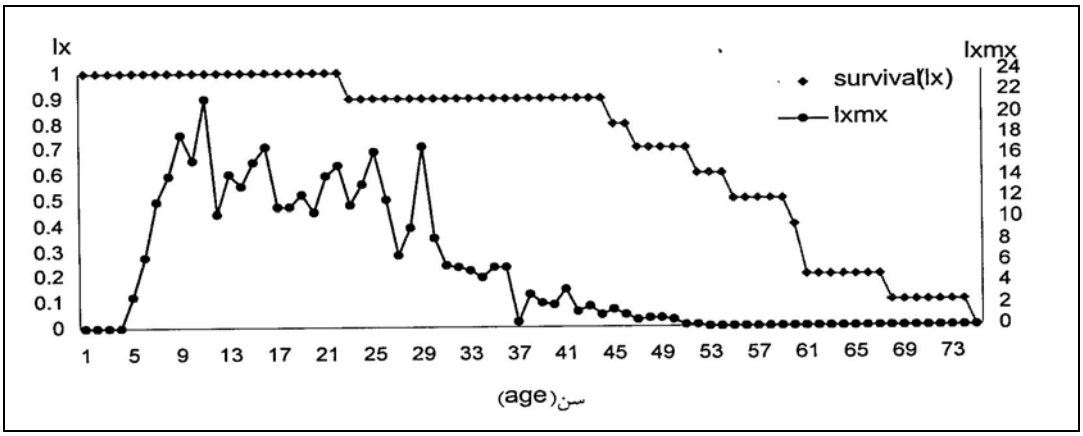
با استفاده از نتاج باروری روزانه، جدول زندگی ویژه باروری (Fertility life table) تشکیل شد (جدول ۳). به کمک معادله ۱۱ نرخ تولید مثل خالص (R_o)، ۳۸۷/۹ بدست آمد که نشان دهنده تعداد نتاج ماده به ازای هر کفشدوزک ماده در هر نسل می‌باشد. بر اساس فرمول تخمینی Birch (1948)، (فرمول‌های ۹ و ۱۱) نرخ ذاتی افزایش جمعیت ۱۹۸/. و طول مدت هر نسل ۳۰/۲۲۲ روز بدست آمد. مقدار دقیق نرخ ذاتی افزایش جمعیت به کمک کامپیوتر و با استفاده از نرم‌افزار Matlab و معادله ۸، ۲۵۴/. محاسبه شد و با استفاده از مقدار دقیق r_m طول مدت هر نسل ۲۳/۴۶ روز و مدت زمان لازم برای دو برابر شدن جمعیت ۲/۷۳ تعیین گردید. میزان افزایش جمعیت افراد ماده در یک هفته (معادله ۱۵) ۵/۹ بدست آمده که نشان می‌دهد در پرورش انبوه (Mass rearing) می‌توان جمعیت افراد این کفشدوزک را در هر هفته ۹/۵ برابر تکثیر نمود.

نرخ ذاتی افزایش جمعیت پارامتر آماری مناسب در توصیف نرخ رشد جمعیت می‌باشد و برای تعیین دشمن طبیعی کاراتر (۶) در کنترل آفات (۴ و ۵)، تعیین میزان مقاومت (۷)، تعیین مناسب‌ترین رژیم غذایی (۲۰ و ۲۱)، تعیین اثرات کشنده و زیر کشنده سموم (۱۶) و غیره مورد استفاده قرار می‌گیرد. بسیاری از محققین مبارزه بیولوژیک معتقدند که دشمنان طبیعی که (r_m) بالاتری نسبت به آفات دارند در کنترل آفات موفق‌تر می‌باشند (۱۵).

نرخ ذاتی افزایش جمعیت (r_m)، کفشدوزک *H.variegata* تاکنون محاسبه نشده است. مقدار r_m برای سه لاین کفشدوزک *H. convergens* محاسبه شد تا لاینی که دارای سریع‌ترین دوره رشد و نمو و بهترین عامل کنترل بیولوژیک است، تعیین گردد. نتایج نشان داد که مقدار r_m برای لاین Intensely بیشتر از دو لاین دیگر و برابر ۹۹/. بود (۱۹). مقدار r_m برای کفشدوزک *septempunctata Coccinella* در حال تغذیه از *Acyrthosiphone pisum*، ۲۰/. و برای کفشدوزک *Chilocorus bipustulatus* در حال تغذیه *Aspidiotus nerii*، ۷۷/. بود که بیشترین مقدار r_m برای کفشدوزک‌های مورد مطالعه بود (۱۷ و ۱۸). مقادیر r_m برای گزارش شده کمتر از مقدار r_m برای کفشدوزک مورد مطالعه است. با توجه به اینکه r_m پارامتر دقیقی است که عوامل زیادی از جمله گونه حشره مورد مطالعه، نوع میزبان، منشاء جغرافیایی، شرایط اقلیمی (دما، نور، رطوبت) میزان تغذیه وطول عمر حشرات کامل و غیره روی آن تاثیر می‌گذارند، برای تعیین اثرات ذکر شده مقدار r_m رامحاسبه می‌کنند. لذا این تفاوت در مقدار r_m را می‌توان به متفاوت بودن گونه حشره، تفاوت در ظرفیت تولید مثلی، میزان تخمگذاری، طول عمر حشرات کامل، نوع تغذیه و دمای بکارگرفته شده، منطقه جغرافیایی پراکنش حشره، نسبت جنسی افراد تولید شده وغیره نسبت داد.



شکل ۵ـ تغییرات تخم‌های گذاشته شده با تولید افراد ماده



شکل ۶ـ تغییرات نسبت بقا (l_x) و نسبت نتاج (l_xm_x) با سن

جدول ۲ـطول دوره‌های مختلف رشدی درکفشدوزک *H. variegata*

مراحل رشدی	علائم	روز
مرحله نابالغ		
دره انکوباسیون تخم	$0-\eta$	۲
طول دوره لاروی	$\eta-\pi$	۷
طول دوره شفیرگی	$\pi-\varepsilon$	۲
مرحله بالغ		
طول دوره قبل از تخم‌ریزی	$\pi-\alpha$	۵
طول دوره تخم‌ریزی	$\alpha-\beta$	۶۱
طول دوره بعد از تخم‌ریزی	$\beta-\omega$	۸
طول عمر حشرات بالغ	$\varepsilon-\omega$	۷۴
طول عمر	$0-\omega$	۸۵

جدول ۳ ـ جدول زندگی ویژه باروری کفشدوزک *H. variegata*

سن (age)	زنده	نسبت بقا(l_x)	تعداد نتاج تولید شده	تعداد نتاج ماده در هر ماده (m_x)	L_xm_x	XL_xm_x
$x^{۱۱-۱}$	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۱۲	۱۰	۱	۰	۰	۰	۰
۱۳	۱۰	۱	۰	۰	۰	۰
۱۴	۱۰	۱	۰	۰	۰	۰
۱۵	۱۰	۱	۵۳	۳	۳	۴۵
۱۶	۱۰	۱	۱۲۸	۶/۶	۶/۶	۱۰۵/۶
۱۷	۱۰	۱	۲۲۴	۱۱/۸	۸/۱۱	۲۰۰/۶

ادامه جدول ۳: زندگی ویژه باروری کفشدوزک *H. variegata*

سن (age)	زنده	نسبت بقا(l_x)	تعداد نتاج تولید شده	تعداد نتاج ماده در هر ماده (m_x)	L_xm_x	XL_xm_x
۱۸	۱۰	۱	۲۷۷	۱۴/۳	۳/۱۴	۲۵۷/۴
۱۹	۱۰	۱	۳۵۳	۱۸/۱	۱/۱۸	۳۴۳/۹
۲۰	۱۰	۱	۲۹۹	۱۵/۷	۷/۱۵	۳۱۴
۲۱	۱۰	۱	۴۰۶	۲۱/۶	۶/۲۱	۴۵۳/۶
۲۲	۱۰	۱	۲۴۷	۱۰/۷	۷/۱۰	۲۳۵/۴
۲۳	۱۰	۱	۲۷۱	۱۴/۵	۵/۱۴	۳۳۳/۵
۲۴	۱۰	۱	۲۶۵	۱۳./۳	۳/۱۳	۳۱۹/۲
۲۵	۱۰	۱	۲۹۱	۱۵/۶	۶/۱۵	۳۹۰
۲۶	۱۰	۱	۳۱۸	۱۷/۱	۱/۱۷	۴۴۴/۶
۲۷	۱۰	۱	۲۱۸	۱۱/۳	۳/۱۱	۳۰۵./۱
۲۸	۱۰	۱	۲۲۴	۱۱/۳	۳/۱۱	۳۱۶/۴
۲۹	۱۰	۱	۲۷۶	۱۲/۵	۵/۱۲	۳۶۲/۵
۳۰	۱۰	۱	۲۰۷	۱۰/۹	۹/۱۰	۳۲۷
۳۱	۱۰	۱	۲۸۷	۱۴/۳	۳/۱۴	۴۴۳/۳
۳۲	۱۰	۱	۲۸۶	۱۵/۲	۲/۱۵	۴۸۶/۴
۳۳	۹	۰/۹	۲۳۱	۱۲/۸	۵۲/۱۱	۳۸۰/۱۶
۳۴	۹	۰/۹	۲۶۵	۱۵	۵/۱۳	۴۵۹
۳۵	۹	۰/۹	۳۰۳	۱۸/۴	۵۶/۱۶	۵۷۹/۶
۳۶	۹	۰/۹	۲۴۳	۱۳/۳	۹۷/۱۱	۴۳۰/۹۲
۳۷	۹	۰/۹	۱۲۵	۷/۵	۷۵/۶	۲۴۹/۷۵
۳۸	۹	۰/۹	۱۹۶	۱۰/۵	۴۵/۹	۳۵۹/۱
۳۹	۹	۰/۹	۲۸۶	۱۹	۱/۱۷	۶۶۶/۹
۴۰	۹	۰/۹	۱۶۵	۹/۳	۳۷/۸	۳۳۴/۸
۴۱	۹	۰/۹	۱۱۶	۶/۴۴	۷۹۶/۵	۲۳۷/۶۳۶
۴۱	۹	۰/۹	۱۱۴	۶/۳۳	۶۹۷/۵	۲۳۹/۲۷۴
۴۳	۹	۰/۹	۹۹	۵/۸۹	۳۰۱/۵	۲۲۷/۹۴۳
۴۴	۹	۰/۹	۹۲	۵/۳	۷۷/۴	۲۰۹/۸۸
۴۵	۹	۰/۹	۱۱۰	۶/۳	۶۷/۵	۲۵۵/۱۵
۴۶	۹	۰/۹	۱۱۶	۶/۲۲	۵۹۸/۵	۲۵۷/۵۰۸
۴۷	۹	۰/۹	۱۰	۰/۵۵	۴۹۵/۰	۲۳/۲۶۵
۴۸	۹	۰/۹	۶۵	۳/۵	۱۵/۳	۱۵۱/۲

ادامه جدول ۳: زندگی ویژه باروری کفشدوزک *H. variegata*

سن (age)	زنده	نسبت بقا(l_x)	تعداد نتاج تولید شده	تعداد نتاج ماده در هر ماده (m_x)	L_xm_x	XL_xm_x
۴۹	۹	۰/۹	۴۰	۲/۵	۲۵/۲	۱۱۰/۲۵
۵۰	۹	۰/۹	۳۸	۲/۳۳	۰۹۷/۲	۱۰۴/۸۵
۵۱	۹	۰/۹	۷۱	۳/۸۸	۴۹۲/۳	۱۷۸/۰۹۲
۵۲	۹	۰/۹	۳۳	۱/۶	۴۴/۱	۷۴/۸۸
۵۳	۹	۰/۹	۳۸	۲/۲	۹۸/۱	۱۰۴/۹۴
۵۴	۹	۰/۹	۱۶	۱/۲۲	۰۹۸/۱	۵۹/۲۹۲
۵۵	۸	۰/۸	۳۴	۲	۶/۱	۸۸
۵۶	۸	۰/۸	۲۰	۱/۵	۲/۱	۶۷/۲
۵۷	۷	۰/۷	۱۰	۱	۷/۰	۳۹/۹
۵۸	۷	۰/۷	۱۹	۱/۲	۸۴/۰	۴۸/۷۲
۵۹	۷	۰/۷	۱۳	۱/۱۴	۷۹۸/۰	۴۷/۰۸۲
۶۰	۷	۰/۷	۹	۰/۸۵	۵۹۵/۰	۳۵/۷
۶۱	۷	۰/۷	۳	۰/۱۴	۰۹۸/۰	۵/۹۷۸
۶۲	۶	۰/۶	۴	۰/۳۳	۱۹۷/۰	۱۲/۲۷۶
۶۳	۶	۰/۶	۰	۰	۰	۰
۶۴	۶	۰/۶	۰	۰	۰	۰
۶۵	۵	۰/۵	۰	۰	۰	۰
۶۶	۵	۰/۵	۰	۰	۰	۰
۶۷	۵	۰/۵	۰	۰	۰	۰
۶۸	۵	۰/۵	۰	۰	۰	۰
۶۹	۵	۰/۵	۰	۰	۰	۰
۷۰	۴	۰/۴	۰	۰	۰	۰
۷۱	۲	۰/۴	۰	۰	۰	۰
۷۲	۲	۰/۲	۰	۰	۰	۰
۷۳	۲	۰/۲	۰	۰	۰	۰
۷۴	۲	۰/۲	۰	۰	۰	۰
۷۵	۲	۰/۲	۰	۰	۰	۰
۷۶	۲	۰/۲	۰	۰	۰	۰
۷۷	۲	۰/۲	۰	۰	۰	۰
۷۸	۱	۰/۱	۰	۰	۰	۰
۷۹	۱	۰/۱	۰	۰	۰	۰

ادامه جدول ۳: زندگی ویژه باروری کفشدوزک *H. variegata*

سن (age)	زنده	نسبت بقا(l_x)	تعداد نتاج تولید شده	تعداد نتاج ماده در هر ماده (m_x)	L_xm_x	XL_xm_x
۸۰	۱	۰/۱	۰	۰	۰	۰
۸۱	۱	۰/۱	۰	۰	۰	۰
۸۲	۱	۰/۱	۰	۰	۰	۰
۸۳	۱	۰/۱	۰	۰	۰	۰
۸۴	۱	۰/۱	۰	۰	۰	۰
۸۵	۰	۰	۰	۰	۰	۰

سپاسگزاری

در پایان ازآقای دکتر J. Obrycki از دانشگاه آیوا و J. R. Carey از دانشگاه دیویس برای ارسال مقالات تشکر و قدردانی می‌شود.

منابع

۱- اسماعیلی، م.، ۱۳۷۵. آفات مهم درختان. مرکز نشر سپهر. ۵۷۸ صفحه.

۲- جعفری، ش.، ۱۳۸۰. بررسی بیولوژی و امکان پرورش انبوه کفشدوزک *Hippodamia variegata* (Coleopera:Coccinellidae) در شرایط آزمایشگاهی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه گیلان. ۷۷ ص.

۳- رجبی، غ.، ۱۳۶۵. حشرات زیان‌آور درختان میوه سردسیری ایران (شته‌ها، شپشک‌ها و زنجرک‌ها). انتشارات سازمان تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی، ۲۵۶ ص.

۴- رخشانی، ا.، ۱۳۷۹. بررسی فون دشمنان طبیعی شته گردو *Chromaphis juglandicola* و بررسی بیولوژی زنبور *Trioxys pallidus* (Hym.: Braconidae) در شرایط آزمایشگاهی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه تربیت مدرس. ۱۶۴ ص.

۵- زهدی، ک.، ۱۳۷۹. بررسی پارازیتیسم فصلی تخم سوسک برگخواران نارون *anthogaleruca luteola* (Coleoprera: Chrysomelidae) .توسط زنبور پارازیتوئید *Tetrastichus gallerucae* (Hymenoptrera: Eulophidae) در کرمان. پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه تربیت مدرس. ۹۷ ص.

۶- طالبی، ع.، ک. کمالی، م. اسماعیلی، ج. خلقانی و احد صحراگرد. ۱۳۷۸. مقایسه دوره رشد و نمو، طول عمر و باروری زنبورهای *Encarsia lutea* و *Eretmocerus mundus* روی پوره‌های *Bemisia tabaci*. مجله آفات و بیماری‌های گیاهی جلد ۶۷. شماره‌های ۱و ۲.

7- Bethke, J.A., R.A. Redak and U. Schuch, 1998. Melon aphid performance on chrysanthemum as mediated by cultivar, and differential levels of fertilization and irrigation. Entomologia Experimentalist et Applicata 88: 41-47

8- Birch, L.C., 1948. The inrinsic rate of natural increase in an insect population. J. Anim. Ecol. 17: 15-269-

9- Carey. J.R, 1993. Applied demogrphy for biologists. New York: Oxford Univpress. 206 pp

10- Carey, J.R, 2001. Insect biodemography. Annu. Rev. Entomol. 46 : 79-110.

11- Carey, J.R., and P. Lieo, 1999. Mortailty dynamics of insects: General principles derived from aging research on the mediterranean fruit fly (Diptera: Tephritidae). Am. Entomol. Vol. 45. No.1: 49-55.

12- Carey, J.R., Liedo, D. Orozco., and J.W. Vaupel, 1992. Slowing of mortality rates at older ages in large medfly cohorts. Science. 258: 457-461.

13- Deluchi, V., 1974. New trends in biological methods. Proceedings of the F.A.O. Conference on ecology in relation to plant pest control. Rome, Italy. PP: 192-205.

14- Gordon R.d., and N.Vandenberg, 1991. Field guide to recently introduced species of Coccinellidae in north American genera of Coccinellini. Proceeding of the Entomological Society of Washington, 4: 845-864.

15- Jakson, H.B., C. Rogers, R.D. Eikenbary, K.J. Stark and R.W. McNew, 1974. Biology of *Ephedrus plagiator* on different aphid Hosts and various temperatures. Environ. Entomol 3: 618-620.

16- Kerns, D.L. and S.D. Stewart, 2000. Sublethal effects of insecticides on the intrinsic rate of increase of cotton aphid. Entomologia Experimintalise Applicata. 94: 41-45.

17- Obrycki, J.J. and J.O. Candy, 1990. Suitability of three prey species for nearctic populations of *Coccinella septempunctata, Hippodamia variegata*, and *Propylea quantuordecimpunctata* (Col: Coccinellidae). J. Econ. Entomol, 83 (4): 1292-1297.

18- Phoofolo, M.W. and J.J. Obrycki, 1995. Comparative life- history studies of Nearctic and Palearctic populations of *Coccinella septempunctata* (Coleoptera: Coccinellidae). Environ. Entomol. 24 (30): 581-587.

19- Rodriguez-Saona, C. and J.C. Miller, 1995. Life history traits in *Hippodamia convergens* (Coleoptera:Coccinellidae) after selection for fast development. Biological control. 5: 389-396.

20- Tasai, J.H. and J.J. Wang, 2001. Effect of host plant on biology and life table parameters of *Aphis spiraecola* (Homoptera: Aphididae). Environ. Entomol. 30 (1): 44-50.

21- Uygun. N. and N.Z. Elekciogulu, 1998. Effect of three diaspididae prey apecies on development and fecundity of the lady beetle *Chilocorus bipustulatus* in the laboratory. Biocontrol 43: 153-162.

Determination of life table parameters of lady beetle, *Hippodamia variegata* (Col: Coccinellidae) under laboratory conditions.

M. Mollashahi [1], A. Sahragard [2] and R. Hossaini [3]
1,2,3, Former graduate student, Associate Professor, Staff member of Dept of Plant Protection Faculty of Agriculture respectively. University of Guilan. Rasht. Iran

Abstract

The intrinsic rate of increase (rm) is a useful statistic for describing population growth rates. Estimates of rm have been used to assess the potential effectiveness of natural enemies. Due to widspread of lady beetle, H. variegata and its useful role in controlling of aphids, probably its conservation, rearing and its release can be useful in integrated pest management programs. For this purpose, population growth parameters of this ladybeetle were studied on melon aphid under laboratory conditions. Adults were collected from cucumber fields in Rasht area and were cultured in a growth chamber at temperature 26 ± 2 ºC and a photoperiod 16L : 8D and a relative humidity of 65 ± 5 percent and were fed on melon aphids. Ten mated pairs of two–day–old predator were separately transferred to a glass plastic container (8 × 10 × 12cm) that were covered with an organdy net. By using daily fertility results, demographic life table was constructed. The total number of eggs was 1916 ± 127 and mean number females per female per day (mx) was 8. 25 ± 0.91 and preoviposition period was 5.6 ± 0.27 days. Intrinsic rate of increase (rm) and net reproductive rate (R0) were 0.254 and387.9, respectively. The mean generation time (T) was 23.46 days and the population was double (DT) within 2.73 days. The lady beetle population was able to multiply 5.9 time per week (rw) and adult longevity was 53.4 ± 4.44 days.

Key words: Life table, Lady beetle, Intrinsic rate of increase (r_m), Net reproductive rate (R_0).