

## اثر طول دوره رشدی بر طول عمر و رفتارهای جفت گیری حشره کامل سوسک چهار نقطه ای *Callosobruchus maculatus* حبوبات

اعظم امیری

استادیار دانشکده جغرافیا و برنامه ریزی محیطی، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران.  
(تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۹/۲۷ - تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۱/۰۹)

### چکیده

این مطالعه اثر طول دوره رشدی پیش از بلوغ بر طول عمر حشره کامل و رفتارهای جفت گیری سوسک چهار نقطه ای حبوبات، *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Bruchidae) را بررسی می کند. در آزمایش حاضر، از تخم های هم سن و حشرات کامل باکره یک روزه استفاده شد. طول عمر حشرات کامل مرتبط با هر دوره رشدی، تعداد تخم و درصد تفریح و پارامترهای مرتبط با جفت گیری شامل درصد موفقیت جفت گیری، درصد عدم پذیرش نرها، درصد نرهای بی رغبت به جفت گیری، زمان تأخیر جفت گیری، زمان شروع و طول مدت لگد زدن توسط ماده و طول مدت جفت گیری ثبت شد. نتایج نشان داد طول دوره رشدی تأثیر معنا داری بر طول عمر حشرات ماده نداشت ولی بر طول عمر حشرات نر اثر معنی دار داشت. به طوری که حشرات نری که طول دوره رشدی بسیار کم یا بسیار زیاد داشتند، طول عمر کمتری نسبت به حشرات نر ظاهر شده در میانه دوره (با طول دوره رشدی متوسط) داشتند. حشرات نر با طول دوره رشدی زیاد، قابلیت کمتری در موفقیت در برابر مقاومت حشره ماده و نهایتاً موفقیت در جفت گیری داشتند. همچنین مدت زمان جفت گیری از طول دوره رشدی حشره تأثیر پذیرفت. به طور کلی، طول دوره رشدی سوسک چهار نقطه ای حبوبات تأثیر مستقیمی در طول عمر حشرات کامل و رفتارهای جفت گیری آن دارد و توجه به این موضوع در انتخاب حشرات برای آزمایشهای مختلف اهمیت داشته و میتواند در کاهش خطاهای آزمایش نقش بسزائی داشته باشد.

واژه های کلیدی: دوره رشدی، جفت گیری، سوسک چهار نقطه ای حبوبات، طول عمر، *Callosobruchus maculatus*.

## Effect of developmental time on the cowpea weevil *Callosobruchus maculatus* adult longevity and mating behaviors

Azam Amiri

Assistant Professor in College of Geography and Environmental Planning, University of Sistan and Baluchestan, Zahedan, Iran.

(Received: Dec 18, 2021- Accepted: Jan 29, 2022)

### Abstract

This study investigated the effect of pre-maturity developmental time on adult longevity and mating behaviors of the cowpea weevil, *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Bruchidae). Eggs of the same age and one-day-old virgin adult insects were used for the experiments. Longevity of adult insects associated with each developmental time, the number of eggs and hatching percentage, besides mating-related parameters, including mating success rate, males rejection rate, mating reluctance males, mating latency, onset time, and duration of kicking by the females and mating duration were recorded. The results showed that the length of the developmental time did not significantly affect the longevity of the female insects but showed a significant effect on the longevity of the male individuals. Male insects with a very short or very long developmental time had a shorter lifespan compared to the male insects that appeared in the middle of the period (with a medium developmental time). Male insects with longer developmental time had less ability to succeed against female insect resistance and eventually mating success. Copulation duration was also affected by the insect's developmental time length. In general, the cowpea weevil's developmental time directly impacts the longevity of adult insects, and their mating behaviors. In addition, attention to this issue is important in selecting insects for different experiments. It can play a significant role in reducing experimental errors.

**Keywords:** Developmental time; Mating; Cowpea weevil; Longevity; *Callosobruchus maculatus*

### مقدمه

سوسک چهار نقطه ای حبوبات (Coleoptera: *Callosobruchus maculatus* Bruchidae) از آفات کلیدی انواع حبوبات است و هر ساله خسارت زیادی به محصولات انباری وارد میکند. در مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری این حشره خسارت زیادی به لوبیا چشم بلبلی وارد میکند (Cope and Fox, 2003; Wagner and Bakare, 2017). به دلیل اهمیت کنترل این حشره و همچنین استفاده از آن به عنوان حشره مدل، آشنایی بیشتر با زیست شناسی و تاثیر هر یک از مراحل زندگی آن بر دیگر مراحل از اهمیت خاصی برخوردار است و میتواند بر نتایج آزمایشهای مختلف و درصد خطای آنها تاثیر بگذارد. حشره ماده سوسک چهار نقطه ای حبوبات تخم خود را بر سطح حبوبات گذاشته و لارو پس از تفریخ وارد دانه شده و کل دوران لاروی و شفیرگی را داخل یک دانه سپری میکند. لاروها با ایجاد تونل و تغذیه داخل دانه خسارت کمی و کیفی فراوانی به محصول وارد میکنند. حشره کامل از دانه خارج شده و بلافاصله جفت گیری کرده و بدون نیاز به تغذیه میتواند زنده بماند. جفت گیری سوسک چهار نقطه ای حبوبات دو مرحله مشخص دارد.

در مرحله اول پس از شروع جفت گیری، نر و ماده هر دو آرام هستند و در مرحله دوم، حشره ماده شروع به لگد زدن میکند. حشرات ماده *C. maculatus* به دلیل آسیبی که اندام تناسلی حشره نر به دستگاه تولید مثلی آنها میزند، ترجیح میدهند زمان جفت گیری کوتاه باشد تا در نتیجه مقدار آسیبی که مبینند کمتر شود. به همین علت پس از گذشت مدت زمانی کوتاه از شروع جفت گیری، با پاهای عقبی خود شروع به لگد زدن به حشره نر میکنند تا جفت گیری را به پایان برسانند. حشرات نر این گونه، دارای خارهایی روی اندام تناسلی است که سبب سوراخ شدن و زخمی شدن دستگاه تولید مثلی حشره ماده میشود (den Hollander and Gwynne, 2009; Eady and Brown, 2017). در برخی حشرات نشان داده شده است که طول دوره لاروی میتواند بر

طول عمر حشره کامل تاثیر بگذارد. برای مثال در پشه آنوفل، *Anopheles darlingi* در گروهی که مقدار غذای بیشتری دریافت کرده بودند، تغذیه بیشتر باعث کاهش طول دوره رشدی و افزایش طول عمر حشره کامل ماده شد (Araújo et al., 2012). همچنین در پشه *Aedes aegypti* ارتباط بین تغذیه لارو و طول عمر حشره کامل و موفقیت جفت گیری گزارش شده است (Lang et al., 2018). در مورد سوسک چهار نقطه ای حبوبات، در مطالعات زیادی اثر عواملی مانند جفت گیری، دما، نوع میزبان و اندازه آن بر طول دوره رشدی یا طول عمر حشرات کامل بررسی شده است (Lale and Vidal, 2003; den Hollander and Gwynne, 2009; Rupesh et al., 2016; Vasudeva et al., 2018; Mafek and Czarnoleski, 2021). همچنین تاثیر سن مادر بر طول دوره رشدی این حشره گزارش شده است (Fox 1993). به طوریکه با افزایش سن مادر، طول دوره رشدی نیز افزایش یافته و دیرتر حشرات کامل ظاهر میشوند. اما در حال حاضر اطلاعات کمی راجع به ارتباط طول دوره رشدی این حشره با ویژگیهای حشره کامل همان نسل وجود دارد.

طول دوره رشدی پیش از بلوغ برای این حشره از اهمیت بالایی برخوردار است. به این دلیل که سوسک چهار نقطه ای حبوبات به طور اختیاری تغذیه نمیکند (در صورت وجود آب یا آب و عسل از آن تغذیه میکنند ولی بدون تغذیه هم حشرات کامل قادر به زنده ماندن و تولیدمثل هستند)، این حشره برای زنده ماندن در مرحله پس از ظهور حشره کامل و تولید مثل به طور کامل نیازمند ذخایر غذایی است که در دوران لاروی در بدن خود ذخیره کرده است (Wagner and Bakare, 2017).

بنابراین طول دوره رشدی میتواند تاثیر مستقیم بر طول عمر و تولیدمثل حشره داشته باشد. هدف از مطالعه حاضر این است که تاثیر طول دوره رشدی قبل از بلوغ را بر طول عمر حشرات کامل نر و ماده سوسک چهار نقطه ای حبوبات و همچنین بر شایستگی تولیدمثلی آنها و رفتارهای جفت گیری بررسی نماید.

## مواد و روش‌ها

### پرورش حشرات

سوسک چهار نقطه‌ای حبوبات، (Coleoptera: *C. maculatus* Bruchidae) که در این آزمایش استفاده شد، روی لوبیای چشم بلبلی (*Vigna unguiculata*) (Rupesh et al., 2016) در شرایط دمایی  $25 \pm 5$  درجه سلسیوس، رطوبت نسبی  $50 \pm 5$  درصد، و در شرایط نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی پرورش داده شد (Lale and Vidal, 2003; Malek and Czarnoleski, 2021) و پس از حداقل پنج نسل پرورش آزمایشگاهی در این مطالعه به کار گرفته شد. لازم به ذکر است لوبیای چشم بلبلی قبل از اینکه برای پرورش کلنی یا تیمارها استفاده شود، علاوه بر بازرسی چشمی برای اطمینان از عدم آلودگی به آفت، به مدت ۴۸ ساعت در دمای منفی ۲۰ درجه سلسیوس نگهداری شد تا آلودگی احتمالی نیز از بین برود.

برای شروع آزمایش، لوبیای چشم بلبلی سالم، به مقداری که ته ظرف را کامل بپوشاند، در ظرف پرورش ریخته شد و سیصد حشره بالغ یک روزه سوسک چهار نقطه‌ای حبوبات به مدت ۶ ساعت به آن ظرف منتقل شد تا تخم گذاری نمایند. پس از ۶ ساعت لوبیاها از ظرف خارج شدند. بعد از گذشت یک هفته لوبیاها زیر نور چراغ، بررسی شد و لوبیاهایی که دارای دو تخم تفریخ شده بودند به تعداد سیصد عدد برای انجام آزمایش انتخاب شدند. تخمهای تفریخ شده با تغییر رنگ از حالت شفاف و شیشه‌ای به رنگ سفید قابل تشخیص هستند (Watanabe, 1990).

هر لوبیا که حاوی دو تخم تفریخ شده بود، برای ادامه آزمایش، جداگانه به یک پتری دیش پلاستیکی با قطر شش سانتی متر منتقل شد. از روز بیستم به بعد هر روز ظرفها بررسی میشد تا در صورت ظاهر شدن حشره کامل برای آزمایش جفت گیری استفاده شود. اگر در ظرفی دو جنس مخالف دیده می‌شد، به دلیل احتمال جفت گیری و عدم باکره بودن، هر دو حشره از آزمایش حذف می‌شدند.

از آنجایی که این گونه، ه کل دوران لاروی و

شفیرگی را در داخل یک لوبیا گذرانده و حشره کامل از لوبیا خارج میشود، در این آزمایش فاصله زمان تخم گذاری تا زمان ظهور حشره کامل به عنوان دوره رشدی در نظر گرفته شد.

### آزمایش جفت گیری

به منظور بررسی اثر طول دوره رشدی بر رفتارهای جفت گیری، حشرات نر و ماده باکره با کمتر از ۲۴ ساعت سن، برای آزمایش جفت گیری انتخاب شدند (Messina et al., 2007; Amiri and Bandani, 2021). اولین جفت گیری برای هر جفت مشاهده و پارامترهای مربوط به آن با جزئیات کامل ثبت شد. تعداد حشرات مورد آزمایش ۲۲۰ حشره و به عبارتی برای طول دوره رشدی ۲۶ تا ۲۷ روز، ۲۸ تا ۲۹، ۳۰ تا ۳۱، ۳۲ تا ۳۳ و ۳۴ تا ۳۵ روز به ترتیب ۵۴، ۵۴، ۶۰ و ۳۰ حشره باکره بود. آزمایش بدین شکل انجام شد که ابتدا حشره نر باکره به یک پتری دیش خالی منتقل می‌شد و سپس بلافاصله حشره ماده باکره به آن پتری دیش انتقال و ده دقیقه زمان برای شروع جفت گیری در نظر گرفته می‌شد. در صورت شروع جفت گیری، فاصله زمانی بین اضافه شدن حشره ماده به ظرف و شروع جفت گیری، زمان تاخیر جفت گیری (mating latency) نامیده شد. مدتی پس از شروع جفت گیری، حشره ماده شروع به لگد زدن می نمود تا به جفت گیری پایان دهد. زمان شروع لگد زدن (kicking phase start) و مدت زمان لگد زدن (kicking duration) تا پایان جفت گیری ثبت و طول زمان جفت گیری (copulation duration) محاسبه شد. اندازه گیری زمانها توسط کرومومتر دیجیتال انجام شد. همچنین درصد جفت گیری های موفق (successful mating)، درصد حشرات نری که در تلاش برای جفت گیری ناموفق بودند، و توسط حشره ماده پس زده شدند (rejected male) و درصد حشرات نری که در این ده دقیقه تمایلی به جفت گیری نداشتند و تلاشی برای جفت گیری نکردند (male with no tendency) ثبت شد.

پس از پایان جفت گیری، هر جفت به پتری دیش

نداشتن جفت، از آزمایش حذف شدند. از روز ۲۶ هم حشره نر و هم حشره ماده ظاهر شده و امکان آزمایش جفت گیری فراهم شد. این روند تا ده روز ادامه پیدا کرد و هر روز داده ها ثبت شد.

طول عمر حشرات ماده بستگی به زمان دوره رشدی آنها نداشت (شکل 1a) اما دوره رشدی تاثیر معنی داری بر طول عمر حشره کامل نر گذاشت. به طوریکه حشرات نر با طول دوره رشدی ۲۹-۲۸، ۳۱-۳۰، ۳۰، و ۳۳-۳۲ روز طول عمر بیشتری نسبت به حشرات نر با طول دوره رشدی ۲۷-۲۶ و ۳۵-۳۴ روز داشتند (به ترتیب،  $11/3 \pm 0/8$ ،  $11/1 \pm 0/8$ ،  $8/0 \pm 0/7$  و  $9/4 \pm 0/7$  روز). مقدار P برای طول عمر حشرات نر در دوره رشدی ۲۹-۲۸، ۳۱-۳۰، و ۳۳-۳۲ روز به ترتیب برابر با  $P=0/026$ ،  $P=0/044$  و  $P=0/007$  بود (شکل 1b).

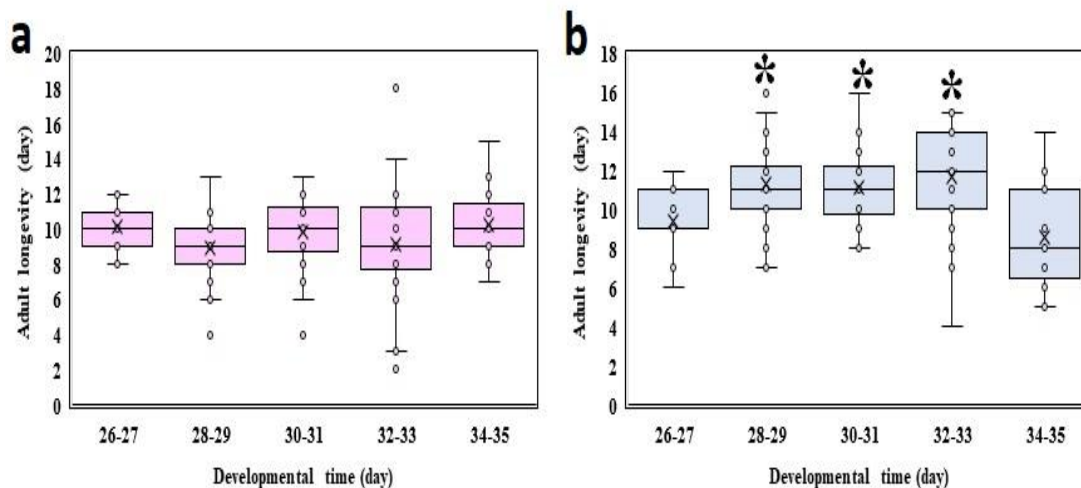
طول دوره رشدی سوسک چهار نقطه ای حیوانات تفاوت معنی داری در تعداد تخم ( $P > 0.05$ ) و درصد تفریخ تخمها ( $P > 0.05$ ) ایجاد نکرد (شکل ۲).

حاوی ۲۰ لوبیا چشم بلبلی انتقال داده شده و پس از ۲۴ ساعت، لوبیاهای حاوی تخم جمع آوری شد تا تعداد تخم و درصد تفریخ ثبت شود. لوبیاهای جدید به پتری دیشها اضافه و هر روز پتری دیشها بررسی و مرگ و میر حشرات ثبت شد تا طول عمر حشرات کامل به دست آید. تجزیه و تحلیل داده ها از طریق روش مدل آمیخته خطی (Linear Mixed Model) و با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۲۶ در محدوده اطمینان ۹۵ درصد جهت مقایسه انجام شد (Harrison *et al.*, 2018). اعداد نمایش داده شده میانگین به اضافه و منهای خطای استاندارد (SE) هستند.

### نتایج

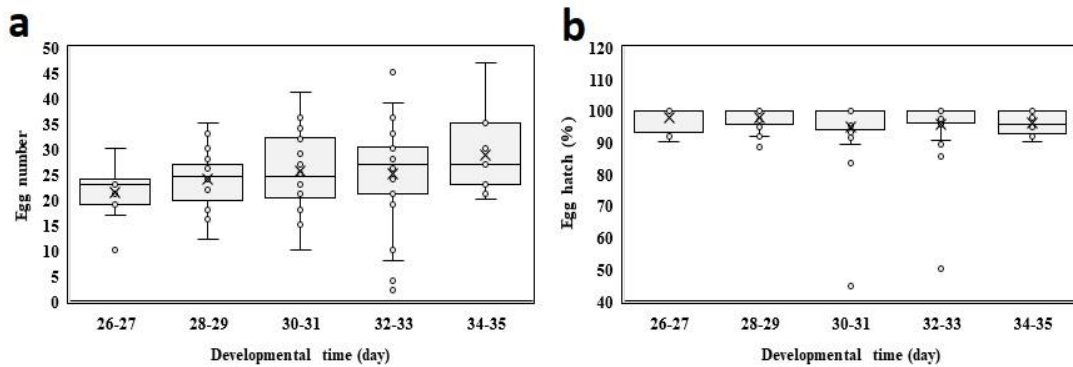
#### اثر طول دوره رشدی بر پارامترهای زیستی

ظهور حشرات کامل از ۲۳ روز پس از تخم گذاری شروع شد. اما در سه روز اول فقط حشرات نر طول دوره رشدی خود را کامل کرده و به حشره بالغ تبدیل شده و از لوبیا خارج شدند. این حشرات به دلیل



شکل ۱. تاثیر طول دوره رشدی *C. maculatus* بر طول عمر حشره کامل (روز). (a): طول عمر حشره ماده، (b): طول عمر حشره نر. علامت ستاره (\*) نشان دهنده تفاوت معنی دار است ( $P < 0.05$ ).

Fig. 1. Effect of *C. maculatus* developmental time on adult longevity (day). (a): Female longevity, (b): Male longevity. Asterisk (\*) indicates significant differences ( $P < 0.05$ ).

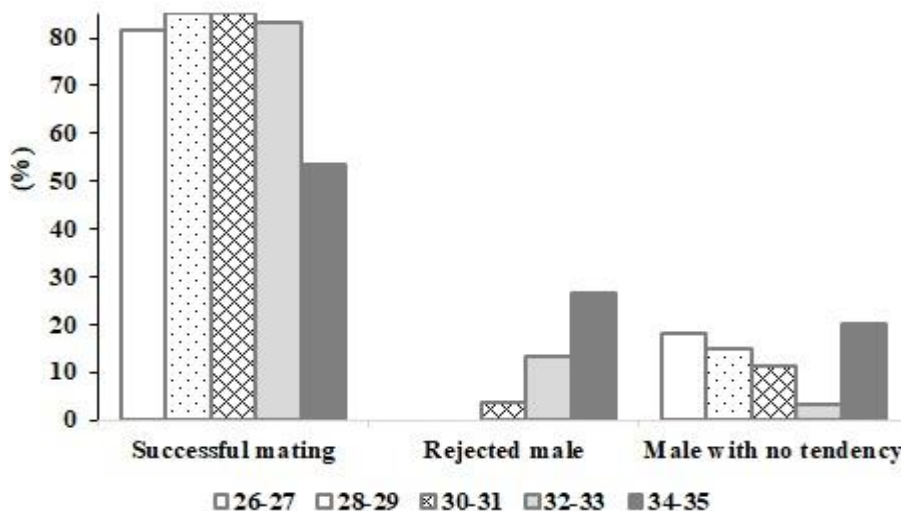


شکل ۲. تاثیر طول دوره رشدی *C. maculatus* بر تعداد تخم و درصد تفریخ. (a): تعداد تخم، (b): درصد تفریخ.  
Fig. 2. Effect of *C. maculatus* developmental time on egg number and hatch percentage. (a): Egg number, (b): Hatch percentage.

ممانعت حشره ماده با شکست مواجه شد. این در حالی است که هیچ کدام از نرهای با طول دوره رشدی ۲۶-۲۷ روز و ۲۸-۲۹ روز در برابر مقاومت حشره ماده با شکست روبرو نشدند. بیشترین عدم تمایل به جفت گیری ۲۰ درصد بود که در نرهای طول دوره رشدی ۳۴-۳۵ روز مشاهده شد و کمترین عدم تمایل نرها در نرهای طول دوره رشدی ۳۲-۳۳ روز و به مقدار ۳،۳ درصد بود (شکل ۳).

### اثر طول دوره رشدی بر رفتار جفت گیری

طول دوره رشدی سوسک چهار نقطه ای حیوانات بر درصد موفقیت در جفت گیری و نیز رفتارهای جفت گیری تاثیر داشت. برای مثال ۸۱/۸ درصد از حشرات با طول دوره رشدی ۲۶-۲۷ روز موفق به جفت گیری شدند؛ در حالی که این درصد برای حشرات با طول دوره رشدی ۳۴-۳۵ روز، ۵۳/۳ درصد بود (شکل ۳). همچنین تلاش ۲۶/۷ درصد از نرهای با طول دوره رشدی ۳۴-۳۵ روز برای شروع جفت گیری به دلیل



شکل ۳. تاثیر طول دوره رشدی *C. maculatus* بر درصد جفت گیری موفق، عدم پذیرش نرها و عدم تمایل نرها.  
Fig. 3. Effect of *C. maculatus* developmental time on percentage of mating success, rejected males, and males with no tendency.

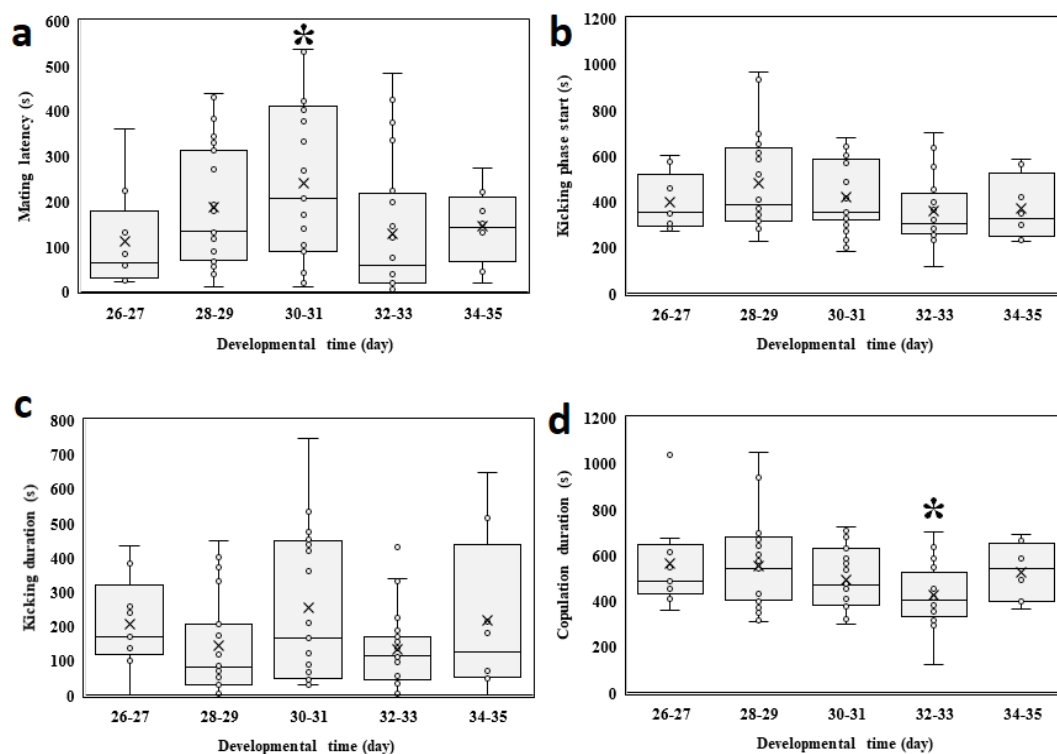
(شکل ۴). برای مثال نرهای با طول دوره رشدی ۳۱-۳۰ روز دیرتر از بقیه نرها شروع به جفت گیری کردند

پس از شروع جفت گیری، دیگر رفتارهای جفت گیری هم تحت تاثیر طول دوره رشدی حشرات بود

4b و 4c). اما مدت زمان جفت گیری از طول دوره رشدی حشره تأثیر پذیرفت و حشرات با طول دوره رشدی بیشتر مدت زمان جفت گیری کمتری را تجربه کردند. مدت زمان جفت گیری در حشرات با طول دوره رشدی ۳۲-۳۳ روز  $425/3 \pm 61/9$  ثانیه در مقایسه با  $561/5 \pm 52/8$  ثانیه در حشرات با طول دوره رشدی ۲۶-۲۷ روز بود (شکل 4d).

و تاخیر در شروع جفت گیری در این نرها  $240/57 \pm 1/1$  ثانیه در مقایسه با  $111/8 \pm 48/4$  ثانیه در نرهای با طول دوره رشدی ۲۶-۲۷ روز بود (شکل 4a) ( $P=0/027$ ).

شروع لگد زدن به حشره نر توسط حشره ماده، برای پایان دادن به جفت گیری، و همچنین طول مدت لگد زدن تحت تأثیر طول دوره رشدی حشره نبود و تفاوت معناداری بین تیمارها دیده نشد (شکل



شکل ۴. تأثیر طول دوره رشدی *C. maculatus* بر رفتارهای جفت گیری حشره کامل. (a): تاخیر در جفت گیری، (b): شروع مرحله لگد زدن. (c): مدت زمان لگد زدن، (d): مدت زمان جفت گیری. علامت ستاره (\*) نشان دهنده تفاوت معنی دار است ( $P < 0/05$ ).

Fig. 4. Effect of *C. maculatus* developmental time on adult mating behaviors. (a): Mating latency, (b): Kicking phase start, (c): Kicking duration, (d): Copulation duration. Asterisk (\*) indicates significant differences ( $P < 0.05$ ).

دوره رشدی بسیار کم یا بسیار زیاد داشتند، طول عمر کمتری نسبت به حشرات نر ظاهر شده در میانه دوره داشتند.

طبق یافته های این مطالعه، حشرات نر با طول دوره رشدی زیاد قابلیت کمتری در موفقیت در برابر

## بحث

داده های این مطالعه نشان داد که طول دوره رشدی تأثیر معناداری بر طول عمر حشره ماده نداشت ولی بر عمر حشرات نر موثر بود. به طوری که حشرات نری که ابتدا و انتهای این دوره ده روزه ظاهر شدند و طول

مطالعه ای تأثیر دمای رشد لارو سوسک چهار نقطه ای حبوبات را بر رفتار جفتگیری حشره بالغ بررسی و بیان کرده است مدت زمان جفت گیری در دمای پایین تر محیط، طولانی تر بود. همچنین در نرهایی که در دمای بالا پرورش یافته بودند، احتمال شروع جفت گیری کمتر بود (Vasudeva *et al.*, 2018).

مطالعه ای نشان داده است که اگر از لگد زدن سوسک چهار نقطه ای حبوبات ماده جلوگیری شود، جفت گیری طولانی تر و صدمات وارده به دستگاه تولیدمثلی ماده شدیدتر می شود. ظاهراً نرها از خارهای اندام تناسلی به عنوان لنگر برای طولانی تر کردن مدت جفت گیری استفاده می کنند و ماده ها برای پایان دادن به جفت گیری لگد می زنند (Edvardsson and Canal, 2006). همچنین مطالعه دیگری بیان کرده است ماده های سوسک چهار نقطه ای حبوبات از جفت گیری نسبتاً طولانی رنج نمی برند، بلکه در عوض از مواد مغذی زیادی که طی جفت گیری طولانی وارد بدنشان میشود سود می برند (Lieshout *et al.*, 2014). به طور کلی میتوان گفت طول دوره رشدی در حشرات نر اهمیت بیشتری نسبت به حشرات ماده داشت و حشراتی که در جمعیت، طول دوره رشدی بسیار کم و یا بسیار زیاد داشتند، از شایستگی و قابلیت تولید مثلی کمتری نسبت به بقیه برخوردار بودند. همچنین این نرها طول عمر کمتری هم داشتند.

### تعارض منافع

هیچ گونه تعارض منافع توسط نویسندگان وجود ندارد.

ممانعت حشره ماده و نهایتاً موفقیت در جفت گیری داشتند. همچنین مدت زمان جفت گیری از طول دوره رشدی حشره تأثیر پذیرفت و مدت زمان جفت گیری در حشرات با طول دوره رشدی ۳۲-۳۳ روز به طرز قابل توجهی کاهش یافت. دیگر مطالعات نشان داده اند که رفتار و مدت زمان جفت گیری می تواند به طور مستقیم بر شایستگی (fitness) و توانایی تولید مثل حشرات تأثیرات مهمی بگذارد (Wolff and Gorb, 2016). برای ماده ها، ممکن است مهم باشد که جفت گیری به اندازه کافی طول بکشد تا بتوانند مقدار کافی اسپرم دریافت کنند. علاوه بر این، زمانی که نرها همراه با اسپرم، مواد مغذی به ماده ها منتقل می کنند یا به ماده ها در طول جفت گیری غذا می دهند، زمان طولانی جفت گیری ممکن است برای ماده ها مفید باشد (Arnqvist and Nilsson, 2000; Edvardsson and Canal, 2006). هزینه های جفت گیری، مانند اتلاف وقت، هزینه های انرژی، افزایش خطر شکار و صدمات ناشی از رفتار نر یا موادی که نرها منتقل می کنند، نیز ممکن است با بیشتر شدن مدت زمان جفت گیری افزایش یابد (Simmons, 2001). بنابراین، زمانی که ماده ها تعداد کافی اسپرم دریافت کردند، سود حاصل از ادامه جفت گیری باید به سرعت کاهش یابد (Edvardsson and Canal, 2006). در مجموع، می توان انتظار داشت که نرها اغلب از افزایش مدت زمان جفت گیری بیشتر از حد مطلوب برای ماده ها سود ببرند (Simmons, 2001). تحقیقات نشان داده اند جفت گیری طولانی مدت باعث افزایش موفقیت لقاح در سنجاقک *Ceriatrion tenellum* و دو گونه کفشدوزک شسته خوار شد (Andrés and Cordero, 2000; Omkar Singh and Pervez, 2006).

### REFERENCES

1. Amiri A., & Bandani A.R. (2021). Parents' living conditions influence offspring fitness and competency. *Journal of Stored Products Research*, 92 (101795).
2. Andrés, J. & Cordero Rivera, A. (2000). Copulation duration and fertilization success in a damselfly: an example of cryptic female choice? *Animal Behaviour*, 59, 695-703.
3. Araújo, M.d.S., Gil, L.H.S. & e-Silva, A.d.A. (2012). Larval food quantity affects development time, survival and adult biological traits that influence the vectorial capacity of *Anopheles darlingi* under laboratory conditions. *Malaria journal*, 11, 261.
4. Arnqvist, G. & Nilsson, T. (2000). The evolution of polyandry: multiple mating and female fitness in insects. *Animal Behaviour*, 60, 145-164.
5. Cope, J.M. & Fox, C.W. (2003). Oviposition Decisions in the Seed Beetle, *Callosobruchus Maculatus* (Coleoptera: Bruchidae): Effects of Seed Size on Superparasitism. *Journal of stored products*

- research*, 39, 355-365.
6. den Hollander, M. & Gwynne, D.T. (2009). Female fitness consequences of male harassment and copulation in seed beetles, *Callosobruchus maculatus*. *Animal Behaviour*, 78, 1061e1070.
  7. Eady, P.E., Brown, D.V. 2017. Male-female interactions drive the (un)repeatability of copula duration in an insect. *Royal Society Open Science*, 4, 160962.
  8. Edvardsson, M. & Canal, D. (2006). The effects of copulation duration in the bruchid beetle *Callosobruchus maculatus*. *Behavioral Ecology*, 17, 430–434.
  9. Fox, C.W. (1993). The influence of maternal age and mating frequency on egg size and offspring performance in *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Bruchidae). *Oecologia*, 96(1),139-146.
  10. Harrison, X.A. et al. (2018). A brief introduction to mixed effects modelling and multi-model inference in ecology. *PeerJ* 6, e4794.
  11. Lale, N.E.S. & Vidal, S. (2003). Effect of constant temperature and humidity on oviposition and development of *Callosobruchus maculatus* (F.) and *Callosobruchus subinnotatus* (Pic) on bambara groundnut, *Vigna subterranea* (L.) Verdcourt. *Journal of Stored Products Research*, 39, 459-70.
  12. Lang, B.J., Idugboe, S., McManus, K., Drury, F., Qureshi, A. & Cator, L.J. (2018). The Effect of Larval Diet on Adult Survival, Swarming Activity and Copulation Success in Male *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). *Journal of medical entomology*, 55(1),29-35.
  13. Malek, D.K. & Czarnoleski, M. (2021). Thermal Preferences of Cowpea Seed Beetles (*Callosobruchus maculatus*): Effects of Sex and Nuptial Gift Transfers. *Insects*, 12, 310.
  14. Messina, F.J., Bloxham, A.J. & Seargent, A.J. (2007). Mating compatibility between geographic populations of the seed beetle *Callosobruchus maculatus*. *Journal of Insect Behavior*, 20, 489501.
  15. Omkar Singh, K. & Pervez, A. (2006). Influence of mating duration on fecundity and fertility in two aphidophagous ladybirds. *Journal of Applied Entomology*, 130, 103–107.
  16. Rupesh S. et al. (2016). Growth and developmental responses of *Callosobruchus maculatus* (F.) on various pulses. *Legume Research*, (39),840-843.
  17. Simmons, L.W. (2001). *Sperm competition and its evolutionary consequences in the insects*. Princeton, New Jersey: Princeton University Press.
  18. van Lieshout, E., McNamara, K.B. & Simmons, L.W. (2014). Why Do Female *Callosobruchus maculatus* Kick Their Mates? *PLoS One*, 9(4), e95747.
  19. Vasudeva, R., Deeming, D.C. & Eady, P.E. (2018). Larval developmental temperature and ambient temperature affect copulation duration in a seed beetle. *Behaviour*, 155, 69–82.
  20. Wagner, J.D. & Bakare, A. (2017). Lifetime reproductive effort is equal between the sexes in seed beetles (*Callosobruchus maculatus*): dispelling the myth of the cheap male. *Ethology Ecology and Evolution*, 29, 387-396.
  21. Watanabe, N. (1990). *Diversity in life cycle patterns of bruchids occurring in Japan (Coleoptera: Bruchidae): Bruchids and Legumes: Economics, Ecology and Coevolution*. Kluwer Academic Publishers.
  22. Wolff, J. O. & Gorb, S. N. (2016). *Biological Functions and Evolutionary Aspects: Attachment Structures and Adhesive Secretions in Arachnids*. Biologically-Inspired Systems. Springer.