آفات و بیماری‌های گیاهی
جلد ۹۱، شماره ۲، اسفند ۱۴۰۲
Applied Entomology and Phytopathology
Vol. 91, No. 2, March 2024
DOI: 10.22092/JAEP.2024.363255.1486

مقاله پژوهشی

مولتی پارازیتیسم و رقابت بین دو گونه زنبور پارازیتوییدهای تخم سن گندم *Ooencyrtus telenomicida* , *Ooencyrtus fecundus* (Hymenoptera: Encyrtidae)

احسان جلال‌کر[۱] ، شهزاد ایرانی‌پور[۲]✉، شهریار عسگری[۳]
۱، ۲- دانشجوی کارشناسی ارشد، استاد گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران؛
۳- استادیار، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان تهران، ورامین، ایران
(تاریخ دریافت: مرداد ۱۴۰۲؛ تاریخ پذیرش: بهمن ۱۴۰۲)

چکیده

زنبورهای *Ooencyrtus telenomicida* (Vassiljev) و *Ooencyrtus fecundus* Ferriere & Voegele (Hym., Encyrtidae) پارازیتوییدهای تخم سن گندم، نیازهای اکولژیک مشابه دارند، لذا طرد رقابتی و حذف هر یک از آن‌ها محتمل است، با این حال، در اغلب زیستگاه‌های طبیعی، هم‌زیستی دارند. در این بررسی رقابت مستقیم لاروی در قالب دو آزمایش مولتی‌پارازیتیسم با رهاسازی هم‌زمان تراکم‌های مختلف میزبان و زنبور و رهاسازی یک فرد از هر گونه با فواصل زمانی مختلف بررسی شد. مولتی‌پارازیتیسم با فاصله‌ی سه ساعت تا ۱۰ روز، نشانگر برتری ۲/۳۵ برابری *O. telenomicida* نسبت به *O. fecundus* بود. مولتی‌پارازیتیسم همزمان بیانگر برتری سه برابری *O. telenomicida* در تراکم‌های پایین زنبور بود که افزایش تراکم زنبورها به ۱۰ عدد، مزیت گونه‌ی مذکور را تا ۱۵ برابر افزایش داد. بنابراین، جمعیت دوجنسی *O. telenomicida* به جمعیت ماده‌زای *O. fecundus* برتری دارد و ازدحام، این برتری را تا طرد گونه‌ی دوم پیش می‌برد، اما در مزرعه چنین تراکم‌هایی از زنبور مورد انتظار نیست. این اطلاعات قابل بسط به جمعیت‌های دوجنسی *O. fecundus* نیست.

واژه‌های **کلیدی**: پذیرش میزبان، دشمن طبیعی، رقابت لاروی، کنترل زیستی *Wolbachia*

Multiparasitism and competition between *Ooencyrtus telenomicida* and *Ooencyrtus fecundus* (Hymenoptera: Encyrtidae) two species of sunn pest *Eurygaster integriceps* egg parasitoids

E. JALAL KOR [1], S. IRANIPOUR[2]✉, S. ASGARI[3]
1, 2. M.Sc. student, Professor of Dept. Plant Protection, Faculty of Agriculture, Universityof Tabriz, tabriz, Iran;
3. Assistant Professor of Agriculture and Natural Resources Research Center of Tehran Province (ANRCT),Varamin, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran

Abstract

Ooencyrtus telenomicida Vassiliev and *Ooencyrtus fecundus* Ferrier & Voegele (Hymenoptera, Encyrtidae), egg parasitoids of *Eurygaster integriceps* Puton (Hemiptera: Scutelleridae) are sympatric and have widely overlapping niches, hence competitive displacement is expected. However, in natural habitats, they peacefully coexist. In this study, direct competition between larvae was investigated by two separate experiments. In the first experiment, multiparasitism was studied by the simultaneous release of an equal number of the two species at different densities of both parasitoid and host. In the second experiment, the sequential release of an inexperienced female of the two species with different time intervals from 3 h to 10 d was investigated. The multiparasitism experiment in 3h to 10 d intervals showed a 2.35-fold advantage of *O. telenomicida* over telytokous *O. fecundus*. The simultaneous parasitism by the two species showed a 3-fold advantage of *O. telenomicida* in lower densities, which it enhanced to 15-fold at higher parasitoid densities. Results revealed the advantage of the bisexual population of *O. telenomicida* over thelytokous *O. fecundus*, which in higher densities may also lead to the exclusion, although such densities are seldom expected in nature. Moreover, the results of the competition between the two bisexual populations is still unknown.
Keywords: Biological control, host acceptance, natural enemy, larval competition, *Wolbachia*.

✉ shiranipour@tabrizu.ac.ir
©2024, The Author(s). Published by Iranian Research Institute of Plant Protection (IRIPP). This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0)

مقدمه

پارازیتوییدهای تخم از عوامل مهم مرگ و میر سن گندم در مزارع هستند. از گونه‌های گسترده *Ooencyrtus telenomicida* (Vassiljev) و *O. fecundus* Ferriere & Voegele هستند. هر دو گونه پارازیتویید جمعی تخم سن گندم، بعضی از حشرات راسته‌ی نیم‌بالان و تخم‌های برخی پروانه‌ها و هیپرپارازیتویید اختیاری زنبورهای *Trissolcus* spp. می‌باشند (Safavi, 1968, Iranipour, 1996, Ahmadpour *et al*., 2013, Iranipour & Vaez, 2021). از آنجایی که این دو گونه همجا (Sympatric) هستند و از نظر زمانی نیز فعالیت آن‌ها هم‌زمانی و هم‌پوشانی کاملی دارد، لذا بنا به اصل طرد رقابتی (Gause, 1934) انتظار حذف یکی از آن‌ها در زیستگاه‌های طبیعی وجود دارد. با این حال، تاکنون این دو گونه هم‌زیستی مسالمت‌آمیزی با یکدیگر نشان داده‌اند و سبب طرد یکدیگر نشده‌اند. در رقابت بین پارازیتوییدهای سن گندم، به نظر می‌رسد که گونه‌ی *O. fecundus* تقریباً همیشه بر *Asolcus* spp. و *Trissolcus* spp. غالب است (Laraichi, 1978). هنگامی که دو لارو *Ooencyrtus* در یک تخم میزبان وجود دارند، رقابت عموماً منجر به حذف جوان‌ترین لارو می‌شود. حذف لاروهای اضافی می‌تواند ناشی از کمبود منابع غذایی یا هم‌نوع‌خواری باشد. از طرفی نگرانی‌هایی از نتایج رهاسازی گونه‌های خویشاوند و همولوگ یا هم‌نیاز وجود دارد (van Driesche et al., 2010).

رقابت برای منابع محدود یک تعامل زیست‌محیطی گسترده در حیوانات است. در مورد پارازیتوییدهای تخم، گونه‌ها می‌توانند برای منابع میزبان هم در مرحله‌ی بالغ و هم در مرحله‌ی لاروی رقابت کنند. رقابت بین‌گونه‌ای می‌تواند در اندازه و تشکیل ساختارهای جامعه نقش داشته باشد. صفوی در مورد اغلب زنبورهای پارازیتویید بیان کرد که تخم‌های سالم میزبان را بیشتر از تخم‌های پارازیته شده ترجیح می‌دهند، قادر به شناسایی تخم‌های پارازیته شده هستند و علامت‌هایی که روی تخم انگلی شده می‌گذارند اختصاصی گونه نمی‌باشد (Safavi, 1968). معمولاً یک فرد در تخمی که فرد دیگری از همان گونه در آن تخم‌ریزی کرده تخم‌ریزی انجام نمی‌دهد و همچنین یک فرد در یک تخم به‌ندرت بیش از یک بار تخم‌ریزی می‌کند.

درک اینکه چگونه رقابت بین‌گونه‌ای بین پارازیتوییدها بر کنترل آفات تأثیر می‌گذارد در کنترل بیولژیکی مهم است (Cusumano *et al*., 2016). تا کنون، رقابت بین‌گونه‌ای در لاروها (رقابت درون میزبانی) بیشتر مورد مطالعه قرار گرفته است، در حالی که تحقیقات در مورد رقابت حشرات بالغ (رقابت بیرون میزبانی) کمتر مورد توجه قرار گرفته است. در مطالعه‌ی کوزومانو و همکاران نقش صفات تولیدمثلی و اندازه‌ی لکه‌ی میزبانی در رقابت بیرونی بین *T. basalis* و *O. telenomicida* دو پارازیتویید تخم سن سبز پنبه *N. viridula* بررسی شده است. نتایج نشان می‌دهد که بزرگی دسته تخم، یک پیش‌بینی‌کننده‌ی مهم رقابت بیرونی است، زیرا نسبت بیشتری از *T. basalis* از دسته تخم بزرگ‌تر بیرون آمده است، در حالی که *O. telenomicida* در دسته تخم کوچک غالب بود. تجزیه و تحلیل صفات تولیدمثلی گونه‌های پارازیتویید نشان می‌دهد که *T. basalis* در بهره‌برداری از میزبان در مقایسه با *O. telenomicida* برتری دارد (Cusumano *et al*., 2022).

نتایج بررسی کوزومانو و همکاران نشان می‌دهد که *O. telenomicida* در رقابت ذاتی بین‌گونه‌ای خود با *Trissolcus basalis* Wollaston (Hym.: Scelionidae) به برخی مکانیسم‌های فیزیولژیکی متکی است. در واقع، خروج *T. basalis* در تخم‌های میزبانی که قبل یا بعد از سوراخ شدن، توسط *O. telenomicida* در فواصل زمانی ثابت (۵ تا ٤۵ ساعت) انگلی شده بودند، به شدت کاهش یافت (٤ الی ۲۰ درصد) (Cusumano *et al*., 2012). نتایج آن‌ها برای اولین‌بار در پارازیتوییدهای تخم، شواهدی ارائه می‌دهد که مهار فیزیولژیکی برخی پارازیتوییدهای رقیب توسط ماده‌ی تخمگذار انجام می‌شود.

در بررسی دیگری برهمکنش بین‌گونه‌ای بین *T. basalis* و *O. telenomicida* روی دسته تخم‌های سن سبز پنبه *Nezara*

viridula L. (Het.: Pentatomidae) در آزمایشگاه به‌طور جداگانه، هم‌زمان و متوالی مورد بررسی قرار گرفت. مرگ و میر تخم *N. viridula* در رهاسازی همزمان و متوالی در مقایسه با رهاسازی تک گونه بالاتر بود. در رهاسازی همزمان، ماده‌های *T. basalis* رفتار تهاجمی در برابر ماده‌های *O. telenomicida* نشان دادند. نتیجه‌ی مولتی‌پارازیتیسم نشان داد که رقابت بین‌گونه‌ای لاروها بدون توجه به توالی آن و اینکه آیا پارازیتوییدها به‌طور همزمان در لکه‌ی میزبانی رها شده‌اند یا نه، با غلبه‌ی *O. telenomicida* همراه بود. در نهایت *O. telenomicida* می‌تواند با موفقیت در میزبان‌هایی که قبلاً توسط *T. basalis* تا هفت روز قبل پارازیته شده‌اند، رشد کند (Cusumano *et al*., 2011).

ماده‌های *Trissolcus agriope* Kozlov & Lê از تخم‌های میزبان *Brachynema signatum* (Jakovlev) که توسط هم‌نوعان یا *Ooencyrtus pityocampae* Mercet انگلی شده بودند اجتناب نمودند، اما ماده‌های گونه‌ی *O. pityocampae* هرچند بیشتر به تخم‌های غیرانگلی حمله کردند، اما سوپرپارازیتیسم و مولتی‌پارازیتیسم نیز نشان دادند (Mohammadpour *et al*., 2014). ماده‌های *T. agriope* در مقایسه با رقیب کارآمدتر بودند و میزبان‌های بیشتری را انگلی کردند، اما در میزبان‌های مولتی‌پارازیته، *O. pityocampae* در رقابت لاروی برتر بود و به‌عنوان یک هیپرپارازیتویید اختیاری عمل کرد.

بررسی‌های مزرعه‌ای برای نشان دادن نتیجه‌ی میدانی رقابت بین گونه‌ای ضروری است. شفایی و همکاران (Shafaei *et al*., 2011) در سال‌های ۱۳۸۹ و ۱۳۹۰ با استفاده از تله‌های تخم سن گندم در سه منطقه‌ی استان آذربایجان غربی (ارومیه، نقده و مهاباد) پنج گونه‌ی *Trissolcus grandis* (Thomson)، *T. djadetshko* (Rjachovsky)، *T. rufiventris* (Mayr)، *O. telenomicida* و *O. fecundus* را جمع‌آوری نمودند. در سال ۱۳۸۹ طی هشت نوبت نمونه‌برداری در سه منطقه‌ی مذکور میزان کل پارازیتیسم به‌ترتیب ۷۰، ٦٤ و ۵۵ درصد برآورد شده است. که سهم *O. fecundus* در سه منطقه به‌ترتیب، ٤، ۲ و ۵/٤ درصد و سهم *O. telenomicida* ۱/۷، ٦/٤ و ۵ درصد بوده. در سال ۱۳۹۰ طی نه نوبت نمونه‌برداری در مناطق مذکور میزان کل پارازیتیسم به‌ترتیب، ٦۵، ٦۰ و ۵۸ درصد برآورد شده. گونه‌ی *T. grandis* در تمامی نمونه‌ها گونه‌ی غالب بوده. در ارومیه *T. grandis* با ۷۳/۰۳ درصد کل نمونه‌ها و *T. djadetshko* با ۱۵/۵ درصد بیشترین فراوانی را داشته‌اند و سه گونه‌ی دیگر کمتر از ۱۲ درصد فراوانی داشتند. در منطقه‌ی نقده سهم گونه‌ی *O. fecundus* ۷/٤ درصد و *O. telenomicida* ۱/ ۲ درصد بوده. در منطقه‌ی مهاباد سهم‌گونه‌ی *O. fecundus* ۹/۱ درصد *O. telenomicida* ۸/۱ درصد بود. به‌طوری که ملاحظه می‌شود، سهم هر دو گونه از مجموع پارازیتیسم تخم‌های سن گندم اندک و کمتر از ۱۷ درصد بوده است. مضافاً برتری قاطعی بین دو گونه وجود نداشته. در بعضی مناطق و سال‌ها برتری از آن یک گونه و در منطقه‌ای دیگر از آن گونه‌ی دیگر است، با این وجود، یک برتری جزئی به سمت گونه‌ی *O. fecundus* مشاهده شده است.. در یک بررسی دیگر که در مزارع گندم شهر بناب جدید (استان آذربایجان شرقی) انجام شده، پنج گونه زنبور پارازیتویید جمع‌آوری و شناسایی شده که سه گونه‌ی آن‌ها از خانواده‌ی Scelionidae و دو گونه از خانواده‌ی Encyrtidae بوده‌اند. درصد پارازیتیسم کل در تاریخ‌های مختلف بین ۲/٦ و ۲۲/۵۹ و به‌طور متوسط ۱۲/۲۳ درصد بوده. از این مقدار، *T. grandis*، *O. fecundus* و *O. telenomicida* به‌ترتیب با ۳۳/۳۳، ۳۰/٦۱ و ۲۵/۰۳ درصد کل نمونه‌ها گونه‌های متداول‌تر بوده‌اند. به‌طوری که ملاحظه می‌شود، در این بررسی نیز یک برتری جزئی درگونه‌ی *O. fecundus* نسبت‌به *O. telenomicida* وجود دارد. گونه‌ی *T. grandis* در اوایل فصل فعالیت بیشتری داشت و از بقیه‌ی گونه‌ها زودتر فعال شد، با این حال در ادامه‌ی فصل دو گونه‌ی *O. telenomicida* و *O. fecundus* برتری یافته‌اند. فعالیت این دو گونه از اواخر خرداد تا زمان برداشت محصول یعنی اواخر تیر ملاحظه شده که به‌ویژه بعد از نیمه‌ی دوم تیر افزایش قابل ملاحظه‌ای پیدا کرد (Nozadbonab & Iranipour, 2010).

در این بررسی نتایج رقابت مستقیم لاروی در شرایط مولتی پارازیتیسم و میزان بهره‌برداری از میزبان‌هایی که قبلاً توسط گونه‌ی دیگر بهره‌برداری شده در برهمکنش بین دو گونه پارازیتویید تخم سن گندم *O. telenomicida* و *O. fecundus* مورد بررسی قر ار گرفت.

روش بررسی

جمع‌آوری و نگه‌داری میزبان (سن گندم)

سن گندم از مزارع گندم و جو اطراف تبریز، ورامین، هشترود و شبستر که جمعیت زیاد این آفت در آن‌ها مشاهده شد، جمع‌آوری گردید. سن‌های جمع‌آوری شده به گلخانه‌ی گروه گیاهپزشکی دانشکده‌ی کشاورزی دانشگاه تبریز منتقل شدند تا تخم‌های آن‌ها استحصال شوند. سن‌ها در ظروف پلاستیکی مکعب مستطیل به ابعاد ۱۰×۱۵×۳۰ سانتی‌متر پرورش یافتند که در کف و دیواره‌ی آن کاغذ A_4 به شکل بادبزنی پوشیده شده بود تا سن‌ها روی این کاغذها تخم‌ریزی کنند. درون ظروف از دانه‌ی گندم خشک برای تغذیه‌ی سن‌ها و پنبه‌ی مرطوب استفاده شد و برای تهویه روی درب ظروف سوراخی تعبیه شد که توسط توری۱۰ مش پوشیده شده بود. دمای گلخانه ۲±۲۷ درجه‌ی سلسیوس، رطوبت نسبی ۵±۶۰ درصد و دوره‌ی نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی به‌کار گرفته شد. تراکم سن در هر ظرف ۳۰ عدد بود و تخم‌های میزبان روزانه جمع‌آوری شدند (Iranipour *et al*., 2003).

جمع‌آوری و نگه‌داری پارازیتوییدها

پارازیتوییدها در اواسط تیرماه سال ۱۳۹۹ با استفاده از تله‌های تخم سن گندم از مزارع گندم و جوی اطراف شهرستان تبریز جمع‌آوری شدند. این تله‌ها با استفاده از مقواهای زرد و سبز به ابعاد ۸×۱۲ سانتی‌متر و با استفاده از چسب بی‌بو تهیه شدند تا از جلب زنبور ممانعت نکند. هر تله شامل سه دسته تخم بود. تله‌گذاری ۱۰ نوبت به فاصله‌ی یک هفته انجام شد و تله‌ها بعد از یک هفته جمع‌آوری و به آزمایشگاه منتقل شدند و تخم‌های پارازیته در لوله‌ی آزمایش گذاشته شدند تا زنبورها خارج شوند و پس از خروج اقدام به شناسایی و جداسازی گونه‌های مورد نظر شد. تغذیه‌ی زنبورها با استفاده از قطرات ریز عسل روی یک تکه مقوا تأمین شد.

آزمایش مولتی‌پارازیتیسم

برای این آزمایش از زنبورهای ماده‌ی بارور ۴۸–۷۲ ساعته‌ی بیرون آمده از تخم سن گندم، بدون تجربه‌ی تخم‌ریزی استفاده شد. در هر لوله‌ی آزمایش تراکمی از دو گونه زنبور با تعداد معینی دسته تخم سن گندم به‌مدت ۴۸ ساعت نگه‌داری شدند و بعد از انقضای مدت مذکور، زنبورها حذف و تخم‌ها نگه‌داری شدند تا ترکیب زنبورهای خارج شده مشخص شود. تیمارها به‌ترتیب زیر طراحی شد تا نسبت‌های مختلف میزبان به پارازیتویید ایجاد شود: تیمار اول: یک دسته تخم میزبان + یک زنبور ماده *O. telenomicida*+ یک زنبور ماده *O. fecundus*، تیمار دوم: ۲ دسته تخم میزبان + دو زنبور ماده *O. telenomicida*+ دو زنبور ماده *O. fecundus*، تیمار سوم: پنج دسته تخم میزبان + پنج زنبور ماده *O. telenomicida*+ پنج زنبور ماده *O. fecundus*، تیمار چهارم: یک دسته تخم میزبان + دو زنبور ماده *O. telenomicida*+ دو زنبور ماده *O. fecundus*، تیمار پنجم: پنج دسته تخم میزبان + ده زنبور ماده *O. telenomicida*+ ده زنبور ماده *O. fecundus*، تیمار ششم: دو دسته تخم میزبان + یک زنبورماده *O. telenomicida*+ یک زنبور ماده *O. fecundus*. هر کدام از تیمارها هفت تکرار داشتند، بنابراین در مجموع از ۱۱۲ دسته تخم ۱۴ تایی و ۱۴۷ زنبور ماده از هر گونه استفاده شد. بعد از خروج آخرین افراد، تعداد خارج شده از هر یک از دو گونه‌ی زنبور و جنسیت آن‌ها تعیین شد. تفاوت در نسبت میزبان به زنبور شدت رقابت را تعیین می‌کند و تفاوت در تعداد با رعایت نسبت مساوی، اثر متقابل زنبورها را روی یکدیگر نشان می‌دهد.

توالی حمله‌ی دو پارازیتویید با فواصل زمانی مختلف

از زنبورهای ماده ۴۸–۷۲ ساعته، بارور شده توسط نر و بدون تجربه‌ی تخم‌گذاری قبلی استفاده شد. زنبورها به‌صورت یک جفت نر و ماده داخل لوله‌ی آزمایش قرار گرفتند و

تخم‌های میزبان در اختیار آن‌ها قرار داده شد. تیمارها به‌صورت زیر طراحی شدند: تیمار اول: پارازیتیسم یک دسته تخم توسط *O. fecundus* به‌مدت سه ساعت، سپس تخم‌های پارازیته شده بلافاصله به لوله‌ی دیگری با یک ماده‌ی *O. telenomicida* منتقل و سه ساعت هم با آن محبوس ماندند.، تیمار دوم: همان آزمایش اول با ترتیب معکوس انجام شد، یعنی اول *O. telenomicida* بعد *O. fecundus*، تیمار سوم و چهارم: مانند تیمار اول اجرا شد ولی بین ارائه میزبان پارازیته به گونهٔ دوم یک شبانه‌روز کامل فاصله داده شد.، تیمار پنجم و ششم: مثل تیمارهای قبل ولی با فاصله‌ی دو شبانه‌روز، تیمار هفتم و هشتم: فاصله‌ی بین پارازیتیسم چهار روز، تیمار نهم و دهم: فاصله بین پارازیتیسم هفت روز، تیمار یازدهم و دوازدهم: فاصله بین پارازیتیسم ۱۰ روز. هر کدام از تیمارها دارای هفت تکرار بودند، بنابراین از ۸۴ دسته تخم ۱۴ تایی و همچنین ۸۴ زنبور ماده از هر گونه استفاده شد. بدین‌ترتیب تأثیر سن میزبان قبلی در پذیرش و موفقیت پارازیتویید دوم در بهره‌برداری از میزبان پارازیته زمانی که هیچ انتخاب دیگری ندارد مشخص شد. همچنین ترتیب حمله و اثر آن بر میزان غلبه‌ی یک گونه به دیگری معلوم گردید.

نتایج آزمایش مولتی‌پارازیتیسم و پذیرش میزبان پارازیته با آزمون کای‌اسکوئر پیرسون تجزیه شد. در این آزمایش‌ها ابتدا جمع زنبورهای خارج شده برای هر تیمار محاسبه و درصد کل پارازیتیسم هر گونه مشخص شد، سپس با ضرب مجموع زنبورهای خارج شده‌ی هر تیمار در درصد پارازیتیسم هر گونه، مقادیر مورد انتظار آزمون کای‌اسکوئر برای هر گونه به‌دست آمد (Zar, 1984). آزمون کای‌اسکوئر با استفاده از معادله‌های ۱ و ۲ انجام شد.

$$\chi^2 = \sum \frac{(O-E)^2}{E}$$ معادله ۱

$$df = k - 1$$ معادله ۲

در معادله‌های ذکر شده O مقادیر مشاهده شده، E مقادیر مورد انتظار، k تعداد کاتگوری‌های مورد مقایسه و df درجه‌ی آزادی می‌باشد.

نتایج

نتیجه‌ی رقابت در توالی حمله‌ی دو پارازیتویید با فواصل زمانی مختلف

داده‌های به‌دست آمده از این آزمایش یک مزیت ۲/۳۵ برابری گونه‌ی *O. telenomicida* را نسبت به *O. fecundus* بر اساس مجموع تمام تیمارها نشان داد، یعنی صرف نظر از توالی و تقدم حمله، در ۷۰/۱ درصد موارد گونه‌ی اول و ۲۹/۹ درصد موارد گونه‌ی دوم از تخم‌های پارازیته خارج شدند. میزان غلبه‌ی دو گونه در زمان‌های مختلف از حمله‌ی گونه‌ی قبلی تحت تأثیر قرار گرفت، به طوری که هرچه فاصله‌ی حمله بیشتر شد، شانس غلبه‌ی حمله کننده‌ی اول افزایش نشان داد (P=۰/۰۰۱، df=۹، F=۲۱/۷۳). با این حال، ۲ تا ۷ روز بعد از حمله‌ی اول، شانس غلبه‌ی حمله کننده دوم افزایش نسبی نشان داد. در تیمارهای سه ساعت، یک روز و ۱۰ روز، غلبه با حمله کننده‌ی اول بود که در ۱۰ روز این غلبه مطلق بود، یعنی هیچ شانسی برای حمله کننده‌ی دوم باقی نماند (جدول۱ و شکل ۱). به نظر می‌رسد گونه‌ی *O. telenomicida* پذیرش بیشتری نسبت به تخم‌های پارازیته شده دارد و تقریباً همیشه غالب بوده است، مخصوصاً زمانی که حمله کننده‌ی دوم است موفقیت بیشتری نسبت به گونه‌ی مقابل دارد و گونه‌ی *O. fecundus* فقط زمانی که ۷ تا ۱۰ روز قبل تخم‌ها را پارازیته کرده باشد، می‌تواند درصد خروج بالاتری نسبت به گونه‌ی رقیب به دست آورد.

نسبت جنسی نتاج *O. telenomicida* در این آزمایش ۶۶/۲۸ درصد ماده بود و نسبت تخم پارازیته شده ۳۶/۳ درصد و نسبت زنبور خارج شده از هر تخم ۱/۷۵ زنبور (از مجموع هر دو گونه) برآورد شد که سهم دو گونه‌ی *O. telenomicida* و *O. fecundus* به‌ترتیب، ۱/۲۲ و ۰/۵۳ زنبور می‌باشد.

نتایج مولتی‌پارازیتیسم

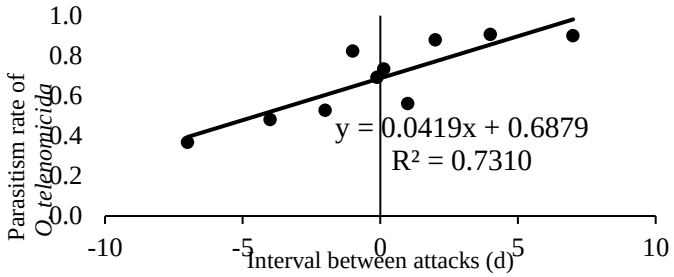
در آزمایش مولتی‌پارازیتیسم، تخم‌های میزبان هم‌زمان به نسبت مساوی از دو گونه زنبور، اما با تعداد و نسبت متفاوتی از میزبان ارائه شد. براساس مجموع تیمارها، ۸۱/۴۵ درصد از کل تخم‌های پارازیته‌ی سن گندم سهم *O. telenomicida* و

۱۸/۵۵ درصد سهم *O. fecundus* بود که مبین یک نسبت ٤/۳۸ برابری می‌باشد. اختلاف بین تیمارها از نظر سهم دو گونه معنی‌دار بود (χ^2=۱٦۲/۲۸، df=۱۱، P<۰/۰۰۰۱). بررسی داده‌ها نشان داد که بیشتر این اختلاف مربوط به تراکم ۱۰ زنبور با ۱۰ دسته تخم بود که به تنهایی اختلاف ۱۵ برابری بین دو گونه نشان داد (جدول ۲). با حذف تیمار مذکور، نسبت پارازیتیسم دو گونه به ۷٤/٦۵ به ۲۵/۳۵ درصد به نفع *O. telenomicida* تغییر کرد که مبین یک نسبت ۲/۹٤ برابری می‌باشد. ضمناً این بار تفاوت بین پنج تیمار باقی مانده غیرمعنی‌دار بود (χ^2=٤/۸۹، df=۹، P=۰/۸٤).

جدول ۱- سهم هر یک از گونه‌های *Ooencyrtus fecundus* و *Ooencyrtus telenomicida* از نتاج خارج شده از میزبان در پارازیتیسم متوالی با فواصل زمانی مختلف

Table 1. Contribution of either species of *Ooencyrtus telenomicida* or *Ooencyrtus fecundus* from the offspring emerged from the host eggs when parasitism occurred in different intervals

No.	Treatment	*Ooencyrtus fecundus* (%)	*Ooencyrtus telenomicida* (%)
1	*O. fecundus* 3h before *O. telenomicida*	26.5	73.5
2	*O. telenomicida* 3h before *O. fecundus*	30.5	69.5
3	*O. fecundus* 1d before *O. telenomicida*	44	56
4	*O. telenomicida* 1d before *O. fecundus*	17.5	82.5
5	*O. fecundus* 2d before *O. telenomicida*	12	88
6	*O. telenomicida* 2d before *O. fecundus*	47	53
7	*O. fecundus* 4d before *O. telenomicida*	9	91
8	*O. telenomicida* 4d before *O. fecundus*	52	48
9	*O. fecundus* 7d before *O. telenomicida*	10	90
10	*O. telenomicida* 7d before *O. fecundus*	63	37
11	*O. fecundus* 10d before *O. telenomicida*	100	0
12	*O. telenomicida* 10d before *O. fecundus*	0	100



شکل ۱- میزان غلبه‌ی *Ooencyrtus telenomicida* در توالی حمله‌ی دو زنبور پارازیتویید *Ooencyrtus telenomicida* و *Ooencyrtus fecundus* ، بسته به فاصله‌ی زمانی از حمله‌ی اول، مقادیر منفی در محور زمان، تقدم *Ooencyrtus fecundus* و مقادیر مثبت تقدم *Ooencyrtus telenomicida* را نشان می‌دهد.

Fig. 1. The rate of overcoming of *Ooencyrtus telenomicida* in sequential attacks by *O. telenomicida* and *Ooencyrtus fecundus* depending on the interval between attacks. Negative values in the horizontal axis show the priority of *Ooencyrtus fecundus* and positive values display the priority of *Ooencyrtus telenomicida*

جدول ۲- نسبت بهره‌برداری *Ooencyrtus telenomicida* به *Ooencyrtus fecundus* در ارائه‌ی هم‌زمان تخم سن گندم به تعداد مساوی از ماده‌های دو گونه

Table 2. Exploitation rate of *Ooencyrtus telenomicida* proportional to *Ooencyrtus fecundus* when host (*Eurygaaster integriceps* eggs) were offered simultaneously to equal number of the two species

Number of egg Clutch	No. Wasp per species	No. host eggs in 7 replicates	No. *Ooencyrtus fecundus* emerged	No. *Ooencyrtus telenomicida* emerged	*Telenomicida* per *fecundus* rate
1	1	98	46	115	2.50
2	2	196	79	267	3.38
5	5	490	206	625	3.03
1	2	98	51	114	2.24
5	10	490	63	943	14.97
2	1	196	80	240	3.0

نسبت زنبور خارج شده به تخم پارازیته بر اساس متوسط تمام تیمارها ۱/٦۹ به‌دست آمد که سهم *O. telenomicida* ۱/۲٦ و *O. fecundus* ۰/٤۳ بود. معدل سرانه‌ی پارازیتیسم تخم‌های میزبان در تیمارهایی که نسبت ۱ به ۱ زنبور به دسته تخم را دارند ۲۳/۸۲ درصد، در نسبت دو به یک ۱٤/۰٦ درصد و در نسبت ۰/۵ به یک ٤۵/۷۱ درصد به ازای هر زنبور ماده بود.

نسبت جنسی نتاج ماده‌ی *O. telenomicida* در این آزمایش ٦۸/۵۳ درصد ماده و تفاوت نسبت جنسی بین تیمارها معنی‌دار بود (P=۰/۰۰۲، df=۱۱، ۲۹/۲٤=χ^2). بررسی داده‌ها نشان داد که دلیل اختلاف بین تیمارها وجود چند ماده‌ی نرزا و یک ماده‌ی بدون تخم‌ریزی در تیمار چهارم بود که نسبت جنسی این تیمار را به ۰/۵ تغییر داده بود که با توجه به اطمینان آماری پایین، این تیمار کنار گذاشته شد و نسبت جنسی مجدداً محاسبه شد که این بار نسبت جنسی کل ٦۹/٤۹ درصد به‌دست آمد که تفاوت بین تیمارهای باقی مانده غیرمعنی‌دار بود (P=۰/۳۲۵، df=۹، ۱۰/۳۱=χ^2).

تعداد تخم پارازیته به ازای یک زنبور تفاوت معنی‌دار در سطح ۹۵ درصد بین تیمارها نشان داد (P=۰/۰۲۵، df=۱۱، ۲۱/۸۳=χ^2)، ولی این اختلاف تحت تأثیر تیمار پنجم بود که در آن تعداد *O. telenomicida* زیاد و تعداد *O. fecundus* کم می‌باشد و با حذف این تیمار آزمون غیرمعنی‌دار شد (P=۰/۹۷۲، df=۹، ۲/۷٦=χ^2).

آزمون کای‌اسکوئر بین سه تیمار اول که نسبت پارازیتویید به میزبان مساوی دارند، از نظر سرانه‌ی پارازیتیسم اختلاف غیرمعنی‌دار را نشان می‌دهد (P=۰/۷٦۲، df=۵، ۲/۵۸=χ^2)، ولی برای کل تیمارها اختلاف در سطح ۹۵ درصد معنی‌دار می‌باشد (P<۰/۰۰۰۱، df=۱۱، ۲۲۳/۵۳=χ^2) که نشان دهنده‌ی تفاوت بین تیمارهای با نسبت بیشتر و کمتر پارازیتویید به میزبان می‌باشد.

بحث

دو گونه زنبور پارازیتویید مورد مطالعه در این بررسی از پارازیتوییدهای دایمی سن گندم هستند که همه جا در کنار هم حضور دارند (Shafaei *et al*., 2011, Nozadbonab & Iranipour, 2010). درنتیجه ناگزیر درگیر رقابت با یکدیگر و سایر گونه‌های پارازیتویید تخم سن گندم از خانواده‌ی Scelionidae می‌شوند. اثر رقابت و هم‌زیستی آن‌ها می‌تواند در کارایی آن‌ها در کنترل این آفت تأثیرگذار باشد.

نکته‌ای که در ارزیابی موفقیت نسبی این دو گونه حائز توجه می‌باشد این است که شانس پیروزی هر یک از دو گونه در شرایطی که نسبت به رقیب تاخیر داشته و ناگزیر به میزبان‌هایی روی می‌آورد که قبلاً توسط رقیب بهره‌برداری شده‌اند تعیین شود. داده‌های آزمایش پذیرش میزبان پارازیته، پارازیتیسم *O. telenomicida* را بیش از رقیب نشان می‌دهد، بطوری که نسبت ۲/۳۵ برابری ایجاد می‌کند و دلیل دیگری بر غلبه‌ی این گونه می‌باشد، ولی با توجه به وجود پارازیتیسم گونه‌ی *O. fecundus* در تمام تیمارها (به جز اختلاف ۱۰ روز در زمان حمله)، نمی‌توان گفت که این گونه کاملاً حذف می‌شود، بلکه این دو گونه کنار هم می‌توانند به پارازیتیسم بپردازند. هر چه تأخیر بیشتری در زمان پارازیتیسم حادث شود میزان موفقیت گونه‌ی دوم کمتر می‌شود، با این حال در تمام حالت‌ها *O. telenomicida* غلبه دارد و تنها در روزهای ۲ تا ۷ غلبه‌ی رقیب افزایش نشان داد و بعد از روز دهم رقیب هیچ شانسی برای غلبه بر میزبان نخواهد داشت. دلیل این غلبه می‌تواند قدرت بالای رقابت لاروی در گونه‌ی *O. telenomicida* باشد که درون تخم میزبان بر رقیب غالب می‌شود، چنانکه در بررسی Cusumano *et al*. (2012) نیز که به رقابت میان *T. basalis* و *O. telenomicida* پرداختند مشخص شد که ظهور*T. basalis* در تخم‌های میزبان که قبل یا بعد از پارازیته شدن توسط *O. telenomicida* در فواصل زمانی ثابت (۵، ۱۵، ۳۰ یا ٤۵ ساعت) پارازیته شده بودند، به شدت کاهش یافت. درصد پایین ظهور *T. basalis* (از ٤ تا ۲۰ درصد) نتیجه‌ی تأخیر و کاهش سرعت رشد لارو بود. با توجه به اینکه در بررسی‌های متعدد دیگری هم همواره غلبه‌ی لاروی جنس *Ooencyrtus* بر لاروهای جنس *Trissolcus*

محقق شده است می‌توان به این نتیجه پی برد که *Ooencyrtus* ها در رقابت لاروی غلبه دارند ولی حشرات کامل قدرت رقابت و تهاجم ندارند و عقب‌نشینی می‌کنند تا از غلبه‌ی لاروی خود سود ببرند. تخم‌های میزبان سوراخ‌شده یا تخم‌گذاری شده توسط *O. telenomicida* تغییراتی را در اووپلاسم از جمله برخی نواحی ملانیزه در نزدیکی سوراخ ایجاد شده نشان دادند. در این بررسی اعلام کردند که ماده‌ی *O. telenomicida* هم بر تعامل فیزیولژیکی بین‌گونه‌ای پارازیتویید-پارازیتویید و هم بر تعامل میزبان-پارازیتویید تأثیر می‌گذارد. در بررسی‌هایی که در طبیعت انجام شده، غلبه‌ی محسوسی بین دو گونه‌ی مورد بررسی دیده نمی‌شود و تقریباً سهمی مشابه از تخم‌های پارازیته‌ی میزبان اشغال می‌کنند. به عنوان مثال، بررسی‌های Nozadbonab & Iranipour (2010) و Shafaei *et al*. (2011) به‌ترتیب در دو استان آذربایجان شرقی و غربی، برعکس این بررسی، پارازیتیسم بالاتر *O. fecundus* را به صورت جزئی نشان می‌دهد که دلیل آن احتمالاً می‌تواند اختلاف شرایط آزمایشگاهی با شرایط مزرعه، تراکم‌های متفاوت زنبورها، وجود پارازیتویید‌های دیگر، جمعیت ماده زای *O. fecundus* (احتمالاً تحت تأثیر باکتری *Wolbachia*) در بررسی حاضر و همچنین اختلاف نسل زنبورهای دو بررسی باشد. در طبیعت رقابت اصلی بین این دو گونه نیست و رقبای جدی‌تر، گونه‌های جنس *Trissolcus* می‌باشند که ممکن است تحت تأثیر این رقبا گونه‌ی *O. telenomicida* موفق به بروز حداکثر کارآیی خود نشده و به عنوان رقابت کننده‌ی برتر بیش از *O. fecundus* از رقابت با گونه‌های *Trissolcus* متضرر شده باشد. مضافاً گونه‌های *Ooencyrtus* چندان تخصصی عمل نمی‌کنند (Safavi, 1970) و احتمال دارد در شرایط طبیعی به میزبان‌های دیگر روی آورده باشند تا رقابت خود با .*Trissolcus* spp را کاهش دهند. همچنین در بررسی-های Nozadbonab & Iranipour (2010) و Shafaei *et al*. (2011)، جمعیت دوجنسی نر-ماده‌زا از *O. fecundus* در طبیعت جمع‌آوری شد که ممکن است نسبت به جمعیت ماده‌زای بررسی حاضر رقابت کننده‌ی موثرتری در برابر *O. telenomicida* بوده باشد که داده‌های به‌دست آمده توسط Ahmadpour *et al*. (2013) برای گونه‌ی *O. fecundus* (که قبلاً هم ذکر شد) نیز چنین تحلیلی را قوت می‌بخشند. در واقع امکان دارد افراد ماده‌زای بررسی حاضر تحت تأثیر تک سلولی *Wolbachia* خصوصیات زیستی و رقابتی ضعیف تری را بیان نمایند و این موضوع نیاز به بررسی در نسل های پیاپی دارد تا اثر احتمالی آن به صورت جمع شونده و حذفی محقق گردد.

در آزمایش مولتی‌پارازیتیسم در برخورد همزمان دو گونه‌ی *O. telenomicida* و *O. fecundus* با تخم‌های میزبان، به‌ترتیب ۸۱/٤٥ درصد و ۱۸/۵۵ درصد از میزبان‌های پارازیته متعلق به دو گونه‌ی نام برده بود. این معرف یک مزیت ٤/۳ برابری در *O. telenomicida* می‌باشد که بیش از مزیت ۲/۳۵ برابری آزمایش قبلی است. این تفاوت‌ها را می‌توان با نظر Cusumano *et al*. (2016) که رقابت بین پارازیتویید‌ها را به دو جزء بیرونی و درونی تقسیم نمود توضیح داد. بدین‌معنی که این مزیت می‌تواند در اثر غلبه‌ی ماده‌های تخم‌گذار به علاوه‌ی غلبه‌ی لاروهای رقیب در داخل میزبان حاصل شده باشد که تفکیک این دو جزء با اطلاعات این آزمایش ناممکن است. به علاوه، نتایج این بررسی نشان داد در تراکم‌های بالای زنبور هرچند نسبت پارازیتویید به میزبان ثابت بماند، مزیت گونه‌ی غالب بیشتر می‌شود و افراد گونه‌ی *O. telenomicida* سبب هم افزایی و طرد گونه‌ی *O. fecundus* گردیدند. سه تفاوت در دو آزمایش این بررسی وجود دارد که می‌تواند این اختلاف را توضیح دهد. نکته‌ی اول تفاوت در کیفیت میزبان‌هاست که در آزمایش مولتی پارازیتیسم همگی تخم‌های تازه‌ی سن گندم بودند که در مقایسه با تخم‌های قبلاً پارازیته شده‌ی آزمایش قبلی از کیفیت مناسب‌تری برای بهره‌برداری کننده برخوردار بودند و پارازیتویید‌های برتر می‌توانند از این مزیت بهره‌ی بیشتری ببرند. نکته‌ی دوم هم حضور همزمان ماده‌های تخم‌گذار است که سبب تشدید برتری گونه‌ی غالب شده است. با توجه به آزمایش قبلی که

فقط رقابت لاروی وجود داشت و ماده‌ها در زمان پارازیتیسم با افراد غیرهم‌گونه ملاقات نمی‌کردند، این تفاوت تقریباً دو برابری را می‌توان به افزوده شدن رقابت ماده‌ها ربط داد، به عبارتی رقابت لاروها به تنهایی ۲–۳ برابر سبب تفاوت شده و رقابت ماده‌ها آن را به بیش از چهار برابر رسانده است که هم افزایی رقابت لاروی و مادری را نشان می‌دهد. به عبارتی ماده‌های *O. telenomicida* هم مانند خود لاروها بر رقیب خود غلبه دارند و غلبه‌ی لاروها را تشدید کرده‌اند. اگر ماده‌ها مغلوب بودند، باید میزان غلبه‌ی نهایی کاهش می‌یافت. در نهایت، نکته‌ی سوم حضور دسته‌جمعی ماده‌ها در آزمایش مولتی‌پارازیتیسم است که سبب عقب راندن بیشتر گونه‌ی مغلوب در تیمارهایی شده که ازدحام وجود دارد و این اثر هم به قدرت رقابت ماده‌ها مربوط می‌شود، هرچند رقابت لاروی نیز می‌تواند شدیدتر و سبب غلبه‌ی بیشتر شده باشد.

در این بررسی معلوم شد، پارازیتویید وقتی با میزبان‌های با کیفیت زیر بهینه مواجه می‌شود ترجیح می‌دهد بخشی از انرژی تولیدمثلی خود را برای فرصت‌های بهتر احتمالی آینده ذخیره نماید و به همین سبب بهره‌برداری کمتر از زمانی است که با میزبان‌های با کیفیت مناسب مواجه می‌شود. این نتیجه قبلاً توسط Nassiri *et al*. (2020) نیز ملاحظه گردیده است. بنابراین شرایط زیر بهینه‌ی آزمایش پذیرش میزبان پارازیته که توالی تخم‌ریزی با فواصل مختلف سبب رویارویی پارازیتوییدها با میزبان‌های پارازیته (با کیفیت پایین) شده بود، کاهش اختلاف بین دو پارازیتویید را با تأثیر بیشتر روی گونه‌ی برتر در پی داشت. علت احتمالی دوم نیز به این بر می‌گردد که در آزمایش قبلی ماده‌ها با توالی مجزا اقدام به بهره‌برداری نمودند و در نتیجه تفاوت آن‌ها تنها مربوط به رقابت لاروها در داخل تخم میزبان بود و امکان هیچگونه رویارویی بین خود ماده‌ها وجود نداشته و تنها علایم فیزیکوشیمیایی بازدارنده روی تخم میزبان و رقابت لاروها در داخل تخم میزبان می‌توانسته سبب اختلاف شود که Cusumano *et al*. (2022) نیز به این مسئله اشاره کردند، اما در آزمایش مولتی‌پارازیتیسم، ماده‌ها همزمان روی تخم‌های میزبان قادر به فعالیت بودند و لذا برتری فیزیکی ماده‌های تخم‌گذار نیز می‌تواند به رقابت لاروی و اثرات فیزیکوشیمیایی پارازیتیسم قبلی افزوده شود. افزایش میزان غلبه از متوسط سه برابر به ۱۵ برابر در تراکم ۱۰ زنبور از هر گونه می‌تواند در تأیید نظر دوم باشد. یعنی افزایش تعداد رقبا (ماده‌های تخم‌گذار) سبب طرد هر چه بیشتر گونه‌ی دوم شده و این نشان می‌دهد که تفاوت به قدرت فیزیکی ماده‌ها مربوط است، وگرنه قدرت رقابت لاروها در داخل تخم نمی‌تواند تفاوت چندانی ایجاد کند. در بررسی Conde & Rabinovich (1979) گونه‌ی *O. telenomicida* در رقابت با *Telenomus costalimai* موفق‌تر بود و این امر را ناشی از حمله‌ی فیزیکی در رقابت لاروی داخل تخم میزبان دانست. صفوی (Safavi, 1968) بیان می‌کند که *O. telenomicida* روی تمامی مراحل زیستی جنس *Trissolcus* قادر به تخم‌ریزی است و می‌تواند آن‌ها را در رقابت درون تخم میزبان از بین ببرد. در واقع ایشان معتقد است جنس *Ooencyrtus* هیپرپارازیتویید پارازیتوییدهای Scelionidae می‌باشد که در صورت پارازیتیسم بعد از آن تنها گونه‌های جنس *Ooencyrtus* شانس غلبه دارند.

نکته‌ی قابل توجه تقریباً در تمام آزمایش‌ها برجای ماندن میزبان‌های دست نخورده است. با وجود میزبان‌های کافی که در آزمایش‌ها وجود داشت اما پارازیتوییدها به آن‌ها بی‌توجهی کرده و باعث کاهش بهره‌برداری شده‌اند. مثلاً در آزمایش مولتی‌پارازیتیسم حداکثر پارازیتیسم ۴۵/۷۱ درصد از تخم‌های میزبان بود که در تیماری اتفاق افتاد که دو دسته تخم در اختیار یک ماده از هر گونه قرار گرفته بود و حداقل پارازیتیسم ۱۳/۷۵ درصد بود که در تیماری اتفاق افتاد که فقط یک دسته تخم در اختیار یک ماده از هرگونه قرار گرفته بود. مشاهده می‌شود که هرچقدر نسبت میزبان به زنبور افزایش می‌یافت پارازیتوییدها بهره بیشتری را از میزبان‌ها می‌بردند این امر می‌تواند به دلیل تأثیر رقابت باشد به این صورت که زمانی که میزبان کم است رقابت بیشتر است و زمانی که

میزبان بیشتر می‌شود تأثیر رقابت کمتر می‌شود و پارازیتیسم بالاتر می‌رود.

ماده‌زایی گونه‌ی *O. fecundus*

این گونه تقریباً از اواسط پرورش و قبل از شروع آزمایش‌ها شروع به ماده‌زایی کرد که احتمالاً تحت تأثیر باکتری‌های جنس *Wolbachia* قرار گرفته باشد. قبلاً جمعیت ماده‌زای *O. pityocampae* در بررسی‌های Safavi (1970) گزارش شده بود، اما این نخستین بار است که در بین جمعیت‌های ایرانی این گونه، پدیده‌ی ماده‌زایی ملاحظه شده است. انواع *Wolbachia* باکتری‌های گرم منفی هستند که نمی‌توان آن‌ها را به راحتی در خارج از میزبانشان کشت کرد و گستردگی زیادی دارند، به طوری که ۱۷–۷۶ درصد از همه‌ی گونه‌های بندپایان حاوی آن‌ها هستند (Werren *et al*. 1995., Werren, 1997, Jeyaprakash & Hoy, 2000). یکی از اثرات آن‌ها در بندپایان تغییر نسبت جنسی است (Stevens *et al*., 2001).

استوتهمر بیان می‌کند در جمعیت‌های انگلی شده‌ی پارازیتوییدها، تخم‌های بارور نشده، ماده‌ها را تشکیل می‌دهند (Stouthamer, 1997). چندین پارازیتویید انگلی شده از جمله *O. submetallicus*، *Pauridia peregrina* Timberlake، *Trichogramma* spp. و *O. fecundus* زمانی که تحت تأثیر این باکتری باشند تعداد کمی نر تولید می‌کنند (معمولاً کمتر از ۵ درصد).

پاور هم روی گونه‌ی *O. mirus* به این ماده‌زایی اشاره کرده و چنین عنوان می‌کند که افزایش درصد فرزندان نر در طول دوره‌ی تخم‌گذاری ماده احتمالاً به‌دلیل کاهش باکتری *Wolbachia* می‌باشد (Power, 2020). بدون *Wolbachia* که تخم‌های هاپلوئید را ماده کند، فرزندان نر تولید می‌شوند. Lindsey & Stouthamer (2017) هم روی زنبورهای تریکوگراما بررسی انجام داده و بیان کردند که این زنبورها اغلب با *Wolbachia* آلوده می‌شوند، که *Trichogramma* را به یک موجود با تولید مثل غیرجنسی تبدیل می‌کند به طوری که ماده‌ها از تخمک‌های بارور نشده رشد می‌کنند. با این حال، این پارتنوژنز ناشی از *Wolbachia* همیشه کامل نیست و مطالعات قبلی اشاره کرده‌اند که ماده‌های آلوده، گهگاه نرهایی را تولید می‌کنند. با این حال، در بررسی ما بجز نسل‌های اولیه که تولید نرها با روند کاهشی به صفر رسید دیگر هیچ نری از *O. fecundus* مشاهده نشد. همچنین بیان کرده‌اند زمانی که تخم‌گذاری به طور مداوم رخ می‌دهد تخلیه *Wolbachia* اتفاق می‌افتد، حال آنکه هنگامی که تولید فرزندان محدود است، غلظت *Wolbachia* ممکن است افزایش یابد و ماده‌هایی که با شدت کمتری تحت تأثیر *Wolbachia* هستند فرزندان نر بیشتری را تولید می کنند.

جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

نتیجه‌گیری کلی که از بررسی حاضر می‌توان انجام داد این است که گونه‌ی *O. telenomicida* قدرت پارازیتیسم بیشتر و توانایی رقابت لاروی بالاتری نسبت به *O. fecundus* دارد پس با وجود هم‌زیستی که بین این دو گونه شکل می‌گیرد ولی شانس غلبه‌ی گونه‌ی *O. telenomicida* بر *O. fecundus* در طبیعت بیشتر قابل تصور است. شدت رقابت در طبیعت به حدی نیست که سبب انقراض شود، اما نتایج این آزمایش نشان داد که در صورت تشدید رقابت بین دو گونه، *O. telenomicida* پتانسیل حذف *O. fecundus* را دارد. این نتایج در مورد جمعیت ماده زای *O. fecundus* حاصل شده است و ضرورت بررسی در مورد رقابت جمعیت های مشابه، علی الخصوص جمعیت نر–ماده زای دو گونه همچنان باقی است.

سپاسگزاری

این پژوهش با حمایت مالی دانشگاه تبریز به سر انجام رسید. در اجرای آن خانم مهندس نیلوفر حاتمی صدر، دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه تبریز ما را یاری نمودند. بدین‌وسیله از ایشان و کلیه ی افرادی که در اجرای این پژوهش ما را یاری نمودند سپاسگزاری می‌گردد.

References

AHMADPOUR, S., S. IRANIPOUR and S. ASGARI, 2013. Effects of superparasitism on reproductive fitness of *Ooencyrtus fecundus* Ferriere & Voegele (Hym. Encyrtidae), egg parasitoid of sunn pest, *Eurygaster integriceps* Puton (Hem. Scutelleridae). Biological Control of Pests & Plant Diseases, No. 2(2): 97-105. Doi: 10.22059/jbioc.2014.51477

CONDE, J. and J. RABINOVICH, 1979. Larval competition between *Telenomus costalimai* (Hymenoptera: Scelionidae) and *Ooencyrtus trinidadensis* Venatorius (Hymenoptera: Encyrtidae) after simultaneous oviposition in *Rhodnius prolixus* eggs (Hemiptera: Reduviidae). Journal of Mediterranean Entomology, No. 16(5): 428-431.

DOI: 10.1093/jmedent/16.5.428

CUSUMANO, A., E. PERI, S.B. VINSON, and S. COLAZZA, 2011. Intraguild interactions between two egg parasitoids exploring host patches. BioControl, No. 56(2): 173-184. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0099876

CUSUMANO, A., E. PERI, S.B. VINSON, and S. COLAZZA, 2012. The ovipositing female of *Ooencyrtus telenomicida* relies on physiological mechanisms to mediate intrinsic competition with *Trissolcus basalis*. Entomologia Experimentalis et Applicata, No. 143(2): 155-163. https://doi.org/10.1111/j.1570-7458.2012.01236.x

CUSUMANO, A., E. PERI, and S. COLAZZA, 2016. Interspecific competition/ facilitation among insect parasitoids. Current Opinion in Insect Science, No. 14: 12-16. DOI: 10.1016/j.cois.2015.11.006

CUSUMANO, A., E. PERI, T. ALINÇ, and S. COLAZZA, 2022. Contrasting reproductive traits of competing parasitoids facilitate coexistence on a shared host pest in a biological control perspective. Pest Management Science, No. 78(8): 3376-3383. doi: 10.1002/ps.6965

GAUSE, G.F., 1934. The Struggle for Existence. Baltimore, MD: Williams and Wilkins. DOI: https://doi.org/10.5962/bhl.title.4489

IRANIPOUR, S., 1996. A study on population fluctualion of the egg pamsitoids of *Eurygaster integriceps* Put. (Heteroptera: Scutelleridae) in Karaj, Kamalabad, and Fashand. M.Sc. thesis on Agricultural Entomology, University of Tehran, Karaj, Iran, 187 pp.

IRANIPOUR, S., and N. VAEZ, 2021. Egg parasitoids: Chalcidoidea with particular emphasis on Trichogrammatidae. Pp. 197-233 in KARIMI, J., and H. MADADI, (eds.) Biological Control of Insect and Mite Pests in Iran. Springer Nature, Switzerland AG. https://doi.org/10.1007/978-3-030-63990-7_6

IRANIPOUR, S., A. KHARRAZI-PAKDEL, G. RADJABI, G. RASOULIAN, and H. KARIM-MODJENI, 2003. Age specific mortality and temperature dependent development of immature stages of sunn pest (*Eurygaster integriceps* Put.) (Heteroptera: Scutelleridae) in four constant temperatures. Applied Entomology and Phytopathology, No. 70: 1-17.

JEYAPRAKASH, A., and M.A., HOY, 2000. Long PCR improves *Wolbachia* DNA amplification: wsp sequences found in 76% of 63 arthropod species. Insect Molecular Biology, No. 9(4): 393–405. https://doi.org/10.1046/j.1365-2583.2000.00203.x

LARAICHI, M., 1978. Étude de la compétition intra-et interspécifique chez les parasites oophages des punaises des blés. Entomophaga, No. 23(2): 115-120. https://doi.org/10.1007/BF02371717

LINDSEY, A.R., and R. STOUTHAMER, 2017. Penetrance of symbiont-mediated parthenogenesis is driven by reproductive rate in a parasitoid wasp. Peerj life and environment, No. 5: 3505; https://doi.org/10.7717/peerj.3505

MOHAMMADPOUR, M., M.A. JALALI, J.P. MICHAUD, M. ZIAADDINI, and H. HASHEMIRAD, 2014. Multiparasitism of stink bug eggs: competitive interactions between *Ooencyrtus pityocampae* and *Trissolcus agriope*. Bi Control, No. 59(3): 279-286. DOI: 10.1007/s10526-014-9565-z

NASSIRI R, IRANIPOUR S, and KARIMZADEH R, 2020. Host preference of *Ooencyrtus fecundus* Ferriere & Voegele (Hym., Encyrtidae) egg parasitoid of sunn pest and hyperparasitoid of *Trissolcus* spp. Biological

Control of Pests and Plant Diseases, No. 8(2): 59-74. Doi: 10.22059/jbioc.2020.289487.277

NOZADBONAB, Z., and S. IRANIPOUR, 2011. Seasonal changes in egg parasitoid fauna of sunn-pest *Eurygaster integriceps* Puton in wheat fields of New Bonab county, East Azerbaijan Province, Iran. Journal of Sustainable Agricultural and Production Science, No. 20(2): 73-83. Doi: 20.1001.1.24764310.1389.20.3.6.1

POWER, N.R. 2020. Evaluation of the parasitoid *Ooencyrtus mirus* (Hymenoptera: Encyrtidae) as a potential biological control agent of *Bagrada hilaris* (Heteroptera: Pentatomidae). University of California, Riverside.

POWER, N.A., F. GANJISAFFAR, and T.M. PERRING, 2020. Effect of temperature on the survival and developmental rate of immature *Ooencyrtus mirus* (Hymenoptera: Encyrtidae). Journal of Economic Entomology, No. 113(4): 1675-1684. DOI: 10.1093/jee/toaa110

RAFAT, A., S.A. SAFAVI, and S. IRANIPOUR, 2012. Biology of *Ooencyrtus telenomicida* Vassiliev (Hymenoptera: Encyrtidae), egg parasitoid of sunn pest. 2nd National Conference on Biodiversity and Its Effect on Agriculture and Environment, 11 July 2012, Urmiya, Iran. Pp 1213-1217. [in Persian with English abstract].

SAFAVI, M., 1968. Biological and ecological study of wasp parasites of cereal bug eggs. Entomophaga, No. 13: 381-495.

SAFAVI, M., 1970. Study on biology of *Ooencyrtus* wasps, parasite of sunn pest egg. Third Plant Medicine Congress of lran. ll-15 Septemberl9T0, Pahlavi University, Shiraz. Iran. Pp.249-259.

SHAFAEI, F., S. IRANIPOUR, M.H. KAZEMI, and E. ALIZADEH, 2011. Diversity and seasonal fluctuations of Sunn pest's egg parasitoids (Hymenoptera: Scelionidae) in central regions of West-Azarbaijan province, Iran. Journal of Field Crop Entomology, No. 1(1): 39-54.

STEVENS, L., R. GIORDANO, and R.F. FIALHO, 2001. Male-killing, nematode infections, bacteriophage infection and virulence of cytoplasmic bacterial in the genus *Wolbachia*. Annual Review of Ecology and Systematics, No. 32: 519–545. DOI: 10.1146/annurev.ecolsys.32.081501.114132

STOUTHAMER, R. 1997. *Wolbachia*-induced parthenogenesis. Inherited Microb-Organisms and Arthropod Reproduction. Influential Passengers, 102-124.

VAN DRIESCHE, R.G., R.I. CARRUTHERS, T. CENTER, M.S. HODDLE, J. HOUGH-GOLDSTEIN, L. MORIN, L. SMITH, D.L. WAGNER, B. BLOSSEY, V. BRANCATINI, and R. CASAGRANDE, 2010. Classical biological control for the protection of natural ecosystems. Biological Control, No. 54: 2-33. https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2010.03.003

WERREN, J.H., 1997. Biology of *Wolbachia*. Annual Review of Entomology, No. 42(1): 587–609. DOI: 10.1146/annurev.ento.42.1.587

WERREN, J.H., D. WINDSOR, and L. GUO, 1995. Distribution of *Wolbachia* among Neotropical arthropods. Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences, No. 262(1364): 197–204. https://doi.org/10.1098/rspb.1995.0196

ZAR, J.H. 1984. Biostatistical analysis. Prentice Hall, New York, USA.