نامه انجمن حشره‌شناسی ایران
۱۳۹٤ – ۳۵(۳): ۶۳-۷۵

پارامترهای جدول زندگی دوجنسی شب‌پرهٔ مدیترانه‌ای آرد (*Ephestia kuehniella* (Lep.: Pyralidae روی ارقام مختلف جو و گندم

بهرام ناصری* و فروغ بیدار
گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده‌ی کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل.
*مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: bnaseri@uma.ac.ir

Two-sex life table parameters of Mediterranean flour moth, *Ephestia kuehniella* (Zeller) (Lep.: Pyralidae) on different barley and wheat cultivars

B. Naseri* and F. Bidar
Department of Plant Protection, Faculty of Agricultue and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.
*Corresponding author, E-mail: bnaseri@uma.ac.ir

چکیده

در این تحقیق، پارامترهای جدول زندگی دوجنسی *Ephestia kuehniella* (Zeller) روی آرد هفت رقم جو (دشت، خرم، صحرا، ریحان ۰۳، فجر ۳۰، ۵ شور و EH-83-7) و دو رقم گندم (بم و سپاهان) در دمای ۱ ± ۲۵ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ۵ ± ۶۵ درصد و دورهٔ نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی بررسی شد. کوتاه‌ترین طول دورهٔ لاروی (۰/۶۹ ± ۴۲/۵۸ روز) روی رقم ریحان۰۳و طولانی‌ترین دوره (۰/۹۵ ± ۵۳/۴۲ روز) روی رقم EH-83-7 مشاهده شد. طولانی‌ترین دورهٔ رشدی قبل از بلوغ مربوط به رقم EH-83-7 (۱/۶۱ ± ۷۲/۱۲ روز) و کوتاه‌ترین آن مربوط به رقم ریحان ۰۳ (۰/۸۷ ± ۵۸/۶۵ روز) و سپاهان (۱/۰۰ ± ۵۸/۱۹ روز) بود. هم‌چنین بیش‌ترین وترین وزن شفیره به‌ترتیب روی رقم سپاهان (۰/۷۷ ± ۲۱/۰۷ میلی‌گرم) و رقم فجر ۳۰ (۰/۵۸ ± ۱۵/۲۰ میلی‌گرم) بود. بیش‌ترین نرخ ذاتی افزایش (۰/۰۰ ± ۰/۰۷) روز و نرخ خالص تولیدمثل (۱/۸۹ ± ۸۷/۴۱ نتاج) روی رقم سپاهان و کم‌ترین نرخ ذاتی افزایش (۰/۰۰ ± ۰/۰۳۷ روز) و نرخ خالص تولیدمثل (۰/۴۸ ± ۱۲/۲۹ نتاج) روی رقم دشت مشاهده شد. طبق نتایج به‌دست آمده، رقم گندم سپاهان بهترین رقم برای پرورش آزمایشگاهی *E. kuehniella* است.

واژگان کلیدی: شب‌پرهٔ مدیترانه‌ای آرد، جدول زندگی دوجنسی، ارقام جو و گندم

Abstract

In this study, two-sex life table parameters of *Ephestia kuehniella* (Zeller) were studied on seven cultivars of barley (Dasht, Khorram, Sahra, Reihan03, Fajr30, 5shoor and EH-83-7) and two cultivars of wheat (Bam and Sepahan) at 25 ± 1 °C, 65 ± 5% R.H., and 16:8 (L: D) h. The shortest and the longest larval periods were recorded on Reihan03 (42.58 ± 0.69 days) and EH-83-7 (53.42 ± 0.95 days) cultivars respectively. The longest and the shortest developmental periods for *E. kuehniella* were found on EH-83-7 (72.12 ± 1.61 days) and on Sepahan (58.19 ± 1.00 days) cultivars respectively. The heaviest and lightest pupaewere observed on Sepahan (21.07 ± 0.77 mg) and Fajr30 (15.20 ± 0.58 mg) cultivars respectively. The intrinsic rate of increase and net reproductive rate were the highest (0.07 ± 0.00 day^{-1} and 87.41 ± 1.89 offspring, respectively) on Sepahan, and the lowest (0.037 ± 0.00 day^{-1} and 12.29 ± 0.48 offspring, respectively) on Dasht cultivars. The results indicate that Sepahan wheat cultivar is the most suitable cultivar for the laboratory rearing of *E. kuehniella*.

Key words: Mediterranean flour moth, two-sex life table, barley and wheat cultivars

مقدمه

اجرای یک برنامه موفق کنترل بیولوژیک، که یکی از راهکارهای مهم در مدیریت تلفیقی آفات به‌شمار می‌رود، تا حد زیادی به پرورش میزبان آزمایشگاهی یا جایگزین وابسته است. علی‌رغم اینکه شب‌پرهٔ مدیترانه‌ای آرد *Ephestia kuehniella* (Zeller)، از آفات مهم فرآورده‌های انباری نظیر غلات، میوه‌های خشک، بادام، فندق، پسته و غیره در کشورهای مختلف می‌باشد (Rees, 2003)، از تخم های این حشره در مقیاس گسترده‌ای جهت پرورش برخی از شکارگرها و پارازیتوئیدها استفاده می‌شود (Corbet, 1973). در بین گونه‌های میزبان، علاوه بر شب‌پرهٔ مدیترانه‌ای آرد بال‌پولکدارانی نظیر *Corcyra cephalonica* Stainton (بید برنج) و *Plodia interpunctella* (Hubner) (شب‌پرهٔ هندی) از خانوادهٔ

دریافت: ۱۳۹٤/٤/۱۵، پذیرش: ۱۳۹٤/۸/۱۳

Pyralidae و *Sitotroga cerealella* Olivier (بید غلات) از خانوادهٔ Gelechiidae شایان توجه بوده و از تخم‌ها و لارو های آنها در تولید انبوه پارازیتوئیدهای مختلفی از خانواده های Trichogrammatidae و Braconidae و شکارگرهایی مانند سن‌های *Orius* spp. استفاده می‌شود (Smith, 1996; Kakimoto *et al.*, 2005). شب‌پرهٔ مدیترانه‌ای آرد به‌عنوان رایج‌ترین میزبان آزمایشگاهی برای پرورش زنبور *Habrobracon hebetor* (Say) گزارش شده است (Brower & Press, 1990; Darwish *et al.*, 2003).

نتایج به‌دست آمده از بررسی اثر تغذیه از شش نوع ماده غذایی (دانه‌های ذرت، جو و گندم و سه نوع مخلوط ساخته شده از دانه‌ها به‌تنهایی همراه با جوانه گندم و مالت) بر روی طول عمر و قدرت باروری شب‌پرهٔ مدیترانه‌ای آرد توسط Rodriguez *et al.* (1988) نشان داد که طول عمر نرها از ماده‌ها بیش‌تر بود و تولید حشرات نر عقیم و کاهش قدرت باروری در حشرات ماده نیز مشاهده نشد. اثر پنج رژیم غذایی بر تولید انبوه شب‌پرهٔ مدیترانه‌ای آرد توسط Magrini *et al.* (1993) مطالعه و نتایج آنها نشان داد که آرد ذرت جایگزین مناسبی برای رژیم غذایی متداول آرد کامل گندم (۹۷٪) + مخمر (۳٪) جهت تولید انبوه شب‌پرهٔ مدیترانه‌ای آرد بوده و ارزانتر نیز می‌باشد. نشوونمای شب‌پرهٔ مدیترانه‌ای آرد بر روی یک رژیم غذایی شامل ذرت هیبرید زرد و مخمر و رژیم غذایی دیگری شامل ذرت سفید و مخمر توسط Magrini *et al.* (1995) بررسی و نتایج نشان داد که رژیم غذایی حاوی ذرت هیبرید زرد از نظر غذایی برای تولید انبوه این حشره مناسب‌تر می‌باشد.

نشوونمای شب‌پرهٔ مدیترانه‌ای آرد روی دانه‌ها و آرد کامل گندم سیاه *Fagopyrum esculentum* (Moench) و گندم معمولی *Triticum aestivum* L. تحت شرایط آزمایشگاهی توسط Locatelli *et al.* (2008) بررسی شد. بیش‌ترین میزان ظهور حشرات کامل و طولانی‌ترین دورهٔ نشوونما روی دانه های گندم سیاه با پریکارپ بود. نتایج نشان داد که آرد ذرت بهترین و ارزان‌ترین رژیم برای پرورش شب‌پرهٔ مدیترانه‌ای آرد بود. میزان نشوونما و قدرت باروری شب‌پرهٔ مدیترانه‌ای آرد روی چند رژیم غذایی تهیه شده از آرد و سبوس گندم به صورت خشک و مرطوب توسط Yazdanian (2000) آزمایش و نتایج نشان داد که مطلوب‌ترین رژیم غذایی در پرورش‌های آزمایشگاهی این‌گونه رژیم غذایی ۷۵ درصد آرد گندم و ۲۵ درصد سبوس گندم بود. تأثیر رقم‌های مختلف گندم بر برخی پارامترهای زیستی شب پرهٔ مدیترانه‌ای آرد توسط Madboni & Pourabad (2012) بررسی شد. وزن لاروها، نرخ ظهور شفیره و نسبت جنسی در رقم‌های مختلف، در سطح ۵ درصد معنی‌دار نبودند. بیش ترین و کم‌ترین نرخ باروری به‌ترتیب در رقم‌های آذر ۲ و رصد مشاهده شد. پارامترهای زیستی و باروری شب‌پرهٔ مدیترانه‌ای آرد روی آرد ٦ رقم مختلف گندم توسط Tarlack *et al.* (2015) بررسی و نتایج آنها نشان داد که ارقام پیش‌گام و پارسی برای پرورش آزمایشگاهی این حشره مناسب بودند.

پارامترهای جدول زندگی از جمله پارامترهای مهم در ارزیابی میزان مطلوبیت یا عدم مطلوبیت گیاهان میزبان برای نشوونمای حشرات می‌باشد. نرخ ذاتی افزایش جمعیت (r_m) به‌عنوان مهم‌ترین پارامتر، اطلاعات جامعی از میزان رشد جمعیت یک آفت روی یک گیاه میزبان در اختیار قرار می‌دهد (Carey, 2001). با توجه به این‌که در تشکیل جدول زندگی تک‌جنسی فقط از داده‌های مربوط به افراد ماده و بدون درنظر گرفتن تفاوت طول دوره‌های رشدی بین افراد استفاده می‌شود، لذا برای تعیین نرخ بقا ویژهٔ سنی و باروری ویژهٔ سنی فقط از افراد ماده و متوسط زمان نشوونمای مراحل رشدی استفاده می‌شود. در نتیجه در رسم نمودار در این نوع جداول زندگی هم‌پوشانی بین مراحل مختلف رشدی قابل رؤیت نیست (Chi & Liu, 1985). بنابراین، در تحقیق حاضر به‌منظور رفع این نقیصه از جدول زندگی دوجنسی برای تعیین میزان

مطلوبیت ارقام مختلف جو و گندم نسبت به شب‌پرهٔ مدیترانه‌ای آرد استفاده شد.

جو یکی از زراعت‌های عمده می‌باشد که بعد از گندم بیش‌ترین سطح زیر کشت را در کشور به خود اختصاص داده است. مقدار پروتئین دانه جو از برنج، ذرت و سورگوم بیش‌تر بوده و قابل مقایسه با پروتئین گندمی است که در شرایط مشابه رشد می‌کند (Khodabandeh, 2003). با توجه به ارزش غذایی بالای جو در کنار گندم به‌عنوان میزبان اصلی شب‌پرهٔ مدیترانه‌ای آرد، هدف از این پژوهش، بررسی تأثیر تغذیه از آرد ارقام مختلف جو و گندم روی پارامترهای جدول زندگی دوجنسی شب‌پرهٔ مدیترانه‌ای آرد می باشد. نتایج حاصل از این تحقیق می‌تواند در انتخاب بهترین رقم جو یا گندم به‌منظور پرورش آزمایشگاهی این حشره مفید و قابل استفاده باشد.

مواد و روش‌ها

تهیهٔ آرد ارقام مختلف جو و گندم

ارقام مختلف جو شامل دشت، خرم، صحرا، ریحان۰۳، فجر۳۰، ۵ شور و EH-83-7 و نیز دو رقم گندم شامل بم و سپاهان که جزو ارقام رایج کشت شده در ایران می‌باشند، از مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان تهیه شدند. بذر هر رقم به روش صنعتی آسیاب شدند و از آرد حاصل از آنها برای بررسی پارامترهای جدول زندگی شب‌پرهٔ مدیترانه‌ای آرد استفاده شد.

پرورش آزمایشگاهی *E. kuehniella*

به‌منظور تشکیل کلنی *E. kuehniella* در آزمایشگاه، تخم‌های حشره از مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان تهیه شدند. آزمایش‌ها در دمای ۱ ± ۲۵ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ۵ ± ٦٥ درصد و دورهٔ نوری ١٦ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی انجام گرفت. آرد ارقام مختلف گندم و جو در ظروف پلاستیکی گرد (قطر ۲۰ و ارتفاع ۸ سانتی‌متر) که درب آن به‌منظور تهویه توسط توری پوشانده شده بود، به میزان ۷۵۰ گرم به‌همراه ۰/۲ گرم تخم شب‌پرهٔ مدیترانه‌ای آرد ریخته شد. تفریخ تخم‌ها در این ظروف صورت گرفت. سنین مختلف لاروی به‌صورت گروهی، در ظروف پلاستیکی گرد (قطر ۲۰ و ارتفاع ۸ سانتی‌متر) با درب پوشانده شده توسط توری به‌منظور تهویه، سپری شد. لاروها از آرد موجود در ظرف برای تغذیه و تکمیل دورهٔ لاروی استفاده کردند. پس از سپری شدن دورهٔ لاروی، پیش‌شفیره‌ها و شفیره‌ها توسط پنس به ظروف پتری پلاستیکی (قطر ۸ و ارتفاع ۱ سانتی‌متر) منتقل شدند. حشرات کامل توسط آسپیراتور جمع‌آوری شده و به ظروف استوانه‌ای پلاستیکی (قطر ۱۲ و ارتفاع ۲۲ سانتی‌متر) انتقال داده شدند. به‌منظور تهویه و تخم‌ریزی حشره، انتهای ظروف توسط توری پوشانده شدند. ظروف روی پایهٔ پلاستیکی و در قسمت زیرین آن کاغذ A4 برای جمع‌آوری تخم‌ها قرار داده شد.

بررسی پارامترهای زیستی *E. kuehniella*

به‌منظور بررسی پارامترهای زیستی *E. kuehniella* روی آرد ارقام مختلف جو و گندم، لاروهای مورد آزمایش قبل از شروع آزمایش‌های اصلی، به‌مدت یک نسل روی آرد هر رقم پرورش یافتند. سپس ٤٠ عدد لاروهای سن یک تازه ظاهر شده از رقم مربوطه انتخاب و هر یک به‌صورت مجزا به ظروف پتری با قطر ۸ سانتی‌متر که حاوی ۰/۵ گرم آرد با رقم مشخص بود، منتقل شدند. روزانه پتری‌ها مورد بررسی قرار گرفت و علاوه بر اضافه نمودن آرد در صورت نیاز، طول دوره‌های مختلف رشدی و میزان مرگ‌ومیر روزانه تا ظهور حشرهٔ کامل ثبت شد. از این اطلاعات برای تعیین درصد مرگ‌ومیر قبل از بلوغ استفاده شد. وزن شفیره‌ها ٢٤ ساعت پس از ظهور با ترازوی دیجیتالی (با دقت ۰/۰۰۰۱ گرم) اندازه‌گیری شد. پس از ظهور حشرات کامل، نر و

ماده‌های مربوط به هر رقم با هم جفت و به ظروف تخم‌گیری (قطر ۸ و ارتفاع ۹ سانتی‌متر) منتقل شدند. این ظروف به‌طور روزانه مورد بازدید قرار گرفته و علاوه بر ثبت روزانه تخم‌ریزی افراد ماده، میزان بقای افراد نیز تا مرگ آخرین فرد نر و ماده ثبت شد. اطلاعات حاصل از این مرحله برای تعیین طول دورهٔ قبل از تخم‌ریزی، طول دورهٔ تخم‌ریزی، باروری کل (تعداد تخم‌های گذاشته شده در طول دورهٔ تخم‌ریزی) و طول عمر حشرات نر و ماده، استفاده شد.

جدول زندگی دوجنسی (Two-sex life table)

جدول زندگی دو جنسی از هر دو جنس نر و ماده با درنظر گرفتن طول دوره‌های رشدی متغیر بین افراد طراحی می‌شود. نرخ بقای ویژه‌ی سن- مرحله (s_{xj})، احتمال بقا و رسیدن یک فرد تازه متولد شده به سن x و مرحله j را نشان می‌دهد. این پارامتر علاوه بر توصیفی از بقا، انتقال از یک مرحله رشدی به مرحله رشدی دیگر را توصیف می‌کند. باروری ویژه‌ی سن–مرحله (f_{ij})، تعداد نتاج تولید شده توسط هر فرد ماده را در سن i و مرحله سنی j نشان می‌دهد. پارامترهای رشد جمعیت حاصل از جدول زندگی دوجنسی براساس روش Chi & Liu (1985) محاسبه شدند.

تجزیه آماری داده‌ها

داده‌های به‌دست آمده از مراحل زیستی *E. kuehniella* روی آرد ارقام مختلف جو و گندم، با جدول دوجنسی(Chi & Liu, 1985) طبق روش توضیح داده شده توسط Chi (1988) تجزیه شدند. تجزیه داده‌ها توسط نرم افزار TWOSEX-MSChart صورت گرفت (Chi & Su, 2006). جهت تکراردار کردن داده‌های جدول زندگی از روش Bootstrap استفاده شد. برای رسم نمودارها نیز از نرم‌افزار SigmaPlot 12.0 استفاده شد.

نتایج حاصل از تأثیر آرد ارقام مختلف جو و گندم روی پارامترهای زیستی شب‌پرهٔ مدیترانه‌ای آرد، با استفاده از روش تجزیه واریانس یک‌طرفه (one-way ANOVA) و به‌وسیله‌ی نرم‌افزار آماری MINITAB 16.0 تجزیه‌ی آماری شدند. اختلاف‌های آماری میانگین‌ها با استفاده از آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال ۵ درصد بررسی شد.

نتایج

طول دورهٔ مراحل زیستی نابالغ

میانگین طول دورهٔ نشوونمای مراحل نابالغ *E. kuehniella* روی آرد ارقام مختلف جو و گندم در جدول ۱ ارائه شده است. طول دورهٔ جنینی *E. kuehniella* روی آرد ارقام مختلف جو و گندم تفاوت معنی‌داری نداشت. طبق نتایج به‌دست آمده تفاوت معنی‌داری بین طول دورهٔ لاروی *E. kuehniella* روی ارقام مختلف وجود داشت ($F = 20.11$, $df = 8, 273$, $P < 0.01$). کوتاه‌ترین طول دورهٔ لاروی (۰/٦۹ ± ٤۲/۵۸ روز) روی رقم جو ریحان۰۳ و طولانی‌ترین دوره (۰/۹۵ ± ۵۳/٤۲ روز) روی رقم جو EH-83-7 مشاهده شد. طول دورهٔ پیش شفیرگی *E. kuehniella* روی آرد ارقام مختلف جو و گندم اختلاف معنی‌داری نداشت ($F = 1.75$, $df = 8, 234$, $P > 0.05$). اما طول دورهٔ شفیرگی روی آرد ارقام مورد آزمایش دارای اختلاف معنی‌داری بود ($F = 9.34$, $df = 8, 157$, $P < 0.01$). طولانی‌ترین دورهٔ شفیرگی (۰/٤۵ ± ۱۳/۷۸ روز) روی رقم جو EH-83-7 و کوتاه‌ترین آن (۰/۲۳ ± ۱۰/٤۳ روز) روی رقم گندم سپاهان مشاهده شد. طولانی‌ترین دورهٔ رشدی قبل از بلوغ مربوط به رقم جو EH-83-7 (۱/٦۱ ± ۷۲/۱۲ روز) و کوتاه‌ترین آن مربوط به رقم جو ریحان ۰۳ (۰/۸۷ ± ۵۸/٦۵ روز) و

رقم گندم سپاهان (۱/۰۰ ± ۵۸/۱۹ روز) بود. هم‌چنین بیش‌ترین و کم‌ترین وزن شفیره به‌ترتیب روی رقم گندم سپاهان (۰/۷۷ ± ۲۱/۰۷ میلی‌گرم) و رقم جو فجر ۳۰ (۰/۵۸ ±۱۵/۲۰ میلی‌گرم) بود ($F = 7.41, df = 8, 203, P < 0.01$).

طول دورهٔ قبل از تخم‌ریزی، دورهٔ تخم‌ریزی و باروری کل

مقایسه میانگین طول دورهٔ قبل از تخم‌ریزی، دورهٔ تخم‌ریزی و باروری کل *E. kuehniella* روی آرد ارقام مختلف جو و گندم در جدول ۲ نشان داده شده است. بین طول دورهٔ قبل از تخم‌ریزی افراد بالغ (APOP) *E. kuehniella* روی آرد ارقام مختلف، اختلاف معنی‌دار وجود داشت ($F = 3.05, df = 8, 70, P < 0.01$). به‌طوری‌که طولانی‌ترین آن (۰/۲۳ ± ۳/۱۲ روز) مربوط به رقم جو صحرا بود، که با سایر ارقام جو و گندم اختلاف معنی‌داری نشان داد. هم‌چنین کل طول دورهٔ قبل از تخم‌ریزی (TPOP) نیز بین ارقام مختلف اختلاف معنی‌داری داشت که طولانی‌ترین و کوتاه‌ترین آن به ترتیب مربوط به رقم جو EH-83-7 (۲/۱۷ ± ۷۵/۱۳ روز) و رقم جو ریحان ۰۳ (۱/۱۵ ± ۵۹/۲۵ روز) بود ($F = 9.62, df = 8, 71, P < 0.01$). طول دورهٔ تخم‌ریزی *E. kuehniella* روی آرد ارقام مختلف جو وگندم اختلاف معنی‌داری نداشت ($F = 1.35, df = 65, P = 0.237$). بین آرد ارقام مختلف جو و دو رقم گندم از نظر باروری کل *E. kuehniella* اختلاف معنی‌داری وجود داشت ($F= 9.25, df = 8, 67, P < 0.01$). کم‌ترین میزان باروری کل روی ارقام جو خرم، فجر۳۰، ریحان۰۳ و ۵شور (به‌ترتیب ۱۲/۷ ± ۷۸/۳، ۱۳/۱ ± ۸۳/۹، ۱۸/٦ ± ۸۳/۱ و ۱۷/۷ ± ۸۵/٤ تخم به‌ازای هر فرد ماده در دورهٔ تخم‌ریزی) و بیش‌ترین مقدار آن در حشرات ماده حاصل از لاروهای پرورش یافته روی رقم گندم سپاهان (۱٤/۱ ± ۲۲٤/۸ تخم به‌ازای هر فرد ماده در دورهٔ تخم‌ریزی) ثبت شد.

طول عمر و طول دورهٔ زندگی حشرات کامل

نتایج مربوط به طول عمر و طول دورهٔ زندگی (از تخم تا مرگ حشره کامل) حشرات نر و ماده *E. kuehniella* روی آرد ارقام مختلف جو و گندم در جدول ۳ نشان داده شده است. طول عمر حشرات کامل ماده روی ارقام مختلف جو و دو رقم گندم اختلاف معنی‌داری نشان نداد ($F = 0.45, df = 8, 69, P = 0.890$). اما طول عمر افراد نر روی ارقام مختلف اختلاف معنی داری نشان داد ($F = 3.27, df = 8, 74, P < 0.01$) که طولانی‌ترین آن روی رقم گندم بم (۰/۲۷ ± ۱۱/۸۳ روز) و کوتاه‌ترین آن روی رقم جو دشت (۰/٦٤ ± ۷/۰۰ روز) بود. طولانی‌ترین دورهٔ زندگی حشرات کامل نر ($F = 5.46, df = 8, 78, P < 0.01$) و ماده ($F = 10.54, df = 8, 70, P < 0.01$) روی رقم جو EH-83-7 (به‌ترتیب ۲/۲۲ ± ۸۰/۹۰ و ۱/۷۹ ± ۸۱/۸۸ روز) و کوتاه ترین آن در حشرات نر روی رقم گندم سپاهان (۱/۸۵ ±٦٦/۰۰ روز) و ماده روی رقم جو ریحان ۰۳ (۰/۷۰ ±٦۳/۸٦ روز) بود.

پارامترهای جدول زندگی دوجنسی

نرخ بقای ویژه سن- مرحله (s_{xj})، احتمال اینکه یک تخم تازه متولد شده بتواند تا سن x و مرحله‌ی j زنده بماند را نشان می‌دهد. نرخ بقای ویژه‌ی سن- مرحله *E. kuehniella* روی آرد ارقام مختلف جو و گندم در شکل ۱ نشان داده شده است. این پارامتر علاوه بر بقا، انتقال از یک مرحله به مرحلهٔ دیگر را نیز توصیف می‌کند. در نتیجه هم‌پوشانی منحنی‌های مراحل رشدی در مدت نشوونما به دلیل تغییرات نرخ نشوونما در میان افراد می‌باشد. بیش‌ترین نرخ بقای ویژه سن- مرحله شفیرگی، حشرات کامل نر و ماده مربوط به رقم گندم بم (به‌ترتیب ۰/۸۳، ۰/۳٤ و ۰/۲٦) بود. هم‌چنین بیش‌ترین نرخ بقای ویژه‌ی سن مرحله پیش-شفیرگی روی رقم جو ریحان ۰۳ (۰/۵۱) بود.

جدول ۱- میانگین (± خطای معیار) طول دورهٔ مراحل زیستی نابالغ (روز) و وزن شفیره (میلی‌گرم) *Ephestia kuehniella* روی ارقام مختلف جو و گندم.

Table 1. Mean (± SE) development time of immature stages (days) and pupal weight (mg) of *Ephestia kuehniella* on flour of different barley and wheat cultivars.

Host (cultivar)	Incubation period	Larval period	Pre-pupal period	Pupal period	Developmental time	Pupal weight
Barley (Dasht)	2.00 a	46.83 ± 0.78cd	2.75 ± 0.10a	11.71 ± 0.32c	62.59 ± 0.82bcd	17.12 ± 0.61bcd
Barley (Khorram)	2.00 a	49.30 ± 1.00b	3.16 ± 0.17a	11.52 ± 0.29c	65.38 ± 1.00b	17.26 ± 0.46bcd
Barley (Sahra)	2.00 a	44.59 ± 0.50ef	2.76 ± 0.12a	10.84 ± 0.26cd	59.74 ± 0.76de	16.78 ± 0.47cde
Barley (Fajr 30)	2.00 a	48.53 ± 0.51bc	2.70 ± 0.10a	11.56 ± 0.27c	64.06 ± 1.26bc	15.20 ± 0.58e
Barley (Reihan 03)	2.00 a	42.58 ± 0.69f	2.79 ± 0.08a	11.47 ± 0.36c	58.65 ± 0.87e	18.44 ± 0.57bc
Barley (EH-83-7)	2.00 a	53.42 ± 0.95a	2.90 ± 0.06a	13.78 ± 0.45a	72.12 ± 1.61a	16.42 ± 0.62de
Barley (5 Shour)	2.00 a	45.45 ± 0.74de	2.81 ± 0.11a	12.77 ± 0.53b	63.15 ± 1.59bc	17.45 ± 0.57bcd
Wheat (Bam)	2.00 a	45.70 ± 0.51de	2.84 ± 0.08a	11.71 ± 0.24c	61.75 ± 0.87cd	18.55 ± 0.72b
Wheat (Sepahan)	2.00 a	44.28 ± 0.78ef	2.71 ± 0.09a	10.43 ± 0.23d	58.19 ± 1.00e	21.07 ± 0.77a

حروف غیرمشابه در هر ستون بیانگر تفاوت معنی‌دار میانگین‌هاست (LSD, $P < 0.01$).

The means followed by different letters in the same column are significantly different (LSD, $P < 0.01$).

جدول ۲- میانگین (± خطای معیار) طول دورهٔ قبل از تخم‌ریزی، دورهٔ تخم‌ریزی و باروری کل حشرات کامل *Ephestia kuehniella* روی آرد ارقام مختلف جو و گندم.

Table 2. Mean (± SE) pre-oviposition period, oviposition period and total fecundity of *Ephestia kuehniella* on flour of different barley and wheat cultivars.

Host (cultivar)	APOP (day)	TPOP (day)	Oviposition period (day)	Total fecundity/female
Barley (Dasht)	1.60 ± 0.24b	64.20 ± 1.32bc	5.33 ± 1.86a	99.8 ± 16.9cd
Barley (Khorram)	2.25 ± 0.31b	67.75 ± 1.87b	4.00 ± 0.42a	78.3 ± 12.7d
Barley (Sahra)	3.12 ± 0.23a	61.50 ± 0.80cd	3.71 ± 0.64a	89.5 ± 23.9cd
Barley (Fajr 30)	1.75 ± 0.25b	65.78 ± 0.92b	5.56 ± 0.41a	83.9 ± 13.1d
Barley (Reihan 03)	1.75 ± 0.16b	59.25 ± 1.15d	4.25 ± 0.77a	83.1 ± 18.6d
Barley (EH-83-7)	2.00 ± 0.33b	75.13 ± 2.17a	5.62 ± 0.68a	144.1 ± 23.0bc
Barley (5 Shour)	1.70 ± 0.15b	64.00 ± 1.99bc	5.22 ± 0.49a	85.4 ± 17.7d
Wheat (Bam)	2.10 ± 0.28b	65.90 ± 0.99b	4.12 ± 0.48a	194.4 ± 28.3ab
Wheat (Sepahan)	1.86 ± 0.23b	61.43 ± 1.10cd	5.21 ± 0.58a	224.8 ± 14.1a

حروف غیرمشابه در هر ستون بیانگر تفاوت معنی‌دار میانگین‌هاست (LSD, $P < 0.01$).

The means followed by different letters in the same column are significantly different (LSD, $P < 0.01$).
APOP: adult pre-oviposition period; TPOP: total pre-oviposition period.

جدول ۳- میانگین (± خطای معیار) طول عمر و طول دورهٔ زندگی حشرات کامل *Ephestia kuehniella* روی آرد ارقام مختلف جو و گندم.

Table 3. Mean (± SE) adult longevity and lifespan (days) of *Ephestia kuehniella* on flour of different barley and wheat cultivars.

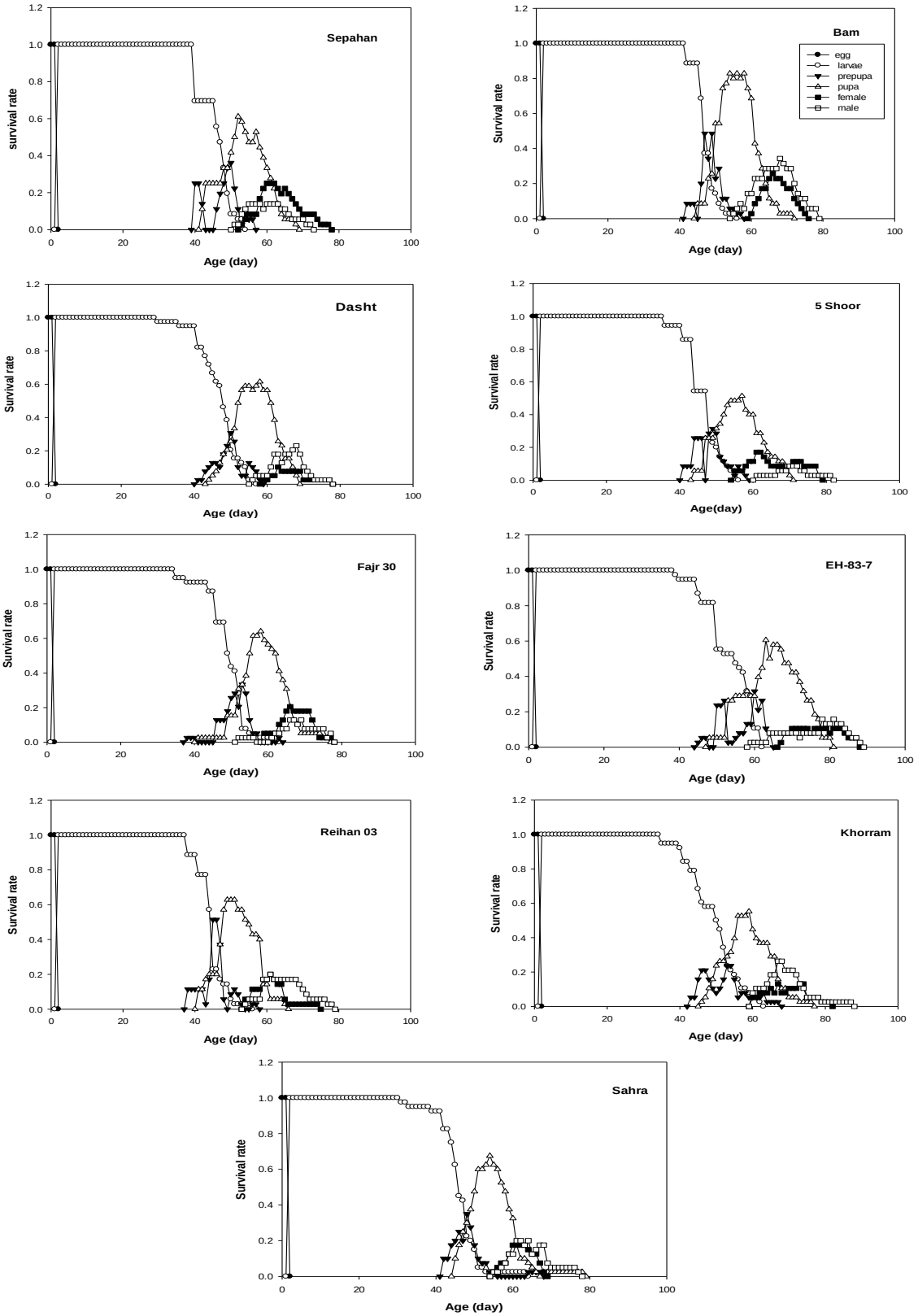
Host (cultivar)	Longevity		Lifespan	
	Male	Female	Male	Female
Barley (Fajr 30)	7.00 ± 1.83d	8.78 ± 1.30a	71.63 ± 2.51c	72.33 ± 1.09b
Barley (Reihan 03)	10.44 ± 0.96abc	7.75 ± 3.15a	70.11 ± 1.83cd	63.86 ± 0.70e
Barley (5 Shour)	10.67 ± 1.33ab	8.00 ± 1.33a	76.67 ± 2.73ab	70.30 ± 2.03bcd
Barley (Dasht)	7.00 ± 0.64d	7.20 ± 2.28a	69.58 ± 1.15cd	69.80 ± 2.33bcd
Barley (Sahra)	7.70 ± 0.80cd	7.67 ± 1.03a	69.00 ± 1.45cd	66.12 ± 0.93de
Barley (Khorram)	8.54 ± 0.50bcd	8.00 ± 1.41a	73.85 ± 1.52bc	73.13 ± 1.81b
Barley (EH-83-7)	9.00 ± 1.41bcd	8.00 ± 1.41a	80.90 ± 2.22a	81.88 ± 1.79a
Wheat (Bam)	11.83 ± 0.27a	8.20 ± 2.20a	71.07 ± 1.58c	72.00 ± 0.87bc
Wheat (Sepahan)	10.50 ± 1.45abc	8.21 ± 2.45a	66.00 ± 1.85d	67.79 ± 1.39cde

حروف غیرمشابه در هر ستون بیانگر تفاوت معنی‌دار میانگین‌هاست (LSD, $P < 0.01$).

The means followed by different letters in the same column are significantly different (LSD, $P < 0.01$).

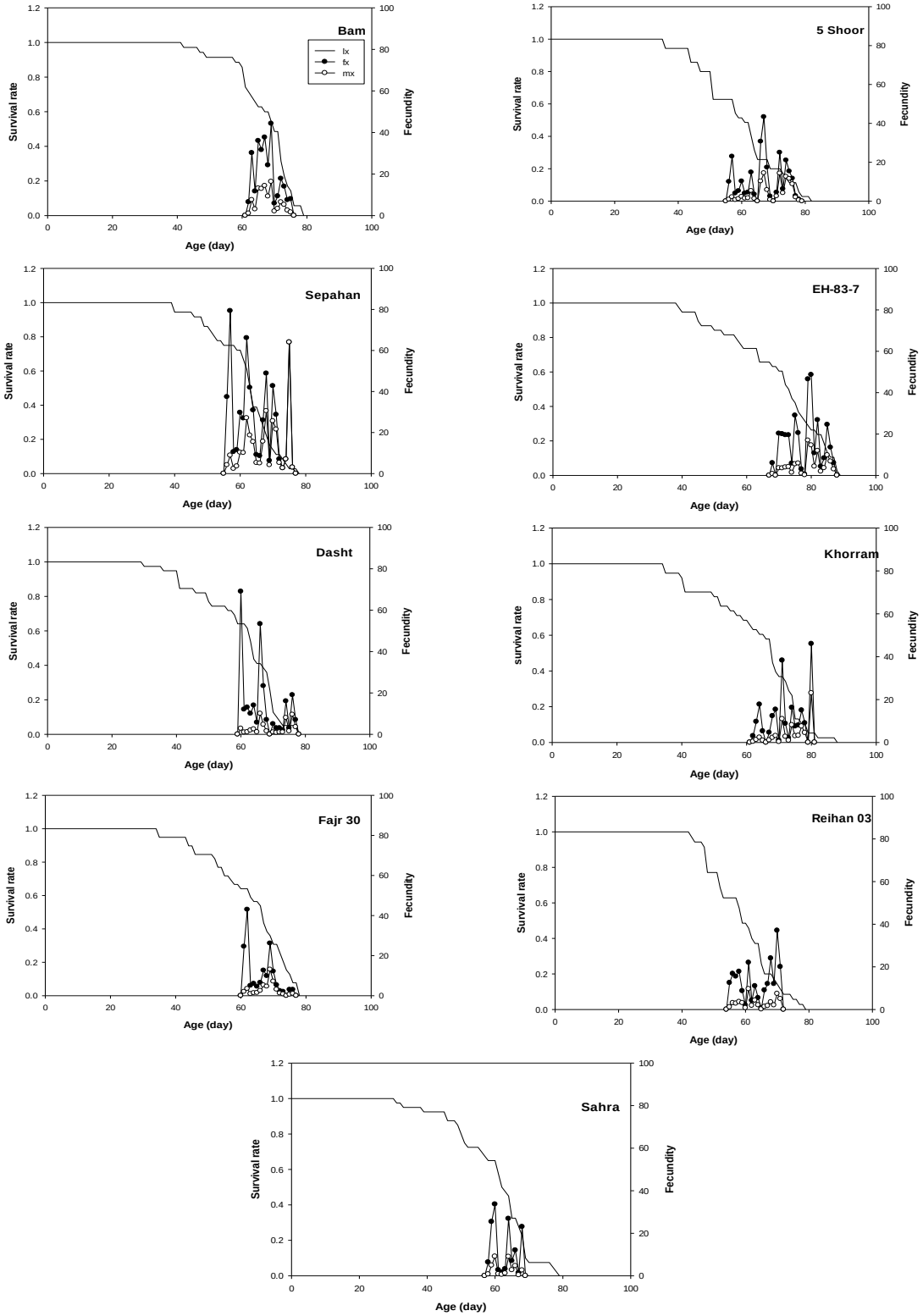
نرخ بقا ویژهٔ سنی (l_x)، باروری ویژهٔ سن- مرحله (f_{xj}) و باروری ویژهٔ سنی (m_x) *E. kuehniella* روی آرد ارقام مختلف جو و گندم در شکل ۲ نشان داده شده است. نرخ بقا ویژهٔ سنی در زمان ظهور حشرات کامل روی ارقام جو ۵ شور، دشت، فجر ۳۰، خرم، ریحان ۰۳، EH-83-7 و صحرا و ارقام گندم سپاهان و بم به ترتیب ۰/٦۳، ۰/٦٤، ۰/٦۷، ۰/٦۸، ۰/٦۳ ۰/٦۳، ۰/٦٦، ۰/۷۲و ۰/۷۸ ثبت شد. باروری ویژهٔ سن- مرحله تعداد نتاج تولید شده توسط هر فرد ماده *E. kuehniella* را در سن x و مرحله‌ی j نشان می‌دهد. بیش‌ترین باروری ویژه‌ی سن- مرحله روی ارقام ذکر شده در بالا به ترتیب معادل ٤۳/۳۳، ٦۹، ٤۳، ٤٦، ۳۷، ٤۸/٦٦، ۳۳/۵۷، ۷۹/۳۳ و ٤٤/۲۸ تخم بود که به‌ترتیب در روزهای ٦۷، ٦۲، ٦۲، ۸۰، ۷۰، ۸۰، ٦۰، ۵۷ و ٦۹ اتفاق افتاد. تخم ریزی اولین ماده روی ارقام ذکر شده در بالا به‌ترتیب در روزهای ۵٦، ۵۹، ٦۱، ٦۲، ۵۵، ٦۸، ۵۸، ۵٦ و ٦۲ آغاز شد. بیش‌ترین باروری ویژه‌ی سنی روی ارقام ذکر شده به‌ترتیب معادل ۱٤/٤٤، ۱۰، ۱۳/۰۷، ۲۳، ۹/٦۲، ۱٦/۹۱، ۹/۰٤، ٦٤ و ۱٦/۳۱ ماده/ماده/روز می‌باشد که به‌ترتیب در روزهای ٦۷، ٦٦، ٦۹، ۸۰، ٦۱، ۷۹، ٦۰، ۷۵ و ٦۹ اتفاق افتاد.

نتایج حاصل از جدول زندگی دوجنسی نشان داد که نرخ خالص تولیدمثل (R_0) روی ارقام مختلف جو و دو رقم گندم اختلاف معنی‌داری داشت ($F = 576.89, df = 8, 878, P < 0.01$)، به‌طوری‌که مقدار عددی آن از ۱/۸۹ ± ۸۷/٤۱ تا ۰/٤۸ ± ۱۲/۲۹ نتاج در نوسان بود (جدول ٤) که کم‌ترین مقدار را روی رقم جو دشت و بیش‌ترین مقدار را روی رقم گندم سپاهان داشت. نتایج نشان داد که مقدار نرخ ناخالص تولیدمثل (*GRR*) *E. kuehniella* روی رقم جو صحرا (۱/۳۸ ± ۳۳/۵۷ نتاج) کم‌تر از سایر ارقام بود ($F = 600.67, df = 8, 889, P < 0.01$). این پارامتر بیان‌گر میانگین کل تخم‌هایی است که یک فرد در صورت زنده ماندن تا آخرین روز ممکن در طول یک نسل تولید می‌کند. نرخ ذاتی افزایش جمعیت عبارت است از نرخ ذاتی افزایش طبیعی در یک جمعیت بسته که به‌مدت طولانی در معرض میزان‌های ثابتی از باروری و مرگ ومیر ویژه سنی بوده و پس از رسیدن به تعادل به صورت جمعیت پایدار درآمده است. نتایج این آزمایش نشان داد که بین آرد ارقام مورد بررسی ازنظر نرخ ذاتی افزایش جمعیت (r_m) اختلاف معنی‌داری وجود داشت ($F = 354.87, df = 8, 878, P < 0.01$). بیش‌ترین مقدار نرخ ذاتی افزایش جمعیت *E. kuehniella* روی رقم گندم سپاهان (۰/۰۰۰٤ ± ۰/۰۷۰ روز) و کم‌ترین میزان روی رقم جو دشت (۰/۰۰۰۸ ± ۰/۰۳۷ روز) مشاهده شد. هم‌چنین اختلاف معنی‌داری بین نرخ متناهی افزایش جمعیت (λ) روی آرد ارقام مختلف جو و گندم وجود داشت ($F = 364.42, df = 8, 877, P < 0.01$). بیش‌ترین نرخ متناهی افزایش جمعیت *E. kuehniella* روی رقم گندم سپاهان (۰/۰۰۰٤ ± ۱/۰۷۲ روز) و کم‌ترین آن روی رقم جو دشت (۰/۰۰۰۸ ± ۱/۰۳۸ روز) به‌دست آمد. میانگین مدت زمان یک نسل (T)، نیز روی رقم‌های مورد آزمایش به‌طور معنی‌داری با هم متفاوت بود ($F = 1386.07, df = 8, 881, P < 0.01$) و طولانی‌ترین آن مربوط به حشرات پرورش یافته روی رقم جو EH-83-7 (۰/۱٤ ± ۷۷/۵۲ روز) و کوتاه‌ترین آن مربوط به حشرات پرورش یافته روی رقم جو ریحان ۰۳ (۰/۱٦ ± ٦۱/۷۸ روز) بود. این پارامتر بیان‌گر مدت زمانی است که یک جمعیت نیاز دارد تا به اندازه نرخ خالص تولیدمثل افزایش پیدا کند.



شکل ۱- نرخ بقای ویژه‌ی سن- مرحله (s_{xj}) *Ephestia kuehniella* روی آرد ارقام مختلف جو و گندم.

Fig. 1. Age-stage survival rate (s_{xj}) of *Ephestia kuehniella* on flour of different barley and wheat cultivars.



شکل ۲- نرخ بقاء ویژه سنی (l_x)، باروری ویژه‌ی سن- مرحله (f_{xj}) و باروری ویژه‌ی سنی (m_x) *Ephestia kuehniella* روی آرد ارقام مختلف جو و گندم.

Fig. 2. Age-specific survival rate (lx), age-stage specific fecundity (f_{xj}) and age-specific fecundity (m_x) of *Ephestia kuehniella* on flour of different barley and wheat cultivars.

جدول ٤– میانگین (± خطای معیار) پارامترهای جدول زندگی دوجنسی *Ephestia kuehniella* روی آرد ارقام مختلف جو و گندم.

Table 4. Mean (±SE) two-sex life table parameters of *Ephestia kuehniella* on flour of different barley and wheat cultivars.

Parameter (mean ± SE)					
Host (cultivar)	R_0 **(offspring)**	***GRR*** **(offspring)**	r_m **(day^{-1})**	λ **(day^{-1})**	***T*** **(day)**
Barley (Dasht)	12.29 ± 0.48g	48.27 ± 2.48d	0.037 ± 0.0008g	1.038 ± 0.0008g	66.30 ± 0.13e
Barley (Khorram)	17.18 ± 0.56ef	72.77 ± 2.63c	0.039 ± 0.0005f	1.040 ± 0.0005f	71.62 ± 0.12b
Barley (Sahra)	16.30 ± 0.67f	33.57 ± 1.38e	0.045 ± 0.0006d	1.046 ± 0.0006d	62.85 ± 0.11g
Barley (Fajr 30)	19.24 ± 0.66e	48.64 ± 1.27d	0.043 ± 0.0005e	1.044 ± 0.0006e	67.85 ± 0.11c
Barley (Reihan 03)	18.75 ± 0.66ef	52.51 ± 2.05d	0.046 ± 0.0006c	1.047 ± 0.0007c	61.78 ± 0.16h
Barley (EH-83-7)	30.36 ± 0.95c	102.79 ± 3.62b	0.043 ± 0.0005e	1.044 ± 0.0005e	77.52 ± 0.14a
Barley (5 Shour)	25.26 ± 0.74d	103.53 ± 3.18b	0.047 ± 0.0004c	1.049 ± 0.0005c	67.14 ± 0.18d
Wheat (Bam)	52.02 ± 1.47b	96.33 ± 2.58b	0.058 ± 0.0004b	1.059 ± 0.0004b	67.77 ± 0.07c
Wheat (Sepahan)	87.41 ± 1.89a	273.60 ± 5.39a	0.070 ± 0.0004a	1.072 ± 0.0004a	63.67 ± 0.11f

حروف غیرمشابه در هر ستون بیانگر تفاوت معنی‌دار میانگین‌هاست (LSD, $P < 0.01$)

The means followed by different letters in the same column are significantly different (LSD, $P < 0.01$).
R_0, net reproductive rate; *GRR*, gross reproductive rate; r_m, intrinsic rate of increase; λ, finite rate of increase; *T*, mean generation time.

بحث

کیفیت و کمیت غذای خورده شده می‌تواند تأثیر معنی‌داری بر نشوونما و فرایندهای فیزیولوژیک حشرات داشته باشد (Scriber & Slansky, 1981). در تحقیق حاضر مشاهده شد که ارقام مختلف جو و گندم تأثیر معنی‌داری روی پارامترهای زیستی *E. kuehniella* دارند. نتایج نشان داد که دورهٔ لاروی، اختلاف معنی‌داری روی ارقام مختلف جو و گندم داشت، که مطابق با یافته‌های پژوهشگران، روی دیگر شب‌پره‌های زیان‌آور انباری است. یافته‌های تحقیق حاضر با نتایج Abdi *et al.* (2014) و Tarlack *et al.* (2015) مبنی بر تأثیر معنی‌دار ارقام مختلف گندم بر نشوونمای *E. kuehniella* هم‌سو می‌باشد. در مطالعه دیگری Bouayad *et al.* (2008) اظهار داشتند که دورهٔ نشوونمای لاروی *P. interpunctella* اختلاف معنی داری روی رژیم‌های غذایی مختلف دارد.

وزن شفیره به‌عنوان شاخصی مفید در بررسی های مربوط به پارامترهای زیستی بال‌پولکداران به‌شمار می رود (Leuck & Perkins, 1972). طبق نتایج مطالعه‌ی حاضر، سنگین‌ترین و سبک‌ترین وزن شفیره به‌ترتیب روی رقم گندم سپاهان و جو فجر ۳۰ مشاهده شد. بالا بودن وزن شفیره می‌تواند به‌دلیل بیش‌تر بودن غلظت پروتئین در رقم گندم سپاهان و پایین بودن وزن شفیره روی رقم فجر ۳۰ می‌تواند به‌دلیل کم‌تر بودن غلظت پروتئین در این رقم باشد (Bidar *et al.*, 2016). براساس گزارش Abdi *et al.* (2014)، بیش‌ترین وزن شفیره *E. kuehniella* مربوط به حشرات پرورش یافته روی رقم گندم N-86-7 بود. نتایج پژوهش حاضر گزارش های قبلی را مبنی بر این‌که در لاروهای بال‌پولکداران غذای مغذی منجر به افزایش وزن شفیره می‌شود تأیید می‌کند (Awmack & Leather, 2002).

دورهٔ شفیرگی *E. kuehniella* از ۰/۲۳ ± ۱۰/۴۳ روز روی رقم گندم سپاهان، تا ۰/٤٥ ± ۱۳/۷۸روز روی رقم جو EH-83-7 متغیر بود. این‌درحالی است که Abdi *et al.* (2014) طولانی‌ترین دورهٔ شفیرگی را ۰/۳۳ ± ۱٦/۳۳ روز روی ارقام گندم خشکی لاین ۹ و بک کراس روشن و Tarlack *et al.* (2015) ۰/۰۷ ± ۹/۱۰ روز روی رقم گندم پیشتاز گزارش کرده‌اند. با مقایسه‌ی طول دورهٔ شفیره‌گی حاصل از تحقیق حاضر و نتایج پژوهشگران فوق می‌توان اظهار داشت که این تفاوت احتمالا ناشی از وجود مواد مغذی و یا ترکیبات ثانوی متفاوت در ارقام جو و گندم است که توانسته است روی دورهٔ شفیرگی تأثیرگذار باشد.

ازآنجایی‌که نوع غذا می‌تواند روی دورهٔ پیش از تخم‌ریزی شب‌پره‌ها مؤثر باشد (Fathipour & Naseri, 2011; Farahani *et al.*, 2011; Abdi *et al.*, 2014)، رقم‌های مورد آزمایش در تحقیق حاضر اختلاف معنی‌داری روی دورهٔ پیش از تخم‌ریزی *E. kuehniella* نشان داد. با این حال، یافته‌های Tarlack *et al.* (2015) نشان داد که تغذیه لاروها از ارقام مختلف گندم بر دورهٔ پیش از تخم‌ریزی این حشره اثر معنی‌داری نداشت. پژوهشگران متعددی گزارش کرده اند که باروری شب‌پره‌ها می‌تواند تحت تأثیر نوع مادهٔ غذایی مورد تغذیه آن‌ها قرار گیرد (Kumral *et al.*, 2007; Madboni & Pourabad, 2012). از این‌رو در این تحقیق، باروری *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 باروری کل (مجموع تخم‌های گذاشته شده در دورهٔ تولیدمثلی) شب‌پرهٔ مدیترانه‌ای آرد روی آرد رقم گندم سپاهان مشاهده شد. باروری بالای حشره روی رقم گندم سپاهان را می‌توان به بالا بودن وزن شفیره روی این رقم نیز نسبت داد. یافته‌های تحقیق حاضر با نتایج Abdi *et al.* (2014) هم سو بود و این پژوهشگران بیش‌ترین وزن شفیره و باروری *E. kuehniella* را روی رقم گندم N-86-7 به‌دست آوردند. براساس گزارش Tarlack *et al.* (2015) نوع رقم گندم مورد تغذیهٔ لاروهای *E. kuehniella* اثر معنی‌داری بر باروری کل حشره داشت، به‌طوری‌که بیش‌ترین باروری شب‌پره روی رقم گندم پارسی به دست آمد. بیش‌ترین میانگین باروری کل *E. kuehniella* به‌دست آمده در پژوهش حاضر روی رقم گندم سپاهان (۱٤/۱۰ ± ۲۲٤/۸ تخم)، تقریباً نزدیک به کم‌ترین مقدار گزارش شده توسط Tarlack *et al.* (2015) روی رقم گندم زرین (۲۰/٤۰ ± ۲۲۰ تخم) بود. با این حال، میانگین باروری کل به‌دست آمده روی ارقام مختلف جو مورد آزمایش در پژوهش حاضر، کم‌تر از مقادیر گزارش شده توسط Tarlack *et al.* (2015) روی ٦ رقم گندم بود که نشان‌دهنده نامناسب بودن جو در مقایسه با گندم برای پرورش آزمایشگاهی شب‌پرهٔ مدیترانه‌ای آرد می‌باشد.

نتیجه‌گیری نهایی

براساس نتایج به‌دست آمده در این تحقیق، شب‌پرهٔ مدیترانه‌ای آرد روی رقم گندم سپاهان دارای بالاترین r_m، *GRR*، λ، باروری کل و کوتاه‌ترین دورهٔ رشدی قبل از بلوغ بود. بنابراین از بین ارقام جو و گندم مورد آزمایش، رقم گندم سپاهان به‌عنوان مناسب‌ترین رقم برای پرورش شب پرهٔ مدیترانه‌ای آرد معرفی می‌گردد.

منابع

Abdi, A., Naseri, B. & 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.

Awmack, C. S. & Leather, S. R. (2002) Host plant quality and fecundity in herbivorous insects. *Annual Review of Entomology* 47, 817-844.

Bidar, F., Naseri, B. & Razmjou, J. (2016) Barley cultivars affecting nutritional performance and digestive enzymatic activities of *Ephestia kuehniella* Zeller (Pyralidae). *Journal of the Lepidopterists' Society* 70, 1-8.

Bouayad, N., Rharrabe, K., Ghailani, N. & Sayah, F. (2008) Effects of different food commodities on larval development and α-amylase activity of *Plodia interpunctella* (Hübner) (Lepidoptera: Pyralidae). *Journal of Stored Products Research* 44, 373-378.

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* 86, 1096-1101.

Carey, J. R. (2001) Insect biodemography. *Annual Review of Entomology* 46, 79-110.

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

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. & Su, H. Y. (2006) Age-stage, two-sex life tables of *Aphidius gifuensis (*Ashmead) (Hymenoptera: Braconidae) and its host *Myzus persicae* (Sulzer) (Homoptera: Aphididae) with mathematical proof of the relationship between female fecundity and the net reproductive rate. *Environmental Entomology* 35, 10-21.

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

Darwish, E., El-Shazly, M. & Sharif, H. (2003) The choice of probing sites by *Bracon hebetor* (Say) (Hymenoptera: Braconidae) foraging for *Ephestia kuehniella* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae). *Journal of Stored Products Research* 39, 265-276.

Farahani, S., Naseri, B. & Talebi, A. A. (2011) Comparative life table parameters of the beet armyworm, *Spodoptera exigua* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) on five host plants. *Journal of the Entomological Research Society* 13, 91-101.

Fathipour, Y. & Naseri, B. (2011) Soybean cultivars affecting performance of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae). pp. 599-630 in Ng, T. B. (Ed) *Soybean - biochemistry, chemistry and physiology* 642 pp. In Tech, Rijeka, Croatia.

Kakimoto, K., Urano, S., Noda, T., Matuo, K., Sakamaki, Y., Tsuda, K. & Kusigemati, K. (2005) Comparison of the reproductive potential of three *Orius* species, *O. strigicollis*, *O. sauteri*, and *O. minutus* (Heteroptera: Anthocoridae), using eggs of the Mediterranean flour moth as a food source. *Applied Entomology and Zoology* 40, 247-255.

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.

Leuck, D. B. & Perkins, W. D. (1972) A method of evaluating fall armyworm progeny reduction when evaluating control achieved by host plant resistance. *Journal of Economic Entomology* 65, 482-483.

Locatelli, D. P., Limonta, L. & Stampini, M. (2008) Effect of particle size of soft wheat flour on the development of *Ephestia kuehniella* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae). *Journal of Stored Products Research* 44, 269-272.

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.

Magrini, E. A., Botehlo, P. S. M., Parra, J. R. P. & Haddad, M. L. (1993) Comparacao de dietas artificiais para criacao missal de *Anagasta kuehniella* (Zeller) (Lepidoptera). *Annual Society Entomology Brasil* 22, 361-371.

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

Rees, D. (2003) Insects of stored products. CSIRO Publishing, London. 181 pp.

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

Scriber, J. M. & Slansky, F. (1981) The nutritional ecology of immature insects. *Annual Review of Entomology* 26, 183-211.

Smith, S. M. (1996) Biological control with *Trichogramma*: advances, successes, and their potential use. *Annual Review Entomology* 41, 375-406.

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.

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, 95-103.

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. [in Persian with English summary].