تحقیقات آفات گیاهی
۹۵-۷۳ :(۳) ۸- ۱۳۹۷

تاثیر جیره‌های غذایی حاوی کنجاله کنجد، سویا و کلزا بر فراسنجه‌های جدول زندگی شب‌پره‌ی مدیترانه‌ای آرد *Ephestia kuehniella* (Lep.: Pyralidae)

افسانه داودی[۱]، حمیدرضا صراف معیری*[۱] و اورنگ کاوسی[۱]
۱- گروه گیاه پزشکی، دانشگاه زنجان، زنجان

(تاریخ دریافت: ۹۷/۷/۱۸ تاریخ پذیرش: ۹۷/۹/۱۲)

چکیده

شب‌پره‌ی آرد *Ephestia kuehniella* (Zeller)، یکی از آفات مهم محصولات انباری است. تخم و لاروهای آن به‌طور گسترده برای پرورش پارازیتوییدها و شکارگرها مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این پژوهش تاثیر جیره غذایی استاندارد شامل مخلوط آرد گندم (۶۸٪)، سبوس گندم (۲۹٪) و سه درصد مخمر و نیز ترکیب آن با کنجاله‌های کنجد (۳۰ درصد)، کنجاله سویا (۳۰ درصد) و کنجاله کلزا (۳۰ درصد) روی شاخص‌های زیستی و فراسنجه‌های جدول زندگی *E. kuehniella* با استفاده از نظریه جدول زندگی دو جنسی ویژه سن- مرحله رشدی بررسی شد. آزمایش‌ها در شرایط آزمایشگاهی، دمای ۱ ± ۲۵ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ۵ ± ۶۵ درصد و تاریکی انجام شد. نتایج نشان داد باروری شب‌پره‌ی آرد با اضافه کردن کنجاله کنجد (۴۷۷/۶۹ تخم) به‌طور معنی‌داری نسبت به کنجاله سویا (۴۵۱/۷۷ تخم)، کنجاله کلزا (۴۱۱/۲۱ تخم) و جیره غذایی استاندارد (۳۹۳/۲۰ تخم) افزایش می‌یابد. هم‌چنین در این بررسی بین طول دوره‌ی مرحله لاروی در تیمارهای کنجاله کنجد (۳۴/۳۱ روز)، کنجاله سویا (۳۱/۴۰ روز)، کنجاله کلزا (۳۳/۲۶ روز) و جیره غذایی استاندارد (۳۰/۳۷ روز) اختلاف معنی داری وجود داشت. نرخ ذاتی رشد جمعیت (r) برای جیره غذایی حاوی کنجاله کنجد، کنجاله سویا، کنجاله کلزا و جیره غذایی استاندارد به ترتیب ۰/۱۰۲، ۰/۱۰۸، ۰/۱۰۳ و ۰/۱۰۹ بر روز بود. بنابراین نتایج نشان می‌دهد جیره‌های غذایی حاوی کنجاله‌های کنجد، سویا و کلزا نسبت به غذای استاندارد تاثیر مثبتی بر فراسنجه‌های جمعیتی این حشره حداقل با توجه به شرایط این مطالعه نداشتند.

واژه‌های کلیدی: جیره‌ی غذایی مصنوعی، کنترل بیولوژیک، جدول زندگی، باروری

*نویسنده مسئول: hamidsarrafm@gmail.com

مقدمه

شب‌پره‌ی مدیترانه‌ای آرد (Zeller) *Ephestia kuehniella*، جزء آفات عمده محصولات انباری با پراکنش جهانی است (Cox and Bell, 1991). حشره مذکور در عین حال که آفت تلقی می‌شود، به‌عنوان میزبان جایگزین[1] در پرورش و تولید انبوه حشرات مفید در برنامه کنترل بیولوژیک (De Clereq *et al*., 2005; Kim and Riedl, 2005; Hamasaki and Matsui, 2006; Paust *et al*., 2008) و نیز انجام تحقیقات رفتاری، بیوشیمیایی و زیست شناسی مولکولی (Corbet, 1973; Jamoussi *et al*., 2009) استفاده می‌شود. تخم‌های این آفت به‌عنوان یک میزبان جایگزین برای پرورش انبوه زنبورهای پارازیتویید جنس *Trichogramma* spp. (Daumal *et al*., 1975) و پرورش شکارگرهایی مانند کفشدوزک *Exochomus flaviventris* (Mader) (Kanika-Kiamfu *et al*., 1994)، سن‌های شکارگر جنس *Orius* spp. (Blumel, 1996) و بالتوری *Ceraeochrysa cubana* (Hagen) (Venzon *et al*., 1994) استفاده می‌شود. تخم این گونه همچنین در پرورش زنبور تریکوگراما در جایگاه ممتازی قرار دارد (Schöller and Prozell, 2002) و از لاروهای حشره مذکور در واحدهای پرورش انبوه برای زنبور پارازیتویید *Bracon kirkapatricki* (Wilkinson) (Leon and Erazo, 1993) و *Habrobracon hebetor* (Say) (Attaran, 1995; Adashkevich and Atamirzaev, 1986) استفاده می‌شود.

برای موفقیت در برنامه کنترل بیولوژیک و تولید انبوه شب‌پره‌ی آرد، جیره‌ی غذایی باید از نظر ارزش عناصر غذایی موجود و نیز از لحاظ اقتصادی به‌صرفه باشد. مشکلات اساسی در تولید انبوه این حشره، مرگ و میر زیاد آن‌ها به‌دلیل کمبود غذا و یا پایین بودن ارزش غذایی (Cerutti *et al*, 1992; Sato, 2004)، هم‌خواری[2]، فضولات و آلودگی‌های میکروبی می‌باشد (Stone and Sims, 1992; Singh, 1997). مطالعاتی با استفاده از جدول زندگی در زمینه تغییرات نرخ نشو و نما، باروری و مرگ و میر، شب‌پره‌ی آرد روی جیره‌های غذایی متعددی انجام شده است (Riemann *et al*., 1974; Cymborowski and Giebułtowicz, 1976; Bell, 1981; Amaral Filho and Habib, 1990; Xu, 2010). در مطالعه‌ای اثر تغذیه از شش نوع ماده غذایی (دانه‌های ذرت، گندم و جو و سه نوع مخلوط ساخته شده از دانه‌ها به تنهایی همراه با جوانه گندم و مالت) روی طول عمر و قدرت باروری شب‌پره‌ی مدیترانه‌ای آرد نشان داده است که طول عمر نرها از ماده‌ها بیشتر شده است و تولید حشرات نر عقیم و کاهش قدرت باروری در حشرات ماده نیز مشاهده نشده است (Rodriguez *et al*., 1988). میزان نشوونما و قدرت باروری شب‌پره‌ی مدیترانه‌ای آرد روی چند جیره‌ی غذایی تهیه شده از آرد و سبوس گندم نشان داده است که مطلوب‌ترین جیره‌ی غذایی در پرورش آزمایشگاهی این گونه، جیره‌ی غذایی ۷۵٪ آرد گندم و ۲۵٪ سبوس گندم است (Yazdanian, 2000). نتایجی که از اثر پنج جیره‌ی غذایی در تولید انبوه شب‌پره‌ی مدیترانه‌ای آرد به‌دست آمده است، نشان می‌دهد که آرد ذرت جایگزین مناسبی برای جیره‌ی غذایی متداول آرد کامل گندم (۹۷٪) به علاوه مخمر (۳٪) است (Magrini *et al*., 1993). بررسی‌هایی که روی نشو و نمای شب‌پره‌ی آرد توسط دو نوع جیره‌ی غذایی که یکی شامل ذرت هیبرید زرد و مخمر است و دیگری شامل ذرت سفید (با مقادیر بسیار بالای اسید آمینه لیزین و تریپتوفان) و مخمر می‌باشد نشان می‌دهد که جیره‌ی غذایی حاوی ذرت هیبرید زرد از نظر غذایی برای تولید انبوه حشره مذکور مناسب‌تر است (Magrini *et al*., 1995). ناصری و بیدار (Naseri and Bidar, 2015) نشان دادند، از بین ارقام جو و گندم، رقم گندم سپاهان بهترین رقم برای پرورش آزمایشگاهی شب-پره‌ی آرد *E. kuehniella* است که بالاترین باروری کل و کوتاه ترین دوره‌ی رشدی قبل از بلوغ را دارد. در بررسی منابع، عمده مطالعات انجام شده به صورت پراکنده و

[1]. Alternative
[2]. Cannibalism

شاخص‌های زیستی جداگانه مورد بررسی قرار گرفته‌اند و اطلاعاتی در مورد تاثیر جیره‌های غذایی حاوی کنجاله (کنجد، کلزا و سویا) بر فراسنجه‌های جدول زندگی دو-جنسی شب‌پره‌ی آرد یافت نشد. هدف از این پژوهش، بررسی و تعیین میزان مطلوبیت کنجاله‌های کنجد، کلزا و سویا نسبت به جیره غذایی استاندارد برای پرورش آزمایشگاهی شب‌پره‌ی آرد در تاریکی مطلق با استفاده از جدول زندگی دوجنسی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

تهیه و پرورش کلنی‌ها

جمعیت اولیه شب‌پره‌ی آرد از کلنی‌های موجود در آزمایشگاه اکولوژی و کنترل بیولوژیک دانشگاه زنجان تهیه شد. شب‌پره‌ی آرد به مدت حداقل سه نسل روی جیره-ی غذایی که شامل آرد گندم، سبوس گندم و ۳٪ مخمر است پرورش داده شد (Abroun .*et al*., 2013). کلنی-های شب‌پره‌ی آرد در دمای ۱±۲۵ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ۵±۶۵٪ و تاریکی کامل داخل اتاقک رشد و در ظروف پلاستیکی شفاف به ابعاد ۱۰×۲۲×۲۷ سانتی-مترکه درب آنها برای ایجاد تهویه با توری پوشیده شده بود، نگهداری شد. چهار جیره‌ی غذایی مورد آزمایش عبارت بودند از: جیره غذایی استاندارد (A)، جیره‌ی غذایی استاندارد+ ۳۰ درصد کنجاله کنجد (B)، جیره‌ی غذایی استاندارد+ ۳۰ درصد کنجاله کلزا (C) و جیره‌ی غذایی استاندارد+ ۳۰ درصد کنجاله سویا (D).

نحوه اجرای آزمایش‌ها برای مطالعه‌ی جدول زندگی

به‌منظور انجام آزمایش‌های جدول زندگی از واحدهای آزمایشی که شامل ظروف پلاستیکی گرد یکبار مصرف درب‌دار به قطر ۷ و ارتفاع ۴ سانتی‌متر است، استفاده شد که قسمتی از درب ظروف به‌منظور ایجاد تهویه توسط توری پوشیده شده است. این ظروف برای انجام آزمایش‌ها با ۱۰۰ تکرار مورد استفاده قرار گرفتند. برای جفت کردن حشرات کامل از ظروف مستطیل شکلی به ابعاد ۷×۵/۵×۳/۵ سانتی‌متر استفاده شد. برای بررسی جدول زندگی، این آزمایش با ۱۰۰ عدد تخم هم‌سن شب‌پره (کمتر از ۲۴ ساعت اختلاف سن) آغاز شد و به‌صورت جداگانه داخل واحدهای آزمایشی حاوی ۲ گرم جیره غذایی قرار گرفت. هر ۲۴ ساعت یکبار از نمونه‌ها بازدید انجام شد و زنده‌مانی و رشد و نمو افراد به‌طور روزانه تا آخرین فرد زنده مانده ثبت شد (Chi, 1988). آزمایش در دمای ۱±۲۵ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ۵±۶۵ درصد به‌طور جداگانه در چهار جیره‌ی غذایی (A: جیره غذایی استاندارد، B: جیره‌ی غذایی استاندارد+ ۳۰ درصد کنجاله کنجد، C: جیره‌ی غذایی استاندارد+ ۳۰ درصد کنجاله کلزا، D: جیره‌ی غذایی استاندارد+ ۳۰ درصد کنجاله سویا) در تاریکی کامل در اتاقک‌های رشد بر مبنای طرح کاملا تصادفی بر پایه نظریه جدول زندگی دوجنسی سن مرحله انجام شد.

تجزیه و تحلیل داده‌ها

از روش جدول زندگی دوجنسی ویژه سن- مرحله رشدی به منظور تجزیه و تحلیل داده‌ها استفاده شد (Chi and Liu, 1985; Chi, 1988). هم‌چنین برای محاسبه پارامترهای جدول زندگی و خطای استاندارد مرتبط با آن از نرم افزار Age- stage, two- sex life table analysis- Mschart استفاده شد (Chi, 2016). محاسبه خطای استاندارد پارامترهای جدول زندگی و نیز مقایسات با روش حدود اطمینان تفاضل Bootstrap انجام شد. شبیه‌سازی جمعیت و پیش‌بینی رشد جمعیت[1] نیز، با استفاده از برنامه TWO-SEX- MSChart انجام شد (Chi, 2014). برای رسم نمودارها از نرم‌افزار SigmaPlot 10.0 استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج به‌دست آمده نشان داد که در خصوص تمامی ویژگی‌های زیستی شب‌پره‌ی مدیترانه‌ای آرد به غیر از طول عمر کل، اختلاف معنی‌داری بین تیمارها وجود دارد (جدول ۱). نوع جیره‌ی غذایی اثر معنی‌داری بر طول دوره-ی لاروی دارد. کوتاه‌ترین طول دوره‌ی لاروی

[1] . Population projection

(۳۰/۳۷±۰/۲۱ روز) روی جیره غذایی A و طولانی‌ترین آن (۳۴/۳۱± ۰/۳۱ روز) روی جیره غذایی B مشاهده شد که حاوی کنجاله کنجد بود (جدول ۱). مقدم‌فر و همکاران (Moghadamfar *et al*., 2014) نشان دادند در جیره‌ی غذایی آرد گندم و مخمر، طول دوره لاروی در رطوبت نسبی ۵۰ درصد با شرایط نوری و دمایی مشابه با تحقیق حاضر، ۴۶/۹ روز است که نسبت به تحقیق حاضر بیشتر بود. در حالی که در پژوهش صحاف و محرمی‌پور (Sahaf and Moharramipour, 2014)، روی جیره‌ی غذایی آرد گندم و مخمر، در شرایط دمایی ۲۷ درجه سلسیوس، طول دوره لاروی ۳۳/۶۹ روز گزارش شده است که مشابه با تحقیق حاضر روی جیره‌ی غذایی C، با طول دوره لاروی ۳۳/۲۶ روز بود. هم‌چنین براساس گزارش ناصری و بیدار (Naseri and Bidar, 2015) روی آرد هفت رقم جو (دشت، خرم، صحرا، ریحان ۰۳، فجر ۳۰، ۵ شور و EH-83-7) و دو رقم گندم (بم، سپاهان)، در دوره نوری ۱۶L: ۸D و شرایط دمایی و رطوبتی مشابه با این تحقیق، طولانی‌ترین دوره‌ی لاروی روی رقم EH-83-7 (۵۳/۴۲ روز) و کوتاه‌ترین آن در رقم ریحان ۰۳ (۴۲/۵۸ روز) بوده است که نسبت به پژوهش فعلی طولانی‌تر می‌باشد. تفاوت-های مشاهده شده نسبت به جیره‌های غذایی می‌تواند به‌دلیل اختلاف در محتوای غذایی جیره‌های غذایی و همچنین شرایط آزمایش و سوش حشره مورد استفاده در دو تحقیق باشد. طول دوره شفیرگی شب‌پره‌ی مدیترانه‌ای آرد *E. kuehniella*، بین جیره غذایی A، C و D دارای اختلاف معنی‌دار بود و برای هرکدام از تیمارهای ذکر شده به ترتیب ۱۰/۱۸، ۱۰/۵۷ و ۱۰/۹۹ روز به‌دست آمد، اما بین دو جیره غذایی A و B در خصوص طول دوره‌ی شفیرگی اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (P> ۰/۰۵) (جدول ۱). یافته‌های تحقیق حاضر درمورد طول دوره شفیرگی با نتایج طاهرنیا و همکاران (Tahernia *et al*., 2017) مطابقت دارد. نتایج نشان داد که بین میانگین طول عمر بالغین به تفکیک جنسیت حشره مذکور اختلاف معنی‌دار وجود دارد. بیشترین میانگین طول عمر حشرات کامل نر و ماده به‌ترتیب روی جیره‌ی غذایی D و B (به ترتیب ۱۷/۸۵ و ۱۰/۲۴روز) و کمترین آن در حشرات کامل نر و ماده به‌ترتیب روی جیره‌ی غذایی C و A (۱۵/۴۶ و ۸/۲۵ روز) ثبت شد. در دو پژوهش مشابه، حداقل میانگین طول عمر حشرات نر ۱۰/۰۵ روز روی آرد رقم بهار در پژوهش ترلک و همکاران (Tarlak *et al*., 2014)، در شرایط آزمایشگاهی ۱۴ ساعت روشنایی و دمای ۲۸ درجه سلسیوس و رطوبت ۶۵ درصد و حداقل میانگین طول عمر ماده‌ها در پژوهش ناصری و بیدار (Naseri and Bidar, 2015)، ۸/۷۸ روز روی آرد جو رقم فجر۳ در شرایط ۱۶ ساعت روشنایی و دمای ۲۵ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۶۵ درصد گزارش شده است که در بازه طول عمر به‌دست آمده در این پژوهش می‌باشد. در پژوهشی دیگر، حداکثر طول عمر در حشرات بالغ نر و ماده به‌ترتیب ۱۸ و ۱۲/۸۹روز، روی آرد گندم، سبوس گندم و مخمر در تاریکی کامل و دمای ۲۵ درجه سلسیوس و رطوبت ۶۵ درصد مشاهده شد که مطابق نتایج حاضر بیانگر طول عمر بیشتر نرها نسبت به ماده‌ها در چرخه‌ی زندگی شب‌پره‌ی آرد می‌باشد (Tahernia *et al*., 2017). طبق بررسی‌های پژوهشگران متعدد، جیره‌های غذایی مختلف می‌توانند تاثیر معنی‌داری بر باروری شب-پره‌ی آرد داشته باشند (Yazdanian *et al*., 2005; Kumral *et al*., 2007; Madboni and Pourabad, 2012). در پژوهشی دیگر با سه جیره‌ی غذایی حاوی آرد ذرت، خرده‌های نان و ترکیبی از دو جیره‌ی غذایی مذکور با نسبت‌های یکسان نشان داده شده است که، باروی شب-پره‌ی آرد تحت تاثیر مواد غذایی شامل ترکیبات ذرت و گندم افزایش می‌یابد (Solis *et al*., 2006). هم‌چنین گزارش شده است که حشرات ماده پرورش یافته روی آرد گندم نسبت به سبوس گندم از قدرت باروری بالاتری برخوردارند (Altahtawy *et al*., 1973; Amaral Filho and Habib, 1990). در این تحقیق نیز باروری *E. kuehniella*، تفاوت معنی‌داری را در رابطه با نوع جیره‌ی غذایی تغذیه شده توسط لاروها نشان داد. به‌طوری که بیشترین میزان باروری کل (مجموع تخم‌های گذاشته شده در کل دوره‌ی تولیدمثلی) روی جیره‌ی غذایی B

(۴۷۷/۶۸±۱۷/۹۳) که شامل آرد گندم، سبوس گندم، مخمر و کنجاله کنجد بود مشاهده شد و کمترین میزان آن روی جیره‌ی غذایی A (۲۰/۳۹۳ ۷۴/۱۷±) که جیره‌ی غذایی استاندارد بود می‌باشد.

در این پژوهش، طول دوره‌ی پیش از بلوغ، از تخم تا شفیره نیز محاسبه شد. بیشترین دوره پیش از بلوغ و کمترین آن به‌ترتیب در جیره‌ی غذایی B و A برابر با ۴۸/۹۴ و ۴۵/۳۶ روز محاسبه شد (جدول ۱). در مطالعه طاهرنیا و همکاران (Tahernia *et al*., 2017) کمترین طول این دوره روی جیره غذایی مشابه با تیمار A ، ۴۲/۹۷ روز در شرایط نوری ۱۰D :14L گزارش شد که مشابه با نتایج این تحقیق می‌باشد. پژوهش حاضر نشان داد که جیره‌ی غذایی D با استفاده از کنجاله سویا باعث طولانی شدن طول دوره تخمریزی نسبت به سه تیمار دیگر شده است. طول این دوره در جیره‌های غذایی A، B و C تقریبا یکسان بود (جدول ۱). میانگین طول دوره تخم‌ریزی این شب‌پره در پژوهش یزدانیان و همکاران (Yazdanian *et al*., 2005)، در تیمارهای غذایی مورد بررسی در شرایط نوری ۱۲ ساعت روشنایی، از حدود ۵/۲ تا ۵/۵ روز متغیر بوده است. التحتاوی و همکاران (Altahtawy *et al*., 1973) و آمارال فیلهو و حبیب (Amaral Filho and Habib, 1990) طول دوره تخم‌ریزی شب‌پره‌ی آرد را به‌ترتیب ۶-۳ روز (در پرورش روی آرد کامل گندم) و ۴-۱ روز روی آرد و سبوس گندم و دوره نوری ۱۲ ساعت روشنایی گزارش کرده‌اند.که کمتر از مقادیر بدست آمده در پژوهش حاضر می‌باشد. در تحقیق حاضر مشاهده شد که در دوره پیش از تخم‌ریزی کل (TPOP) شب‌پره‌ی مدیترانه‌ای آرد، بین جیره‌ی غذایی A با B، C و D اختلاف معنی‌داری وجود داشت. بیشترین و کمترین دوره پیش از تخمریزی کل در جیره‌ی غذایی B و جیره‌ی غذایی A به‌ترتیب ۴۸/۹۳ و ۴۵/۴۲ روز محاسبه شد (جدول ۱). در مطالعه ناصری و بیدار (Naseri and Bidar, 2015) ، بیشترین و کمترین دوره پیش از تخم‌ریزی کل (TPOP)، به‌ترتیب ۷۵/۱۳ روز مربوط به رقم 7 -EH- 83 و ۵۹/۲۵ روز مربوط به رقم ریحان ۰۳ بود. در نتایج به‌دست آمده از پژوهش طاهرنیا و همکاران (Tahernia *et al*., 2017)، نیز با جیره‌ی غذایی آرد گندم، سبوس گندم و مخمر، بیشترین و کمترین مقدار TPOP، به‌ترتیب ۴۶/۵ روز در روشنایی کامل و ۴۲/۹۷ روز در ۱۴ ساعت روشنایی در شرایط دمایی و رطوبتی مشابه با پژوهش حاضر گزارش شده است. در مطالعه‌ای روی جیره‌ی غذایی خشک و مرطوب حاوی ۵۰ و ۷۵ درصد سبوس، بیشترین میانگین طول دوره پیش از تخمریزی شب‌پره‌ی مدیترانه‌ای آرد، ۰/۸۵ روز و کمترین مقدار آن ۰/۶ روز در جیره‌های غذایی خشک و مرطوب حاوی ۲۵ درصد سبوس مشاهده شده است (Yazdanian *et al*.,2005). نتایج منتشر شده در پژوهش ذکر شده تا حدودی با نتایج مطالعه مادر جیره‌ی غذایی B و D مطابقت دارد (جدول ۱). هم‌چنین طول دوره پیش از تخم ریزی (APOP) 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 Filho and Habib, 1990). از آنجا که علاوه بر تأثیر شرایط آزمایشی و سویه‌ها، نوع غذا نیز می‌تواند روی دوره پیش از تخمریزی شب‌پره‌ها مؤثر باشد (Abdi *et al*., 2014)، بنابراین تفاوت‌های مشاهده شده می‌تواند علاوه بر جیره‌های غذایی به دلیل تفاوت در شرایط آزمایشی نیز باشد. پژوهش حاضر نشان داد که بیشترین و کمترین طول دوره‌ی تخم‌ریزی ۷/۹۰ و ۶/۰۸ روز به‌دست آمد که به‌ترتیب مربوط به جیره-ی غذایی D و جیره‌ی غذایی A می‌باشد (جدول ۱). جیره-ی غذایی D با استفاده از کنجاله سویا باعث طولانی شدن طول دوره تخمریزی نسبت به سه تیمار دیگر شده است. طول این دوره در جیره‌های غذایی A، B و C تقریبا یکسان بود (جدول ۱).

جدول ۱- ویژگی‌های زیستی شب‌پره مدیترانه‌ای آرد *Ephestia kuehniella*، پرورش یافته روی چهار جیره‌ی غذایی (A: جیره غذایی استاندارد، B: جیره غذایی استاندارد+ ۳۰ درصد کنجاله کنجد، C: جیره غذایی استاندارد+ ۳۰ درصد کنجاله کلزا، D: جیره‌ی غذایی استاندارد+ ۳۰ درصد کنجاله سویا) در دمای ۱± ۲۵ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ۵± ۶۵ درصد و تاریکی کامل

Tabel 1. Biological characteristics of Mediterranean flour moth, *Ephestia Kuehniella* reared on four diets (A: standard diet, B: standard diet + sesame meal 30%, C: standard diet + rapeseed meal 30%, D: standard diet + soybean 30%), 25±1^0 C, 65±5% RH and complete darkness

		A		B		C		D
Age	**N**	**Mean± S.E**	**N**	**Mean± S.E**	**N**	**Mean± S.E**	**N**	**Mean± S.E**
Egg (day)	84	4.49 ± 0.05 a	70	4.27 ± 0.054 a	57	4.49 ± 0.06 a	79	4.09 ± 0.03 a
Larva (day)	84	30.37 ± 0.21 d	70	34.31 ± 0.31 a	57	33.26 ± 0.30 b	78	31.40 ± 0.24 c
Pupa (day)	78	10.18 ± 0.08 c	63	10.33 ± 0.08 c	54	10.57 ± 0.08 b	74	10.99 ± 0.08 a
Adult (day)	78	12.19 ± 0.50 b	63	13.62 ± 0.46 a	54	12.24 ± 0.52 b	74	13.70 ± 0.51 a
Male adult (day)	38	16.34± 0.35 bd	34	16.5±0.37 b	26	15.46± 0.52 bc	35	17.85± 0.34 a
Femal adult (day)	40	8.25± 0.22 c	29	10.24± 0.30 a	28	9.25± 0.32 b	39	9.97± 0.28 ab
Preadult (day)	78	45.36 ± 0.36 c	63	48.94 ± 0.33 a	54	48.17 ± 0.31 a	74	46.47 ± 0.25 b
Total longevity (day)	90	52.87 ± 1.47 a	76	56.33 ± 1.92 a	64	53.77 ± 2.24 a	85	55.19 ± 1.66 a
Fecundity (eggs/female)	40	393.20 ± 17.74 c	29	477.68 ± 17.93 a	28	411.21 ± 21.42 bc	39	451.77 ± 15.51 ab
Oviposition period (day)	40	6.08±0.14 dc	29	6.86 ± 0.34 b	28	6.64 ± 0.3 bc	39	7.90 ± 0.25 a
TPOP* (day)	40	45.42 ± 0.35 c	29	48.93 ± 0.45 a	28	48.39 ± 0.44 a	39	46.92 ± 0.40 b

*total pre-oviposition period

Non-similar letters in each row indicate a significant difference in means (P <0.05).

میانگین طول دوره تخم‌ریزی این شب‌پره در پژوهش یزدانیان و همکاران (Yazdanian *et al*., 2005) در تیمارهای غذایی مورد بررسی در شرایط نوری ۱۲ ساعت روشنایی، از حدود ۵/۲ تا ۵/۵ روز متغیر بوده است. التحتاوی و همکاران (Altahtawy *et al*., 1973) و آمارال فیلهو و حبیب (Amaral Filho and Habib, 1990) طول دوره تخم‌ریزی شب‌پره‌ی آرد را به‌ترتیب ۶-۳ روز (در پرورش روی آرد کامل گندم) و ۴-۱ روز در پرورش روی آرد و سبوس گندم و دوره نوری ۱۲ ساعت روشنایی گزارش کرده‌اند.

نتایج بررسی‌های انجام شده روی فراسنجه‌های جمعیتی شب‌پره‌ی آرد در جدول ۲ نشان داده شده است. بین جیره-های غذایی مورد بررسی از نظر تأثیر بر نرخ ذاتی افزایش جمعیت (r)، نرخ متناهی افزایش جمعیت (λ) و نرخ خالص تولیدمثل (R_0) به‌ترتیب در جیره‌های غذایی A، B، C و D تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۲). تنها بین متوسط مدت زمان یک نسل (T)، در پارامترهای جمعیتی شب‌پره‌ی مدیترانه‌ای آرد اختلاف معنی‌دار وجود داشت.

جدول ۲- پارامترهای جمعیتی شب‌پره مدیترانه‌ای *Ephestia kuehniella*، پرورش یافته روی چهار جیره‌ی غذایی (A: جیره غذایی استاندارد، B: جیره غذایی استاندارد+ ۳۰ درصد کنجاله کنجد، C: جیره غذایی استاندارد+ ۳۰ درصد کنجاله کلزا، D: جیره‌ی غذایی استاندارد+ ۳۰ درصد کنجاله سویا) در دمای ۱± ۲۵ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ۵± ۶۵ درصد و تاریکی کامل.

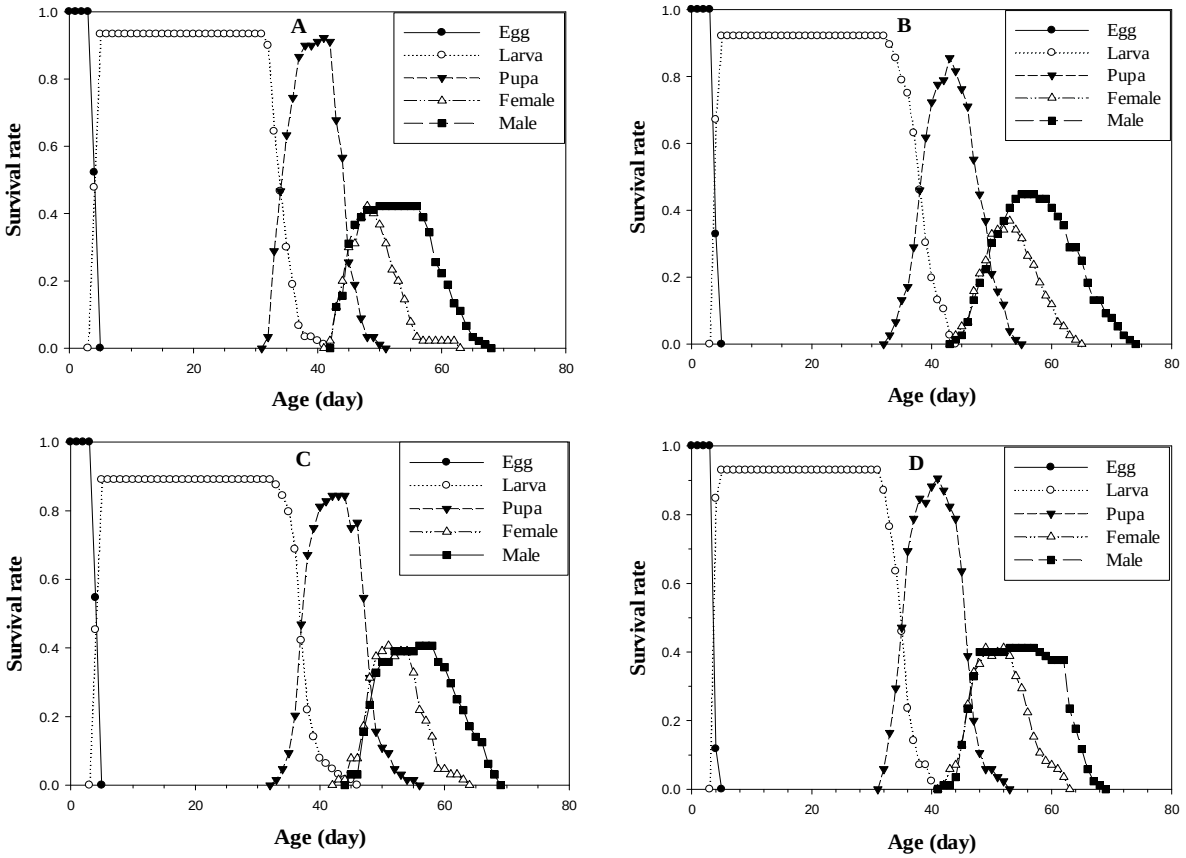
Table 2. population parameters of Mediterranean flour moth, *Ephestia kuehniella* reared on four diets (A: standard diet, B: standard diet+ sesame meal 30%, C: standard diet + rapeseed meal 30%, D: standard diet + soybean 30%), 25±1^0 C, 65±5% RH and complete darkness

	A		B		C		D	
Population parameters	**N**	**Mean ± S.E**	**N**	**Mean ± S.E**	**N**	**Mean ± S.E**	**N**	**Mean ± S.E**
Intrinsic rate of Increase (r) (day^{-1})	90	0.109 ± 0.002 a	76	0.102 ± 0.003 a	64	0.103 ± 0.003 a	85	0.108 ± 0.002 a
Finite rate of population increase (λ) (day^{-1})	90	1.115 ± 0.003 a	76	1.107 ± 0.003 a	64	1.108 ± 0.003 a	85	1.114 ± 0.003 a
Net reproductive rate (R_0) (offspring)	90	174.75 ± 22.03 a	76	182.27 ± 27.37 a	64	179.90 ± 27.16 a	85	207.28 ± 25.38 a
Gross reproductive rate (*GRR*) (offspring)	90	206.52±25.8 a	76	222.13 ± 32.04 a	64	216.68 ± 31.95 a	85	245.24 ± 29.26 a
Mean generation time (T) (day)	90	47.33±0.32 c	76	50.84 ± 0.46 a	64	50.21 ± 0.44 ab	85	49.10 ± 0.41 b

Non-similar letters in each row indicate a significant difference in means (P <0.05).

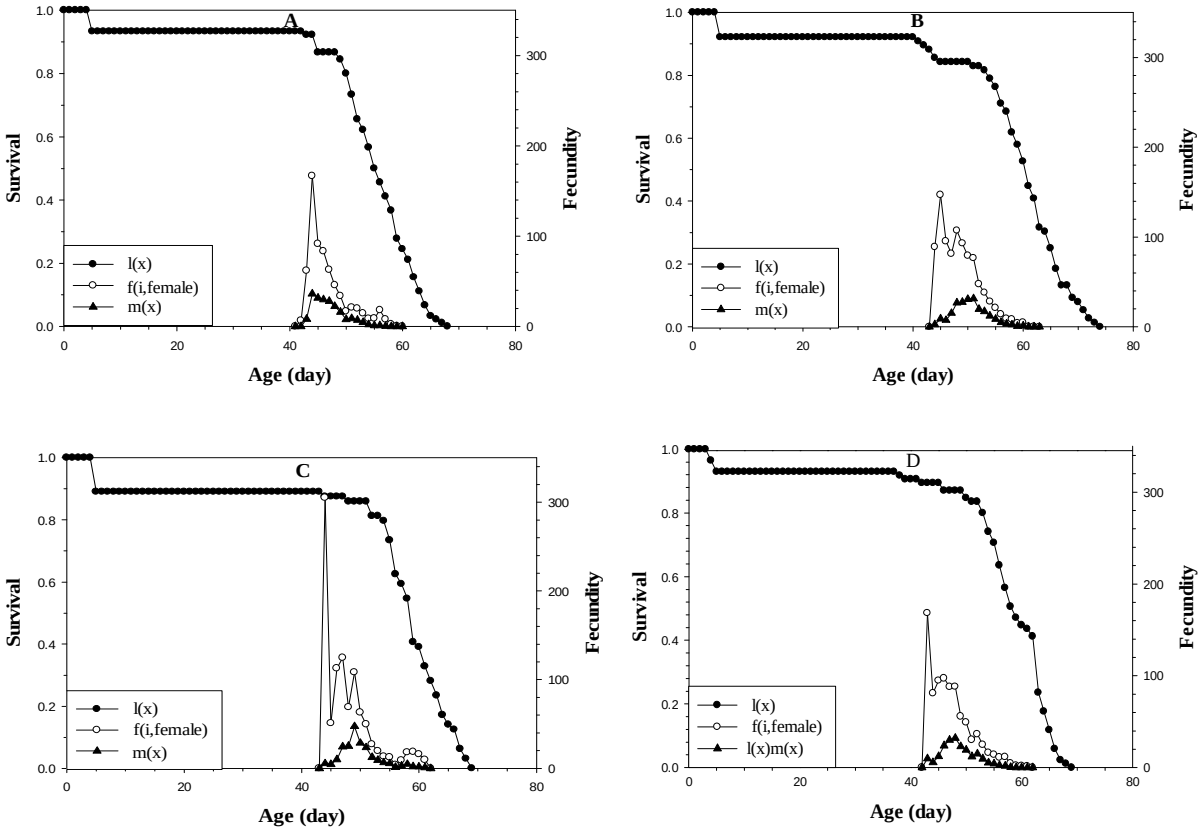
مقدار نرخ ذاتی افزایش جمعیت در پژوهش صحاف و محرمی‌پور(Sahaf and Moharramipour, 2014)، روی آرد گندم و مخمر در دمای ۲۷ درجه سلسیوس (۰/۱۱۴۲ بر روز) مشابه تحقیق حاضر (۰/۱۰۹۹ بر روز) روی جیره غذایی A می‌باشد. در پژوهش مذکور مقادیر نرخ خالص تولیدمثل ۱۳۳/۳۴ فرد و متوسط مدت زمان یک نسل ۴۲/۸۲۹ روز مشاهده شد که کمتر از این تحقیق است.

براساس یافته‌های هوانگ و چی (Huang and Chi, 2012)، مزایای جدول زندگی دو جنسی سن- مرحله رشدی نسبت به جدول زندگی سنتی، دخیل کردن جنس نر و افراد مرده در مرحله پیش از بلوغ، تفکیک مراحل زیستی، شبیه‌سازی جمعیت و نشان دادن تاثیر نسبت جنسی روی رشد جمعیت در محاسبات می‌باشد. در واقع تفاوت در میزان نشوونمای افراد باعث تمایز در منحنی‌های زنده‌مانی مربوط به مراحل زیستی مختلف می‌شود. همانطور که در منحنی بقای شب‌پره‌ی مدیترانه‌ای آرد مشاهده می‌شود، مرگ و میر در مرحله نابالغ بسیار کم و سپس در مرحله بلوغ افزایش می‌یابد (شکل ۱). هم‌چنین نمودارها نشان می‌دهند در کل الگوی منحنی زنده‌مانی برای چهار جیره‌ی غذایی به نسبت مشابه است، ولی در جیره‌های غذایی A و D ماده‌ها زودتر ظاهر شده‌اند و نسبت ماده‌ها در جیره‌ی غذایی A در مقایسه با دیگر جیره‌های غذایی بیشتر است (شکل ۲). شب‌پره‌ی مدیترانه‌ای آرد یک گونه protogynous است، به این معنی که خروج حشرات ماده از شفیره به‌صورت معنی‌داری زودتر از نرها اتفاق می‌افتد، که این ممکن است سازوکاری برای کاهش همخونی تکامل یافته باشد (Rhainds *et al*., 1999). ظهور زودتر ماده‌ها منجر به کاهش جفت‌گیری احتمالی در میان هم-نژادها می‌شود که نتایج این پژوهش نیز موید این مطلب می‌باشد (Xu, 2010).



شکل ۱- منحنی نرخ بقای ویژه سنی- مرحله رشدی شب‌پره‌ی مدیترانه‌ای آرد *Ephestia kuehniella*، پرورش یافته در چهار جیره‌ی غذایی (A: جیره غذایی استاندارد، B: جیره غذایی استاندارد+ ۳۰ درصد کنجاله کنجد، C: جیره غذایی استاندارد+ ۳۰ درصد کنجاله کلزا، D: جیره‌ی غذایی استاندارد+ ۳۰ درصد کنجاله سویا) در دمای ۱± ۲۵ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ۵± ۶۵ درصد و تاریکی کامل

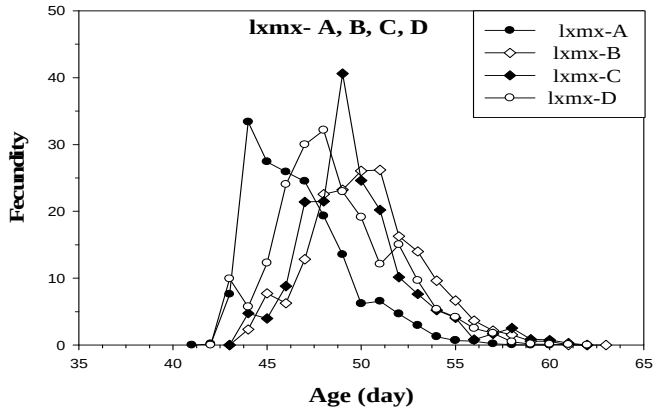
Figure 1. Age– stage specific survival rate of *Ephestia kuehniella* reared on four diets (A: standard diet, B: standard diet+ sesame meal 30%, C: standard diet + rapeseed meal 30%, D: standard diet + soybean 30%), 25±1^0 C, 65±5% RH and complete darkness



شکل ۲- نرخ بقای ویژه سنی(l_x)، باروری ویژه سنی ماده (f_x)، باوری ویژه سنی کل جمعیت (m_x)، شب‌پره‌ی مدیترانه‌ای آرد *Ephestia kuehniella*، پرورش یافته روی چهار جیره غذایی (A: جیره غذایی استاندارد، B: جیره غذایی استاندارد+ ۳۰ درصد کنجاله کنجد، C: جیره غذایی استاندارد+ ۳۰ درصد کنجاله کلزا، D: جیره‌ی غذایی استاندارد+ ۳۰ درصد کنجاله سویا) در دمای ۱± ۲۵ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ۵± ۶۵ درصد و تاریکی کامل

Figure 2. Age– specific survival rate (l_x), age– stage specific fertility (f_x) and age– specific fecundity (m_x) of *Ephestia kuehniella* reared on four diets (A: standard diet, B: standard diet+ sesame meal 30%, C: standard diet + rapeseed meal 30%, D: standard diet + soybean 30%), 25 ± 1^0 C, 65±5% RH and complete darkness

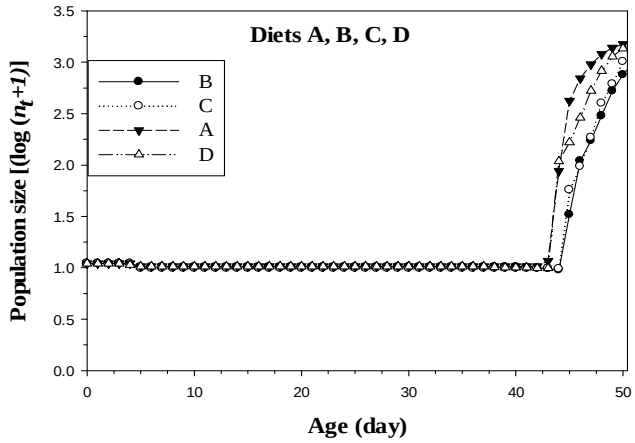
در این پژوهش بر اساس منحنی زایش ویژه‌ی سنی (l_xm_x)، شروع تولید مثل با تغذیه از جیره‌های غذایی A، B، C و D به‌ترتیب در روزهای ۴۲، ۴۴، ۴۴ و ۴۳ به‌دست آمد (شکل ۳). حداکثر نرخ باروری شب‌پره‌ی آرد با تغذیه از جیره‌های غذایی A، B، C و D به‌ترتیب در روزهای ۴۴، ۵۱، ۴۹ و ۴۸ بود که میانگین تخم‌گذاری در این روزها به‌ترتیب ۳۳/۳۵۵، ۲۶/۱۹۷، ۴۰/۶۰۹ و ۳۲/۱۲۹ عدد محاسبه شد. بنابراین در جیره‌ی غذایی A بیشترین تولیدمثل در سنین آغازین مرحله بالغ با ۳۳/۳۵۵ عدد تخم در روز ۴۴ به‌دست آمده است. با توجه به اینکه این تخم‌ها مرتبط به حشرات بالغ جوان می‌باشند، از کیفیت بالاتری نسبت به تخم حشرات مسن‌تر برخوردار است که در بحث کنترل بیولوژیک می‌تواند حائز اهمیت باشد. از طرفی بیشترین تولید مثل (۴۰/۶۰۹ عدد تخم) مربوط به جیره غذایی C می‌باشد (شکل ۳). به نظر می‌رسد در پرورش انبوه هرچه مدت زمان تخم‌ریزی کوتاه‌تر باشد مشروط به این که کمیت تخمریزی حشرات ماده به‌طور معنی‌داری کاهش پیدا نکند، به لحاظ اقتصادی درهزینه نگهداری کلنی صرفه‌جویی می‌شود. مطابق شکل ۳ حشره در جیره‌ی غذایی C که حاوی کنجاله کلزا بود در محدوده‌ی زمانی کوتاه‌تری (۵۱ -۴۷ روز) تخم‌ریزی بیشتری نسبت به سایر تیمارها داشته است و از این لحاظ می‌تواند بیشتر مورد توجه قرار گیرد. یزدانیان و همکاران (Yazdanian *et al*., 2005)، در جیره‌ی غذایی مورد بررسی بیشترین میانگین تعداد تخم را در روز دوم پس از جفت‌گیری و مقدم‌فر و همکاران (Moghadamfar *et al*., 2014) در روز سوم پس از جفت‌گیری گزارش کردند. همچنین در پژوهش یزدانیان و همکاران (Yazdanian *et al*., 2005) میزان تخمریزی پس از روز پنجم به میزان چشمگیری کاهش پیدا کرده است که در پژوهش حاضر نیز این روند مشاهده شده است. در تحقیق مقدم‌فر و همکاران (Moghadamfar *et al*., 2014) نیز بیشترین تعداد تخم‌ها تا روز ششم و هفتم پس از جفت گیری گذاشته شده‌اند.



شکل ۳- زایش ویژه سنی (l_xm_x)، شب‌پره‌ی مدیترانه‌ای آرد *Ephestia kuehniella*، پرورش یافته روی چهار جیره غذایی (A: جیره غذایی استاندارد، B: جیره غذایی استاندارد+ ۳۰ درصد کنجاله کنجد، C: جیره غذایی استاندارد+ ۳۰ درصد کنجاله کلزا، D: جیره‌ی غذایی استاندارد+ ۳۰ درصد کنجاله سویا) در دمای ۱± ۲۵ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ۵± ۶۵ درصد و تاریکی کامل

Figure 3. Age– specific maternity (l_xm_x), of *Ephestia kuehniella* reared on four diets (A: standard diet, B: standard diet+ sesame meal 30%, C: standard diet + rapeseed meal 30%, D: standard diet + soybean 30%), 25±1^{0}C, 65±5% RH and complete darkness

پیش‌بینی تعداد کل جمعیت با گذشت زمان، در شکل ۴ نشان داده شده است. بر این اساس با تعداد اولیه ۱۰ تخم ، تقریبا پس از ۵۲ روز (معادل طول دوره یک نسل) در تغذیه از جیره‌های غذایی A، B، C و D جمعیت شب‌پره‌ی آرد به‌ترتیب امکان به وجود آوردن ۱۵۸۹، ۱۲۶۸، ۱۴۴۹ و ۱۶۴۳ فرد را دارد (شکل ۴).



شکل ۴- پیش‌بینی کل جمعیت شب‌پره‌ی مدیترانه‌ای آرد *Ephestia kuehniella*، پرورش یافته روی چهار جیره غذایی (A: جیره غذایی استاندارد، B: جیره غذایی استاندارد+ ۳۰ درصد کنجاله کنجد، C: جیره غذایی استاندارد+ ۳۰ درصد کنجاله کلزا، D: جیره‌ی غذایی استاندارد+ ۳۰ درصد کنجاله سویا) در دمای ۱± ۲۵ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ۵± ۶۵ درصد و تاریکی کامل

Figure 4. Population projection of *Ephestia kuehniella* reared on four diets (A: standard diet, B: standard diet+ sesame meal 30%, C: standard diet + rapeseed meal 30%, D: standard diet + soybean 30%), 25±1^0 C, 65±5% RH and complete darknes

به‌نظر می‌رسد اثر جیره‌های غذایی مختلف بر فراسنجه‌های جمعیتی شب‌پره مدیترانه‌ای آرد به‌عنوان میزبان واسط جهت پرورش انبوه دشمنان طبیعی ضروری می‌باشد، به‌عبارت دیگر قبل از توصیه هر گونه جیره غذایی جدید و استفاده کاربردی از آن، کسب آگاهی و اطلاع از پارامترهای جدول زندگی شب‌پره مذکور لازم می‌نماید تا با دستیابی به اطلاعات دقیق‌تر و جامع‌تر بتوان به منظور بهینه‌سازی شرایط پرورش تصمیم‌سازی کرد. به همین منظور جدول‌های زندگی، ابزار مناسبی هستند که توصیف مقایسه‌ای پارامترهای مذکور را فراهم می‌کنند. با توجه به نتایج به‌دست آمده در این پژوهش، در جیره‌ی غذایی A، B، C و D مقادیر نرخ ذاتی افزایش جمعیت، نرخ متناهی افزایش جمعیت و نرخ خالص تولید مثل اختلاف معنی‌داری با هم نداشتند، ولی متوسط مدت زمان یک نسل در جیره‌ی غذایی A به‌طور معنی‌داری کاهش نشان می‌دهد. از این رو در نگاه اول جیره‌ی غذایی A نسبت به جیره‌های غذایی دیگر کاربرد بیشتری خواهد داشت، زیرا به لحاظ اقتصادی هزینه کمتری صرف نگه‌داری از کلنی‌های بید آرد خواهد شد. از طرفی نتایج این تحقیق نشان داد بیشترین مقدار تولیدمثل (۴۰/۶۰۹ عدد تخم) مربوط به جیره غذایی C می‌باشد. برای قضاوت بهتر در این خصوص آزمایش‌های تکمیلی با پرورش این حشره در چندین نسل و بررسی فراسنجه‌های جمعیتی آن در شرایط مختلف محیطی قبل از هر توصیه‌ای لازم می‌باشد.

سپاسگزاری

از سرکار خانم پیرایشفر و طاهرنیا و نیز آقای مهندس نقضعلی و جهانگیری جهت همکاری در بخش آنالیز داده‌ها کمال تقدیر و تشکر را داریم.

References

Abdi, A., Naseri, B. and Fathi, S. A. A. 2014. Nutritional indices, and proteolytic and digestive amylolytic activites 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. 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).

Adashkevich, B. P. and Atamirzaev, K. K. 1986. Which host is the better? *Zashchita Rastenii 5*, 27.

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.

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

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.

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

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

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

Chi, H. 2014. TWO-SEX-MSchart (http://.znu-ac.ir/ agriculture/ pages/ plantprotection/ software/ index. Htm/ TWOSEX- MsChart. Zip. Version: 2014. 111)

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

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.

Daumal, J., Voegelé, J. and Brun P. 1975. trichogrammes. II. Unite de production massive et quotidienne d'un hote de substitution *Ephestia kuehniella* Zell .(Lepidoptera, Pyralidae). **In Annales de zoologie: Ecologie animale** 7: 45-59.

De Clereq, p., Bonte, M., van Speybroeck, K., Bolckmans, K. and Deforce, K. 2005. Development and reproduction of *Adalia bipunctata* (Coleoptera: Coccinellidae) on eggs of *Ephestia kuehniella* (Lepidoptera: Phycitidae) and Pollen. **Pest Management Science** 61: 1129-1132.

Hamasaki, K. and Matsui, M. 2006. Development and reproduction of an aphidophagous coccinellid, *Propylea japonica* (Thunberg) (Coccinellidae), reared on an alternative diet, *Ephestia kuehniella* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae) eggs. **Applied Entomology and Zoology** 41: 233-237.

Huang, Y. B. and 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.

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.

Jamoussi, K., Sellami, S., Abdelkefi- Mesrati, L., Givaudan, A. and Jaoua S. 2009. Heterologous expression of *Bacillus thuringiensis* vegetative insecticidal protein- encoding gene vip3LB in

photorhabdus temperate strain K122 and oral toxicity against the Lepidoptera *Ephestia kuehniella* and *Spodoptera littoralis*. **Molecular Biotechnology** 43: 97- 103.

Kanika-Kiamfu, J., Brun, J. and 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.

Kim, D. S. and Riedl, H. 2005. Effect of temperature on development and fecundity of the predaceous plant bug *Deraeocoris brevis* reared on *Ephestia kuehniella* eggs. **Biocontrol** 50: 881-897.

Kumral, N. A., Kovanci, B. and Akbudak, B. 2007. Life tables of the olive leaf moth, *Palpita unionalis* (Hübner) (Lepidoptera: Pyralidae), on different host plants. **Journal of Biological and Environmental Sciences** 1: 105-110.

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

Madboni, M. A. Z. and Pourabad, R. F. 2012. Effect of different wheat varieties on some of developmental parameters of *Anagasta kuehniella* (Lepidoptera: Pyralidae). **Munis Entomology and Zoology** 7: 1017-1022.

Magrini, E. A., Botehlo, P. S. M., Parra, J. R. P. and Haddad, M. L. 1993. Comparacao de dietas artificiais para criacao massal de *Anagasta kuehniella* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae). **Anais-Sociedade Entomologica do Brasil** 22: 361-361.

Magrini, E. A., Parra, J. R. P., Haddad, M. L. and Botello, P. S. M. 1995. Comparacao de dietas artificiais e tipos de milho paracriacao de *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879) (Lepidoptera: Pyralidae). **Scientia Agricultural** 52: 60-64.

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.

Paust, A., Reichmuth, C., Buttner, C., Prozell, S., Adler, C. and Scholler, M. 2008. Spatial effects on competition between the larval parasitoids *Habrobracon hebetor* (Say) (Hymenoptera: Braconidae) and *Venturia canescens* (Gravenhorst) (Hymenoptera: Braconidae) parasitizing the Mediterranean flour moth, *Ephestia kuehniella* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae). **Mitteilungen Der Deutschen Gesellschaft fur Allgemeine Und Angewandte Entomologie** 16: 291-294.

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

Richards, P. C. and 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., 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.

Rodriguez, H., Cabello Garica, T. and Vargas, P. 1988. Influencia de la dieta e iluminacion en la longevidad, fecundidad y fertilidad de Ephestia kuehniella Zeller (Lepidoptera: Phycitidae). Boletin Boletin de Sanidad Vegetal Plagas 14: 561-566.

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.

Sato, T., Shinkaji, N. and Amano, H. 2004. Effects of larval density of larval survivorship and imaginal fecundity of *Dacne picta* (Coleoptera: Erotylidae). **Applied Entomological Zoology** 39: 591-596.

Schöller, M. and Prozell, S. 2002. Response of *Trichogramma evanescens* to the main sex pheromone component of *Ephestia* spp. and *Plodia interpunctella*. (Z, E)-9, 12-tetra-decadenyl acetate (ZETA). **Journal of Stored Products Research** 38: 177-184.

Singh, P. 1997. Artificial diets for insects, mites, and spiders. IFI/PLENUM, New York, USA. 594 pp.

Solis, D. R., Habib, M. E. E. D., Fernandes, E. S. A., Hebling, M. J. A. and da Silva, T. F. 2006. Estudo comparativo do desenvolvimento de *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879) (Lepidoptera, Pyralidae) em tres dietas artificiais. **Revista Brasileira de Zoociências** 8: 17-22.

Stone, T. R. and Sims, S. R. 1992. Insect rearing and the development of bioengineered crops. In: Anderson TE, Lepla NC ed. Advances in insects rearing for research and pest management. Westview Press/Oxford & IBH Publishing Co, Oxford, UK. pp. 33-40.

Tahernia, S., Sarraf Moayeri, H. R., Kavousi, A., Arbab, A. and Asgary, F. 2017. Biological characteristics of Mediterranean flour moth, *Ephestia kuehniella* Zeller (Lep.: Pyralidae) under different photoperiods. 2nd National congress of Monitoring and Forecasting in Plant Protection, 23 February. Gonbad Kavous University. Iran. P265.

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.

Venzon, M., Carvalho, C. F., Silva, R. L. X., Canard, M. (eds.), Aspock, H. (ed.), and 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 Fifth International Symposium on Neuropterology Cairo.** Egypt. 2-6 May 1994.

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

Yazdanian, M. 2000. Studying of the development of Mediterranean flour moth, *Ephestia kuehniella*, rearing on some foods prepared from meal and bran of wheat. Msc., thesis, Tabriz University. 125 pp.

Yazdanian, M., Talebi-chaichi, P. and Haddad Irani-nezhad, K. 2005. Observations on the post-emergrnce 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.

Plant Pest Research
2018- 8(3): 59-73

Effect of diets containing of sesame, soybean and rapeseed meal on life table parameters of the flour moth, *Ephestia kuehniella* (Lep.: Pyralidae)

A. Davoudi[1], H. R. S. Moayeri[1*] and A. Kavousi[1]
1. Department of Plant Protection, University of Zanjan, Zanjan

(Received: October 10, 2018- Accepted: December 3, 2018)

Abstract

The Mediterranean flour moth (MFM), *Ephestia kuehniella* (Zeller), is one of the major pests of stored products. Eggs and larvae of this moth are widely used for rearing parasitoids and predators. In this study, the effect of the standard diet including a mixture of wheat flour (68%), wheat bran (29,%) plus 3% yeast and also the standard diet + sesame meal (30%), soybean (30%) and rapeseed (30%) on biological characteristics and life table parameters of *E. kuehniella* were studied by using the Two-sex, Age-stage life table theory. The condition of experiments were; 25±1ºC, 65±5% RH and complete darkness. The results showed that the flour moth fecundity significantly increased by adding sesame meal (477.69 eggs) compared to soybean meal (451.77 eggs), rapeseed meal (411.21eggs) and standard diet (393.20 eggs). Also, significant differences were found between the larval stage durations being 34.31, 31.40, 33.26 and 30.37 days for sesame meal, soybean meal, rapeseed meal and standard diet, respectively. The intrinsic rate of increase (*r*) for sesame meal, rapeseed meal containing and standard diet was 0.102, 0.108, 0.103 and 0.109 day^{-1}, respectively. Therefore, the results showed that diets containing sesame meal, soybean meal and rapeseed meal did not have much more efficiency on population parameters of this insect than standard diet at least in this study conditions.

Key words: Artificial diet, Biological control, Life table, Fecundity

*Correponding author : hamidsarrafm@gmail. com