

## بررسی تأثیر ارقام مختلف برنج بر فراسنجه‌های جدول زندگی و رشد جمعیت زنبور *Trichogramma brassicae*، پارازیتوئید تخم ساقه‌خوار برنج *Chilo suppressalis*

حسین رنجبر اقدم<sup>۱\*</sup> و راحله محمودیان<sup>۲</sup>

۱. استادیار بخش تحقیقات کنترل بیولوژیک مؤسسه تحقیقات گیاه پزشکی کشور ۲. دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه حشره‌شناسی کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران  
( تاریخ دریافت: ۹۱/۸/۹ - تاریخ تصویب: ۹۳/۶/۱۷ )

### چکیده

در این تحقیق تأثیر ارقام مختلف برنج به‌عنوان حلقه اول زنجیره غذایی بر فراسنجه‌های جدول زندگی و رشد جمعیت زنبور پارازیتوئید *Trichogramma brassicae* به‌عنوان حلقه سوم زنجیره غذایی، بررسی شد. در این راستا، چهار رقم برنج رایج در استان مازندران شامل دو رقم زودرس طارم محلی و طارم هاشمی و دو رقم دیررس فجر و ندا به‌عنوان میزبان‌های کرم ساقه‌خوار برنج انتخاب شدند. ساقه‌خوار برنج روی هر یک از ارقام ذکر شده دو نسل پرورش داده شد. تخم‌های نسل دوم آفت داخل لوله‌های آزمایش برای پارازیتیسیم در معرض زنبور قرار داده شدند. براساس اطلاعات ثبت شده، مهم‌ترین فراسنجه‌های جدول زندگی زنبور پارازیتوئید مورد بررسی شامل نرخ بقا ( $I_x$ )، بارآوری ویژه سنی ( $m_x$ )، احتمال بقا ( $p_x$ )، احتمال مرگ ( $d_x$ )، اختلاف بین نسبت بقا در دو سن متوالی ( $d_x$ ) و امید به زندگی ( $e_x$ ) و فراسنجه‌های رشد جمعیت شامل نرخ خالص تولیدمثل ( $R_0$ )، نرخ ذاتی افزایش جمعیت ( $r_m$ )، نرخ منتهای افزایش جمعیت ( $\lambda$ )، متوسط مدت زمان یک نسل ( $T$ ) و مدت زمان لازم برای دو برابر شدن جمعیت ( $DT$ ) برآورد شد. براساس نتایج به‌دست آمده مشخص شد، کلیه فراسنجه‌های جدول زندگی و رشد جمعیت زنبور پارازیتوئید در حلقه سوم غذایی در اثر تغییر رقم برنج در حلقه اول غذایی تغییر کرد و تفاوت معنادار آماری داشت. بررسی برآوردهای انجام گرفته برای مقادیر فراسنجه‌های یاد شده نشان داد فراسنجه‌های جدول زندگی و رشد جمعیت زنبور *T. brassicae* روی ساقه‌خوارانی که از ارقام دیررس تغذیه کرده بودند، نسبت به ارقام زودرس در وضعیت مطلوب‌تری بودند. بیشترین مقدار امید به زندگی در اولین روز ظهور زنبور بالغ مربوط به رقم دیررس ندا با مقدار عددی ۳/۱۴ و کمترین مقدار در همان سن مربوط به رقم زودرس طارم محلی ۲/۶۹ بود. به همین ترتیب بیشترین مقدار نرخ ذاتی رشد جمعیت نیز ۰/۴۵۲ عدد نتاج ماده / ماده / روز بود. این مقدار مربوط به زنبورهای بود که تخم‌های ساقه‌خواران مورد استفاده برای پارازیتیسیم آنها، دوره رشد و نمو خود را در نسل قبل روی رقم دیررس فجر سپری کرده بودند. کمترین مقدار فراسنجه یاد شده در رقم زودرس فجر با مقدار عددی ۰/۴۴۲ عدد نتاج ماده / ماده / روز بود. بر این اساس مشخص شد تغییر ارقام گیاهی در حلقه اول غذایی می‌تواند فراسنجه‌های مهم زیستی و جمعیتی موجودات زنده حلقه سوم غذایی را به‌طور مشخص متأثر سازد.

واژه‌های کلیدی: پارازیتوئید تخم، جمعیت، دموگرافی، کنترل بیولوژیک، *Trichogramma*.

### مقدمه

(Okhovvat & Vakili, 1997). در بیشتر مناطق

برنج کاری جهان کرم ساقه‌خوار برنج *Chilo suppressalis* walker مهم‌ترین آفت برنج به‌شمار می‌رود. در کشور ما

گیاه برنج *Oryza sativa* L. از غلات مهم جهان است و مهم‌ترین مراکز تولید آن در قاره آسیا قرار دارد

شش تا هفت روز است (Karimian, 1999). زنبورهای تریکوگراما در محدوده دمایی ۱۰ تا ۳۵ درجه سلسیوس فعال اند (Schmidt, 1994). پژوهشگران تأثیر عوامل محیطی و میزبان‌های مختلف را بر شاخص‌های مهم جدول زندگی و رشد جمعیت گونه‌های مختلفی از زنبورهای تریکوگراما بررسی کرده‌اند. برای مثال Haile & Hassan (1999) فراسنجه‌های جدول زندگی زنبورهای پارازیتوئید *Trichogramma sp. nr. mwanzai* schulten و *Trichogramma bournieri* Pintureae & Feijen را در دمای ۲۵ درجه سلسیوس بررسی کرده‌اند. همین‌طور Pratisoli & Parra (2000a) تأثیر دما را بر فراسنجه‌های جدول زندگی دو گونه *Trichogramma pretiosum* Riley و *Trichogramma acacioi* Brun, Moraes & Soares بررسی کردند. پژوهش دیگری Pratisoli & Parra (2000b) جدول زندگی باروری زنبور *T. pretiosum* را روی میزبان‌های *Phythoraimeae operculella* (Zeller) و *Tuta absoluta* برآورد کردند. در همین راستا (2002) Haghani فراسنجه‌های جدول زندگی زنبور *Trichogramma emberyophagum* (Hartig) را روی تخم‌های بید غلات *Sitotroga cerealella* (Oliver) و بید آرد *Ephestia kuehniella* (Zeller) محاسبه کرد. Dadpour Moghanlo (2002) نیز فراسنجه‌های جمعیتی زنبور *Trichogramma pinto* Voegele را روی میزبان شب‌پره هندی آرد *Plodia interpunctella* (Hubner)، تعیین کرده است. مدتی بعد Iranipour et al. (2009) در بررسی‌های خود شاخص‌های جمعیتی و فراسنجه‌های جدول زندگی زنبور *Trichogramma brassicae* (Bezdenko) را روی تخم‌های دو میزبان *P. interpunctella* و *Anagasta kuehniella* (Zeller) در شرایط آزمایشگاهی در دو نسل متوالی بررسی و مقایسه کرد. تاکنون بررسی‌های زیادی در مورد تأثیر عوامل مختلف مثل دما و میزبان بر فراسنجه‌های جمعیتی و جدول زندگی گونه‌های مختلف تریکوگراما انجام گرفته است، اما هنوز نقص‌های اطلاعاتی زیادی در این زمینه وجود دارد. از عوامل زنده و غیرزنده موجود در اکوسیستم‌های کشاورزی که بر ویژگی‌های زیستی و جمعیتی دشمنان طبیعی می‌توانند تأثیر بسزایی داشته

به‌منظور مدیریت انبوهی کرم ساقه‌خوار برنج، در بین روش‌های مختلف کنترل به روش کنترل بیولوژیک با استفاده از زنبورهای پارازیتوئید تخم خانواده Trichogrammatidae توجه زیادی شده است. زنبورهای پارازیتوئید خانواده Trichogrammatidae از بالاخانواده Chalcidoidea هستند. این خانواده دارای ۸۰ جنس و ۶۲۰ گونه است (Knutson, 1998). اولین بار در سال ۱۸۹۵ تفکر پرورش انبوه زنبورهای تریکوگراما برای کنترل بال‌پولکداران آفت در نشست حشره‌شناسی و جامعه تاریخ طبیعی لندن مطرح شد (Knutson, 1998). به‌کارگیری زنبورهای جنس *Trichogramma* در کنترل بیولوژیک آفات در سال ۱۹۲۶ پس از ابداع روش تولید انبوه بید غلات *Sitotroga cerealella* (Olivier) توسط Flander گسترش یافت (Smith, 1996). این زنبور اولین بار در سال ۱۹۷۰ در چین به تولید انبوه رسید و تا کنون حدود بیست گونه زنبور تریکوگراما برای کنترل آفات زراعی و باغ‌ها به‌طور انبوه تولید شده است (Li, 1994). تخم‌های یازده راسته از حشرات مورد حمله گونه‌های مختلف زنبورهای خانواده Trichogrammatidae قرار می‌گیرند و بال‌پولکداران میزبان ترجیحی آنها هستند (Sorokina, 1999). گونه‌های مختلف تریکوگراما برای کنترل بیولوژیک آفات روی ۳۳ محصول و برای کنترل ۵۲ جنس از بال‌پولکداران استفاده می‌شوند (Hassan, 1990). زنبورهای خانواده یادشده مهم‌ترین عامل کنترل بیولوژیک کنترل کرم ساقه‌خوار برنج هستند که به‌دلیل انهدام مرحله تخم آفت قبل از ایجاد خسارت، اهمیت زیادی دارند (Shodjaei et al., 1998). هر زنبور ماده تریکوگراما در شرایط آزمایشگاهی ۱۹۰ - ۱۰ تخم می‌گذارد. این زنبورها فاقد دیابوز حقیقی بوده و در دمای ۲۳ درجه سلسیوس در تمام طول سال فعال اند (Shodjaei et al., 1998). زنبورهای جنس تریکوگراما نسل‌های متعددی دارند و بعضی گونه‌ها قادرند تا ۲۳ نسل در سال ایجاد کنند (Karimian, 1999). دوره رشدی این زنبور از مرحله تخم تا خروج حشره بالغ بسته به دمای محیط متفاوت است و با افزایش دما کاهش می‌یابد، به‌طوری که دوره رشدی بیشتر گونه‌های تریکوگراما در دمای ۲۵ درجه سلسیوس، ده روز و در دمای ۳۰ درجه سلسیوس،

ندا) از مؤسسه تحقیقات برنج آمل به مقدار ۱۰ کیلوگرم از هر رقم تهیه شد. سپس نشاهایی از رقم‌های یادشده طبق عرف محل برای کاشت در گلدان آماده شد. پنجاه گلدان پلاستیکی برای هر رقم در نظر گرفته شد و داخل آنها با گل شالیزارهایی که توسط کشاورزان برای نشای برنج آماده شده بود، پر شد. سپس با دقت و به‌طوری که ریشه‌ها آسیب نبینند، نشاهای بلند و آماده کاشت از خزانه جدا و به روش مرسوم منطقه به‌صورت سه‌خال در وسط گلدان‌ها کاشته شدند. برچسب مشخصات شامل نام رقم و تاریخ نشا روی هر یک از گلدان‌ها نصب شد. گلدان‌ها به‌صورت مکرر بازدید شدند و بعد از استقرار نشاها، آبیاری آنها طبق عرف انجام گرفت. شرایط محیطی شامل دما، نور و رطوبت نسبی مطابق با شرایط محیطی در طول دوره رشد و نمو برنج در استان مازندران بود. به‌منظور پرورش ساقه‌خوار برنج با استفاده از بوته‌های برنج کاشته‌شده، گلدان‌های هر رقم با پارچه توری به‌طور مجزا محصور شدند و حدود ۱۰۰ شب‌پره نر و ماده داخل هر یک از آنها رها شد. پس از تخم‌ریزی شب‌پره‌های روی نشاها، تخم‌ها ضمن سپری کردن دوره جنینی، تفریخ شدند و لاروهای حاصل، روی ارقام برنج کاشته‌شده تغذیه کردند. دوره شفیرگی این لاروها نیز روی همان ارقام سپری شد. شب‌پره‌های حاصل روی هر یک از ارقام مورد بررسی به‌تدریج ظاهر شدند و شروع به تخم‌ریزی کردند. تخم‌های حاصل از این شب‌پره‌ها، برای انجام آزمایش‌های مورد نظر در این بررسی استفاده شدند.

#### تشکیل کلنی آزمایشگاهی زنبور تریکوگراما

نمونه‌های اصلی زنبور تریکوگرامای مورد نیاز در این بررسی از مزارع برنج استان مازندران جمع‌آوری شدند. جمع‌آوری نمونه‌ها از حاشیه مزارع برنج به دو روش استفاده از تله‌های تخم حاوی بید غلات *S. cerealella* و همچنین جمع‌آوری مستقیم تخم‌های شیری و سیاه‌رنگ کرم سبز برگ‌خوار برنج *Naranga aenescens* L. همراه با تکه‌ای از برگ برنج حاوی تخم‌های پارازیت‌شده توسط زنبور تریکوگراما انجام گرفت. تخم‌های پارازیت‌شده برای تکثیر و پرورش در لوله‌های آزمایش شیشه‌ای به ابعاد ۱۶×۱۰۰ میلی‌متر قرار داده

باشند، تولیدکنندگان موجود در حلقه اول زنجیره غذایی یعنی ارقام و واریته‌های مختلف گیاهان هستند که به‌واسطه تأثیری که بر ویژگی‌های زیستی و جمعیتی موجودات زنده موجود در حلقه‌های بعدی زنجیره غذایی دارند، تمام شبکه غذایی را تحت تأثیر قرار خواهند داد. در این پژوهش، تأثیر حلقه اول زنجیره غذایی (تولیدکنندگان) یعنی ارقام رایج برنج مورد کاشت در شالیزارهای استان مازندران بر مهم‌ترین فراسنجه‌های زیستی و جمعیتی حلقه سوم زنجیره غذایی، یعنی زنبور پارازیتوئید تخم ساقه‌خواران برنج بررسی شد. براساس نتایج به‌دست‌آمده از این پژوهش می‌توان برنامه کنترل بیولوژیک ساقه‌خواران برنج را با استفاده از زنبورهای پارازیتوئید تریکوگراما در مزارعی توسعه داد که ارقام مطلوب‌تری از نظر تأثیر روی ویژگی‌های جمعیتی زنبور دارند.

#### مواد و روش‌ها

##### تشکیل کلنی آزمایشگاهی ساقه‌خوار برنج

در این پژوهش برای انجام آزمایش‌ها از تخم‌های کرم ساقه‌خوار برنج استفاده شد. از طرف دیگر چون جمعیت ساقه‌خواران مورد استفاده باید در نسل قبل روی ارقام برنج مورد نظر تغذیه کرده و پرورش می‌یافتند، بر این اساس، به‌منظور جمع‌آوری نمونه‌های آفت در اسفند به‌دفعات به مزارع برنج مراجعه و از علف‌های هرز حاشیه مزارع و همچنین از داخل ساقه‌های باقی‌مانده برنج از سال قبل نمونه‌برداری شد. جمعیت زمستان‌گذران آفت که به‌صورت لارو کامل است، در اواخر اسفند تا اواسط فروردین به‌دلیل گرم شدن هوا و افزایش تدریجی طول روز به شفیره تبدیل می‌شوند. در این مرحله، تعداد زیادی شفیره از مزارع جمع‌آوری و به آزمایشگاه منتقل شده و تا زمان ظهور شب‌پره‌ها نگهداری شدند. همچنین همزمان با ظهور شب‌پره‌های ساقه‌خوار برنج در مزارع با نصب تله‌های نوری ضمن جلب شب‌پره‌های بالغ اقدام به جمع‌آوری آنها به‌صورت زنده شد.

##### کشت برنج و پرورش ساقه‌خوار برنج

بذر (شلتوک) چهار رقم برنج شامل دو رقم زودرس (طارم محلی و طارم هاشمی) و دو رقم دیررس (فجر و

۱. نرخ بقا  $(l_x)$ :  $l_x = \frac{N_x}{N_0}$  که در آن  $l_x$ : نسبت افراد زنده مانده تا سن  $x$ ،  $N_x$ : تعداد افراد زنده مانده در هر سن،  $N_0$ : تعداد کل افراد ماده در شروع آزمایش است؛

۲. بارآوری ویژه سنی  $(m_x)$ : این فراسنجه که در مورد بیشتر حشرات از آن با عنوان باروری ویژه سنی یاد می‌شود، به دلیل اینکه در این پژوهش مرحله جنینی زنبور پارازیتوئید در داخل تخم میزبان سپری می‌شد و بارور بودن تخم‌های زنبور در این مرحله قابل بررسی و تأیید نبود، پس از خروج زنبورهای بالغ از داخل تخم-های میزبان، در واقع بارآوری تخم‌های زنبور به جای باروری تخم‌های گذاشته شده، ثبت شد. بارآوری ویژه سنی با محاسبه میانگین تعداد زنبورهای ماده حاصل از تخم‌های پارازیته شده به ازای هر زنبور ماده پارازیتوئید در هر سن (روز)، روی هر یک از ارقام مورد بررسی، به دست آمد؛

۳. احتمال بقا بین دو سن متوالی  $(P_x)$ :  
 $P_x = \frac{l_{x+1}}{l_x}$  که در آن  $P_x$ : نسبت افراد زنده مانده تا سن  $x$  است که در فاصله سنی  $x$  تا  $x+1$  نیز زنده می‌مانند؛

۴. احتمال مرگ بین دو سن متوالی  $(q_x)$ :  
 $q_x = 1 - p_x$  که در آن  $q_x$ : نسبت افراد زنده مانده تا سن  $x$  که در فاصله سنی  $x$  تا  $x+1$  نیز می‌میرند (مرگ‌میر ویژه سنی) است؛

۵. اختلاف نسبت بقا بین دو سن متوالی  $(d_x)$ :  
 $d_x = l_x - l_{x+1}$  که در آن  $d_x$ : نسبتی از افراد اولیه که در فاصله سنی  $x$  تا  $x+1$  می‌میرند، است. این فراسنجه نشان‌دهنده توزیع فراوانی مرگ‌میر افراد اولیه است؛

۶. بقای میان دوره  $(L_x)$ :  
 $L_x = \frac{l_x + l_{x+1}}{2}$  که در آن  $L_x$ : نسبت سرانه مدت زنده ماندن در فاصله سنی  $x$  تا  $x+1$  است؛

۷.  $T_x$ : تعداد روزهایی که بعد از سن  $x$  زنده می‌مانند:  
 $T_x = \sum_{x=y}^{\infty} L_y$

۸. امید زندگی  $(e_x)$ : امید به زندگی در سن  $x$  (متوسط روزهای باقی مانده که فرد زنده بماند یا به سن  $x$  برسد):  
 $e_x = \frac{T_x}{l_x}$

شدند. برای تشخیص گونه از ژنیتالیا و شاخک تعدادی از زنبورهای نر خارج شده پریپاراسیون تهیه شد و تکثیر اولیه جمعیت گونه زنبور مورد نظر، توسط تخم تازه میزبان آزمایشگاهی (بید غلات) انجام گرفت. تفکیک جنسیت زنبورها با استفاده از تفاوت شاخک افراد نر و ماده از نظر ریخت‌شناسی صورت پذیرفت. پرورش و بررسی‌های آزمایشگاهی روی زنبور تریکوگراما در اتاقک رشدی با دمای  $27 \pm 1$  درجه سلسیوس، رطوبت نسبی  $60 \pm 10$  درصد و دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی انجام گرفت.

### پرورش زنبور پارازیتوئید *T. brassicae* روی تخم‌های ساقه‌خوار برنج

زنبورهای ماده با عمر حداکثر ۲۴ ساعت از کلنی زنبورهای تکثیرشده، انتخاب و هر یک در لوله‌های آزمایش مجزا قرار داده شدند. سپس دسته‌های تخم تازه ساقه‌خوار برنج که از نشاها جمع‌آوری شده بود، در لوله‌های آزمایش حاوی زنبورها قرار داده شد. پس از ۲۴ ساعت تخم‌ها خارج و به لوله آزمایش دیگری منتقل شدند. تعداد تخم‌ها به نحوی انتخاب شد که از تخم‌های پارازیته ساقه‌خواران هر یک از ارقام مورد بررسی، حداقل ۱۰۰ عدد زنبور ماده پارازیتوئید به دست آید. روزانه ۱۰۰ تخم ساقه‌خوار برنج در اختیار هر زنبور ماده برای پارازیتیسیم قرار داده شد و تخم‌های روز قبل با ثبت تاریخ، کد زنبور و رقم برنج مربوطه داخل لوله‌های آزمایش جداگانه تا زمان ظهور زنبورهای پارازیتوئید نگهداری شد. این عمل تا زمانی که آخرین فرد ماده مورد بررسی زنده بود، ادامه داشت. تعداد تخم‌های پارازیته شده و تعداد زنبورهای خارج شده از تخم‌ها و نتاج نر و ماده برای هر فرد ماده به‌طور مجزا تا آخرین روز زندگی ثبت شد. برای برآورد مقادیر فراسنجه‌های جدول زندگی و رشد جمعیت، جدول ویژه باروری سنی براساس روش (Carey, 1993) تشکیل شد. این جدول دارای ستون‌های اصلی سن (Age=x)، نرخ بقا  $(l_x)$  و باروری ویژه سنی  $(m_x)$  است.

### فراسنجه‌های جدول زندگی

فراسنجه‌های زیر در تهیه جدول زندگی سنی زنبور پارازیتوئید با استفاده از روابط مربوطه برآورد شدند:

نسبت بقا بین دو سن متوالی، بقای میان‌دوره،  $T_x$  و امید به زندگی در هر سن زنبور پارازیتوئید،  $T$ . *brassicae* با استفاده از روابط مندرج در قسمت مواد و روش پژوهش محاسبه شدند. براساس نتایج به‌دست‌آمده، نرخ بقا  $l_x$  در زمان ظهور حشرات بالغ در چهار رقم طارم محلی، طارم هاشمی، فجر و ندا به‌ترتیب در ۳ رقم اول ۹۵/۶۶، ۹۵/۸۲، ۹۵/۲۴ درصد و در رقم ندا در بیشترین مقدار خود یعنی ۹۶/۷۰ درصد بود (شکل ۱). بررسی روند نرخ بقای زنبورهای پرورش‌یافته بالغ روی ارقام برنج بررسی‌شده نشان داد که تا روز پنجم بعد از ظهور افراد بالغ نیز در رقم ندا بیشترین مقدار نرخ بقا نسبت به سایر ارقام مشاهده شد. بررسی روند تغییرات بارآوری ویژه سنی ( $m_x$ ) در طول عمر زنبورهای ماده بالغ *T. brassicae* پرورش‌یافته روی تخم‌های ساقه‌خواران برنج پرورش‌یافته روی ارقام مختلف برنج نشان داد که بارآوری ویژه سنی زنبور یادشده متأثر از نوع رقم مورد تغذیه ساقه‌خوار بوده است. به‌نحوی که بیشترین مقدار بارآوری ویژه سنی در طول عمر زنبورهای بالغ در اغلب موارد روی ارقام دیررس فجر و ندا بوده است (شکل ۱). به‌نحوی که در روز اول تخم‌ریزی بیشترین مقدار بارآوری ویژه سنی در رقم دیررس فجر، ۱۷/۴۲ نتاج ماده به ازای هر ماده و کمترین مقدار آن در رقم زودرس طارم هاشمی، ۱۶/۷۰ نتاج ماده به ازای هر ماده بود. همین روند در پایان دوره تخم‌ریزی ادامه داشت و در نهایت در آخرین روز تخم‌ریزی در کوهورت، باز بیشترین مقدار در رقم دیررس ندا، ۱/۶۷ نتاج ماده به ازای هر ماده ثبت شد. براساس مقادیر بارآوری ویژه سنی، مقدار نرخ ناخالص تولیدمثل ( $GRR$ ) نیز محاسبه شد. مقادیر این فراسنجه نیز در ارقام طارم محلی، طارم هاشمی، فجر و ندا به‌ترتیب ۵۰/۲۶، ۵۰/۴۷، ۵۵/۱۱ و ۵۴/۰۱ نتاج ماده به ازای هر ماده بود که باز بیانگر بالا بودن بارآوری زنبور پارازیتوئید در ارقام دیررس فجر و ندا نسبت به ارقام زودرس بود. از نظر آماری نیز در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنادار بین مقدار نرخ ناخالص تولیدمثل در ارقام زودرس و دیررس مشاهده شد. ولی در بین خود ارقام زودرس (طارم هاشمی و طارم محلی) و ارقام دیررس (ندا و فجر) اختلاف معنادار آماری مشاهده نشد.

### فراسنجه‌های رشد جمعیت

اجزای اصلی مورد نیاز برای محاسبه فراسنجه‌های رشد جمعیت، سن فرد ماده ( $x$ )، نرخ بقای فرد ماده در سن  $x$  ( $l_x$ ) و میانگین تعداد نتاج ماده حاصل از تولیدمثل هر فرد ماده در سن  $x$  ( $m_x$ ) هستند. براساس ثبت داده‌های یادشده، فراسنجه‌های زیر به‌عنوان فراسنجه‌های اصلی رشد جمعیت زنبور *T. brassicae* روی تخم‌های ساقه-خواران برنج پرورش‌داده‌شده با تغذیه از چهار رقم برنج مورد بررسی در قالب روابط مربوطه (Carey, 1993) برآورد شدند:

۱. نرخ خالص تولیدمثل ( Net Reproductive Rate )

$$R_0 = \sum_{x=\alpha}^{\beta} l_x m_x \quad (= R_0)$$

۲. نرخ ذاتی افزایش جمعیت ( Intrinsic Rate of )

$$1 = \sum_{x=0}^{\omega} e^{-r_m x} l_x m_x \quad (\text{Increase} = r_m)$$

۳. نرخ متناهی افزایش جمعیت ( Finite Rate of )

$$\text{Increase} = \lambda$$

۴. متوسط مدت زمان یک نسل ( Mean )

$$T = \frac{\ln(R_0)}{r} \quad \text{Generation Time} = T$$

۵. مدت زمان لازم برای دو برابر شدن جمعیت

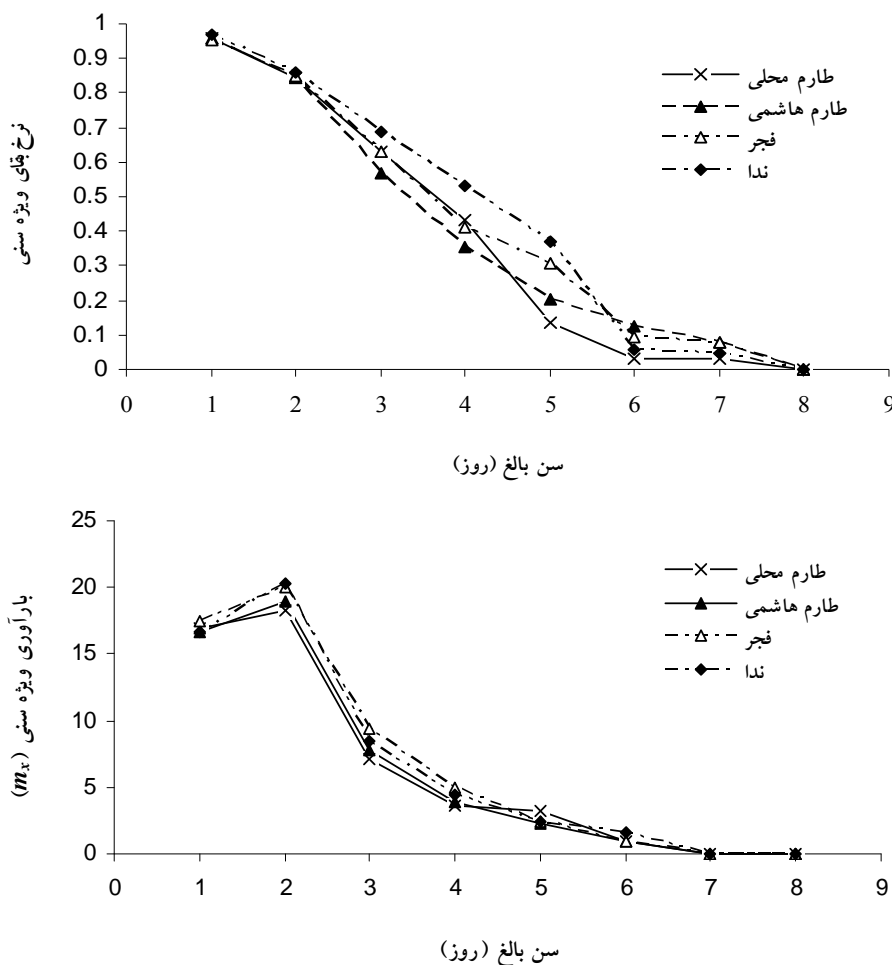
$$DT = \frac{\ln 2}{r} \quad (\text{Doubling Time} = DT)$$

مقادیر فراسنجه‌های یادشده طبق روش جک نایف (Maia et al., 2000) برآورد شد. در این راستا، مقادیر کاذب برای هر یک از فراسنجه‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS برآورد شد. تجزیه واریانس و به‌تبع آن گروه‌بندی و مقایسه میانگین‌های هر یک از فراسنجه‌های مورد بررسی روی ارقام مختلف برنج، با استفاده از آزمون دانکن با به‌کارگیری نرم‌افزار SPSS انجام گرفت. کلیه نمودارها با استفاده از نرم‌افزار Excel رسم شدند.

### نتایج

#### الف) فراسنجه‌های جدول زندگی

براساس داده‌های ثبت‌شده در جدول زیستی ویژه سنی طبق روش (Carey, 1993)، نرخ بقا، احتمال بقا بین دو سن متوالی، احتمال مرگ بین دو سن متوالی، اختلاف



شکل ۱. مقایسه تغییرات بقای ویژه سنی ( $l_x$ ) و بارآوری ویژه سنی ( $m_x$ ) زنبور بالغ *Trichogramma brassicae* روی تخم‌های ساقه‌خوار برنج پرورش‌یافته در ارقام برنج مورد بررسی

احتمال بقا روی ارقام دیررس بیش از ارقام زودرس بود. بررسی فراسنجه‌های یادشده نشان داد که از روز اول تا چهارم که مقارن با بیشترین مقدار بارآوری نیز بود در ارقام دیررس فجر و ندا کمترین مقدار مرگومیر و بیشترین احتمال بقا مشاهده می‌شود. در روزهای پنجم، ششم و هفتم که آخرین افراد در هر کوهورت زنده بودند، احتمال مرگومیر در ارقام زودرس کاهش و در ارقام دیررس افزایش نشان داد. در این مرحله افزایش میزان مرگومیر و کاهش احتمال بقا به دلیل ایفا کردن نقش زاد و ولدی افراد بالغ در روزهای قبل نقش مهمی در ممانعت از رشد جمعیت نداشت.

در بررسی اختلاف نرخ بقا در دو سن متوالی نیز مشخص شد، در رقم دیررس ندا مقدار محاسبه‌شده برای

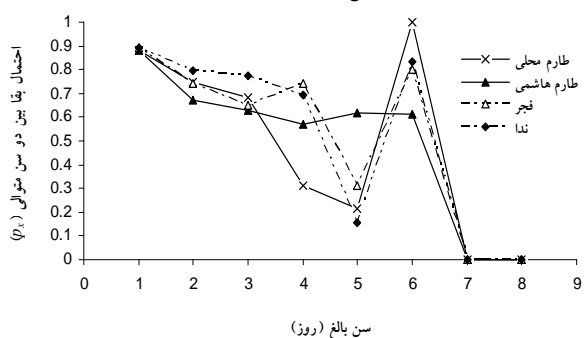
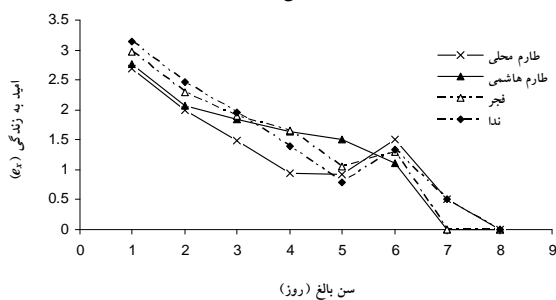
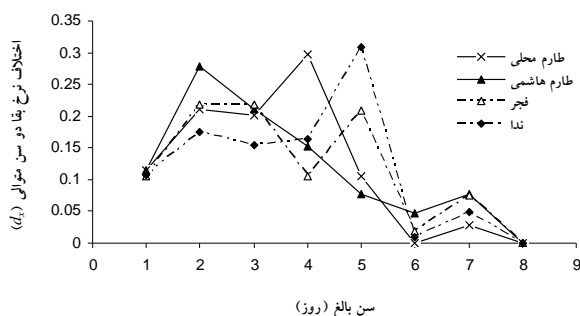
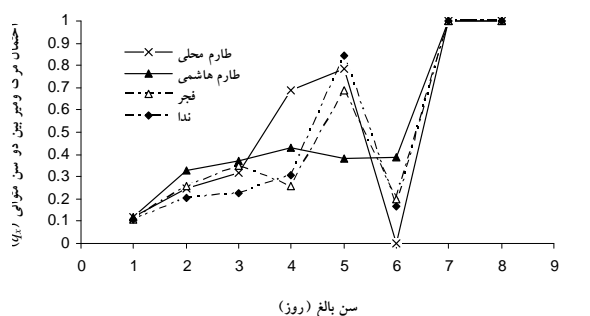
شکل ۲ مقادیر محاسبه‌شده برای تغییرات اختلاف نرخ بقا ( $d_x$ ) در دو سن متوالی، احتمال بقا ( $p_x$ )، احتمال مرگ ( $q_x$ ) و امید به زندگی ( $e_x$ ) زنبور بالغ *Trichogramma brassicae* روی تخم‌های ساقه‌خوار برنج پرورش‌یافته در ارقام برنج مورد بررسی را نشان می‌دهد. براساس این یافته‌ها، مشاهده می‌شود که احتمال مرگومیر ویژه سنی حشرات بالغ از روز اول در تمامی ارقام برنج مورد مطالعه وجود دارد (شکل ۲).

ولی محاسبه این فراسنجه‌ها نیز بیانگر این بود که مقدار احتمال مرگومیر زنبورهای بالغ پرورش‌یافته روی تخم‌های حاصل از پرورش ساقه‌خوار برنج روی ارقام دیررس کمتر از ارقام زودرس بود. در مورد احتمال بقای زنبور نیز عکس این موضوع صدق می‌کرد. به‌نحوی که

سایر ارقام به‌ویژه ارقام زودرس طارم محلی و طارم هاشمی بیشترین مقدار عددی را دارا بود. در روز چهارم نیز در رقم دیررس فجر با مقدار عددی ۱/۶۶ بیشترین مقدار امید به زندگی مشاهده شد (شکل ۲). در کل این بررسی نیز مؤید برتری امید به زندگی در زنبورهایی بود که مراحل نابالغ خود را روی تخم‌های ساقه‌خوارانی گذرانده بودند که روی ارقام دیررس مراحل رشد و نمو خود را طی کرده بودند. باید توجه داشت که افزایش امید به زندگی در ارقام زودرس در روزهای پایانی عمر زنبورها نیز به دلیل برتری آنها نبوده، بلکه مرگ‌ومیر طبیعی زنبورهای پرورش‌یافته روی تخم‌های ساقه‌خواران ارقام دیررس پس از ایفای نقش اکولوژیک خود (بالا بودن بارآوری ویژه سنی در روزهای اول آنها) بروز کاهش امید به زندگی را در این گروه از زنبورها در روزهای پایانی به دنبال داشته است.

این فراسنجه در روزهای اول تا سوم در بین ارقام مورد بررسی با مقدار عددی به‌ترتیب ۰/۱۰۶، ۰/۱۷۴ و ۰/۱۵۴ کمترین مقدار بود. در روز چهارم نیز کمترین مقدار این فراسنجه مربوط به رقم دیررس فجر با مقدار عددی ۰/۱۰۵ بود. این موضوع بیانگر حفظ بقای کوهورت زنبور پرورش‌یافته روی تخم‌های ساقه‌خوارانی بود که روی ارقام دیررس برنج مراحل رشد و نمو خود را گذرانده بودند. افزایش اختلاف نرخ بقا بین دو سن متوالی در روزهای بعد در ارقام دیررس به دلیل رسیدن به اواخر دوره تخم‌ریزی در روند رشد جمعیت اثری نداشت. از سوی دیگر چون بررسی روی هر چهار رقم با تعداد ثابتی شروع شده بود، منطقی است که در کوهورت مربوط به ارقام دیررس نیز مرگ‌ومیر زنبورهای بالغ در روزهای پایانی بیشتر باشد.

امید به زندگی در رقم دیررس ندا با ۳/۱۴ (روز اول)، ۲/۴۷ (روز دوم) و ۱/۹۶ (روز سوم) در مقایسه با



شکل ۲. مقایسه تغییرات اختلاف نرخ بقای (  $d_x$  ) دو سن متوالی، احتمال بقا (  $p_x$  )، احتمال مرگ‌ومیر (  $q_x$  ) و امید به زندگی (  $e_x$  ) زنبور بالغ *Trichogramma brassicae* روی تخم‌های ساقه‌خوار برنج در ارقام مورد بررسی

ذاتی افزایش جمعیت، نرخ منتهای افزایش جمعیت، میانگین مدت زمان لازم برای یک نسل و مدت زمان لازم برای دو برابر شدن جمعیت، ضمن پارازیتیسیم و

(ب) فراسنجه‌های رشد جمعیت در این پژوهش، پنج فراسنجه اصلی رشد جمعیت زنبور *T. brassicae* شامل نرخ خالص افزایش جمعیت، نرخ

زودرس طارم محلی، ۰/۴۴۲۵ نتاج ماده به ازای هر فرد ماده در روز تخمین زده شد (جدول ۱).

#### ب.۳. نرخ متنهای افزایش جمعیت (L)

نرخ متنهای افزایش جمعیت زنبور *T. brassicae* نیز در سطح اطمینان بیش از ۹۵ درصد در زنبورهای پرورش‌یافته روی ساقه‌خواران برنج پرورش‌داده‌شده روی ارقام مختلف برنج از نظر آماری اختلاف معناداری داشتند ( $P = ۰/۰۱۲$ ،  $f = ۳/۷۱$ ،  $df_e = ۳۷۸$ ،  $df_t = ۳$ ) (جدول ۱). مقدار این فراسنجه نیز در ارقام دیررس فجر و ندا بیشتر از ارقام زودرس طارم محلی و طارم هاشمی بود. به‌نحوی که بیشترین مقدار آن در رقم فجر (با مقدار عددی ۱/۵۷۲۰) و کمترین مقدار آن در رقم طارم محلی (با مقدار عددی ۱/۵۵۶۳) بود.

#### ب.۴. متوسط مدت زمان یک نسل (T)

مقدار عددی این فراسنجه که در واقع به آن مدت زمان لازم برای  $R_0$  برابر شدن جمعیت می‌گویند، بین ارقام مختلف برنج مورد بررسی تفاوت معناداری در سطح اطمینان ۹۹ درصد داشت ( $P < ۰/۰۰۰۱$ ،  $f = ۱۱/۵۹$ ،  $df_e = ۳۷۸$ ،  $df_t = ۳$ ) (جدول ۱). گروه‌بندی تیمارها در این بررسی نشان داد کمترین مقادیر این فراسنجه در ارقام زودرس طارم محلی و طارم هاشمی و رقم دیررس فجر به‌دست آمده است و از نظر آماری اختلاف معناداری در سطح احتمال ۵ درصد ندارد. بیشترین مقدار متوسط مدت زمان یک نسل نیز در رقم ندا، ۸/۴۹۶ روز، برآورد شد (جدول ۱).

#### ب.۵. مدت زمان دو برابر شدن جمعیت (DT)

نتایج حاصل در خصوص مدت زمان لازم برای دو برابر شدن جمعیت زنبور تریکوگراما در ارقام مختلف برنج نیز حاکی از وجود اختلاف معنادار بین مقادیر این فراسنجه بین ارقام مورد ارزیابی در این پژوهش بود ( $P < ۰/۰۱$ ،  $f = ۳/۸۷$ ،  $df_e = ۳۷۸$ ،  $df_t = ۳$ ) (جدول ۱). بررسی‌های انجام‌گرفته در این مورد نشان داد کمترین مدت لازم برای دو برابر شدن جمعیت زنبور *T. brassicae* در ارقام مورد ارزیابی دیررس برنج و بیشترین مقدار آن در ارقام زودرس برنج به‌دست آمده است (جدول ۱). این

تغذیه روی تخم‌های ساقه‌خواران برنج که از چهار رقم برنج (طارم محلی، طارم هاشمی، فجر و ندا) تغذیه کرده بودند، با روش جک-نایف تخمین زده شد. تجزیه واریانس و به‌تبع آن، براساس نتایج به‌دست‌آمده، گروه‌بندی و مقایسه میانگین‌های هر یک از فراسنجه‌های مورد بررسی روی ارقام مختلف برنج، با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام گرفت.

#### ب.۱. نرخ خالص افزایش جمعیت ( $R_0$ )

تجزیه واریانس مقادیر نرخ خالص افزایش جمعیت نشان داد، نرخ خالص تولیدمثل زنبور *T. brassicae* زمانی که تخم‌های ساقه‌خوار برنج مورد استفاده برای پارازیتیسیم روی ارقام مختلفی پرورش یافته باشند، از نظر آماری در سطح احتمال یک درصد اختلاف معناداری دارند ( $P < ۰/۰۰۰۱$ ،  $f = ۱۴/۶۴$ ،  $df_e = ۳۷۸$ ،  $df_t = ۳$ ). در همین راستا، نتایج آزمون دانکن نشان داد در سطح اطمینان ۹۵ درصد، مقدار نرخ خالص افزایش جمعیت زنبور پارازیتوئید زمانی که تخم‌های ساقه‌خواران روی ارقام دیررس (فجر و ندا) پرورش یافته‌اند، بیشتر از زمانی است که از تخم‌های ساقه‌خوارانی استفاده شود که رشد و نمو خود را روی ارقام زودرس (طارم محلی و طارم هاشمی) سپری کرده‌اند (جدول ۱). بیشترین مقدار برآوردشده برای این فراسنجه در رقم ندا، ۴۳/۳۴ نتاج ماده به ازای هر فرد ماده تازه‌متولدشده بود. در مقابل کمترین مقدار این فراسنجه در رقم زودرس طارم محلی، ۳۷/۶۴ نتاج ماده به ازای هر فرد تازه‌متولدشده، تخمین زده شد.

#### ب.۲. نرخ ذاتی افزایش جمعیت ( $r_m$ )

براساس تجزیه واریانس مشخص شد مقدار نرخ ذاتی افزایش جمعیت زنبور *T. brassicae* در حلقه سوم غذایی با تغییر رقم گیاه برنج (حلقه اول غذایی) از نظر آماری در سطح احتمال ۵ درصد دچار تغییر شده است ( $P = ۰/۰۱۴$ ،  $f = ۳/۶۰$ ،  $df_e = ۳۷۸$ ،  $df_t = ۳$ ). بیشترین مقدار برآوردشده برای این فراسنجه در رقم دیررس فجر، با مقدار عددی ۰/۴۵۲۴ نتاج ماده به ازای هر فرد ماده در روز بود. کمترین مقدار این فراسنجه نیز در رقم



موضوع نیز بیانگر بهتر بودن شرایط برای فعالیت زنبور *T. brassicae* و افزایش جمعیت آن در مزارع برنج ارقام دیررس است.

جدول ۱. میانگین ( $\pm$ خطای استاندارد) فراسنجه‌های اصلی رشد جمعیت زنبور *Trichogramma brassicae* روی تخم ساقه‌خوار برنج *Chilo suppressalis* پرورش یافته روی ارقام مختلف برنج

فراسنجه‌های رشد جمعیت					ارقام مورد بررسی
مدت زمان دوبرابر شدن جمعیت (روز)	طول یک نسل (روز)	نرخ متناهی افزایش جمعیت	نرخ ذاتی افزایش جمعیت (نتاج ماده/ماده/روز)	نرخ خالص تولید مثل (نتاج ماده/ماده/نسل)	
۱/۵۷۱ $\pm$ ۰.۰۷ <sup>b</sup>	۸/۱۷۷ $\pm$ ۰.۰۲۹ <sup>a</sup>	۱/۵۵۶ $\pm$ ۰.۰۰۳ <sup>b</sup>	۰/۴۴۲ $\pm$ ۰.۰۰۳ <sup>b</sup>	۳۷/۶۴۳ $\pm$ ۰/۷۸۷ <sup>b</sup>	طارم محلی
۱/۵۵۷ $\pm$ ۰.۰۷ <sup>b</sup>	۸/۱۷۷ $\pm$ ۰.۰۳۵ <sup>a</sup>	۱/۵۶۱ $\pm$ ۰.۰۰۳ <sup>b</sup>	۰/۴۴۵ $\pm$ ۰.۰۰۲ <sup>b</sup>	۳۷/۹۴۷ $\pm$ ۰/۸۱۰ <sup>b</sup>	طارم هاشمی
۱/۵۳۲ $\pm$ ۰.۰۰۶ <sup>a</sup>	۸/۲۸۱ $\pm$ ۰.۰۳۶ <sup>a</sup>	۱/۵۷۲ $\pm$ ۰.۰۰۲ <sup>a</sup>	۰/۴۵۲ $\pm$ ۰.۰۰۱ <sup>a</sup>	۴۲/۴۲۰ $\pm$ ۰/۷۶۱ <sup>a</sup>	فجر
۱/۵۵۳ $\pm$ ۰.۰۱۱ <sup>ab</sup>	۸/۴۹۷ $\pm$ ۰.۰۶۶ <sup>b</sup>	۱/۵۶۴ $\pm$ ۰.۰۰۴ <sup>ab</sup>	۰/۴۴۷ $\pm$ ۰.۰۰۳ <sup>ab</sup>	۴۳/۳۳۹ $\pm$ ۰/۷۳۳ <sup>a</sup>	ندا

در هر ستون مقادیر میانگین‌های ذکر شده برای هر یک از فراسنجه‌های رشد جمعیت که دارای حروف مشابهی هستند، براساس آزمون دانکن، از نظر آماری در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معناداری ندارند.

Pratissoli & Parra (2000a) نرخ خالص تولیدمثل ( $R_0$ ) دو گونه زنبور پارازیتوئید *Trichogramma pretiosum* و *Trichogramma acacioi* را در ۵ دمای ثابت ۱۵، ۲۰، ۲۵، ۳۰، ۳۵ درجه سلسیوس بررسی کرده بودند. براساس بررسی یادشده، در گونه اول (*T. pretiosum*) در هر یک از دماهای مورد بررسی، مقدار این فراسنجه به ترتیب ۱۳/۹۸، ۳۹/۴۶، ۳۱/۵۳، ۵۴/۹۷، و ۱۵/۵۴ نتاج ماده/ماده/نسل و در گونه دوم ۱۱/۸۵، ۶۲/۸۹، ۲۰/۶۴، ۲۰/۴۲ و ۹/۳۶ نتاج ماده/ماده/نسل بود. Dadpour Moghanlo (2002) مقدار نرخ خالص تولیدمثل زنبور *T. pintoi* را روی شب‌پره هندی آرد ۴۵/۳۰ و روی بید غلات ۴۵/۶۸ نتاج ماده/ماده/نسل برآورد کرده بود. براساس بررسی‌های Haghani (2002) نرخ خالص تولیدمثل در *T. emberyophagum* روی تخم شب‌پره آرد، *Ephestia kuehniella*، ۴۷/۸۸ نتاج ماده/ماده/نسل بود و مقدار این فراسنجه روی بید غلات *C. cerealella*، ۳۷/۶۳ نتاج ماده/ماده/نسل محاسبه شد. در بررسی‌های Iranipour et al. (2009) نرخ خالص تولیدمثل *T. brassicae* را روی تخم *E. kuehniella* در نسل‌های ۱ و ۲ به ترتیب ۴۰/۰۷ و ۵۰/۷۶ نتاج ماده/ماده/نسل و روی تخم *Plodia interpunctella* در نسل‌های ۱ و ۲ به ترتیب ۱۷/۰۵ و ۲۲/۲۸ نتاج ماده/ماده/نسل گزارش شده است. در پژوهش حاضر در دمای  $27 \pm 1$  درجه سلسیوس، نرخ خالص تولیدمثل زنبور روی تخم ساقه‌خواران برنج پرورش یافته روی دو رقم زودرس طارم محلی و طارم هاشمی برنج به ترتیب ۳۷/۹۵

توجه به فراسنجه‌های متوسط مدت زمان طول یک نسل و مدت زمان لازم برای دو برابر شدن جمعیت زنبور تریکوگرامای مورد بررسی نشان می‌دهد که با وجود طولانی‌تر شدن متوسط مدت زمان لازم برای یک نسل، مدت زمان لازم برای دو برابر شدن جمعیت زنبور تریکوگراما در ارقام دیررس به دلیل افزایش باروری و کاهش نرخ مرگ و افزایش نرخ بقا، کمتر از ارقام زودرس است.

## بحث

در این پژوهش فراسنجه‌های جدول زندگی و رشد جمعیت زنبور پارازیتوئید *T. brassicae* روی تخم‌های ساقه‌خواران برنج که با تغذیه از ارقام زودرس (طارم محلی و طارم هاشمی) و ارقام دیررس (فجر و ندا) برنج دوره رشد و نمو لاروی خود را سپری کرده بودند، بررسی و ارزیابی شدند. بررسی تأثیر تغییر حلقه غذایی اول بر فراسنجه‌های زیستی و جمعیتی حلقه سوم غذایی زنبور تریکوگراما اولین بار در این پژوهش انجام گرفته است. از نظر بررسی تأثیر ارقام مختلف گیاهان موجود در حلقه اول غذایی بر فراسنجه‌های تولیدمثلی زنبور *T. brassicae* در بررسی منابع اطلاعاتی یافت نشد. ولی در گذشته، تأثیرات تغییر حلقه غذایی دوم (میزبان پارازیتوئید) بر حلقه سوم زنجیره غذایی، حتی استفاده از میزبان‌های مصنوعی به جای میزبان‌های طبیعی توسط پژوهشگران زیادی بررسی شده بود (Dadpour Moghanlo, 2002; Haghani, 2002; Shirazi, 2004; Roriz et al., 2006).

نتاج ماده/ ماده/ نسل روز به‌دست آورد. در پژوهش دیگری Iranipour *et al.* (2009) نرخ ذاتی افزایش جمعیت زنبور *T. brassicae* را در تخم *A. kuehniella* در نسل‌های ۱ و ۲ به‌ترتیب ۰/۲۸۷ و ۰/۲۹۵ نتاج ماده/ ماده/ روز و در تخم *P. interpunctella* در نسل‌های ۱ و ۲ به‌ترتیب ۰/۲۱۸ و ۰/۲۰۹ نتاج ماده/ ماده/ روز محاسبه کردند. در پژوهش حاضر نرخ رشد ذاتی افزایش جمعیت زنبور مورد بررسی روی تخم ساقه‌خواران برنج پرورش‌یافته روی ارقام زودرس طارم محلی و طارم هاشمی به‌ترتیب ۰/۴۴۲ و ۰/۴۴۵ نتاج ماده/ ماده/ روز و در ارقام دیررس فجر و ندا به‌ترتیب ۰/۴۵۲ و ۰/۴۴۷ نتاج ماده/ ماده/ روز تخمین زده شد. مقادیر به‌دست‌آمده برای نرخ رشد ذاتی افزایش جمعیت در گونه‌های مختلف زنبور تریکوگراما در پژوهش‌های یادشده، کمتر از مقادیر محاسبه‌شده در این بررسی بودند. این اختلاف ممکن است به‌دلیل نوع میزبان مورد استفاده برای پارازیتیسیم زنبور باشد. از آنجا که در این پژوهش برای اولین بار از تخم ساقه‌خوار برنج به‌عنوان میزبان زنبور پارازیتوئید و سوش بومی زنبور تریکوگرامای جمع‌آوری شده از مزارع برنج استان مازندران استفاده شد، تصور می‌شود، همین دلایل موجب افزایش نرخ ذاتی افزایش جمعیت زنبور شده است.

در مورد سایر فراسنجه‌های رشد جمعیت زنبور *T. brassicae* مانند مدت زمان لازم برای دو برابر شدن جمعیت (*DT*) و مدت زمان لازم برای  $R_0$  برابر شدن جمعیت (*T*) و نرخ متناهی افزایش جمعیت (*R*) نیز اختلاف معناداری از نظر آماری بین زنبورهای پرورش‌یافته روی ارقام مختلف برنج مشاهده شد که این موضوع بین ارقام زودرس و دیررس برنج از نمود بیشتری برخوردار بود. به‌طور کلی در این بررسی مشخص شد، ارقام دیررس با تأثیر روی ساقه‌خوار برنج در حلقه دوم غذایی، موجب بهبود ویژگی‌های زیستی زنبور و رشد جمعیت زنبور پارازیتوئید در حلقه سوم غذایی می‌شوند. این موضوع ممکن است به‌دلیل امکان ذخیره بیشتر مواد نیتروژنی مورد استفاده در تولید ترکیبات پروتئینی لازم برای تولید تخم‌های زنبور پارازیتوئید در ارقام دیررس حادث شده باشد. بر این اساس می‌توان انتظار داشت کنترل بیولوژیک ساقه‌خوار

و ۳۷/۶۴ نتاج ماده/ ماده/ نسل و در دو رقم دیررس فجر و ندا به‌ترتیب ۴۲/۴۲ و ۴۳/۳۴ نتاج ماده/ ماده/ نسل محاسبه شد که تا حدود زیادی به نتایج پژوهشگران قبلی نزدیک است. تفاوت‌های مشاهده‌شده ممکن است به‌دلیل اختلاف گونه و نژاد زنبورهای مورد بررسی، تفاوت در تخم‌های میزبان‌های مورد استفاده برای پرورش حادث شده باشد. چنانکه در بررسی حاضر نیز مشخص شد تفاوت در ارقام مختلف میزبان‌های گیاهی در حلقه اول غذایی می‌تواند در مقدار فراسنجه‌های جدول زیستی و رشد جمعیت در حلقه سوم غذایی تفاوت معنادار در سطوح قابل قبول آماری ایجاد کند.

(Haile & Hassan 1999) نرخ ذاتی افزایش جمعیت زنبورهای پارازیتوئید *Trichogramma* sp. near. *T. bournieri* و *mwanzai* Schulten & Feijen را در دمای ۲۵ درجه سلسیوس روی تخم‌های بید غلات به ترتیب ۰/۳۰۹ و ۰/۳۰۵ نتاج ماده/ ماده/ روز تعیین کردند. همین‌طور Parra & Pratisoli (2000a) مقدار نرخ ذاتی افزایش جمعیت دو گونه *T. pretiosum* و *T. acacioi* را در ۵ دمای ثابت ۱۵، ۲۰، ۲۵، ۳۰، ۳۵ درجه سلسیوس محاسبه کردند، براساس برآورد انجام‌گرفته در این پژوهش، در گونه اول (*T. pretiosum*) در هر یک از دماهای یادشده، مقدار عددی نرخ ذاتی افزایش جمعیت به‌ترتیب ۰/۰۵، ۰/۲۱، ۰/۳۲، ۰/۴۷ و ۰/۳۶ نتاج ماده/ ماده/ روز و در گونه دوم (*T. acacioi*) به‌ترتیب ۰/۰۵، ۰/۲۲، ۰/۳۵، ۰/۳۴ و ۰/۳۰ نتاج ماده/ ماده/ روز بود. در پژوهش دیگری Pratisoli & Parra (2000b) نرخ ذاتی افزایش جمعیت زنبور *T. pretiosum* را در دمای ۲۵ درجه سلسیوس روی تخم *Phythoraimeae operculella* (Zeller) و *Tuta absoluta* (Meyrick) به‌ترتیب ۰/۳۳ و ۰/۳۱ نتاج ماده/ ماده/ روز محاسبه کردند. Haghani (2002) نرخ ذاتی افزایش جمعیت زنبور *T. emberyophagum* را روی تخم بید غلات *S. cereallella* و بید آرد (Zeller) *Ephestia kuehniella* به‌ترتیب ۰/۲۱ و ۰/۲۳ نتاج ماده/ ماده/ روز محاسبه کرد. Dadpour Moghanlo (2002) نرخ ذاتی افزایش جمعیت زنبور *T. pintoi* را روی تخم شب‌پره هندی آرد *Plodia interpunctella* (Hubner)، ۰/۲۵۷ نتاج ماده/ ماده/ روز و روی بید غلات ۰/۲۸۱

زیستی و جمعیتی موجودات زنده حلقه سوم غذایی را به‌طور معناداری متأثر کند. این موضوع زمانی اهمیت بیشتری می‌یابد که حلقه سوم غذایی شامل یک دشمن طبیعی آفات گیاهی باشد.

برنج با استفاده از زنبور تریکوگراما در ارقام دیررس برنج نسبت به ارقام زودرس برنج از کارایی بیشتری برخوردار باشد. هرچند این موضوع باید در شرایط مزرعه‌ای نیز بررسی شود. این پژوهش مشخص کرد تغییر در ارقام گیاهی در حلقه اول غذایی می‌تواند فراسنجه‌های مهم

## REFERENCES

- Carey, J.R. (1993). *Applied demography for biologists, with special emphasis on insects*. Oxford University Press, New York, USA.
- DadpourMoghanlo, H. (2002). *An investigation on the host-parasitoid system between Trichogrammapinto (Voegelé) and the Mediterranean flour and angoumois grain moth, in laboratory conditions*. M.Sc. Thesis. TarbiatModares University, Iran. (In Farsi).
- Haghani, M. (2002). *Investigation on demography and behavior of Trichogrammaemberyophagum (Hym.,Trichogrammatidae) on laboratory hosts*. M.Sc.Thesis. TarbiatModares University, Iran. (In Farsi).
- Haile, A.T. & Hassan, S.A. (1999). Life table parameters of two Kenyan locally occurring *Trichogrammaspecies*. Available online at <http://www.bba.de/abstracts/htm>.
- Hassan, S.A. (1990). A simple method to select effective *Trichogramma* strain for use in biological control. In E. Wajnberg & S.B. Vinson (Eds.), *Trichogramma and other egg parasitoids*. (pp. 201-204). CAB International.
- Iranipour, S. Farzmand, A. Saber, M. & MashhadiJafarloo, M. (2009). Demography and life history of egg parasitoid, *Trichogramma brassicae*, on two moths *Anagastakuehniella* and *Plodia interpunctella* in the laboratory. *Journal of Insect Science*, 51 (9), 1-8.
- Karimian, Z. (1999). *Biology and ecology of parasitoid wasp, Trichogramma brassicae in rice paddy of Guilan province*. M.Sc. Thesis. Guilan University, Iran. (In Farsi).
- Knutson, A. (1998). *The Trichogramma manual*. Agricultural Communication, Texas A&M University System, USA.
- Li, Y.L. (1994). Worldwide use of *Trichogramma* for biological control on different crops: A survey, In E. Wajnberg, & S.A. Hassan (Eds.), *Biological control with egg parasitoid*, (pp. 37-51). CAB International.
- 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.
- Okhovvat, M. & Vakili, D. (1997). *Rice (Cultivation, Management and Harvesting)* (1<sup>st</sup> ed.) Farabi Publication, Tehran, Iran.
- Pratissoli, D. & Parra, J.R.P. (2000a). Desenvolvimento e exigências termicas de *Trichogramma pretiosum* Riley, criada em duas tracas do tomateiro. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira*, 35, 1281-1288.
- Pratissoli, D. & Parra, J.R.P. (2000b). Fertility life table of *Trichogramma pretiosum* (Hym., Trichogrammatidae) in eggs of *Tuta absoluta* and *Phthorimaea operculella* (Lep., Gelechiidae) at different temperatures. *Journal of Applied Entomology*, 124, 339-342.
- Roriz, V., Oliveira, L. & Garcia, P. (2006). Host suitability and preference studies *Trichogramma cordubensis* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *Biological Control*, 36, 331-336.
- Schmidt, M.J. (1994). Host recognition and acceptance by *Trichogramma*, In E. Wajnberg & S.A. Hassan, (Eds.), *Biological control with egg parasitoid*. (pp. 165-200). CAB International.
- Shirazi, J. (2004). Effect of factitious host *Corcyra cephalonica* (St.) and natural host *Helicoverpa armigera* (Hub.) eggs on some important biological characters of *Trichogramma chilonis* Ishii (Hymenoptera: Trichogrammatidae). In: *Proceeding of the 16<sup>th</sup> Iranian Plant Protection Congress*, 28 Aug.-1 Sept., Tabriz University, Iran, p. 14.
- Shodjaei, M., Ostovan, H., Khodaman, A. & Hosseini, M. (1998). Research on species of beneficial wasp, *Trichogramma* spp. (Trichogrammatidae) and providing suitable conditions for their mass rearing in laboratory rearing. *Journal of Agriculture Science*, 15-16. (In Farsi).
- Smith, S.M. (1996). Biological control with *Trichogramma*: advances, successes, and potential of their use. *Annual Review of Entomology*, 41, 375-406.
- Sorokina, A.P. (1999). Trophic links of species of the genus *Trichogramma* West. (Hym. Trichogrammatidae) of the world fauna. *Entomological Review*, 79, 125-132.