تحقیقات آفات گیاهی
۱۴۰۰ -۱۱(۲): ۶۷-۷۸

علمی پژوهشی

اثر دوره‌های نوری مختلف بر زمان نشو و نمای مراحل نابالغ و روند تخم‌ریزی شب‌پره‌ی مدیترانه‌ای آرد *Anagasta kuehniella* (Lep.: Pyralidae)

نسیم قزلباش، حمیدرضا صراف معیری*، اورنگ کاوسی و افسانه داودی
گروه گیاه پزشکی، دانشگاه زنجان، زنجان

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۵/۱۱ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۶/۲۸)

چکیده

شب‌پره‌ی مدیترانه‌ای آرد *Anagasta kuehniella* به عنوان میزبان جایگزین در پرورش و تولید انبوه عوامل کنترل بیولوژیک استفاده می‌شود. در این پژوهش، اثر دوره‌های نوری مختلف روی زمان نشو و نمای مراحل نابالغ و روند تخم‌ریزی این شب‌پره بررسی شد. آزمایش‌ها در شرایط دمایی ۲±۲۵ درجه‌ی سلسیوس و رطوبت نسبی ۵±۶۵ درصد و دوره‌های نوری تاریکی کامل، ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی، ۱۴ ساعت روشنایی و ۱۰ ساعت تاریکی، ۲۴ ساعت روشنایی و ۲۴ ساعت تاریکی برای مراحل نابالغ و تاریکی کامل، ۲۴ ساعت روشنایی: ۲۴ ساعت تاریکی، ۲۴ ساعت اول روشنایی و در ادامه تاریکی، ۱۴ ساعت روشنایی: ۱۰ ساعت تاریکی، ۱۲ ساعت روشنایی: ۱۲ ساعت تاریکی و ۱۲ ساعت اول روشنایی و در ادامه تاریکی برای روند تخم‌ریزی حشرت ماده به عنوان تیمار استفاده شد. نتایج نشان داد طول دوره‌ی جنینی در شرایط تاریکی کامل ۰/۰۱±۵/۰۱ روز و در تناوب ۲۴ ساعت روشنایی و ۲۴ ساعت تاریکی ۰/۰۲±۵/۰۰ روز بود که اختلاف معنی‌داری با هم نداشتند. زمان کل دوره‌ی مراحل نابالغ در شرایط تاریکی کامل (۴۲/۴۶±۴۳/۰ روز) نسبت به بقیه تیمارهای نوری به‌طور معنی‌داری کوتاه‌تر بود. میانگین تخم‌ریزی نیز در شرایط تاریکی نسبت به سایر تناوب‌های نوری بیشتر بود. میانگین روزانه تخم‌ریزی روزانه (۱۳/۲۲±۵۲/۳ تخم) و کل باروری (۶۰/۳۲۳± ۱۰/۹۹ تخم) نیز در تیمار تاریکی بیشتر از سایر دوره‌های نوری بود. با توجه به نتایج به‌دست آمده تاریکی کامل بهترین تیمار برای پرورش، نسبت به سایر تیمارها با توجه به شرایط این پژوهش معرفی می‌شود.

واژه‌های کلیدی: میزبان واسط، دوره‌ی نوری، مراحل نابالغ، زادآوری، زمان نشو ونما

*نویسنده مسئول: Hamidsarrafm@gmail.com

مقدمه

شب‌پره‌ی میترانه‌ای آرد *Anagasta kuehniella* (Zeller)، از حشرات خانواده‌ی Pyralidae و آفتی انباری با دامنه میزبانی وسیع است (Cox and Bell, 1991). تخم و لاروهای آن به‌طور گسترده برای پرورش پارازیتوییدها و شکارگرها مورد استفاده قرار می‌گیرد (Davoudi *et al*., 2018). رشد و نمو حشرات در شرایط آزمایشگاهی و نیز چرخه‌ی زندگی بیشتر بندپایان از تناوب نوری تاثیر می‌پذیرد (Orphanides and Gonzalez, 1971; Zdarkova and Voracek, 1993; Umble and Fisher, 2002). تاثیر دوره‌های نوری در انبارها می‌تواند به اندازه تاثیر دما، رطوبت و تراکم مهم باشد (Bell, 1977). ریتم‌های مربوط به رفتارهای جنسی حشرات معمولاً به وسیله‌ی ساعت‌های شبانه-روزی تنظیم می‌شود و در بیشتر گونه‌ها، شب‌پره‌های ماده با ترشح فرمون جنسی نرها را جلب می‌کنند (Smith, 1979). نتایج بررسی‌های انجام شده نشان می‌دهد که در شروع دوره‌ی تاریکی رهاسازی فرومون جنسی در ماده‌های شب‌پره مدیترانه‌ای آرد در شرایط ۸ ساعت روشنایی و ۱۶ ساعت تاریکی، بیشتر می‌شود و با شروع دوره‌ی روشنایی و پس از آن به اوج می‌رسد. این رفتار در شرایط تاریکی کامل ریتم ثابتی را دارد و در شرایط روشنایی کامل متوقف می‌شود. در شرایط تاریکی فرآیند رهاسازی فرومون چندین روز طول می‌کشد، ولی مقدار ترشح آن با افزایش سن ماده به مرور کاهش می‌یابد (Zâvodoskâ *et al*., 2012). نتایجی که از ظهور و ریتم‌های تخم‌ریزی شب‌پره‌آرد در تناوب نوری ۱۴ ساعت روشنایی و ۱۰ ساعت تاریکی، به‌دست آمده است نشان می‌دهد که ظهور بالغین در هر دو جنس در طی ۲۴ ساعت از شبانه‌روز به وقوع می‌پیوندد و اوج آن در انتهای دوره‌ی روشنایی می‌باشد (Xu *et al*., 2008; Xu, 2010). بررسی اثر طول دوره‌ی نوری بر تولیدمثل شب‌پره‌ی هندی-*Plodia interpunctella* Hubner نیز مشخص کرده است که با وجود فعالیت این آفت در محیط تاریک انبار بیشترین طول دوره‌ی تخم‌ریزی مربوط به تناوب ۱۲ ساعت روشنایی و ۱۲ ساعت تاریکی می‌باشد و بالاترین درصد تفریخ تخم در تناوب نوری ۸ ساعت روشنایی و ۱۶ ساعت تاریکی دیده شده است (Shoja Aldini *et al*., 2006). نظر به این‌که به-طور معمول بید آرد در کشورمان در شرایط تاریکی کامل پرورش داده می‌شود، این پژوهش به‌دنبال پاسخ به این سوال می‌باشد که تناوب‌های نوری مختلف چه اثری روی ویژگی-های زیستی مراحل نابالغ و روند تخم‌ریزی بید آرد خواهد داشت. بدین منظور اثر چهار تناوب نوری شامل تاریکی کامل، ۱۶ ساعت روشنایی: ۸ ساعت تاریکی، ۱۴ ساعت روشنایی: ۱۰ ساعت تاریکی، ۲۴ ساعت روشنایی: ۲۴ ساعت تاریکی روی ویژگی‌های زیستی مراحل نابالغ و هم‌چنین، اثر شش تناوب نوری شامل تاریکی کامل، ۲۴ ساعت روشنایی و ۲۴ ساعت تاریکی، روشنایی کامل، ۱۴ ساعت روشنایی و ۱۰ ساعت تاریکی، ۱۲ ساعت روشنایی و ۱۲ ساعت تاریکی، ۱۰ ساعت روشنایی و ۱۴ ساعت تاریکی، روی روند تخم‌ریزی حشرات بالغ بررسی شده است. نتایج حاصل از این پژوهش می‌تواند موجب بهینه‌سازی و بهبود کیفیت در تولید انبوه این میزبان واسط به‌منظور پرورش برخی دشمنان طبیعی مورد استفاده در برنامه پرورش انبوه عوامل کنترل بیولوژیک شود.

مواد و روش‌ها

تهیه و پرورش کلنی‌ها

برای تشکیل کلنی، جمعیت اولیه شب‌پره مدیترانه‌ای آرد از آزمایشگاه اکولوژی و کنترل بیولوژیک دانشگاه زنجان تهیه شد. شب‌پره مدیترانه‌ای آرد روی رژیم غذایی استاندارد که شامل آرد گندم و سبوس گندم و ۳ درصد مخمر است پرورش داده شد (Abroun *et al*., 2013) کلنی شب‌پره مدیترانه‌ای آرد، در شرایط تاریکی کامل در داخل اتاقک رشد در دمای ۲۵±۲ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۵ ± ۶۵ درصد و در ظروف پلاستیکی درب‌دار به ابعاد ۱۰×۲۰×۲۵

سانتی‌متر که درب آن‌ها برای ایجاد تهویه با توری پوشیده شده بود، نگهداری شد.

نحوه اجرای آزمایش‌ها برای مطالعه جدول زندگی

در آزمایش‌ها از ظروف پلاستیکی شفاف درب‌دار به قطر ۷ و ارتفاع ۴ سانتی‌متر که دهانهٔ آن‌ها به منظور امکان تهویه با استفاده از توری پوشانده شده بود، به عنوان واحدهای آزمایشی استفاده شد. به‌منظور همسن‌سازی تخم‌ها ابتدا تعدادی شب‌پره-ی بالغ نر و ماده تازه تفریخ شده به طور تصادفی از کلنی‌های آزمایشگاهی انتخاب شدند. سپس، داخل قیف مخصوص تخم‌گیری قرار گرفتند و به مدت ۲۴ ساعت در شرایط آزمایشگاهی به آن‌ها اجازه جفت‌گیری و تخمریزی داده شد. تعداد ۸۰ عدد تخم همسن به طور تصادفی به وسیله‌ی قلم‌مو از بین تخم‌ها جدا و به صورت فردی داخل واحدهای آزمایشی محتوی ۲ گرم غذای استاندارد قرار داده شدند. آزمایش‌ها در دمای ۲±۲۵ درجه‌ی سلسیوس و رطوبت نسبی ۵±۶۵ درصد داخل اتاقک رشد انجام شدند.

در آزمایش اول، اثر چهار دوره‌ی نوری مختلف شامل A) تاریکی کامل، B) ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی، C) ۱۴ ساعت روشنایی و ۱۰ ساعت تاریکی و D) ۲۴ ساعت روشنایی و ۲۴ ساعت تاریکی بر زمان نشو و نمای مراحل نابالغ شب پره‌ها انجام شد و در آزمایش دوم به منظور مشاهده روند تخمریزی حشرات ماده تیمارهای نوری شامل تاریکی کامل (A)، ۲۴ ساعت روشنایی: ۲۴ ساعت تاریکی (B)، ۲۴ ساعت اول روشنایی و در ادامه تاریکی (C)، ۱۴ ساعت روشنایی: ۱۰ ساعت تاریکی (D)، ۱۲ ساعت روشنایی: ۱۲ ساعت تاریکی (E) و ۱۲ ساعت اول روشنایی و در ادامه تاریکی (F) مورد آزمون قرار گرفت. برای آزمایش دوم، ابتدا ۲۰ جفت حشره بالغ همسن از کلنی پرورش یافته در تاریکی کامل به طور تصادفی انتخاب و هر جفت در ظرف تخم‌گیری به شکل مستطیل به ابعاد ۳/۵×۵/۵×۷ سانتی‌متر داخل اتاقک رشد با شرایط دمایی بیان شده قرار گرفت. تخم‌ها در طول آزمایش به صورت روزانه شمارش و حذف شدند.

تجزیه و تحلیل داده‌ها

آزمایش‌ها در قالب طرح کاملا تصادفی به کمک نرم‌افزار SPSS 24 انجام گرفت و مقایسه میانگین‌ها با آزمون LSD صورت پذیرفت. مقایسه پارامترها با تجزیه واریانس یک‌طرفه[1] انجام شد و رسم نمودار با کمک برنامه SigmaPlot v.12.0 صورت گرفت (Polat-Akköprü *et al*., 2015).

نتایج و بحث

میانگین طول دوره رشد و نمو مراحل نابالغ شب‌پره مدیترانه‌ای آرد *A. kuehniella* در دوره‌های نوری مختلف در جدول ۱ ارائه شده است. نتایج به‌دست آمده از تحقیق حاضر نشان می‌دهد که دوره‌های نوری مختلف بر طول دوره-ی جنینی تاثیرگذار است. به طوری که کوتاهترین طول دوره‌ی جنینی در تناوب نوری ۲۴ ساعت روشنایی و ۲۴ ساعت تاریکی (۰/۰۲ ± ۵/۰۰ روز) و طولانی‌ترین آن (۰/۰۶ ±۵/۴۰ روز) در ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی مشاهده شد (جدول ۱). در مطالعه‌ی ناصری و بیدار (Naseri and Bidar, 2015)، طول دوره‌ی جنینی در شرایط ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی، روی آرد هفت رقم جو (دشت، خرم، صحرا، ریحان ۰۳، فجر ۳۰، ۵ شور و EH-83-7) و دو رقم گندم (بم و سپاهان)، در شرایط دمایی و رطوبتی مشابه با نتایج این تحقیق بود. پژوهش مقدم‌فر و همکاران (Moghadamfar *et al*., 2014)، در تاریکی کامل و شرایط دمایی و رطوبتی مشابه، طول این دوره را ۴/۲۷ روز گزارش کرده‌اند.

طول دوره‌ی لاروی در شرایط تاریکی کامل نسبت به تیمارهای دیگر کوتاه‌تر بود (۸۲/۴۶±۲۹/۰ روز) و لاروها در تناوب نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی، طولانی‌ترین دوره‌ی لاروی را داشته‌اند (۰/۷۰±۳۳/۰۸ روز) (جدول ۱). در پژوهش طاهرنیا و همکاران (Tahernia *et al*., 2019)، با جیره غذایی و شرایط دمایی و رطوبتی مشابه با

[1]. One-way-ANOVA

پژوهش حاضر، کوتاه‌ترین دوره‌ی لاروی در تناوب ۱۴ ساعت روشنایی و ۱۰ ساعت تاریکی (۲۹/۷۱ روز) و طولانی ترین آن در روشنایی کامل (۳۰/۸۸ روز) گزارش شده است که مشابه با نتایج تحقیق حاضر نشان می‌دهد با افزایش طول دوره روشنایی زمان نشو ونای لاروها مدت زمان بیشتری طول خواهد کشید. در مطالعه‌ی دیگر روی جیره غذایی چاودار، سبوس گندم و آرد ذرت در شرایط دمایی ۲۷ درجه‌ی سلسیوس و رطوبت نسبی ۷۰ درصد، طولانی‌ترین دوره‌ی لاروی (۳۳ روز) در تیمار تاریکی کامل و کوتاه‌ترین آن (۳۰/۲ روز) در تیمار روشنایی کامل مشاهده گردیده است که به‌نظر می‌رسد عدم تشابه در نتایج این بررسی با مطالعه انجام شده می‌تواند به دلیل تفاوت جیره غذایی استفاده شده در دو پژوهش و اختلاف در شرایط دمای آزمایش باشد (Cymborowski and Giebultowicz, 1976). در مطالعه‌ای که توسط صحاف و محرمی‌پور (Sahaf and Moharramipour, 2014)، در شرایط تاریکی کامل و دمای ۲۷ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۶۵ درصد انجام شده است، طول دوره‌ی لاروی ۳۳/۶۹ روز بوده است که مشابه با نتایج این پژوهش می‌باشد. افزون بر این، بررسی‌ها نشان داده‌اند که رطوبت نسبی و دما بر طول دوره‌ی لاروی شب‌پره مدیترانه‌ای آرد اثرگذار است و طول دوره‌ی لاروی در دمای ۲۵ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۷۵ درصد نسبت به سایر دماها کوتاه‌تر است و نیز کاهش رطوبت نسبی طول دوره‌ی لاروی را افزایش می‌دهد (Jabco and Cox, 1977) که برای کارهای آتی مطالعه هم‌زمان عوامل مختلف محیطی مانند دما، رطوبت و دوره نوری و برهمکنش آن‌ها با یکدیگر در تغییر شاخص‌های زیستی *A. kuehniella* توصیه می‌شود. یافته‌های حاصل از مطالعه سیمبوروسکی و گیبولتوویچ (Cymborowski and Giebułtowicz, 1976)، در خصوص اثر سه دوره‌ی نوری مختلف (تاریکی کامل، روشنایی کامل و ۱۲ ساعت روشنایی و ۱۲ ساعت تاریکی) و دمای ۲۷ درجه سلسیوس و رطوبت ۷۰ درصد بر طول دوره‌ی لاروی شب‌پره مدیترانه‌ای آرد نشان می‌دهد که افزایش نوردهی زمان نشو و نمای دوره‌ی لاروی را کاهش می‌دهد و بیشترین طول دوره‌ی لاروی در شرایط تاریکی می‌باشد که مخالف با نتایج پژوهش حاضر است. بر خلاف مطالعه یاد شده، در مطالعه‌ای دیگر مشخص شده است که نور باعث طولانی‌تر شدن دوره‌ی لاروی در شب‌پره‌ی موم‌خوار *Galleria mellonella* L. می‌شود که با نتایج پژوهش حاضر مبنی بر اثر منفی نور بر دوره‌ی لاروی و طولانی‌تر شدن آن مطابقت دارد (Kryspin *et al*., 1974). در این تحقیق عنوان شده است که شرایط نوری مداوم در شب‌پره‌ی موم‌خوار ممکن است با ایجاد اختلال در ترشح هورمون های پوست‌اندازی سبب ایجاد تغییر در مدت زمان نشو و نمای لاروی این شب‌پره شده باشد (Kryspin *et al*., 1974). به نظر می‌رسد در مقایسه نتایج این تحقیق با سایر پژوهش‌های انجام شده اختلافات مشاهده شده ناشی از تفاوت سویه‌ها، جیره‌های غذایی استفاده شده و سایر شرایط اعم از شرایط محیطی و نوری بوده است؛ بنابراین، این گونه مقایسه لزوماً نمی‌تواند معیار خوبی برای مقایسه عامل تغییر دوره نوری بر شاخص‌های زیستی این شب پره باشد، ولی می‌تواند چشم-اندازی در خصوص میزان و بازه‌ی تغییرات به ویژه در خصوص زمان نشو و روند تخمریزی نمای این حشره را به نمایش بگذارد. مطالعات فیزیولوژیک در این خصوص می-تواند پاسخی به دلایل این تغییرات روی میزان و سرعت پوست‌اندازی این شب‌پره را به همراه داشته باشد. قابل ذکر است در آزمایشی که بیان شد لاروها در گروه‌های ۲۵ تایی روی مقدار مشخصی بستر غذایی پرورش داده شده‌اند، حال آنکه در تحقیق حاضر لاروها به صورت انفرادی روی مقدار کافی بستر غذایی پرورش یافتند که شاید دلیل این تفاوت باشد. هم‌چنان که نشان داده شده است عواملی مانند تراکم می‌تواند روی مدت زمان نشو و نمای لاروی و نرخ زنده‌مانی و نیز تولیدمثل این حشره اثرگذار باشد (Xu *et al*., 2007; Bhavanam *et al*., 2012).

طول دوره شفیرگی، در تیمار ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی (۳۳/۱۲±۹/۰ روز)، در مطالعه حاضر نسبت به بقیه تیمارها طولانی‌تر بود (جدول ۱). طول دوره‌ی شفیرگی در شرایط تاریکی کامل و در دمای ۲۷ درجه‌ی سلسیوس در پژوهش صحاف و محرمی‌پور (Sahaf and Moharramipour, 2014)، ۸/۸۴ روز گزارش شده است که مطابق با داده‌های مربوط به تیمار تاریکی در پژوهش حاضر می‌باشد. در این پژوهش، طول دوره‌ی پیش از بلوغ، از تخم تا شفیره نیز محاسبه شد. بیشترین دوره پیش از بلوغ در ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی (۴۷/۱۳ روز) و کمترین آن تاریکی کامل (۴۳/۴۲ روز) محاسبه شد که تفاوت معنی‌داری نسبت به‌هم داشتند (جدول ۱). در مطالعه طاهرنیا و همکاران (Tahernia *et al*., 2019) کمترین طول این دوره روی جیره غذایی مشابه، ۴۲/۹۷ روز در شرایط نوری ۱۴ ساعت روشنایی و ۱۰ ساعت روشنایی گزارش شده است. داودی و همکاران (Davoudi *et al*., 2018)، نیز در شرایط دمایی و رطوبتی مشابه و جیره غذایی متفاوت بیشترین دوره پیش از بلوغ و کمترین آن را در تاریکی کامل به‌ترتیب ۴۸/۹۴ و ۴۵/۳۶ روز محاسبه کرده‌اندکه نزدیک با نتایج این تحقیق می‌باشد.

نتایج بررسی اثر شش تناوب نوری مختلف بر روند تخم-ریزی شب‌پره‌ی مدیترانه‌ای آرد *A. kuehniella* در جدول ۲ آمده است. نتایج این پژوهش مشخص کرد که بین تناوب‌های نوری مورد بررسی از نظر تاثیر بر روند تخم‌ریزی حشرات کامل تفاوت معنی‌داری وجود دارد. بیشترین میانگین روزانه تخم‌ریزی (۱۳/۲۲±۵۲/۳ عدد) مربوط به شرایط تاریکی کامل بوده و بیشترین مقدار کل تخم‌ریزی (۱۹/۹۹±۳۲۳/۶۰ عدد) نیز در همین تیمار مشاهده شد (جدول ۲).

جدول ۱- زمان نشو و نمای دوره‌ی نابالغ شب‌پره مدیترانه‌ای آرد، *Anagasta kuehniella* پرورش‌یافته در چهار دوره‌ی نوری مختلف شامل تاریکی کامل (A)، ۱۶ ساعت روشنایی: ۸ ساعت تاریکی (B)، ۱۴ ساعت روشنایی: ۱۰ ساعت تاریکی (C) و ۲۴ ساعت روشنایی: ۲۴ ساعت تاریکی (D) در دمای ۲۵±۲ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۵±۶۵ درصد.

Table 1. Immature developmental time of Mediterranean flour moth, *Anagasta kuehniella* reared in four photoperiods including complete darkness (A), 16L:8D (B), 14L:10D (C), 24L:24D (D) at 25±20 ºC, 65±5% RH.

Treatments	Egg (day)		Larva (day)		Pupa (day)		Preadult period (day)	
	N**	Mean ± SE	N	Mean ± SE	N	Mean ± SE	N	Mean ± SE
A	73	5.01± 0.01 c*	39	29.82± 0.46 b	34	8.85± 0.16 b	33	43.42± 0.64 c
B	68	5.40± 0.06 a	48	33.08± 0.70 a	39	9.33± 0.12 a	38	47.13± 0.60 a
C	75	5.17± 0.04 b	58	32.82± 0.39 a	55	9.05± 0.08 a	52	46.80± 0.38 a
D	74	5.00± 0.02 c	56	31.05± 0.26 b	47	8.82± 0.08 b	46	45.08± 0.35 b
P-value		0.000		0.000		0.005		0.000

* Non-similar letters in each column indicate a significant difference in mean (LSD, $P< 0.05$).

**Number of insects

کوتاه‌ترین دوره‌ی تخم‌ریزی ۷ روز مربوط به تیمار ۱۴ ساعت روشنایی و۱۰ ساعت تاریکی بود و طولانی‌ترین دوره نیز به مدت ۱۰ روز در تیمار ۱۲ ساعت روشنایی: ۱۲ ساعت تاریکی دیده شد (شکل ۱). نتایج این آزمایش به وضوح تاثیر منفی بعضی تناوب‌های نوری را روی کمیت تخم‌ها و مدت زمان تخمریزی نشان می‌دهد. در پژوهش طاهرنیا و همکاران (Tahernia *et al*., 2019)، مشابه با این نتایج، میزان تخم-ریزی در شرایط روشنایی کامل به میزان زیادی نسبت به تاریکی کامل کاهش نشان داده است. هم‌چنین، سیمبوروسکی و گیبولتوویچ (Cymborowski and Giebultowicz, 1976) گزارش کرده‌اند در دمای ۲۷ درجه‌ی سلسیوس و رطوبت نسبی ۷۰ درصد با روشنایی کامل میزان باروری بید آرد کاهش می‌یابد که با نتایج آزمایش ما مبنی بر اثر منفی نوردهی بر میزان تخم‌ریزی هم‌خوانی دارد. در پژوهش بل (Bell, 1981) نیز نشان داده شده است روشنایی مداوم عامل کاهش‌دهنده تعداد تخم در گونه‌های *A. kuehniella* و *E. elutella* Hübner است که با نتایج تحقیق حاضر مبنی بر بیشتر بودن تعداد تخم روزانه و کل تخم‌ریزی در شرایط تاریکی کامل مطابقت دارد.

جدول ۲- باروری شب‌پره‌ی مدیترانه‌ای آرد، *Anagasta kuehniella* پرورش‌یافته در شش تناوب نوری شامل: تاریکی کامل (A)، ۲۴ ساعت روشنایی: ۲۴ ساعت تاریکی (B)، ۲۴ ساعت اول روشنایی و در ادامه تاریکی (C)، ۱۴ ساعت روشنایی: ۱۰ ساعت تاریکی (D)، ۱۲ ساعت روشنایی: ۱۲ ساعت تاریکی (E) و ۱۲ ساعت اول روشنایی و در ادامه تاریکی (F) در دمای ۲±۲۵ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۵±۶۵ درصد

Table 2. Fecundity of Mediterranean flour moth, *Anagasta kuehniella* reared in six photoperiods including; complete darkness (A), 24L:24D (B), 24L: rest in darkness (C), 14L:10D (D), 12L:12D (E) and 12L: rest in darkness (F) at 25±2 ºC and 65±5% RH

	Dialy oviposition (eggs)	**Total oviposition (eggs)**
Treatments	**Mean± SE**	**Mean± SE**
A	52.13± 3.22 [a*]	323.60± 19.99 [a]
B	45.13± 2.21 [a]	306.90± 17.60 [a]
C	43.77± 3.45 [b]	285.15± 19.34 [b]
D	48.81± 3.38 [ab]	289.30± 19.38 [ab]
E	39.92± 3.17 [c]	260.3± 16.98 [c]
F	39.24± 3.92 [c]	241.25± 23.33 [c]
P-value	0.045	0.044

* Non-similar letters in each column indicate a significant difference in mean (LSD, $P< 0.05$).
**Number of insects

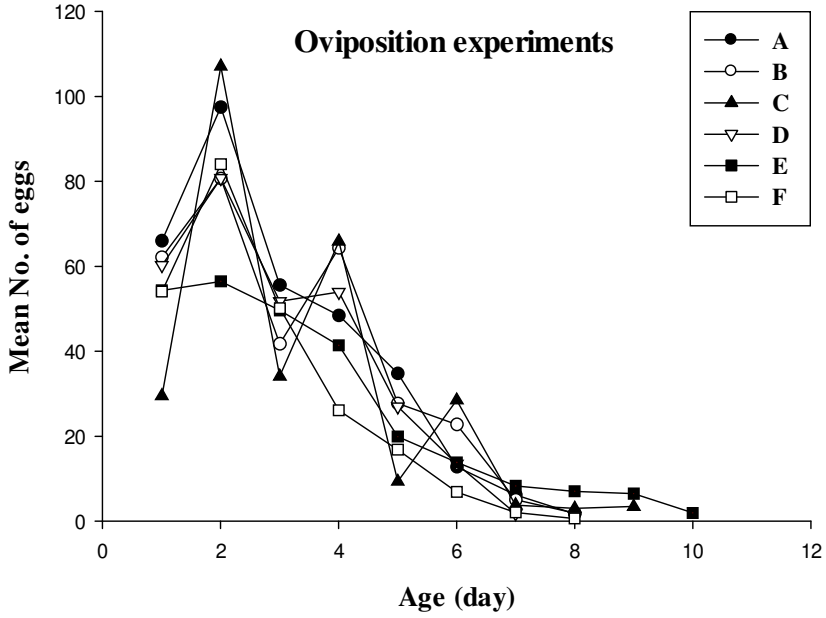
بررسی‌ها روی خانواده Pyralidae مانند گونه‌های *C. cephalonica*، *E. cautella*، *A. kuehniella* و *E. elutella* در شرایط ۱۲ ساعت روشنایی و ۱۲ ساعت تاریکی حاکی از آن است که بیشترین میزان تخم‌ریزی نزدیک به پایان دوره‌ی نوری و یا آغاز دوره‌ی تاریکی پس از آن به وقوع می‌پیوندد و بین تعداد تخم‌های گذاشته شده در ساعات تاریکی، با طول دوره‌ی روشنایی که حشره قبل از آزمایش در آن شرایط قرار داشته ارتباط وجود دارد و افزایش طول دوره-ی روشنایی روزانه به ۱۲ ساعت تعداد تخم‌های گذاشته شده را نسبت به تاریکی کامل افزایش می‌دهد (Bell, 1981). در تحقیق حاضر، بیشترین میزان تخمگذاری در تاریکی کامل بود که البته اختلاف معنی داری با تیمار ۲۴ ساعت روشنایی و در ادامه تاریکی نداشت (جدول ۲). با توجه به اینکه برای همگنی در شرایط آزمایش حشرات کامل مورد آزمون از کلنی‌های پرورش یافته در شرایط تاریکی کامل انتخاب شدند و بعد از جفت شدن در معرض تناوب‌های نوری مختلف قرار گرفتند، به‌نظر می‌رسد می‌تواند در نتیجه نهایی اثر گذار بوده باشد و شاید تفاوت نتایج با سایر پژوهش‌ها را می‌توان در این نکته جستجو کرد. در مطالعه کوربت (Corbet, 1973) نشان داده شد در تناوب ۱۲ ساعت روشنایی و ۱۲ ساعت تاریکی میزان تخم‌ریزی *A. kuehniella* مشابه *E. cautella*، در شروع فاز تاریکی اتفاق می‌افتد. در جنس نر این شب‌پره در تناوب ۱۲ ساعت روشنایی و ۱۲ ساعت تاریکی عبور اسپرم آپیرن[2] از بیضه‌های بید آرد در نیمه‌ی دوم فاز نوری آغاز می‌شود و کمی بعد از آن، اسپرم یوپیرن[3]رها می‌شود و اوج رهاسازی آن در پایان فاز نوری به وقوع می‌پیوندد (Reimann and Ruud, 1974; Reimann *et al*., 1974). براساس بررسی-های انجام شده فعالیت‌های ظهور و تولیدمثلی بید آرد متاثر از سیستم‌های شبانه‌روزی است. پایان دوره‌ی نوری که اوج تفریخ حشرات کامل از شفیره می باشد و شروع فاز تاریکی که اوج تخم‌ریزی می‌باشد زمان مناسب برای جمع‌آوری شب‌پره آرد و تخم های تازه آن برای انجام پژوهش‌ها و نیز پرورش انبوه دشمنان طبیعی است (Xu, 2010). در خصوص شب‌پره‌ی هندی *Plodia interpunctella* Hübner نیز در شرایط روشنایی مداوم نیز نشان داده شده است میزان باروری به طور قابل توجهی کاهش می‌یابد (Lum and Flaherty, 1969). طبق بررسی‌های انجام شده ظرفیت تولیدمثلی نرهای بید آرد که از مرحله شفیره تا حشره کامل در شرایط روشنایی کامل پرورش یافته‌اند، نسبت به نرهای پرورش یافته در شرایط ۱۲ ساعت روشنایی بسیار کمتر است. از علل این عارضه کاهش جفت‌گیری، کاهش آزادسازی اسپرم از بیضه‌ها و ناتوانی اسپرم‌ها در حرکت از اسپرماتوفور به سمت کیسه ذخیره اسپرم بیان شده است و گزارش شده است که نگهداری شفیره‌ها و حشرات کامل در روشنایی مداوم باعث کاهش چشم‌گیر آزاد شدن اسپرم یوپیرن از بیضه‌ها می‌شود (Reimann and Ruud, 1974; Riemann *et al*., 1974).

بررسی نمودار روند تخم‌ریزی نشان می‌دهد که بیشترین مقدار تخم‌ریزی در روزهای اول تا سوم بوده و بهترین تخم‌ها از نظر کیفیت و جوان بودن در همین روزها برای پرورش عوامل کنترل بیولوژیک حایز اهمیت می‌باشند. ماده‌های بید آرد لوله‌های اسپرم‌بر طولانی دارند (مجرای بین کیسه تناسلی و اسپرماتکا) (Norris, 1932) و زمان لازم برای اینکه اسپرم از اسپرماتوفور به اسپرماتکا برسد و عمل تلقیح انجام گیرد، حدود ۱۱ ساعت زمان لازم دارد (Xu, 2010) و به همین دلیل است که در بیشتر گونه‌های راسته‌ی پروانه‌ها حدود ۲۴ ساعت بعد از جفت‌گیری تخم‌ریزی آغاز می‌شود (Howell, 1991).

در پژوهش حاضر، بررسی روند تخمریزی در شرایط تاریکی کامل و نتایج به‌دست آمده در شکل ۱ گویای این مطلب است که از روز اول تا سوم بیشترین میزان تخم‌ها گذاشته شده و اوج تخم‌ریزی در روز دوم بوده است، به

[2]. Apyrene
[3]. Eupyrene

تدریج میزان تخم‌ریزی از روز سوم به بعد رو به کاهش گذاشته و در روز هشتم به پایان رسیده است. در تناوب ۲۴ ساعت روشنایی و ۲۴ ساعت تاریکی تخمریزی از روز اول روند افزایشی داشته و در روز دوم اوج تخم‌ریزی قابل مشاهده است. از روز دوم تا روز سوم نیز تخم‌ریزی رو به کاهش گذاشته و از اواخر روز سوم تا روز چهارم مجدد رو به افزایش رفته و اوج دیگری در روز چهارم کوچکتر از اوج اول مشاهده شد. همچنین، از روز چهارم به بعد تخم‌ریزی روند کاهشی نشان داده و در روز هشتم به پایان رسیده است. در شرایطی که حشرات ۲۴ ساعت اول تحت روشنایی قرار گرفته بودند، تخم‌ریزی در روز اول تا دوم با شیب زیاد روند افزایشی داشته و در روز دوم به اوج خود رسیده است و بعد از روز دوم تا سوم با همان شیب تند رو به کاهش رفته است و دوباره در روز چهارم اوج دوم قابل مشاهده بود. در تناوب ۱۴ ساعت روشنایی و ۱۰ ساعت تاریکی اوج تخم‌ریزی در روز دوم و با دامنه بیشتری در روز اول تا سوم نسبت به شرایط تاریکی مشاهده شد که روند کاهشی با شیب به‌نسبت ملایم ادامه‌دار بوده و در روز هفتم به پایان خود رسیده است.



شکل ۱- میانگین روزانه تخم‌ریزی شب‌پره‌ی مدیترانه‌ای آرد *Anagasta kueniella* پرورش یافته در شش تناوب نوری شامل: تاریکی کامل (A)، ۲۴ ساعت روشنایی: ۲۴ ساعت تاریکی (B)، ۲۴ ساعت اول روشنایی و در ادامه تاریکی (C)، ۱۴ ساعت روشنایی: ۱۰ ساعت تاریکی (D)، ۱۲ ساعت روشنایی: ۱۲ ساعت تاریکی (E) و ۱۲ ساعت اول روشنایی و در ادامه تاریکی (F) در دمای ۲۵±۲ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۶۵±۵ درصد

Figure 1. Mean daily fecundity of Mediterranean flour moth, *Anagasta kuehniella* reared in six photoperiods including; complete darkness (A), 24L:24D (B), 24L: rest in darkness (C), 14L:10D (D), 12L:12D (E) and 12L: rest in darkness (F), at 25±20 ºC, 65±5% RH

در شرایط نوری ۱۲ ساعت اول روشنایی، تخم‌ریزی در روز دوم به اوج رسیده و از روز دوم با شیب به‌نسبت تندی روند کاهشی را طی کرده و در روز هشتم به اتمام رسیده است. در تیمار ۱۲ ساعت روشنایی و ۱۲ ساعت تاریکی، اوج قبل ملاحظه‌ای دیده نشد و تخم‌ریزی در روز دهم به پایان رسید که بیشترین زمان تخمریزی در حشرات کامل را در این تیمار نشان می‌دهد. شجاع‌الدینی و همکاران (Shoja Aldini *et al*., 2006) گزارش کرده‌اند که تناوب نوری ۱۲ ساعت روشنایی و ۱۲ ساعت تاریکی باعث کاهش معنی‌دار تخم-ریزی حشرات کامل ماده در *P. interpunctella* نسبت به تاریکی کامل می‌شود. آزمایش مذکور در شرایط دمایی ۲۵ درجه‌ی سلسیوس و رطوبت نسبی ۶۵ درصد انجام گرفته است، که با نتایج تحقیق حاضر تطبیق دارد.

بررسی‌های صورت گرفته توسط سایر پژوهشگران نشان می‌دهد که تغییر در دوره‌ی نوری، دما و رطوبت نسبی بر طول دوره‌ی تخم‌ریزی ماده‌ها موثر است (Lum and Flaherty, 1969). در پژوهشی، طول دوره‌ی تخم‌ریزی در پرورش روی آرد کامل گندم ۶-۳ روز و در پرورش روی آرد و سبوس گندم و دوره‌ی نوری ۱۲ ساعت روشنایی حدود ۴ روز گزارش شده است (Altahdawy, 1973; Amaral Filho and Habib, 1990). در مطالعه بیان شده، در دوره‌ی نوری ۱۴ ساعت روشنایی و ۱۰ ساعت تاریکی، از روز ششم به بعد میزان تخم‌ریزی به طور قابل توجهی روند کاهشی داشته است که مطابق نتایج تحقیق حاضر می‌باشد. یزدانیان و همکاران (Yazdanian *et al*., 2005) نیز در شرایط ۱۲ ساعت روشنایی در روز دوم پس از جفت‌گیری بیشترین میانگین تخمگذاری توسط ماده‌ها را مشاهده کرده‌اند. در پژوهش مقدم‌فر و همکاران (Moghadamfar *et al*., 2014) در شرایط تاریکی بیشترین میانگین تخمگذاری در روز سوم پس از جفت‌گیری گزارش شده است که مشابه با نتایج تحقیق حاضر می‌باشد.

دانستن ویژگی‌های زیستی و تخم‌ریزی شب‌پره‌ی مدیترانه‌ای آرد به عنوان میزبان واسط جهت پرورش انبوه دشمنان طبیعی امری ضروری است. استفاده عملی و کاربردی در پرورش انبوه بید آرد مستلزم آگاهی از ویژگی‌های زیستی و تخم‌ریزی حشره مذکور در دوره‌های نوری مختلف می‌باشد تا با دست‌یابی به اطلاعات و نتایج دقیق‌تر و فراگیر بتوان به-منظور بهینه‌سازی شرایط پرورش تصمیمات لازم را اتخاذ کرد. با توجه به نتایج به‌دست‌آمده در این پژوهش به طور نسبی مناسب‌ترین شرایط برای پرورش و نگهداری بید آرد تاریکی کامل است که مشخص شد کل دوره‌ی پیش از بلوغ در این شرایط نسبت به بقیه تیمارها کوتاه‌تر بود و به لحاظ اقتصادی هزینه کم‌تری صرف نگه‌داری از کلنی‌های بید آرد خواهد شد. البته این نکته قابل توجه است که قبل از هر تصمیم‌سازی آزمایش‌های تکمیلی به‌ویژه پرورش چندین نسل در دوره‌های نوری ذکر شده لازم است. هم‌چنین، تخم‌ریزی حشرات ماده در شرایط تاریکی کامل چه از لحاظ میانگین روزانه تخم‌ریزی و چه از لحاظ کل تخم‌ریزی نسبت به سایر تناوب‌های نوری عدد بالاتری را نشان داد که برای قضاوت بهتر در این خصوص آزمایش‌های تکمیلی و بررسی اثر متقابل دوره‌ی نوری با سایر شرایط پرورش و همچنین، بررسی اثر سابقه پرورش حشرات نابالغ در شرایط نوری مختلف بر روند تخمریزی ماده‌ها برای پژوهش‌های آتی توصیه می‌شود.

References

Abroun, P., Mousavi, S. Gh., Ashouri, A. and Kishani, H. 2013. Effect of different quality of *Ephestia kuehniella* on the parasitism of *Trichogramma brassicae*. The 1st National Conference on Sustainable Agriculture and Natural Resources, pp. 1-8. (in Farsi)

Altahtawy, M. M., Hammad, S. M. and Habib, M. E. 1973. Bionomic of *Anagasta kuehniella* (Zeller) (Lepidoptera, Phyctidae). **Indian Journal of Agricultural Science** 43: 905-908.

Amaral Filho, B. F. and Habib, M. E. M. 1990. Biologia de *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879) (Lepidoptera, Phyctidae*).* **Revista de Agricultura, Piracicaba** 65: 133-143.

Bell, C. H. 1977. The sensitivity of larval *Plodia interpunctella* and *Ephestia elutella* (Lepidoptera) to light during the photoperiodic induction of diapause. **Physiological Entomology** 2: 167-172.

Bell, C. H. 1981. The influence of light cycle and circadian rhythm on oviposition in five pyralid moth pests of stored products. **Physiological Entomology** 6: 231-239.

Bhavanam, S. P., Wang, Q. and He, X. Z. 2012. Effect of nutritional stress and larval crowding on survival, development and reproductive output of Mediterranean flour moth, *Ephestia kuehniella* Zeller. **New Zealand Plant Protection** 65: 138-141.

Corbet, S. A. 1973. Oviposition pheromone in larval mandibular glands of *Ephestia kuehniella*. **Nature** 243: 537-538.

Cox, P. D. and Bell, C. H. 1991. Biology and ecology of moth pest of stored foods. In: Gorham JR ed. Ecology and management of food- industry pests (FDA technical bulletin number 4). Giathersburg, Maryland. USA: The Association of Official Analytical chemists, pp. 181-193.

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

Davoudi, A. Moayeri, H. R. S. and Kavousi, A. 2018. Effect of diets containing of sesame, soybean and rapeseed meal on life table parameters of the flour moth, *Ephestia kuehniella* (Lep.: Pyralidae). **Journal of Plant Pest Research** 8: 59-73.

Howell, J. F. 1991. Physiology, reproduction and ecology: reproductive biology. Invander Geest LPS, Evenhuis HH ed. World crop pest. Tortricids pest: their biology natural enemies and control. Amsterdan: Elsevier Science. pp. 157-174.

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

Kryspin, I., Dutkowski, A. B. and Cymborowski, B. 1974. The influence of illumination conditions on growth and development of *Galleria mellonella.* **Bulletin de l'Academie Polonaise des Sciences Biologiques** Cl. II, XXII 12: 803-808.

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* Hübner (Lepidoptera: Phycitidae). **Journal of Stored Products Research** 5: 89-94.

Moghadamfar, Z, Pakyari, H. and Amir-Mafi, M. 2014. Biology and Demography of *Ephestia kuehniella* (Pyralidae: Lepidoptera). Entomological Society of America Annual Meeting. November 16-19, Portland, Oregon.

Naseri, B. and Bidar, F. 2015. Two-sex life table parameters of Mediterranean flour moth, *Ephestia kuehniella* (Zeller) (Lep.: Pyralidae) on different barley and wheat cultivars. **Journal of Entomological Society of Iran** 35: 63-75.

Norris, M. J. 1932. Contributions towards the study of insect fertility. I. The structure and operation of the reproductive organs of the genera *Ephestia* and *Plodia* (Lepidoptera: phycitidae). **Proceedings of the Zoological Society of London** 102: 595- 611.

Orphanides, G. M. and Gonzalez, D. 1971. Identity of a uniparental race of *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Annals of the Entomological Society of America** 63: 1784-1786.

Polat Akköprü, E., Atlıhan, R., Okut, H. and Chi, H. 2015. Demographic assessment of plant cultivar resistance to insect pests: A Case study of the dusky-veined walnut aphid (Hemiptera: Callaphididae) on fıve walnut cultivars. **Journal of Economic Entomology** 108: 378-387.

Riemann, J. G., & Ruud, R. L. 1974. Mediterranean flour moth: effects of continuous light on the reproductive capacity. **Annals of the Entomological Society of America** 67: 857-860.

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: 195203-201207.

Sahaf, B. Z. and Moharamipour, S. 2014. Effects of ecdysteroidal extract of *Spinacia oleracea* L. on life table and Population growth parameters of *Ephestia kuehniella.* **Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants** 30: 353-360.

Shoja Aldini M., Farshbaf Pourabad, R., Hadad Iraninezhad, K. and Mohammadi, A. 2006. Effects of photoperiod on sexual reproductivity of Indian meal moth, *plodia interpunctella* (Hubner) (Lep., Pyralidae), on three *pistachio cultivars* (Fried and Fresh). **Journal of Agricultural Science** 15: 297-306.

Smith, P. H. 1979. Genetic manipulation of the circadian clock's timing of sexual behaviour in the Queensland fruit flies, *Dacus tryoni* and *Dacus neohumeralis*. **Physiological Entomology** 4: 71-78.

Tahernia, S. Sarraf moayeri, H. R. Kavousi, A. Arbab, A. and Davoudi, A. 2020. The influence of photoperiod on the two- sex life table parameters of the Mediterranean flour moth, *Ephestia kuehniella* Zeller, 1879 (Lep.: Pyralidae). **Journal of Entomological Society of Iran** 40: 1-17.

Tarlack, P. Mehrkhou, F. and Mousavi, M. 2014. Life history and fecundity rate of *Ephestia kuehniella* (Lepidoptera: Pyralidae) on different wheat flour varieties. **Archives of Phytopathology and Plant Protection** 48: 95-103.

Umble, J. R. and Fisher, J. R. 2002. Influence of temperature and photoperiod on preoviposition duration and oviposition of *Otiorhynchus ovatus* (Coleoptera: Curculionidae). **Annals of the Entomological Society of America** 95: 231-235.

Xu, J. 2010. Reproductive behavior of *Ephestia kuehniella* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae). Ph.D Thesis, Massey University, New Zealand, 161 pp.

Xu, J., Wang, Q. and He, X. Z. 2007. Influence of larval density on biological fitness of *Ephestia kuehnieller* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae). **New Zealand plant protection** 60: 199-202.

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

Yazdanian, M., Talebi-Chaichi, P. and Haddad Irani-Nejhad, K. 2005. Observations on the postemergence and mating behaviors of adults of the Mediterranean flour moth, *Anagasta kuehniella (*Zeller) and investigation on some of their reproductive properties. **Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources** 12: 167-176.

Závodská, R., Fexová, S., von Wowern, G., Han, G. B., Dolezel, D. and Sauman, I. 2012. Is the sex communication of two pyralid moths, *Plodia interpunctella* and *Ephestia kuehniella,* under circadian clock regulation*?* **Journal of biological rhythms** 27: 206-216.

Zdarkova, E. and Voracek, V. 1993. The effects of physical factors on survival of stored food mites. **Experimental and Applied Acarology** 17: 197-204.

Plant Pest Research
2021- 11 (2): 67- 78

Research paper

The effect of different photoperiods on immature developmental time and ovipositon trend of Mediterranean flour moth, *Anagasta kuehniella* (Lep.: Pyralidae)

N. Ghezelbash, H. R. S. Moayeri*, A. Kavousi and A. Davoudi

Department of Plant Protection, University of Zanjan, Zanjan

(Received: August 2, 2021- Accepted: September 19, 2021)

Abstract

The Mediterranean flour moth *Anagasta kuehniella* (Zeller) is used as a factitious host in mass rearing of biological control agents. In current study, the effect of different photoperiods on developmental time of immature stages and oviposition trends of *A. kuehniella* were investigated. The experiments were carried out at 25±2ºC ,65±5% RH and differents photoperiods including complete darkness, 16L:8D, 14L:10D, 24L:24D for immature stages and complete darkness, 24L:24D, 24L: rest in darkness, 14L:10D, 12L:12D and 12L: rest in darkness for female adult fecundity experiments. Results demonstrate that higher developmental time of embryonic developmental time achieve in full darkness (5.01±0.01 day) and in 24L:24D (5.00±0.02 day) which there was not significant different with others. Also, immature developmental time of *A. kuehniella* in darkness was significantly shorter (43.42± 0.64) than other treatments. Mean daily oviposition (52.13±3.22 eggs) and the total fecundity (323.60±10.99 eggs) were obtained in full darkness treatment. In according to this research condition, the darkness treatment, comparison with other treatments, is introduced as a best photoperiod for mass rearing of *A. kuehniella.*

Key words: factitious host, photoperiod, immature stages, fecundity, development time

*Corresponding author: hamidsarrafm@gmail.com