Archive of SID

نامه انجمن حشره‌شناسی ایران۷۹-۷۱ ,(۱)۳۸ ,۱۳۹۷
Journal of Entomological Society of Iran
2018, 38(1),71-79

Doi:

تأثیر چرخه روشنایی بر زیست‌شناسی شب‌پره آرد *Ephestia kuehniella* (Lepidoptera: Pyralidae) در شرایط آزمایشگاهی

زینب مقدم‌فر[۱]، مسعود امیرمعافی[۲و*] و هاجر پاکیاری[۱]

۱-گروه حشره‌شناسی، واحد تاکستان، دانشگاه آزاد اسلامی، تاکستان، ایران و ۲- موسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران

* مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: mamirmaafi@gmail.com

چکیده

شب‌پره آرد، *E. kuehniella*، حشره‌ای همه‌جایی و مهم‌ترین آفت محصولات انباری به ویژه آرد است. این تحقیق به بررسی تأثیر چرخه روشنایی (تاریکی مطلق و دوره نوری ۱۶ و تاریکی ۸ ساعت) بر رشد و نمو و تولیدمثل این گونه در شرایط آزمایشگاهی (دمای ۰/۵ ± ۳۰ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۵±۵۰ درصد)پرداخته است. نتایج این بررسی نشان داد که چرخهٔ روشنایی بر طول دوره رشدی مراحل مختلف رشدی شب‌پره آرد و تولیدمثل تأثیر معنی‌داری دارد. همچنین چرخه روشنایی بر الگوی خروج و طول عمر حشرات نر و ماده تأثیر می‌گذارد. میانگین تخم‌ریزی شب‌پره آرد در شرایط تاریکی مطلق و دوره نوری ۱۶ و تاریکی ۸ ساعت به ترتیب ۲۸/۶۷±۱۶۰/۵۴ و ۳۲/۲۹±۱۶۳/۵۳ عدد تخم است، اما تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند. این داده‌ها امکان درک بهتر دینامیک جمعیت شب‌پره آرد را به ما داده و می‌توان از آن برای توسعه بهینه سیستم پرورش این شب‌پره استفاده کرد.

واژگان کلیدی: شب‌پره آرد، زیست‌شناسی، چرخهٔ روشنایی، رشد و نمو، تولیدمثل

Effect of photoperiod on biology of *Ephestia kuehniella* (Lepidoptera: Pyralidae) under laboratory condition

Zeinab Moghadamfar[1], Masoud Amir-Maafi[2&*] & Hajar Pakyari[1]

1- Department of Entomology, Takestan Branch, Islamic Azad University, Takestan, Iran & 2- Iranian Research Institute of Plant Protection, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran.

*Corresponding author, e-mail: mamirmaafi@gmail.com

Abstract

Mediterranian flour moth, *Ephestia kuehniella*, is a cosmopolitian pest of stored grain products, particularly flour. The development and reproduction of *E. kuehniella*, were investigated at two photoperiod (continuous darkness and 16L:8D photoperiod) under laboratory condition (30±0.5 °C and 50±5 % RH). The result indicated that egg, larval and pupa development time at continuous darkness and 16L:8D photoperiod were significantly differ. The photoperiod affected the emergence pattern and longevity of female and male. The mean number of eggs laid by *E. kuehniella* at continuous darkness and 16L:8D photoperiod were 160.54±28.67 and 163.53±32.29 respectively but they were not significantly different. These data allow us a better insight into *E. kuehniella* population dynamics, and these finding can be used to optimize rearing system.

Keywords: *Ephestia kuehniella*, biology, photoperiod, development, reproduction

Received: 16 January 2018, *Accepted*: 13 March 2018

مقدمه

شب‌پره آرد *Ephestia kuehniella* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae)، مهم‌ترین آفت محصولات انباری

دریافت: ۱۳۹۶/۱۰/۲۶، پذیرش:۹۶/۱۲/۲۲
دبیر تخصصی : یعقوب فتحی‌پور

www.SID.ir

Archive of SID

به‌ویژه آرد است (Cox and Bell, 1991; Sedlacek *et al*., 1996; Hill, 2002; Rees, 2003). لاروهای این آفت مواد غذایی به‌صورت پودر را ترجیح می‌دهند، اما آن‌ها می‌توانند از دانه، سبوس و غیره نیز تغذیه نمایند (Sedlacek *et al*., 1996). این لاروها بیش از آنکه تغذیه نمایند، سبب از بین رفتن مواد غذایی می‌شوند که به دلیل ترشح رشته‌های ابریشمی و ایجاد تارهای درهم‌تنیده‌ای در مواد غذایی است (Cox & Bell, 1991; Sedlacek *et al*., 1996). لارو این‌گونه به‌راحتی روی منابع غذایی ساده (برای مثال، آرد گندم و یا ذرت) و در دامنه دمایی وسیع (۱۰ تا ۳۱ درجه سلسیوس) بدون اینکه رطوبت محیط بر رشد و نمو و بقاء آن‌ها تأثیری بگذارد، پرورش می‌یابند (Moeiaety, 1959; Jacob & Cox, 1977; Hebanowska *et al*., 1990). در دمای ۲۵ تا ۳۰ درجه سلسیوس، کلنی این حشره می‌تواند بدون توقف و بدون آنکه دیاپوز رخ دهد حشرات بالغ تولید نماید و هر نسل آن حدود ۵۰ روز طول می‌کشد (Gonzalez Nicolas 1966).

Moghadamfar (2015) در بررسی‌های خود نشان داد که در شرایط پرورش شب‌پره آرد در ایران که عمد تا در تاریکی مطلق صورت می‌گیرد، برخی از لاروهای سن آخر که به‌اندازه نهایی خودشان رسیده‌اند، شفیره نمی‌شوند و این لاروها تا چندین هفته به این حالت باقی‌مانده تا اینکه شفیره شده و حشرات کامل سالم از آن‌ها خارج شوند. دیاپوز در شب‌پره آرد به استثنا جمعیت گلاسکو در این‌گونه (Cox *et al*., 1981) تاکنون گزارش نشده است. اگرچه von Gierke (1932) طولانی شدن دوره لاروی را در شرایط آزمایشگاهی گزارش کرده و Payne (1933) در جمعیتی از شب‌پره آرد تأخیر در رشد را در تمام مراحل رشدی گزارش نموده است.

به‌طورکلی، در حشرات چرخه روشنایی روی طول دوره رشد و نمو و همچنین اندازه حشرات بالغ تأثیر داشته (Danks, 1987) و در شرایط آزمایشگاهی روی فرایند دگردیسی نیز مؤثر است (Orphanides & Gonzalez, 1970; Kryspin *et al*., 1974). باروری حشراتی که در شرایط غیرطبیعی چرخه روشنایی پرورش می‌یابند به‌طور قابل‌ملاحظه‌ای کاهش می‌یابد، چنانکه در *Plodia interpunctella* (Hübner) گزارش‌شده است (Lum & Flaherty, 1969, 1970). نقش دما و چرخه روشنایی در دیاپوز برخی گونه‌های زیر خانواده Phycitinae موردمطالعه قرارگرفته است (Cox, 1975). بااینکه در منابع تأثیر چرخه روشنایی بر دیاپوز و یا طولانی شدن دوره لاروی در برخی از جمعیت‌های شب‌پره آرد گزارش‌شده است اما در ایران تاکنون چنین مطالعه‌ای صورت نگرفته است. ، لذا به دلایل یادشده، هدف این بررسی تأثیر چرخه روشنایی بر زیست‌شناسی جمعیت ایرانی شب‌پره آرد قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

ایجاد کلنی: به‌منظور ایجاد کلنی شب‌پره آرد در بخش تحقیقات سن گندم، ۱۰ گرم تخم شب‌پره آرد از انسکتاریوم بخش خصوصی گرگان تهیه شد. پرورش و تخم‌گیری از حشرات کامل بر اساس دستورالعمل بخش تحقیقات کنترل بیولوژیک انجام شد. پرورش انبوه و تخم‌گیری از شب‌پره آرد در شرایط اتاق در دمای ۲± ۲۸ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ۵±۵۰ درصد و تاریکی کامل صورت گرفت (Moghadamfar, 2015)

برای انجام آزمایش از نسل دوم، تعداد ۲۰۰ عدد تخم تازه گذاشته‌شده شب‌پره آرد (گذاشته‌شده در کمتر از ٤ ساعت) به‌طور تصادفی از کلنی پرورش انتخاب و به‌صورت انفرادی و با استفاده از محلول آب‌قند روی یک قطعه کوچک از مقوای تیره چسبانده و سپس داخل ظرف پتری پلاستیکی به قطر ۵ و ارتفاع ۱ سانتی‌متر،

www.SID.ir

Archive of SID

قرار داده شدند. هر ظرف پتری حاوی ۰/۱ ± ۲ گرم ماده غذایی شامل ۹۷ درصد آرد و ۳ درصد مخمر بود (بیش از نیاز غذایی پرورش یک عدد حشره). سپس آن‌ها به دو گروه صدتایی تقسیم شدند. گروه اول در شرایط تاریکی مطلق و گروه دوم در شرایط ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی در انکوباتور، در دمای ۰/۵± ۳۰ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ۵±۵۰ درصد قرار داده شدند. ظروف پتری هر دو گروه روزانه بازدید و متغیرهای بقای تخم، طول دوره جنینی، بقای لارو، طول دوره‌ی لاروی، بقای شفیره، طول دوره‌ی شفیرگی، بقای مراحل نابالغ، طول دوره‌ی رشدی مراحل نابالغ، نسبت جنسی، طول دوره‌ی پیش از تخم‌گذاری، طول دوره‌ی تخم‌گذاری ،طول دوره‌ی پس از تخم‌گذاری، طول عمر حشرات کامل به تفکیک نر و ماده تعیین و در جداول مربوطه ثبت گردید. برای مقایسه تأثیر روشنایی و تاریکی از آزمون t-Test ، استفاده شد. کلیه محاسبات با استفاده از نرم‌افزار SAS (Ver. 9.1 Portable, 2002) و نمودارها با استفاده از نرم‌افزار اکسل رسم شدند.

نتایج

طول دوره مراحل مختلف رشدی، طول عمر نر و ماده و میزان تخم‌ریزی ماده شب‌پره آرد *E. kuehniella*، در شرایط تاریکی مطلق (دوره تاریکی) و ۱۶ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی (دوره نوری) در شرایط آزمایشگاهی در دمای ۰/۵ ± ۳۰ درجهٔ سلسیوس و رطوبت نسبی ۵ ± ۵۰ درصد مطالعه شد. نتایج این بررسی نشان داد که شرایط پرورش شب‌پره آرد (شرایط تاریکی مطلق و یا ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی) تأثیر متفاوتی بر طول دوره رشدی مراحل مختلف رشدی شب‌پره آرد دارد (جدول ۱). طول دوره رشدی تخم در دو دوره تاریکی و نوری دارای اختلاف معنی‌داری بود ($t=8, df=150, P<0.0001$). طول دوره رشدی تخم در دوره تاریکی کوتاه‌تر از شرایط دوره نوری بود و همچنین میزان بقا تخم نیز در دوره تاریکی (۷۷ درصد) کمتر از دوره نوری (۹۲ درصد) به دست آمد. پس از تکمیل رشد و نمو تخم، لارو سن ۱ پوسته تخم را شکافته و خارج‌شده و شروع به تغذیه می‌نماید. به دلیل اینکه تفکیک سنین لاروی مشکل بود، در این بررسی مجموع دوره لاروی در نظر گرفته شد، که در دو دوره تاریکی و نوری دارای اختلاف معنی‌داری بود ($t=8.77, df=76, P<0.0001$). طول مجموع دوره لاروی در دوره تاریکی ۹ روز بیشتر از دوره نوری بود. لاروها پس از تکمیل تغذیه پیله‌ای ترشح نموده و در درون آن به شفیره تبدیل می‌شوند. ازنظر طول دوره شفیرگی نیز بین دو دوره تاریکی و نوری اختلاف معنی‌داری مشاهده شد ($t=5.24, df=73, P<0.0001$) به‌عبارت‌دیگر طول دوره شفیرگی در دوره نوری ۳ روز بیشتر از دوره تاریکی بود.

بنابراین از زمان تخم‌ریزی تا خروج حشرات کامل در شرایط دوره تاریکی به‌طور متوسط ۴۹/۰۵ روز و در دوره نوری ۴۷/۲۱ روز طول می‌کشد. همان‌طور که نتایج نشان می‌دهند، مدت‌زمان لازم برای رشد و نمو هر یک از مراحل رشدی،برای دوره تاریکی و نوری متفاوت بود و تاریکی مطلق و یا دوره روشنایی می‌تواند روی طول دوره رشدی مراحل نابالغ تأثیر متفاوتی داشته باشد (جدول ۱).

بررسی‌های ما نشان داد که الگوی خروج حشرات کامل پرورش‌یافته در دوره تاریکی و نوری کاملاً متفاوت است (شکل ۱). به‌عبارت‌دیگر در شرایط دوره نوری در فاصله ۱۱ روز ۱۰۰ درصد حشرات خارج می‌شوند، درصورتی‌که در همین زمان در شرایط دوره تاریکی ۸۵ درصد از حشرات خارج‌شده و ۱۵ درصد خروجشان تا ۴۰ روز ادامه دارد. از طرف دیگر در شرایط دوره نوری با اینکه طول دوره شفیرگی بیشتر از شرایط دوره تاریکی

www.SID.ir

Archive of SID

است، اما در الگوی خروج حشرات کامل تأثیری ندارد و به نظر می‌رسد، این دوره لاروی است که سبب چنین تأثیراتی می‌شود.

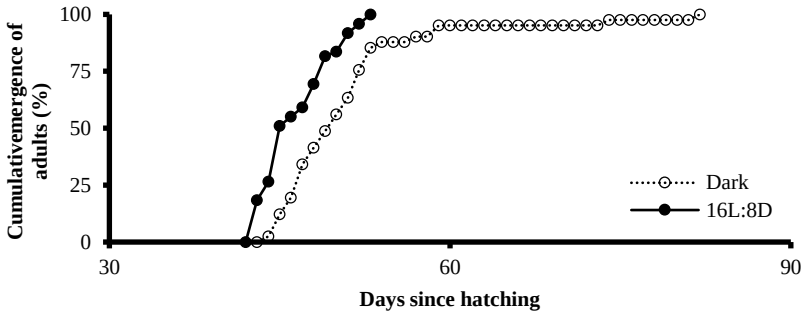
جدول ۱- تاثیر دوره روشنایی بر طول دوره مراحل مختلف رشدی، طول عمر حشرات نر و ماده و تعداد کل تخم گذاشته شده شب پره آرد در دمای 30±0.5 °C و 50±5 % RH

Table 1. Influence of photoperiod on the development period of different stages, longevity of female and male and total egg of *E. kuehniella* (at 30±0.5 °C, 50±5 % RH).

Stage	development period of different stages and longevity of female and male (mean±SE) at	
	Darkness	16L:8D
Egg	4.16±0.14 (n=77) b	6.17±0.21 (n=92) a
Larva	37.56±0.94 (n=57) a	28.64±0.39 (n=67) b
Pupa	9.2±0.29 (n=41) b	12.41 ± 0.54 (n=49) a
Longevity of male	9.62±0.62 (n=13) b	13.63±0.70 (n=30) a
Longevity of female	8.79±0.31 (n=28) a	9.37±0.86 (n=19) a
Total egg	160.54±28.67 (n=28) a	163.53±32.29 (n=19) a

*میانگین های دارای حروف مشابه در هر سطر در سطح ۵ درصد، دارای اختلاف معنی دار نمی باشند.

نتایج این بررسی نشان داد که حشرات نر و ماده در هر دو دوره تاریکی و نوری، تقریباً هم‌زمان خارج می‌شوند، اما نکته مهم در این است که الگوی خروج حشرات نر و ماده در دوره تاریکی (شکل ۲ **A**) و نوری (شکل ۲ **C**) بسیار متفاوت است. در دوره تاریکی پس از شروع خروج، از روز سوم تا روز یازدهم، خروج حشرات کامل دارای الگوی تقریباً ثابتی است و پس‌ازآن به‌شدت کاهش‌یافته و تا روز چهلم خروج رخ می‌دهد (شکل ۲ **A**). درصورتی‌که در دوره نوری، حداکثر خروج در سه روز اول پس از آغاز خروج مشاهده‌شده و پس‌ازآن کاهش‌یافته و خروج حشرات کامل تا روز یازدهم ادامه دارد (شکل ۲ **C**).



شکل ۱- درصد تجمعی خروج حشرات کامل شب پره آرد در دو چرخهٔ روشنایی

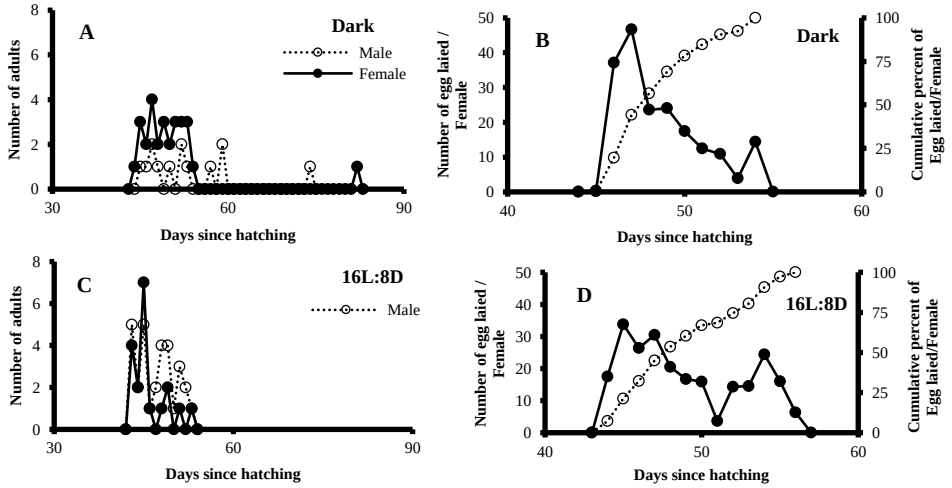
Fig. 1. Cumulative adult emergence (%) of *E. kuehniella*, at two photoperiod conditions (30 ± 0.5 °C and 50±5% RH).

این حشرات به‌محض خروج می‌توانند جفت‌گیری نمایند. اما تخم‌ریزی، روز دوم خروج رخ می‌دهد، یعنی شب‌پره آرد دارای یک روز دوره پیش از تخم‌ریزی است. میانگین تخم‌ریزی شب‌پره آرد در دوره تاریکی ۲۸/٦۷

www.SID.ir

Archive of SID

± ۱٦۰/٥٤ و در دوره نوری ۳۲/۲۹ ± ۱٦۳/٥۳ عدد بود که اختلاف معنی‌داری بین دو دوره مشاهده نشد (t=0.07, df=45, *P*=0.94) (جدول ۱). بااینکه اختلاف معنی‌داری بین میزان تخم‌ریزی بین دو دوره وجود ندارد، اما الگوی تخم‌ریزی در دوره تاریکی با دوره نوری بسیار متفاوت است در دوره تاریکی طول دوره تخم‌ریزی ۱۰ روز و در روز سوم اوج تخم‌ریزی رخ‌داده و سپس به‌تندی کاهش می‌یابد، پنجاه‌درصد تخم‌ها در ٤ روز اول گذاشته‌شده و باقیمانده آن در ٦ روز بعد رخ می‌دهد (شکل ۲، B). در دوره نوری طول دوره تخم‌ریزی ۱۳ روز و در روز دوم اوج تخم‌ریزی مشاهده‌شده و سپس به‌کندی کاهش می‌یابد، پنجاه‌درصد تخم‌ها در ٥ روز اول گذاشته‌شده و باقیمانده آن در ۸ روز بعد رخ می‌دهد (شکل ۲، D).



شکل ۲- الگوی خروج حشرات نر و ماده (A و C) و تعداد تخم و درصد تجمعی تخم گذاشته شده به ازای هر ماده (B وD) شب پره آرد تحت دو چرخهٔ نوری (دمای 30±0.5 °C و RH 50±5%)

Fig. 2. Male and female emergence pattern (A and C) and number of egg and cumulative percent of egg laid per female (B and D) of *E. kuehniella*, at two photoperiod conditions (30 ± 0.5 °C and 50±5% RH).

بحث

نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که شرایط پرورش شب‌پره آرد (شرایط تاریکی مطلق و یا ۱٦ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی) نه‌تنها تأثیر متفاوتی بر طول دوره رشدی مراحل مختلف رشدی شب‌پره آرد دارد، بلکه تأثیر متفاوتی نیز بر الگوی تخم‌ریزی آن‌ها دارد. لذا برای پرورش بهینه این شب‌پره باید دوره نوری را مدنظر داشت. به‌عبارت‌دیگر روش معمول فعلی یعنی پرورش شب‌پره آرد در تاریکی مطلق سبب طولانی‌تر شدن دوره زندگی آن می‌شود. ازاین‌رو باید سینی‌های پرورش بدون پوشش و در شرایط ۱٦ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی قرار گیرند.

مقالات معدودی به زیست‌شناسی شب‌پره آرد *E. kuehniella*، پرداخته است. Bell (1975) در بررسی اثر دما و رطوبت روی ویژگی‌های زیستی ازجمله طول دوره رشدی مراحل تخم، لارو و شفیره، شب‌پره آرد را در شرایط ۱٦ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی، ۳۰ درجه سلسیوس دما و ۷۰ درصد رطوبت به ترتیب ٤، ۲۰/٥

www.SID.ir

Archive of SID

و ۹/۱ روز و کل دوره نابالغ را ۳۳/٦ روز بیان داشته و Jacob and Cox (1977) در مقایسه طول دوره رشدی مراحل نابالغ شب‌پره آرد در دمای ۳۱ درجه سلسیوس و رطوبت‌های ٤۰ و ٦۰ درصد طول دوره رشدی تخم را به ترتیب ۳/٦ و ۳/۳ روز تعیین نموده و بیان داشته‌اند که سایر مراحل رشدی در این شرایط قادر به رشد نبوده‌اند که با نتایج به‌دست‌آمده در این تحقیق متفاوت است. مهم‌ترین نکته‌ای که در این مطالعه به آن اشاره‌شده، تأثیر متفاوت دوره روشنایی بر طول دوره رشدی مراحل مختلف رشدی شب‌پره آرد است به‌ویژه مرحله لاروی است (جدول ۱).

بررسی‌های Moghadamfar (2015) نشان داده که در شرایط معمول پرورش شب‌پره آرد در ایران که به‌طور عمده در تاریکی مطلق صورت می‌گیرد، برخی از لاروهای سن آخر که به‌اندازه نهایی خودشان رسیده‌اند، شفیره نمی‌شوند و روی محیط پرورش تا ٤۰ روز سرگردان بوده و سپس شفیره می‌شوند. که شبیه نتایج Cymborowski & Giebultowicz (1976) و Cox *et al*., (1981) است. در این تحقیق نیز طولانی شدن مرحله لاروی در دوره تاریکی (۹ روز) نسبت به دوره نوری مشهود است (جدول ۱) که شبیه نتایج von Gierke (1932) برای همین گونه است. اما جمعیتی از شب‌پره آرد که موردمطالعه Payne (1933) قرارگرفته، تأخیر در رشد و نمو در تمام مراحل رشدی را نشان داده است. درهرصورت دیاپوز به‌استثناء جمعیت گلاسکو شب‌پره آرد (Cox *et al*., 1981)، در هیچ‌کدام از جمعیت‌های موردمطالعه مشاهده نشده است. Cymborowski & Giebultowicz (1976) و Cox *et al*., (1981) در بررسی دیاپوز شب‌پره آرد، نوعی از تأخیر در رشد بین مرحله اتمام تغذیه لارو سن آخر و آغاز شفیرگی را در شرایط نوری متفاوت تشخیص داده‌اند که آن را نوعی دیاپوز مرحله لاروی نامیده‌اند. Cox *et al*.,(1981) نشان داده‌اند، که در شب‌پره آرد پاسخ به چرخه روشنایی دوگانه است، یعنی در شرایط موردمطالعه آن‌ها در دمای ۲۵ درجه سلسیوس در دوره روشنایی کوتاه بیشتر از دوره روشنایی بلند دیاپوز در مرحله لاروی مشاهده می‌شود چنانکه در سایر شب‌پره‌های متعلق به خانواده Phycitidae، که به‌عنوان آفت انباری هستند مشاهده می‌شود (Cox *et al*., 1981). اگرچه در *E. cautella* (Walker)، این اوج کوتاه‌تر است (Bell & Bowley, 1980) و در *P. interpunctella*، در شرایط نوری مداوم و در دوره نوری کوتاه بسیاری از لاروها وارد دیاپوز می‌شوند (Bell *et al*., 1979). درحالی‌که در *E. elutella* (Hubner) ، در شرایط نوری مداوم کمتر از ۳٦ درصد لاروها و دوره نوری کوتاه ۱۰۰ درصد لاروها وارد مرحله دیاپوز می‌شوند (Strumpel 1964). در سه گونه دیگر *E. calidella* Guenee، *E. figulilella* Greson و *Ectomyelois ceratoniae* (Zeller) دیاپوز فقط در کمتر از دورهٔ روشنایی ١٤ و تاریکی ۸ ساعت رخ می‌دهد (Cox 1975, 1979). چنین پاسخ دوگانه به چرخه روشنایی که توسط شب‌پره آرد نشان داده‌شده است، معمولاً به نام دیاپوز طول روزبلند/ طول روزکوتاه خوانده می‌شود (Cox *et al*., 1981). Beck (1980) ، از ٦ گونه دیگر که چنین واکنشی به چرخه روشنایی دارند نام می‌برد. تنها گونه‌ای از خانواده Pyralidae که چنین واکنشی به چرخه روشنایی نشان می‌دهد، *Ostrinia nubilalis* (Hubner) است (Danilevskii, 1961). وقوع دیاپوز در روزبلند نشان‌دهنده دیاپوز تابستانه و منشأ گرمسیری یا نیمه گرمسیری شب‌پره آرد دارد، درحالی‌که دیاپوز در روزکوتاه به‌عنوان سازوکار زمستان گذرانی مناسب است. همچنین دیاپوز در روزبلند ممکن است انتخاب طبیعی به‌طرف دیاپوز اختیاری و تک نسلی بودن در شرایط سرد باشد (Cox *et al*., 1981).

بررسی‌های Moghadamfar (2015) نشان داده که حشرات ماده در دماهای زیر ۳۰ درجه سلسیوس زودتر خارج می‌شوند (Protogynous)، درصورتی‌که در دمای ۳۰ درجه سلسیوس حشرات ماده و نر تقریباً هم‌زمان از

www.SID.ir

Archive of SID

شفیره خارج می‌شوند. حشرات کامل به‌محض خروج قادر به جفت‌گیری هستند. خروج زودهنگام حشرات ماده ازنظر تکاملی به این دلیل است، که احتمال جفت‌گیری درون خانواده‌ای در این گونه کاهش یابد (Rhainds *et al*., 1999). مطالعه Norris (1934) روی تولیدمثل جنس *Ephestia* نشان داد که تخم‌ها قبل از خروج حشرات کامل در تخمدان‌ها تشکیل می‌شود و Calvert & Corbet (1973) نشان دادند که سیستم تولیدمثلی ماده و نر به‌محض خروج رشد یافته و بنابراین جفت‌گیری شب‌پره‌های آرد در زمان خروج ممکن است سبب افزایش باروری و بارآوری این گونه شود. نتایج این تحقیق نشان‌دهنده یک روز دوره پیش از تخم‌ریزی است و تحقیقات Xu *et al*. (2008) نشان داد که این تأخیر در تخم‌ریزی به دلیل حرکت کند اسپرم از محل ذخیره اسپرم تا محل باروری تخمک است. همچنین تحقیقات Xu *et al*. (2008) نشان‌دهنده این است که ماده‌ها شب‌پره آرد با چندین نر جفت‌گیری می‌نمایند (Polyandrous) و خروج حشرات بالغ و ریتم تخم‌ریزی تابع شرایط نوری است؛ یعنی انتهای دوره نوری اوج خروج حشرات بالغ و آغاز دوره تاریکی اوج تخم‌ریزی حشرات ماده است.

سپاسگزاری

نگارندگان از ریاست موسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور و همچنین ریاست دانشگاه آزاد اسلامی واحد تاکستان به خاطر همکاری و در اختیار گذاشتن امکانات لازم برای این تحقیق تشکر می‌نمایند.

References

Beck, S. D. (1980) *Insect photoperiodism*, 2nd edn. Academic Press, New York.

Bell, C. H. (1975) Effects of temperature and humidity on development of four pyralid moth pests of stored products. *Journal of Stored Products Research* 11(3), 167-175.

Bell, C.H. & Bowley, C.R. (1980) Effect of photoperiod and temperature on diapauses in a Florida strain of the tropical warehouse moth *Ephestia cautella*. *Journal of Insect Physiology* 26, 533-538.

Bell, C. H., Bowley, C. R., Cogan, P. M., & Sharma, S. (1979) Diapause in twenty-three populations of *Plodia interpunctella* (Hübner) (Lep., Pyralidae) from different parts of the world. *Ecological Entomology 4*(3), 193-197.

Calvert, I & Corbet, S. A. (1973) Reproductive maturation and pheromone release in the flour moth *Anagasta kuehniella* (Zeller). *Journal of Entomology* A, 47: 201-209.

Cox, P. D. (1975) The influence of photoperiod on the life-cycles of *Ephestia calidella* (Guenée) and *Ephestia figulilella* Gregson (Lepidoptera: Phycitidae). *Journal of stored products research* 11(2), 75-85.

Cox, P. D. (1979) The influence of photoperiod on the life-cycle of *Ectomyelois ceratoniae* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae). *Journal of Stored Products Research*, *15*(3), 111-115.

Cox P.D. & Bell, C.H. (1991) Biology and ecology of moth pests of stored foods. In: Gorham J.R. ed. *Ecology and management of food-industry pests* (FDA technical bulletin number 4). Gaithersburg, Maryland, USA: The Association of Official Analytical Chemists. Pp. 181-193.

Cox, P. D., Mfon, M., Parkin, S., & Seaman, J. E. (1981) Diapause in a Glasgow strain of the flour moth, *Ephestia kuehniella*. *Physiological Entomology* 6(4), 349-356.

www.SID.ir

Archive of SID

Cymborowski, B. & Giebułtowicz, J. M. (1976) Effect of photoperiod on development and fecundity in the flour moth *Ephestia kuehniella*. *Journal of Insect Physiology* 22(9), 1213-1217.

Danilevskii, A. S. (1961) Photoperiodism and seasonal development of Insects (English translation from Russian, 1965). Oliver & Boyed, Edinburgh.

Danks, H. V. (1987) Insect dormancy: an ecological perspective. *National Museum of Natural Science, Biological Survey of Canada (Terrestrial Artropods)* 1, 439-439.

Gonzalez Nicolas, M.A. (1966) The influence of food on the life-cycle and length of life of *Ephestia kuehniella*. *Publicaciones del Instituto de Biología Aplicada (Barcelona)* 40**:** 5-28.

Hebanowska, E., Malinski, E., Dubis, E., Oksman, P., Pihlaja, K., Nawrot, J. & Szafranek, J. (1990) The cuticular hydrocarbons of the larvae of *Anagasta kuehniella* Z. *Comparative Biochemistry and Physiology B-Biochemistry & Molecular Biology* 95**,** 699-703.

Hill, D. S. (2002) Pests of stored foodstuffs and their control. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

Jacob, T.A. & Cox, P.D. (1977) Influence of temperature and humidity on life-cycle of *Ephestia kuehniella* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae). *Journal of Stored Products Research* 13**,** 107-118.

Kryspin, I., Dutkowski, A. B., & Cymbrowski, B. (1974). Influence of illumination conditions on growth and development of *Galleria mellonella*. *Bulletin De L, Academie Polonaise des Sciences Biologiques* Cl. II, XXII, 1, 803-808.

Lum, P. T. M., & Flaherty, B. R. (1969). Effect of mating with males reared in continuous light or in light-dark cycles on fecundity in *Plodia interpunctella* Hübner (Lepidoptera: Phycitidae). *Journal of stored products research* 5(2), 89-94.

Lum, P. T. M., & Flaherty, B. R. (1970). Effect of continuous light on the potency of *Plodia interpunctella* males (Lepidoptera: Phycitidae). *Annals of the Entomological Society of America* 63(5), 1470-1471.

Moeiaety, F. (1959) The 24-hr rhythm of emergence of *Ephestia kuhniella* Zell. from the pupa. *Journal of Insect Physiology* 3**:** 357-366.

Moghadamfar, Z. (2015). Oviposition patern of Mediterranean flour moth, *Ephestia kuehniella*. MSc. Thesis, Islamic Azad University, Takestan branch, Faculty of Agriculture. 115 pp.

Norris, M. J. (1934). Contributions towards the study of insect fertility. III. Adult Nutrition, Fecundity, and Longevity in the Genus *Ephestia* (Lepidoptera, Phycitidæ). In: *Proceedings of the Zoological Society of London* 104 (2), 333-360. Blackwell Publishing Ltd.

Orphanides, G. M., & Gonzalez, D. (1970). Importance of light in the biology of *Trichogramma pretiosum*. *Annals of the Entomological Society of America* 63(6), 1734-1740.

Payne, N. M. (1933). The Differential effect of environmental factors upon *Microbracon hebetor* Say (Hymenoptera: Braconidæ) and its host *Ephestia kuehniella* Zeller (Lepidoptera: Pyralidæ). I. *The Biological Bulletin* 65(2), 187-205.

Rees, D. (2003) Insects of stored products. London: CSIRO Publishing.

Rhainds, M., Gries, G., & Min, M. (1999) Size-and density-dependent reproductive success of bagworms, *Metisa plana*. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 91(3), 375-383.

Sedlacek, J.D., Weston, P.A. & Barney, R.J. (1996) Lepidoptera and Psocoptera. In: Subramanyam B, Hagstrum DW ed. Integrated management of insects in stored products. New York: Marcel Dekker. Pp. 41-70.

www.SID.ir

Archive of SID

Strumpel, H. (1964) Physiologische und histologische untersuchungen zur diapause bei *Ephesria elutella* (Hubner) (Lep., Phycitidae). *Mitteilungen aus dem Hamburgischen Zoologischen Museum und Institut* 61, Suppl., 199-245.

von Gierke, E. (1932) Über die Häutungen und die Entwicklungsgeschwindigkeit der Larven der Mehlmotte Ephestia kühniella Zeller**,** *Wilhelm Roux' Archiv für Entwicklungsmechanik der Organismen* 127, 387-410.

Xu, J., Wang, Q., & He, X. Z. (2008) Emergence and reproductive rhythms of *Ephestia kuehniella* (Lepidoptera: Pyralidae). *NewZealand Plant Protection* 61, 277-282.

www.SID.ir