



## مقاله پژوهشی

مولتی پارازیتیسیم و رقابت بین دو گونه زنبور *Ooencyrtus telenomicida* و *Ooencyrtus fecundus* (Hymenoptera: Encyrtidae)

پارازیتویدهای تخم سن گندم

جلال‌کر، احسان، شهزاد ایرانی‌پور<sup>✉</sup>، شهریار عسگری

به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد و استاد گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران و استادیار مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان تهران، ورامین، ایران

## چکیده

زنبورهای *Ooencyrtus telenomicida* (Vassiljev) و *Ooencyrtus fecundus* Ferriere & Voegelé (Hym., Encyrtidae) پارازیتویدهای تخم سن گندم هستند. این دو گونه در مزارع غلات کشور در کنار هم زندگی می‌کنند، و نیازهای اکولوژیک نزدیک به هم دارند، لذا وقوع طرد رقابتی و حذف هر یک از آن دو دور از ذهن نیست، با این حال، در اغلب زیستگاه‌های طبیعی، همزیستی مسالمت‌آمیز دارند و یکدیگر را طرد ننموده‌اند. بنابراین نیاز به روش‌هایی برای همزیستی دارند. در این بررسی رقابت مستقیم لاروی در قالب دو آزمایش مولتی پارازیتیسیم با رهاسازی همزمان تراکم‌های مختلف میزبان و زنبور و رهاسازی یک فرد از هر گونه با فواصل زمانی مختلف بررسی شد. مولتی پارازیتیسیم با فاصله‌ی زمانی سه ساعت تا ۱۰ روز، نشانگر برتری ۲/۳۵ برابری *O. telenomicida* نسبت به *O. fecundus* بود و در تیمارهایی که ۲ تا ۷ روز فاصله بین پارازیتیسیم بود غلبه‌ی حمله‌کننده‌ی دوم افزایش یافت. مولتی پارازیتیسیم 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. می‌توان نتیجه گرفت که 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 و ممکن است رقابت در جمعیت‌های دوجنسی متفاوت باشد.

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

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

JALAL KOR EHSAN, SHAHZAD IRANIPOUR<sup>✉</sup>, SHAHRIAR ASGARI

M.Sc. student and, Professor of Dept. Plant Protection, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran, and Assistant Professor of AREEO

## Abstract

*Ooencyrtus telenomicida* Vassiliev and *Ooencyrtus fecundus* Ferrier & Voegelé (Hymenoptera, Encyrtidae) are egg parasitoids of *Eurygaster integriceps* Puton (Hemiptera: Scutelleridae). These species are sympatric and have widely overlapping niches, hence competitive displacement of one by another species is expected. However, in natural habitats, they coexist peacefully and no one is replaced by another. Therefore, they need some ways to avoid ecological exclusion. 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. A telytokous population of *O. fecundus* was encountered. The multiparasitism experiment in 3h to 10 d intervals showed a 2.35-fold advantage of *O. telenomicida* over *O. fecundus*. A relative increase in the parasitism rate of the second invader was observed in 2 to 7 d intervals. 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 of this study revealed the advantage of the bisexual population of *O. telenomicida* over thelytokous *O. fecundus*, which in higher densities may also lead to the exclusion of the latter, although such densities on host clutches are seldom expected in nature. Moreover, the results of the competition between the two bisexual populations is still unknown and may be different.

**Keywords** host acceptance, natural enemy, biological control, larval competition, *Wolbachia*

<sup>✉</sup> E-mail: shiranipour@tabrizu.ac.ir



## مقدمه

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 بین گونه‌ای بین پارازیتوئیدها بر کنترل آفات تأثیر می‌گذارد در کنترل بیولوژیکی مهم است (Cusumano *et al.*, 2016). تا کنون، رقابت بین گونه‌ای 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 *O. telenomicida* و *T. basalis* دو پارازیتوئید 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 پارازیتوئید 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 بین گونه‌ای خود با *Trissolcus* *basalis* Wollaston (Hym.: Scelionidae) به برخی مکانیسم‌های فیزیولوژیکی 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 ۴۵ ساعت) انگلی شده بودند، به شدت کاهش یافت (۴ الی ۲۰٪) (Cusumano *et al.*, 2012). نتایج آن‌ها برای اولین بار در پارازیتوئیدهای تخم، شواهدی

پارازیتوئیدهای تخم از عوامل مهم مرگ و میر سن گندم در مزارع هستند. از گونه‌های گسترده *Ooencyrtus telenomicida* (Vassiljev) و *O. fecundus* Ferriere & Voegelé هستند. هر دو گونه پارازیتوئید جمعی تخم سن گندم، بعضی از حشرات راسته‌ی نیم‌بالان و تخم‌های برخی پروانه‌ها و هیپرپارازیتوئید اختیاری زنبورهای *Trissolcus* spp. می‌باشند (Safavi, 1968, Iranipour, 1996, Ahmadpour *et al.*, 2013, Iranipour & Vaez, 2021). از آنجایی که این دو گونه هم‌جا 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 دیگری نشده‌اند. در رقابت بین پارازیتوئیدهای 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 پارازیتوئیدهای تخم، گونه‌ها می‌توانند برای منابع میزبان هم در مرحله‌ی بالغ و هم در مرحله‌ی لاروی رقابت کنند. رقابت بین گونه‌ای می‌تواند در اندازه و تشکیل ساختارهای جامعه نقش داشته باشد. صفوی در مورد اغلب زنبورهای پارازیتوئید بیان کرد که تخم‌های سالم میزبان را بیشتر از تخم‌های پارازیته شده ترجیح می‌دهند، قادر به شناسایی تخم‌های پارازیته شده هستند و علامت‌هایی که

ارائه می‌دهد که مهار فیزیولوژیکی برخی پارازیتوئیدهای رقیب توسط ماده‌ی تخمگذار انجام می‌شود.

در بررسی دیگری برهمکنش بین گونه‌ای بین *T. basalis* و *O. telenomicida* روی دسته تخم‌های سن سبز پنبه *Nezara viridula* L. (Het.: Pentatomidae) در آزمایشگاه به طور 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 مولتی‌پارازیتسم نشان داد که رقابت بین گونه‌ای لاروها بدون توجه به توالی آن و اینکه آیا پارازیتوئیدها به طور 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 سوپرپارازیتسم و مولتی‌پارازیتسم 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 هیپرپارازیتوئید اختیاری عمل کرد.

بررسی‌های مزرعه‌ای در نشان دادن نتیجه‌ی میدانی رقابت بین گونه‌ای اساسی به شمار می‌آیند. شفایی و همکاران (Shafaei et al., 2011) در سال‌های ۸۹ و ۹۰ با استفاده از تله‌های تخم سن گندم در سه منطقه‌ی استان آذربایجان غربی (ارومیه، نقده و مهاباد) پنج گونه‌ی *Trissolcus grandis* (Thomson)، *T. Trissolcus grandis* (Thomson)، *O. T. rufiventris* (Mayr) *djadetshko* (Rjachovsky) و *O. telenomicida* را جمع‌آوری نمودند. در سال ۸۹

طی هشت نوبت نمونه‌برداری در سه منطقه‌ی مذکور میزان کل پارازیتسم به ترتیب ۷۰، ۶۴ و ۵۵ درصد برآورد گردید که سهم *O. fecundus* در سه منطقه به ترتیب ۴، ۲ و ۵/۴ درصد و سهم *O. telenomicida* ۱/۷، ۶/۴ و ۵ درصد بود. در سال ۹۰ طی ۹ نوبت نمونه‌برداری در مناطق مذکور میزان کل پارازیتسم به- ترتیب ۶۵، ۶۰ و ۵۸ درصد برآورد شد. گونه‌ی *T. grandis* در تمامی نمونه‌ها گونه‌ی غالب بود. در ارومیه *T. grandis* با ۳۳٪ کل نمونه‌ها و *T. djadetshko* با ۱۵/۵٪ بیشترین فراوانی را داشتند و سه گونه‌ی دیگر کمتر از ۱۲٪ فراوانی داشتند. در منطقه‌ی نقده سهم گونه‌ی *O. fecundus* ۷/۴٪ و *O. telenomicida* ۲/۱٪ بود. در منطقه‌ی مهاباد سهم گونه‌ی *O. fecundus* ۹/۱٪ و *O. telenomicida* ۸/۱٪ بود. به طوری که ملاحظه می‌شود، سهم هر دو گونه از مجموع پارازیتسم تخم‌های سن گندم اندک و کمتر از ۱۷٪ بوده است. مضافاً برتری قاطعی بین دو گونه وجود ندارد. 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 می‌شود. در یک بررسی دیگر که در مزارع گندم شهر بناب جدید (استان آذربایجان شرقی) انجام شد، پنج گونه زنبور پارازیتوئید جمع‌آوری و شناسایی گردید که سه گونه‌ی آنها از خانواده‌ی Scelionidae و دو گونه از خانواده‌ی Encyrtidae بودند. درصد پارازیتسم کل در تاریخ‌های مختلف بین ۲/۶ و ۲۲/۵۹ و به‌طور متوسط ۱۲/۲۳٪ بود. از این مقدار، *T. grandis*، *O. fecundus* و *O. telenomicida* به ترتیب با ۳۳/۳۳، ۳۰/۶۱ و ۲۵/۰۳ درصد کل نمونه‌ها گونه‌های متداول‌تر بودند. به طوری که ملاحظه می‌شود، در این بررسی نیز یک برتری جزئی در گونه‌ی *O. fecundus* نسبت به *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 یافتند. فعالیت این دو گونه از اواخر خرداد تا زمان برداشت محصول یعنی اواخر تیر

و تخم‌های پارازیت 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 مولتی‌پارازیتسم

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 به مدت ۴۸ ساعت نگهداری شدند و بعد از انقضای مدت مذکور، زنبورها حذف و تخم‌ها نگهداری شدند تا ترکیب زنبورهای خارج شده مشخص شود. تیمارها به ترتیب زیر طراحی شد تا نسبت‌های مختلف میزبان به پارازیتوید ایجاد شود: تیمار اول: ۱ دسته تخم میزبان + ۱ زنبور ماده‌ی *O. telenomicida* + ۱ زنبور ماده‌ی *O. fecundus*، تیمار دوم: ۲ دسته تخم میزبان + ۲ زنبور ماده‌ی *O. telenomicida* + ۲ زنبور ماده‌ی *O. fecundus*، تیمار سوم: ۵ دسته تخم میزبان + ۵ زنبور ماده‌ی *O. telenomicida* + ۵ زنبور ماده‌ی *O. fecundus*، تیمار چهارم: ۱ دسته تخم میزبان + ۲ زنبور ماده‌ی *O. telenomicida* + ۲ زنبور ماده‌ی *O. fecundus*، تیمار پنجم: ۵ دسته تخم میزبان + ۱۰ زنبور ماده‌ی *O. telenomicida* + ۱۰ زنبور ماده‌ی *O. fecundus*، تیمار ششم: ۲ دسته تخم میزبان + ۱ زنبور ماده‌ی *O. telenomicida* + ۱ زنبور ماده‌ی *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 گردید. 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 پارازیتوید با فواصل زمانی مختلف

از زنبورهای ماده ۴۸-۷۲ ساعته، بارور شده توسط نر و بدون تجربه‌ی تخم‌گذاری قبلی استفاده شد. زنبورها به

ملاحظه گردید که به‌ویژه بعد از نیمه‌ی دوم تیر افزایش قابل ملاحظه‌ای پیدا کرد (Nozadbonab & Iranipour, 2010). در این بررسی نتایج رقابت مستقیم لاروی در شرایط مولتی‌پارازیتسم و میزان بهره‌برداری از میزبان‌هایی که قبلاً توسط گونه‌ی دیگر بهره‌برداری شده در برهمکنش بین دو گونه پارازیتوید تخم سن گندم *O. telenomicida* و *O. fecundus* مورد بررسی قرار گرفت.

#### روش بررسی

#### جمع‌آوری و نگهداری میزبان (سن گندم)

سن گندم از مزارع گندم و جوی اطراف تبریز، ورامین، هشتگرد 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  $30 \times 15 \times 10$  سانتی‌متر پرورش یافتند که در کف و دیواره‌ی آن کاغذ A4 به شکل بادبونی پوشیده شده بود تا سن‌ها روی این کاغذ تخم‌ریزی کنند. درون ظروف از دانه‌ی گندم خشک برای تغذیه‌ی سن‌ها و پنبه‌ی مرطوب استفاده شد و برای تهویه روی درب ظروف سوراخی تعبیه گردید که توسط توری ۱۰ مش پوشیده شده بود. دمای گلخانه  $27 \pm 2$  درجه‌ی سلسیوس، رطوبت نسبی  $60 \pm 5\%$  و دوره‌ی نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی به کار گرفته شد. تراکم سن در هر ظرف ۳۰ عدد بود و تخم‌های میزبان روزانه جمع‌آوری شدند (Iranipour et al., 2003).

#### جمع‌آوری و نگهداری پارازیتویدها

پارازیتویدها 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  $12 \times 8$  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

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 پارازیتوید با فواصل زمانی مختلف

داده‌های بدست 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٪ موارد گونه‌ی اول و ۲۹/۹٪ 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 حمله‌کننده‌ی اول افزایش نشان داد ( $P=۰/۰۰۱$ ،  $F=۲۱/۷۳$ ،  $df=۹$ ). با این حال، ۲ تا ۷ روز بعد از حمله‌ی اول، شانس غلبه‌ی حمله‌کننده دوم افزایش نسبی نشان داد. در تیمارهای سه ساعت، یک روز و ۱۰ روز، غلبه با حمله‌کننده‌ی اول بود که در ۱۰ روز این غلبه مطلق بود، یعنی هیچ شانس‌ی برای حمله‌کننده‌ی دوم باقی نماند (جدول ۱ 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 حمله‌کننده‌ی 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٪ ماده بود و نسبت تخم پارازیته شده ۳۶/۳٪ 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* به-ترتیب، ۱/۲۲ و ۰/۵۳ زنبور می‌باشد.

صورت یک جفت نر و ماده داخل لوله‌ی آزمایش قرار گرفتند و تخم‌های میزبان در اختیار آن‌ها قرار داده شد. تیمارها به صورت زیر طراحی شدند: تیمار اول: پارازیتسم یک دسته تخم توسط *O. fecundus* به مدت 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 گونه‌ی 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 پارازیتسم چهار روز، تیمار نهم و دهم: فاصله بین پارازیتسم هفت روز، تیمار یازدهم و دوازدهم: فاصله بین پارازیتسم 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. بدین ترتیب تأثیر سن میزبان قبلی در پذیرش و موفقیت پارازیتوید 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 مولتی‌پارازیتسم و پذیرش میزبان پارازیته با آزمون کای‌اسکوئر پیرسون مورد تجزیه قرار گرفت. در این آزمایش‌ها ابتدا جمع زنبورهای خارج شده برای هر تیمار محاسبه شد و درصد کل پارازیتسم هر گونه مشخص شد سپس با ضرب مجموع زنبورهای خارج شده‌ی هر تیمار در درصد پارازیتسم هر گونه، مقادیر مورد انتظار آزمون کای‌اسکوئر برای هر گونه بدست آمدند (Zar, 1984). آزمون کای‌اسکوئر با استفاده از معادله‌های ۱ و ۲ انجام شد.

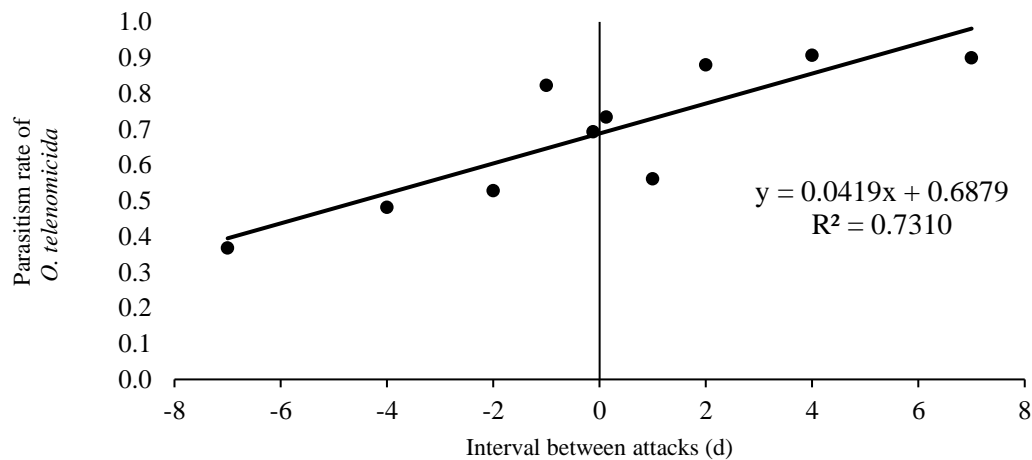
$$\chi^2 = \sum \frac{(O-E)^2}{E} \quad \text{معادله ۱}$$

$$df = k - 1 \quad \text{معادله ۲}$$

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

**Table1.** Contribution of either species of *O. telenomicida* or *O. fecundus* from the offspring emerged from the host eggs when parasitism occurred in different intervals

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



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

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

## نتایج مولتی پارازیتسم

در آزمایش مولتی پارازیتسم، 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٪ از کل تخم‌های پارازیت‌ی سن گندم سهم *O. telenomicida* و ۱۸/۵۵٪ سهم *O. fecundus* بود که مبین یک نسبت ۴/۳۸ برابری می‌باشد. اختلاف بین تیمارها از نظر سهم دو گونه معنی‌دار بود (بررسی داده‌ها نشان داد که  $\chi^2=162/28$ ,  $df=11$ ,  $P<0/0001$ ). 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 پارازیتسم دو گونه به ۷۴/۶۵ به ۲۵/۳۵٪ به نفع *O. telenomicida* تغییر کرد که مبین یک نسبت ۲/۹۴ برابری می‌باشد. ضمناً این بار تفاوت بین پنج تیمار باقی مانده غیرمعنی‌دار بود ( $\chi^2=4/89$ ,  $df=9$ ,  $P=0/84$ ). نسبت زنبور خارج شده به تخم پارازیت‌ی بر اساس متوسط تمام تیمارها ۱/۶۹ بدست آمد که سهم *O. telenomicida* ۱/۲۶ و *O. fecundus* ۰/۴۳ بود. معدل سرانه‌ی پارازیتسم تخم‌های میزبان در تیمارهایی که نسبت ۱ به ۱ زنبور به دسته تخم را دارند ۲۳/۸۲٪، در نسبت دو به یک ۱۴/۰۶٪ و در نسبت ۰/۵ به یک ۴۵/۷۱٪ به ازای هر زنبور ماده بود.

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

**Table 2.** Exploitation rate of *O. telenomicida* proportional to *O. 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. <i>O. fecundus</i> emerged	No. <i>O. telenomicida</i> emerged	<i>telenomicida</i> per <i>fecundus</i> 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

که تفاوت بین تیمارهای باقی مانده غیرمعنی‌دار بود ( $P=0/325$ ،  $\chi^2=10/31$ ،  $df=9$ ). تعداد تخم پارازیت‌ی به ازای یک زنبور تفاوت معنی‌دار در سطح ۹۵٪ بین تیمارها نشان داد ( $P=0/025$ ،  $df=11$ ،  $\chi^2=21/83$ )، ولی این اختلاف تحت تاثیر تیمار پنجم بود که در آن تعداد *O. telenomicida* زیاد و تعداد *O. fecundus* کم می‌باشد و با حذف این تیمار آزمون غیرمعنی‌دار شد ( $P=0/972$ ،  $df=9$ ،  $\chi^2=2/76$ ).

نسبت جنسی نتاج ماده‌ی *O. telenomicida* در این آزمایش ۶۸/۵۳٪ ماده و تفاوت نسبت جنسی بین تیمارها معنی‌دار بود ( $P=0/002$ ،  $df=11$ ،  $\chi^2=29/24$ ). 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 ۶۹/۴۹٪ بدست آمد.



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 پارازیت‌شدن توسط *O. telenomicida* در فواصل زمانی ثابت (۵، ۱۵، ۳۰ یا ۴۵ ساعت) پارازیت‌شده بودند، به شدت کاهش یافت. درصد پایین ظهور *T. basalis* (از ۴ تا ۲۰٪) نتیجه 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 اوپلاسم از جمله برخی نواحی ملانیزه در نزدیکی سوراخ ایجاد شده نشان دادند. در این بررسی اعلام کردند که ماده‌ی *O. telenomicida* هم بر تعامل فیزیولوژیکی بین‌گونه‌ای پارازیتوید-پارازیتوید و هم بر تعامل میزبان-پارازیتوید تأثیر می‌گذارد. در بررسی‌هایی که در طبیعت انجام شده، غلبه‌ی محسوسی بین دو گونه‌ی مورد بررسی دیده نمی‌شود و تقریباً سهمی مشابه از تخم‌های پارازیت‌ی میزبان اشغال می‌کنند. به عنوان مثال، بررسی‌های (Nozadbonab & Iranipour, 2010) و (Shafaei et al., 2011) به ترتیب در دو استان آذربایجان شرقی و غربی، برعکس این بررسی، پارازیتسم بالاتر *O. fecundus* را به صورت جزئی نشان می‌دهد که دلیل آن احتمالاً می‌تواند اختلاف شرایط آزمایشگاهی با شرایط مزرعه، تراکم‌های متفاوت زنبورها، وجود پارازیتویدهای 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 کارایی

آزمون کای‌اسکوئر بین سه تیمار اول که نسبت پارازیتوید به میزبان مساوی دارند، از نظر سرانه‌ی پارازیتسم اختلاف غیرمعنی‌دار را نشان می‌دهد ( $P=0/762$ ،  $df=5$ ،  $\chi^2=2/58$ )، ولی برای کل تیمارها اختلاف در سطح ۹۵٪ معنی‌دار می‌باشد ( $P<0/0001$ ،  $df=11$ ،  $\chi^2=223/53$ ) که نشان دهنده‌ی تفاوت بین تیمارهای با نسبت بیشتر و کمتر پارازیتوید به میزبان می‌باشد.

## بحث

دو گونه زنبور پارازیتوید مورد مطالعه در این بررسی از پارازیتویدهای دایمی سن گندم هستند که همه جا در کنار هم حضور دارند (Shafaei et al., 2011, Nozadbonab & Iranipour, 2010). در نتیجه ناگزیر درگیر رقابت با یکدیگر و سایر گونه‌های پارازیتوید 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 میزبان-هایی روی می‌آورد که قبلاً توسط رقیب بهره‌برداری شده‌اند تعیین شود. داده‌های آزمایش پذیرش میزبان پارازیت‌ی پارازیتسم *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 پارازیتسم 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 پارازیتسم بپردازند. هر چه تأخیر بیشتری در زمان پارازیتسم 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 شانس برای غلبه بر میزبان نخواهد داشت. دلیل این غلبه می‌تواند قدرت بالای رقابت لاروی در گونه‌ی *O. telenomicida*

خود نشده و به عنوان رقابت کننده 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 بررسی‌های (Nozadbonab & Iranipour, 2010) و (Shafaei et al., 2011)، جمعیت دوجنسی نر-ماده‌ها 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 بدست 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 تاثیر تک سلولی *Wolbachia* خصوصیات زیستی و رقابتی ضعیف تری را بیان نمایند و این موضوع نیاز به بررسی در نسل‌های پیاپی دارد تا اثر احتمالی آن به صورت جمع شونده و حذفی محقق گردد. در آزمایش مولتی‌پارازیتسم در برخورد همزمان دو گونه‌ی *O. telenomicida* و *O. fecundus* با تخم‌های میزبان، به ترتیب ۸۱/۴۵٪ و ۱۸/۵۵٪ از میزبان‌های پارازیت متعلق به دو گونه‌ی نام برده بود. این معرف یک مزیت ۴/۳ 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 پارازیتوئیدها را به دو جزء بیرونی و درونی تقسیم نمود توضیح داد. بدین معنی 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 پارازیتوئید 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 مولتی‌پارازیتسم همگی تخم‌های تازه‌ی سن گندم بودند که در مقایسه با تخم‌های قبلاً پارازیت شده‌ی آزمایش قبلی از کیفیت مناسب‌تری برای بهره‌برداری کننده برخوردار بودند و پارازیتوئیدهای 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 پارازیتسم 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 مولتی‌پارازیتسم 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، پارازیتوئید 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 پارازیت که توالی تخم‌ریزی با فواصل مختلف سبب رویارویی پارازیتوئیدها با میزبان‌های پارازیت (با کیفیت پایین) شده بود، کاهش اختلاف بین دو پارازیتوئید را با تأثیر بیشتر روی گونه‌ی برتر در پی داشت. علت احتمالی دوم نیز به این بر می‌گردد که

پارازیتیسیم ۱۳/۷۵٪ 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 پارازیتوئیدها بهره بیشتری را از میزبان‌ها می‌بردند این امر می‌تواند به دلیل تاثیر رقابت باشد به این صورت که زمانی که میزبان کم است رقابت بیشتر است و زمانی که میزبان بیشتر می‌شود تاثیر رقابت کمتر می‌شود و پارازیتیسیم بالاتر می‌رود.

#### ماده‌زایی گونه‌ی *O. fecundus*

این گونه تقریباً از اواسط پرورش و قبل از شروع آزمایش‌ها شروع به ماده‌زایی کرد که احتمالاً تحت تاثیر 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٪ 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 پارازیتوئیدها، تخم‌های بارور نشده، ماده‌ها را تشکیل می‌دهند (Stouthamer, 1997). چندین پارازیتوئید انگلی شده از جمله *O. submetallicus* Timberlake، *Pauridia peregrina* و *Trichogramma spp.* و *O. fecundus* زمانی که تحت تاثیر 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 به دلیل کاهش باکتری *Wolbachia* می‌باشد (Power, 2020). بدون *Wolbachia* تخم‌های هاپلوئید را ماده کند، فرزندان نر تولید می‌شوند.

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 علائم 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 مولتی‌پارازیتیسیم، ماده‌ها همزمان روی تخم‌های میزبان قادر به فعالیت بودند و لذا برتری فیزیکی ماده‌های تخمگذار نیز می‌تواند به رقابت لاروی و اثرات فیزیکوشیمیایی پارازیتیسیم 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* هیپرپارازیتوئید پارازیتوئیدهای Scelionidae می‌باشد که در صورت پارازیتیسیم 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 پارازیتوئیدها به آن‌ها بی-توجهی کرده و باعث کاهش بهره‌برداری شده‌اند. مثلاً در آزمایش مولتی‌پارازیتیسیم حداکثر پارازیتیسیم ۴۵/۷۱٪ 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

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 جمعیت‌های مشابه، علی‌الخصوص جمعیت نر-ماده زای دو گونه همچنان باقی است.

#### سپاسگزاری

این پژوهش با حمایت مالی دانشگاه تبریز به سرانجام رسید. در اجرای آن خانم مهندس نیلوفر حاتمی صدر، دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه تبریز ما را یاری نمودند. بدین وسیله از ایشان و کلیه‌ی افرادی که در اجرای این پژوهش ما را یاری نمودند سپاسگزاری می‌گردد.

(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 می‌کنند.

#### جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

نتیجه‌گیری کلی که از بررسی حاضر می‌توان انجام داد این است که گونه‌ی *O. telenomicida* قدرت پارازیتسم بیشتر

#### References

- AHMADPOUR, S., S. IRANIPOUR and S. ASGARI, 2013. Effects of superparasitism on reproductive fitness of *Ooencyrtus fecundus* Ferriere & Voegelé (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](https://doi.org/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](https://doi.org/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 basalus*. *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](https://doi.org/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](https://doi.org/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](https://doi.org/10.5962/bhl.title.4489)
- IRANIPOUR, S., 1996. A study on population fluctuation of the egg parasitoids 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](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. Penetration 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*. BioControl, 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 & Voegelé (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, Urmia, 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 Iran. 11-15 September 1970, 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-Azerbaijan 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.