

اثر دوره‌های عدم دسترسی به میزبان در رفتار پارازیت‌یسم زنبور انگل واره تخم سن گندم *Trissolcus grandis* Thomson (Hym.: Scelionidae)

آرزو بازآور^۱، شهزاد ایرانی پور^{۲*} و رقیه کریم زاده^۲

۱- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد حشره شناسی کشاورزی، گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز.

۲- دانشیار و استادیار گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز.

*مسئول مکاتبه: shiranipour@tabrizu.ac.ir

تاریخ پذیرش: ۹۳/۸/۱۹

تاریخ دریافت: ۹۳/۰۵/۱۸

چکیده

سن گندم، *Eurygaster integriceps* Puton، مهم‌ترین آفت گندم و جو در ایران است. استفاده از عوامل کنترل بیولوژیک که در بین آن‌ها انگل‌واره‌های تخم نویدبخش‌ترین آن‌ها می‌باشند روش مؤثری برای مدیریت این آفت می‌باشد. استفاده بهینه از این عوامل مستلزم آگاهی از کارایی آن‌ها در شرایط مختلف اکولوژیک است. با توجه به تقدم حضور انگل‌واره‌ها در مزارع گندم در مقایسه با سن گندم در بهار، ریسک بالای رویارویی با دوره‌های نبود میزبان در آغاز فصل آن‌ها را تهدید می‌نماید. از این رو در این بررسی، اثر طول مدت عدم دسترسی به میزبان از نظر میزان پارازیت‌یسم زنبورها مورد بررسی قرار گرفت. زنبور انگل‌واره (Hym., *Trissolcus grandis* Thomson) (Scelionidae) که گونه غالب ایران است برای آزمایش انتخاب شد. بررسی در شرایط آزمایشگاهی (دمای $25 \pm 1^\circ\text{C}$ ، رطوبت نسبی $50 \pm 10\%$ ، و دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی به هشت ساعت تاریکی) با پنج تیمار شامل یک شاهد (دسترسی کامل به میزبان)، دسترسی یک روز درمیان، دوروز درمیان، هفته‌ای یک‌بار و دسترسی کامل پس از یک دوره محرومیت شش روزه در ۱۵ تکرار انجام شد. نتایج نشان داد که با افزایش دوره‌های عدم دسترسی به میزبان، میزان پارازیت‌یسم کاهش می‌یابد. درمورد جبران زادآوری از دست‌رفته در روزهای دسترسی، به‌جز تیمار دوم (دسترسی یک روز در میان) که در چند روز اول جبران زادآوری توسط زنبورهای جوان *T. grandis* کامل بود، درمورد بقیه تیمارها جبران صورت گرفته توسط زنبورهای پیر و جوان ناقص بود.

واژه‌های کلیدی: جبران زادآوری، شایستگی، عدم همزمانی، محرومیت از میزبان.

مقدمه

اند و مطالعات متعددی روی آن‌ها صورت گرفته است. زنبور *Trissolcus grandis* Thomson از خانواده Scelionidae از اهمیت بیشتری در بین سایر گونه‌های *Trissolcus* برخوردار است و حضور پیوسته‌تری در کشتزارهای گندم ایران دارد (رجبی ۱۳۷۹). آگاهی هر چه بیشتر از تأثیر عوامل اکولوژیک روی پارامترهای زیستی انگل‌واره‌ها، در استفاده بهینه از عوامل کنترل زیستی مؤثر می‌باشد. یکی از مواردی که ممکن است کارایی این انگل‌واره‌ها را در شرایط طبیعی کاهش دهد، حضور پیش از موعد آن‌ها در

سن گندم، *Eurygaster integriceps* Puton، مهم‌ترین آفت دو گیاه زراعی گندم و جو در ایران و اکثر کشورهای همسایه می‌باشد که می‌تواند خسارت کمی و کیفی زیادی به محصول وارد نماید. این آفت توسط گروهی از انگل‌واره‌های متعلق به خانواده‌های Hymenoptera، Scelionidae، Encyrtidae از راسته و Tachinidae از راسته Diptera پارازیت می‌شود. در میان این انگل‌واره‌ها، زنبورهای جنس *Trissolcus* توجه بسیاری از حشره‌شناسان را به خود جلب کرده-

های نبود میزبان روی آن‌ها بگذارد در دسترس نیست. آگاهی از نوع واکنش انگل‌واره به کمبود فصلی منابع میزبانی، می‌تواند در حمایت انگل‌واره در دوره‌های نبود میزبان و ارزیابی عمل‌کرد بعدی آن سودمند باشد.

پارامترهای رشد جمعیت پایدار در انتخاب دشمنان طبیعی مؤثر بوده و مقایسه کارایی آن‌ها در شرایط اکولوژیک مختلف حائز اهمیت می‌باشد (بیرچ ۱۹۴۸). با تغییر شرایط فیزیکی مقدار این پارامترها تغییر می‌نمایند. بنابراین، به‌عنوان شاخصی برای مقایسه شرایط مختلف آزمایشی از جمله کیفیت غذا، دما، مقایسه بین جمعیت‌ها، بیوتیپ‌ها و گونه‌ها به‌کار می‌روند (اندریوارتا و بیرچ ۱۹۵۴، مسنجر ۱۹۶۴، دنت و والتون ۱۹۹۷). در این مدل، فرض می‌شود که منابع در دسترس بی‌نهایت می‌باشند و موجود زنده در یک محیط نامحدود با دسترسی کافی به منابع، رشد و تولیدمثل نموده، جمعیت خود را به‌صورت نمایی افزایش می‌دهد (آکچاکایا و همکاران ۱۹۹۹). سرعت رشد جمعیت، در چنین محیطی، نرخ ذاتی افزایش جمعیت^۱ نامیده می‌شود که با نماد r_m نمایش داده می‌شود. محدودیت دسترسی به منابع منجر به وقوع سرعت رشدی پایین‌تر از r_m می‌شود که با نماد r_s یا گاهی r نشان داده می‌شود (ساشوود و هندرسون ۲۰۰۰). بنابراین، جدول‌های زندگی-زادآوری می‌توانند برای بررسی کمیت منابع و مقایسه بین میزان دسترسی‌های مختلف نیز به‌کار روند.

در آزمایش‌هایی که قبلاً روی جدول زندگی و واکنش تابعی این گونه انجام شده است، توجهی به تأثیر احتمالی عدم دسترسی در افزایش یا کاهش پارازیتیسیم نشده است. بنابراین، در این بررسی تأثیر دوره‌های مختلف عدم دسترسی و مدت آن در نقشی که ممکن است در میزان پارازیتیسیم و سایر پارامترهای جدول زندگی این گونه داشته باشد، مورد

مزارع غلات قبل از مهاجرت میزبان‌هایشان می‌باشد که موجب برخورد آن‌ها با دوره‌های عدم دسترسی به میزبان به‌ویژه در اوایل فصل می‌گردد (صفوی ۱۳۵۲، عسگری ۱۳۷۴، ایرانی‌پور ۱۳۷۵ و رجیبی، ۱۳۷۹). کایتازوف (۱۹۶۸) معتقد است که زنبورهای انگل آواره قبل از آمدن سن گندم به مزارع حضور دارند و از شهد گل‌ها و عسلک شته‌ها تغذیه می‌کنند. پوپوف و پائولیان (۱۹۷۱) اظهار داشتند که آستانه دمایی فعالیت زنبورهای انگل آواره هفت تا هشت درجه پایین‌تر از سن گندم می‌باشد. بنابراین، ماده‌های انگل‌واره تخم قبل از سن گندم در مزرعه حضور می‌یابند. کارتاتسوف و همکاران (۱۹۷۵) هم حضور زنبورهای انگل‌واره در طبیعت را در ناحیه کراسنودار روسیه مصادف با فروردین ماه ذکر کردند که دما در ساعات گرم روز به ۲۶-۲۲ درجه سانتی‌گراد می‌رسد. شیمشک (۱۹۸۶) و شیمشک و یاشاراکینجی (۱۹۹۰) که بعضی از ویژگی‌های اکولوژیک دو گونه زنبور *T. semistriatus* و *T. vassilievi* را در منطقه دیاربکر واقع در جنوب شرقی ترکیه بررسی کردند، نتیجه گرفتند که زنبورهای انگل-واره ۲۲ روز زودتر از سن گندم فعالیت خود را در مزارع آغاز می‌کنند.

طبق بررسی‌های صورت گرفته، هیچ اطلاعی در مورد تأثیر این دوره‌های عدم دسترسی بر کارایی این انگل‌واره‌ها وجود ندارد. نگهداری طولانی مدت این انگل آواره‌ها در آزمایشگاه بدون میزبان، اغلب موجب کاهش زادآوری آن‌ها می‌شود، ولی داده‌های کمی در این مورد وجود ندارد. در مورد انگل‌واره‌ها اطلاعات محدودی در مورد دوره‌های عدم دسترسی به میزبان در دسترس است. بیشتر این بررسی‌ها در مورد انگل-واره‌های دیگر انجام گرفته (کریمی ملاطی و همکاران ۱۳۸۴، فلوری و بولترئو ۱۹۹۳، لی و همکاران ۱۹۹۳، گارسیا و همکاران ۲۰۰۱، هوهمان و همکاران ۲۰۰۱ و لگالت و همکاران ۲۰۱۳) و در مورد انگل‌واره‌های تخم سن گندم هیچ اطلاعی از تأثیری که ممکن است دوره-

¹Intrinsic rate of population increase

جمع‌آوری و نگهداری زنبور انگل‌واره *Trissolcus grandis*

انگل‌واره مورد نظر با استفاده از تله‌های تخم سن گندم از مزارع گندم و جوی روستاهای قراملک و کوجووار اطراف شهرستان تبریز در استان آذربایجان شرقی جمع‌آوری شدند. برای تهیه تله‌ها از قطعات مقوای زرد رنگ به ابعاد 12×8 سانتی‌متر استفاده شد. در هر تله از سه دسته تخم معادل ۴۲ عدد تخم تازه سن گندم استفاده شد. برای چسباندن تخم‌ها از چسب مایع بی‌بو استفاده شد تا مانع جلب زنبور نشود. تله‌ها در یک سوم انتهایی بوته‌های گندم به فاصله سه متر از یکدیگر نصب شدند. بعد از یک هفته، تله‌ها جمع‌آوری و به آزمایشگاه منتقل گشتند. تخم‌های پارازیت‌ها با رنگ سیاه براق شناسایی و جدا گردیدند. تخم‌های پارازیت‌ها شده به لوله‌های آزمایش $10 \times 1/5$ سانتی‌متر منتقل و در داخل اتاقک رشدی با دمای 25 ± 1 درجه سانتی‌گراد، رطوبت نسبی 50 ± 10 درصد و دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و هشت ساعت تاریکی نگهداری شدند. لوله‌های آزمایش به وسیله پنبه مسدود شد. بعد از تفریح تخم‌ها و ظهور زنبورها، گونه مورد نظر شناسایی و تکثیر شد. بعد از یک نسل خالص‌سازی، زنبورهای نسل دوم در آزمایش‌های اصلی به‌کار گرفته شدند. برای تغذیه زنبورها از قطرات ریز عسل روی نوار کاغذی استفاده شد. اندازه این قطرات به قدری ریز بود که امکان غرق شدن زنبورها در آن وجود نداشت. برای تکثیر زنبورها از تخم‌های تازه سن گندم استفاده شد. این تخم‌ها به مدت ۲۴ ساعت در اختیار زنبورها قرار گرفتند و بعد از پارازیت‌ها شدن توسط زنبورها به اتاقک رشدی با مشخصات فوق‌الذکر منتقل شدند. پس از ظهور زنبورها، زنبورهای صفر تا ۲۴ ساعته برای انجام آزمایش‌های اصلی به‌کار گرفته شدند.

مطالعه قرار گرفته است و این‌که آیا انگل‌واره، عدم تخم‌ریزی در روزهای قبل را با افزایش زادآوری در روزهای بعد جبران خواهد کرد یا برعکس، عدم دست‌رسی فرصتی از دست رفته و غیرقابل جبران به‌شمار می‌آید، در این تحقیق مورد ارزیابی قرار گرفته است.

مواد و روش‌ها

پرورش میزبان (سن گندم)

حشرات کامل سن گندم پس از ریزش به مزارع، در تمام طول اردیبهشت و اوایل خرداد ماه ۱۳۹۲ از مزارع گندم و جوی روستاهای قراملک و کوجووار واقع در اطراف تبریز جمع‌آوری شدند. جمع‌آوری حشرات هر چند روز یک‌بار ادامه یافت. حشرات جمع‌آوری شده به یکی از واحدهای گلخانه گروه گیاه‌پزشکی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز منتقل گردیدند. برای نگهداری سن‌ها از ظروف پلاستیکی مکعب مستطیلی به ابعاد $30 \times 15 \times 10$ سانتی‌متر با تراکم ۲۵ عدد در هر ظرف استفاده شد. درون ظروف از دانه‌های خشک گندم رقم امید برای تغذیه سن گندم و جهت تأمین آب از پنبه-مرطوب استفاده شد. برای انجام تهویه ظروف، روی درب هر ظرف، سوراخی مستطیلی به ابعاد 6×3 سانتی‌متر تعبیه و به وسیله پارچه توری ۵۰ مش مسدود گردید. برای جمع‌آوری تخم حشرات از قطعات کاغذ که به شکل بادبزن تا شده بود استفاده شد. این حشرات در دمای 26 ± 2 درجه سانتی‌گراد، رطوبت نسبی 50 ± 10 درصد و دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی نگهداری شدند. تخم‌های گذاشته شده توسط سن‌ها روزانه جمع‌آوری و برای انجام آزمایش‌های اصلی و تهیه تله برای جمع‌آوری انگل‌واره‌ها از مزارع مورد استفاده قرار گرفتند. مازاد تخم‌ها در یخچال در دمای پنج درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند تا برای مصارف بعدی از جمله تکثیر زنبورها مورد استفاده قرار گیرند.

آزمایش‌های اصلی

اختیار هر زنبور ماده قرار داده شد. بدین ترتیب، در تیمار دوم که زنبور به صورت یک روز در میان دسترسی به تخم سن گندم داشت (روزهای فرد بدون دسترسی و روزهای زوج دسترسی مازاد بر نیاز) در روزهای دو، چهار، شش و هشت آزمایش به ترتیب شش، شش، چهار و چهار دسته تخم و بعد از آن تا آخر عمر به صورت یک روز در میان یک دسته تخم در اختیار زنبورها قرار گرفت. در تیمار سوم هر بار دسترسی به دنبال دو روز عدم دسترسی به میزبان با همان قاعده بود، یعنی در روزهای سوم و ششم آزمایش در هر کدام شش دسته تخم و بعد از آن به صورت دو روز در میان، یک دسته تخم در اختیار زنبورها قرار گرفت. در تیمار چهارم، انگل‌واره بعد از یک دوره شش روزه عدم دسترسی به میزبان، در روز هفتم با تعداد تخمی مواجه شد که برای پارازیتسم یک هفته آن کافی بود ولی این دسترسی فقط به مدت ۲۴ ساعت یعنی فقط در همان روز هفتم بود و در روز هفتم و چهاردهم به ترتیب ۱۰ و دو دسته تخم در اختیار زنبورها قرار گرفت و بعد از آن تا آخر عمر در هر دوره یک دسته تخم در اختیار زنبورها قرار داده شد. در تیمار پنجم نیز دسترسی کامل با ریتمی مانند تیمار شاهد بود، منتها دسترسی بعد از یک دوره شش روزه عدم دسترسی آغاز شد. یعنی بعد از شش روز اول عدم دسترسی، یک هفته بعد روزانه چهار دسته تخم و بعد از آن تا پایان عمر روزانه یک دسته تخم در اختیار هر زنبور قرار داده شد.

جدول‌های زندگی

برای بررسی اثر تیمارهای مختلف روی پارامترهای جمعیتی شامل زنده‌مانی، زادآوری و رشد جمعیت از جدول‌های زندگی تولیدمثلی استفاده شد و با استفاده از آن‌ها نرخ‌های سرانه تولیدمثلی و پارامترهای جمعیت پایدار محاسبه گردیدند (کری ۱۹۹۳ و ۲۰۰۱). پارامترهای رشد جمعیت پایدار شامل نرخ ذاتی افزایش جمعیت (r_m)، نرخ متناهی افزایش

آزمایش‌ها در اتاقک رشدی با دمای 25 ± 1 درجه سانتی‌گراد، رطوبت نسبی 50 ± 10 درصد و دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی به هشت ساعت تاریکی انجام شد. برای انجام آزمایش، پنج تیمار هر یک با ۱۵ تکرار در نظر گرفته شد. هر تکرار در یک لوله آزمایش انجام شد که داخل هر لوله، یک جفت نر و ماده ۲۴-۰ ساعته نسل دوم قرار گرفت. در تیمار اول (شاهد) هیچ‌گونه محدودیتی از نظر دسترسی به میزبان در نظر گرفته نشد، یعنی تعداد زیادی میزبان برای پارازیتسم هر ماده در اختیار آن قرار داده شد که بیش از ظرفیت پارازیتسم روزانه آن بود. بر اساس اطلاعات موجود (نوزاد بناب ۱۳۸۷) بیشینه ظرفیت پارازیتسم زنبور *T. grandis* جمعیت تبریز کمتر از سه دسته در روز در هفته اول دوران تولیدمثلی آن‌ها می‌باشد. بعد از یک هفته، میزان زادآوری زنبورها به شدت کاهش می‌یابد و به کمتر از یک دسته در روز می‌رسد. بر این اساس، در هفته اول، روزانه چهار دسته تخم تازه سن گندم (کمتر از ۲۴ ساعته) معادل ۵۶ عدد در اختیار یک جفت زنبور نر و ماده یک روزه که در داخل لوله آزمایش حاوی غذا (عسل) محبوس شده بودند، قرار گرفت و بعد از یک هفته، روزانه یک دسته تخم معادل ۱۴ عدد تا آخر عمر در اختیار هر جفت زنبور نر و ماده قرار گرفت. در چهار تیمار بعدی محدودیت‌هایی به درجات مختلف از نظر زمان دسترسی به میزبان اعمال شد، ولی از نظر تعداد میزبان قابل دسترس هیچ‌گونه محدودیتی برای زنبورها وجود نداشت. بر مبنای نتایج تیمار شاهد، بیشینه زادآوری به ازای هر زنبور ماده در هر یک از دوره‌های دو روزه، سه روزه و یک هفته‌ای تعیین شد و برای اطمینان از عدم محدودیت، تعداد میزبان از نظر تعداد قابل دسترس، کمی بیشتر از آنچه زنبور می‌تواند در یک دوره دو روزه، سه روزه و یک هفته‌ای تخم‌ریزی نماید (به طور مثال یک و نیم برابر آن) در

مذکور به‌ترتیب عبارت بودند از: $128/07 \pm 8/9$ ، $100/73 \pm 4/5$ و $60/13 \pm 2/87$ ، $99/47 \pm 3/115$ ، $97 \pm 4/38$ در این گونه، کم‌ترین مقدار مربوط به تیمار چهارم بود. نتایج آزمون توکی در هر دو سطح احتمال، بیانگر معنی‌دار بودن اختلاف تیمار چهارم با بقیه تیمارها بود. اختلاف شاهد با بقیه تیمارها به‌جز تیمار دوم معنی‌دار بود، ولی اختلاف بین تیمار پنجم با دوم و سوم معنی‌دار نبود.

جبران زادآوری از دست رفته در روزهای دست‌رسی

تعداد تخم‌هایی که در مدت دست‌رسی پارازیت‌شده با تعداد تراکمی آن در مدت مشابه در شاهد با استفاده از منحنی‌های زادآوری تراکمی مقایسه شد (شکل ۱).

به‌طوری‌که در شکل ۱ ملاحظه می‌شود، به‌جز تیمار یک روز در میان که منحنی آن در چند روز اول با شاهد تلاقی دارد، نشان می‌دهد که در این مدت، جبران زادآوری زنبورهای جوان به‌طور تقریباً کامل صورت گرفته و البته پس از آن، منحنی مذکور از شاهد فاصله گرفته است که دلیل بر کاهش زادآوری زنبورهای پیرتر می‌باشد، در سایر تیمارها تلاقی با شاهد در هیچ‌یک از دوره‌های عمر زنبور دیده نمی‌شود. به‌نظر می‌رسد در تمام تیمارها تا حدودی جبران صورت گرفته، ولی جز تیمار یک روز در میان در هیچ تیماری جبران کامل حتی در زنبورهای جوان صورت نگرفته است. از طرفی با افزایش سن زنبورها، فاصله منحنی با شاهد بیشتر شده که دلیل بر کاهش توانایی جبران زادآوری در زنبورهای پیر می‌باشد. بررسی داده‌ها نشان داد که زنبورهای شاهد بیشترین مقدار زادآوری را یک بار در روز اول تخم‌ریزی و بار دیگر در روز ششم نشان دادند و دو اوج زادآوری تقریباً مساوی داشتند (به‌ترتیب $18/73$ و $18/33$). این زنبورها در هفته اول تخم‌ریزی خود، نزدیک به 75% ، در 10 روز اول 85% و در دو هفته اول 95% تخم‌ریزی خود را محقق نمودند.

جمعیت (λ)، نرخ تولیدمثل ناخالص (GRR)، نرخ تولیدمثل خالص (R_0)، زمان دو برابر شدن جمعیت (DT)، میانگین زمان یک نسل (T)، نرخ ذاتی تولد (b) و نرخ ذاتی مرگ (d)، از جدول‌های زیستی زادآوری با روش کری (۱۹۹۳) برآورد شدند. برای محاسبه حدود اطمینان و مقایسه میانگین پارامترهای جمعیت پایدار از روش جکنایف (میر و همکاران ۱۹۸۶، مایا و همکاران ۲۰۰۰) استفاده گردید. این روش چند مرحله دارد: ابتدا مقدار هر پارامتر برای کل ماده‌های هم‌زاد یک تیمار با استفاده از تمام تکرارها (۱۵ عدد) محاسبه گردید (P_{total}). سپس یکی از تکرارها حذف شد و مقدار پارامتر برای تکرارهای باقی‌مانده به‌دست آمد (P_i). این عمل هر بار با حذف یکی دیگر از تکرارها دوباره انجام شد. آن‌گاه مقادیر دروغین جکنایف (P_j) برای هر پارامتر از معادله زیر محاسبه گردید:

$$P_j = (n \cdot P_{total}) - (n-1) \cdot P_i$$

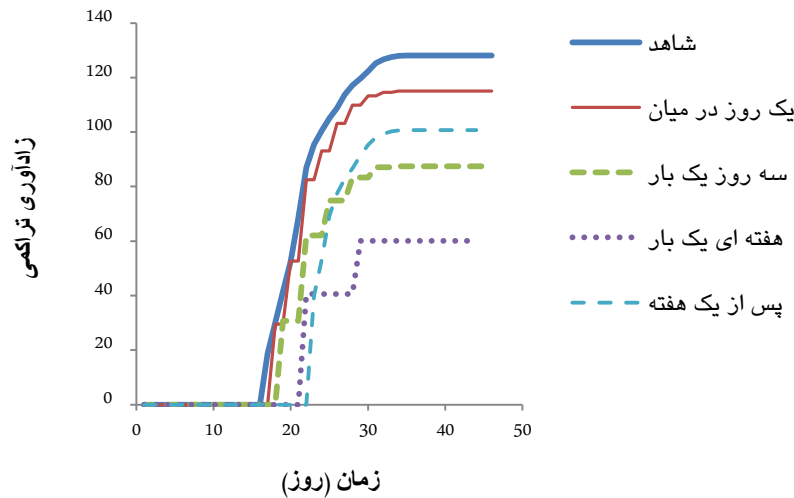
در این معادله، n تعداد تکرارها می‌باشد. واریانس و انحراف استاندارد این داده‌ها جهت مقایسه آماری مورد استفاده قرار گرفتند.

طرح آزمایشی و تجزیه‌های آماری

مقایسه پارامترهای مختلف بین پنج تیمار، با انجام تجزیه واریانس تک عاملی (One way ANOVA) انجام و تفاوت‌های احتمالی تعیین شد. دسته‌بندی میانگین‌ها نیز با آزمون توکی در هر دو سطح احتمال یک و پنج درصد انجام شد. کلیه تجزیه‌ها با نرم‌افزار آماری SAS و رسم نمودارها با Excel انجام شد. طرح آزمایشی، طرح پایه کاملاً تصادفی بود.

نتایج

اثر دوره‌های عدم دست‌رسی به میزبان بر زادآوری کل اثر دوره‌های عدم دست‌رسی به میزبان بر زادآوری کل *T. grandis* معنی‌دار بود ($P < 0/0001$)، $F = 23/87$ و $df = 4:70$). مقادیر مربوط به پنج تیمار



شکل ۱- زادآوری تراکمی زنبور *T. grandis* با دوره‌های مختلف دسترسی به میزبان.

زادآوری این زنبورها نیز روز هجدهم بود که مشابه دو تیمار قبلی بود.

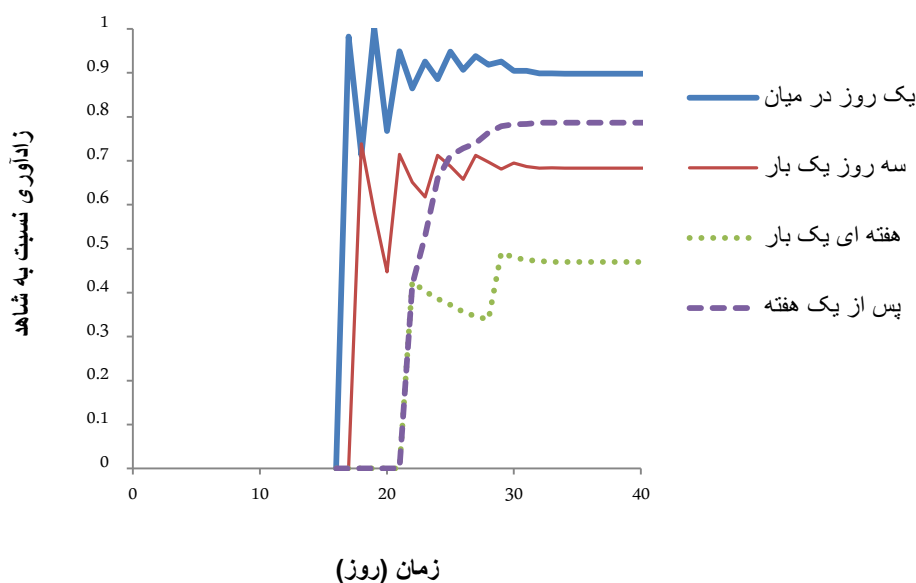
در دو تیمار آخر، زنبورها در شش روز اول عمر خود از میزبان محروم بودند. در نخستین روزی که زنبورها به میزبان دست یافتند (روز هفتم)، تقریباً ۴۰ تخم را پارازیته کردند که معادل زادآوری سه روز اول زنبورهای شاهد است. در واقع زنبورها بیش از ۴۰٪ زادآوری شاهد در دوره یک هفته‌ای را محقق کردند و تعداد تخمی که در روز اول گذاشتند، بیش از دو برابر روز اول زنبورهای شاهد بود. در زنبورهای تیمار پنجم، در تمام روزهای بعدی، دسترسی به منابع کامل و شبیه شاهد بعد از روز اول بود. با توجه به این که زنبورهای این تیمار در روز اول، تنها معادل سه روز اول شاهد تخم‌گذاری کردند، این سوال مطرح شد که آیا تخم‌گذاری روزهای بعدی این تیمار، روند مشابهی با روزهای بعد شاهد داشته است یا خیر؟ بنابراین تخم‌گذاری روز اول این تیمار را با تخم‌گذاری تراکمی روز سوم شاهد و تخم‌گذاری روزهای بعد را با روز چهارم به بعد شاهد مقایسه نمودیم (شکل ۳) و معلوم شد که تا دو روز بعد از آن، مجموع تخم‌گذاری انجام گرفته کاملاً مشابه شاهد است، ولی بعد از سه روز مجدداً ماده‌های تیمار محروم نتوانسته‌اند هم‌پای شاهد

کل دوره تخم‌ریزی نیز ۱۹ روز بود. زنبورهایی که دوره‌های محرومیت یک روز در میان داشتند، در دو دوره دو روزه اول و دوم، جبران کامل انجام دادند، ولی در دوره سوم مجموع تخم‌گذاری آن‌ها ۹۵٪ شاهد بود و تا پایان دوره تخم‌ریزی نیز تنها ۹۰٪ شاهد تخم‌ریزی نمودند (شکل ۲). آخرین تخم‌ریزی این زنبورها نیز در روز هجدهم بود و روز نوزدهم روز محرومیت آن‌ها بود که پس از آن هم تخم‌ریزی نکردند.

در زنبورهایی که دو روز دوران محرومیت داشتند، در نخستین روزی که به میزبان دسترسی یافتند (روز سوم)، معادل ۷۴٪ زادآوری سه روزه را محقق نمودند. این تقریباً مساوی زادآوری مجموع دو روز اول در شاهد می‌باشد که معادل ۲۰/۶۷ فرزند در یک روز بود. در واقع زنبور در یک روز ۶۳٪ بیش از بیشینه زادآوری یک روز شاهد تخم گذاشته تا جبران نسبی عدم تخم‌گذاری در دو روز قبل را انجام داده باشد. در دومین دوره سه روزه نیز زادآوری مشابهی (۳۱/۴۷ عدد در یک روز) محقق شد که ۶۸٪ بیش از روز اول شاهد است. در مجموع این دو دوره، بیش از ۷۰٪ زادآوری شاهد محقق شد و زادآوری نهایی این تیمار نیز ۶۸٪ شاهد بود (شکل ۲). آخرین روز

ریزی خود ادامه داده اما از روز ششم به بعد، علی‌رغم دسترسی کامل به میزبان، زادآوری کمتری به ظهور رسانده است.

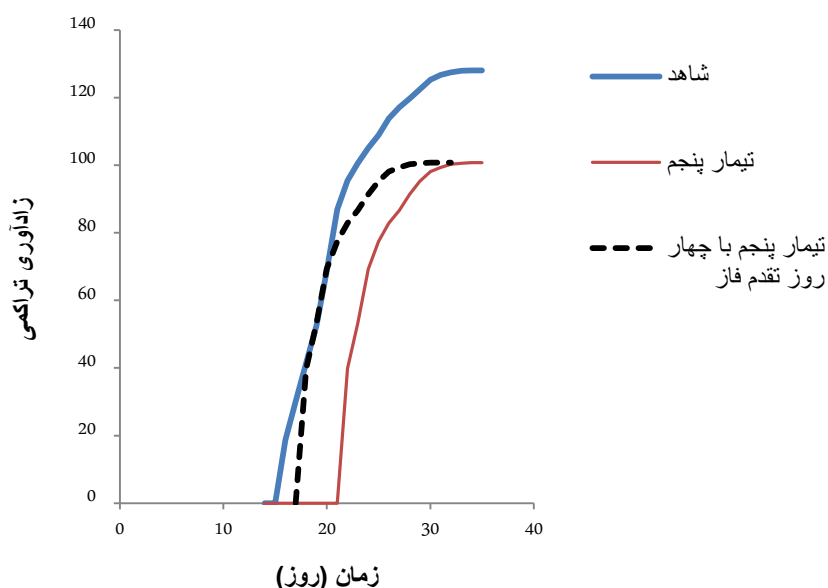
تخم بگذارند و در نهایت، زادآوری این تیمار به نزدیکی ۸۰٪ شاهد رسیده است (شکل ۲). به طوری که در شکل ۳ ملاحظه می‌شود، زنبور سه روز از تأخیر خود را جبران کرده، سپس دو روز مانند شاهد به روند تخم-



شکل ۲- نسبت زادآوری تراکمی زنبور *T. grandis* به شاهد در دوره‌های مختلف محرومیت از میزبان.

خود به میزبان دسترسی نداشته باشند، دسترسی بعدی در سنین پیری منجر به برجای گذاشتن هیچ نتاجی نخواهد شد. البته این امر مستلزم بررسی تکمیلی است. در ضمن می‌توان اظهار داشت که تأخیر در آغاز تخم‌ریزی، موجب تأخیر در خاتمه آن نشده و در نتیجه طول دوره تخم‌ریزی کوتاه شده است. در تیمار چهارم در دومین دوره هفت روزه نزدیک به ۲۰ فرزند محقق شد که معادل ۷۲/۵٪ دوره مشابه در شاهد است. دوره سوم مصادف با روز بیست و یکم عمر ماده بود که طبق مدل مورد انتظار از تیمارهای قبلی، هیچ نتاجی تولید نشد. کل زادآوری این تیمار ۶۰ عدد بود که ۴۷٪ شاهد می‌باشد.

بدین ترتیب زادآوری این تیمار، تنها در سنین میانی مشابه شاهد بود و از آغاز که ماده‌ها قادر نبودند تخم‌گذاری یک هفته، را در یک روز جبران نمایند، در پایان نیز دسترسی به منابع نامحدود نتوانسته منجر به عملکرد مشابه شاهد شود. کل دوره تخم‌گذاری این تیمار ۱۳ روز یعنی شش روز کوتاه‌تر از شاهد بوده که این درست معادل شش روز دوره محرومیت این زنبورها بوده است و بدین ترتیب، آخرین روز تخم‌گذاری این زنبورها مشابه شاهد، در روز نوزدهم اتفاق افتاده است. هرچند تیماری به صورت دسترسی بعد از روز نوزدهم در این آزمایش پیش‌بینی نشده بود، ولی به نظر می‌رسد چنانچه زنبورها در دوره تولیدمثلی



شکل ۳- زادآوری تیمار پنجم (شش روز محرومیت و سپس دسترسی کامل) در مقایسه با شاهد و اعمال چهار روز تقدم فاز در تیمار مذکور (خط نقطه چین).

هم چنین اختلاف تیمار چهارم با همه تیمارها معنی دار بود. افزایش سطح احتمال به ۰/۰۵ تغییری ایجاد نکرد. بیشینه و کمینه نرخ ناخالص تولیدمثل T . *grandis* به ترتیب ۸۵/۳۷ و ۴۰/۰۸ در شاهد و تیمار چهارم (هفته ای یک بار دسترسی) بود. مقادیر آماره نرخ خالص تولیدمثل (R_0) مانند نرخ ناخالص تولیدمثل (GRR) بود که به علت عدم وقوع تلفات تا پایان سن تولیدمثلی می باشد و الگوی تغییرات و سطح معنی - داری آن در بین تیمارها و نتایج آزمون توکی مشابه پارامتر قبلی بود ($P < ۰/۰۰۰۱$ ، $F = ۲۳/۷۰$ و $df = ۴:۷۰$ ؛ جدول ۱).

اثر دوره های عدم دسترسی به میزبان بر نرخ لحظه ای افزایش جمعیت (r یا r_m) معنی دار بود ($P < ۰/۰۰۰۱$ ، $F = ۱۲۲/۴۵$ و $df = ۴:۷۰$). بیشترین و کمترین نرخ رشد جمعیت T . *grandis* معادل ۰/۲۳۵ و ۰/۱۶۴ بر روز به ترتیب در شاهد و تیمار چهارم بود. در سطح احتمال ۰/۰۱ آزمون توکی اختلاف بین شاهد با همه تیمارها معنی دار بود. اختلاف بین هر یک از تیمارهای دوم و سوم با بقیه تیمارها معنی دار بود.

پارامترهای جمعیت پایدار

پارامترهای جمعیت پایدار شامل نرخ تولیدمثل ناخالص (GRR)، نرخ تولیدمثل خالص (R_0)، ظرفیت افزایش جمعیت (r_c)، نرخ ذاتی افزایش جمعیت (r_m)، نرخ متناهی افزایش جمعیت (λ)، نرخ ذاتی تولد (b)، نرخ ذاتی مرگ (d)، فاصله سنی دخترها با مادرها (T_c)، میانگین زمان یک نسل (T) و زمان دوبرابر شدن جمعیت (DT) برای T . *grandis* در پنج سطح دسترسی به میزبان در جدول ۱ آورده شده اند.

اثر دوره های عدم دسترسی به میزبان روی نرخ ناخالص تولیدمثل (GRR) زنبور T . *grandis* معنی دار بود ($P < ۰/۰۰۰۱$ ، $F = ۲۳/۷۰$ و $df = ۴:۷۰$). با افزایش مدت عدم دسترسی، این کمیت کاهش نشان داد ولی دسترسی کامل به دنبال یک هفته عدم دسترسی (تیمار پنجم) تا حد قابل توجهی این کمیت را افزایش داد، به طوری که تفاوت تیمار پنجم با شاهد معنی دار نبود. در سطح احتمال ۰/۰۱ آزمون توکی، اختلاف بین شاهد با تیمارهای سوم و چهارم معنی دار و با سایر تیمارها غیرمعنی دار بود.

ولی اختلاف بین تیمار پنجم با چهارم معنی‌دار نبود. در نتایج ایجاد نکرد. افزایش سطح احتمال به ۰/۰۵ در این آزمون تغییری

جدول ۱- میانگین \pm انحراف استاندارد* پارامترهای رشد جمعیت پایدار زنبور *T. grandis* در پنج سطح از دسترسی به میزبان.

پس از یک هفته	هفته‌ای یکبار	سه‌روز یکبار	یک روز در میان	کامل (شاهد)	دسترسی پارامتر
۷۱/۶۲ \pm ۳/۳۳ ^{ab}	۴۰/۰۸ \pm ۱/۹۹ ^c	۵۸/۳۱ \pm ۲/۶۵ ^b	۷۶/۶۶ \pm ۲/۹۲ ^a	۸۵/۳۷ \pm ۵/۹۳ ^a	GRR
۷۱/۶۲ \pm ۳/۳۳ ^{ab}	۴۰/۰۸ \pm ۱/۹۹ ^c	۵۸/۳۱ \pm ۲/۶۵ ^b	۷۶/۶۶ \pm ۲/۹۲ ^a	۸۵/۳۷ \pm ۵/۹۳ ^a	R₀
۲۵/۶۶ \pm ۰/۰۸ ^a	۲۲/۵۱ \pm ۰/۱۳ ^b	۲۱/۴۶ \pm ۰/۴۸ ^c	۱۹/۷۹ \pm ۰/۱۱ ^d	۱۸/۷۹ \pm ۰/۱۷ ^e	T (روز)
۴/۱۵ \pm ۰/۰۴ ^a	۴/۲۲ \pm ۰/۰۴ ^a	۳/۶۵ \pm ۰/۰۴ ^b	۳/۱۶ \pm ۰/۰۳ ^c	۲/۹۴ \pm ۰/۰۶ ^d	DT (روز)
۰/۱۶۶۵ \pm ۰/۰۰۱۶ ^d	۰/۱۶۳۹ \pm ۰/۰۰۱۶ ^d	۰/۱۸۹۴ \pm ۰/۰۰۲۳ ^c	۰/۲۱۹۹ \pm ۰/۰۰۲۳ ^b	۰/۲۳۵۱ \pm ۰/۰۰۴۹ ^a	r (بر روز)
۱/۱۸۱ \pm ۰/۰۰۱ ^d	۱/۱۷۸ \pm ۰/۰۰۱ ^d	۱/۲۰۸ \pm ۰/۰۰۲ ^c	۱/۲۴۵ \pm ۰/۰۰۲ ^b	۱/۲۶۵ \pm ۰/۰۰۶ ^a	λ (بر روز)
۰/۱۶۶ \pm ۰/۰۰۱۶ ^d	۰/۱۶۴ \pm ۰/۰۰۱۶ ^d	۰/۱۸۹ \pm ۰/۰۰۲۳ ^c	۰/۲۱۹ \pm ۰/۰۰۲۳ ^b	۰/۲۳۵ \pm ۰/۰۰۴۹ ^a	b (بر روز)
۳۷/۲ \pm ۰/۶ $\times 10^{-1c}$	۳۵/۱ \pm ۰/۴ $\times 10^{-1c}$	۳۳/۳ \pm ۰/۶ $\times 10^{-1c}$	۴۶/۱ \pm ۱/۲ $\times 10^{-1b}$	۵۴/۷ \pm ۳/۲ $\times 10^{-1a}$	d (بر روز)

*حروف مشابه در هر سطر مربوط به هر پارامتر بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰۱ بر مبنای آزمون توکی می‌باشد.

محرومیت، به‌دنبال دسترسی بعدی مورد مطالعه قرار گرفت. گفتنی است که محرومیت زنبورها تنها از نظر زمان دسترسی بود وگرنه محدودیتی از نظر مقدار منابع قابل دسترس وجود نداشت، به‌طوری‌که در ایام دسترسی با عرضه مازاد بر نیاز آن‌ها به زنبورها فرصت جبران زادآوری از دست رفته داده شد. چنین بررسی‌هایی در مورد شکارگرها بیشتر مورد توجه محققان قرار گرفته است (مرداک و همکاران ۱۹۸۵، گیلزترپ ۱۹۸۸، کوربت و همکاران ۱۹۹۱)، زیرا عدم دسترسی به شکار، تأثیر مستقیم بر زنده‌مانی خود شکارگر دارد و تأثیر بر زادآوری و نتاج نسل آینده در درجه بعدی قرار می‌گیرد. به‌علاوه در شکارگرها محدودیت کمی منابع بیش از دوره‌های عدم دسترسی مطرح بوده است (حسن‌پور ۱۳۸۸)، زیرا گرسنگی به‌مدت طولانی منجر به مرگ شکارگر می‌شود و تأثیر

اثر دوره‌های عدم دسترسی به میزبان روی زمان نسل معنی‌دار بود ($P < 0.001$ ، $F = 489.94$ و $df = 4:70$). بیش‌ترین زمان نسل ۲۵/۶۶ روز بود که در تیمار پنجم حادث شد. کم‌ترین مقدار این پارامتر نیز ۱۸/۷۹ روز در شاهد بود (جدول ۱). نتایج آزمون توکی در هر دو سطح ۰/۰۱ و ۰/۰۵ بیانگر این امر بود که هر یک از تیمارها به‌تنهایی در یک گروه مجزا قرار گرفتند. اثر تیمارهای آزمایش بر سایر پارامترها نیز در جدول ۱ ملاحظه می‌شود.

بحث

در این بررسی، اثر دوره‌های متفاوت عدم دسترسی به میزبان بر پارامترهای جدول زندگی - باروری زنبور انگل‌واره تخم سن‌گندم *T. grandis* و توانایی جبران زادآوری از دست رفته در دوران

افزایش تأخیر در دسترسی به تخم میزبان کاهش یافت. فلوئری و بولترئو (۱۹۹۳) نیز در مورد همین گونه، اظهار نمودند که اگر حشرات ماده به مدت یک تا چهار روز به تخم بید آرد *Anagasta kuehniella* Zeller دسترسی نیابند و در پایان دوره محرومیت، تعداد نامحدودی تخم میزبان در اختیارشان قرار بگیرد، کاهش محسوسی در میزبان پارازیتیسیم آن‌ها ایجاد می‌شود. این مشاهدات با یافته‌های این تحقیق هم‌خوانی دارد و نشان می‌دهد که محرومیت از میزبان در این پارازیتوئیدهای تخم اثر مشابهی دارد. گارسیا و همکاران (۲۰۰۱) در مورد زنبور *Trichogramma cordubensis* Vargas اظهار می‌دارند که با افزایش مدت عدم دسترسی به تخم میزبان، طول دوره تخم‌گذاری کاهش خواهد یافت که خود منجر به کاهش پارازیتیسیم می‌شود. این امر در مورد *T. grandis* نیز صادق است و پایان دوره تخم‌ریزی آن تغییری نمی‌کند، لذا دوره تخم‌ریزی کاهش می‌یابد. لگالت و همکاران (۲۰۱۳) اثر دوره‌های عدم دسترسی به تخم میزبان *Lambdina fiscellaria* Guenee را بر فعالیت پارازیتیسیم زنبور *Telenomus coloradensis* منفی گزارش کردند. این یافته‌ها موافق با نتایج این تحقیق است. هم‌چنین در مطالعات برخی از محققان اثر دوره‌های عدم دسترسی به میزبان بر نسبت جنسی انگل-واره‌ها مطالعه شده است (لی و همکاران ۱۹۹۳). درصد نتاج ماده در گونه *Trichogramma minutum* Riley پس از محرومیت از تخم میزبان، گرایش به سمت ماده‌زایی پیدا کرد، به این ترتیب که انگل‌واره‌های جوان نسبت به انگل‌واره‌های مسن که با تأخیر به تخم میزبان دست یافتند، نتاج ماده بیش‌تری تولید نمودند (هوهمان و همکاران ۲۰۰۱). این در واقع نوعی جبران برای زنبور محسوب می‌شود، ولی مطالعات مشابه انجام گرفته روی *Trichogramma kayaki* Pinton به نتایجی مخالف انجامیده است، به طوری که

بر زنده‌مانی مقدم بر زادآوری است. با این حال، شکارگرها اغلب دوره‌های نبود شکار را با چرخش^۱ به سمت دیگر انواع طعمه یا غذاهای جایگزین مانند گرده گل‌ها سپری می‌کنند (ون‌دریش و بیلوز ۱۹۹۶). تغذیه از گرده در بین شکارگرهایی مثل کفشدوزک‌ها (ماجروس ۱۹۹۴) و بالتوری‌ها (کانارد ۲۰۰۱) عمومیت داشته، اما در بین انگل‌واره‌ها نادر می‌باشد (جرویس ۱۹۹۸). در مورد انگل‌واره‌ها اطلاعات محدودی در مورد دوره‌های عدم دسترسی به میزبان در دسترس است. اغلب این بررسی‌ها در مورد انگل-واره‌های دیگر انجام گرفته (کریمی ملاطی و همکاران ۱۳۸۴، فلوئری و بولترئو ۱۹۹۳، لی و همکاران ۱۹۹۳، گارسیا و همکاران ۲۰۰۱، هوهمان و همکاران ۲۰۰۱، لگالت و همکاران ۲۰۱۳) و در مورد انگل‌واره‌های تخم سن گندم اطلاعات در دسترس در مورد تاثیر نبود میزبان بر پارازیتوئید موجود نمی‌باشد. بررسی گزارشات نشان می‌دهد که انگل‌واره‌های تخم سن گندم به ویژه گونه غالب آن‌ها (*T. grandis*) را که ظهور زودهنگام در آغاز فصل دارند، احتمال رویارویی با چنین دوره‌هایی احتمالاً مورد تهدید قرار می‌دهد (صفوی ۱۳۵۲، عسگری ۱۳۷۴، ایرانی‌پور ۱۳۷۵ و رجبی ۱۳۷۹). بنابراین آگاهی از نوع پاسخی که انگل آواره به کمبود فصلی منابع میزبانی می‌دهد، می‌تواند در حمایت انگل آواره در دوره‌های نبود میزبان و ارزیابی عمل‌کرد بعدی آن ما را یاری نماید. کریمی ملاطی و همکاران (۱۳۸۴)، اثر طول دوره عدم دسترسی به تخم میزبان (*Sitotroga cerealella* Olivier) را بر تولید تخم و نسبت جنسی زنبور انگل آواره *Trichogramma brassicae* Bezdenko مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج نشان داد که با افزایش مدت عدم دسترسی *T. brassicae* به تخم میزبان، میزان تولید تخم انگل‌واره به طور معنی-داری کاهش می‌یابد. هم‌چنین درصد نتاج ماده نیز با

¹Switching

است در اواخر فصل، مشکل دست‌رسی به میزبان با کیفیت مناسب (عدم رشد جنین سن، عدم وقوع پارازیت‌یسم قبلی) و افزایش نسبت انگل‌واره به میزبان و مزاحمت آن‌ها برای یکدیگر، بیش از دست‌رسی و یافتن میزبان، انگل‌واره‌ها را تهدید نماید. در هر حال، دست‌رسی منقطع به میزبان، ممکن است در فراوانی-های پایین میزبان به دلیل پراکنش لکه‌ای میزبان‌ها (ون‌دریش و بیلوز ۱۹۹۶) و زمان‌بر بودن یافتن میزبان‌های جدید مشکل ساز شود.

T. grandis در تیمار پنجم (دستیابی کامل به-دنبال یک دوره شش روزه عدم دست‌رسی)، تنها در اولین روز دستیابی با تخم‌گذاری انفجاری، بیشتر فرصت از دست رفته را جبران نمود و در روزهای بعدی تقریباً هیچ جبرانی صورت نگرفت و حتی در سنین پیری کاهش پارازیت‌یسم هم ملاحظه شد، درضمن، در هیچ تیماری تولیدمثل پس از شاهد مشاهده نشد. یعنی عمر تولیدمثلی آن‌ها ثابت بود و انرژی تولیدمثلی ذخیره شده در تیمارهای محروم، موجب انتقال تولیدمثل به سنین پیری نشد.

در تحقیق حاضر، زادآوری کل در تیمار شاهد با یافته‌های تقدسی و هم‌کاران (۱۳۷۲)، عسگری و خرازی پاکدل (۱۳۷۷) و ایرانی‌پور و همکاران (۲۰۱۰) در مورد *T. grandis* هم‌خوانی نسبی دارد، ولی کم‌تر از داده‌های امیرمعافی (۱۳۷۹) است که ۲۰۰ تخم به-ازای هر زنبور را ثبت کرده است. در مورد نرخ خالص تولیدمثل نیز که منعکس کننده بخش ماده جمعیت است، نتایج نوزادبناب (۱۳۸۷) به‌طور قابل توجهی کم‌تر از تیمار شاهد *T. grandis* می‌باشد که منبع اصلی تفاوت می‌تواند به نرزیایی بیشتر زنبورها در مطالعه ایشان مربوط باشد. از سایر دلایل زادآوری کم‌تر، شرایط آزمایش، شماره نسل زنبور و دقت آزمایش می‌باشد. برعکس، در نتایج امیرمعافی (۱۳۷۹) به جز یک جمعیت که مشابه یافته‌های این تحقیق بود، در سایر موارد R₀ بیش‌تر بود. این آماره

نسبت جنسی به‌سمت نرزیایی گرایش یافت. در این بررسی، نسبت جنسی نتاج انگل‌واره‌های محروم مورد بررسی قرار نگرفت. بر مبنای نتایج حاصل دوره‌های مختلف عدم دست‌رسی به میزبان، بر کلیه پارامترهای زیستی گونه مورد بررسی اثر منفی گذاشت و هرچه مدت عدم دست‌رسی طولانی‌تر بود و دست‌رسی به میزبان حالت منقطع‌تر داشت، میزان این تأثیر شدیدتر بود.

گفتنی است، دست‌رسی منقطع که در سه تیمار این تحقیق ملحوظ گردید، در مقایسه با تیمار دیگری که در آن دست‌رسی مستمر به‌دنبال یک دوره عدم دست‌رسی وجود داشت، اثر نامطلوب‌تری بر کارایی این زنبور داشت. در طبیعت انتظار می‌رود زنبورها بیشتر با حالت اخیر مواجه شوند زیرا اولاً ریزش سن گندم در مزارع با تأخیر نسبت به زنبورها صورت می‌گیرد (کایتازوف ۱۹۶۸، پوپوف و پائولیان ۱۹۷۱، شیمشک ۱۹۸۶، شیمشک و یاشاراکینجی ۱۹۹۰)، به-علاوه سن‌های مهاجر یک دوره پیش از تخم‌ریزی دارند که بخش عمده‌ای از آن را در مزرعه سپری می-کنند (رجبی ۱۳۷۹) هم‌چنین واکنش وابسته به تراکم زنبورها که توسط محققین مختلف گزارش شده است (امیر معافی ۱۳۷۹، ایرانی‌پور ۱۳۸۱، ایرانی‌پور و همکاران ۲۰۱۱)، موجب خواهد شد که تا زمانی‌که انبوهی تخم میزبان به‌قدر کافی بالا نرود، زنبورها به حضور آن‌ها پاسخ ندهند. به همین دلیل است که پارازیت‌یسم اول فصل همواره پایین است (ایرانی‌پور ۱۳۷۵، رجبی ۱۳۷۹، ایرانی‌پور و خرازی پاکدل ۱۳۹۱) یا در سال‌ها و مکان‌هایی که انبوهی پایین است، پارازیت‌یسم کم‌تری حادث می‌گردد (امیر معافی ۱۳۷۹، ایرانی‌پور ۱۳۸۱، حقیق‌شناس ۱۳۸۳، نوزاد بناب و ایرانی‌پور ۱۳۸۹). بنابراین بیشتر محتمل است که زنبور با حالت‌هایی برخوردار کند که در آغاز دوره تولیدمثل دست‌رسی به میزبان نداشته ولی با پیش‌رفت فصل، به تدریج منابع کافی داشته باشند. البته ممکن

این تحقیق بود. زمان یک نسل *T. grandis* در بررسی حاضر ۱/۵ برابر طولانی‌تر از بررسی نوزاد بناب (۱۳۸۷) بود. تفاوت‌های موجود به جمعیت‌های مورد بررسی، در مواردی به گونه‌ها و به‌ویژه به شرایط آزمایش مربوط می‌شود. این امر نشان می‌دهد که مقایسه پارامترهای رشد جمعیت پایدار این انگل‌واره‌ها در شرایط آزمایشی مختلف بایستی با احتیاط صورت گیرد و تنها مقایسه بین گونه‌ها و جمعیت‌ها در شرایط کاملاً مشابه یک آزمایش قابل استناد می‌باشند.

در بررسی‌های عسگری (۱۳۸۳) روی گونه خویشاوند *T. semistriatus* شبیه *T. grandis* در این تحقیق بود. نرخ ذاتی افزایش جمعیت *T. grandis* در بررسی‌های نوزاد بناب (۱۳۸۷)، در جمعیت تبریز در دمای ۲۶ درجه سانتی‌گراد مشابه این تحقیق، ولی در جمعیت بناب خیلی بیشتر و همانند جمعیت ورامین در شرایط ۲۵ درجه در بررسی‌های امیرمعافی (۱۳۷۹) بود. نتایج بررسی‌های صابر (۱۳۸۰) نیز حدواسط تحقیقات مذکور بود.

نرخ ذاتی افزایش جمعیت *T. semistriatus* در بررسی‌های عسگری (۱۳۸۳) مشابه *T. grandis* در

منابع

- امیرمعافی م، ۱۳۷۹. بررسی سیستم میزبان-پارازیتوئید بین *Trissolcus grandis* Thomson (Hym.: Scelionidae) و تخم سن گندم. رساله دکترای حشره‌شناسی کشاورزی، دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران، کرج.
- ایرانی‌پور ش، ۱۳۷۵. بررسی تغییرات فصلی جمعیت زنبورهای پارازیتوئید تخم سن گندم *Eurygaster integriceps* Put. (Heteroptera: Scutelleridae) در کرج، کمال آباد و فشنند. پایان نامه کارشناسی ارشد حشره‌شناسی کشاورزی، دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران، کرج.
- ایرانی‌پور ش، ۱۳۸۱. ساخت و تحلیل جدول‌های زندگی سن گندم *Eurygaster integriceps* Put. (Heteroptera: Scutelleridae) در منطقه ورامین. رساله دکترای حشره‌شناسی کشاورزی، دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران.
- ایرانی‌پور ش و خرازی پاکدل ع، ۱۳۹۱. رابطه بین پارازیتیسیم تله‌های تخم با پارازیتیسیم جمعیت‌های طبیعی تخم سن گندم. مجله دانش کشاورزی و تولید پایدار، جلد بیست و دوم، شماره ۴، صفحه‌های ۴۵ تا ۵۵.
- تقدسی م و، خرازی پاکدل ع و اسماعیلی م، ۱۳۷۲. مقایسه آزمایشگاهی قدرت زادآوری جمعیت‌های مختلف زنبور *Eurygaster integriceps* Thomson (Hym.: Scelionidae) انگل‌واره تخم سن گندم Puton. صفحه ۷ خلاصه مقالات یازدهمین کنگره گیاهپزشکی ایران، دانشگاه گیلان، رشت.
- حسن‌پور م، ۱۳۸۸. مطالعه برخی ویژگی‌های زیستی و شکارگری بالتوری سبز *Chrysoperla carnea* (Stephens) سن *Orius albidipennis* (Reuter) روی کرم غوزه پنبه *Helicoverpa armigera* Hubner و کنه دولکه‌ای *Tetranychus urticae* Koch. رساله دکترای حشره‌شناسی کشاورزی، دانشگاه تبریز.

حقوق‌شناس ع، ۱۳۸۳. حفظ و حمایت از زنبورهای پارازیتوئید سن گندم (*Eurygaster integriceps* Put.) در استان چهارمحال و بختیاری. جلد ۱- صفحه ۵ خلاصه مقالات شانزدهمین کنگره گیاهپزشکی ایران، دانشگاه تبریز، تبریز.

رجبی غ، ۱۳۷۹. اکولوژی سن‌های زیان آورگندم و جو در ایران. انتشارات سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران.

صابر م، ۱۳۸۰. اثرات زیرکشنده‌گی حشره‌کش‌های فنیتروتیون و دلتامترین روی پارامترهای جدول زیستی پارازیتوئید (*Trissolcus grandis* Thom. (Hym.: Scelionidae) و *Trissolcus semistriatus* Nees. رساله دکتری حشره‌شناسی کشاورزی، دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس، تهران.

صفوی م، ۱۳۵۲. بررسی بیواکولوژی زنبورهای پارازیتوئید تخم سن در ایران، نشریه انستیتوی بررسی آفات و بیماریهای گیاهی، تهران.

عسگری ش، ۱۳۷۴. بررسی امکان تکثیر انبوه زنبورهای پارازیتوئید تخم سن (Hym.: *Trissolcus* spp. Scelionidae) روی میزبان آزمایشگاهی (*Graphosoma lineatum* (Het.: Pentatomidae). پایان‌نامه کارشناسی ارشد حشره‌شناسی کشاورزی، دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران، کرج.

عسگری ش، ۱۳۸۳. مقایسه پارامترهای جمعیتی زنبور پارازیتوئید *Trissolcus semistriatus* روی تخم‌های سن گرافوزوما و سن گندم جهت تعیین تناسب میزبانی آنها. جلد ۱- صفحه ۳۸ خلاصه مقالات شانزدهمین کنگره گیاهپزشکی ایران، دانشگاه تبریز، تبریز.

عسگری ش، و خرازی پاکدل ع، ۱۳۷۷. ارزیابی پارامترهای بیولوژیک زنبور پارازیتوئید تخم سن گندم *Trissolcus grandis* (Thom.) (Hym.: Scelionidae) طی نسل‌های متوالی آزمایشگاهی. جلد ۱- صفحه ۲۸ خلاصه مقالات سیزدهمین کنگره گیاه پزشکی ایران، آموزشکده کشاورزی کرج. کرج.

کریمی ملاطی آ، حاتمی ب، سیدالاسلامی ح و صالحی ل، ۱۳۸۴. تأثیر مدت زمان عدم دست‌رسی به تخم میزبان بر تولید تخم و نسبت جنسی پارازیتوئید (*Trichogramma brassicae* Bezdenko (Hym.: Trichogrammatidae) علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی جلد نهم، شماره ۴، صفحه‌های ۲۵۳ تا ۲۵۸.

نوزاد بناب ز، ۱۳۸۷. اثر دما روی نشوونما، زادآوری و طول عمر انگل‌واره تخم سن گندم *Trissolcus grandis* Thomson (Hym.: Scelionidae). پایان‌نامه کارشناسی ارشد حشره‌شناسی کشاورزی، دانشگاه تبریز.

نوزاد بناب ز و ایرانی‌پور ش، ۱۳۸۹. تغییرات فصلی فون زنبورهای انگل‌واره تخم سن گندم در مزارع گندم شهر جدید بناب استان آذربایجان شرقی. مجله دانش کشاورزی و تولید پایدار، جلد ۲/۲۰، شماره ۳، صفحه‌های ۷۳ تا ۸۳.

Akçakaya HR, Burgman MA and Ginzburg LR, 1999. Applied Population Ecology, Principles and Computer Exercises Using RAMAS Ecolab. Sinauer Associates Inc.

Andrewartha HG and Birch LC, 1954. The Distribution and Abundance of Animals. The University of Chicago Press, Ltd. London.

- Birch LC, 1948. The intrinsic rate of natural increase of an insect population. *Journal of Animal Ecology* 17: 15-26.
- Carey JR, 1993. *Applied Demography for Biologists*. Oxford University Press, New York.
- Carey JR, 2001. Insect biodemography. *Annual Review of Entomology* 46: 79-110.
- Carnard M, 2001. Natural food and feeding habits of lacewings. Pp.116-129 In: Mc Ewen P, New TR and Whittington AE (eds.) *Lacewings in the Crop Environment*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Corbett A, Leigh TF and Wilson LT, 1991. Interplanting alfalfa as a source of *Metaseiulus occidentalis* (Acari: Phytoseiidae) for managing spider mites in cotton. *Biological Control* 1: 188-196.
- Dent DR and Walton MP, 1997. *Methods in Ecological & Agricultural Entomology*. CAB International, Wallingford, UK.
- Fleury F and Bouletreau M, 1993. Effects of temporary host deprivation on the reproductive potential of *Trichogramma brassicae*. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 68: 203-210.
- Garcia PV, Wajnberg EM, Oliveira LM and Tavares J, 2001. Is the parasitization capacity of *Trichogramma cordubensis* influenced by the age of the females? *Entomologia Experimentalis et Applicata* 98: 219-224.
- Gilstrap FE, 1988. Sorghum-corn-Johnson grass and Banks grass mite: a model for biological control in field crops. Pp. 141-159 In: Harris MK and Rogers GE (eds.) *The Entomology of Indigenous and Naturalized Systems in Agriculture*. Westview Press, Boulder.
- Hohmann CL, Luck RF and Stouthamer R, 2001. Host deprivation effect on reproduction and survival of *Wolbachia*-infected and uninfected *Trichogramma kaykai*. *Neotropical Entomology* 30: 601-605.
- Iranipour S, Nozad Bonab Z and Michaud JP, 2010. Thermal requirements of *Trissolcus grandis* (Hymenoptera: Scelionidae), an egg parasitoid of sunn pest. *European Journal of Entomology* 107(1): 47-53.
- Iranipour S, Kharrazi Pakdel A, Radjabi G and Michaud JP, 2011. Life tables for sunn pest, *Eurygaster integriceps* (Heteroptera: Scutelleridae) in Northern Iran. *Bulletin of Entomological Research* 101: 33-44.
- Jervis MA, 1998. Functional and evolutionary aspects of mouthpart structure in parasitoid wasps. *Biological Journal of the Linnean Society* 63: 461-493.
- Kaitazov A, 1968. The role of egg parasites in the reduction of the population of cereal bugs and possibilities of integration with chemical for control. *Zashchita Rastenii* 61: 9-12.
- Kartavtsev NI, Voronin KE, Sumarokh AF, Dzyuba ZA and Pukinskaya GA, 1975. Investigations over many years on the seasonal colonization of Telenomines in the control of the noxious pentatomid in the Krasnodar region. *Trudy Vsesoyuznogo Nauchno Issledovatel'Skogo Instituta Zashchity Rastenii* 44: 83-90.
- Legult S, Hébert CH, Berthiaume R and Brodeur J, 2013. Effects of seasonal variation in host quality and availability on parasitism by the egg parasitoid *Telenomus coloradensis*. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 148(2): 142-151.
- Li SY, Sirois G, Lee DL, Maurice C and Henderson DE, 1993. Effects of female mating status and age on fecundity, longevity and sex ratio in *Trichogramma minutum*. *Journal of Entomological Society of British Columbia* 90: 61-66.

- Maia AHN, Alfredo JBL and Campanhola C, 2000. Statistical inference on associated fertility life table parameters using jackknife technique: computational aspects. *Journal of Economic Entomology* 93(2): 511-518.
- Majerus MEN, 1994. *Ladybirds*. Harper Collins, London, UK.
- Messenger PS, 1964. Use of life tables in a bioclimatic study of an experimental aphid-braconid wasp host-parasite system. *Ecology* 45: 119-131.
- Meyer JS, Ingersoll CG, Mac Donald LL and Boyce MS. 1986. Estimating uncertainty in population growth rates: Jackknife vs. Bootstrap techniques. *Ecology* 67: 1156-1166.
- Murdoch WW, Chesson J and Chesson PL, 1985. *Biological control theory and practice*. American Naturalist 125: 344-366.
- Popov C and Paulian F. 1971. Present possibilities of using parasites in the control of cereal bugs. *Probleme Agricole* 23: 53-61.
- SAS Institute, 2002. *SAS/STAT User's Guide, Version 9.1*. SAS Institute Inc., Cary, North Carolina, USA.
- Southwood TRE and Henderson PA, 2000. *Ecological Methods*. Blackwell Science Ltd., Oxford, London, UK.
- Şimşek N, 1986. Investigations on some interactions between Sunn-pest (*Eurygaster integriceps* Put.) and its egg parasite (*Trissolcus semistriatus* Nees) in southern Anatolia. Pp. 342-354. Proceeding of the first Turkish National Congress of Biological Control, Adana Turkey.
- Şimşek N and Yaşarakinci N, 1990. The bioecology of the egg parasites (*Trissolcus* spp.) of sunn pest (*Eurygaster integriceps* Put.) in South-East Anatolia region, Turkey. Pp. 81-88, Proceeding of the second Turkish National congress of Biological Control, Ankara, Turkey.
- Van Driesche RG and Bellows JTS, 1996. *Biological Control*. Chapman and Hall Pub., New York, USA.

Effect of Host Unavailability Durations on Parasitism Behavior of *Trissolcus grandis* (Hymenoptera: Scelionidae) Egg Parasitoid of Sunn Pest

A Bazavar¹, Sh Iranipour^{*2} and R Karimzadeh²

¹Former MSc Student, Dept. of Plant Protection, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran.

²Associate, Assistant Professor, Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran.

*Corresponding author: shiranipour@tabrizu.ac.ir

Received: 09 Aug 2014

Accepted: 10 Nov 2014

Abstract

Sunn pest *Eurygaster integriceps* Puton is the most important pest of wheat and barley in Iran. Using biological control agents, within which egg parasitoids are the most promising agents, is an effective tactic of management of this pest. For optimal use of biological control agents, one needs to beware of efficacy of them in different ecological conditions. Regarding priority of the parasitoids in their emergence in wheat fields compared to their host in spring, they are in a high risk of encountering with durations of host absence early season; hence in this study we evaluated the effect of different intervals of host unavailability upon the egg parasitoids in terms of parasitism rate. The parasitic wasp, *Trissolcus grandis* (Thomson) (Hym., Scelionidae), which is dominant species in Iran wheat fields was chosen for experiments. The wasp specimens were collected from Garamalek and Kujubar villages, located in west of Tabriz. The experiments were conducted under laboratory conditions (25±1°C, 50±10% RH and 16L: 8D h photoperiod) with five treatments including a control (complete access of wasps to the hosts), access every other days, every third days, once a week and complete access following a six day prevention period in 15 replications. The results revealed that parasitism rate decreases by increasing unavailability intervals of host. Results showed that a partial compensation was occurred in all treatments except young females of *T. garndis* in the second treatment that the wasp could completely overcome host deficiency of the previous days during first few days of her lifespan.

Keywords: Asynchronization, Fecundity compensation, Fitness, Host unavailability.