نشریه حفاظت گیاهان (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۰، شماره ۱، بهار ۱۳۹۵، ص. ۶۲-۵۴

Journal of Plant Protection
Vol. 30, No. 1, Spring 2016, P. 54-62

جدول زندگی دو جنسی کفشدوزک *Oenopia conglobata contaminata* (Mentries) با تغذیه از شته سبز هلو *Myzus persicae* (Sulzer) و پسیل معمولی پسته *Agonoscena pistaciae* Burkhardt and lauterer در شرایط آزمایشگاهی

بتول مختاری[۱]- محمدامین سمیع[۲*]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۱۱/۰۹
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۶/۲۳

چکیده

کفشدوزک *Oenopia conglobata contaminata* (Col.: Coccinellidae) یکی از شکارگرهای فعال پسیل معمولی پسته *Agonoscena pistaciae* (Hem: Aphalaridae) و شته سبز هلو *Myzus persicae* (Hem: Aphididae) در باغ‌های ایران می‌باشد. آزمایش‌ها در شرایط دمایی ۲۵±۲ درجه سانتی‌گراد، رطوبت نسبی ۵۵±۵ و دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی انجام شد. تعداد ۱۰۰ عدد تخم هم‌سن با عمر کمتر از ۲۴ ساعت برای هر میزبان انتخاب و درون ظروف پتری به قطر ۱۲ سانتی‌متر قرار گرفت. لاروهای کفشدوزک پس از خروج از تخم، روزانه با پوره‌های پسیل معمولی پسته و شته سبز هلو تغذیه شدند. داده‌های جدول زندگی طبق تئوری جدول زندگی دو جنسیتی مرحله سنی تجزیه گردید. نرخ ذاتی و نرخ متناهی افزایش جمعیت کفشدوزک با تغذیه از پسیل معمولی پسته به ترتیب ۰/۱۸ و ۱/۲ (روز$^{-1}$) تعیین شد؛ و متوسط مدت زمان یک نسل ۳۳/۷۴ روز و نرخ ناخالص و خالص تولید مثل (تخم/ فرد) به ترتیب ۸۱۱/۰۷ و ۵۵۵/۶۳ بود. و با تغذیه از شته سبز هلو نرخ ذاتی و نرخ متناهی افزایش جمعیت (روز$^{-1}$) به ترتیب۰/۱۷ و ۱/۱۹ تعیین شد؛ و متوسط مدت زمان یک نسل ۳۵/۷۲ روز و نرخ ناخالص و خالص تولید مثل (تخم/ فرد) به ترتیب ۸۷۰/۴۸ و ۶۰۶/۶۳ بود. نتایج این پژوهش نشان داد که کفشدوزک *O. conglobata* از لحاظ توانایی و سرعت افزایش جمعیت در وضعیت مطلوبی قرار دارد و یک گزینه انتخابی برای مهار زیستی شته سبز هلو و پسیل معمولی پسته است.

واژه‌های کلیدی: پسته، زیست شناسی، شکارگر، نرخ ذاتی افزایش جمعیت، هلو

مقدمه

شته‌ها از بالاخانواده Aphidoidea حشرات بسیار موفقی هستند که با بیش‌ترین تعداد گونه در مناطق معتدله یافت می شوند و کم‌تر گونه گیاهی وجود دارد که شته اختصاصی خود را نداشته باشد (۲۸). یکی از مهمترین شته‌ها، شته سبز هلو است. این شته از متداول ترین آفات درختان میوه هسته‌دار است و در اکثر مناطق کشور وجود دارد (۲۸). پسیل معمولی پسته، یکی از مهم‌ترین آفات پسته است که همه ساله سبب کاهش کیفی و کمی محصول پسته می‌شود (۳۱). گسترش و طغیان این آفت، ضرورت بازنگری در مهار شیمیایی برای کاهش میزان مصرف سموم و تشخیص و به‌کارگیری روش‌های غیرشیمیایی به‌ویژه مهار زیستی را ایجاب می‌کند (۳۱). در این راستا استفاده از کفشدوزک‌ها به‌عنوان شکارگرهای توانا در خور توجه است (۱۳). لارو و حشره‌کامل کفشدوزک *Oenopia (=/Synharmonia) conglobata contaminata* به‌عنوان دشمن طبیعی مهم برای بسیاری از آفات معرفی شده است. برآورد پارامترهای رشد جمعیت و تعیین افزایش جمعیت حشرات از روی توانایی تولیدمثلی، یک ضرورت قطعی در مطالعه جمعیت‌های حشرات است. به‌دلیل این‌که حساسیت آفات به‌عوامل کنترل در بین مراحل سنی تغییر می‌کند اطلاعات مربوط به ساختار سنی جمعیت آفت و دشمن طبیعی برای تعیین مناسب‌ترین زمان کاربرد حشره‌کش‌ها ضروری است (۷). به دلیل این‌که جدول زندگی دو جنسی یک توضیح مرحله سنی کامل را برای هر دوره زمانی می‌دهد (۶) شبیه سازی‌ها براساس جدول زندگی دو جنسی مرحله سنی، یک راه مناسب را برای پیش‌بینی مناسب‌ترین زمان برای کاربرد دشمن طبیعی در کنترل آفت پیشنهاد می‌کند (۷).

دو نوع اطلاعات در مطالعه جدول زندگی وجود دارد، یکی

۱ و ۲- فارغ التحصیل کارشناسی ارشد و دانشیار گروه گیاه پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولی عصر رفسنجان
(*- نویسنده مسئول: Email: samia_aminir@yahoo.com)

داده‌های اصلی و دیگری آماره‌های مشتق شده شامل نرخ ذاتی افزایش جمعیت و مدت زمان یک نسل می‌باشند. با فرض این‌که فاکتورهای محیطی ثابت‌اند و ساختار جمعیت به یک توزیع مرحله سنی پایدار (بعد از گذشت زمان طولانی) می‌رسد آماره‌ها محاسبه می‌شوند. نرخ ذاتی افزایش جمعیت (*r*) عبارت از نرخ افزایش طبیعی در یک جمعیت بسته میباشد که به مدت طولانی در معرض ستونها یا مقادیر ثابتی از زادآوری و مرگ و میر ویژه سن بوده و پس از رسیدن به تعادل به حالت جمعیت پایدار در آمده است (۴) و به عبارت دیگر نشان دهنده سرعت رشد جمعیت در حالت نامحدود است. این آماره یکی از مهم‌ترین شاخص‌های زیستی و جمعیتی حشرات بوده و پتانسیل افزایش جمعیت یک گونه را نشان می‌دهد. بهره‌گیری از (*r*) در مهار زیستی کارایی بسیاری دارد (۲۹). اگر حشره‌ای زیان‌آور و پارازیتوئید آن از نظر تعداد نسل در طول یک سال مشابه باشند باید دید که (*r*) آن‌ها در مقاسیه با یکدیگر چه وضعیتی دارند. هم‌چنین دما و میزبان اثر زیادی بر مقدار *r* یک حشره دارد. چی[1] آنالیز جدول زندگی را بر اساس هر دوجنس و تغییرات نرخ رشد در بین افراد را شرح داد (۷). چی و سو[2] جدول زندگی دوجنسی مرحله سنی *Aphidius gifuensis* (Ashmead) و میزبانش *M. persicae* را مورد بررسی قرار دادند (۸). آن‌ها یک بحث مفصل با دلایل ریاضی روی مشکلات کاربرد جدول زندگی ویژه سنی ماده در جمعیت دوجنسی و روابط بین باروری ماده و نرخ خالص تولید مثل را بر اساس سن حشره کامل بیان می‌کنند. تاکنون مدل جدول زندگی دو جنسی مرحله سنی برای تعیین فراسنجه‌های جدول زندگی و نرخ شکارگری بسیاری از شکارگرها به کار رفته است. بررسی جدول زندگی و نرخ شکارگری (Swartz) *Lemnia biplagiata* با تغذیه از *Aphis gossypii* Glover (۳۲)، *Hippodamia variegata* (Goeze) با تغذیه از *Aphis fabae* Scopoli (۱۲)، جدول زندگی و ترجیح میزبانی (Stal) *Nilaparvata lugens* روی ارقام مختلف برنج (۱۸)، از جمله این بررسی‌ها است. لیو[3] و همکاران (۲۶) جدول زندگی (Blatchley) *Nephaspis oculatus* شکارگر Bellows & Perring *Bemisiaargentifolii* و هدریک[4] و همکاران (۱۷) جدول زندگی Rose and *Eretmocerus eremicus* Zolnerowich پارازیتوئید *B argentifolii* را با کاربرد مدل دوجنسی مرحله سنی را مطالعه کردند. حسنی و همکاران (۱۵) فراسنجه‌های جدول زندگی ویژه سنی ماده *O.conglobata contaminata* را روی پسیل معمولی پسته در دمای ۲۷/۵ بررسی کردند. کاربرد عملی جدول زندگی در مدیریت آفت به داده‌های اصلی یعنی نرخ بقا، نرخ رشد و باروری محدود شده که وقایع زندگی و تفکیک مراحل را شرح می‌دهد. جدول زندگی دوجنسی مرحله سنی، مراحل و ساختار جنسی یک جمعیت را نشان می‌دهد (۷). علاوه بر این جدول زندگی ویژه سنی ماده با جمعیت ماده سر و کار داشته و تغییرات نرخ رشد را در بین افراد نادیده می‌گیرد. سهم هر دو جنس و تغییرات نرخ رشد در بین افراد با تئوری جدول زندگی دو جنسی مرحله سنی گزارش شده است (۷).

در این پژوهش تئوری جدول زندگی دوجنسی ویژه سنی به‌منظور ارزیابی پارامترهای دموگرافی *O. conglobata contaminata* روی شته سبز هلو و پسیل معمولی پسته مورد بررسی قرار گرفت. نتایج ما توصیف جامعی از بقا، رشد و تولید مثل افراد یک گروه هم‌سن را فراهم می‌کند. اما باید توجه داشت که پارامترهای جدول زندگی اغلب با تغییرات محیطی مختلف مانند گونه میزبان و فاکتورهای دیگر تغییر می‌کند (۱۸).

مواد و روش‌ها

ایجاد کلنی شته سبز هلو در آزمایشگاه

جمعیت اولیه شته روی گیاه فلفل از بخش ویروس‌شناسی دانشگاه شیراز دریافت و به آزمایشگاه اکولوژی گروه گیاه‌پزشکی دانشگاه ولی‌عصر رفسنجان منتقل شد. به‌منظور پرورش و ایجاد کلنی شته، از بوته‌های فلفل که در قفس‌های توری دار با ابعاد ۸۰×۱۲۰×۱۷۰ سانتی‌متر استفاده شد و کلنی در شرایط گلخانه‌ای (دمای ۲±۲۵ درجه سانتی گراد، رطوبت نسبی۵±۵۵ و دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و هشت ساعت تاریکی) نگهداری گردید.· در فواصل هر دو هفته نیز تعدادی از گلدان‌های جدید کشت شده و درون قفس‌های توری‌دار در گلخانه پرورش یافته و به قفس‌های مذکور انتقال داده شدند تا به‌تدریج جایگزین گلدان‌های پیشین گردند. بذر فلفل بصورت چندتایی در گلدان‌های پلاستیکی به قطر هفت و ارتفاع ۱۰ سانتی‌متر در مخلوطی از خاک، ماسه و خاک برگ کاشته شد. در مراحل بعد برای افزایش جمعیت شته از بوته های کلم چینی *Brassica pekinensis* L استفاده شد و از شته‌های رشد یافته روی این بوته‌ها (حداقل سه نسل) برای انجام آزمایش‌ها استفاده شد. برای هم‌سن کردن شته‌ها، تعدادی از حشرات کامل بی‌بال روی گیاهان کلم چینی فاقد آلودگی به شته انتقال یافت. پس از ۲۴ ساعت حشرات کامل حذف گردید و به پوره‌ها اجاره داده شد تا رشد کرده و به‌مرحله بلوغ برسند (۱۱).

جمع‌آوری و پرورش کفشدوزک

کفشدوزک *O. conglobata contaminata* برای انجام

1- Chi
2- Chi and Su
3- Liu
4- Headrick

پژوهش، از روی هلو و زرد آلوی باغات اطراف اصفهان در تیرماه سال ۱۳۸۹ جمع‌آوری شده و جهت شناسایی و پرورش به آزمایشگاه کنترل بیولوژیک موسسه تحقیقات اصفهان منتقل شد. برای جمع‌آوری کفشدوزک، از روش ضربه‌زنی استفاده شد. بدین ترتیب که با استفاده از یک چوب‌دستی، چند ضربه به‌طور یکنواخت به سرشاخه‌ها وارد شده و در زیر سرشاخه‌ها یک ظرف چهارگوش سفید قرار گرفته و کفشدوزک‌ها داخل این ظرف جمع‌آوری شدند. برای انتقال حشرات کامل به آزمایشگاه، از ظروف پلاستیکی دارای تهویه مناسب و برای تغذیه کفشدوزک در زمان انتقال، برگ‌های آلوده به شته درون ظروف قرار داده شد.

پرورش کفشدوزک در آزمایشگاه

کفشدوزک‌های منتقل شده به آزمایشگاه درون ظروف پتری به قطر ۶ سانتی‌متر با روزنه‌ای به قطر ۱/۵ سانتی‌متر که با توری پوشانده شده بود قرار داده شد (درون هر ظرف پتری یک عدد حشره قرار گرفت) سپس ۱۰ عدد از این پتری‌ها درون ظرف پلاستیکی شفاف و سفید رنگ بزرگی به ابعاد ۲۰ در ۲۵ و به ارتفاع ۱۰ سانتی‌متر قرار داده شدند. به‌منظور تغذیه حشرات کامل، برگ‌های آلوده به پوره‌های شته سبز هلو که در آزمایشگاه روی کلم چینی پرورش داده شده بود استفاده و در اختیار حشرات کامل قرار داده شد. به منظور جلوگیری از رشد قارچ، برگ‌های درون ظروف پرورش هر روز و ظروف پرورش، هر سه روز یک‌بار تعویض شدند. در این پژوهش، برخی از مطالعات آزمایشگاهی با استفاده از دیسک برگ کلم انجام شد. به این منظور، تعدادی برگ کلم از گلدان‌های پرورش یافته چیده و به آزمایشگاه منتقل شدند. سپس برگ‌ها با آب شسته و با دستمال کاغذی خشک شدند و به اندازه قطر ظروف پتری برش داده شدند. برای حفظ رطوبت داخل ظروف پتری و سالم ماندن برگ از محیط رشد آگار ۰/۸ درصد استفاده شد. به این صورت که محیط آگار در اتوکلاو با دمای ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد با فشار ۱ اتمسفر تهیه و پس از خنک شدن حدود ۵ میلی‌لیتر از آن داخل ظرف ریخته و پس از سرد شدن، برگ کلم به اندازه پتری‌دیش بریده شده و از سطح پشتی روی محیط کشت قرار گرفت و شته مورد نیاز برای آزمایش روی برگها قرار گرفت. روش دیگر پرورش کفشدوزک استفاده از تخم پروانه بیدغلات *Sitotroga cerealella* Olivier و پروانه بید آرد، *Ephestia kuehniella* (Zell.) بود. به این انگیزه، این دو حشره نیز برای تامین تخم در آزمایشگاه پرورش داده شد. جمعیت اولیه بید آرد (آرد آلوده محتوی لارو و شفیره بید آرد) از گروه گیاه‌پزشکی دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران تهیه و در ظروف پلاستیکی به ابعاد ۱۰ × ۱۶ × ۲۳ سانتی‌متر محتوی ۳۰۰ گرم آرد، ۳ درصد مخمر و ۰/۳ گرم تخم پروانه بید آرد پرورش داده شد. این جمعیت به مدت سه سال در انستکاریوم گروه گیاه‌پزشکی دانشگاه ولی عصر رفسنجان نگهداری و پرورش داده شده بود. تخم‌های تولید شده به منظور آلوده سازی مجدد، به‌عنوان میزبان واسط برای پرورش حشره و انجام آزمایش‌های مورد نظر مورد استفاده قرار گرفتند. تمام مراحل پرورش کفشدوزک در دمای ۲ ±۲۵ درجه سانتی‌گراد، رطوبت نسبی ۵±۵۵٪ و دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و هشت ساعت تاریکی انجام شد.

دموگرافی کفشدوزک *O.conglobata contaminata* با تغذیه از پسیل معمولی پسته و شته سبز هلو

مطالعه‌ی جدول زندگی با استفاده از ۱۰۰ عدد تخم برای هر میزبان شروع شد. هر ۲۴ ساعت یک‌بار از دیسک‌های برگی حاوی تخم بازدید شد و حد فاصل میان زمان تخم‌گذاری تا تفریخ تخم‌ها به‌عنوان دوره‌ی انکوباسیون تخم ثبت گردید. بدین ترتیب با تعیین نسبت بین تخم‌های تفریخ شده و تخم‌هایی که به نوزاد تبدیل نشده‌اند درصد مرگ و میر حشره در مرحله‌ی تخم محاسبه شد. با تفریخ تخم‌ها، لاروهای سن یک‌روزه به‌صورت جداگانه در پتری‌دیش‌هایی به‌قطر شش سانتی‌متر با روزنه‌ای به قطر ۱/۵ سانتی‌متر که با توری پوشانده شده بود قرار داده شد و روند رشد آن‌ها به‌صورت روزانه مورد مطالعه قرار گرفت و دوره‌ی لاروی در سنین مختلف بررسی شد. میزان مرگ و میر سنین مختلف لاروی و شفیرگی نیز ثبت شد. پس از اتمام دوره شفیرگی حشرات کامل ظاهر شدند و حشرات نر و ماده‌ای که در یک روز ظاهر شدند به صورت جفت به ظروف پتری مجزا منتقل کرده تا جفت‌گیری نمایند. تخم‌گذاری روزانه هر جفت ثبت شد و سپس حشرات کامل را به پتری‌دیش‌های جدید منتقل کرده و تخم‌های گذاشته شده توسط هر جفت را روزانه بررسی کرده و تعداد تخم‌هایی که تفریخ می‌شدند نیز یادداشت شد. این روند تا مرگ حشرات کامل دنبال شد. سپس این تخم‌ها به‌منظور تعیین نسبت جنسی افراد بالغ نر و ماده، داخل ظروف پتری تا ظهور حشرات کامل تغذیه و نگهداری شدند. برای مشخص کردن کفشدوزک‌های نر و ماده از روش بنهام و ماگلتون[1] استفاده شد (۲). ابتدا به وسیله ته سنجاق آغشته به لاک ناخن به‌آرامی نشانی بر روی انتهای بالپوش سمت راست کفشدوزک‌هایی که از پیش جفت‌گیری کرده و جنس آنها مشخص شده بود گذاشته شد. برای نرها از لاک قرمز و برای ماده‌ها از لاک ناخن سفید رنگ استفاده شد. روزانه به نوبت یک نر و یک ماده نشان‌دار به‌طور جداگانه در اختیار کفشدوزک‌های جوان قرار داده می‌شد. این عمل تا زمان مشاهده جفت‌گیری و تعیین جنسیت حشرات کامل تازه ظاهر شده، هر روز تکرار گردید. پس از جمع‌آوری داده‌ها لازم، شاخص‌های رشد جمعیت

1- Benham and Muggleton

محاسبه شدند. این آزمایش در دمای ۲±۲۵ درجه‌ی سانتی‌گراد، رطوبت نسبی ۵±۵۵٪ و طول دوره‌ی نوری ۱۶ ساعت روشنایی و هشت ساعت تاریکی انجام گرفت.

تحلیل کمی جمعیت (Demography)

نقطه شروع شاخص‌های رشد جمعیت (به‌عنوان بخشی از دموگرافی) مطالعه زیست‌شناسی فرد است و مهم‌ترین عامل در آن، سن می‌باشد. داده‌های جدول زندگی طبق تئوری جدول زندگی دو جنسی مرحله سنی آنالیز گردید (۵ و ۶). خطای معیار (SE) آماره‌های جدول زندگی از طریق روش بوتسترپ[1] تخمین زده شد (۱۹). به‌منظور آسان کردن آنالیز داده‌های جدول زندگی دوجنسی مرحله سنی، نرم افزار کامپیوتری TWOSEX-MSChart استفاده شد (۹)

برای تشکیل جدول زندگی دوجنسی مرحله سنی وقایع روزانه همه افراد از تولد تا مرگ شامل باروری روزانه ماده‌ها، هم‌چنین مراحل رشدی مانند تخم، پوره، شفیره و حشره کامل و جنسیت تک تک افراد مانند نر، ماده و ناشناخته‌ها مشخص شد (F: حشرات ماده، M: حشرات نر و N: آن‌هایی که قبل از مرحله حشره‌کامل مرده‌اند) نرم افزار Notepad ثبت گردید (۶). بدون درنظر گرفتن جمعیت نر و تغییرات نرخ رشد، شبیه‌سازی رشد جمعیت به‌طور کلی یک منحنی از جمعیت ماده‌ها را بدون گروه‌بندی مراحل به‌وجود می‌آورد که این‌گونه شبیه‌سازی برای تحقیقات کاربردی و تئوری مناسب نیست. در نظر گرفتن تفاوت های زمان رشد بین افراد گروه هم سن می تواند منجر به شبیه‌سازی‌های نادرست گردد (۶). بنابراین در شبیه سازی براساس جدول زندگی دو جنسی مرحله سنی منحنی‌ها برای هر مرحله و برای کل جمعیت می‌تواند بدست آید (۶ و ۷). نرخ زنده‌مانی ویژه مرحله سنی (s_{xj}) (x: سن، j: مرحله)، باروری ویژه مرحله سنی (F_{xj})، میانگین باروری ماده (F)، نرخ تولیدمثل مرحله سنی (v_{xj})، نرخ بقا ویژه سن (l_x)، باروری ویژه سنی (m_x) و آماره‌های جمعیت (r: نرخ ذاتی افزایش جمعیت، λ: نرخ متناهی افزایش جمعیت، R_0: نرخ خالص تولیدمثل، GRR: نرخ ناخالص تولید مثل و T: میانگین مدت زمان نسل)، برطبق روابط مربوطه محاسبه شدند (۶)،.نرخ ذاتی افزایش جمعیت (r) با استفاده از فرمول زیر و با شاخص سنی از صفر محاسبه شد (۱۴).

$$\sum_{x=0}^{\infty} e^{-r(x+1)} l_x m_x = 1$$

کلیه داده‌ها در برنامه Excel 2007 تنظیم شد. منحنی‌ها و نمودارها به کمک نرم‌افزار Excel 2007 و Sigmaplot رسم شدند. آنالیز داده‌های مربوط به جدول زندگی با استفاده از نرم افزار TWOSEX-MSChart انجام شد.

نتایج و بحث

مقدار نرخ بقا ویژه مرحله سنی (s_{xj})، *O.conglobata contaminata* با تغذیه از شته و پسیل معمولی پسته به‌ترتیب در شکل‌های ۱ و ۲ نشان داده شده است، که احتمال این‌که یک تخم گذاشته شده تا سن x و مرحله j بقا خواهد یافت را نشان می‌دهد. این منحنی‌ها بقا و تفاوت مراحل، روی هم افتادگی مراحل و تغییرات نرخ رشد بین افراد را نشان می‌دهند (۸ و ۱۸). به‌دلیل این‌که جدول زندگی دو جنسی مرحله سنی تغییرات نرخ رشد را در بین افراد در نظر می‌گیرد روی هم افتادگی معنی‌داری در بین مراحل می‌تواند مشاهده شود (۸). چی و لیو[2] (۵) و چی[3] (۶) نشان دادند که تغییرات نرخ رشد در بین افراد منجر به روی هم افتادگی مراحل در منحنی بقا می‌گردد. اگر منحنی‌های بقا براساس میانگین هر مرحله ساخته شوند (۴) روی هم افتادگی مراحل مشاهده نخواهد شد و منجر به ایجاد خطاهایی در منحنی‌های بقا می‌گردد.

نرخ بقا ویژه سن (l_x)، f_{x8} (ماده در مرحله سنی هشت)، باروری ویژه سنی (m_x) و زادآوری ویژه سن ($l_x m_x$)، کفشدورک شکارگر با تغذیه از شته و پسیل معمولی پسته در شکل‌های ۳ و ۴ نشان داده شده است. l_x احتمال بقا یک تخم تازه گذاشته شده تا سن x است و به‌وسیله یکی کردن بقا همه افراد دو جنس و آن‌هایی که در طول مراحل پیش از بلوغ مرده‌اند محاسبه می‌شود. منحنی lx یک نسخه ساده شده از منحنی‌های شکل‌های ۱ و ۲ است. بقا حشرات ماده با تغذیه از شته ۶۸ روز و دوره تخم‌گذاری ۵۸ روز بود همچنین بقا حشرات ماده با تغذیه از –پسیل معمولی پسته ۶۱ روز و دوره تخم‌گذاری ۵۲ روز بود.

امید به زندگی هر گروه مرحله سنی (e_{xj}) کفشدورک شکارگر با تغذیه از شته و پسیل معمولی پسته زمان مورد انتظاری که هر فرد از سن x تا مرحله j زنده خواهد ماند را نشان می‌دهد امید به زندگی با کاربرد نرخ بقا مرحله سنی (s_{xj}) بدون فرض این‌که جمعیت توزیع مرحله سنی پایداری را به‌دست آورد، محاسبه می‌شود، بنابراین می‌توانیم بقا یک جمعیت را در هر شرایطی پیش‌بینی کنیم (۱۰). امید به زندگی براساس جدول زندگی دو جنسی مرحله سنی تفاوت بین افراد همان سن اما مراحل مختلف یا جنس‌های مختلف را مشخص می‌کند (۵). امید به زندگی کفشدوزک‌های ماده با تغذیه از شته ۶۹/۹۳ روز و کفشدوزک‌های نر با تغذیه از شته ۳۹/۱۳ روز و امید به زندگی کفشدوزک‌های ماده با تغذیه از پسیل معمولی پسته ۶۲/۲۹

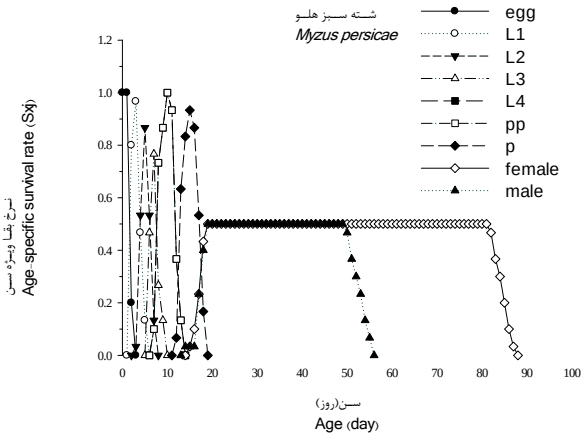
1- Bootstrap

2- Chi and Liu

3- Chi

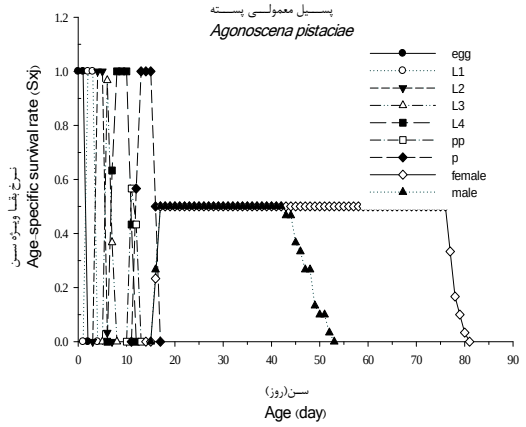
روز و کفشدوزک‌های نر با تغذیه از همین میزبان ۳۲/۰۶ روز به‌دست آمد.

ارزش تولیدمثل مرحله سنی (v_{xj}) *O.conglobata contaminata* سهم یک فرد در سن x و مرحله j را در جمعیت بعدی در شکل‌های ۵ و ۶ با تغذیه از شته و پسیل معمولی پسته نشان می‌دهد. نرخ تولیدمثل یک تازه متولد شده (v_{01}) دقیقاً نرخ متناهی افزایش جمعیت است.



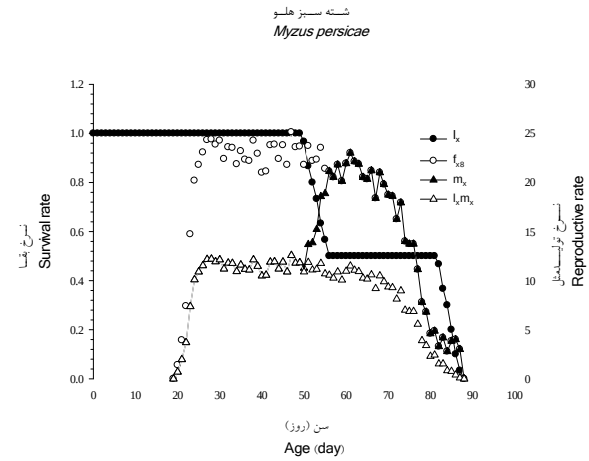
شکل ۱- نرخ بقا ویژه مرحله سنی کفشدوزک *O.conglobata contaminata* با تغذیه از شته سبز هلو

Figure 1-Age- stage survival rate (s_{xj}) predator *O. conglobata contaminata* by feeding on *Myzus persicae*



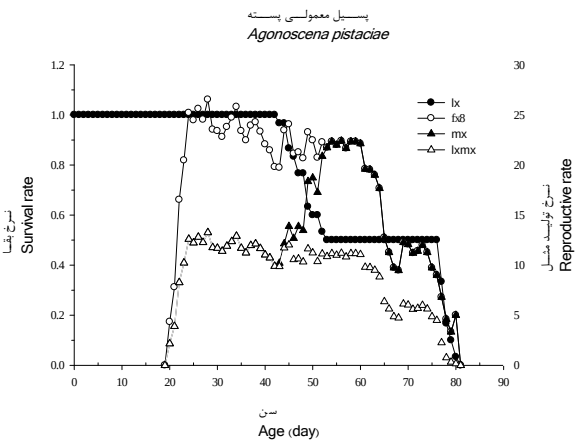
شکل ۲- نرخ بقا ویژه مرحله سنی کفشدوزک *O. Conglobata contaminata* با تغذیه از پسیل معمولی پسته

Figure 2-Age- stage survival rate (s_{xj}) predator *O. conglobata contaminata* by feeding on *Agonoscena pistacia*



شکل ۳- نرخ بقا ویژه سن (l_x)، باروری ویژه سن-مرحله (f_x)، باروری ویژه سنی (m_x) و زادآوری ویژه سن l_xm_x. کفشدوزک *O. conglobata contaminata* با تغذیه از شته سبز هلو

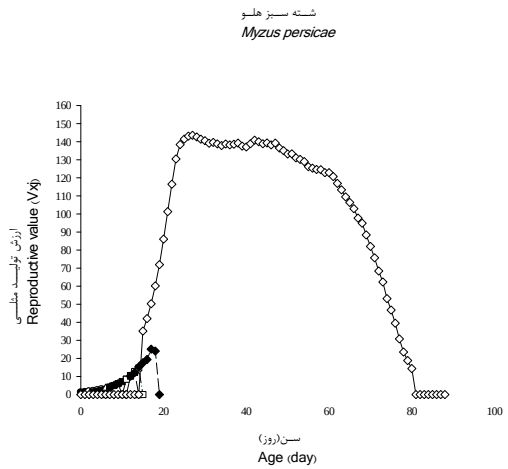
Figure 3-Age- specific rate(l_x),age- stage specific fecundity (f_x), age –specific fecundity (m_x) and age –specific maternity(l_xm_x) predator *O. conglobata contaminata* by feeding on *Myzus persicae*



شکل ٤- نرخ بقا ویژه سن (l_x)، باروری ویژه سن-مرحله (f_x)، ، باروری ویژه سنی (m_x) و زادآوری ویژه سن (l_xm_x) کفشدوزک *O. conglobata contaminata* با تغذیه از پسیل معمولی پسته

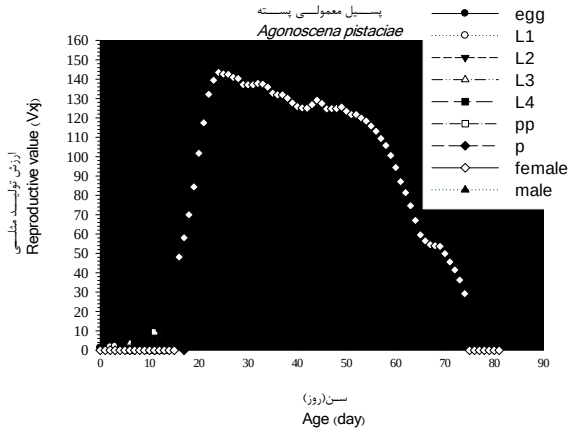
Figure 4-Age- specific rate(l_x),age- stage specific fecundity (f_x), age –specific fecundity (m_x) and age –specificmaternity(l_xm_x) predator *O. conglobata contaminata* by feeding on *Aonoscena pistacia*

نرخ تولیدمثلی به‌طور معنی‌داری وقتی که تولیدمثل شروع می‌شود افزایش می‌یابد. پیک اصلی در پارامترهای تولیدمثلی ماده با تغذیه از شته در روز ۲۷ ام، ۱۴۳/۵۳ و با تغذیه از پسیل معمولی پسته در روز ۲۴ ام، ۱۴۳/۴۹ به‌دست آمد اگر یک حشره ماده نتاجی را تولید نکند نرخ تولیدمثل آن صفر می‌شود ولی ممکن است منحنی بقا هم‌چنان ادامه داشته باشد (۱۰ و ۲۰) که این موضوع در شکل‌های فوق قابل مشاهده است.



شکل ۵- ارزش تولید مثلی برای کفشدوزک *O. conglobata* با تغذیه از شته سبز هلو

Figure 5- The reproductive value (v_{xj}) predator for *O. conglobata contaminata* by feeding on *Myzus persicae*



شکل ٦- ارزش تولید مثلی برای کفشدوزک*O. conglobata* با تغذیه از پسیل معمولی پسته

Figure 6- The reproductive value (v_{xj}) for predator *O. conglobata contaminata* by feeding on *Aonoscena pistacia*

اگر طول عمر کفشدوزک *O. conglobata contaminata* به ۳ قسمت تقسیم کنیم، بیش‌ترین میزان تخم‌گذاری در قسمت دوم عمر حشره اتفاق می‌افتد. به بیان دیگر در مرحله اول، میزان تخم‌گذاری افزایش یافت، در مرحله دوم میزان تخم‌گذاری روند کم و بیش ثابتی داشته و در مرحله سوم میزان تخم‌گذاری حشره به تدریج کاهش یافته ولی تخم‌گذاری تا پایان عمر ادامه داشت.

با نگرش به اینکه پیشنهاد شده است که از روش جک نایف (به دلیل اینکه آزمون نرمال بودن داده‌ها رد میشود) استفاده نشود (۱۶) بر این اساس میانگین مقادیر شاخص‌های رشد جمعیت کفشدوزک *O.conglobata* با تغذیه از شته سبز هلو و پسیل معمولی پسته با روش بوت استرپ در جدول ۱ آمده است. بر اساس نتایج به‌دست آمده نرخ خالص تولید مثل که مجموع ماده‌های تولید شده توسط یک فرد ماده در طول عمر با دخالت عامل میزان بقاء را نشان می‌دهد و نرخ ناخالص تولید مثل برای شته بیشتر از پسیل معمولی پسته است. نرخ ذاتی و نرخ متناهی افزایش جمعیت برای پسیل معمولی پسته بیشتر از شته سبز هلو است. میانگین طول مدت زمان یک نسل یا متوسط طول دوره زمانی بین تولد والدین و تولد نتاج در کفشدوزک شکارگر با تغذیه از شته بیشتر از پسیل است. به عبارت دیگر کفشدوزک شکارگر به ۳۵/۷۷ و ۳۳/۷۸ روز نیاز دارد تا جمعیت آن به اندازه نرخ خالص تولید مثل افزایش یابد. نرخ خالص تولیدمثل و نرخ ذاتی افزایش جمعیت دو شاخص مهم در ارزیابی دشمنان طبیعی معرفی شده‌اند (۲۴). بر اساس این دو شاخص اختلاف معنی‌داری بین دو طعمه بر اساس روش بوت استرپ وجود ندارد.

مقایسه شاخص‌های رشد جمعیت کفشدوزک *O.conglobata contaminata* با شاخص‌های رشد جمعیت پسیل معمولی پسته نشان می‌دهد که نرخ ذاتی افزایش جمعیت پسیل پسته بیش‌تر از کفشدوزک است. در این تحقیق مقدار (r) کفشدوزک شکارگر با تغذیه از پسیل (۰/۱۸) در مقایسه با r پسیل معمولی پسته که ۰/۲۱۷ می‌باشد عدد کمتری می‌باشد (۱). بسیاری از محققین مهار زیستی بر این عقیده‌اند که دشمنان طبیعی زمانی موثرترند که با در نظر گرفتن سایر ویژگی‌ها، r آن‌ها حداقل برابر یا بیش‌تر از آفت باشد (۲۱ و ۲۳). هافاکر و همکاران[1] (۲۰) پیشنهاد می‌کنند که اگر r یک دشمن طبیعی کمتر از r آفت مربوطه است نباید تلقی کنیم که آن دشمن طبیعی ضعیف است و نمی‌تواند به عنوان یک عامل مبارزه بیولوژیک برای آن آفت به حساب آید. اما لنترین[2] وهمکاران (۲۴ و ۲۵)

1- Huffaker
2- Lenntern

معتقدند که یک دشمن طبیعی زمانی برای مبارزه بیولوژیک مناسب است که r آن برابر یا بزرگ‌تر از r آفت مربوطه باشد.

بر اساس نتایج به‌دست آمده طول مدت زمان هر نسل با تغذیه از شته و پسیل پسته به‌ترتیب ۳۶/۱۳ و ۳۳/۶۷ روز و نرخ خالص تولید مثل با تغذیه از شته و پسیل پسته به‌ترتیب ۵۷۶/۶۳ و ۵۶۵/۳۱ تعیین گردید.

جدول ۱- میانگین (±SE) مقادیر شاخص‌های رشد جمعیت کفشدوزک *O.conglobata contaminata* با تغذیه از شته سبز هلو و پسیل معمولی پسته

Table 1- Mean (±SE) values for population growth of *O. conglobata contaminata* on *Myzus persicae* and *Agonoscena pistacia*

تیمارها Treatments	پارامترهای جمعیت پایدار Stable population parameters				
	متوسط مدت زمان یک نسل(روز) The mean generation time (T) d	نرخ متناهی افزایش جمعیت(روز-۱) The finite rate of increase (λ) d^{-1}	نرخ ذاتی افزایش جمعیت(روز-۱) The intrinsic rate of increase (r) d^{-1}	نرخ خالص تولیدمثل(تخم/فرد) The net reproductive rate (R_0) eggs/individual	نرخ ناخالص تولیدمثل(تخم/فرد) The gross reproductive rate (GRR) eggs/individual
پسیل معمولی پسته *Agonoscena pistacia*	23.67±0.07[a]	1.206± 0.0015[a]	0.187±0.0012[a]	565.31±18.21[a]	813.23±11.47[a]
شته سبز هلو *Myzus persicae*	36.13±0.13[b]	1.191± 0.0019[a]	0.175±0.0016[a]	576.63±21.33[a]	850.58±13.06[a]

اعداد با حروف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی‌دار (P<0.05) نمی‌باشند

Numbers followed by the same letter are not significantly differentns (P<0.05)

نرخ ذاتی افزایش جمعیت ۰/۱۷۹ برای شته و برای پسیل ۰/۱۸۷ تعیین گردید، نتایج بدست آمده در پژوهش رونق و سمیع (۳۰) با تغذیه این کفشدوزک روی شته انار طول مدت زمان هر نسل، نرخ خالص تولید مثل و نرخ ذاتی افزایش جمعیت و نرخ ناخالص تولید مثل به ترتیب ۳۰/۵۰۵، ۲۵۱/۶۵ و ۰/۱۸۱ ، ۳۹۲/۶۷۴ محاسبه گردید.

جلالی (۲۲) در بررسی جدول زندگی کفشدوزک *O. conglobata contaminata* با تغذیه از پسیل معمولی پسته در دمای ۲۷/۵ درجه سلسیوس نتایج *GRR*=۲۱۹/۳۷، R_0=۱۸۶/۴۶ و r_m= ۰/۱۹ به‌دست آمد. حسنی و همکاران (۱۶) جدول زندگی کفشدوزک *O. conglobata contaminata* را در شرایط دمایی ۲۷/۵ بررسی کردند، بر اساس این بررسی نرخ ذاتی افزایش جمعیت و نرخ رشد متناهی با تغذیه از پوره‌های پسیل به ترتیب ۰/۱۶ و ۱/۱۸، نرخ ناخالص تولید مثل و نرخ خالص تولید مثل به ترتیب ۳۰۸/۷۴ و ۲۰۲/۸۱ تخمین زده شد، این نتایج و دستاوردهای پژوهش حاضر نشان میدهد که شته سبز هلو نسبت به پسیل معمولی پسته میزبان مناسبتری برای شکارگر است. در حالی که مقایسه دو طعمه در شرایط یکسان در پژوهش حاضر نشان می‌دهد که اختلاف معنی‌دار بین این دو طعمه وجود ندارد. با توجه به نتایج این پژوهش و پژوهش رونق (۳۰) مشخص گردید که شته سبز هلو، پسیل معمولی و شته انار طعمه‌های مناسبی برای کفشدوزک شکارگر می‌باشند. اختلاف موجود در پژوهش حاضر نسبت به پژوهش‌های جلالی (۲۲) و حسنی و همکاران (۱۶) را می‌توان به متفاوت بودن دمای مورد بررسی (۲۵ و ۲۷ درجه سلسیوس)، روش تجزیه و تحلیل داده‌ها (روش کری و بوت استرپ)، دقت آزمایش و میزبان شکار (کلم چینی برای شته سبز هلو و پسته برای پسیل معمولی پسته) (۲۱) نسبت داد.

تاکنون پژوهش‌های گوناگونی برای تعیین نرخ رشد این کفشدوزک روی میزبان‌های دیگر و یا شکارگرهای دیگر روی پسیل معمولی پسته و شته سبز هلو با شرایط آزمایشی همانند یا متفاوت انجام شده است مقایسه این پژوهش‌ها با پژوهش حاضر در فهم یافتن میزبان و شرایط مناسب برای افزایش کارایی این کفشدوزک کمک می‌کند. جلالی و میچاد (۲۳) نشان دادند که گیاه میزبان بر کیفیت غذایی شته به عنوان شکار برای کفشدوزک موثر است و شته‌ی *M. persicae* پرورش یافته روی فلفل شیرین مناسب‌ترین طعمه برای کفشدوزک *A. bipunctata* می‌باشد. اصغری و همکاران (۱) نرخ ذاتی افزایش جمعیت کفشدوزک *H. variegate* را با تغذیه از پسیل معمولی پسته ۰/۱۴ ماده/ماده/روز و میرزایی (۲۷) نرخ ذاتی افزایش جمعیت بالتوری سبز *C. carnea* را با تغذیه از پسیل معمولی پسته ۰/۱۲ ماده/ماده/روز گزارش کردند. در مقایسه با پژوهش حاضر نشان می‌دهد که توان تولید مثلی این دو شکارگر کمتر از *O.*

conglobata است و به عنوان گزینه‌های انتخابی دوم در خور نگرش هستند. البته این مقدار تفاوت مربوط روش تجزیه و تحلیل داده‌ها بر اساس جدول زندگی سنی ماده (۴) در مقایسه با روش پژوهش حاضر (جدول زندگی دوجنسیتی مرحله سنی) نیز می‌باشد. داوری پایانی برای تعیین نوع شکارگر برای مهار زیستی یک آفت زمانی امکان‌پذیر است که تمام گزینه‌های مناسب در شرایط یکسان ارزیابی مجدد شود (۱).

نتایج پژوهش حاضر، نشان داد که کفشدوزک *O. conglobata contaminata* از لحاظ توانایی و سرعت افزایش جمعیت در وضعیت مطلوبی قرار دارد و می‌تواند به عنوان یک گزینه انتخابی برای مهار زیستی شته سبز هلو، پسیل معمولی پسته و شته انار (۳۰) استفاده شود. ولی این دشمن طبیعی نیز مانند سایر دشمنان طبیعی نیاز به حمایت دارد.

منابع

1- Asghari F., Samih M.A., and Izadi H. 2012. Demography of *Hippodamia variegata* (Goeze) (Col: Coccinellidae) on common pistachio psylla *Agonoscena pistaciae* Burckhardt and Lauterer (Hem: Aphalaridae) in laboratory conditions. Journal of Plant protection, 34(2):75-88. (In persian with English abstract)
2- Benham B.R., and Muggleton J.M. 1970. Studies on the ecology of *Coccinella undecimpunctata* L. (Coleoptera: Coccinellidae). The Entomologyist, 103:153-170.
3- Bonte M., Samih M.A., and De Clercq P. 2010. Development and reproduction of *Adalia bipunctata* on factitious and artificial foods. Biocontrol, 55: 485-491.
4- Carey J.R. 1993. Applied demography for biologists, with special emphasis on insects. Oxford University Press. U. K, 211 p.
5- Chi H., and Liu H. 1985. Two new methods for the study of insect population ecology. Bulletin of the Institute of Zoology, Academia Sinica, 24:225-240
6- Chi H. 1988. Life table analysis incorporating both sexes and variable development rates among individuals. Environmental Entomology, 17:26-34.
7- Chi H. 1990. Timing of control based on the stage structure of pest population: a simulation approach. Journal of Economic Entomology, 83:1143-1150.
8- Chi H., and Su H.Y. 2006. Age-stage, two-sex life tables of *Aphidius gifuensis* (Ashmead) (Hymenoptera: Braconidae) and its host *Muzus persicae* (Sulzer) (Homoptera: Aphididae) with mathematical proof of the relationship between female fecundity and the net reproductive rate. Enviromental Entomology, 35:10-21.
9- Chi H. 2013. Twosex-MSChart: a computer program for the age-stage, two-sex life table analysis.Retrieved May 2013, from: http://140.120.197.173/Ecology/.
10- Ebrahimi M., Sahragard A., Talaei-Hassanloui R., Kavousi A., and Chi H. 2013. The life table and parasitism rate of *Diadegma insulare* (Hymenoptera: Ichneumonidae) reared on larvae of *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae), with special reference to the variable sex ratio of the offspring and comparison of jackknife and bootstrap techniques. Annals of the Entomological Society of America, 106 (3), 279-287.
11- Elbert T.A., and Cartwright B. 1997. Biology and ecology of *Aphis gossypii* Glover (Homoptera: Aphididae). Society of Southwestern Entomologists, 22:116-145.
12- Farhadi R., Allahyari H., and Chi H. 2011. Life table and predation capacity of *Hippodamia variegata* (Coleoptera: Coccinellidae) feeding on *Aphis fabae* (Hemiptera: Aphididae). Biological Control, 59:83-89.
13- Franzmann A.B. 2002. *Hippodamia variegata* (Goeze) (Coleoptera: Coccinellidae), a predacious ladybird new in Australia. Australian Journal of Entomology, 41:375-377.
14- Goodman D. 1982. Optimal life histories, optimal notation, and the value of reproductive value. American Naturalist, 119:803-823.
15- Hasani M.R., Mehrnejad M.R., and Ostovan H. 2008. Some characteristics biology and predatory ladybird *Oenopia conglobata contaminata* common on pistachio psylla in vitro. Research Journal of Protection Forest in Iran, 6:110-117. (In persian with English abstract)
16- Hassani M., Mehrnejad M., and Ostovan H. 2004. Determination of life table and functional response of *Oenopia conglobata* under laboratory condition.16th Iranian Plant Protection Congress, Tabriz University, pp. 12. (In persian with English abstract)
17- Headrick D.H., Bellows T.S., and Perring T.M. 1999. Development and reproduction of population of *Eremocerus eremicus* (Hymenoptera: Aphelinidae) on *Bemeisia argentifolii* (Homoptera: Aleyrodidae). Biological Control, 6:64-75.
18- Hu L.X., Chi H., Zhang J., Zhou Q., and Zhang R.J. 2010. Life table analysis of the performance of *Nilaparvata lugens* (Hemiptera: Delphacidae) on two wild rice species. Journal of Economic Entomology, 103:1628-1635.
19- Huang Y.B., and Chi H. 2012. Assessing the application of the jackknife and bootstrap techniques to the estimation of the variability of the net reproductive rate and gross reproductive rate: a case study in *Bactrocera cucurbitae* (Coquillett) (Diptera: Tephritidae). Journal of Agriculture and Forestry 61:37-45.

20- Huffaker C.B., Luck R.F., and Messenger P.S. 1977. The ecological basis of biological control, pp. 560-586. In: Proceedings of the 15th International Congress of Entomology Washington,
21- Jakson H.B., Rogers, C.E., Stark R.D., and Mcnew R.W. 1974. Biology of *Ephedrus plagiator* on different aphid hosts and various temperatures. Environmental Entomology, 3:618-620.
22- Jalali M.A. 2001. Study of food consumption in lady beetles of the common pistachio psyllid, *Agonoscena pistaciae* in Rafsanjan and compiling a life table in controlled conditions. M.Sc thesis, University of Shiraz, Iran, (In persian with English abstract).
23- Jalali M.A., and Michaud J.P. 2012. Aphid-plant interactions affect the suitability of *Myzus* spp. as prey for the two spot ladybird, *Adalia bipunctata* (Coleoptera: Coccinellidae). European Journal of Entomology, 109:345-352.
24- Lenteren J.C. 1992, Quality control for natural enemies used in greenhouses. Bulletin. Section Regionale Ouest Palaearctique, Organisation Internationale de Lutte Biologique, 16(2):89-92
25- Lenteren J.C., and Woest J. 1998. Biological and intergrated pest control in green houses. Annual Review of Entomology, 33:239-269.
26- Liu T.X., Stansly P.A., Hoelmer K.A., and Osborne L.S. 1997. Life history of *Nephaspis oculatus* (Coleoptera: Coccinellidae), a predator of *Bemisia argentifolii* (Homoptera: Aleyrodidae). Annals of the Entomological Society of America, 90:776-782.
27- Mirzaii F. 2011. Biology and life table *Chrysoperla carnea* Stephens on *Agonoscena pistaciae* Burckhardt and Lauterer Treated with pesticide plant extracts and Amitraz under laboratory condition. M.Sc. Thesis of Agricultural Entomology, Vali-e-Asr University. (In Farsi)
28- Rezvani A. 2004. Aphids of Trees and Shrubs of Iran. Plant Pests and Diseases Research Institute pp, 270 (In Farsi).
29- Rodriguez-Saona C., and Miller J.C. 1999. Temperature-dependent effects on development, mortality and growth of *Hippodamia convergens* (Coleoptera: Coccinellidae). Environmental Entomology, 28:518–522.
30- Rounagh H., and Samih M.A. 2014. The two-sex life table and predation rate of *Oenopia conglobata contaminata* (Col.: Coccinellidae) feeding on pomegranate green aphid, *Aphis punicae* (Hem.: Aphididae), under laboratory conditions. Journal of Entomological Society of Iran, 34(1), 59-72. (In persian with English abstract)
31- Samih M.A., Alizadeh A., and Saberi Riseh R. 2005. Pistachio Pests and Diseases in Iran and Their IPM. Jahad Daneshgahi-Tehran, 301pp. (In Farsi)
32- Yu J.Z., Chi H., and Chen B.H. 2005. Life table and predation of *Lemnia biplagiata* (Coleoptera: Coccinellidae) feed on *Aphis gossypii* (Homoptera: Aphididae) with a proof on relationship among gross reproduction rate, net reproduction rate and preadult survivorship. Annal of the Entomological Society of American, 98:475-482.