



ویژگی‌های رشد جمعیت شب‌پره‌ی مدیترانه‌ای آرد، *Ephestia kuehniella* (Lepidoptera: Pyralidae) و رابطه آن‌ها با برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی هیبریدهای مختلف ذرت

جبرائیل رزمجو^{id}، فروغ افشاری^{id} و زهرا عابدی^{id}

گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

✉ razmjou@uma.ac.ir
✉ f.afshari@uma.ac.ir
✉ zahra.abedi@uma.ac.ir

^{id} <https://orcid.org/0000-0003-0948-8279>
^{id} <https://orcid.org/0000-0001-9103-4633>
^{id} <https://orcid.org/0000-0003-0773-4966>

چکیده: شب‌پره‌ی مدیترانه‌ای آرد، *Ephestia kuehniella* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae)، آفت مهم محصولات انباری با دامنه وسیع میزبانی است. تخم‌ها و لاروهای این آفت، به‌طور گسترده در برنامه‌های کنترل بیولوژیک به منظور پرورش پارازیتوئیدها و شکارگرها مورد استفاده قرار می‌گیرد. در تحقیق حاضر، تأثیر آرد هیبریدهای مختلف ذرت شامل KSC 201، KSC 260، KSC 400، KSC 410، SC 705 و SC 706 روی فرآیندهای جدول زندگی شب‌پره‌ی مدیترانه‌ای آرد بررسی شد. هم‌چنین، در این تحقیق برخی از خصوصیات فیزیکی (درصد رطوبت و شاخص سختی) و شیمیایی (محتوی پروتئین و نشاسته) هیبریدها اندازه‌گیری شد تا ارتباط بین این خصوصیات با ویژگی‌های زیستی و جدول زندگی حشره تعیین شود. نتایج نشان داد که هیبریدهای مختلف ذرت تأثیر معنی‌داری روی ویژگی‌های زیستی و فرآیندهای جدول زندگی آفت داشت. طولانی‌ترین طول مدت نشو و نمای مرحله نابالغ شب‌پره‌ی آرد روی هیبرید SC 706 (۵۴/۵۴ روز) و کوتاه‌ترین دوره‌ی پیش از بلوغ روی هیبرید KSC 410 (۵۲/۵۲ روز) مشاهده شدند. بیشترین میزان زادآوری مربوط به هیبرید KSC 410 (۲۱۰/۵۸ تخم) و کمترین آن مربوط به هیبریدهای KSC 201 (۱۶۳/۱۶ تخم) و SC 706 (۱۵۷/۸۳ تخم) بود. هم‌چنین، کمترین نرخ ذاتی افزایش جمعیت (r_m) روی هیبرید SC 706 (۰/۰۶۵ بر روز) و بیشترین میزان آن روی هیبرید KSC 410 (۰/۰۸۱ بر روز) بدست آمد. در این تحقیق، همبستگی مثبت معنی‌داری نیز بین فرآیندهای زادآوری، نرخ خالص تولیدمثل و نرخ ذاتی افزایش جمعیت *E. kuehniella* با محتوای نشاسته مشاهده شد. نتایج این تحقیق نشان داد که هیبرید KSC 410 به عنوان میزبان مناسب جهت پرورش انبوه *E. kuehniella* معرفی شد.

واژه‌های کلیدی: مهار زیستی، دموگرافی، جدول زندگی، ذرت، پرورش

تاریخچه مقاله

دریافت: ۱۴۰۱/۰۴/۲۳

پذیرش: ۱۴۰۱/۰۶/۱۲

دبیر تخصصی: مسعود امیرمعافی

Citation: Razmjou, J., Afshari, F. & Abedi, Z. (2022) Population growth traits of the flour moth, *Ephestia kuehniella* (Lepidoptera: Pyralidae) and their relationship with some physical and biochemical properties of various maize hybrids. *J. Entomol. Soc. Iran*, 42 (2), 101-109.

مقدمه

شب‌پره‌ی مدیترانه‌ای آرد *Ephestia kuehniella* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae)، آفت همه‌جازی و مهم فرآورده‌های انباری با طیف دامنه میزبانی وسیع و گسترده در سرتاسر جهان است (Cox & Bell, 1991; Hill, 2002; Rees, 2003). غلات آرد شده و سبوس گندم غذای اصلی و مهم لاروهای شب‌پره‌ی مدیترانه‌ای آرد را تشکیل می‌دهند، ولی این آفت از سایر میزبان‌ها نظیر میوه‌های خشک، حبوبات، فندق، بادام، پسته، انجیر، کشمش و غیره نیز تغذیه می‌کند (Philips & Strand, 1994). مناطق انتشار آن ابتدا آمریکای شمالی و به تدریج انگلستان و استرالیا و دیگر نقاط جهان بوده است. امروزه شب‌پره آرد در سراسر دنیا یافت می‌شود و در مناطق گرمسیر نیز یکی از آفات مهم در آسیاب‌ها به شمار می‌رود (Jacob & Cox, 1977).

بید آرد در مطالعات پایه به‌عنوان یک مدل در زمینه ژنتیک حشرات و فیزیولوژی مطرح می‌باشد و به دلیل آسانی و سهولت پرورش در آزمایشگاه در برنامه‌های کنترل بیولوژیک استفاده گسترده‌ای دارد (Brower & Press, 1990). انتخاب میزبان آزمایشگاهی برای پرورش انبوه در برنامه‌های کنترل بیولوژیک، بر پایه‌ی هزینه‌های تولید آن میزبان صورت می‌گیرد (Eliopoulos & Stathas, 2005). با وجود اینکه آرد گندم میزبان مهم و اصلی *E. kuehniella* می‌باشد، اما هزینه‌ی تولید انبوه یک میزبان آزمایشگاهی برای پرورش دشمنان طبیعی در کنار توجه به ویژگی‌های زیستی و تغذیه‌ای شب‌پره‌ی مدیترانه‌ای آرد، موجب شده است تا مواد غذایی مختلفی برای پرورش انبوه *E. kuehniella* مورد استفاده قرار گیرد. در مطالعه‌ی، فرمول غذایی ۹۷ درصد آرد گندم و ۳ درصد مخمر را برای پرورش این حشره ارایه نمودند و گزارش کردند که شرایط بهینه برای پرورش انبوه این حشره، زمانی است که یک کیلو آرد گندم را با مقدار ۰/۱۸۵ گرم

Corresponding author: Jabrael Razmjou, E-mail: razmjou@uma.ac.ir



© 2022 by Author(s), Published by the Entomological Society of Iran

This Work is Licensed under Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International Public License.

تخم آفت آوده کرد (Crutti et al., 1992). بنابراین یافتن میزبانی مناسب برای پرورش شب‌پره‌ی مدیترانه‌ای آرد از سایر غلات که از نظر ارزش غذایی بسیار نزدیک به گندم باشد، ضرورت دارد.

ذرت *Zea mays* L. گیاهی تک‌په‌ای و یک‌ساله از تیره گندمیان است. ذرت به دلیل موارد مصرف زیاد، کیفیت و ارزش غذایی بالا و قدرت سازگاری با آب و هوای مختلف (به‌ویژه با تولید هیبریدهای جدید)، در اکثر نقاط جهان کشت می‌شود. این گیاه از لحاظ سطح زیر کشت و میزان کل تولید، بعد از گندم و برنج مقام سوم را در جهان دارد (Khodabandeh, 2003).

مطالعات قبلی نشان داده است که ویژگی‌های زیستی و فرآیندهای رشد جمعیت شب‌پره مدیترانه‌ای آرد به‌طور قابل توجهی مرتبط با نوع رقم و میزبان می‌باشد. رژیم‌های غذایی متعددی توسط محققین مختلف برای پرورش *E. kuehniella* ارایه شده است. در بررسی شش نوع رژیم غذایی برای پرورش *E. kuehniella* آرد ذرت را بهترین ماده غذایی برای پرورش این آفت معرفی کرده است (Rodriguez-Menendez et al. 1988). برخی محققین نیز در مطالعات مقایسه‌ای خود با پنج رژیم غذایی، آرد ذرت را مناسب‌ترین ماده غذایی برای پرورش *E. kuehniella* گزارش نمودند (Magrini et al., 1993). همچنین، Naseri & Bidar (2015) ویژگی‌های زیستی و جدول زندگی شب‌پره‌ی مدیترانه‌ای آرد را روی ارقام گندم و جو بررسی و نتایج آنها نشان داد که رقم گندم سپاهان برای پرورش آزمایشگاهی این حشره مناسب است.

براساس جستجو در پایگاه‌های علمی در خصوص میزان مقاومت هیبریدهای مختلف ذرت به شب‌پره آرد، تاکنون گام موثری در زمینه ارزیابی حساسیت هیبریدهای مختلف ذرت به *E. kuehniella* برداشته نشده است. کشور ایران با تولید ۱۱۰۱۱۷۰ تن و ۱۳۷۸۸۲ هکتار سطح زیر کشت یکی از کشورهای مهم تولیدکننده ذرت در جهان محسوب می‌شود (Agricultural statistics, 2018-19). بنابراین، یکی از اهداف تحقیق حاضر، بررسی فرآیندهای جدول زندگی بید آرد در واکنش به تغذیه از آرد شش هیبرید مختلف ذرت است. همچنین، با توجه به ارزش غذایی بالای میزبان ذرت در کنار گندم به‌عنوان میزبان اصلی شب‌پره مدیترانه‌ای آرد، بررسی تأثیر تغذیه از آرد هیبریدهای مختلف ذرت شامل KSC 201، KSC 260، KSC 400، KSC 410، SC 705 و SC 706 روی فرآیندهای زیستی و جدول زندگی شب‌پره مدیترانه‌ای آرد می‌تواند در انتخاب میزبان مناسب به منظور پرورش آزمایشگاهی این حشره مفید و قابل استفاده باشد. همچنین، در این تحقیق متابولیت‌های اولیه (محتوای پروتئین و نشاسته) و خصوصیات فیزیکی (درصد رطوبت و سختی) آرد هیبریدها نیز اندازه‌گیری شد تا ارتباط بین این خصوصیات با ویژگی‌های زیستی شب‌پره آرد مشخص شود.

مواد و روش‌ها

تهیه هیبریدهای مختلف ذرت. دانه‌های هیبریدهای مختلف ذرت شامل KSC 201، KSC 260، KSC 400، KSC 410، SC 705 و SC 706 از مرکز تحقیقات کشاورزی مغان تهیه شد. هیبریدهای مختلف توسط دستگاه آسیاب برقی آرد شدند و از آرد این میزبان‌ها برای پرورش آفت و انجام آزمایش‌های فیزیکی و بیوشیمیایی استفاده شد.

پرورش شب‌پره‌ی مدیترانه‌ای آرد در شرایط آزمایشگاهی. جمعیت اولیه شب‌پره‌ی مدیترانه‌ای آرد از کلنی موجود در گروه گیاه‌پزشکی دانشگاه محقق اردبیلی تهیه شد و در اتاقک رشد در دمای 26 ± 2 درجه سلسیوس، رطوبت نسبی 5 ± 60 درصد و دوره‌ی نوری ۱۴ ساعت روشنایی و ۱۰ ساعت تاریکی پرورش یافت. برای پرورش شب‌پره مدیترانه‌ای آرد از ظروف پلاستیکی نیمه شفاف به ابعاد 6×20 سانتی‌متر استفاده شد. جهت تأمین تهویه، در قسمت درپوش ظروف پلاستیکی دریچه‌ای ایجاد شده و با پارچه توری پوشانده شد. کلنی شب‌پره‌ی مدیترانه‌ای روی آرد میزبان‌های مختلف ذرت برای مدت دو نسل پرورش داده شد و از تخم یک روزه برای انجام آزمایش‌های جدول زندگی استفاده شد.

مطالعه فرآیندهای زیستی و رشد جمعیت شب‌پره‌ی مدیترانه‌ای آرد روی هیبریدهای مختلف ذرت. برای بررسی طول دوره‌ی نشو و نما و بقای مراحل نابالغ شب‌پره‌ی آرد روی هر کدام از میزبان‌ها، تعداد ۶۰ عدد تخم یک روزه انتخاب شد. تخم‌ها به صورت انفرادی همراه با چند گرم آرد هر هیبرید به ظروف پتری‌دیش ۶ سانتی‌متری منتقل شدند. پتری‌دیش‌های حاوی هیبریدهای مختلف به‌صورت روزانه مورد بررسی قرار گرفت و تا زمان ظهور حشرات کامل نگاه‌داری شدند و طول دوره‌ی نشو و نما و بقای مراحل نابالغ شب‌پره آرد روی هر یک از میزبان‌ها ثبت گردید. پس از ظهور حشرات کامل، جنسیت پروانه‌ها با مشاهده انتهای شکم آنها تعیین شد و هر جفت نر و ماده برای تخم‌ریزی به ظروف تخم‌گیری منتقل شدند. تعداد تخم‌های گذاشته شده و طول عمر آنها ثبت شد. این کار تا زمان مرگ همه‌ی حشرات کامل ادامه داشت و از داده‌های یادداشت شده برای تشکیل جدول زندگی استفاده گردید. آزمایش‌ها در اتاقک رشد با شرایط دمایی 26 ± 2 درجه سلسیوس، رطوبت نسبی 5 ± 60 درصد و دوره‌ی نوری ۱۴ ساعت روشنایی و ۱۰ ساعت تاریکی انجام شد (Naseri & Bidar, 2015; Abdi et al., 2014).

اندازه‌گیری ویژگی‌های فیزیکی و بیوشیمیایی هیبریدهای مختلف ذرت. در این تحقیق برخی خصوصیات فیزیکی (درصد رطوبت و شاخص سختی) و متابولیت‌های اولیه (محتوی پروتئین و نشاسته) هیبریدهای مختلف ذرت اندازه‌گیری شد تا ارتباط بین این خصوصیات با ویژگی‌های زیستی آفت تعیین شود. هر کدام از آزمایش‌ها سه تکرار انجام شد.

تعیین غلظت پروتئین موجود در هیبریدهای مختلف ذرت. به منظور سنجش غلظت پروتئین در میزبان‌های مختلف، ۲۰۰ میلی‌گرم از آرد هر هیبرید، همراه با ۱۰ میلی‌لیتر آب مقطر همگن شد. سپس ۱۰۰ میکرولیتر از مواد همگن شده به ۳ میلی‌لیتر از معرف برادفورد اضافه و جذب آن‌ها در طول موج ۵۹۵ نانومتر تعیین شد (Bradford, 1976).

تعیین غلظت نشاسته موجود در هیبریدهای مختلف ذرت. برای اندازه‌گیری محتوای نشاسته موجود در میزبان‌های مختلف، ۲۰۰ میلی‌گرم از بذور آرد شده هر میزبان، همراه با ۳۵ میلی‌لیتر آب مقطر همگن شده و تا رسیدن به نقطه جوش در حمام آبی قرار گرفت. سپس ۱۰۰ میکرولیتر از مواد همگن شده به ۲/۵ میلی‌لیتر از معرف یدین (۰/۰۲ درصد ید و ۰/۲ درصد یدید پتاسیم) اضافه و جذب آن‌ها در طول موج ۵۸۰ نانومتر تعیین شد (Bernfeld, 1955).

تعیین درصد رطوبت هیبریدهای مختلف ذرت. برای تعیین درصد رطوبت میزبان‌ها، ابتدا ۲ گرم از هر هیبرید، آسیاب شده و در ظروف پتری شیشه‌ای قرار داده شد. سپس نمونه‌ها در آون تنظیم شده در دمای ۱۰۰ درجه سلسیوس به مدت ۳ ساعت خشک شد. پس از آن با رابطه‌ی اختلاف وزن قبل از خشک کردن و پس از خشک کردن نمونه، تقسیم بر وزن اولیه‌ی نمونه ضرب در ۱۰۰، درصد رطوبت محاسبه گردید (ACCC, 1996) (Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists).

تعیین درصد سختی هیبریدهای مختلف ذرت. برای اندازه‌گیری درصد سختی دانه‌ها، ابتدا هیبریدهای مختلف به مدت سه دقیقه با آسیاب برقی پودر شده و آرد حاصله از الک شماره ۷ عبور داده شد. در این آزمایش، میزان آرد باقی مانده در الک به مقدار اولیه (به‌صورت درصد) به‌عنوان سختی نمونه در نظر گرفته شد. هر چه عدد به‌دست آمده بیشتر باشد نشان دهنده‌ی سخت‌تر بودن و هر چه کوچکتر باشد نشانگر نرم‌تر بودن می‌باشد (ACCC, 1996).

تجزیه داده‌ها. داده‌های جدول زندگی شب‌پره‌ی مدیریت‌های آرد براساس جدول زندگی سنی-مرحله‌ی رشدی دوجنسی سازماندهی و با استفاده از نرم افزار کامپیوتری TWOSEX-MSChart تجزیه تحلیل شد (Chi, 2020). اختلاف آماری بین ویژگی‌های زیستی و فرآیندهای جمعیت با استفاده از آزمون جفتی بوت‌استرپ (paired bootstrap test) توسط همین نرم‌افزار مقایسه شد ($P < 0.05$). هم‌چنین نرمال بودن داده‌های غلظت پروتئین، نشاسته، درصد رطوبت و سختی میزبان‌ها با آزمون کولموگروف-اسمیرنوف بررسی شد. جهت مقایسه اختلاف آماری خصوصیات فیزیکی و بیوشیمیایی میزبان‌های مختلف از تجزیه واریانس یک طرفه (one-way ANOVA) استفاده شد و اختلاف میانگین تیمارها با استفاده از آزمون Tukey در سطح احتمال ۵٪ مورد بررسی قرار گرفت. برای تعیین همبستگی و ارتباط بین ویژگی‌های فیزیکی و بیوشیمیایی میزبان‌های مختلف با فرآیندهای مهم جدول زندگی از آزمون همبستگی Pearson استفاده شد.

نتایج

طول دوره‌ی نشو و نما و بقای دوره نابالغ شب‌پره‌ی مدیریت‌های آرد. نتایج تأثیر هیبریدهای مختلف ذرت بر طول دوره‌ی نشو و نما و بقای مراحل نابالغ *E. kuehniella* در جدول ۱ آورده شده است. مقایسه‌ی میانگین‌های مربوط به دوره نشو و نما و جنینی یا طول دوره تخم شب‌پره‌ی آرد روی هیبریدهای مختلف ذرت اختلاف معنی‌داری را نشان نداد ($P > 0.05$). کوتاه‌ترین دوره‌ی لاروی روی هیبرید KSC 410 (۳۸/۹۶ روز) و طولانی‌ترین آن روی هیبرید SC 706 (۴۰/۵۴ روز) به‌دست آمد ($P < 0.05$). در طول دوره‌ی شفیرگی بین هیبریدهای مختلف ذرت اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد ($P > 0.05$). هم‌چنین، بین هیبریدهای مختلف مورد مطالعه از نظر طول مدت نشو و نما و مراحل نابالغ (از تخم تا ظهور حشره کامل) تفاوت معنی‌داری وجود داشت ($P < 0.05$). بدین ترتیب بیشترین طول این دوره روی هیبرید SC 706 (۵۴/۵۴ روز) و کوتاه‌ترین دوره پیش از بلوغ روی هیبرید KSC 410 (۵۲/۵۲ روز) مشاهده شد (جدول ۱). منحنی‌های بقای ویژه سنی (l_x) شب‌پره‌ی مدیریت‌های آرد پرورش یافته روی میزبان‌های مختلف در شکل ۱ ارائه شده است. منحنی‌های بقا روی همه هیبرید-های مختلف ذرت تقریباً مشابه هم بود. هم‌چنین، ماده‌های پرورش یافته روی هیبریدهای SC 705 و SC 706 زنده‌مانی بیشتری داشتند و منحنی بقا روی این هیبریدها طولانی‌تر بود (شکل ۱).

طول دوره‌ی تولیدمثلی و طول عمر شب‌پره‌ی مدیریت‌های آرد روی هیبریدهای مختلف ذرت. طول دوره تخم‌ریزی، زادآوری و طول عمر حشرات کامل *E. kuehniella* روی هیبریدهای مختلف ذرت در جدول ۲ نشان داده شده است. هیبریدهای مختلف ذرت، اثر معنی‌داری روی مجموع دوره قبل از تخم‌ریزی افراد بالغ ماده (TPOP) داشت ($P < 0.05$)، به‌طوری که کوتاه‌ترین این دوره روی هیبرید KSC 410 (۵۳/۲۰۷ روز) و طولانی‌ترین آن روی هیبرید SC 706 (۵۵/۶۸۵ روز) مشاهده شد. طولانی‌ترین دوره تخم‌ریزی افراد ماده هم روی هیبریدهای KSC 410 (۷/۲۷۷ روز) و SC 705 (۷/۴۰۲ روز) ثبت شد. میزان زادآوری روی هیبریدهای KSC 201 و SC 706 به طور معنی‌داری کمتر از بقیه‌ی میزبان‌ها بوده و بیش‌ترین میزان زادآوری، مربوط به هیبرید KSC 410 به‌دست آمد. هم‌چنین، بیشترین طول عمر حشرات کامل ماده *E. kuehniella* روی هیبرید SC 705 (۱۰/۲۰۳ روز) مشاهده شد. طول عمر حشرات کامل نر شب‌پره‌ی مدیریت‌های آرد روی هیبریدهای ذرت تفاوت معنی‌داری نداشت ($P > 0.05$) (جدول ۲). هم‌چنین، منحنی‌های زادآوری ویژه‌ی سنی (m_x) شب‌پره مدیریت‌های آرد روی هیبریدهای مختلف ذرت در شکل ۱ ارائه شده است. بیشترین پهنای منحنی زادآوری روی هیبرید KSC 410 بود.

جدول ۱- طول دوره مراحل مختلف قبل از بلوغ *Ephestia kuehniella* (میانگین \pm خطای استاندارد) پرورش یافته روی هیبریدهای مختلف ذرت.

Table 1. The duration of immature stages (day) (mean \pm SE) of *Ephestia kuehniella* reared on various maize hybrids.

Maize hybrids	Egg incubation	Larval period	Pupal period	Development time
KSC 201	3.655 \pm 0.062 a	39.624 \pm 0.161 bc	9.956 \pm 0.108 a	53.281 \pm 0.239 bc
KSC 260	3.625 \pm 0.064 a	39.556 \pm 0.728 bcd	10.297 \pm 0.108 a	53.465 \pm 0.330 bc
KSC 400	3.528 \pm 0.068 a	39.298 \pm 0.204 cd	9.935 \pm 0.117 a	52.697 \pm 0.269 cd
KSC 410	3.517 \pm 0.067 a	38.964 \pm 0.134 d	10.019 \pm 0.107 a	52.520 \pm 0.214 d
SC 705	3.535 \pm 0.066 a	40.151 \pm 0.219 ab	10.100 \pm 0.138 a	53.837 \pm 0.266 ab
SC 706	3.614 \pm 0.065 a	40.540 \pm 0.233 a	10.309 \pm 0.159 a	54.544 \pm 0.307 a

حروف متفاوت در هر ستون نشانگر وجود تفاوت معنی‌دار بین تیمارها می‌باشد ($P < 0.05$, Paired bootstrap test).

Means followed by different letters in each column are significantly different (Paired bootstrap test, $P < 0.05$).

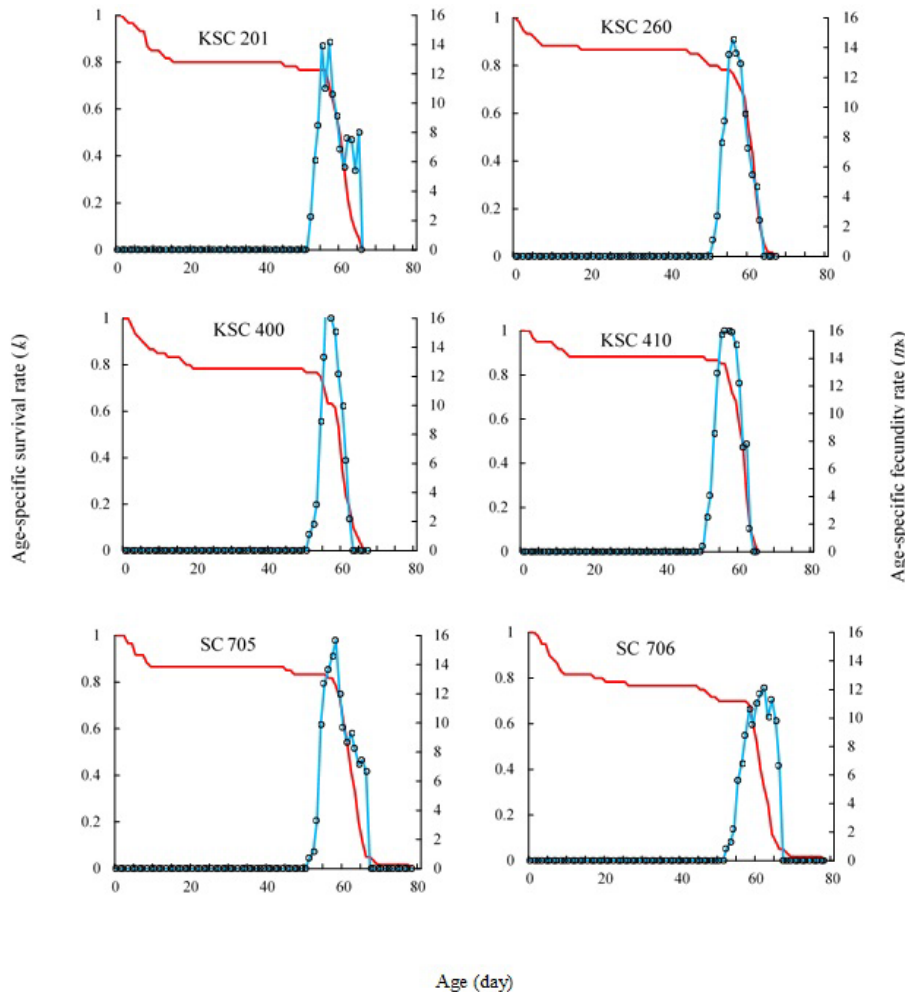
جدول ۲- طول دوره تخم‌ریزی، باروری و طول عمر *Ephestia kuehniella* (میانگین \pm خطای استاندارد) پرورش یافته روی هیبریدهای مختلف ذرت.

Table 2. The reproduction period, fecundity and adult longevity (mean \pm SE) of *Ephestia kuehniella* reared on various maize hybrids.

Maize hybrids	TPOP (day)	Oviposition period (day)	Fecundity (offspring)	Female adult longevity (day)	Male adult longevity (day)
KSC 201	54.218 \pm 0.380 b	5.866 \pm 0.287 c	163.162 \pm 11.267 c	8.428 \pm 0.429 b	7.395 \pm 0.309 a
KSC 260	53.745 \pm 0.303 bc	6.873 \pm 0.267 ab	177.424 \pm 9.521 bc	9.123 \pm 0.366 ab	6.831 \pm 0.370 a
KSC 400	54.229 \pm 0.262 b	6.316 \pm 0.200 bc	180.364 \pm 8.179 bc	8.495 \pm 0.406 b	6.788 \pm 0.385 a
KSC 410	53.207 \pm 0.242 c	7.277 \pm 0.313 a	210.576 \pm 13.064 a	9.344 \pm 0.355 ab	7.739 \pm 0.394 a
SC 705	54.677 \pm 0.359 ab	7.402 \pm 0.400 a	209.407 \pm 13.763 ab	10.203 \pm 0.628 a	7.716 \pm 0.361 a
SC 706	55.685 \pm 0.446 a	6.468 \pm 0.405 abc	157.828 \pm 14.454 c	9.152 \pm 0.788 ab	7.221 \pm 0.369 a

حروف متفاوت در هر ستون نشانگر وجود تفاوت معنی‌دار بین تیمارها می‌باشد ($P < 0.05$, Paired bootstrap test).

Means followed by different letters in each column are significantly different (Paired bootstrap test, $P < 0.05$).



شکل ۱- بقای ویژه سنی (l_x) و باروری ویژه سنی (m_x) *Ephestia kuehniella* روی هیبریدهای مختلف ذرت.

Fig. 1. Age-specific survival rate (l_x) and age-specific fecundity (m_x) of *Ephestia kuehniella* on various maize hybrids.

فرآیندهای جدول زندگی شب‌پره مدیترانه‌ای آرد روی هیبریدهای مختلف ذرت. نتایج فرآیندهای رشد جمعیت پایدار *E. kuehniella* روی هیبریدهای مختلف ذرت در جدول ۳ ارائه شده است. بین هیبریدهای مختلف ذرت مورد آزمایش، از نظر فرآیندهای جدول زندگی آفت اختلاف معنی‌داری وجود داشت ($P < 0.05$). نتایج نشان داد که بیشترین مقدار نرخ خالص تولیدمثل (R_0) روی هیبرید KSC 410 (۱۰۱/۸۳۳ نتاج ماده) و کمترین بر روی هیبرید SC 706 (۴۹/۹۸۷ نتاج ماده) بود. همچنین، بیشترین مقدار نرخ ذاتی افزایش جمعیت (r_m) مربوط به حشرات پرورش یافته روی هیبرید KSC 410 (۰/۰۸۱ بر روز) و کمترین آن مربوط به حشرات پرورش یافته روی هیبرید SC 706 (۰/۰۶۵ بر روز) بود. نرخ متناهی افزایش جمعیت (λ) نیز روی هیبرید KSC 410 بیشترین و روی هیبرید SC 706 کمترین مقدار را داشت. از نظر متوسط زمان یک نسل (T) آفت در بین میزبان‌های مختلف مورد مطالعه اختلاف معنی‌داری مشاهده شد و بیشترین مقدار این پارامتر روی هیبرید SC 706 (۵۹/۳۸۹ روز) و کمترین مقدار آن روی هیبرید KSC 410 (۵۷/۱۴۷ روز) به‌دست آمد (جدول ۳).

ویژگی‌های فیزیکی و بیوشیمیایی هیبریدهای مختلف ذرت. نتایج نشان داد که در میان هیبریدهای مختلف ذرت از نظر درصد رطوبت، سختی دانه و غلظت پروتئین، تفاوت معنی‌داری وجود نداشت ($P > 0.05$). همچنین، از نظر غلظت نشاسته، اختلاف معنی‌داری بین هیبرید KSC 410 با سایر هیبریدها مشاهده شد ($F = 7.23$; $df = 5, 12$; $P = 0.0024$) (جدول ۴).

ارتباط بین خصوصیات فیزیکی و بیوشیمیایی هیبریدهای مختلف ذرت با برخی فراسنجه‌های جدول زندگی شب‌پرهی مدیترانه‌ای آرد. نتایج همبستگی بین فراسنجه‌های جدول زندگی شب‌پرهی مدیترانه‌ای آرد با خصوصیات فیزیکی و بیوشیمیایی هیبریدهای مختلف ذرت در جدول ۵ ارایه شده است. نتایج نشان داد که همبستگی معنی‌داری بین فراسنجه‌های جدول زندگی آفت با درصد رطوبت، شاخص سختی و محتوای پروتئین هیبریدهای مختلف ذرت وجود نداشت. اما، زادآوری شب‌پرهی مدیترانه‌ای آرد با محتوای نشاسته هیبریدها، همبستگی مثبت معنی‌داری داشت. همبستگی مثبت معنی‌داری نیز بین نرخ خالص تولیدمثل و نرخ ذاتی افزایش جمعیت آفت با محتوای نشاسته وجود داشت (جدول ۵).

جدول ۳- فراسنجه‌های جدول زندگی *Ephestia kuehniella* (میانگین \pm خطای استاندارد) پرورش یافته روی هیبریدهای مختلف ذرت.

Table 3. The life table parameters of *Ephestia kuehniella* reared on various maize hybrids.

Maize hybrids	R_0 (offspring per adult)	r_m (day ⁻¹)	λ (day ⁻¹)	T (day)
KSC 201	62.538 \pm 11.049 bc	0.072 \pm 0.003 bc	1.074 \pm 0.0033 bc	57.418 \pm 0.437 bc
KSC 260	71.021 \pm 11.808 abc	0.074 \pm 0.029 abc	1.077 \pm 0.0032 abc	57.167 \pm 0.342 bc
KSC 400	66.018 \pm 11.722 abc	0.073 \pm 0.003 abc	1.076 \pm 0.0034 abc	57.338 \pm 0.305 bc
KSC 410	101.833 \pm 15.169 a	0.081 \pm 0.003 a	1.084 \pm 0.0029 a	57.147 \pm 0.272 c
SC 705	87.277 \pm 14.541 ab	0.076 \pm 0.002 ab	1.079 \pm 0.0032 ab	58.222 \pm 0.428 ab
SC 706	49.987 \pm 10.403 c	0.065 \pm 0.003 c	1.068 \pm 0.0038 c	59.389 \pm 0.522 a

حروف متفاوت در هر ستون نشانگر وجود تفاوت معنی‌دار بین تیمارها می‌باشد ($P < 0.05$, Paired bootstrap test).

Means followed by different letters in each column are significantly different (Paired bootstrap test, $P < 0.05$).

R_0 , net reproductive rate; r , intrinsic rate of increase; λ , finite rate of increase; T , mean generation time.

جدول ۴- خصوصیات فیزیکی و غلظت ترکیبات اولیه (mg/mL) (میانگین \pm خطای استاندارد) در هیبریدهای مختلف ذرت.

Table 4. Physical and biochemical characteristics (mean \pm SE) of various maize hybrids.

Maize hybrids	Humidity (%)	Hardiness index (%)	Protein content(mg/mL)	Starch content(mg/mL)
KSC 201	10.833 \pm 1.167a	51.294 \pm 7.428 a	0.238 \pm 0.001 a	4.536 \pm 0.027 b
KSC 260	9.500 \pm 0.577 a	50.675 \pm 1.167 a	0.240 \pm 0.001 a	4.649 \pm 0.204 b
KSC 400	11.167 \pm 0.441 a	50.312 \pm 0.799 a	0.234 \pm 0.001 a	4.387 \pm 0.056 b
KSC 410	9.667 \pm 0.440 a	51.435 \pm 0.109 a	0.240 \pm 0.001 a	5.755 \pm 0.050 a
SC 705	10.50 \pm 1.803 a	52.200 \pm 2.996 a	0.238 \pm 0.002 a	4.796 \pm 0.224 b
SC 706	9.833 \pm 2.455 a	52.022 \pm 2.189 a	0.241 \pm 0.002 a	4.812 \pm 0.309 b

حروف متفاوت در هر ستون نشانگر وجود تفاوت معنی‌دار بین تیمارها می‌باشد ($P < 0.05$, Tukey test,).

Means followed by different letters in each column are significantly different (Tukey test, $P < 0.05$).

جدول ۵- ضریب همبستگی بین برخی فراسنجه‌های زیستی و جدول زندگی شب‌پرهی مدیترانه‌ای آرد با خصوصیات فیزیکی و شیمیایی هیبریدهای مختلف ذرت.

Table 5. Correlation coefficients (r) of life table parameters of *Ephestia kuehniella* with physical and biochemical traits of various maize hybrids.

Parameter	Humidity (%)	Hardiness index (%)	Protein content (mg/mL)	Starch (mg/mL)
Development time	-0.075 (0.768)	0.088 (0.728)	0.353 (0.151)	-0.247 (0.323)
Fecundity	-0.035 (0.890)	0.026 (0.919)	-0.042 (0.867)	0.527 (0.025)
R_0	-0.070 (0.781)	0.017 (0.948)	0.049 (0.847)	0.638 (0.004)
r	-0.033 (0.898)	-0.019 (0.940)	-0.066 (0.794)	0.517 (0.028)

همبستگی براساس آزمون Pearson انجام شده است ($P < 0.05$).

Correlations were evaluated based on Pearson's correlation test ($P < 0.05$).

بحث

نتایج به دست آمده از بررسی حاضر نشان می‌دهد که شب‌پرهی مدیترانه‌ای آرد قادر به تکمیل چرخه زندگی، بقا و تولیدمثل روی همه هیبریدهای مختلف ذرت مورد مطالعه بود، ولی سرعت نشو و نمای آفت روی ذرت‌های مختلف، تفاوت معنی‌داری داشت. در این تحقیق طول دوره‌ی پیش از بلوغ شب‌پرهی مدیترانه‌ای آرد روی هیبریدهای مختلف ذرت بین ۵۴/۵۴ - ۵۲/۵۲ روز به دست آمد. براساس مطالعات متعدد انجام شده، طول دوره‌ی مراحل زیستی شب‌پرهی مدیترانه‌ای آرد روی میزبان‌ها و ارقام مختلف گیاهی متفاوت بوده است. در تحقیقی، Naseri & Bidar (2015) فراسنجه‌های زیستی شب‌پرهی آرد را روی هفت رقم جو (دشت، خرم، صحرا، فجر ۳۰، ریحان ۰۳، ۵ شور و EH-83-7) و دو رقم گندم (بم و سپاهان) بررسی کردند که طول دوره پیش از بلوغ این آفت را روی این ارقام بین ۵۸/۱۹ تا ۷۲/۱۲ روز به دست آوردند. (Tarlack et al. (2015)، در تعیین تأثیر ارقام مختلف گندم بر زیست‌شناسی شب‌پرهی آرد، طولانی‌ترین و کوتاه‌ترین طول دوره مراحل نابالغ آفت را به ترتیب روی ارقام پیشتانز (۶۲/۵۴ روز) و پارس (۵۰/۹۸ روز) گزارش کردند. در مطالعه دیگری، Mohammadi & Mehrkhou (2020) طول دوره نابالغ *E. kuehniella* را روی سه رقم گندم شامل همما، میهن و زارع و میزبان‌های ذرت (هیبرید ۷۰۴) و جو (ماکوئی) به-

ترتیب ۵۳/۱۳، ۵۳/۵۲، ۵۹، ۴۶/۹۱ و ۵۲/۶۲ روز بیان کردند.

Xu *et al.* (2008) در مطالعه‌ی زیست‌شناسی شب‌پره‌ی مدیترانه‌ای آرد نشان دادند که طول عمر افراد بالغ ماده از تخم تا حشره‌ی کامل، کوتاه‌تر از افراد بالغ نر است، که با یافته‌ی ما در این زمینه متفاوت است و این تفاوت می‌تواند ناشی از تفاوت ژنتیکی جمعیت‌های شب‌پره‌ی آرد یا ناشی از تفاوت در شرایط و نوع آزمایش، نوع میزبان و رقم برای تغذیه این آفت باشد.

پژوهشگران متعددی گزارش کرده‌اند که زادآوری شب‌پره‌ها می‌تواند تحت تأثیر نوع ماده غذایی مورد تغذیه آن‌ها قرار گیرد (Madboni & Pourabad, 2012; Kumral *et al.*, 2007). در این خصوص، در این تحقیق، زادآوری *E. kuehniella* اختلاف معنی‌داری در رابطه با نوع غذای خورده شده توسط لاروها نشان داد. با توجه به اینکه پروتئین برای تولید تخم در شب‌پره‌های بالغ ضروری است (Sorge *et al.*, 2000)، بیشترین زادآوری شب‌پره‌ی مدیترانه‌ای آرد روی هیبرید KSC 410 (۲۱۰/۵۸ تخم) مشاهده شد که تقریباً نزدیک به مقدار گزارش شده توسط (Tarlack *et al.*, 2015) روی گندم زرین (۲۲۰ تخم) و Naseri & Bidar (2015) روی رقم گندم سپاهان (۲۲۴/۸ تخم) بود که نشان دهنده مناسب بودن ذرت برای پرورش آزمایشگاهی *E. kuehniella* می‌باشد و از نظر ویژگی‌های رشد جمعیتی با گندم می‌تواند قابل رقابت و هم‌سو باشد. در تحقیق حاضر، مقدار عددی نرخ ذاتی افزایش جمعیت شب‌پره‌ی مدیترانه‌ای آرد روی میزبان‌های مختلف غلات بین ۰/۰۳۳ تا ۰/۰۶۷ بر روز به‌دست آمد و مطابق با یافته (Naseri & Bidar, 2015) می‌باشد که نرخ ذاتی افزایش جمعیت این آفت را روی ارقام مختلف گندم و جو بین ۰/۰۳۷ تا ۰/۰۷۰ بر روز گزارش کردند.

برهمکنش‌های پیچیده‌ای بین خصوصیات فیزیکی، عناصر مغذی و سایر ترکیبات گیاهی با چرخه زندگی و تولیدمثل حشرات آفت وجود دارد (Naseri & Majd-Marani, 2022; Rahimi Namin *et al.*, 2018; Chen *et al.*, 2009; Coskun *et al.*, 2005). خصوصیات فیزیکی گیاهان و متابولیت‌های اولیه شامل پروتئین و نشاسته نقش مهمی در تغذیه و نشو و نما حشرات گیاهخوار دارند (Naseri & Majid-Mirani, 2020; Nemati-kalkhoran *et al.*, 2018; Golizadeh & Abedi, 2017). تفاوت در غلظت ترکیبات شیمیایی اولیه شامل محتوی پروتئین و نشاسته و متابولیت‌های ثانویه شامل فنول‌ها، آنتوسیانین‌ها و فلاونوئیدها در بین گیاهان میزبان مختلف می‌تواند دوره‌ی زندگی حشره را تحت تأثیر قرار دهد (Martin & Pulin, 2004).

نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که به‌دلیل مقدار بالای نرخ ذاتی افزایش جمعیت حشره روی هیبرید KSC 410 در مقایسه با دیگر هیبریدهای مورد آزمایش، احتمالاً این هیبرید ذرت برای تغذیه شب‌پره‌ی مدیترانه‌ای آرد مناسب می‌باشد. می‌توان چنین نتیجه گرفت که لاروها هنگام تغذیه روی این میزبان شرایط تغذیه بهینه‌ای داشته‌اند. بنابراین شب‌پره‌ی آرد با تغذیه از هیبرید KSC 410 بیشترین احتمال را برای افزایش جمعیت دارد. همسو با نتایج این تحقیق، در مطالعات قبلی هم، میزبان ذرت را به عنوان مناسب‌ترین رژیم غذایی برای پرورش *E. kuehniella* گزارش نمودند (Mohammadi & Mehrkhou, 2020; Magrini *et al.*, 1993; Rodriguez-Menendez *et al.*, 1988).

نتایج به‌دست آمده از تحقیق حاضر نشان داد که نرخ ذاتی افزایش جمعیت آفت تحت تأثیر کیفیت غذای خورده شده و خصوصیات فیزیکی هیبریدهای مختلف ذرت قرار گرفت و فراسنجه‌های زادآوری، نرخ خالص تولید مثل و نرخ ذاتی افزایش جمعیت شب‌پره‌ی آرد با مقدار نشاسته همبستگی مثبت معنی‌داری نشان داد. بدین معنی که با افزایش میزان نشاسته، زادآوری و رشد جمعیت آفت بیشتر می‌شود. مطالعات قبلی نیز نشان داده است که ویژگی‌های رشدی آفات به‌طور قابل توجهی مرتبط با محتوای ترکیبات اولیه گیاهی شامل پروتئین و نشاسته می‌باشد (Hemmati *et al.*, 2022; Jalaeian *et al.*, 2021; Abedi *et al.*, 2019).

این مطالعه نشان داد که هیبرید KSC 410 نسبت به سایر هیبریدها برای نشو و نما و تولیدمثل شب‌پره‌ی مدیترانه‌ای آرد مناسب‌تر می‌باشد. لذا می‌توان این دو هیبرید را به عنوان هیبریدهای مناسب برای تغذیه و پرورش *E. kuehniella* معرفی کرد. امروزه در کشور ما برای پرورش انبوه شب‌پره‌ی آرد از آرد گندم به همراه سیوس استفاده می‌شود. بنابراین، ضرورت تحقیق حاضر جایگزینی میزبان مناسبی از غلات به منظور پرورش این حشره در سطح وسیع می‌باشد که از نظر ویژگی‌های زیستی با گندم قابل رقابت باشد.

سپاسگزارى

این تحقیق در گروه گیاهپزشکی دانشگاه محقق اردبیلی به انجام رسیده که بدین‌وسیله قدردانی می‌شود.

REFERENCES

- AACC (1996) *Approved methods of the American association of cereal chemists*. 10th ed. The American Association of Cereal Chemists, Saint Paul, Minnesota.
- Abdi, A., Naseri, B. & Fathi, S. A. A. (2014) Nutritional indices, and proteolytic and digestive amyolytic activities of *Ephestia kuehniella* (Lep: Pyralidae): response to flour of nine wheat cultivars. *Journal of Entomological Society of Iran* 33, 29-41.
- Abedi, Z., Golizadeh, A., Soufbaf, M., Hassanpour, M., Jafari-Nodoushan, A. & Akhavan, H. R. (2019) Relationship between performance of carob moth, *Ectomyelois ceratoniae* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae) and phytochemical metabolites in various pomegranate cultivars. *Frontiers in Physiology* 10, 1425. <https://doi.org/10.3389/fphys.2019.01425>
- Agricultural statistics (2018-19) *Agricultural Products*. Ministry of Jihad Agriculture, 97 pp.
- Bernfeld, P. (1955) *Amylase, α and β* . *Methods in Enzymology* 1, 149-154. [http://dx.doi.org/10.1016/0076-6879\(55\)01021-5](http://dx.doi.org/10.1016/0076-6879(55)01021-5)
- Bradford, M. A. (1976) Rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-day binding. *Analytical Biochemistry* 72, 248-254. <http://dx.doi.org/10.1006/abio.1976.9999>

- Brower, J. H. & Press, J. W. (1990)** Interaction of *Bracon hebetor* (Hymenoptera: Braconidae) and *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) in suppressing stored product moth population in small inshell peanut storages. *Journal of Economic Entomology* 83, 1096-1101.
- Chen, Y., Ni, X. & Buntin, G. D. (2009)** Physiological, nutritional, and biochemical bases of corn resistance to foliage-feeding fall armyworm. *Journal of Chemical Ecology* 35, 297-306. <http://dx.doi.org/10.1007/s10886-009-9600-1>
- Chi, H. (2020)** TWSEX-MSChart: A Computer Program for the Age-Stage, Two- Sex Life Table Analysis. <https://140.120.197.173/ecology/prod02.htm>.
- Coskun, M., Ozalp, P., Sulanc, M. & Emre, I. (2005)** Effects of various diets on the oviposition and sex ratio of *Pimpla turionellae* L. *International Journal of Agriculture and Biology* 7, 129-132.
- Cox, P. D. & Bell, C. H. (1991)** Biology and ecology of moth pests of stored foods. *Ecology and Management of Food-Industry Pests. FDA Technical Bulletin* 4, 181-193. <http://dx.doi.org/10.22117/JESI.2018.120298.1184>
- Crutti, F., Bigler, F., Eden, G. & Bosshrt, S. (1992)** Optimal larval density and quality control aspects in mass rearing of Mediterranean flour moth, *Ephestia kuehniella* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae). *Journal of Applied Entomology* 114, 353-361. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0418.1992.tb01139.x>.
- Eliopoulos, P. A. & Stathas, G. J. (2005)** Effects of temperature, host instar, and adult feeding on progeny production by the endoparasitoid *Venturia canescens* (Gravenhorst) (Hymenoptera: Ichneumonidae). *Environmental Entomology* 34, 14-21. <https://doi.org/10.1603/0046-225X-34.1.14>.
- Golizadeh, A., & Abedi, Z. (2017)** Feeding performance and life table parameters of Khapra beetle, *Trogoderma granarium* Everts (Coleoptera: Dermestidae) on various barley cultivars. *Bulletin of Entomological Research* 14, 1-10. <https://doi.org/10.1017/S0007485317000207>.
- Hemmati, S. A., Shishehbor, P. & Stelinski, L. L. (2022)** Life table parameters and digestive enzyme activity of *Spodoptera littoralis* (Boisd) (Lepidoptera: Noctuidae) on selected legume cultivars. *Insects* 13, 661. <https://doi.org/10.3390/insects13070661>.
- Hill, D. S. (2002)** *Pests of Stored Foodstuffs and Their Control*. Kluwer Academic Publisher, Dordrecht.476p.
- Jacob, T. A., & 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(3), 107-118. [https://doi.org/10.1016/0022-474X\(77\)90009-1](https://doi.org/10.1016/0022-474X(77)90009-1).
- Jalaeian, M., Mohammadzadeh, M., Mohammadzadeh, M. & Borzoui, E. (2021)** Rice cultivars affect fitness-related characteristics and digestive physiology of the rice weevil, *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera: Curculionidae). *Journal of Stored Products Research* 93, 101821. <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2021.101821>.
- Khodabandeh, N. (2003)** *Cereals*. Tehran University Press, 282 pp. [in Persian].
- Kumral, N. A., Kovanci, B. & 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.
- Madboni, M. A. Z. & 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. <https://doi.org/10.22124/IPRJ.2018.3112>.
- Magrini, E. A., Botelho, P. S. M., Parra, J. R. P. & Haddad, M. L. (1993)** Comparison of artificial diets for mass rearing *Anagasta kuehniella* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae). *Anais da Sociedade Entomologica do Brasil* 22, 361-371. <https://doi.org/10.1590/S0103-90161995000100011>.
- Martin, L. A. & Pulin, A. S. (2004)** Host-plant specialization and habitat restriction in an endangered insect, *Lycaena dispar* (Lepidoptera: Lycaenidae) larval feeding and oviposition preferences. *European Journal of Entomology* 101, 51-56. <https://doi.org/10.14411/eje.2004.012>.
- Mohammadi, S. & Mehrkhou, F. (2020)** Effects of various cereal flour on life table parameters of *Ephestia kuehniella* (Lepidoptera: Pyralidae). *Journal of Crop Protection* 9, 29-39.
- 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.
- Naseri, B. & Majd-Marani, S. (2020)** Assessment of eight rice cultivars flour for feeding resistance to *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae). *Journal of Stored Products Research* 88, 101650. <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2020.101650>.
- Naseri, B. & Majd-Marani, S. (2022)** Different cereal grains affect demographic traits and digestive enzyme activity of *Rhyzopertha dominica* (F.) (Coleoptera: Bostrichidae). *Journal of Stored Products Research* 95, 101898. <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2021.101898>.
- Nemati-Kalkhoran, M., Razmjou, J., Borzoui, E. & Naseri, B. (2018)** Comparison of life table parameters and digestive physiology of *Rhyzopertha dominica* (Coleoptera: Bostrichidae) fed on various barley cultivars. *Journal of Insect Science* 18, 1-9. <https://doi.org/10.1093/jisesa/iey022>.
- Philips, T. W. & Strand, M. R. (1994)** Larval secretions and food odors in female *Plodia interpunctella*. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 71,185-192. <https://doi.org/10.1111/j.1570-7458.1994.tb01785.x>.
- Rahimi Namin, F., Naseri, B., Nouri Ghanbalani, Gh. & Razmjou, J. (2018)** Demographic studies of *Tribolium castaneum* (Coleoptera: Tenebrionidae) on various barley cultivars. *Journal of Stored Products Research* 79, 60-65. <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2018.09.002>.
- Rees, D. (2003)** *Insects of Stored Products*. CSIRO Publishing, London, 181p.
- Rodriguez-Menendez, H., Cabello-Garcia, T. & Vargas, P. (1988)** Influence of diet and light on the longevity, fecundity and fertility of *Ephestia kuehniella* Zeller (Lepidoptera: Phycitidae). *Boletin de Sanidad Vegetal Plagas* 14, 561-566.

- Sorge, D., Nauen, R., Range, S. & Hoffmann, K. H. (2000)** Regulation of vitellogenesis in the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). *Journal of Insect Physiology* 46, 969-976. [https://doi.org/10.1016/s0022-1910\(99\)00207-3](https://doi.org/10.1016/s0022-1910(99)00207-3).
- Tarlack, P., Mehrkhou, F., & Mousavi, M. (2015)** Life history and fecundity rate of *Ephestia kuehniella* (Lepidoptera: Pyralidae) on different wheat flour varieties. *Archives of Phytopathology and Plant Protection* 48(1), 95-103. <https://doi.org/10.1080/03235408.2014.882135>.
- Xu, J., Wang, Q., & He, X. Z. (2008)** Emergence and reproductive rhythms of *Ephestia kuehniella* (Lepidoptera Pyralidae). *New Zealand Plant Protection* 61, 277-282. <https://doi.org/10.30843/nzpp.2008.61.6806>.

Population growth traits of the flour moth, *Ephestia kuehniella* (Lepidoptera: Pyralidae) and their relationship with some physical and biochemical properties of various maize hybrids

Jabraeil Razmjou , Forough Afshari  & Zahra Abedi 

Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran

✉ razmjou@uma.ac.ir

 <https://orcid.org/0000-0003-0948-8279>

✉ f.afshari@uma.ac.ir

 <https://orcid.org/0000-0001-9103-4633>

✉ zahra.abedi@uma.ac.ir

 <https://orcid.org/0000-0003-0773-4966>

Article History

Received: 14 July 2022 | Accepted: 3 September 2022 | Subject Editor: Masood Amir-Maafi

Abstract

The Mediterranean flour moth, *Ephestia kuehniella* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae) is one of the pests of stored products in many areas of the world. The eggs and larvae of *E. kuehniella* are widely used to rearing parasitoids and predators for biological control programs. In current research, the effects of various maize hybrids flour including KSC 201, KSC 260, KSC 400, KSC 410, SC 705 and SC 706 on the life history variables of *E. kuehniella* was studied. Also, physical (humidity and hardness index) and biochemical (protein and starch contents) characteristics of the tested hybrids were assessed in order to understand any possible correlation between important demographic parameters with biochemical and physical features of maize hybrids. Results showed that different hybrids have significant effects on the life history and demographical parameters of *E. kuehniella*. The longest development time was observed on SC 706 hybrid (54.54 d) and the shortest was on KSC 410 hybrid (52.52 d). The highest fecundity was on KSC 410 hybrid (210.58 egg), while the lowest one was detected on KSC 201 (163.16 egg) and SC 706 (157.83 egg) hybrids. Also, the lowest intrinsic rate of increase was observed on SC 706 hybrid (0.065 day⁻¹) and the highest was on KSC 410 hybrid (0.081 day⁻¹). In this study, significant variations in physical traits and biochemical metabolites were observed between the various hybrids. Moreover, significant positive correlation between fecundity, net reproductive rate and intrinsic rate of increase variables plus starch contents of various hosts were found. The results indicated that KSC 410 hybrid was suitable host for mass rearing of *E. kuehniella*.

Key words: Demography, Biocontrol, Life table, Maize, Rearing

Corresponding Author: Jabraeil Razmjou (Email: razmjou@uma.ac.ir)

Citation: Razmjou, J., Afshari, F. & Abedi, Z. (2022) Population growth traits of the flour moth, *Ephestia kuehniella* (Lepidoptera: Pyralidae) and their relationship with some physical and biochemical properties of various maize hybrids. *J. Entomol. Soc. Iran*, 42 (2), 101-109. <https://doi.org/10.52547/jesi.42.1.9>