

تأثیر دوره‌های مختلف نوری بر تغییرات مرفومتريک بيضه و كيسه جفت‌گیری *Ephestia kuehniella* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae)

فاطمه فارسی، کبری فتوحی، جاماسب نوزری*، سيد حسين گلدان‌ساز و وحید حسینی نوه

ایران، تهران، دانشگاه تهران، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، گروه گیاه‌پزشکی

تاریخ دریافت: ۹۷/۱/۲۰ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۹/۴



چکیده

فاکتورهای زنده و غیرزنده متعددی بر حشرات اثرگذار هستند. در این بین، نور از جمله فاکتورهای غیرزنده‌ای است که نه تنها بر رشد و نمو و رفتار شب‌پره‌ها، بلکه بر مرفولوژی اندام‌های داخلی و خارجی آن‌ها هم تأثیر می‌گذارد. با توجه به اثرات مذکور، هدف از مطالعه حاضر، بررسی دوره‌های مختلف نوری بر تغییرات مرفومتريک اندام‌های تولیدمثلی در جنس‌های نر و ماده (بيضه و كيسه جفت‌گیری) بید آرد *E. Kuehniella* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae) می‌باشد. براساس نتایج، بزرگترین طول بيضه در مقیاس میلی‌متر ($\text{mean} = 1.034 \pm 0.01 \text{ SEM}, n = 30$) و نیز بیشترین مساحت كيسه جفت‌گیری در مقیاس میلی‌متر ($\text{mean} = 1.44 \pm 0.01 \text{ SEM}, n = 30$) تحت دوره نوری روشنایی و تاریکی متناوب (12L: 12D) به ثبت رسید. نتایج حاصل از این پژوهش، پیشنهاد می‌دارد که دوره‌های مختلف نوری می‌تواند با ایجاد تغییر در ابعاد مرفومتريک بخش‌های مختلف دستگاه تولیدمثلی هر دو جنس نر و ماده، بر فرآیندهای آزادسازی اسپرم و تولیدمثلی شب‌پره تأثیرگذار باشد.

واژه‌های کلیدی: بيضه، كيسه جفت‌گیری، بید آرد، مرفومتريک

* نویسنده مسئول، تلفن: ۰۹۱۲۳۶۰۳۷۴۳، پست الکترونیکی: nozari@ut.ac.ir

مقدمه

حشرات راهبردهای تولیدمثلی قابل‌انعطافی را در پیش گرفتند که به آن‌ها اجازه می‌دهد شایستگی‌شان را از طریق تنظیم چالش‌های تولیدمثلی در پاسخ به وضعیت خود یا شرایط محیطی بهینه سازند (۱۵ و ۳۴). راهبردهای تولیدمثلی جنس ماده، حداقل در گونه‌هایی بدون مراقبت مستقیم والدین، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است، زیرا تولیدمثل اغلب در ماده‌ها نسبت به نرها پرهزینه‌تر است (۳، ۱۹، ۲۰ و ۳۱). در حشرات ماده، سرمایه‌گذاری تولیدمثلی ماده در اندازه و تعداد تخم تولیدی (۱۵) و در حشرات نر در اسپرماتوفور تولیدی که ممکن است به تولید تخم و نگهداری بدنی ماده کمک کند، تحت تأثیر عوامل مختلف، تغییراتی را نشان می‌دهند. این تغییرات ممکن است به واسطه تغییر در ابعاد اندام‌های مختلف دستگاه تولیدمثلی القا شود.

راسته بال‌پولکداران شامل شب‌پره‌ها و پروانه‌ها گروه مهمی از حشرات با بیش از ۱۵۷۰۰۰ گونه هستند (۴). شب‌پره آرد *Ephestia kuehniella* Zeller (Lep.: Pyralidae) نه تنها یکی از آفات مهم محصولات انباری در جهان و به‌ویژه در کشورهایی با آب‌وهوای معتدل می‌باشد (۲۹)، بلکه به‌طور وسیع و در بعد تجاری، یکی از میزبان‌های موفق آزمایشگاهی در پرورش انبوه عوامل کنترل بیولوژیک، پارازیتوئیدها و شکارگرها، به شمار می‌رود (۱۱ و ۲۲). عوامل مختلفی اعم از زنده (کیفیت و میزان دسترسی به میزبان، تنوع زیستی گیاهی و...) و غیرزنده (دما، رطوبت و نور) بر حشرات اثرگذار هستند. کالیگ و همکاران (۲۰۱۴) بیان کردند که عوامل غیرزنده از جمله نور نه تنها بر رفتار، بلکه بر سازوکارهای فیزیولوژیکی و تولیدمثلی حشره نیز تأثیر می‌گذارند. گونه‌های مختلف

داشتند که نقش کیسه جفت‌گیری در بال پولکداران کمک به انتشار اسپرم است و عملکرد گوارشی خاصی را مهیا می‌سازد که نقش هضم و جذب پیچیده‌ای را ایفا می‌کند زیرا طی جفت‌گیری، اسپرماتوفور را که غنی از مواد مغذی تولیدشده توسط غدد ضمیمه جنس نر است، دریافت می‌کند (۲۷). باتوجه به نقش منحصر به فرد کیسه جفت‌گیری مطالعات اندکی درباره آن صورت گرفته است. اگرچه برخی پژوهشگران نیز اظهار داشتند هیچ تکنیک خاصی برای مطالعه این عضو مورد نیاز نیست و حتی با میکروسکوپ نوری نیز می‌توان به راحتی به کاوش پیرامون آن پرداخت، ضمن این‌که با توجه به پدیده‌های فیزیولوژیکی پیچیده‌ای که درون آن به انجام می‌رسد زمینه مناسبی را برای درک تکامل سازشی ارائه می‌نماید و نیز برخی خانواده‌های ژنی خاص را در این عضو تشخیص دادند که احتمالاً عملکردهای ویژه را برای کیسه جفت‌گیری به ارمغان می‌آورد (۲۷). این موارد حاکی از اهمیت این بخش از دستگاه تولیدمثلی حشره ماده است که تاکنون به میزان بسیار اندکی و تنها در بحث‌های تاکسونومیک مطرح بوده است (۲۴).

به دلیل اهمیت بید آرد به عنوان گونه‌ای مدل در حل مشکلات سیتوژنتیک، ژنتیک بیوشیمیایی و زیست‌شناسی تکاملی (۲۶) و نیز کاربرد تخم و لارو این حشره به عنوان منبع غذایی برای پرورش دشمنان طبیعی (۳۵) و با در نظر داشتن نقش غیرقابل انکار نور بر صفات مختلف حشرات، هدف پژوهش حاضر تعیین اثرات احتمالی دوره‌های متنوع نوری بر صفات مرفولوژیکی سیستم تولیدمثلی جنس‌های نر و ماده بید آرد بوده است که این شاخص می‌تواند بر میزان تولیدمثل حشره تأثیر بگذارد و در تولید انبوه عوامل بیولوژیک مؤثر واقع شود.

مواد و روشها

پرورش و نگهداری شب‌پره آرد *Ephestia kuehniella*
برای پرورش شب‌پره آرد، از میزان ۰/۲ گرم تخم بید آرد

از بین تمامی عوامل غیرزنده، نور تغییرپذیری متنوعی را در رفتارهای مختلف حشرات از قبیل: پرواز، تولیدمثل و رشدونمو القا می‌نماید (۳۳). حشرات از جمله بید آرد قادر به درک نور هستند. در گونه‌هایی مانند *E. cautella* (Lep.: Phycitidae), *Plodia interpunctella* (Lep.: Pyralidae) و *E. kuehniella* اثر نور مرئی هم بر رشد و نمو و هم بر ظهور بالغین اثبات شده است (۱۰) ولی مطالعه‌ای که به اثر این عامل بر تغییرات مرفومتريکی اندام‌های تولیدمثلی، که می‌تواند به‌طور مستقیم بر تولیدمثل و شایستگی حشره اثر بگذارد، موجود نیست.

سیستم تولیدمثلی حشره نر شامل بیضه، مجاری تناسلی و غدد ضمیمه است (۷). بیضه، مکانی برای رشد و نمو اسپرم و ذخیره آن می‌باشد (۳۶). به‌طور عمده طی مرحله لاروی بال‌پولکداران، دو عدد بیضه قابل تشخیص است ولی مطالعه در مرحله بلوغ گونه‌های این راسته حاکی از آن است که در برخی افراد شامل:

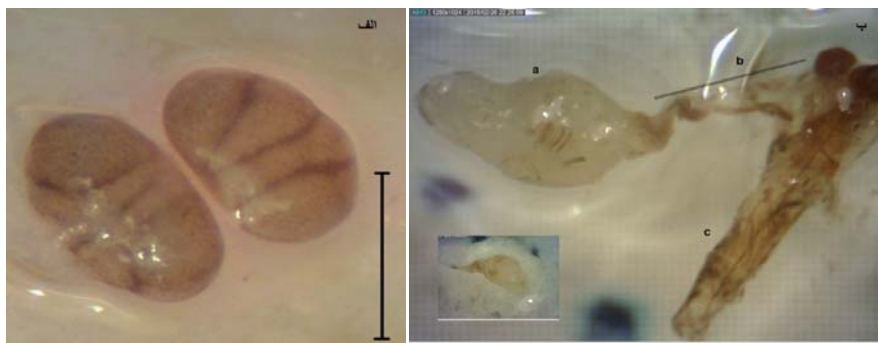
Buzura suppressaria (Lep.: Geometridae),
Pseudaletia separate (Lep.: Noctuidae),
Choristoneura fumiferana (Lep.: Tortricidae),
Tryporyza incertulas (Lep.: Pyralidae), *Agrotis ipsilon* (Lep.: Noctuidae), *Ancylis sativa* (Lep.: Tortricidae), *Pieris melete* (Lep.: Pieridae), *Colias fieldii* (Lep.: Pieridae) و *Chilo suppressalis* (Lep.: Crambidae)

تنها یک بیضه وجود دارد درحالی‌که در گونه‌های *Hepialus baimaensis* (Lep.: Hepialidae), *Grapholita molesta* (Lep.: Tortricidae) و *Antheraea yamamai* (Lep.: Saturniidae) هنوز هم در مرحله بلوغ دو بیضه قابل رؤیت است (۸، ۱۴ و ۳۶).

در دستگاه تولیدمثلی حشره ماده، کیسه جفت‌گیری، از قسمت‌های مهم می‌باشد، ولی کمتر مورد مطالعه قرار گرفته است. گرچه کیسه جفت‌گیری از بافت‌های مشابه با سایر بخش‌های دستگاه تولیدمثل جنس ماده رشد و نمو داشته است ولی عملکرد آن کاملاً متفاوت از سایر بافت‌های تولیدمثلی است (۲۷). چونگ و همکاران (۱۹۹۰) بیان

ظاهر شده بعد از گذشت دوازده ساعت به‌عنوان گروه هم-سن در نظر گرفته شد. تمایز بالغین جنس نر و ماده بید آرد از طریق مرفولوژی انتهای بدن قابل تشخیص بود.

جهت مطالعه ماکروسکوپی در جنس نر، بیضه لارو سن آخر و در جنس ماده، کیسه جفت‌گیری بالغ انتخاب شد. بیضه‌های لارو سن آخر به‌صورت دو لکه تیره از سطح پشتی بدن قابل رؤیت است. به‌منظور جداسازی بیضه‌ها، در ابتدا هر فرد لارو در محلول سرم فیزیولوژی (7.5g NaCl/L) قرار گرفت و به‌وسیله پنس ثابت نگه‌داشته شد. سپس با استفاده از تیغ جراحی از قسمت پایین‌تر از بیضه-ها، بدن لاروها شکافته شد. بیضه‌ها به همراه بافت چربی متصل به آن، در محلول رها شدند. چربی از بافت بیضه به کمک سوزن‌های ظریف حشره‌شناسی جدا شد (شکل ۱ الف). در حشرات ماده نیز، شکم به کمک سوزن‌های ظریف و خلال‌دندان استریل تشریح شد. کیسه جفت‌گیری با احتیاط از سایر قسمت‌های دستگاه تولیدمثلی جدا شد (شکل ۱ ب). از دستگاه استریومیکروسکوپ (Olympus) مجهز به دوربین CCD video camera (Sony, Dinolite 2) جهت عکسبرداری از نمونه‌ها استفاده شد. در مجموع ۳۰ تکرار برای هر دوره نوری در نظر گرفته شد (۳×۳=۹۰).



شکل ۱- الف) بیضه لارو سن آخر ب) کیسه جفت‌گیری ماده بالغ *E. kuehniella*

(a= corpus bursae, b= ductus bursae, c= ovipositor) (مقیاس = 0.1 سانتی‌متر)

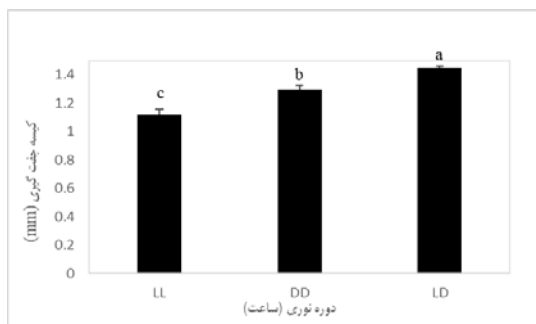
تکنیک (۱۳) داده‌های خام در فرمول $A = \Pi ab$ (a= length of semimajor axis and b= length of semiminor axis) قرار داده شد. توزیع نرمال بودن داده‌ها با آزمون شاپیروویلیک (Shapiro-Wilk test) ارزیابی شد، سپس

(از همسانه پایه نگهداری شده در آزمایشگاه بیوسستماتیک حشرات دانشگاه تهران)، روی بستر پرورش، شامل ۷۵ درصد آرد گندم، ۲۵ درصد سیوس گندم به همراه ۲ درصد مخمر استفاده شد. ظروف پرورش (به ابعاد ۱۰×۱۵×۲۵ cm) در شرایط دمایی 25 ± 1 درجه سلسیوس، رطوبت نسبی 75 ± 5 درصد، در سه گروه تیماری شامل روشنایی مطلق (LL)، تاریکی مداوم (DD)، روشنایی و تاریکی متناوب (12L:12D) نگهداری شدند.

آزمایش تأثیر دوره‌های مختلف نوری بر ویژگی‌های مرفومتیکی اندام تولیدمثلی جنس‌های نر و ماده *E.*

kuehniella برای به دست آوردن گروه هم‌سن در جنس نر، از ویژگی رفتاری و ریختی شناخته‌شده در لاروهای سن آخر این حشره استفاده شد. آخرین سن لاروی، تمامی حرکات خود را متوقف می‌سازد و وارد مرحله سرگردانی (Wandering Stage) می‌گردد، سپس آغاز به تئیدن پيله ابریشمی به‌منظور ورود به مرحله شفیرگی می‌کند (۱۷). بعلاوه، طول لارو پس از رشد کامل و در این مرحله ۱/۵ الی ۱/۸ میلی‌متر است. هم‌سن سازی در حشرات ماده بید آرد، بدین‌صورت انجام شد که پس از جمع‌آوری کلیه حشرات موجود در ظروف پرورش، بالغین

به‌منظور استخراج داده‌های مرفولوژیک شامل تعیین طول بیضه‌ها و مساحت کیسه جفت‌گیری از نرم‌افزار (Image J National Institutes for Aeaith, Bethesda, MD, USA) استفاده شد. در محاسبه مساحت کیسه جفت‌گیری طبق



نمودار ۲- تأثیر دوره‌های مختلف نوری بر مساحت کیسه جفت‌گیری در بالغین *E. kuehniella*

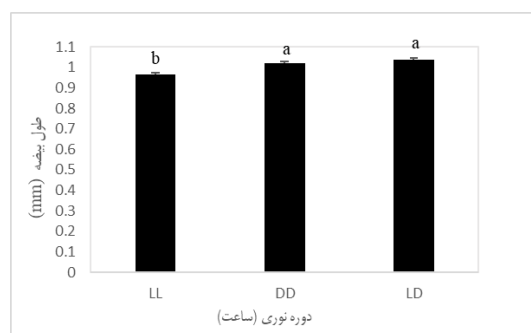
بحث و نتیجه‌گیری

با توجه به فقدان هرگونه پژوهش پیشین در زمینه تأثیرات دوره‌های نوری بر ابعاد مرفومتريک اندام‌های تولیدمثلی در اعضای راسته بال‌پولکداران، تحقیق حاضر به منظور بررسی تغییرات مرفومتريک بیضه در جنس نر و کیسه جفت‌گیری در جنس ماده *E. kuehniella* انجام شد. تأثیر نور بر باروری و رشدنومو بید آرد *E. kuehniella* اثبات شده است (۱۰)، به طوری که بین سه دوره نوری مختلف که مشابه با دوره‌های نوری مطالعه کنونی بود، باروری حشرات در روشنایی مطلق (LL) به میزان قابل توجهی کاهش داشت. علت این امر را ناتوانی نرها در بارور نمودن ماده‌ها بیان کردند. نتایج ما نشان می‌دهد احتمالاً یکی از عواملی که سبب چنین ناتوانی در نرها می‌شود، کم شدن میزان رشد و توسعه بیضه و کوچک‌تر بودن این اندام در مقایسه با نرهایی است که در سایر دوره‌های نوری پرورش یافتند. این امر به طور مستقیم بر فرآیند تولید و رهاسازی اسپرم مؤثر خواهد بود. مطالعه صورت گرفته روی *P. interpunctella* (Lep: Pyralidae) نیز نشان می‌دهد که توانایی و کفایت نرها در دوره نوری (DD) به شدت تحت تأثیر قرار می‌گیرد و بالطبع محتویات اسپرماتکای حشره ماده نیز که با نرهای رشد یافته در دوره‌های مختلف نوری جفت‌گیری می‌کند منجر به تناوب در تعداد تخم و میزان تخم‌ریزی آن‌ها خواهد شد (۲۵). مطالعه روی *Pectinophora gossypiella* (Lep. Gelechiidae) نیز نتایج

داده‌های حاصله برای انجام آنالیزهای آماری (ANOVA & Minitab Version 16 به نرم‌افزار Tukey's HSD test) (۲۸) ارائه شد.

نتایج

آزمون Shapiro Wilk test بیانگر آن بود که داده‌ها دارای توزیع نرمال هستند. نتایج تحقیق حاضر حاکی از این بود که دوره‌های مختلف نوری بر ابعاد مرفومتريک بیضه اثر معنی‌داری را نشان می‌دهد ($F=11.40$, $P<0.001$, $df=2,87$) میانگین طول بیضه در لاروهای رشد یافته در دوره نوری روشنایی و تاریکی متناوب (12L: 12D) در مقایسه با سایر دوره‌های نوری بیشترین مقدار بود ($\text{mean}=1.034\pm 0.01$, SEM, $n=30$) رشد یافته در دو دوره نوری شامل تاریکی مطلق، روشنایی و تاریکی متناوب در گروه آماری یکسانی جای گرفتند. کوچک‌ترین میانگین طول بیضه، در لاروهای رشد یافته در دوره نوری مطلق بدست آمد ($\text{mean}=0.96\pm 0.01$, SEM, $n=30$) (نمودار ۱)



نمودار ۱- تأثیر دوره‌های مختلف نوری بر طول بیضه در لارو نرسن آخر *E. kuehniella*

مقایسه آماری مساحت کیسه جفت‌گیری در دوره‌های نوری مختلف حاکی از وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارهای مختلف بود ($F=37.40$, $P<0.001$, $df=2.87$). همانطور که در نمودار ۲ نشان داده شده است، بیشترین مساحت کیسه جفت‌گیری برای شب‌پره‌های رشد یافته در دوره نوری روشنایی و تاریکی متناوب (12L: 12D) به ثبت رسید ($\text{mean}=1.44\pm 0.01$, SEM, $n=30$).

اثرات زیان‌باری را روی این بخش داشته باشد و انتشار اسپرم و باروری را تحت تأثیر قرار دهد (۱۶).

در بین تمامی قسمت‌های مختلف دستگاه تولیدمثلی حشره ماده، مطالعات روی کیسه جفت‌گیری کمتر صورت گرفته است که به‌طور عمده تمرکز این مطالعات نیز بر نقش و عملکردهای این عضو بوده است (۲۷). پژوهش کنونی اولین مطالعه‌ای است که به بررسی یک عامل، نور، بر تغییرات مرفومتريک این عضو پرداخته است. از کیسه جفت‌گیری به‌عنوان عضو تولیدمثلی منحصربه‌فرد در حشرات ماده یاد شده است (۲۷). نتایج ما نشان داد که نور هم بر ابعاد مرفومتريکی جنس ماده و هم جنس نر اثرگذار است و این تأثیر در واقع بازتابی از تقابل دوطرفه سیستم تولیدمثلی جنس‌های نر و ماده است. دراموند (۱۹۸۴) رابطه کیسه جفت‌گیری - اسپرماتوفور را یک پروسه متقابل عنوان کرد. زیرا مواد تغذیه‌ای اهداشده توسط جنس نر که درون اسپرماتوفور قرار گرفته است نه تنها برای تولید تخم بلکه برای نگهداری سوماتیک هم استفاده می‌شود، لذا می‌تواند خروجی تولیدمثلی حشره ماده را افزایش دهد (۱۲). مطالعه ما نیز نشان داد اثر دوره نوری مطلق (LL) بر کیسه جفت‌گیری جنس ماده سبب کاهش ابعاد آن می‌شود که متناسب با تقلیل در ابعاد بیضه جنس نر است.

در پژوهش حاضر، ما اثرات دوره‌های مختلف نوری بر تغییرات بیضه و کیسه جفت‌گیری بید آرد را نشان دادیم و به بررسی روند افزایش یا کاهش ابعاد مرفومتريک این قسمت‌های دستگاه تولیدمثلی با تغییر دوره‌های نوری پرداختیم. شایان توجه است که توجه به شرایط محیطی و اثرات آن‌ها به‌عنوان زمینه‌سازی در روند تغییرات زیستی و رفتارهای جانوران در مطالعات زیادی از جانوران مختلف مورد بررسی قرار گرفته است (۱ و ۲). با توجه به فقدان مطالعه مشابه‌ای همسو با پژوهش حاضر، امید است اطلاعات حاصل از این تحقیق، راه‌های تازه‌ای را در جهت بهبود پرورش بهینه در این حشره فراهم آورد.

مشابه‌ای را نشان داد، در دوره نوری 12D: 12L آزادسازی اسپرم Eupyren از بیضه‌های این حشره ریتمیک انجام می‌شود در حالی که این روند در شفیره‌هایی که در دوره نوری مطلق رشد یافته بودند، به میزان قابل‌توجهی کاهش داشت (۲۳). بعد از آن، ست و همکاران (۲۰۰۲) با تحقیق بر *Spodoptera litura* (Lep: Noctuidae) نشان دادند که ریتم شبانه‌روزی آزادسازی اسپرم با در معرض قرارگیری جنس نر این‌گونه تحت نور مطلق تحت تأثیر قرار می‌گیرد (۳۲). در افراد نر راسته بال پولکداران، دو فرم اسپرم شامل: Eupyrene و Apyrene تولید می‌شود که تنها اسپرم Eupyrene تخم را بارور می‌سازد (۶). ریمن و همکاران (۱۹۷۴) نشان دادند که در *E. kuehniella* آزادسازی اسپرم از بیضه‌ها در نرهایی که در شرایط نوری متناوب (روشنایی: تاریکی) نگهداری می‌شدند به‌صورت ریتمیک بوده است در حالی که اگر نرها در شرایط نور مطلق نگهداری می‌شدند این پروسه غیر ریتمیک به انجام می‌رسید. مشابه این نتیجه در مورد *Spodoptera littoralis* (Lep: Noctuidae) نیز به‌دست آمده است (۵)، در پژوهش آن‌ها اثبات شد که سنین نابالغ شامل: سن آخر لاروی و مرحله شفیرگی، مراحل حساس‌تری از زندگی این‌گونه در شرایط نور مطلق است و این دوره نوری به‌شدت میزان اسپرم‌های Eupyrene آزاد شده از بیضه‌های شب‌پره را کاهش می‌دهد. گیبولتوویچ و همکاران (۱۹۸۹) پیشنهاد دادند که بیضه‌ها و یا مجاری خروجی اسپرم (*Vas deferens*) در *Lymantria dispar* (Lep: Lymantriidae) دارای یک گیرنده نوری هستند که می‌تواند به‌طور مستقیم به شرایط نوری محیط به‌صورت سریع پاسخ دهد. آن‌ها بیان داشتند که مجموعه UVD-SV (upper vas deferens- seminal vesicle) بیضه به‌عنوان یک سیستم منحصربه‌فرد شبانه‌روزی است که در آن گیرنده‌های نوری، پروسه‌های تنظیم‌کننده با تمایز یافتگی بالایی از یکدیگر جدا می‌شوند (۱۸). نور مطلق می‌تواند

منابع

- ۱- پرتو، پ.، رستگار پویانی، ن.، خالصه، آ.، نوری، ف.، میرآقایی، ش.، و خزاعی، ن.، ۱۳۹۶. مطالعه مورفولوژی و هیستوشیمی دستگاه تولیدمثل جنکوی انگشت برگی ورنر *Asaccus elisae* (Werner, 1985) نر و ارتباط آن با فصول مختلف سال، مجله پژوهش‌های جانوری (مجله زیست‌شناسی ایران)، شماره ۳۰ (۲)، صفحات ۱۴۱-۱۵۱.
- ۲- نامداریان راد، ا.، مازی امیری، ب.، ایگدری، س.، بنام، ص.، و عابدی، م.، ۱۳۹۶. مقایسه بافت‌شناسی اندام‌های تنظیم‌کننده اسمزی در مولدین رسیده و نزدیک رسیدگی دهان گرد خزری (*Caspiomyzon wagneri*) (مجله زیست‌شناسی ایران)، شماره ۳۰ (۲)، صفحات ۲۴۶-۲۵۶.
- 3- Arnqvist, G., and Rowe, L., 2005. Sexual Conflict. Princeton University Press; Princeton, NJ, 352 p.
- 4- Bazinet, A. L., Cummings, M. P., Mitter, K. T., and Mitter, C. W., 2013. Can RNA-Seq resolve the rapid radiation of advanced moths and butterflies (Hexapoda: Lepidoptera: Apoditrysia)? An exploratory study. PLOS One, 8(12), PP: 1-14.
- 5- Bebas, P., and Cymborowski, B., 1999. Effect of constant light on male sterility in the cotton leafworm *Spodoptera littoralis*. Physiological entomology, 24 (2), PP: 165-170.
- 6- Bebas, P., Cymborowski, B., and Giebultowicz, J. M., 2001. Circadian rhythm of sperm release in males of the cotton leafworm, *Spodoptera littoralis*: in vivo and in vitro studies. Journal of Insect Physiology, 47(8), PP: 859-866.
- 7- Borror, D. J., and DeLong, D. M., 1971. An introduction to the study of insects. Holt, Rinehart, and Winston: New York. No. Ed. 3, PP: xiii + 812 pp. ref. many.
- 8- Cao, S., Shang, S. Q., and Zhang, Y. L., 2012. Anatomy of the reproductive system of *Pieris melete* Menetries (Lepidoptera: Pieridae). Journal of Northwest A & F University (Natural Science Edition), 40, PP: 77-82.
- 9- Cheong, S. W., Lee, C. E., and Park, H. C., 1990. A microscopic study on the bursa copulatrix of Korean Pieridae (Lepidoptera). Esakia, 1, PP: 167-172.
- 10- Cymborowski, B., and Giebultowicz, J. M., 1976. Effect of photoperiod on development and fecundity in the flour moth, *Ephestia kuehniella*. Journal of Insect Physiology, 22 (9), PP: 1213-1217.
- 11- Darwish, E., El-Shazly, M., and El-Sherif, H., 2003. The choice of probing sites by *Bracon hebetor* say (Hymenoptera: Braconidae) foraging for *Ephestia kuehniella* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae). Journal of Stored Products Research, 39 (3), PP: 265-276.
- 12- Drummond, B. A., 1984. Multiple mating and sperm competition in the Lepidoptera. Sperm competition and the evolution of animal mating systems, PP: 291-370.
- 13- Duplouy, A., Woestmann, L., Gallego Zamorano, J., and Saastamoinen, M., 2018. Impact of male condition on his spermatophore and consequences for female reproductive performance in the Glanville fritillary butterfly. Insect science, 25, PP: 284-296.
- 14- Fan, Y. L., 1993. A study on the reproductive system of *Ancylis sativa* Liu. Journal of Shanxi Agricultural University (Nature Science Edition), PP: 321-323.
- 15- Fox, C. W., and Czesak, M. E., 2000. Evolutionary ecology of progeny size in arthropods. Annual Review of Entomology, 45, PP: 341-369.
- 16- Friedländer, M., Seth, R. K., and Reynolds, S.E., 2005. Eupyrene and apyrene sperm: dichotomous spermatogenesis in Lepidoptera. *Advances in Insect Physiology*, 32, PP: 206-308.
- 17- Giebultowicz, J. M., Zdarek, J., and Chróścikowska, U., 1980. Cocoon spinning behaviour in *Ephestia kuehniella*; correlation with endocrine events. *Journal of Insect Physiology*, 26(7), PP: 459-464.
- 18- Giebultowicz, J. M., Riemann, J. G., Raina, A. K., and Ridgway, R. L., 1989. Circadian system controlling release of sperm in the insect testes. *Science*, 245(4922), PP: 1098-1100.
- 19- Gilg, M. R., and Kruse, K. C., 2002. Reproduction decreases life span in the giantwaterbug (*Belostoma flumineum*). The American Midland Naturalist, 149, PP: 306-319.
- 20- Kemp, D. J., and Rutowski, R. L., 2004. A survival cost to mating in a polyandrous

- butterfly, *Colias eurytheme*. *Oikos*, 105, PP: 65–70.
- 21- Khaliq, A., Javed, M., Sohail, M., and Sagheer, M., 2014. Environmental effects on insects and their population dynamics. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 2 (2), PP: 1-7.
- 22- Kim, D., and Riedl, H., 2005. Effect of temperature on development and fecundity of the predaceous plant bug *Deraeocoris brevis* reared on *Ephestia kuehniella* eggs. *Biocontrol*, 50, PP: 881-897.
- 23- LaChance, L. E., Richard, R. D., and Ruud, R. L., 1977. Movement of eupyrene sperm bundles from the testis and storage in the ductus ejaculatoris duplex of the male pink bollworm: effects of age, strain, irradiation, and light. *Annals of the Entomological Society of America*, 70(5), PP: 647-651.
- 24- Lincango, P., Fernández, G., and Baixeras, J., 2013. Microstructure and diversity of the bursa copulatrix wall in Tortricidae (Lepidoptera). *Arthropod structure & development*, 42 (3), PP: 247-256.
- 25- Lum, P. T. M., and Flaherty, B. R., 1969. Effect of mating with males reared in continuous light or in light-dark cycles on fecundity in *Plodia interpunctella* Hubner (Lepidoptera: Phycitidae). *Journal of Stored Products Research*, 5 (2), PP: 89-94.
- 26- Marec, F., and Shvedov, A. N., 1990. Yellow eye, a new pigment mutation in *Ephestia kuehniella* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae). *Hereditas*, 113(2), PP: 97-100.
- 27- Meslin, C., Plakke, M. S., Deutsch, A. B., Small, B. S., Morehouse, N. I., and Clark, N. L., 2015. Digestive organ in the female reproductive tract borrows genes from multiple organ systems to adopt critical functions. *Molecular biology and evolution*, 32 (6), PP: 1567-1580.
- 28- Minitab, 2010. Minitab 16 statistical software. Minitab Inc., State College, Pennsylvania, USA.
- 29- Phillips, T. W., and Strand, M. R., 1994. Larval secretions and food affect orientation in female *Plodia interpunctella*. *Journal of Entomologia Experimentalis Et Applicata*, 71, PP: 185-192.
- 30- Riemann, J. G., Thorson, B. J., and Ruud, R. L., 1974. Daily cycle of release of sperm from the testes of the Mediterranean flour moth. *Journal of Insect Physiology*, 20(1), PP: 195-207.
- 31- Service, P. M., 1989. The effect of mating status on lifespan, egg laying, and starvation resistance in *Drosophila melanogaster* in relation to selection on longevity. *Journal of Insect Physiology*, 35, PP: 447–452.
- 32- Seth, R. K., Rao, D. K., and Reynolds, S. E., 2002. Movement of spermatozoa in the reproductive tract of adult male *Spodoptera litura*: daily rhythm of sperm descent and the effect of light regime on male reproduction. *Journal of insect physiology*, 48(1), PP: 119-131.
- 33- Shimoda, M., and Honda, K. I., 2013. Insect reactions to light and its applications to pest management. *Applied Entomology and Zoology*, 48 (4), PP: 413-421.
- 34- Svensson, E., and Sheldon, B. C., 1998. The social context of life history evolution. *Oikos*, 83, PP: 466–477.
- 35- Tarlack, P., Mehrkhou, F., and Mousavi, M., 2015. Life history and fecundity rate of *Ephestia kuehniella* (Lepidoptera: Pyralidae) on different wheat flour varieties. *Archives of Phytopathology and Plant Protection*, 48(1), PP: 95-103.
- 36- Zhang, Z., Men, L., Peng, Y., Li, J., Deng, A., Chen, Y., Liu, X., and Ma, R., 2017. Morphological differences of the reproductive system could be used to predict the optimum *Grapholita molesta* (Busck) control period. *Scientific Reports*, 7 (1), PP: 1-14.

Effect of different light diets on the morphometric changes of the testicles and bursa copulatrix of *Ephestia kuehniella* (Lepidoptera: Pyralidae)

Farsi F., Fotouhi K., Nozari J., Goldansaz S.H. and Hoseini Naveh V.

Dept. of Plant Protection, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Tehran, I.R. of Iran

Abstract

Insects are influenced by many biotic and abiotic factors. Light is one of the environmental factors that affect not only the growth and development of the moth, but also the morphology of their internal and external organs. Regarding the mentioned effect, aim of the present study is to investigate light diets on the morphometric changes of male and female reproductive organs (testes and corpus bursa) of flour moth, *Ephestia kuehniella* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae). Based on the results, the largest testicular length on a millimeter scale (mean= $1.034 \pm 0.01\text{SEM}$, n= 30) and the largest area of corpus bursa on a millimeter scale (mean= $1.44 \pm 0.01\text{SEM}$, n= 30) was recorded under the alternating light and dark condition (12L: 12D). The obtained results suggest that different light diets can affect the sperm release and reproductive processes of moth by changing the morphometric of different parts of the reproductive system in both male and female.

Key words: Testicle, Corpus Bursa, *Ephestia. kuehniella*, Morphometric.