پژوهش‌های کاربردی در گیاه‌پزشکی/ جلد ۶ شماره ۳/ سال ۱۳۹۶

اثر تغذیه‌ی لاروها از گلیسرول و آب نوشیدن حشرات کامل روی چند ویژگی زیستی شب‌پره‌ی مدیترانه‌ای آرد، *Ephestia kuehniella* Zeller (Lep.; Pyralidae)

مژگان حیدری تقی‌آبادی[۱]، محسن یزدانیان[۲*] و علی افشاری[۲]

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده تولید گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.
۲- به ترتیب استادیار و دانشیار گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده تولید گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.
*نویسنده مسئول: mohsenyazdanian@gau.ac.ir

تاریخ دریافت: ۹۵/۱۱/۲۴ تاریخ پذیرش: ۹۶/۳/۳۰

چکیده

تغذیه‌ی حشرات کامل شب‌پره‌های انباری جنس *Ephestia* از آب و محلول‌های قندی، و نیز کیفیت و کمیت رژیم غذایی لاروها بسیاری از ویژگی‌های زیستی حشرات کامل را تحت تاثیر قرار می‌دهند. در این تحقیق، اثر تغذیه‌ی لاروهای شب‌پره‌ی مدیترانه‌ای آرد (*Ephestia kuehniella* Zeller) از گلیسرول و آب نوشیدن حشرات کامل بر طول عمر و زادآوری حشرات کامل بررسی شد. لاروها روی دو رژیم غذایی: جوانه‌ی گندم، مخمر آبجو و گلیسرول (۱۰ به ۱ به ۲)، و جوانه‌ی گندم و مخمر آبجو (۱۰ به ۱) پرورش داده شدند. برخی حشرات کامل پیش از جفتگیری به مدت دو روز آب نوشیدند و برخی به آب دسترسی نداشتند. اثر تغذیه‌ی لاروها از گلیسرول در صورت آب ننوشیدن حشرات کامل نر و ماده روی طول عمر ماده‌ها معنی‌دار بود ولی آب نوشیدن یک و یا هر دو جنس باعث عدم تاثیر آن شد. آب نوشیدن هر دو جنس، بسته به تغذیه یا عدم تغذیه‌ی لاروها از گلیسرول، به ترتیب باعث کاهش معنی‌دار و غیرمعنی‌دار طول عمر ماده‌ها شد. اثر تغذیه‌ی لاروها از گلیسرول روی طول عمر نرها نیز معنی‌دار بود ولی برخلاف ماده‌ها، آب نوشیدن نرها نبود گلیسرول را جبران نکرد. حشرات کامل حاصل از رژیم غذایی دارای گلیسرول، زادآوری بالاتری داشتند. آب نوشیدن یا ننوشیدن یک جنس، آب نوشیدن جنس دیگر را روی زادآوری تحت تاثیر قرار داد. تغذیه از گلیسرول درصد تفریخ تخم‌ها را افزایش داد و اثر جفتگیری نرها یا ماده‌های آب نوشیده یا ننوشیده با هم، روی درصد تفریخ تخم‌ها متفاوت بود. به طور کلی، گلیسرول رژیم غذایی و آب نوشیدن حشرات کامل باعث افزایش طول عمر و زادآوری آن‌ها شد و درصد تفریخ تخم‌ها تحت تاثیر گلیسرول رژیم غذایی و آب نوشیدن حشرات کامل نر قرار داشت.

واژه‌های کلیدی: زادآوری، طول عمر، شب‌پره‌ی مدیترانه‌ای آرد، گلیسرول، نوشیدن آب.

مقدمه

کیفیت غذا در تغذیه‌ی لاروهای حشرات روی ویژگی‌هایی مانند تولید گامت، ذخایر چربی، وزن ماهیچه‌ها و اندازه‌ی بدن حشرات کامل تاثیر می‌گذارد. به علاوه، لاروها برای زنده‌مانی به رطوبت زیاد در رژیم غذایی خود وابسته می‌باشند (راین و همکاران ۲۰۰۴). گونه‌های خانواده‌ی Pyralidae با وجود عدم تغذیه در مرحله‌ی حشره کامل دارای قطعات دهانی فعال بوده و قدرت تغذیه دارند. از جمله، شب‌پره مدیترانه‌ای آرد (*Ephestia kuehniella* Zeller (Lep.; Pyralidae)) با توجه به قطعات دهانی مکنده خود قادر به نوشیدن مایعات است و در آزمایشگاه در صورت دسترسی به محلول‌های قندی (عیوضیان کاری ۱۳۸۰، طوسی ۱۳۹۰، مخدوم ۱۳۹۲، یزدانیان و حیدری ۱۳۹۵) و آب (نوریس ۱۹۳۴، راین و همکاران ۲۰۰۶، طوسی ۱۳۹۱، مخدوم ۱۳۹۲) به خوبی از آن‌ها تغذیه و استفاده می‌کند. این شب‌پره مواد غذایی مورد نیاز برای فعالیت‌های مرحله‌ی بلوغ از جمله جفتگیری و تخمگذاری را در دوران لاروی در بدن خود ذخیره می‌کند به طوری که کمی پس از ظهور قادر به جفتگیری و تخمگذاری می‌باشد (یزدانیان و همکاران ۱۳۸۴). به گزارش راین و همکاران (۲۰۰۲)، منابع آبی برای حشرات کامل نر و ماده شب‌پره‌ی بادام

(*Ephestia cautella* Walker)، بسیار جلب‌کننده هستند و این امر احتمالا نتیجه‌ی سازگاری فیزیولوژیک آن‌ها به ماهیت خشک فراورده‌های انباری می‌باشد. آن‌ها گزارش کردند که مقدار آب موجود در رژیم غذایی این شب‌پره (آجیل، خشکبار و غیره) کم است و حشرات کامل به شدت به آبی که از منابع آبی در دسترس می‌نوشند و نیز به آب کسب شده طی دوره‌ی لاروی خود وابسته هستند. نتایج این محققان نشان داد که حشرات کامل شب‌پره‌ی مدیترانه‌ای آرد در مقایسه با شب‌پره‌ی بادام بسیار کمتر به سمت منابع آبی جلب می‌شوند.

در بیشتر بررسی‌های آزمایشگاهی، برای پرورش شب‌پره‌ها و سخت‌بالپوشان آفت انباری، به طور عمده برای حذف اثرات ناشناخته و متغیر رژیم‌های غذایی طبیعی، از یک رژیم غذایی مصنوعی استاندارد استفاده می‌شود. رژیم‌های غذایی مصنوعی معمولا مخلوطی متشکل از مقادیر ثابت جوانه‌ی گندم، مخمر آبجو و گلیسرول می‌باشند (کوک و همکاران ۱۹۹۷، ساساکی و لیشیکاوا ۱۹۹۹، ایکه‌دا و همکاران ۲۰۰۳، راین و همکاران ۲۰۰۴، صفا و همکاران ۲۰۱۴). در بررسی‌های آزمایشگاهی، گلیسرول به عنوان یک ماده‌ی مغذی اضافی، کاهش‌دهنده‌ی رشد کپک‌ها (نوریس ۱۹۳۴، بل ۱۹۷۵) و نیز یک مرطوب‌کننده به رژیم غذایی مصنوعی اضافه می‌گردد، زیرا اگر رطوبت ماده‌ی غذایی پایین باشد، لاروهای سن اول به ندرت زنده می‌مانند (بنسون ۱۹۷۳). معمولا فرض بر این است که گلیسرول یک ماده‌ی بی‌اثر است و از طریق حفظ رطوبت رژیم غذایی، کیفیت آن را افزایش می‌دهد (بنسون ۱۹۷۳). گلیسرول به طور معمول در بدن حشرات به ویژه حشرات زمستان‌گذران تولید می‌شود و بسته به شرایط محیطی، تغییرات فصلی را نشان می‌دهد (سومه ۱۹۶۴). گلیسرول در بسیاری از حشرات معمول‌ترین و فراوان‌ترین ماده‌ی محافظت‌کننده آن‌ها در برابر انجماد است (لیثر و همکاران ۱۹۹۵، پالین ۱۹۹۶، استانیچ و همکاران ۲۰۰۴، چپمن و همکاران ۲۰۱۳).

در معدود مطالعات انجام شده در مورد اثرات آب روی حشرات کامل بالپولکداران، تاثیر مثبت آب نوشیدن حشرات کامل شب‌پره‌ی بادام (نوریس ۱۹۳۴)، جلب شدن قابل توجه ماده‌های بارور شب‌پره‌ی هندی (*Plodia interpunctella* (Hubner))، و شب‌پره‌ی بادام به منابع آبی و افزایش میزان جلب‌کنندگی تله‌های فرومونی به دلیل حضور آب (چاو و همکاران ۱۹۷۷) و پتانسیل استفاده از تله‌های آبی[1] برای به دام انداختن حشرات کامل شب‌پره‌ی بادام (راین و همکاران ۲۰۰۶) یا تله‌گذاری انبوه جهت کنترل شب‌پره‌ی مدیترانه‌ای آرد (یزدانیان و حیدری ۱۳۹۵) گزارش شده‌اند. همچنین، اثر تغذیه‌ی حشرات کامل شب‌پره‌ها از آب قند نسبت به نوشیدن آب مقطر در بیشتر موارد بهتر گزارش شده است (لیثر ۱۹۸۴، طوسی ۱۳۹۰، مخدوم ۱۳۹۲، یزدانیان و حیدری ۱۳۹۵).

در تنها تحقیق انجام شده توسط راین و همکاران (۲۰۰۴) در زمینه‌ی اثر توام تغذیه از گلیسرول و آب روی ویژگی‌های زیستی و تولید مثلی حشرات، یک رژیم غذایی استاندارد آزمایشگاهی دارای گلیسرول (نسبتا مرطوب) و یک رژیم استاندارد آزمایشگاهی فاقد گلیسرول (نسبتا خشک) در اختیار لاروهای شب‌پره‌ی بادام قرار داده شد. در ادامه‌ی بررسی و برای کامل‌تر شدن نتایج آن‌ها، بررسی حاضر روی شب‌پره‌ی مدیترانه‌ای آرد انجام شد. در این بررسی، اثرات مرطوب‌کنندگی گلیسرول موجود در رژیم غذایی لاروهای این شب‌پره در صورت آب نوشیدن و یا ننوشیدن حشرات کامل نر و ماده روی طول عمر حشرات کامل، تعداد تخم گذاشته شده و درصد تفریخ تخم‌ها مورد بررسی قرار گرفت و با نتایج راین و همکاران (۲۰۰۴) مقایسه گردید.

مواد و روش‌ها

مشخصات محل انجام آزمایش‌ها

کلیه آزمایش‌ها در انسکتاریوم حفظ نباتات جهاد کشاورزی استان گلستان واقع در شهر گرگان انجام شد. تخم‌های شب‌پره‌ی مدیترانه‌ای آرد از یک انسکتاریوم پرورش انبوه تهیه و خالص‌سازی به مدت پنج نسل بر روی مخلوط آرد و سبوس گندم (سه به یک) (یزدانیان و

[1] Water traps

همکاران ۱۳۷۹، عیوض و کارابورکلو ۲۰۰۸) انجام شد. پرورش کلنی و کلیه‌ی آزمایش‌ها در اتاقی با دمای ۲۷±۲ درجه‌ی سلسیوس، رطوبت نسبی ۱۰±۷۰ درصد و دوره‌ی نوری ۱۶ ساعت روشنایی و هشت ساعت تاریکی انجام گردید.

روش پرورش

ماده‌ی غذایی متشکل از آرد و سبوس گندم به ضخامت ۳ سانتی‌متر (التحتاوی و همکاران ۱۹۷۳) در ظروف پلاستیکی ریخته شد و با تراکم استاندارد ۰/۲ گرم تخم به ازای یک کیلوگرم غذا (یزدانیان و همکاران ۱۳۷۹) آلوده‌سازی گردید. جهت تخمگیری از حشرات کامل از قیف‌های تخمگیری (قطر دهانه ۱۵ سانتی‌متر) که دهانه‌ها و سوراخ‌های آن‌ها با پارچه توری ۱۰ مش مسدود شده بودند، استفاده گردید. حشرات کامل پس از جمع‌آوری با آسپیراتور، جهت بی‌حس شدن و کم شدن تحرکشان به مدت حدود ۵-۴ دقیقه در یخچال (دمای حدود چهار درجه‌ی سلسیوس) قرار گرفتند و سپس به داخل قیف‌ها منتقل شدند. قیف‌های تخمگیری بر روی یک کاغذ سفید معمولی قرار داده شدند. پس از تخمگذاری حشرات ماده، تخم‌ها با یک قلم‌موی نرم جمع‌آوری گردیدند. از تخم‌های حشرات کامل نسل پنجم جهت انجام آزمایش‌ها استفاده شد.

مولفه‌های مورد بررسی

تغذیه‌ی لاروها از گلیسرول در دو سطحِ وجود گلیسرول در رژیم غذایی لاروها (G^+) و عدم وجود آن در رژیم غذایی لاروها (G^-) مورد بررسی قرار گرفت. دو مولفه آب نوشیدن حشرات کامل نر و ماده نیز در دو سطح مورد بررسی قرار گرفتند: حشرات کامل نر آب نوشیده (Mw^+) و آب ننوشیده (Mw^-)، حشرات کامل ماده آب نوشیده (Fw^+) و آب ننوشیده (Fw^-). لذا هشت ترکیب تیماری در ۱۱ تکرار مورد بررسی قرار گرفتند (راین و همکاران ۲۰۰۴).

روش انجام آزمایش

تغذیه‌ی لاروها از گلیسرول

جهت بررسی اثر گلیسرول، لاروها در دو رژیم غذایی متفاوت پرورش داده شدند. یک رژیم غذایی حاوی جوانه‌ی گندم، مخمر آبجو و گلیسرول به نسبت ۱۰ به یک به دو (وزن به وزن به حجم) بود و در رژیم غذایی دوم، گلیسرول حذف شد به طوری که فقط حاوی جوانه-ی گندم و مخمر آبجو به نسبت ۱۰ به ۱ بود (راین و همکاران ۲۰۰۴). برای این منظور در یک ظرف ۷۰۰ گرم جوانه‌ی گندم، ۷۰ گرم مخمر و ۱۴۰ سی‌سی گلیسرول، و در دیگری ۷۰۰ گرم جوانه‌ی گندم و ۷۰ گرم مخمر ریخته و مخلوط شد. تخم‌ها طبق تراکم توصیه شده (۰/۲ گرم بر کیلوگرم ماده غذایی) (سروتی و همکاران ۱۹۹۲، دانیالی ۱۳۷۳) روی سطح غذا پاشیده شدند. در نهایت، ظروف پرورش لاروها در شرایط دمایی و رطوبتی فوق قرار داده شدند.

پس از گذشت ۲۶ روز، شفیره‌ها ظاهر شدند و حشرات کامل در مرحله‌ی شفیرگی با توجه به لکه قرمزرنگ موجود در سطح پشتی بدن شفیره‌های نر (یزدانیان و همکاران ۱۳۸۳) به دو گروه حشرات کامل نر و حشرات کامل ماده تقسیم شدند و به طور جداگانه در ظروف پلاستیکی قرار گرفتند.

آب نوشیدن حشرات کامل

حشرات کامل نر و ماده پس از گذشت چهار تا پنج روز از پوسته‌ی شفیرگی خود خارج شدند. حشرات نر و ماده به طور جداگانه در لیوان‌های پلاستیکی (به قطر هفت و ارتفاع ۹ سانتی‌متر) قرار گرفتند و آب آشامیدنی با استفاده از یک تکه پنبه استوانه‌ای شکل (به قطر و ارتفاع حدود یک سانتی‌متر) قرار گرفته در ته این ظروف به صورت *ad libitum* (به دلخواه) در اختیار حشرات کامل گذاشته شد. آب هر روز دو بار با استفاده از یک سرنگ جایگزین می‌شد. حشرات کامل پیش از انجام آزمایش‌ها به مدت دو روز آب نوشیدند. طی انجام آزمایش‌ها، آب در دسترس حشرات کامل قرار داده نشد (راین و همکاران ۲۰۰۴).

صفات مورد بررسی

زادآوری

برای هر یک از چهار ترکیب تیماری حشرات کامل نر و ماده آب نوشیده و یا ننوشیده، یک جفت حشره کامل نر و ماده به دست آمده از لاروهای پرورش یافته روی رژیم‌های غذایی دارا یا بدون گلیسرول در ظرف‌های پلاستیکی (به قطر هفت و ارتفاع ۹ سانتی‌متر) قرار داده شدند. بنابراین، برای هر رژیم غذایی دارا یا بدون گلیسرول، ۴۴ جفت حشره کامل نر و ماده انتخاب شدند. نرهای آب نوشیده با ماده‌های آب نوشیده، نرهای آب نوشیده با ماده‌های آب ننوشیده، و غیره، جفتگیری نمودند. جفت‌ها هر ۳۰ دقیقه یک بار برای فعالیت جفتگیری پایش می‌شدند. پس از جفتگیری، نرها و ماده‌ها به طور جداگانه به ظروف پلاستیکی دیگری به همان ابعاد فوق انتقال یافتند. لذا، حشرات کامل در این بررسی فقط یک بار جفتگیری نمودند و تعداد تخم‌های حاصل از اولین جفتگیری شمارش شدند (راین و همکاران ۲۰۰۴).

طول عمر حشرات کامل نر و ماده

حشرات کامل نر و ماده مورد استفاده در بند فوق به طور روزانه پایش شدند. تاریخ‌های ظهور و مرگ این حشرات کامل به طور جداگانه ثبت گردید. بدین ترتیب، طول عمر آن‌ها برآورد شد.

درصد تفریخ تخم‌ها

تخم‌های گذاشته شده در هر روز با استفاده از یک قلم موی نرم از ظرف‌های حاوی ماده‌ها جمع‌آوری و به تشتک‌های پتری که کف آن‌ها با چسب نواری پوشانده شده بود، انتقال داده می‌شدند و در شرایط آزمایشگاهی ذکر شده قرار می‌گرفتند. استفاده از چسب نواری شمارش تخم‌ها را آسان می‌نماید، مانع هم‌گونه‌خواری لاروها می‌شود و لاروها به هنگام خروج از تخم‌ها به نوار چسبناک می‌چسبند. تعداد تخم‌های گذاشته و تفریخ شده (به ازای یک ماده) به صورت روزانه شمارش شد (راین و همکاران ۲۰۰۴).

طرح آزمایشی

به منظور تجزیه واریانس داده‌ها از نرم‌افزار آماری SAS و جهت رسم نمودارها از نرم‌افزار Microsoft Excel 2010 استفاده گردید. طرح آزمایشی به صورت طرح فاکتوریل سه عاملی با ۱۱ تکرار تجزیه واریانس شد. برای مقایسه‌ی اختلاف بین میانگین‌ها از آزمون توکی در سطح احتمال یک درصد استفاده گردید. داده‌های مربوط به هر چهار ویژگی مورد بررسی (طول عمر حشرات کامل نر و ماده، زادآوری و درصد تفریخ تخم‌ها) با تبدیل داده جذری نرمال شدند و مورد آزمون قرار گرفتند. در مورد طول عمر حشرات کامل ماده، داده‌های مربوط به زادآوری (به دلیل اثر احتمالی زادآوری روی طول عمر ماده‌ها) به عنوان کووریت در نظر گرفته شدند.

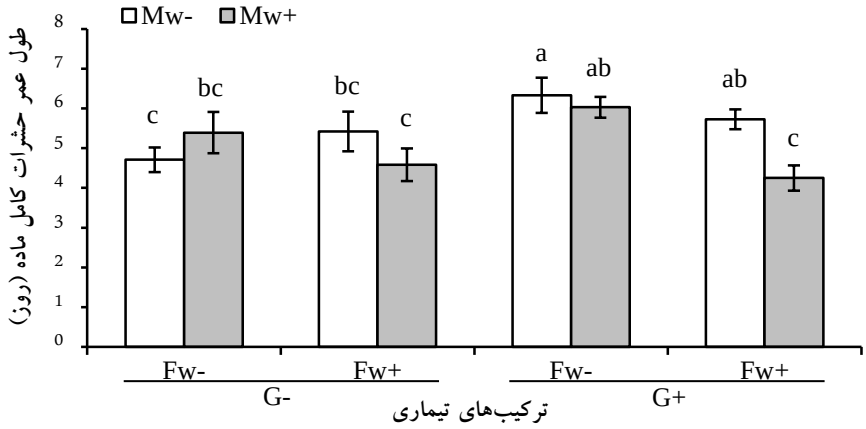
نتایج و بحث

طول عمر حشرات کامل ماده

تجزیه کوواریانس داده‌های مربوط به طول عمر حشرات کامل ماده حاکی از معنی‌دار بودن اثرات اصلی وجود گلیسرول در رژیم غذایی لاروها ($F_{1,79}$ = ۵/۵۷؛ P = ۰/۰۲) و آب نوشیدن حشرات کامل نر ($F_{1,79}$ = ۵/۹۳؛ P = ۰/۰۱۷) و نیز اثر متقابل این دو فاکتور ($F_{1,79}$ = ۴/۳۷؛ P = ۰/۰۳۹) در سطح احتمال پنج درصد بود. همچنین، اثر اصلی آب نوشیدن حشرات کامل ماده ($F_{1,79}$ = ۹/۱۷؛ P = ۰/۰۰۳) و اثرهای متقابل گلیسرول × نوشیدن ماده ($F_{1,79}$ = ۸/۰۴؛ P = ۰/۰۰۵) و نوشیدن نر × نوشیدن ماده ($F_{1,79}$ = ۱۱/۹۲؛ P = ۰/۰۰۰۹) در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بودند. اثر متقابل گلیسرول × نوشیدن نر × نوشیدن ماده ($F_{1,79}$ = ۰/۱۳۷؛ P > ۰/۰۵) معنی‌دار نبود.

تغذیه از گلیسرول باعث شد تا در اثر جفتگیری نرهای آب ننوشیده با ماده‌های آب ننوشیده ($\bar{Mw}\bar{Fw}$)، طول عمر حشرات کامل ماده به طور معنی‌داری (از ۰/۳۱ ± ۴/۷۱ به ۰/۴۴ ± ۶/۳۳ روز) افزایش یابد. آب نوشیدن یک و یا هر دو جنس باعث بی‌اثر شدن تاثیر گلیسرول رژیم غذایی لاروی گردید و طول عمر حشرات کامل تغییری نشان نداد (شکل ۱). در حشرات کامل شب‌پره‌ی بادام به دست آمده از رژیم غذایی لاروی دارای گلیسرول، طول عمر حشرات کامل ماده در مقایسه با حشرات کامل حاصل از رژیم غذایی لاروی بدون

گلیسرول به طور معنی‌داری بیشتر بود (راین و همکاران ۲۰۰۴). در یک بررسی، طول عمر حشرات کامل شب‌پره‌ی مدیترانه‌ای آرد در اثر نوشیدن آب حداکثر ۲۰ درصد و در مورد شب‌پره‌ی بادام و *E. clutella* بیش از ۶۰ درصد افزایش یافت. به عبارت دیگر، طول عمر حشرات کامل شب‌پره‌ی مدیترانه‌ای آرد بسیار کم تحت تاثیر قرار گرفت اما طول عمر حشرات کامل شب‌پره‌ی بادام و *E. clutella* در صورت محروم شدن از آب نصف شد (نوریس ۱۹۳۴). سازگاری بیشتر شب‌پره‌ی مدیترانه‌ای آرد به منابع غذایی خشک‌تر نسبت به شب‌پره‌ی بادام از دلایل احتمالی این امر دانسته شده است (راین و همکاران ۲۰۰۲). از طرف دیگر، در بررسی راین و همکاران (۲۰۰۴) اثر متقابل آب نوشیدن حشرات کامل نر و ماده بدون وابستگی به گلیسرول همانند بررسی حاضر در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. به طور معمول این طور به نظر می‌رسد که گلیسرول یک عنصر غذایی بی‌اثر است و کیفیت رژیم غذایی را فقط از طریق حفظ رطوبت آن افزایش می‌دهد (راین و همکاران ۲۰۰۴). با همین فرض، آن‌ها پیش‌بینی کردند که وجود گلیسرول در رژیم غذایی لاروی به افزایش طول عمر حشرات کامل شب‌پره بادام منجر خواهد شد. نتایج بررسی حاضر نشان می‌دهند که بسته به گونه، اثر گلیسرول ممکن است در شرایط ویژه‌ای، مانند آب ننوشیدن هر دو جنس، باعث افزایش معنی‌دار طول عمر ماده‌ها شود. بررسی راین و همکاران (۲۰۰۴) اثرات قاطع آب نوشیدن حشرات کامل شب‌پره‌ی بادام را نشان نداد ولی در عین حال نشان داد که آب نوشیدن آن‌ها نتوانست جایگزین نبود گلیسرول در رژیم‌های غذایی لاروی شود. تنها اثر مشاهده شده از تیمارهای آبی، اثر متقابل آن روی طول عمر ماده‌ها بود به طوری که افزایش طول عمر ماده‌های آب ننوشیده از جفتگیری با نرهای آب نوشیده ناشی شد.



شکل ۱- طول عمر حشرات کامل ماده‌ی شب‌پره‌ی مدیترانه‌ای آرد در اثر تغذیه لاروها از رژیم‌های غذایی دارا (G^+) و بدون گلیسرول (G^-) و آب نوشیدن یا ننوشیدن حشرات کامل نر (Mw^+ یا Mw^-) یا ماده (Fw^+ یا Fw^-) (آزمون توکی؛ سطح احتمال یک درصد).

به گفته آن‌ها، ماده‌های آب ننوشیده که با نرهای آب نوشیده جفتگیری می‌کنند، در صورتی که نرها و ماده‌ها از یک رژیم غذایی لاروی گلیسرول‌دار تغذیه کرده باشند، ممکن است طول عمر بیشتری داشته باشند. این امر حاکی از آن است که نرها ممکن است آب را به ماده‌ها منتقل کنند و آب در جفتگیری نقش داشته باشد. این نتیجه با انتقال آب به عنوان یک هدیه ازدواج و یا از طریق محتویات کیسه اسپرم قابل توضیح است (راین و همکاران ۲۰۰۴). در بررسی حاضر، نتایج به دست آمده تا حدودی متفاوت بودند به این صورت که در رژیم غذایی لاروی بدون گلیسرول، افزایش (غیرمعنی‌دار) طول عمر ماده‌های آب ننوشیده از طریق جفتگیری با نرهای آب نوشیده حاصل شد (۰/۳۱ ± ۴/۷۱ به ۰/۵۲ ± ۵/۳۹ روز) اما در رژیم غذایی لاروی دارای گلیسرول، این جفتگیری بی‌اثر بود و به کاهش (غیرمعنی‌دار) طول عمر

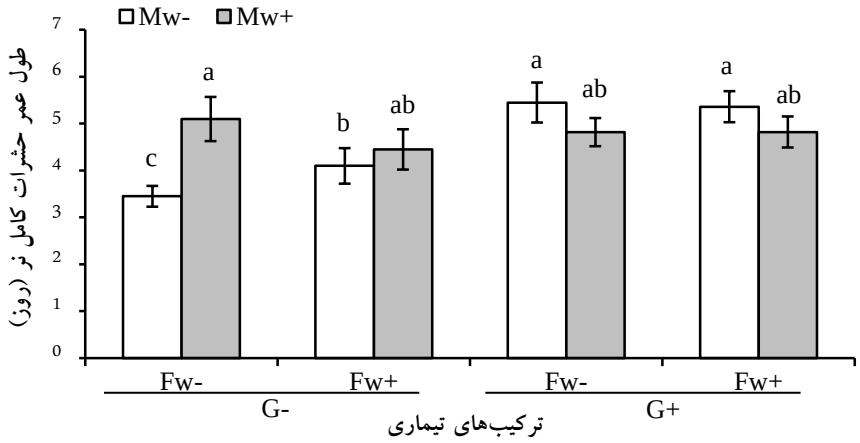
مـاده‌هـای آب ننوشـیده منجـر گردیـد (۰/۴۴ ± ۶/۳۳ بـه ۰/۲۶ ± ۶/۰۳ روز). این اختلاف می‌تواند ناشی از شرایط فیزیولوژیک متفاوت این دو گونه شب‌پره باشـد. بـا ایـن حال، هنگـامی کـه در بررسـی رایـن و همکـاران (۲۰۰۴) ماده‌ها نیـز آب نوشـیدند، اثـر جفتگیـری بـا یـک نـر آب نوشیده موجب کاهش طول عمر گردید. به گفته آن‌ها، این یک نتیجه جالب است که دلایل بروز آن متاسفانه شناخته شده نیست. با این وجود، این نتیجه حاکی از آن است که آب نوشیدن هر دو جـنس نـر و مـاده ممکـن اسـت روی موفقیت ماده اثر منفی داشته باشد. نتیجه اخیر بـا نتیجـه به دست آمده در بررسی حاضر مبنـی بـر کـاهش طـول عمر ماده‌های آب نوشیده بر اثر جفتگیری بـا نرهـای آب نوشیده در هـر دو رژیـم غـذایی لاروی دارای گلیسـرول (کاهش معنی‌دار طول عمر ماده از ۰/۲۵ ± ۵/۷۳ به ۰/۳۲ ± ۴/۲۵ روز) و بدون گلیسرول (کـاهش غیرمعنـی‌دار آن از ۰/۵۰ ± ۵/۴۲ به ۰/۴۱ ± ۴/۵۸ روز) مطابقت دارد.

طول عمر حشرات کامل نر

با توجه بـه نتـایج تجزیـه واریـانس، تنهـا اثـر اصـلی وجود گلیسرول در رژیم غـذایی لاروهـا ($F_{1,80}$ = ۱۷/۱۹؛ P = ۰/۰۰۰۱) و اثـر متقابـل گلیسـرول × نوشـیدن نـر ($F_{1,80}$ = ۱۴/۵۹؛ P = ۰/۰۰۰۳) در سـطح احتمـال یـک درصد روی طول عمر حشرات کامل نر معنـی‌دار بودنـد. اثرات اصلی دو فاکتور دیگر و نیز سایر اثرهـای متقابـل معنی‌دار نشدند.

همانند طول عمر حشرات کامل ماده، تغذیه لاروهـا از رژیم غـذایی دارای گلیسـرول روی طـول عمـر حشـرات کامل نر نیز معنی‌دار بود (در سطح احتمال یـک درصـد). نرهـایی کـه در دوره‌ی لاروی خـود از گلیسـرول تغذیـه کرده بودند (تیمارهای G^+)، نسبت به نرهای تغذیه نکرده (تیمارهای G^-) از طول عمر بیشـتری برخـوردار بودنـد، هر چند این اختلاف‌ها گـاهی معنـی‌دار نبودنـد. اثـر نبـود گلیسرول در رژیم غذایی لاروی و آب ننوشیدن حشـرات کامـل نـر و مـاده ($G^-Mw^-Fw^-$) روی طـول عمـر نرهـا بسیار قابل توجه بود به طوری که میانگین طول عمـر در این تیمار (۰/۲۲ ± ۳/۴۵ روز) کمترین مقـدار را داشـت و اختلاف آن با سایر میانگین‌ها معنی‌دار بود (شکل ۲). این یافته‌ها با نتایج راین و همکاران (۲۰۰۴) روی شـب‌پـره‌ی بـادام مطابقـت دارنـد. آن‌هـا نیـز گـزارش کردنـد کـه در حشرات کامل به دست آمده از رژیم غذایی لاروی دارای گلیسرول، طـول عمـر حشـرات کامـل نـر در مقایسـه بـا حشـرات کامـل حاصـل از رژیـم غـذایی لاروی بـدون گلیسرول به طور معنی‌داری بیشتر بود. این اثر می‌توانـد همانند ماده‌ها به دلیل حفظ رطوبت و افزایش کیفیت مواد غذایی توسط گلیسرول باشد.

طول عمر حشرات کامل نر بسته به وجود و یـا نبـود گلیسرول در رژیـم غـذایی لاروهـا، بـر اثـر آب نوشـیدنِ پـیش از جفتگیـریِ حشـرات کامـل نـر و مـاده بـه طـور متفاوتی تحت تاثیر قـرار گرفـت. در رژیـم غـذایی لاروی دارای گلیسـرول (G^+)، جفتگیـری نرهـای Mw^- چـه بـا مـاده‌هـای Fw^- چـه بـا مـاده‌هـای Fw^+ باعـث افـزایش معنی‌دار طول عمر نرها (به ترتیـب ۰/۴۳ ± ۵/۴۵ و ۰/۳۳ ± ۵/۳۶ روز در مقایسه با $G^-Mw^-Fw^-$ برابر بـا ۰/۲۲ ± ۳/۴۵ روز) گردید و آب نوشیدن نرهـا (Mw^+) در هـر دو حالـت محتمـل جفتگیـری (بـا Fw^- و Fw^+)، بـه کـاهش غیرمعنی‌دار طـول عمـر آن‌هـا (بـه ترتیـب ۰/۳ ± ۴/۸۲ و ۰/۳۳ ± ۴/۸۲ روز) منجر شد (شکل ۲). در رژیـم غـذایی لاروی بدون گلیسرول، حالت برعکس بود، یعنی افـزایش طـول عمـر نرهـا در اثـر آب نوشـیدن آن‌هـا (Mw^+) و جفتگیری هم با Fw^+ و هم با Fw^- (به ترتیب ۰/۴۷ ± ۵/۱ و ۰/۴۳ ± ۴/۴۵ روز در مقایسه با $G^-Mw^-Fw^-$ برابـر بـا ۰/۲۲ ± ۳/۴۵ روز) دیده شد. لذا، در رژیـم غـذایی لاروی دارای گلیسرول، آب نوشـیدن حشـرات کامـل نـر باعـث کاهش طول عمر و در رژیم غذایی بدون گلیسرول باعـث افزایش طول عمر آن‌ها گردید. نتایج ایـن بررسـی نشـان

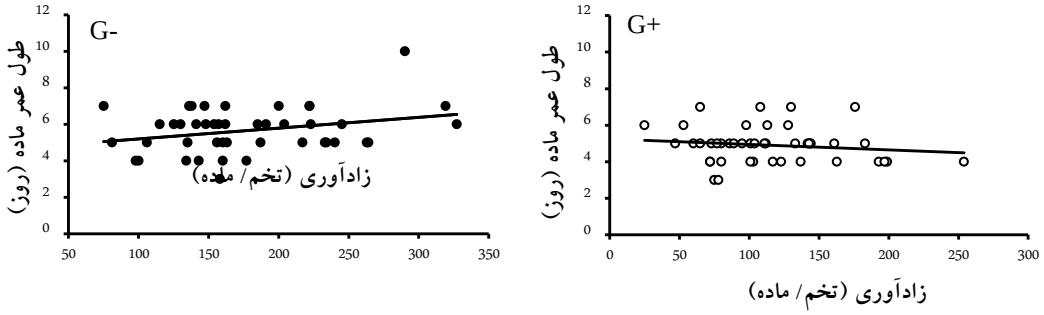


شکل ۲- طول عمر حشرات کامل نر شب‌پره‌ی مدیترانه‌ای آرد در اثر تغذیه لاروها از رژیم‌های غذایی دارا (G^+) و بدون گلیسرول (G^-) و آب نوشیدن یا ننوشیدن حشرات کامل نر (Mw^+ یا Mw^-) یا ماده (Fw^+ یا Fw^-) (آزمون توکی؛ سطح احتمال یک درصد).

داد که برخلاف ماده‌ها و نتایج راین و همکاران (۲۰۰۴) در مورد شب‌پره‌ی بادام و با قاطعیت بیشتر، آب نوشیدن نرها می‌تواند جایگزین نبود گلیسرول در رژیم‌های غذایی لاروی شود. این اختلاف‌ها را می‌توان ناشی از شرایط فیزیولوژیک متفاوت این دو گونه شب‌پره دانست.

رابطه بین زادآوری و طول عمر حشرات کامل ماده

هنگامی که لاروها از رژیم غذایی دارای گلیسرول تغذیه کردند، افزایش زادآوری باعث افزایش طول عمر حشرات کامل ماده شد، در حالی که تغذیه لاروها از رژیم غذایی بدون گلیسرول باعث شد تا با افزایش تعداد تخم تولیدی، طول عمر حشرات کامل ماده کاهش یابد (شکل ۳).



شکل ۳- رابطه بین زادآوری و طول عمر حشرات کامل ماده شب‌پره مدیترانه‌ای آرد در رژیم‌های غذایی دارا (G^+) و بدون گلیسرول (G^-).

در شب‌پره‌ی بادام، در حشرات کامل ماده حاصل از لاروهای پرورش یافته روی رژیم غذایی دارای گلیسرول، افزایش تعداد تخم گذاشته شده باعث کاهش طول عمر ماده‌ها گردید. همچنین، در ماده‌های به دست آمده از رژیم غذایی لاروی بدون گلیسرول، طول عمر آن‌ها به تعداد تخم گذاشته شده وابستگی نداشت. این بدان معنی است که این رابطه به وجود یا نبود گلیسرول در رژیم غذایی لاروها وابسته می‌باشد (راین و همکاران ۲۰۰۴). طبق نتایج بررسی حاضر، طول عمر حشرات کامل ماده پرورش یافته روی دو رژیم غذایی فاقد و دارای گلیسرول، با افزایش تعداد تخم گذاشته شده به ترتیب افزایش و کاهش یافت (شکل ۳) که با نتایج راین و

همکاران (۲۰۰۴) بـه ترتیـب مغـایر و مطـابق مـی‌باشـند. نتایج تحقیق حاضر همانند نتایج تحقیـق آنهـا، وابسـتگی این رابطه را به وجود و یا نبود گلیسرول در رژیم غذایی لاروها نشان می‌دهند.

شب‌پره‌های نر و ماده خانواده‌ی Pyralidae (کوک و گِیج ۱۹۹۵، کوک ۱۹۹۹) از جمله شب‌پره‌ی مدیترانه‌ای آرد (یزدانیان و همکاران ۱۳۸۳) پلی‌گام هستند و ماده‌ها ممکن است از داشتن توانایی برای تصمیم‌گیری در مورد تولید تخم طی یک و یا چند بار جفتگیری سود ببرند (راین و همکاران ۲۰۰۴). رژیم غذایی گلیسرول‌دار فرصتی را در اختیار ماده‌ها قرار می‌دهد تا برای جبران تعداد اندک تخم‌های گذاشته شده پس از اولین جفتگیری، طول عمر خود را افزایش دهند و دوباره جفتگیری کنند. شب‌پره‌های ماده از این طریق خواهند توانست با انتخاب بیشتری جفت خود را برگزینند و در نتیجه، شایستگی خود را به شکل بالقوه‌ای افزایش دهند. یک شب‌پره‌ی بادام ماده که دارای رژیم غذایی لاروی بدون گلیسرول بوده، قادر به ایجاد موازنه بین تعداد تخم در برابر طول عمر نخواهد بود، زیرا تعداد تخم گذاشته شده از اولین جفتگیری با طول عمر ارتباطی ندارد. در مورد شب‌پره‌ی مدیترانه‌ای آرد نیز این رابطه منفی بود و افزایش تعداد تخم گذاشته شده باعث کاهش طول عمر ماده‌ها گردید. بنابراین، دسترسی به منابع غذایی و ترکیب آن‌ها می‌تواند راهکارهای تاریخچه زندگی و گزینش جفت توسط ماده‌ها را تحت تاثیر قرار دهد (راین و همکاران ۲۰۰۴).

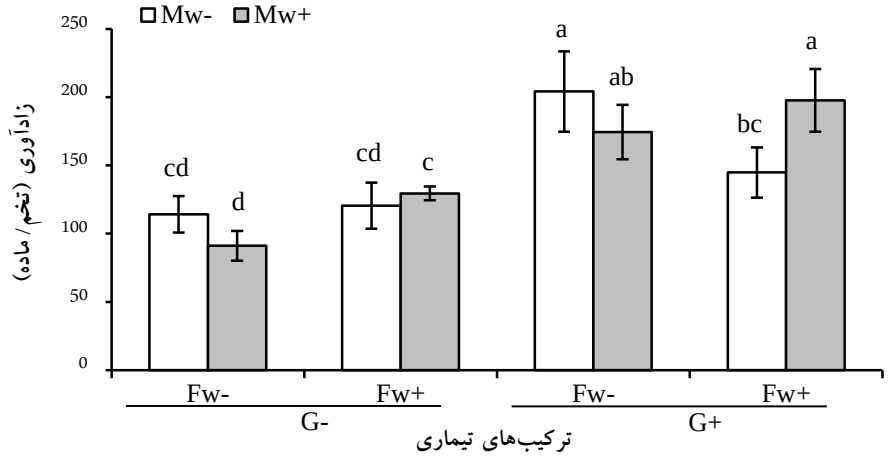
زادآوری

طبق نتایج، تنها اثر اصلی وجود گلیسرول در رژیم غذایی لاروها ($F_{1,80}$ = ۴۰/۳۰؛ P = ۰/۰۰۰۰) در سطح احتمال یک درصد و اثرهای متقابل گلیسرول × نوشیدن ماده ($F_{1,80}$ = ۳/۹۹؛ P = ۰/۰۴۹) و نوشیدن نر × نوشیدن ماده ($F_{1,80}$ = ۴/۹۹؛ P = ۰/۰۲۸) در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بودند.

نتایج این بررسی نشان داد که تغذیه‌ی لاروها از گلیسرول روی زادآوری شب‌پره‌ی مدیترانه‌ای آرد در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود و حشرات کامل حاصل از لاروهای پرورش یافته روی رژیم غذایی دارای گلیسرول تعداد بیشتری تخم گذاشتند (شکل ۴). غیرمعنی‌دار بودن اثر آب نوشیدن حشرات کامل نر و ماده ولی معنی‌دار بودن اثر متقابل آن دو (در سطح احتمال پنج درصد) نشان می‌دهد که آب نوشیدن یا ننوشیدن یک جنس می‌تواند اثر آب نوشیدن دیگری را روی زادآوری ماده‌ها تحت تاثیر قرار دهد.

طبق گزارش‌ها، زادآوری شب‌پره‌ی مدیترانه‌ای آرد در اثر نوشیدن آب حداکثر تا ۲۰ درصد ولی در مورد شب‌پره‌ی بادام و *E. clutella* تا بیش از ۶۰ درصد افزایش یافت. در صورت عدم نوشیدن آب، زادآوری شب‌پره‌ی مدیترانه‌ای آرد بسیار کم تحت تاثیر قرار گرفت اما زادآوری شب‌پره‌ی بادام و *E. clutella* نصف شد (نوریس ۱۹۳۴). در بررسی راین و همکاران (۲۰۰۴) روی شب‌پره‌ی بادام، وجود گلیسرول در رژیم غذایی لاروی، برخلاف نتایج این بررسی، باعث کاهش معنی‌دار تعداد تخم گذاشته شده توسط حشرات کامل ماده گردید. با وجود این، کاهش تعداد تخم تولیدی با انتظارات آن‌ها مغایرت داشت. طبق اظهار نظر آنها این امر می‌تواند حاکی از این آن باشد که اثرات گلیسرول موجود در رژیم‌های غذایی لاروی آن طور که معمولا فرض می‌شود، مفید و به آسانی قابل فهم نیست. نتایج آن‌ها تنها نشان‌دهنده اثر گلیسرول و آب نوشیدن حشرات کامل و نه سازوکار عمل آن بودند.

بنابراین، آن‌ها تنها توانستند فرض کنند که کاهش تعداد تخم‌ها در ماده‌های پرورش یافته روی یک رژیم غذایی گلیسرول‌دار، نتیجه یک موازنه در برابر طول عمر (یعنی افزایش طول عمر به بهای کاهش تعداد تخم تولیدی) می‌باشد. ماده‌های حاصل از رژیم غذایی بدون گلیسرول، موازنه زادآوری در برابر طول عمر را نشان ندادند ولی صرف نظر از بازده تولید مثلی، طول عمر کوتاه‌تری پیدا کردند. افزایش طول عمر حشرات کامل ماده حاصل از رژیم غذایی گلیسرول‌دار ممکن است به فرصت‌های جفتگیری بیشتر و افزایش سایر شایستگی‌های آن‌ها منجر شود (راین و همکاران ۲۰۰۴). مثالی از موازنه تولید مثلی توسط گِیج (۱۹۹۵) گزارش شده است که در آن، حشرات کامل نر



شکل ۴- زادآوری (تخم/ ماده) شب‌پره‌ی مدیترانه‌ای آرد در اثر تغذیه لاروها از رژیم‌های غذایی دارا (G^+) و بدون گلیسرول (G^-) و آب نوشیدن یا ننوشیدن حشرات کامل نر (Mw^+ یا Mw^-) یا ماده (Fw^+ یا Fw^-) (آزمون توکی؛ سطح احتمال یک درصد)

شب‌پره‌ی هندی حاصل از لاروهای پرورش یافته در تراکم پایین و روی غذای فراوان، مواد بیشتری را به ماهیچه‌های قفس‌سینه‌ای اختصاص دادند در حالی که نرهای حاصل از لاروهای پرورش یافته در تراکم‌های بالا (دسترسی به غذای کمتر)، بیشتر مواد غذایی را به بیضه‌ها اختصاص دادند. این بررسی نشان داد که نرها نیز در امر سرمایه‌گذاری تولید مثلی خود دارای انعطاف‌پذیری بودند.

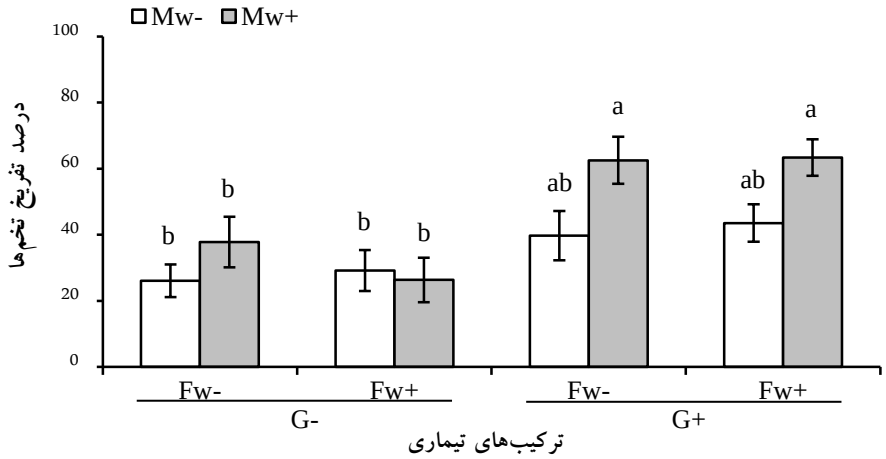
در شب‌پره‌ی مدیترانه‌ای آرد، نتایج مثبت مورد انتظار از افزودن گلیسرول به رژیم غذایی لاروی شامل افزایش طول عمر حشرات کامل نر و ماده و نیز افزایش زادآوری مشاهده شدند. همچنین، موازنه کاهش تولید تخم در برابر افزایش طول عمر دیده نشد. برخلاف این نتیجه، در رژیم غذایی لاروی بدون گلیسرول، این موازنه بین کاهش تعداد تخم تولیدی و افزایش طول عمر مشاهده گردید به طوری که با کاهش تعداد تخم تولیدی، طول عمر افزایش یافت (شکل ۳). طبق نتایج، به نظر می‌رسد که حشرات کامل شب‌پره‌ی مدیترانه‌ای آرد در صورت تغذیه از گلیسرول در دوره‌ی لاروی خود، به ایجاد موازنه بین کاهش تعداد تخم در برابر افزایش طول عمر نیاز نخواهند داشت، ولی در صورت پرورش روی رژیم غذایی لاروی بدون گلیسرول، این موازنه را در جهت دستیابی به طول عمر بیشتر برای جفتگیری دوباره و افزایش شایستگی‌های خود انجام می‌دهند. این امر باز هم نشان‌دهنده‌ی متفاوت بودن اثر گلیسرول روی فیزیولوژی شب‌پره‌ی مدیترانه‌ای آرد و شب‌پره‌ی بادام می‌باشد. لذا، می‌توان اظهار داشت که گلیسرول افزون بر حفظ رطوبت و کیفیت مواد غذایی شب‌پره‌ی مدیترانه‌ای آرد، در توانایی‌های تولید مثلی این شب‌پره نیز دارای اهمیت می‌باشد.

درصد تفریخ تخم‌ها

اثرهای اصلی وجود گلیسرول در رژیم غذایی لاروها ($F_{1,80}$ = ۴۰/۷۷؛ P = ۰/۰۰۰۰) و آب نوشیدن حشرات کامل نر ($F_{1,80}$ = ۱۳/۲۳؛ P = ۰/۰۰۰۵) در سطح احتمال یک درصد و اثر متقابل آن دو در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بودند ($F_{1,80}$ = ۵/۳۹؛ P = ۰/۰۲۲). اثر آب نوشیدن حشرات کامل ماده و نیز سایر اثرهای متقابل معنی‌دار نبودند.

تغذیه لاروها از گلیسرول (به ویژه همراه با آب نوشیدن حشرات کامل نر) باعث افزایش معنی‌دار درصد تفریخ تخم‌های حاصل از حشرات کامل یک بار جفتگیری کرده شد (شکل ۵). این یافته با نتیجه راین و همکاران (۲۰۰۴) مبنی بر معنی‌دار بودن اثر گلیسرول رژیم غذایی لاروی و غیرمعنی‌دار بودن اثر آب نوشیدن حشرات کامل ماده روی درصد تفریخ تخم‌های شب‌پره‌ی بادام مطابقت، ولی با غیرمعنی‌دار بودن اثر آب نوشیدن حشرات کامل نر روی این صفت در شب‌پره‌ی بادام

مغایرت دارد. با وجود معنی‌دار بودن اثر گلیسرول در این بررسی و گزارشات راین و همکاران (۲۰۰۴)، آن‌ها برخلاف نتایج حاضر کاهش معنی‌دار درصد تفریخ تخم‌ها را در اثر تغذیه لاروها از گلیسرول مشاهده کردند. در بررسی این محققان، کاهش درصد تفریخ تخم در صورت وجود گلیسرول در رژیم غذایی لاروی، همانند کاهش زادآوری، با انتظارات آن‌ها مغایرت داشت که این امر به پیچیدگی اثر گلیسرول در رژیم‌های غذایی (برخلاف عقیده‌های رایج در مورد اثر آن روی حفظ رطوبت و کیفیت مواد غذایی) نسبت داده شد. به گفته آن‌ها، کاهش درصد تفریخ تخم‌ها می‌تواند یا در نتیجه قدرت انتخاب ماده‌ها برای استفاده از اسپرم‌های موجود در کیسه‌ی ذخیره اسپرم، و یا نتیجه‌ی اختصاص اسپرم و کیفیت آن‌ها باشد. این کاهش همچنین می‌تواند نتیجه‌ی موازنه طول عمر در برابر اهدای کیسه‌ی اسپرم توسط نرها باشد. در حالت اخیر، می‌توان حدس زد که هم جفتگیری و هم اهدای کیسه اسپرم، آن طور که انتظار می‌رود، برای نرها هزینه‌بر هستند. تعداد نسبی اسپرم‌ها ممکن است در استفاده از آن‌ها مهم باشد. کاهش درصد تفریخ تخم‌ها می‌تواند نشان‌دهنده‌ی تعداد یا کیفیت کمتر اسپرم نرهای پرورش‌یافته روی رژیم‌های غذایی گلیسرول‌دار باشد، که حاکی از آن است که نر تغذیه کرده از گلیسرول در رقابت با یک نر از رژیم غذایی بدون گلیسرول بازنده خواهد بود (راین و همکاران ۲۰۰۴).



شکل ۵- درصد تفریخ تخم‌های شب‌پره‌ی مدیترانه‌ای آرد در اثر تغذیه لاروها از رژیم‌های غذایی دارا (G^+) و بدون گلیسرول (G^-) و آب نوشیدن یا ننوشیدن حشرات کامل نر (Mw^+ یا Mw^-) یا ماده (Fw^+ یا Fw^-) (آزمون توکی؛ سطح احتمال یک درصد).

با استناد به نتایج تحقیق حاضر، اظهار نظر آن‌ها در مورد شب‌پره‌ی مدیترانه‌ای را نمی‌توان مورد تایید قرار داد. با توجه به نتایج بررسی حاضر شاید بتوان اظهار داشت که در صورت تغذیه لاروهای این شب‌پره از گلیسرول و به دنبال آن آب نوشیدن نرها، توانایی نرها در بارور ساختن ماده‌ها بیشتر می‌شود و ماده‌ها (در مقایسه با ماده‌های شب‌پره‌ی بادام) به رغم پلی‌گام و پلی‌آندری بودن، در اولین جفتگیری اسپرم‌های مورد نیاز خود را به قدر کافی از نرها دریافت می‌کنند که این امر باعث افزایش بارور شدن و تفریخ تخم‌ها می‌شود. در بررسی راین و همکاران (۲۰۰۴) مشخص نبود که آیا نرهای پرورش‌یافته روی رژیم غذایی دارای گلیسرول، تعداد کمتری اسپرم داشتند یا خیر، که اگر این گونه می‌بود، دلالت بر آن داشت که نرهای دارای کیفیت بهتر نیز می‌توانند بین تولید مثل در برابر طول عمر موازنه ایجاد نمایند.

راین و همکاران (۲۰۰۴) با استناد به نتایج خود اظهار داشته‌اند که اثرات گلیسرول در سایر حشرات مدل باید با دقت بیشتری مد نظر قرار گیرد چرا که وجود آن در رژیم‌های غذایی لاروی ممکن است اثرات تیمارهای خاصی را افزایش دهد یا آن‌ها را مخفی کند. با توجه به مطالب فوق‌الذکر، احتمالا تغذیه لاروها از گلیسرول روی

ویژگی‌های تولید مثلی شب‌پره‌های ماده (قدرت انتخاب اسپرم توسط آن‌ها) و نر (تعداد و کیفیت اسپرم‌ها) تاثیر می‌گذارد و این اثر بسته به گونه حشره احتمالا متفاوت خواهد بود. نتایج بررسی حاضر این نظر را تایید می‌کنند، زیرا در شب‌پره‌ی مدیترانه‌ای آرد، درصد تفریخ تخم‌ها بر اثر تغذیه‌ی لاروها از گلیسرول و نیز آب نوشیدن حشرات کامل نر به طور معنی‌داری افزایش یافت که برخلاف نتایج راین و همکاران (۲۰۰۴) می‌باشد.

به طور کلی، وجود گلیسرول در رژیم غذایی لاروی و آب نوشیدن حشرات کامل نر و ماده طی اولین جفتگیری باعث افزایش طول عمر حشرات کامل نر و ماده و زادآوری شب‌پره‌ی مدیترانه‌ای آرد گردید. درصد تفریخ تخم‌ها نیز تحت تاثیر تغذیه لاروها از گلیسرول رژیم غذایی و آب نوشیدن نرها قرار داشت. طبق مشاهدات، حشرات کامل در رژیم‌های غذایی دارای گلیسرول سریع‌تر ظاهر شدند و دوره زندگی آن‌ها از تخم تا حشره کامل ۲۹ روز به طول انجامید. آب نوشیدن هر یک از حشرات کامل نر و ماده نیز روی صفات مورد بررسی تاثیر داشت به طوری که اثرات اصلی و متقابل آن دو بسته به وجود یا نبود گلیسرول در رژیم غذایی لاروی و آب نوشیدن یا ننوشیدن نرها و ماده‌های جفتگیری کرده متفاوت بود. علاوه بر این، اثر مرطوب‌کنندگی گلیسرول از طریق آب نوشیدن حشرات کامل (تبدیل تیمار $G^{-}Mw^{-}Fw^{-}$ به $G^{-}Mw^{+}Fw^{+}$) جبران شد، ولی آب نوشیدن هر دو حشره کامل نر و ماده تنها باعث افزایش قابل توجه طول عمر نرها گردید و روی طول عمر ماده‌ها و زادآوری اثری نداشت. مقایسه‌ی نتایج به دست آمده از این بررسی با نتایج راین و همکاران (۲۰۰۴) نشان می‌دهد که اثرات تغذیه‌ی لاروها از گلیسرول رژیم غذایی و آب نوشیدن حشرات کامل روی فیزیولوژی شب‌پره‌های انباری خانواده Pyralidae– و احتمالا سایر حشرات– دست‌کم بسته به گونه و جنسیت متفاوت خواهند بود.

سپاسگزاری

این مقاله دستاورد تحقیقات مرتبط با تهیه‌ی پایان‌نامه کارشناسی ارشد نویسنده اول می‌باشد که با استفاده از اعتبارات پژوهشی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان انجام شده است که بدین وسیله سپاسگزاری می‌گردد.

منابع

دانیالی م، ۱۳۷۳. بررسی بیولوژی و روش تکثیر آزمایشگاهی و انبوه زنبور *Bracon hebetor* به منظور مبارزه با کرم غوزه پنبه (*Heliothis armigera*) در گرگان و گنبد. گزارش‌های پژوهشی سالانه مرکز تحقیقات کشاورزی گرگان و گنبد (بخش تحقیقات آفات و بیماری‌های گیاهی).

طوسی ب، ۱۳۹۰. بررسی اثر تغذیه حشرات کامل شب‌پره مدیترانه‌ای آرد *Anagasta kuehniella* (Zeller) (Lep., Pyralidae) از چند ترکیب قندی روی برخی از ویژگی‌های زیستی آن‌ها. پایان‌نامه کارشناسی ارشد حشره‌شناسی کشاورزی، دانشکده تولید گیاهی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.

عیوضیان کاری ن، ۱۳۸۰. بررسی آزمایشگاهی تاثیر افزودن مخمر نان به جیره غذایی لاروها و تغذیه حشرات کامل با محلول قندی بر روی برخی از صفات زیستی شب‌پره مدیترانه‌ای آرد *Ephestia kuehniella* Zeller. پایان‌نامه کارشناسی ارشد حشره‌شناسی کشاورزی، دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز.

مخدوم ز، ۱۳۹۲. اثر تغذیه حشرات کامل شب‌پره مدیترانه‌ای آرد *Anagasta kuehniella* (Zeller) (Lep., Pyralidae) از چند ترکیب قندی روی طول عمر و باروری آن‌ها. پایان‌نامه کارشناسی ارشد حشره‌شناسی کشاورزی، دانشکده تولید گیاهی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.

یزدانیان م، و حیدری م، ۱۳۹۵. امکان‌سنجی کاربرد ترکیبات زیست‌منشا در تله‌های آبی و اثر آن‌ها روی برخی

ویژگی‌های تولید مثلی شب‌پره مدیترانه‌ای آرد (Z.) *Anagasta kuehniella*. پژوهش‌های کاربردی در گیاه‌پزشکی، جلد پنجم، شماره ۲. صفحه‌های ۱۱۹ تا ۱۳۴.

یزدانیان م طالبی چایچی پ و حداد ایرانی‌نژاد ک، ۱۳۷۹. بررسی نشوونمای شب‌پره مدیترانه‌ای آرد *Ephestia kuehniella*، در پرورش‌های آن بر روی چند رژیم غذایی تهیه شده از آرد و سبوس گندم. مجله دانش کشاورزی، جلد دهم، شماره ۳. صفحه‌های ۳۵ تا ۴۸.

یزدانیان م، طالبی چایچی پ، و حداد ایرانی‌نژاد ک، ۱۳۸۳. مطالعه رفتارهای تغذیه‌ای لاروها، دوشکلی جنسی در لاروها و شفیره‌ها و مراحل مختلف نشوونمایی شب‌پره مدیترانه‌ای آرد، *Anagasta kuehniella*. مجله دانش کشاورزی، جلد چهاردهم، شماره ۴. صفحه‌های ۵۱ تا ۶۷.

یزدانیان م، طالبی چایچی پ، و حداد ایرانی‌نژاد ک، ۱۳۸۴. مشاهداتی در مورد رفتارهای پس از ظهور و جفتگیری در حشرات کامل شب‌پره مدیترانه‌ای آرد، *Anagasta kuehniella* (Zeller)، و بررسی برخی ویژگی‌های تولید مثلی آن‌ها. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، جلد دوازدهم، شماره ۵. صفحه‌های ۱۶۷ تا ۱۷۶.

Altahtawy MM, Hammad SM, and Habib ME, 1973. Bionomics of *Anagasta kuehniella* (Zeller) (Lepidoptera, Pyralidae). Indian Journal of Agricultural Sciences 43(10): 905-908.

Ayvaz A, and Karabörklü S, 2008. Effect of cold storage and different diets on *Ephestia kuehniella* Zeller (Lep.; Pyralidae). Journal of Pest Science 81: 57-62.

Bell CH, 1975. Effects of temperature and humidity on development of four pyralid moth pests of stored product. Journal of Stored Products Research 11: 167-175.

Benson JF, 1973. The biology of Lepidoptera infesting stored products, with special reference to population dynamics. Biological Reviews 48: 1-26.

Cerutti F, Bigler F, Eden G, and Bosshart S, 1992. Optimal larval density and quality control aspects in mass rearing of the Mediterranean flour moth, *Ephestia kuehniella* Zell. (Lep., Phycitidae). Journal of Applied Entomology 114: 353-361.

Chapman RF, Simpson SJ, and Douglas AE, 2013. The Insects: Structure and Function. 5th Edition. Cambridge University Press, New York.

Chow Y, Yen D, and Lin S, 1977. Water, a powerful attractant for the gravid females of *Plodia interpunctella* and *Carda cautella*. Experientia 33: 453-455.

Cook PA, 1999. Sperm numbers and female fertility in the moth *Plodia interpunctella* (Hubner) (Lepidoptera; Pyralidae). Journal of Insect Behavior 12: 767-779.

Cook PA, and Gage MJG, 1995. Effects of risks of sperm competition on the numbers of eupyrene and apyrene sperm ejaculated by the moth *Plodia interpunctella* (Lepidoptera: Pyralidae). Behavioral Ecology and Sociobiology 36: 261-268.

Cook PA, Harvey IF, and Parker GA, 1997. Predicting variation in sperm precedence. Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Series B 352: 771-780.

Gage MJ, 1995. Continuous variation in reproductive strategy as an adaptive response to population density in the moth *Plodia interpunctella*. Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Series B 261: 25-30.

Ikeda T, Ishikawa H, and Sasaki T, 2003. Regulation of *Wolbachia* density in the Mediterranean flour moth, *Ephestia kuehniella*, and the almond moth, *Cadra cautella*. Zoological Science 20: 153-157.

Leather SR, 1984. The effect of adult feeding on the fecundity, weight loss and survival of the pine beauty moth, *Panolis flammea*. Oecologia 65: 70-74.

Leather SF, Walters KFA, and Bale JS, 1995. The Ecology of Insect Overwintering. Cambridge University Press, New York.

Norris MJ, 1934. Contributions towards the study of insect fertility. III: Adult nutrition, fecundity, and longevity in the Genus *Ephestia* (Lep., Phycitidae). Proceedings of the Zoological Society of London 104: 333-360.

Pullin AS, 1996. Physiological relationships between insect diapause and cold tolerance: Coevolution or coincidence? European Journal of Entomology 93: 121-129.

Ryne C, Ekeberg M, Jonsen N, and Oehlschlager C, 2006. Reduction in an almond moth *Ephestua cautella* (Lepidoptera: Pyralidae) population by means of mating disruption. Pest Management Science 62: 912-918.

Ryne C, Ekeberg M, Olsson C, Valeur P, and Lofstedt C, 2002. Water revisited: a powerful attractant for certain stored-product moth. Entomologia Experimentalis et Applicata 103: 99-103.

Ryne C, Nilsson PA, and Siva-Jothy MT, 2004. Dietary glycerol and adult access to water: effects on fecundity and adult longevity in the almond moth. Journal of Insect Physiology 50: 429-434.

Safa M, Yazdanian M, and Sarailoo MH, 2014. Larval feeding from some artificial diets and its effect on biological parameter of the Mediterranean flour moth. Munis Entomology and Zoology 9: 678-686.

Sasaki T, and Ishikawa H, 1999. *Wolbachia* infections and cytoplasmic incompatibility in the Almond moth and the Mediterranean flour moth. Zoological Science 16:739-744.

Sømme L, 1964. Effects of glycerol on cold-hardiness in insects. Canadian Journal of Zoology 42: 87-101.

Stanic B, Jovanovic-Galovic A, Blagojevic DP, Grubor-Lajsic G, Worland R, and Spasic MB, 2004. Cold hardiness in *Ostrinia nubilalis* (Lepidoptera: Pyralidae): Glycerol content, hexose monophosphate shunt activity, and antioxidative defense system. European Journal of Entomology 101: 459-466.

Effects of Larval Feeding From Glycerol and Adult Water Drinking on Some Biological Aspects of the Mediterranean Flour Moth, *Ephestia kuehniella* Zeller (Lep.; Pyralidae)

M Heydari Taghi Abadi[1], M Yazdanian[2*] and A Afshari[2]

[1]Former M.Sc. Student, Department of Plant Protection, Faculty of Plant Production, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran.
[2]Assistant and Associated Professors, Department of Plant Protection, Faculty of Plant Production, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran.
*Corresponding author: mohsenyazdanian@gau.ac.ir

Received: 12 February 2017 Accepted: 20 June 2017

Abstract

Feeding of adults of stored-product moths in the genus *Ephestia* from water and sugar solutions as well as quantity and quality of larval diets would affect many biological properties of adults. In this study, effects of feeding of larvae from dietary glycerol, and male and female adult access to water were evaluated in the Mediterranean flour moth, *Ephestia kuehniella* Zeller. Larvae were reared on two different diets: wheat germ + brewer's yeast + glycerol (10:1:2), and wheat germ + brewer's yeast (10:1). Some adults were allowed to drink water for two days before mating and some others had no access to water. Larval feeding from dietary glycerol, if male and female adults had no access to water, had a significant effect on female longevity, but access to water either by one or two sexes made the effect non-significant. Drinking water by the two sexes, depending on feeding of larvae from glycerol-containing or glycerol-free diets, decreased female longevity significantly and non-significantly, respectively. Presence of glycerol in larval diet had a significant effect on longevity of male adults but in contrast with females, access of male adults to water did not compensate the negative effect of glycerol-free diet. Females obtained from larval glycerol diets showed higher fecundity. Drinking water or not by one sex altered the effect of water access on fecundity by other sex. Feeding from dietary glycerol increased the percentage eggs hatched, and mating of males and females with or without access to water showed different effects on egg hatchability. In general, presence of glycerol in larval diet and drinking water by adults increased the adults' longevity and fecundity, and percentage eggs hatched was affected by larval dietary glycerol and male adult access to water.

Keywords: Fecundity, Glycerol, Longevity, Mediterranean flour moth, Water drinking.