Archive of SID

JESI

DOI: 0.22117/JESI.2020.123475.1263

نامه انجمن حشره‌شناسی ایران ۱۷-۱ ,(۱)۴۰ ,۱۳۹۹

JOURNAL OF ENTOMOLOGICAL SOCIETY OF IRAN
2020, 40 (1), 1-17

# اثر طول دوره روشنایی بر پراسنجه‌های جدول زندگی دو جنسی شب‌پره مدیترانه‌ای آرد، *Ephestia kuehniella* (Lepidoptera: Pyralidae)

**سارا طاهرنیا[۱]، حمیدرضا صراف معیری*و[۱]، اورنگ کاوسی[۱]، عباس ارباب[۲] و افسانه داودی[۱]**

۱- گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران و ۲- گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی تاکستان، تاکستان، ایران

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

**چکیده**

شب‌پره مدیترانه‌ای آرد، *Ephestia kuehniella* آفتی با دامنه میزبانی گسترده است که از تخم و لارو آن به منظور پرورش تعدادی از عوامل مهم مهار زیستی آفات استفاده می‌شود. در این پژوهش، ویژگی‌های زیستی و پراسنجه‌های جدول زندگی این شب‌پره تحت سه دوره‌ی نوری شامل تاریکی کامل، روشنایی کامل و شرایط ۱۴:۱۰ ساعت (روشنایی: تاریکی) با جیره‌ی غذایی حاوی مخلوطی از آرد گندم (۶۸ درصد)، سبوس گندم (۲۹ درصد) و مخمر (۳ درصد) در دمای ۱±۲۵ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۵±۶۵ درصد بررسی شد. نتایج نشان داد، نرخ سرشتی افزایش جمعیت ($r_m$)، نرخ کرانمند افزایش جمعیت ($\lambda$)، نرخ سره زادآوری ($R_0$) و متوسط مدت زمان یک نسل ($T$) در تاریکی کامل به ترتیب ۰/۱۰ بر روز، ۱/۱۱۶ بر روز، ۱۵۷/۰۶ فرد و ۴۵/۹۸ روز و در روشنایی کامل به ترتیب ۰/۰۸۳ بر روز، ۱/۰۸۷ بر روز، ۶۴/۷۲ فرد و ۴۹/۷۳ روز، و در ۱۴ ساعت روشنایی و ۱۰ ساعت تاریکی به ترتیب ۰/۱۱ بر روز، ۱/۱۱۷ بر روز، ۱۴۱/۲۶ فرد و ۴۴/۵۹ روز بودند. بین نرخ سرشتی افزایش جمعیت ($r_m$)، نرخ کرانمند افزایش جمعیت ($\lambda$)، نرخ سره زادآوری ($R_0$) در شرایط روشنایی کامل با دو تیمار دیگر اختلاف معنی‌داری مشاهده شد و متوسط مدت زمان یک نسل در دوره نوری ۱۴ ساعت روشنایی و ۱۰ ساعت تاریکی بطور معنی‌داری کوتاه‌تر از دو تیمار دیگر بود. نتایج نشان داد، تغییر طول دوره روشنایی اثر قابل توجهی روی خصوصیات زیستی شب‌پره مدیترانه ای آرد دارد و باید در برنامه‌های پرورش انبوه این گونه مورد توجه قرار گیرد.

**واژه‌های کلیدی:** جدول زندگی دوجنسی، دوره نوری، طول دوره رشد و نمو، نرخ زنده‌مانی

# The influence of photoperiod on two-sex life table parameters of the Mediterranean flour moth, *Ephestia kuehniella* (Lepidoptera: Pyralidae)

Sara Tahernia[1], Hamid Reza Sarraf Moayeri[1&*], Aurang Kavousi[1], Abbas Arbab[2] & Afsaneh Davoudi[1]

1. Department of plant protection, Faculty of Agriculture, University of Zanjan, Zanjan, Iran & 2. Department of plant protection, Faculty of Agriculture, Azad University of Takestan, Iran.
* Corresponding author, E-mail: hamidsarraf@gmail.com

**Abstract**

The Mediterranean flour moth, *Ephestia kuehniella* is a polyphagous pest that its eggs and larvae are used to rear some important biological control agents. In this study, the effect of three photoperiods including complete darkness, complete lightness and 14:10h (L:D) on life table parameters of *E. kuehniella* was investigated using a diet containing a mixture of wheat flour (68%), wheat bran (29%) and yeast (3%) at 25 ± 1°C temperature and 65±5% RH. The results showed that the intrinsic rate of increase ($r_m$), finite rate of population increase ($\lambda$), the net reproductive rate ($R_0$) and the mean generation time ($T$) in full darkness were 0.10 day$^{-1}$, 1.116 day$^{-1}$, 157.06 offspring and 45.98 days respectively.

دریافت: ۱۳۹۷/۰۷/۰۴، پذیرش: ۱۳۹۹/۰۱/۲۰

دبیر تخصصی : یعقوب فتحی‌پور

www.SID.ir

Archive of SID



Also, mentioned parameters for full lightness and 14:10 h (L:D) were 0.083 day$^{-1}$, 1.087 day$^{-1}$, 64.72 offspring ,49.73 days and 0.11 day$^{-1}$, 1.117 day$^{-1}$, 141.26 offspring, 44.59 days, respectively. The values of the intrinsic rate of increase ($r_m$), finite rate of population increase ($\lambda$), the net reproductive rate ($R_0$) and the mean generation time ($T$) in the photoperiod of 14:10 h (L:D) were significantly shorter than those of the others. The results indicated that changing photoperiod has noticeable effect on life table parameters of Mediterranean flour moth and should be considered in mass rearing programs of this species.

**Key words:** Two-Sex life table, Photoperiod, Developmental time, Survival rate

*Received:* 26 September 2018, *Accepted:* 8 April 2020

## مقدمه

پرورش انبوه دشمنان طبیعی به منظور استفاده در مدیریت تلفیقی آفات، نیاز به در دسترس بودن میزبان‌های واسطی دارد که توانایی عوامل مهار زیستی به منظور تولید نسل‌های متوالی را تأمین کنند و هزینه‌های پرورشی کمتری داشته باشند (Gonçalves *et al*., 2005). شب‌پره مدیترانه‌ای آرد، *Ephestia kuehniella* Zeller از آفات مهم غلات و فرآورده‌های آن می‌باشد. همچنین این حشره به عنوان یک مدل در مطالعات پایه مطرح بوده و در مطالعات متعددی در زمینه‌های فیزیولوژی و ژنتیک مورد استفاده قرار گرفته است و به دلیل سهولت پرورش آن در محیط‌های آزمایشگاهی، می‌توان از این شب‌پره به‌عنوان میزبان جایگزین انگل‌واره‌ها و شکارگرها در برنامه‌های مهار زیستی استفاده کرد. از تخم و لارو شب‌پره یاد شده برای پرورش گونه‌های مختلف زنبور انگل‌واره‌ی .spp *Trichogramma* (Leon & Erazo, 1993) *Bracon kirkapatricki* (Wilkinson) (Daumal *et al*., 1975) و همچنین شکارگرهایی مانند کفشدوزک *Exochomus flaviventris* (Mader) (Kanika-Kiamfu *et al*., 1994) و سن‌های شکارگر *Orius majusculus* (Reuter)، *O. laevigatus* (Feiber)، *O.* (Reut) (Blumel, 1996)، *albidipennis* (Cocuzza *et al*., 1997)، *Orius insididiosus* (Say) (Richard & Schmidt, 1996)، بالتوری *Habrobracon hebetor* (Say) (Venzon *et al*., 1994) و زنبور پارازیتوئید *Ceraeochrysa cubana* (Hagen) استفاده می‌شود (Attaran, 1995; Adashkevich & Atamirzaev, 1986). در ایران از تخم و لارو *E. kuehniella* به‌عنوان میزبان واسط برای پرورش زنبورهای تریکوگراما و براکون استفاده می‌شود (Yazdanian *et al*., 2005).

بسیاری از جنبه‌های زندگی بندپایان مانند نرخ رشد و نمو، نرخ تغذیه، باروری، زنده‌مانی تحت تأثیر دوره نوری می‌باشد (Umble & Fisher, 2002). شب‌پره مدیترانه‌ای آرد در ایران در اتاق‌های پرورش حشرات در شرایط تاریکی کامل مراحل رشد و نمو خود را سپری می‌کنند. به‌دلیل شدت نور پایین موجود در بسیاری از محیط‌های انباری، به تاثیر دوره‌های نوری روی این شب‌پره توجه کمتری شده است. ولی تأثیر آن به اندازه‌ی تأثیر دما، رطوبت و تراکم می‌تواند مهم باشد (Bell, 1981). بررسی‌های صورت گرفته در مورد ترشح فرومون جنسی در حشرات مادهٔ بید آرد نشان می‌دهد که رهاسازی فرومون در شرایط ۸ ساعت روشنایی و ١٦ ساعت تاریکی، در شروع دوره تاریکی آغاز می‌شود و در حین دوره تاریکی بیشتر می‌شود و در پایان دوره تاریکی یا شروع دوره روشنایی پس از آن به اوج می‌رسد. این رفتار در شرایط تاریکی کامل توالی ثابتی دارد و در شرایط روشنایی کامل متوقف می‌شود. در شرایط تاریکی فرآیند رهاسازی فرومون جنسی چندین روز طول می‌کشد ولی مقدار ترشح آن با افزایش سن ماده به مرور کاهش می‌یابد (Xu, 2010). مطالعه تناوب روشنایی در فعالیت شب‌پره آرد بالغ طی ٤ روز اول بعد از ظهور حشرات کامل نشان داده است که بیشتر فعالیت آن‌ها در طول دوره تاریکی رخ می‌دهد. رهاسازی فرومون جنسی، معاشقه و جفت‌گیری نیز در نیمه دوم تاریکی به اوج رسیده و تا ساعات ابتدایی فاز روشنایی ادامه می‌یابد، ماده‌ها در نخستین روز بعد از جفت‌گیری شروع به تخم‌ریزی می‌کنند و

www.SID.ir

Archive of SID



تخم‌ریزی آن‌ها در طول ساعات اولیه از دوره تاریکی به اوج رسیده، پس از آن به شدت کاهش می‌یابد (Xu, 2010; Xu *et al*., 2007).

جدول زندگی توصیف جامع و فراگیری از زنده‌مانی، رشد و نمو و زادآوری افراد مورد مطالعه می‌باشد که اساس علم بوم شناسی جمعیت را تشکیل می‌دهد (Chi & Yang, 2003). در جدول زندگی باروری با دنبال کردن رویدادهایی مانند تعداد افراد متولد شده، تا مرگ آخرین فرد از گروه هم‌سن و همچنین توصیف طول دوره رشد و نمو، نرخ بقای هر مرحله رشدی، پیش‌بینی اندازه جمعیت و ساختار سنی آن در یک زمان مشخص میسر می‌شود (Carey, 1993). در پژوهش حاضر نیز از روش یاد شده برای بررسی پراسنجه‌های جمعیت بید آرد در دوره‌های نوری مختلف استفاده شده است. نتایج حاصل از این پژوهش به دنبال پاسخ به این سوال می‌باشد که دوره‌های نوری چه تأثیری روی پراسنجه‌های جمعیتی شب‌پره مدیترانه‌ای آرد خواهد داشت. بدین منظور تأثیر سه دوره نوری شامل تاریکی کامل، روشنایی کامل و ١٤ ساعت روشنایی و ١٠ ساعت تاریکی روی پراسنجه‌های جدول زندگی و خصوصیات زیستی *E. Kuehniell* در شرایط آزمایشگاهی بررسی شد. این پژوهش می‌تواند سبب بازنگری و بهینه‌سازی شرایط پرورش این میزبان واسط دشمنان طبیعی شود.

## مواد و روش‌ها

### تهیه و پرورش کلنی

برای تشکیل کلنی، جمعیت اولیه شب‌پره مدیترانه‌ای آرد از سازمان پژوهش‌های علمی صنعتی ایران تهیه شد و در آزمایشگاه حشره‌شناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان به مدت ٢ نسل روی جیره‌ی غذایی که شامل آرد گندم (٦٨ درصد)، سبوس گندم (٢٩ درصد) و ٣ درصد مخمر، در شرایط تاریکی کامل در داخل اتاقک رشد در دمای١±٢٥ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی٥ ± ٦٥ درصد پرورش داده شد (Abroun *et al*., 2013). برای پرورش آزمایشگاهی شب‌پره مدیترانه‌ای آرد، از ظروف پلاستیکی درب دار به ابعاد ١٠×٢٠×٢٥ سانتیمتر که درب آن‌ها برای ایجاد تهویه با توری پوشیده شده بود، استفاده شد.

### نحوه اجرای آزمایش‌ها برای مطالعه جدول زندگی

در آزمایش‌ها از ظروف پلاستیکی شفاف درب دار به قطر ٧ و ارتفاع ٤ سانتیمتر که دهانهٔ آن ها به منظور امکان تهویه با بکارگیری توری پوشانده شده بود به عنوان واحدهای آزمایشی استفاده شد. همچنین به منظور جفت کردن حشرات کامل از ظروف مستطیلی شکل به ابعاد ٣/٥×٥/٥×٧ سانتیمتر استفاده شد. به منظور بررسی جدول زندگی از ١٠٠ عدد تخم هم‌سن (با سن کمتر از ٢٤ ساعت) شب‌پره آرد استفاده شد. بازدید از ظروف آزمایش به‌صورت روزانه هر ٢٤ ساعت یک‌بار صورت گرفت و زنده‌مانی و رشد و نمو افراد تا آخرین فرد زنده مانده ثبت شد و پس از بلوغ افراد نر و ماده جفت شده و علاوه بر زنده‌مانی تعداد تخم‌گذاری روزانه در این مرحله نیز ثبت شد (Chi, 1988).

به منظور هم‌سن سازی تخم‌ها ابتدا تعدادی شب‌پره بالغ نر و ماده که به تازگی تفریخ شده بودند (١ تا ٣ روزه) به‌طور تصادفی از کلنی‌های آزمایشگاهی انتخاب شدند. سپس در داخل قیف مخصوص برای جمع‌آوری تخم‌ها قرار گرفتند و به مدت ٢٤ ساعت در شرایط آزمایشگاهی (دمای ٣ ±٢٦ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ٥± ٣٣ درصد و دوره‌ی نوری ١٦ ساعت روشنایی و ٨ ساعت تاریکی) به آنها اجازهٔ جفت‌گیری و تخم‌ریزی داده شد. سپس ١٠٠ عدد تخم هم‌سن به‌طور تصادفی به وسیله قلم‌مو از بین تخم‌ها تفکیک و به‌صورت جداگانه

www.SID.ir

Archive of SID



داخل واحدهای آزمایشی حاوی ۲ گرم جیره‌ی غذایی قرار گرفتند. آزمایش‌ها در دمای ۱ ±۲۵ درجه سلسیوس و رطوبت ٥± ٦٥ درصد در سه دوره نوری شامل تاریکی کامل، ١٤ ساعت روشنایی و ١٠ ساعت تاریکی و همچنین روشنایی کامل در اتاقک‌های رشد بر پایه تئوری جدول زندگی دو جنسی سن- مرحله انجام شد.

**تجزیه و تحلیل داده‌ها**

تجزیه و تحلیل داده‌ها، براساس تئوری جدول زندگی دو جنسی ویژه سن- مرحله رشدی انجام شد (Chi & Liu, 1985; Chi, 1988). برای برآورد پراسنجه‌های جدول زندگی و خطاهای استاندارد مرتبط با آن، از نرم افزار (Age-stage, two-sex life table analysis-MSChart) استفاده شد (Chi, 2016). خطای استاندارد پراسنجه-های جدول زندگی با استفاده از روش Bootstrap و ١٠٠,٠٠٠ بار تکرار محاسبات، برآورد شد. مقایسه میانگین پراسنجه‌های جدول زندگی با استفاده از آزمون Paired bootstrap انجام شد (Efron & Tibshirani, 1993; Brandstatter, 1999; Huang & Chi, 2012; Chi, 2016). به منظور ترسیم شکل‌ها از نرم افزار SigmaPlot v.12.0 استفاده شد (Polat-Akköprü *et al.*, 2015).

## نتایج

میانگین طول دوره رشد و نمو مراحل مختلف شب‌پره مدیترانه‌ای آرد *E. kuehniella* در دوره‌های نوری مورد بررسی در جدول ۱ ارائه شده است. طبق نتایج به‌دست آمده کوتاه‌ترین طول دوره جنینی ۳/۰۸ روز در شرایط روشنایی کامل و طولانی‌ترین دوره ۳/٥٥ روز در شرایط تاریکی کامل به دست آمد (جدول ۱). بین میانگین دوره جنینی تیمار تاریکی کامل با روشنایی کامل و تیمار ١٤ ساعت روشنایی و ١٠ ساعت تاریکی اختلاف معنی‌داری مشاهده شد (جدول ۱). کوتاه‌ترین طول دوره رشد و نمو لاروی، در شرایط ١٤ ساعت روشنایی و ١٠ ساعت تاریکی، ۲۹/۷۱ روز و طولانی‌ترین آن در شرایط روشنایی کامل، ۳۰/۸۸ روز به‌دست آمد که بین تیمار روشنایی کامل و تیمار ١٤ ساعت روشنایی و ١٠ ساعت تاریکی اختلاف معنی‌داری وجود داشت (جدول ۱). برخلاف دوره لاروی بین طول دوره شفیرگی در سه تیمار مختلف اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۱). طول دوره پیش از بلوغ، از تخم تا شفیره نیز محاسبه شد. بیشترین دوره پیش از بلوغ در شرایط روشنایی کامل ٤٤/١٦ روز بود که از دو تیمار دیگر بیشتر است. طول عمر افراد بالغ به تفکیک جنس در جدول ۱ نشان داده شده است. طول عمر بالغین نر و ماده در شرایط روشنایی کامل بیشتر از دو دوره نوری دیگر بود. بین طول عمر بالغین نر در هر سه تیمار اختلاف معنی‌داری مشاهده شد در حالی‌که بین طول عمر بالغین ماده در تیمار تاریکی کامل با دوره نوری ١٤ ساعت روشنایی و ١٠ ساعت تاریکی اختلاف معنی‌داری وجود نداشت ولی تیمار روشنایی کامل با دو تیمار دیگر اختلاف معنی‌داری داشت (جدول ۱). درصد مرگ و میر قبل از بلوغ در شرایط روشنایی کامل بیشتر از دو تیمار دیگر بود و با آنها اختلاف معنی‌داری داشت (جدول ۱).

www.SID.ir

Archive of SID



**جدول ۱**– طول دوره‌های مراحل مختلف زیستی، میزان باروری (میانگین± خطای معیار) و درصد تلفات شب‌پره مدیترانه‌ای آرد *Ephestia kuehniella*، پرورش یافته در سه دوره نوری (A: تاریکی کامل، B: روشنایی کامل و C:١٤ ساعت روشنایی و ۱۰ ساعت تاریکی).

**Tabel 1.** Developmental time of different life stages, fecundity (mean± SE) and mortality percentage of Mediterranean flour moth *Ephestia Kuehniella* reared on three photoperiods; A. complete darkness, B. complete lightness, and C. 14:10 h / Light: dark.

| Stages / characteristics | | A | | B | | C |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | n** | SE±Mean | n | SE±Mean | n | SE±Mean |
| Egg (day) | 87 | 3.55±0.09 [a*] | 77 | 3.08±0.03 [b] | 86 | 3.10±0.03 [b] |
| Larva (day) | 82 | 30.21±0.2 [ab] | 69 | 30.88±0.32 [a] | 84 | 29.71±0.35 [b] |
| Pupa (day) | 77 | 10.14±0.08 [a] | 55 | 10.33±0.12 [a] | 74 | 10.18±0.29 [a] |
| Preadult period (day) | 77 | 43.87±0.22 [a] | 55 | 44.16±0.4 [a] | 74 | 42.97±0.29 [b] |
| Male adult (day) | 40 | 16.12±0.41 [b] | 28 | 18.00±0.66 [a] | 39 | 14.23±0.58 [c] |
| Femal adult (day) | 37 | 7.95±0.16 [b] | 27 | 12.89±0.59 [a] | 35 | 8.11±0.23 [b] |
| Pre-adult mortality% | 92 | 16.3±0.03 [b] | 85 | 35.00±0.05 [a] | 89 | 16.8±0.03 [b] |
| APOP*** (days) | 37 | 0.27±0.07 [b] | 26 | 2.69±0.38 [a] | 35 | 0.37±0.19 [b] |
| TPOP**** (days) | 37 | 44.03±0.29 [b] | 26 | 46.50±0.69 [a] | 35 | 42.97±0.39 [c] |
| Fecundity (egg/female) | 37 | 390.54±19.01 [a] | 27 | 203.78±21.55 [b] | 35 | 359.23±14.54 [a] |
| Oviposition period (days) | 37 | 6.00±0.14 [b] | 26 | 8.23±0.60 [a] | 35 | 5.91±0.17 [b] |

* حروف متفاوت در هر ردیف بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌ها می‌باشد (Paired Bootstrap Test, P<0.05)، خطای استاندارد به روش Bootstrap و با ۱۰۰ هزار تکرار محاسبه شده است.

** n : تعداد حشرات

*** APOP: دوره‌ی پیش از تخم‌ریزی افراد بالغ (از ظهور حشرات کامل تا اولین تخمریزی).

**** TPOP: دوره‌ی کل پیش از تخم‌ریزی (از تخم تا اولین تخم‌ریزی).

* Different letters in each row show significant difference among means (Paired Bootstrap Test, $P< 0.05$). Standard errors were estimated using bootstrap technique with 100,000 resampling.

** Number of insects

*** APOP: Adult Pre-ovipositional period (from adult emergence to first oviposition),

**** TPOP: Total pre-ovipositional period (from egg to first oviposition).

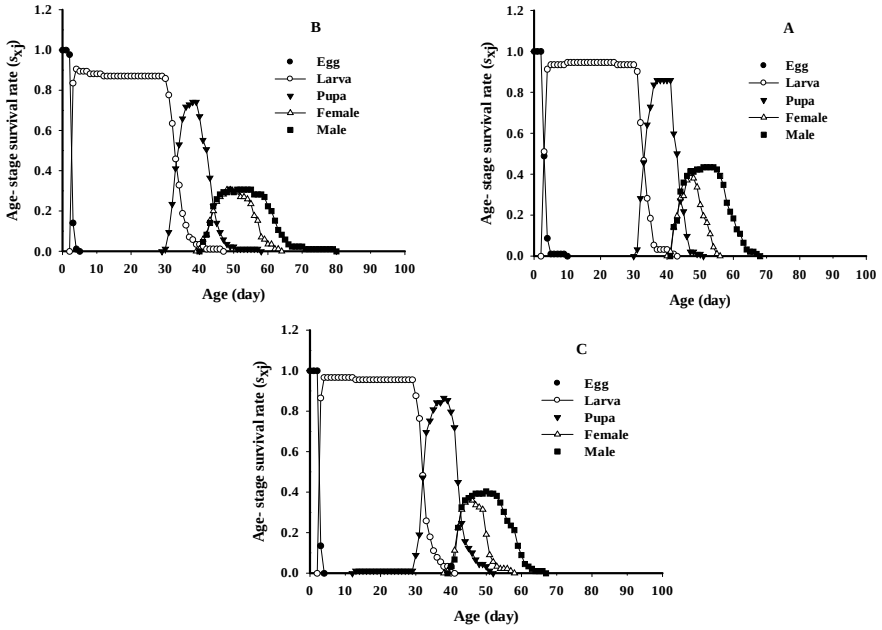
میانگین دوره‌ی پیش از تخم‌ریزی افراد بالغ (APOP) شب‌پره مدیترانه‌ای آرد، در تیمار روشنایی کامل به‌طور معنی‌داری از سایر تیمارها بالاتر بود (جدول ۱). همچنین میانگین دوره‌ی پیش از تخم‌ریزی کل (TPOP) در دوره‌های نوری تاریکی کامل، روشنایی کامل و شرایط ١٤ ساعت روشنایی به‌ترتیب برابر ٤٤/٠٣، ٤٦/٥٠ و ٤٢/٩٧ روز به‌دست آمد که در هر سه تیمار اختلاف معنی‌داری مشاهده شد. میانگین کل باروری در تیمار روشنایی کامل ۲۰۳/۷۸ تخم به ازای هر ماده برآورد شد که این مقدار کمتر از دو دوره نوری دیگر بود و با آنها اختلاف معنی‌داری داشت (جدول ۱). بیشترین باروری مربوط به تیمار تاریکی کامل (۳۹۰/٥٤ تخم به ازای هر ماده) بود که با افزایش طول دوره نوردهی میانگین باروری کاهش پیدا کرد (جدول۱). میانگین طول دوره تخم‌ریزی در شرایط روشنایی کامل (۸/۲۳ روز) به‌طور معنی‌داری از دو تیمار دیگر بالاتر بود (جدول ۱).

نرخ بقای ویژه سن – مرحله ($S_{xj}$)، احتمال اینکه یک تخم تازه متولد شده بتواند تا سن $x$ و مرحله $j$ زنده بماند را نشان می‌دهد. نرخ بقای ویژه سن- مرحله *E. kuehniella* در دوره‌های نوری مختلف در شکل ۱ ارائه شده است. این شکل علاوه بر بقای، انتقال از یک مرحله نمو به مرحله‌ی دیگر را نیز توصیف می‌کند.

www.SID.ir

Archive of SID






**شکل ۱**– منحنی نرخ بقای ویژه سنی– مرحله رشدی شب‌پره مدیترانه‌ای آرد *Ephestia kuehniella*، پرورش یافته در سه دوره نوری (A تاریکی کامل، B روشنایی کامل و C ١٤ ساعت روشنایی و ١٠ ساعت تاریکی).

**Fig. 1.** Age– stage specific survival rate of *Ephestia kuehniella* reared on three photoperiod, A. complete darkness, B. complete lightness, and C. 14:10 h / Light: dark.

منحنی‌های نرخ بقای ویژه سنی ($l_x$)، باروری ویژه سن – مرحله ($f_{xj}$) و باروری ویژه سنی ($m_x$) در دوره‌های نوری مختلف در شکل ٢ نشان داده شده است. براساس منحنی نرخ بقای ویژه سنی ($l_x$) (شکل ٢)، بیشینه طول دوره زندگی در تیمارهای تاریکی کامل، روشنایی کامل و ١٤ ساعت روشنایی به‌ترتیب ٦٨، ٨٠ و ٦٧ روز بود.

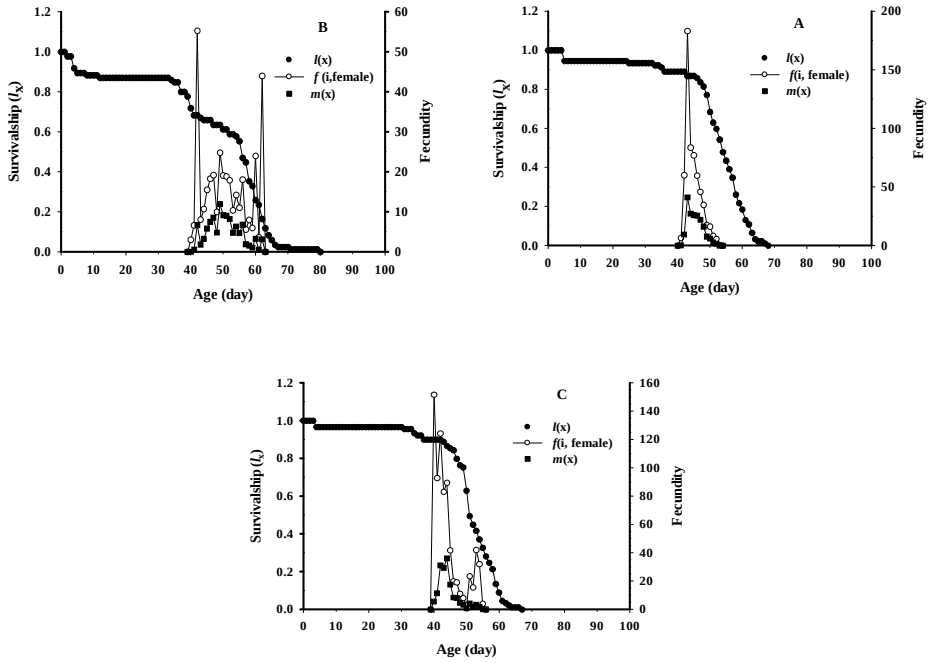
منحنی باروری ویژه سنی شب‌پره‌های ماده نشان داد که شروع زادآوری در دوره‌های نوری ذکر شده به ترتیب در روزهای ٤٠، ٣٩ و ٣٩ بوده است. بیشینه نرخ باروری برای سه دوره نوری شامل تاریکی کامل، روشنایی کامل و ١٤ ساعت روشنایی به‌ترتیب در روزهای ٤٣، ٤٢ و ٤٠ بوده و در این روزها شب‌پره‌ها به‌طور میانگین به‌ترتیب ١٨٣/٢٢، ٥٥/٢٨ و ١٥١/٦٦ عدد تخم‌گذاری کردند. بنابراین بیشترین میانگین تخم‌ریزی روزانه، در شرایط تاریکی کامل بود. زمان اوج تخم‌ریزی در دوره نوری ١٤ ساعت روشنایی زودتر از سایر دوره‌های نوری صورت گرفت (شکل‌های ٢ و٣).

امید به زندگی یک فرد تازه متولد شده در سه دوره نوری، تاریکی کامل، روشنایی کامل و ١٤ ساعت روشنایی به‌ترتیب ٥١/٤٤، ٤٨/٠٨ و ٥٠/٦٧ روز محاسبه شد (شکل ٤). همچنین شکل امید به زندگی بیانگر میزان امید به زندگی یک فرد تازه متولد شده در تاریکی کامل بیشترین مقدار (٥١/٤٤ روز) و در روشنایی کامل کمترین مقدار (٤٨/٠٨ روز) می‌باشد (شکل ٤).

www.SID.ir

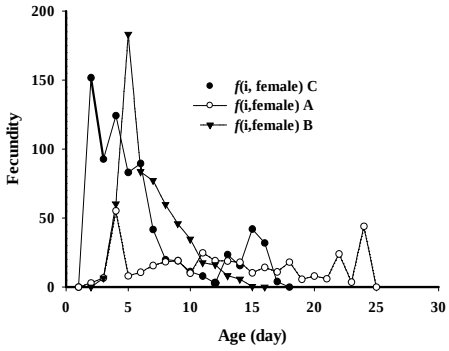
Archive of SID






**شکل ۲**- منحنی‌های نرخ بقای ویژه سنی ($l_x$)، باروری ویژه سن - مرحله ($fx_j$) و باروری ویژه سنی ($m_x$) شب‌پره مدیترانه‌ای آرد *Ephestia kuehniella*، پرورش یافته در سه دوره نوری (A تاریکی کامل، B روشنایی کامل و C ١٤ ساعت روشنایی و ۱۰ ساعت تاریکی).

**Fig. 2.** Age– specific survival rate ($l_x$), age– stage specific fertility ($f_x$), age– specific fecundity ($m_x$), age– specific maternity ($l_xm_x$), of *Ephestia kuehniella* reared on three photoperiods, A. complete darkness, B. complete lightness, and C. 14:10 h / Light: dark.



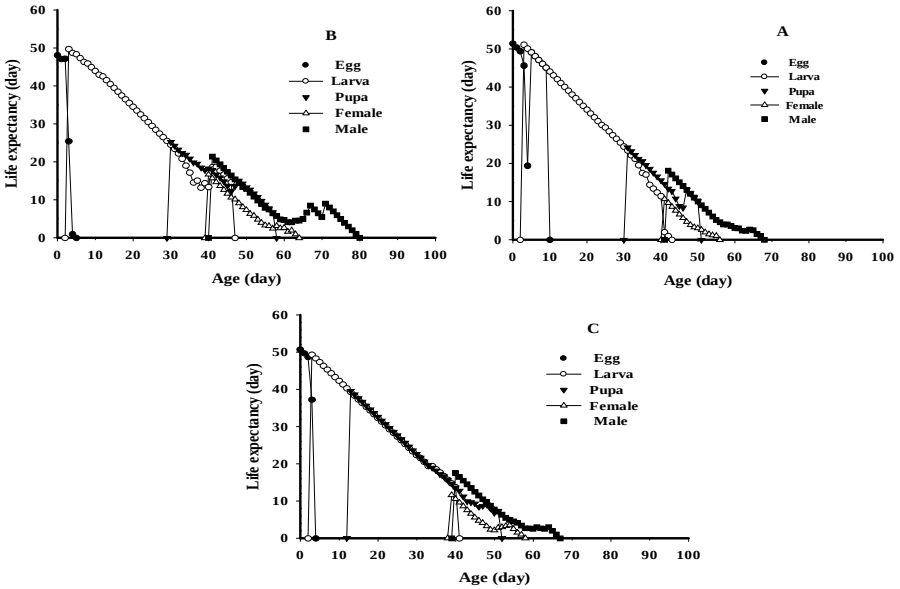

**شکل۳**- باروری ویژه سنی ماده ($f_x$)، شب‌پره مدیترانه‌ای آرد *Ephestia kuehniella*، پرورش یافته در سه دوره نوری (A تاریکی کامل، B روشنایی کامل و C ١٤ ساعت روشنایی و ۱۰ ساعت تاریکی).

**Fig. 3.** Age– stage specific fertility ($f_x$), of *Ephestia kuehniella* reared on three photoperiods, A. complete darkness, B. complete lightness, and C. 14:10 h / Light: dark.

www.SID.ir

Archive of SID






**شکل ٤**- منحنی امید زندگی ویژه سنی- مرحله‌ی رشدی شب‌پره مدیترانه‌ای آرد *Ephestia kuehniella*، پرورش یافته در سه دوره نوری (A تاریکی کامل، B روشنایی کامل و C ١٤ ساعت روشنایی و ١٠ ساعت تاریکی).

**Fig. 4.** Age– stage specific life expectancy of *Ephestia kuehniella* reared on three photoperiods, A. complete darkness, B. complete lightness, and C. 14:10 h / Light: dark.

نتایج مربوط به محاسبه‌ی پراسنجه‌های رشد جمعیت *E. kuehniella*، در سه دوره نوری در جدول ٢ نشان داده شده است. نرخ سرشتی افزایش جمعیت ($r_m$) و نرخ کرانمند افزایش جمعیت ($\lambda$) برای شب‌پره مدیترانه‌ای آرد *E. kuehniella*، در شرایط تاریکی کامل به‌ترتیب ٠/١٠ بر روز و ١/١١٦ بر روز، در دوره نوری روشنایی کامل به‌ترتیب ٠/٠٨٣ بر روز، ١/٠٨٧ بر روز و در شرایط ١٤ روشنایی و ١٠ ساعت تاریکی به‌ترتیب برابر ٠/١١ بر روز، ١/١١٧ بر روز برآورد شد (جدول ٢). نتایج حاصل از تجزیه جدول زندگی دو جنسی نشان داد که نرخ سره زادآوری ($R_0$) بین تیمار روشنایی کامل با دو تیمار دیگر اختلاف معنی‌داری دارد در حالی‌که بین تیمار تاریکی کامل با شرایط ١٤ ساعت روشنایی اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول٢).

**جدول ٢**- پراسنجه‌های رشد جمعیت شب‌پره‌ی مدیترانه‌ای *Ephestia kuehniella*، پرورش یافته در سه دوره‌ی نوری (A تاریکی کامل، B روشنایی کامل و C ١٤ ساعت روشنایی و ١٠ ساعت تاریکی).

**Table 2.** Life table parameters of Mediterranean flour moth *Ephestia kuehniella* reared on three photoperiods, A. complete darkness, B. complete lightness, and C. 14:10 h / Light: dark.

| Parameters | | A | | B | | C |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | n** | SE ± Mean | n | SE ± Mean | n | SE ± Mean |
| Intrinsic rate of increase ($r$) | 92 | 0.10±0.00 a* | 85 | 0.08±0.01 b | 86 | 0.11±0.00 a |
| Finite rate of increase ($\lambda$) | 92 | 1.12±0.00 a | 85 | 1.09±0.01 b | 74 | 1.12±0.00 a |
| Net reproductive rate ($R_0$) | 92 | 157.07±21.36 a | 85 | 64.72±12.35 b | 39 | 141.26±19.40 a |
| Mean generation time ($T$) | 92 | 45.98±0.27 b | 85 | 49.73±0.75 a | 89 | 44.59±0.30 c |

*حروف متفاوت در هر ردیف بیانگر اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌ها می‌باشد (Paired Bootstrap Test, P<0.05)، خطای استاندارد به روش Bootstrap و با ١٠٠ هزار تکرار محاسبه شده است.

** تعداد حشرات

* Different letters in each row show significant difference among means (Paired Bootstrap Test, $P< 0.05$). Standard errors were estimated using bootstrap technique with 100,000 resampling.

** Number of insects

www.SID.ir

Archive of SID



متوسط مدت زمان یک نسل (*T*)، در دورهای نوری تاریکی کامل، روشنایی کامل و شرایط ١٤ ساعت روشنایی به‌ترتیب ٤٥/٩٨، ٤٩/٧٣ و ٤٤/٥٩ روز برآورد شد. از نظر میانگین این پراسنجه نیز بین تیمارهای مورد بررسی از نظر آماری تفاوت معنی‌دار مشاهده شد (جدول۲).

## بحث

نتایج این پژوهش به‌وضوح تأثیر دوره‌های نوری مختلف را بر ویژگی‌های زیستی و میزان باروری شب‌پره مدیترانه‌ای آرد *E. kuehniella* را نشان داد (جدول ۱). در بررسی منابع در زمینه تأثیر دوره‌های نوری مختلف روی مراحل زیستی شب‌پره مدیترانه‌ای آرد اطلاعات بسیار اندکی موجود می‌باشد. در تحقیق حاضر دوره‌های نوری مختلف بر طول دوره رشد و نمو مرحله جنینی تأثیرگذار بود. به طوری که طولانی‌ترین و کوتاه‌ترین طول دوره رشد جنینی به ترتیب در تاریکی کامل (۳/٥٥ روز) و در روشنایی کامل (۳/۰۸ روز) به دست آمد (جدول ۱). با توجه به نتایج ذکر شده شاید بتوان گفت در دمای یکسان وجود نور باعث کوتاه‌تر شدن طول دوره رشد و نمو جنینی شده است. در پژوهش Naseri & Bidar (2015)، طول دوره جنینی در شرایط نوری ١٦ ساعت روشنایی در دمای مشابه این تحقیق ۲ روز و در پژوهش Moghadamfar *et al*. (2014)، در تاریکی کامل و دمای مشابه، طول این دوره ٤/۲۷ روز گزارش شده است، که نتایج این پژوهش کاهش دوره جنینی با افزایش دوره روشنایی را تأیید می‌کند.

پژوهش حاضر نشان داد که طول دوره لاروی و کل دوره پیش از بلوغ، اختلاف معنی‌داری در دوره‌های نوری مختلف دارند به‌صورتی‌که بیشترین طول دوره لاروی (۳۰/۸۸ روز) و طول دوره پیش از بلوغ (٤٤/١٦روز) در شرایط روشنایی کامل و کوتاه‌ترین طول دوره رشدی لاروی (۲۹/۷۱ روز) و کل دوره پیش از بلوغ (٤۲/۹۷ روز) در دوره نوری ١٤ ساعت روشنایی مشاهده شد (جدول ۱).

در پژوهشی Kryspin *et al*. (1974)، تأثیر منفی نور روی دوره لاروی شب‌پره مومخوار *Galleria mellonella* L. را گزارش کرده‌اند. در مطالعه مذکور نشان داده شده است پرورش این حشرات در شرایط روشنایی کامل باعث طولانی‌تر شدن دوره لاروی می‌شود و پوست اندازی لاروها و شفیره‌های این حشره را در مقایسه با حشرات پرورش داده شده در شرایط تاریکی مطلق را مختل می‌نماید. شرایط نوری مداوم ممکن است با اختلال در ترشح هورمون‌های پوست اندازی موجب بروز تغییر در طول دوره رشد و نمو شب‌پره مومخوار شده باشد (Kryspin *et al*., 1974). نتایج به‌دست آمده در مطالعه ذکر شده مبنی بر افزایش طول دوره لاروی در شرایط روشنایی کامل با نتایج پژوهش حاضر مشابه می‌باشد (جدول ۱). با این حال، با توجه به بررسی منابع اطلاعاتی در رابطه با تأثیر نور مداوم در ترشح هورمون پوست‌اندازی در شب‌پره آرد یافت نشد و نتایج به‌دست آمده نیاز به مطالعات تکمیلی در خصوص اثر دوره‌های نوری در فیزیولوژی این حشره دارد. همچنین یافته‌های Cymborowski & Giebułtowicz (1976)، مبنی بر اثر سه دوره نوری مختلف (شامل روشنایی کامل، تاریکی کامل و ۱۲ ساعت روشنایی و ۱۲ ساعت تاریکی) برطول دوره لاروی شب‌پره آرد نشان داد که با افزایش نوردهی، طول دوره رشد و نمو لاروی کاهش پیدا کرده و بیشترین طول دوره لاروی مربوط به شرایط تاریکی مداوم می‌باشد، که با نتایج تحقیق حاضر مغایرت دارد. عواملی مانند متفاوت بودن دما، بستر غذایی، سویه و روش آزمایش ممکن است دلیل تفاوت در این دو مطالعه بوده باشد. همچنین در ارتباط با روش اجرای آزمایش در پژوهش ذکر شده لاروها در گروه‌های ۲٥ تایی روی مقدار یکسانی از جیره غذایی (میزان جیره غذایی نامشخص) پرورش داده شده‌اند در حالی‌که در پژوهش حاضر لاروها به‌صورت انفرادی و روی مقدار کافی از جیره‌ی غذایی

www.SID.ir

Archive of SID



مورد بررسی قرار گرفتند. همچنین بالاتر بودن مقادیر زمان نشو و نما نسبت به دوره‌های نوری مشابه در این مطالعه می‌تواند بدلیل عواملی مانند تراکم باشد به‌طوری‌که نشان داده شده است با افزایش تراکم، طول دوره لاروی افزایش می‌یابد (Xu *et al*., 2007; Bhavanam *et al*., 2012). علاوه براین ممکن است دوره نوری و تراکم نیز به‌صورت متقابل بر میزان رقابت، هم‌خواری و همچنین تغذیه لاروها تأثیرگذار باشد و دوره نوری باعث افزایش دسترسی لاروها به مواد غذایی شود به‌طوری‌که رقابت و هم‌خواری در بین آن‌ها کاهش یابد و شدت تغذیه لاروها بیشتر شود. برای قضاوت بهتر در این خصوص آزمایش‌های تکمیلی و بررسی اثرات متقابل نور و تراکم بر مدت طول دوره رشد و نمو لاروها توصیه می‌شود. در پژوهش حاضر طول دوره لاروی در شرایط ١٤ ساعت روشنایی و ١٠ ساعت تاریکی نسبت به دو تیمار دیگر کوتاه‌تر بود. به نظر می‌رسد هر چه طول دوره رشدی شب‌پره آرد (از تخم تا ظهور حشره کامل) کوتاه‌تر باشد، از لحاظ اقتصادی هزینه کمتری صرف نگه‌داری از کلنی‌های شب‌پره آرد خواهد شد. از این رو دوره نوری ١٤ ساعت روشنایی در این پژوهش با کمترین طول دوره رشد و نمو از تخم تا حشره کامل نسبت به سایر تیمارها می‌تواند با در نظر گرفتن میزان باروری و پراسنجه‌های رشد جمعیتی در پرورش انبوه مورد توجه قرار گیرد.

یافته‌های این پژوهش با نتایج Cymborowski & Giebułtowicz (1976)، در خصوص بی‌تأثیر بودن دوره نوری بر طول دوره شفیرگی مشابه می‌باشد. از این رو نتایج این پژوهش و تحقیق ذکر شده نشان می‌دهد تغییر در طول دوره نوری تأثیری بر طول دوره شفیرگی ندارد.

نتایج این تحقیق نشان داد که میزان تخم‌ریزی در شرایط روشنایی کامل به میزان زیادی کاهش پیدا می‌کند. علاوه بر این میزان تخم‌ریزی در شرایط تاریکی بیشتر از دوره نوری بود ولی بین آنها از لحاظ تخم‌ریزی اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ١). همچنین نتایج Cymborowski & Giebułtowicz (1976)، نشان می‌دهد در شرایط روشنایی کامل میزان باروری شب‌پرهٔ آرد کاهش چشم‌گیری داشته است که با نتایج آزمایش ما مبنی بر کاهش تخم‌ریزی در دوره نوری مشابه هم‌خوانی دارد. افزون بر این در پژوهش‌های Bell (1981) اثر دوره نوری روشنایی کامل، تاریکی کامل و ١٢ ساعت روشنایی و ١٢ ساعت تاریکی بر میزان تخم‌ریزی پنج گونه از شب‌پره های خانواده Pyralidae مورد بررسی قرار گرفته است که نتایج آن هم‌سو با نتایج این تحقیق نشان دهنده اثر کاهشی روشنایی دائم در میزان تخم‌ریزی در گونه‌های *Corcyra cephalonica* Staintona، *Ephestia cautella*، *E. kuehniella* و *Ephestia elutella* Hübner بوده است. تحقیقات نشان می‌دهند ظرفیت زادآوری ماده‌های شب‌پره مدیترانه‌ای آرد که از مرحله‌ی شفیرگی تا حشره کامل در روشنایی مداوم پرورش یافته‌اند نسبت به ماده‌های پرورش یافته در دوره‌ی نوری ١٢ ساعت روشنایی در طول دوره بسیار کاهش می‌یابد. عواملی مانند کاهش جفت‌گیری، کاهش آزادسازی اسپرم از بیضه‌ها و ناتوانی همه و یا تعدادی از اسپرم‌ها در حرکت از اسپرماتوفور به سمت کیسه ذخیره اسپرم به عنوان علل این نقصان ذکر شده است (Riemann & Ruud, 1974). همچنین نگهداری شفیره‌ها و حشرات بالغ شب‌پره مذکور در نور مداوم باعث می‌شود میزان اسپرم یوپیرن (Eupyrene) آزاد شده از بیضه‌ها به میزان قابل توجه‌ای کاهش یابد (Riemann & Ruud, 1974; Riemann *et al*., 1974).

نتایج حاصل از اثر دوره نوری ١٢:١٢ روی تخم‌ریزی چند گونه از آفات محصولات انباری از خانواده Pyralidae نشان داده است که گونه‌های *C. cephalonica*، *E. cautella*، *E. kuehniella* و *E. elutella* در شرایط نوری ١٢ ساعت روشنایی و ١٢ ساعت تاریکی قرار می‌گیرند بیشترین میزان تخم‌ریزی نزدیک به پایان دوره نوری و یا آغاز دوره تاریکی اتفاق می‌افتد. تعداد تخم‌های گذاشته شده در ساعات تاریکی، با طول دوره روشنایی قبلی که حشره در معرض آن قرار داشته، ارتباط دارد به طوری‌که با افزایش طول دوره روشنایی، تعداد تخم‌های گذاشته شده افزایش می‌یابد، این در حالی است که در شرایط تاریکی کامل یک ریتم ثابتی از تخم‌ریزی وجود

www.SID.ir

Archive of SID



دارد (Bell, 1981). درپژوهش Steele (1970) مشاهده می‌شود شرایط نزدیک به پایان دوره روشنایی محرک اصلی جهت تخم‌ریزی *E. cautella* می‌باشد. بیشترین میزان تخم‌ریزی *E. kuehniella* نیز مشابه *E. cautella* در شرایط ۱۲ ساعت روشنایی و ۱۲ ساعت تاریکی در شروع فاز تاریکی اتفاق می‌افتد (Corbet, 1973). همچنین در جنس نر در دوره نوری ۱۲ ساعت روشنایی و ۱۲ ساعت تاریکی عبور اسپرم آپیرن (Apyrene) از بیضه‌های شب‌پره مدیترانه‌ای آرد در نیمه دوم فاز نوری آغاز می‌شود و اندکی بعد اسپرم یوپیرن (Eupyrene) رهاسازی می‌شود و اوج آن در پایان فاز نوری اتفاق می‌افتد (Riemann & Ruud, 1974; Riemann *et al*., 1974).

براساس این تحقیقات فعالیت‌های ظهور و زادآوریی شب‌پره مدیترانه‌ای آرد براساس سیستم‌های شبانه روزی تنظیم می‌شود. مشاهده شده است که اوج تفریخ حشرات کامل از شفیره در پایان دوره نوری و اوج تخم ریزی در شروع دوره تاریکی بوده است که این موضوع می‌تواند به عنوان موضوعی قابل تأمل در تشخیص زمان مناسب جهت جمع‌آوری حشرات کامل و یا تخم در پرورش انبوه باشد (Xu, 2010).

نتایج تأثیر سه دوره نوری روی طول دوره‌های مختلف زیستی، باروری (میانگین± خطای معیار)، درصد تلفات و پراسنجه‌های رشد جمعیتی شب‌پره مدیترانه‌ای آرد *E. kuehniella*، در جدول‌های ۱و۲ ارائه شده است. بین دوره‌های نوری مورد بررسی از نظر تأثیر بر نرخ سرشتی افزایش جمعیت ($r_m$) تفاوت معنی‌داری مشاهده شد. بیشترین نرخ سرشتی افزایش جمعیت مربوط به دوره نوری ۱٤ ساعت روشنایی بود که اختلاف معنی‌داری در این پراسنجه با دوره روشنایی کامل داشت (جدول ۲). نتایج این تحقیق به‌وضوح تأثیر منفی شرایط نور مداوم را روی پراسنجه‌های رشد جمعیتی شب‌پره مدیترانه‌ای آرد را نشان می‌دهد (جدول ۲). مقدار نرخ سرشتی افزایش جمعیت در پژوهش Sahaf & Moharramipour (2014)، در شرایط تاریکی کامل (۰/۱۱ روز$^{-1}$ ) تقریباً مشابه تحقیق حاضر (۰/۱۰ بر روز) می‌باشد. در پژوهش مذکور مقادیر نرخ سره زادآوری و متوسط مدت زمان یک نسل کمتر از نتایج به دست آمده از تحقیق حاضر بود. در پژوهش Moghadamfar *et al*. (2014)، در شرایط تاریکی کامل تمامی پراسنجه‌ها به غیر متوسط مدت زمان یک نسل کمتر از مطالعه حاضر در شرایط تاریکی کامل گزارش شده است. عواملی مانند متفاوت بودن شرایط آزمایشی، بستر غذایی، سویه و نیز روش آنالیز داده‌ها می‌تواند در این مقادیر تأثیر گذار باشد.

از جمله مزایای جدول زندگی دو جنسی سن- مرحله رسم گراف‌ها و تفکیک مراحل مختلف زندگی می‌باشد و در واقع تفاوت در میزان رشد و نمو افراد باعث تمایز در منحنی‌های زنده‌مانی مربوط به مراحل زیستی مختلف می‌شود. همان‌طور که در منحنی نرخ بقای شب‌پره آرد مشاهده می‌شود، مرگ و میر در مراحل اولیه نابالغ بسیار کم و سپس با افزایش سن افزایش می‌یابد (شکل ۱). همچنین بر اساس نتایج به دست آمده ظهور حشرات ماده زودتر از نرها اتفاق می‌افتد و گونه مذکور یکی از گونه‌های protogynous می‌باشد. ظهور زودتر ماده‌ها باعث کاهش جفت‌گیری احتمالی در میان هم‌نژادها می‌شود و مکانیزمی است که برای کاهش inbreeding در برخی حشرات تکامل یافته است (Xu, 2010; Rhainds *et al*., 1999).

در پژوهشی در دوره نوری ۱۲ ساعت روشنایی، بیشترین میانگین طول دوره پیش از تخم‌ریزی شب‌پره آرد، ۰/۸۵ روز (در جیره‌ی غذایی خشک و مرطوب حاوی ۵۰ و ۷۵ درصد سبوس) و کمترین مقدار آن ۰/٦ روز (در جیره‌های غذایی خشک و مرطوب حاوی ۲۵ درصد سبوس مشاهده شده است (Yazdanian *et al*., 2005). نتایج منتشر شده در پژوهش یاد شده تا حدودی با نتایج مطالعه حاضر در شرایط دوره نوری ۱٤ ساعت روشنایی مطابقت دارد. همچنین طول این دوره در پرورش روی آرد کامل گندم ۰/۵ تا ۲ روز (Altahtawy *et al*., 1973) و در پرورش روی آرد و سبوس گندم در دوره نوری ۱۲ ساعت روشنایی، ۲ تا ۳ روز گزارش شده است (Amaral

www.SID.ir

Archive of SID



Filho & Habib, 1990). از آنجایی که علاوه بر تأثیر شرایط آزمایشی و سویه‌ها، نوع غذا نیز می‌تواند روی دوره پیش از تخم‌ریزی شب‌پره‌ها مؤثر باشد (Abdi *et al*., 2014) به نظر می‌رسد نتیجه مشاهده شده علاوه بر اثر دوره نوری می‌تواند تحت تأثیر تفاوت در نوع جیره غذایی در دو پژوهش نیز باشد. Norris (1932) در پژوهش خود به این موضوع دست یافت که شب‌پره‌های ماده دارای لوله‌های اسپرم‌بر طولانی هستند (مجرایی که بین کیسه تناسلی و اسپرماتکا قرار گرفته است). حدود ۱۱ ساعت زمان لازم است تا اسپرم از اسپرماتوفور به اسپرماتکا برسد و عمل تلقیح تخم صورت گیرد (Xu, 2010) به‌همین دلیل نشان داده شده است که در بیشتر گونه‌های راسته‌ی پروانه‌ها تخم‌ریزی کمتر از ٢٤ ساعت بعد از جفت‌گیری آغاز می‌شود (Howell, 1991) که با نتایج ما مطابقت دارد. همچنین فیزیولوژی تولیدمثلی در شب‌پره‌های نر بوسیله یک سیستم شبانه‌روزی محیطی کنترل می‌شود که این سیستم زمان رها شدن اسپرم را از بیضه به مجرای فوقانی اسپرم (UVD) و زمان انتشار اسپرم را از این مجرا به کیسه‌ی اسپرم تنظیم می‌کند (Syrova *et al*., 2003). به نظر می‌رسد رهاسازی اسپرم در هنگام پایان دوره نوری و انتقال آن در پایان دوره تاریکی اتفاق می‌افتد و این موضوع در گونه‌های مختلف شب‌پره‌ها مشابه است. مطالعات انجام شده توسط سایر محققین نشان می‌دهد که تغییر در دوره نوری، دما و رطوبت نسبی بر طول دوره تخم‌ریزی ماده‌ها تأثیر گذار است (Lum & Flaherty, 1969). پژوهش حاضر نشان داد، روشنایی کامل باعث طولانی شدن طول دوره تخم‌ریزی نسبت به دو تیمار دیگر شده است. طول این دوره در شرایط ١٤ ساعت روشنایی و تاریکی کامل تقریباً یکسان بود (جدول ۱). میانگین طول دوره تخم‌ریزی در پژوهش Yazdanian *et al*. (2005)، در شرایط نوری ۱۲ ساعت روشنایی، از حدود ۵/۲ تا ۵/۵ روز در تیمارهای غذایی مورد بررسی متغیر بوده است. Altahtawy *et al*. (1973) و Amaral Filho & Habib (1990) طول دوره تخم‌ریزی را به‌ترتیب ٦-٣ روز (در پرورش روی آرد کامل گندم) و ٤-١ روز در پرورش روی آرد و سبوس گندم و دوره نوری ۱۲ ساعت روشنایی گزارش کرده‌اند.

نتایج روند تخم‌ریزی حشرات ماده در این تحقیق نشان داد بیشترین میانگین تعداد تخم (۱۸۳/۲۲ عدد) در شرایط تاریکی کامل در روز چهارم پس از جفت‌گیری گذاشته شد و پس از آن روند کاهشی داشت. علاوه بر آن تعداد تخم‌های گذاشته شده بیشینه ٦ تا ۷ روز پس از شروع دوره بلوغ قابل توجه بوده است و پس از آن کاهش چشم‌گیری در میانگین تعداد تخم‌های گذاشته شده مشاهده می‌شود. در دوره نوری ١٤ ساعت روشنایی و ۱۰ ساعت تاریکی بیشترین میانگین تخم (١٥١/٦٦ عدد) مربوط به روز اول پس از جفت‌گیری بود و پس از آن دو پیک کوچکتر مشاهده شد (شکل ۳). با توجه به شکل ۳ می‌توان دریافت در این دوره نوری نیز از روز ششم به بعد میزان تخم‌ریزی به‌طور قابل توجه‌ای کاهش یافته است. Yazdanian *et al*. (2005)، در شرایط آزمایشی ۱۲ ساعت روشنایی، بیشترین میانگین تعداد تخم را در روز دوم پس از جفت‌گیری و Moghadamfar *et al*., (2014) در شرایط تاریکی، بیشترین میانگین تعداد تخم را در روز سوم پس از جفت‌گیری گزارش کردند. همچنین در پژوهش Yazdanian *et al*. (2005)، نیز میزان تخم‌ریزی پس از روز پنجم به‌طور چشم‌گیری کاهش پیدا کرده است.

## نتیجه‌گیری کلی

جدول زندگی، ابزار مناسبی در توصیف مقایسه‌ای پراسنجه‌های یاد شده را فراهم می‌کند. استفاده کاربردی و پرورش انبوه شب‌پره مدیترانه‌ای آرد مستلزم آگاهی از پراسنجه‌های جدول زندگی شب‌پره یاد شده در شرایط نوری مختلف می‌باشد که با دستیابی به اطلاعات دقیق‌تر و جامع‌تر بتوان به منظور بهینه‌سازی و مدیریت شرایط پرورش اقدام کرد.

www.SID.ir

Archive of SID



با توجه به نتایج به‌دست آمده در این پژوهش، در شرایط تاریکی کامل و دوره نوری ۱۴ ساعت روشنایی مقادیر نرخ سرشتی افزایش جمعیت، نرخ کرانمند افزایش جمعیت و نرخ سره زادآوری اختلاف معنی‌داری با هم نداشتند ولی متوسط مدت زمان یک نسل در دوره نوری ۱۴ ساعت روشنایی به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. از این رو دوره نوری ۱۴ ساعت روشنایی در طول روز نسبت به شرایط تاریکی کامل کاربرد بیشتری خواهد داشت زیرا به لحاظ اقتصادی هزینه کمتری صرف نگه‌داری از کلنی‌های شب‌پره آرد خواهد شد. همچنین نتایج این پژوهش نشان داد میزان تخم‌ریزی در شرایط دوره نوری در روز اول پس از جفت‌گیری به اوج خود می‌رسد. بنابراین با وجود این که میزان تخم‌ریزی در شرایط تاریکی کامل به لحاظ عددی بیشتر از دوره نوری ۱۴ ساعت روشنایی است ولی دوره نوری ۱۴ ساعت روشنایی کاربرد بیشتری دارد. البته برای قضاوت بهتر در این خصوص آزمایش‌های تکمیلی و بررسی سایر شرایط توصیه می‌شود.

در تحقیق حاضر تأثیر منفی روشنایی کامل روی پراسنجه‌های جدول زندگی شب‌پره مدیترانه‌ای آرد از جمله نرخ سرشتی افزایش جمعیت، نرخ کرانمند افزایش جمعیت و همچنین نرخ سره زادآوری نشان داده شده است و مقادیر عددی پراسنجه‌های اشاره شده به‌طور معنی‌داری کاهش یافته است. این موضوع می‌تواند به‌عنوان ملاحظاتی در پرورش انبوه این شب‌پره مد نظر قرار گیرد.

## References

**Abdi, A., Naseri, B. & Fathi, S. A. A.** (2014) Nutritional indices, and proteolytic and digestive amylolytic activities of *Ephestia kuehniella* (Lep.: Pyralidae): response to flour of nine wheat cultivars. *Journal of Entomological Society of Iran* 33, 29-41.

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

**Adashkevich, B. P. & Atamirzaev, Kh. Kh.** (1986) Which host is the better? *Zashchita Rastenii* 5, 27.

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

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

**Attaran, M. R.** (1995) Effect of experimental hosts on biological characters of *Habrobracon hebetor*. M.Sc. Thesis. Faculty of Agriculture. Tarbiat Modares University 83 pp.

www.SID.ir

Archive of SID



**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. & He, X. Z.** (2012) Effect of nutritional stress and larval crowding on survival, development and reproductive output of editerranean flour moth, *Ephestia kuehniella* Zeller. *New Zealand Plant Protection* 65, 138-141.

**Blumel, S.** (1996) Effect of selected mass-rearing parameters on *O.majusculus* (Reuter) and *O. laevigatus* (Fieber). *Bulletin OILB-SROP* 19, 15-18.

**Brandstatter, E.** (1999) Confıdence intervals as an alternative to significance testing. Available from: *http://www.ipn.uni-kiel.de/mpr* (accessed 12 January 1999).

**Carey, J. R.** (1993) Applied demography for biologists with special emphasis on insects. Oxford University Press. New York. 206 pp.

**Chi, H. & Liu, H.** (1985) Two new methods for the study of insect population ecology. *Bulletin of the Institute of Zoology, Academia Sinica* 24, 225-240.

**Chi, H.** (1988) Life-table analysis incorporating both sexes and variable development rates among individuals. *Environmental Entomology* 17, 26-34.

**Chi, H.** (2016) TWOSEX- MSChart: computer program for age stage, two-sex life table analysis. Available at: http://140.120.197.173/ecology/.

**Chi, H., & Yang, T. C.** (2003) Two-sex life table and predation rate of *Propylaea japonica* Thunberg (Coleoptera: Coccinellidae) fed on *Myzus persicae* (Sulzer) (Homoptera: Aphididae). *Environmental Entomology* 32, 327-333.

**Cocuzza, G. E., Clercq, P., Veire, M., Cock, A. D., Degheele, D. & Vacante, V.** (1997) Reproduction of *Orius laevigatus* and *Orius albidipennis* on pollen and *Ephestia kuehniella* eggs. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 82, 101-104.

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

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

**Daumal, J., Voegelé, J. & Brun P.** (1975) Les Trichogrammes. II- Unite de production massive et quotidienne d'un hote de substitution *Ephestia kuehniella*

www.SID.ir

Archive of SID



Zell. (Lepidoptera: Pyralidae). *Annales de Zoologie: Ecologie Animale* 7, 45-59.

**Efron, B. & Tibshirani, R. J.** (1993) *An introduction to the bootstrap*. 456 pp. Chapman & Hall, New York.

**Gonçalves, C. L., do Céu Godinho, M., Amaro, F., Figueiredo, E. & Mexia, A.** (2005) Productivity and quality aspects concerning the laboratory rearing of *Trichogramma spp* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) ands its factitious host, *Ephestia kuehniella* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae). *Boletín de sanidad vegetal. Plagas* 31, 21-26.

**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.

**Huang, Y. B. & Chi, H.** (2012) Age-stage, two-sex life tables of *Bactrocera cucurbitae* (Coquillett) (Diptera: Tephritidae) with a discussion on the problem of applying female age-specific life tables to insect populations. *Insect Science* 19, 263-273.

**Kanika-Kiamfu, J., Brun, J. & Iperti, G.** (1994) Development of *Exochomus flaviventris* Mader (Coleoptera: Coccinellidae) at variable temperatures and with a substitute food. *Journal of African Zoology* 108, 569-583.

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

**Leon, M. G. A. & Erazo, G. A. L.** (1993) Life cycle and behaviour of *Bracon kirkpatricki* (Wilkinson) (Hymenoptera: Braconidae). *Revista Colombia de Entomologia* 19, 113-118.

**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, 89-94.

**Moghadamfar, Z, Pakyari, H. & Amir-Mafi, M.** (2014) Biology and Demography of *Ephestia kuehniella* (Pyralidae: Lepidoptera). *Proceedings of the 62nd Entomological Society of America Annual Meeting*, 16-19 November 2014, Portland, Oregon.

www.SID.ir

Archive of SID



**Naseri, B. & 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.

**Polat Akköprü, E., Atlıhan, R., Okut, H. & 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.

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

**Richards, P. C. & Schmidt, J. M.** (1996) The effects of selected dietary supplements on survival and reproduction of *Orius insidiosus (*Say) (Hemiptera: Anthocoridae). *The Canadian Entomologist* 128, 171-176.

**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. & 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. & 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.

**Steele, R. W.** (1970) Copulation and oviposition behaviour of *Ephestia cautella* (Walker) (Lepidoptera: Phycitidae). *Journal of Stored Products Research* 6, 229-245.

**Umble, J. R. & 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.

**Syrova, Z., Sauman, I. & Giebultowicz J. M.** (2003) Effects of light and temperature on the circadian system controlling sperm release in moth *Spodoptera littoralis*. *Chronobiology international* 20, 809-821.

www.SID.ir

Archive of SID



**Venzon, M., Carvalho, C. F., Silva, R. L. X., Canard, M., Aspock, H. & Mansell, M. W.** (1994) Effects of various diets and temperature on larval development in the Neotropical green lacewing *Ceraeochrysa cubana* (Hagen) (Insecta: Neuroptera: Chrysopidae), Pure and applied research in neuropterology. *Proceedings of the 5th International Symposium on Neuropterology*, 251-257, 2-6 May, 1994, Cairo. Egypt.

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

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

**Yazdanian, M., Talebi-Chaichi, P. & Haddad Irani-Nejhad, K.** (2005) Observations on the postemergence and mating behaviours 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.

www.SID.ir