

## تأثیر نسبت نر به ماده بر میزان زادآوری و باروری کفشدوزک *Hippodamia variegata* (Col.: Coccinellidae)

۱. مهسا الداغی؛ ۲. حسین اللهیاری\*؛ ۳. رضا طلایی حسنوی  
۱، ۲ و ۳. دانشجوی دوره کارشناسی ارشد، دانشیاران، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران  
( تاریخ دریافت: ۹۲/۱۱/۱۵ - تاریخ تصویب: ۹۳/۲/۱۷ )

### چکیده

بسیاری از حشرات در جریان تولید مثل خود، رفتار تکرار جفت‌گیری دارند. پدیده تکرار جفت‌گیری در کفشدوزک‌ها نیز مشاهده شده است. در این پژوهش از تغییر نسبت نر به ماده برای تغییر احتمال و دفعات جفت‌گیری دوباره در کفشدوزک *Hippodamia variegata* Goeze استفاده شد. پژوهش‌های پیشین نشان داده است که حدود ۵۰ درصد از جمعیت این شکارگر را نرها تشکیل می‌دهند. برای بررسی تغییر نسبت نر به ماده، از کفشدوزک‌های نر و ماده یک‌روزه و جفت‌گیری‌نکرده استفاده شد. تیمارها شامل ۱۰ ماده بدون حضور نر، ۱۰ ماده در کنار ۲ نر، ۱۰ ماده در کنار ۴ نر، ۱۰ ماده در کنار ۶ نر، ۱۰ ماده در کنار ۸ نر و ۱۰ جفت نر و ماده در کنار هم، آماده شدند. میزان تخم تولیدشده طی ۲۰ روز متوالی شمارش و ثبت شد. سپس، تأثیر نسبت نرها در کلنی بر زادآوری و درصد تفریح تخم‌ها بررسی شد. نتایج نشان داد بین تیمارها از نظر میزان تخم‌گذاری تفاوت معنی‌داری وجود ندارد، به عبارت دیگر کم کردن نسبت نرها به ماده‌ها در پرورش، تأثیر منفی بر میزان تخم‌گذاری ماده‌ها نداشته است. بررسی میزان تولید تخم بارور در تیمارهای مختلف نشان داد که برخلاف تصور عمومی، وجود ۱۰ نر در کنار ۱۰ ماده، نه تنها سبب افزایش باروری تخم‌ها نشد، بلکه میزان باروری را نسبت به بقیه تیمارها به شکل معنی‌داری کاهش داد. این امر نشان می‌دهد که وقوع جفت‌گیری مکرر باعث کاهش شایستگی ماده‌ها می‌شود. این یافته از جنبه کاربردی نیز بحث شده است.

**کلیدواژگان:** پرورش انبوه، تخم‌گذاری، زنده‌مانی تخم، فراوانی نرها، کنترل بیولوژیک،  
*Hippodamia variegata*

است و این پدیده به فراوانی در مقاله‌های متعدد گزارش شده است ( Abraham and Nilsson, 2000; Omkar, 2005; Aguilera-Reyes et al., 2006; Arnqvist et al., 2006). در طبیعت، مواردی پیش می‌آید که حشره ماده در دوران تخم‌گذاری است و نر مناسبی برای جفت‌گیری در کنار خود ندارد، برای تضمین تولید تخم بارور در چنین شرایطی، حشره ماده توانایی ذخیره‌سازی اسپرم را دارد. از جنبه تئوریک، انجام جفت‌گیری بیشتر به سود نرها است و باعث می‌شود آن‌ها بتوانند ژن‌های بیشتری را در جمعیت باقی بگذارند؛ به عبارت دیگر جفت‌گیری بیشتر باعث بالارفتن سازگاری نرها می‌شود؛

### مقدمه

بسیاری از حشرات به شکل دوجنسی تولید مثل می‌کنند و برای تولید تخم بارور نیازمند جفت‌گیری هستند. بدیهی است جفت‌گیری موفق، جزء اصلی تولید نتاج است و نبود شرایط جفت‌گیری به معنای ناباروری تخم‌ها و تولیدنشدن نسل آینده است. از آنجا که حشرات معمولاً در یک دوره طولانی (در مقایسه با کل دوره زندگی) اقدام به تخم‌گذاری می‌کنند، نیاز دارند که در این دوره، اسپرم لازم را برای بارورکردن تخم‌ها در اختیار داشته باشند. برای پاسخ‌گویی به این نیاز جفت‌گیری دوباره و چندین‌باره، در حشرات تکامل یافته

دیده می‌شود. با اینکه ماده‌ها می‌توانند اسپرم را ذخیره کنند (Parker, 1970; Hodek, 2000; Omkar, 2006)، به نظر می‌رسد بروز جفت‌گیری مجدد، سازگاری ماده‌ها را تحت تأثیر قرار می‌دهد. از آنجا که امکان محدود کردن ماده‌ها برای جلوگیری از جفت‌گیری مکرر وجود ندارد، در این تحقیق اثر کاهش نسبت نر به ماده (به‌منظور کاهش احتمال جفت‌گیری) بر سازگاری ماده‌ها بررسی شد.

## مواد و روش‌ها

### پرورش کفشدوزک

توده اولیه این کفشدوزک را فرهادی در سال ۱۳۸۷، از مزرعه یونجه پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، واقع در کرج، جمع‌آوری و به آزمایشگاه اکولوژی جمعیت حشرات منتقل کرد. برای حفظ و بالابردن کیفیت جمعیت، در بهار و پاییز، نمونه‌های جدیدی به توده آزمایشگاهی وارد شدند.

کفشدوزک‌ها به همراه مقداری گیاه آلوده به شته سیاه باقلا (*Aphis fabae* Scopoli (Hom.: Aphididae)) برای تغذیه و نیز همراه با کاغذهای کوچک تاخورد به‌عنوان محیط تخم‌ریزی در ظروف پلاستیکی سوراخ‌دار به ابعاد ۲۰×۱۵ و ژرفای ۱۲ سانتی‌متر گذاشته شدند. ظرف‌ها درون انکوباتور (۲۳±۱°C) و رطوبت نسبی ۷۰ درصد و دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی (نگهداری شدند. در هر ظرف حدود ۵۰ حشره نگهداری شد (Farhadi, 2008). برای هر آزمایش کفشدوزک‌های نر و ماده یک‌روزه و جفت‌گیری‌نکرده انتخاب و در شرایطی مشابه شرایط پرورش، نگهداری شدند.

واحدهای آزمایش، ظروف پلاستیکی به حجم تقریبی ۲۰۰ میلی‌لیتر بود که سوراخی به قطر ۳ سانتی‌متر روی در ظروف ایجاد و با توری ریز پوشانده شده بود. برای ایجاد حالت‌های مختلف جفت‌گیری مجدد، تیمارهایی شامل ۱۰ جفت نر و ماده در کنار هم، ۸ عدد نر در کنار ۱۰ ماده، ۶ عدد نر در کنار ۱۰ ماده، ۴ عدد نر در کنار ۱۰ ماده، ۲ عدد نر در کنار ۱۰ ماده، ۱۰ عدد ماده بدون حضور نر آماده شد. برای هر تیمار ۱۰ تکرار در نظر گرفته شد. روزانه تعداد تخم‌های

در حالی که، سازگاری برای ماده‌ها با تولید تخم بارور افزایش می‌یابد، نه با جفت‌گیری بیشتر (Arnqvist et al., 2006). نشان داده شده است که پدیده جفت‌گیری اضافی برای ماده‌ها هزینه‌بر است و سازگاری آن‌ها را افزایش نمی‌دهد (Hurst et al., 1995; Watson et al., 1998; Omkar, 2005). هزینه‌بر بودن جفت‌گیری برای ماده‌ها بدین معناست که با افزایش احتمال جفت‌گیری، سازگاری ماده‌ها (میزان تخم‌گذاری) کاهش خواهد یافت. بروز چنین پدیده‌ای در سن سبز پنبه (Fortes and Cónsoli, 2011) گزارش شده است. در پرورش سن شکارگر (*Orius laevigatus* (Fieber)) نیز زادآوری ماده‌هایی که در طول دوره تخم‌گذاری در کنار نرها قرار دارند، نسبت به ماده‌هایی که بعد از دو تا سه روز جفت‌گیری از نرها جدا شوند، کاهش معنی‌داری نشان می‌دهد و حذف نرها از محیط پرورش دو تا سه روز پس از بلوغ، به افزایش میزان تخم‌گذاری در ماده‌ها منجر می‌شود (Leon-Beck and Coll, 2009). همچنین، نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که در نرها و ماده‌های این گونه به‌ترتیب پلی‌گامی (چندهمسری) و مونوگامی (تک‌همسری) مشاهده می‌شود. بنابراین، ماده‌هایی که حداقل یک‌بار جفت‌گیری کردند از جفت‌گیری‌های بیشتر پرهیز می‌کنند. کفشدوزک *Hippodamia variegata* (Col.: Coccinellidae) همانند دیگر کفشدوزک‌ها به شکل دوجنسی تولید مثل می‌کند و این امکان وجود دارد که فراهم کردن شرایط جفت‌گیری مکرر باعث کاهش سازگاری ماده‌های این حشره شکارگر شود. این کفشدوزک در اروپای شرقی، نواحی دریای مدیترانه و آفریقای شمالی و آسیا پراکنش وسیعی دارد. این گونه از دشمنان طبیعی مهم شته‌های گوناگون محصولات کشاورزی به‌شمار می‌آید و به‌عنوان شکارگر بیشتر شته‌های گیاه فلفل در بلغارستان، ذرت در اوکراین، توت‌فرنگی در ایتالیا، غلات در هند و کتان در ترکمنستان شناخته شده است (Kontodimas and Stathas 2005). در ایران نیز این کفشدوزک به‌طور مکرر از زیست‌بوم‌های مختلف گزارش شده و بیولوژی، شکارگری و رفتار آن بررسی شده است. هرچند نسبت جنسی در این گونه ۱:۱ است (Farhadi, 2008)، جفت‌گیری دوباره و چندباره در این گونه به فراوانی

افزایش میزان زادآوری ندارد و بدین ترتیب می‌توان با پرورش تعداد کمتری حشره (مجموع نر و ماده) تعداد تخم مورد نظر را به دست آورد. به عبارت دیگر، نتایج این بخش نشان می‌دهد که حضور بیشتر نرها و در نتیجه جفت‌گیری مجدد برای ماده‌های کفشدوزک، سازگاری (تخم‌گذاری بیشتر) ایجاد نکرده است.

بررسی میزان تفریح تخم‌های گذاشته‌شده در تیمارهای مختلف نشان داد همان‌گونه که انتظار داشتیم در تیمار ۱۰ ماده بدون حضور نر، هیچ تخمی تفریح نشد. تجزیه واریانس داده‌های درصد تفریح تخم در دیگر تیمارها نشان داد که بین تیمارها تفاوت معنی‌دار وجود دارد ( $F_{4,45}=7/15, P<0/002$ ). گروه‌بندی میزان تفریح تخم در تیمارهایی که ۱۰ ماده به ترتیب در حضور ۲، ۴، ۶ و ۸ نر بودند، تفاوت معنی‌داری با هم نداشتند، ولی در تیمار ۱۰ عدد ماده در حضور ۱۰ عدد نر، میزان درصد تفریح نسبت به بقیه تیمارها کاهش معنی‌داری را نشان داد (جدول ۲).

جدول ۲. تأثیر کاهش نسبت افراد نر به ماده بر درصد تفریح

تیمار	درصد تفریح تخم	خطای استاندارد
۱۰ ماده در حضور ۲ نر	۰/۵۳ (a)	۰/۰۱۴
۱۰ ماده در حضور ۴ نر	۰/۵۶ (a)	۰/۰۱۶
۱۰ ماده در حضور ۶ نر	۰/۵۷ (a)	۰/۰۱۵
۱۰ ماده در حضور ۸ نر	۰/۵۶ (a)	۰/۰۱۶
۱۰ ماده در حضور ۱۰ نر	۰/۴۶ (b)	۰/۰۲۴

حروف متفاوت در ستون، نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح ۵ درصد است (آزمون F-LSD).

به عبارتی افزایش تعداد نرها باعث کاهش میزان باروری تخم‌ها شده است که معیار اساسی سازگاری ماده‌ها است. بدین ترتیب افزایش نرها در توده نه تنها باعث بالارفتن باروری تخم‌ها نمی‌شود، بلکه تأثیر منفی نشان می‌دهد و به کاهش میزان تفریح تخم‌ها منجر می‌شود. این نتایج مشابه یافته‌های حاصل از بررسی در دو گونه کفشدوزک *Coccinella septempunctata* و *Propylea dissecta* (Omkar and Mishra, 2005) و نیز *O. leavigatus* (Leon-Beck and Coll, 2009) است با این تفاوت که در سن *O. leavigatus* حضور بلندمدت نر در کنار ماده تنها بر میزان تخم‌گذاری ماده‌ها تأثیر منفی دارد، اما بر میزان تفریح تخم تأثیری

گذاشته‌شده و سپس، میزان تفریح آن‌ها ثبت شد. در صورت مرگ نر یا نرهای موجود در ظرف‌ها در اوایل آزمایش، نر بالغ و هم‌سن با نرهای مرده جایگزین شد. میزان تولید تخم و درصد تفریح آن‌ها به مدت ۲۰ روز ثبت شد.

### تجزیه داده‌ها

برای مقایسه میانگین تولید تخم در تیمارها، مجموع تخم‌های گذاشته‌شده در هر تکرار محاسبه شد. داده‌ها با استفاده از رویه GLM در نرم‌افزار SAS تجزیه واریانس شدند. همچنین، درصد تفریح تخم در تیمارها نیز به همین شیوه مقایسه شد. پیش از انجام تجزیه واریانس، نرمال بودن داده‌ها بررسی و در صورت لزوم از تبدیل داده‌ها برای نرمال کردن آن‌ها استفاده شد.

### نتایج و بحث

در تمام تیمارهای مورد بررسی تخم‌گذاری طبیعی ماده‌ها مشاهده شد. تجزیه آماری داده‌های مربوط به میزان تخم گذاشته‌شده در هر تیمار نشان داد که بین تیمارها تفاوت معنی‌دار آماری وجود دارد ( $P<0/0001$ ).  $F_{5,44}=76/23$ . گروه‌بندی تیمارها نشان داد که این تفاوت حاصل تفاوت تیمار شاهد با بقیه تیمارها بوده است و بقیه تیمارها (۱۰ ماده به ترتیب در حضور ۲، ۴، ۶، ۸ و ۱۰ نر) تفاوت معنی‌داری با هم ندارند (جدول ۱). کمترین میزان تولید تخم گذاشته‌شده مربوط به تیماری بود که در آن ۱۰ ماده بدون حضور نر (شاهد) نگاه‌داری شدند.

جدول ۱. تأثیر کاهش نسبت افراد نر به ماده بر زادآوری

تیمار	میانگین تولید تخم	خطای استاندارد
۱۰ ماده بدون حضور نر	۲۰۸/۰ (b)	۲۰/۸۵۶
۱۰ ماده در حضور ۲ نر	۱۷۴۹/۷ (a)	۱۴۴/۹۴۵
۱۰ ماده در حضور ۴ نر	۱۹۳۵/۵ (a)	۱۶۳/۷۷۶
۱۰ ماده در حضور ۶ نر	۱۷۲۰/۹ (a)	۱۳۶/۱۱۸
۱۰ ماده در حضور ۸ نر	۱۵۲۴/۶ (a)	۱۷۵/۲۸۵
۱۰ ماده در حضور ۱۰ نر	۱۹۷۳/۵ (a)	۱۴۴/۵۳۷

حروف متفاوت در ستون، نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح ۵ درصد است (آزمون F-LSD).

این نتایج به خوبی نشان می‌دهد که در پرورش کفشدوزک *H. variegata* کاهش ۸۰ درصدی حضور نرها در توده پرورشی، تأثیر معنی‌داری بر کاهش یا

است. اما براساس نتایج کسب‌شده در این پژوهش، پیشنهاد کاربردی‌تری ارائه می‌شود؛ بدین شکل که به جای حذف نرها برای کاهش هزینه جفت‌گیری مکرر، نسبت آن‌ها به ۸۰ درصد معمول کاهش داده شود و با پرورش حشره به نسبت ۱ نر در برابر ۵ ماده، نه تنها نتایج معادل نسبت ۵ نر در برابر ۵ ماده به دست می‌آید، بلکه درصد تفریح بیشتری نیز کسب می‌شود، آن هم به هزینه کمتر (کاهش هزینه پرورش و نگهداری نرهای اضافی).

### سپاسگزاری

این پژوهش با استفاده از اعتبارات قطب کنترل بیولوژیک گروه گیاه‌پزشکی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران و کمک مالی صندوق پژوهشگران و فناوران کشور (طرح شماره ۸۶۱۰۶۲۰) انجام شده است، بدین وسیله از همکاری مسئولان مربوطه برای تأمین منابع مالی اجرای این پژوهش سپاسگزاری می‌شود.

ندارد. در یافته‌های متفاوت، رابینسون، در سال ۱۹۸۰، نشان داد که افزایش نسبت ماده به نر در پرورش *Delia (= Hylemya) antiqua* می‌تواند به تولید بیشتر تخم منجر شود.

بررسی حاضر ضمن تأیید هزینه‌بر بودن وقوع جفت‌گیری مکرر برای کفشدوزک *H. variegata* نشان داد که تغییر نسبت جنسی اثر محسوسی روی نرخ تخم‌گذاری آن ندارد. بنابراین، می‌توان نتیجه گرفت نرخ بهینه جفت‌گیری در افراد این گونه محدود است و بیشتر شدن افراد نر و در نتیجه جفت‌گیری بیشتر، به تولید تخم بیشتر یا تفریح بیشتر منجر نخواهد شد.

Leon-Beck و Coll، در سال ۲۰۰۹، پس از اثبات تأثیرات منفی جفت‌گیری مکرر در سن *O. leavigatus* پیشنهاد کردند که برای پرورش انبوه این حشره، ۲ تا ۳ روز پس از خروج ماده‌ها و انجام جفت‌گیری، نرها از کلنی پرورشی حذف شوند تا هم ماده‌ها با سازگاری بیشتری به زندگی ادامه دهند و هم هزینه پرورش کاهش یابد. مشکل چنین پیشنهادی این است هزینه‌بر بودن آن و نیاز به جداسازی تک تک افراد و حذف نرها

## REFERENCES

- Abraham S, Goane L, Rull J, Cladera J, Willink E, Vera MT (2011) Multiple mating in *Anastrepha fraterculus* females and its relationship with fecundity and fertility. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 141(1): 15-24.
- Aguilera-Reyes U, Zavala-Páramo G, Valdez-Alarcón JJ, Cano-Camacho H, García-López GI, Pescador-Salas N (2006) Multiple mating and paternity determinations in domestic swine (*Sus scrofa*). *Animal Research* 55(5): 409-417.
- Arnqvist G, Nilsson T (2000) The evolution of polyandry: multiple mating and female fitness in insects. *Animal Behaviour* 60(2): 145-164.
- Atallah YH (1966) Ecological and nutritional studies on *Coleomegilla maculata* De Geer (Coleoptera: Coccinellidae). II. the effects of different population densities and sex ratios on oviposition. *Journal of Economic Entomology* 59(5): 1179-1180.
- Farhadi R (2008). Predation rate of *Hippodamia variegata* (Col: Coccinellidae) on *Aphis fabae* at laboratory conditions. M.Sc. thesis, Faculty of Agriculture, University of Tehran, Iran. (In Persian).
- Fortes P, Cônsoli FL (2011) Are there costs in the repeated mating activities of female Southern stink bugs *Nezara viridula*? *Physiological Entomology* 36(3): 215-219.
- Hodek I, and Ceryngier P (2000) Sexual activity in Coccinellidae (Coleoptera): a review. *European Journal of Entomology* 97: 446-456.
- Hurst GDD, Sharpe RG, Broomfield AH, Walker LE, Majerus TMO, Zakharov IA and Majerus MEN (1995) Sexually transmitted disease in a promiscuous insect, *Adalia bipunctata*. *Ecological Entomology* 20,230-236.
- Kontodimas DC, Stathas GJ (2005) Phenology, fecundity and life table parameters of the predator *Hippodamia variegata* reared on *Dysaphis crataegi*. *BioControl* 50(2): 223-233.
- Leon-Beck M, and Coll M (2009) The mating system of the flower bug *Orius laevigatus*. *Biological Control* 50: 199-203.
- Omkar M, Mishra G, Singh SK (2006) Optimal number of matings in two aphidophagous ladybirds. *Ecological Entomology* 31(1): 1-4.

- Omkar M, and Mishra G** (2005) Mating in aphidophagous ladybirds: costs and benefits *Journal of Applied Entomology* 129(8): 432–436.
- Omkar M, and Singh S** (2010) Mating behaviour of the aphidophagous ladybird beetle *Coelophora saucia* (Coleoptera, Coccinellidae). *International Journal of Tropical Insect Science* 30(1): 3–10.
- Omkar M, and Pervez A** (2005) Mating behavior of an aphidophagous ladybird beetle, *Propylea dissecta* (Mulsant). *Insect Science* 12: 37–44.
- Parker GA** (1970) Sperm competition and its evolutionary consequences in the insects. *Biological Reviews* 45: 525-567.
- Robinson AS** (1980) Effect of sex ratio at three densities on reproduction in laboratory colonies of *Delia* (= *Hylemya*) *antique* Meig. *Journal of Applied Entomology* 90: 82–89.
- Watson PJ, Arnqvist G, Stallman RR** (1998) Sexual conflict and the energetic costs of mating and mate choice in water striders. *American Naturalist*, 151: 46–58