

ویژگی‌های جمعیتی سوسک چهار نقطه‌ای حبوبات *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Chrysomelidae) روی توده‌های محلی نخود

احسان شهبازی، علی گلی زاده*، سیدعلی اصغر فتحی و زهرا عابدی

گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران
* مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: golizadeh@uma.ac.ir

چکیده

سوسک چهارنقطه‌ای حبوبات *Callosobruchus maculatus*، یکی از آفات خسارت‌زای مهم حبوبات از جمله نخود می‌باشد. در این پژوهش، تأثیر توده‌های محلی مختلف نخود شامل آبگوشتی ریز بوکان، اتیوپی، خاردار بوکان، زرد کردستان، سیاه الشتر، لب لبویی آرژانتین، لب لبویی بوکان، لب لبویی کانادایی و لب لبویی هندی و نیز رقم آبی جم کرمانشاه روی ویژگی‌های جمعیتی سوسک چهار نقطه‌ای حبوبات در شرایط آزمایشگاهی (دمای 28 ± 2 درجه‌ی سلسیوس، رطوبت نسبی 65 ± 5 درصد و دوره‌ی نوری ۱۴ ساعت روشنایی و ۱۰ ساعت تاریکی) مطالعه شد. همچنین، برخی از ویژگی‌های فیزیکی و بیوشیمیایی بذر توده‌های محلی مختلف نخود نیز اندازه‌گیری شد تا همبستگی بین این ویژگی‌ها با پراسنجه‌های رشدی حشره تعیین شود. طبق نتایج به‌دست آمده، طولانی‌ترین دوره لاروی و شفیرگی و کل دوره‌ی رشدی قبل از بلوغ *C. maculatus* روی توده محلی سیاه الشتر و کوتاه‌ترین آن نیز روی توده محلی لب لبویی بوکان بود. بیش‌ترین و کمترین نرخ سره زادآوری (R_0) به ترتیب روی توده‌های محلی لب لبویی هندی ($30/33 \pm 3/51$ نتاج/فرد) و سیاه الشتر ($19/28 \pm 2/71$ نتاج/فرد) بود. همچنین، کم‌ترین نرخ سرشتی افزایش جمعیت (r) سوسک چهار نقطه‌ای روی توده محلی سیاه الشتر ($0/079 \pm 0/040$ بر روز) و بیشترین آن روی توده محلی لب لبویی بوکان ($0/110 \pm 0/044$ بر روز) مشاهده شد. بیشترین درصد سختی دانه و مقدار پروتئین مربوط به توده محلی سیاه الشتر و کمترین آن‌ها به ترتیب روی توده‌های محلی آبی جم کرمانشاه و لب لبویی بوکان بود. نتایج نشان داد که بین ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی بذر توده‌های محلی مختلف (غلظت پروتئین، نشاسته، درصد سختی و رطوبت دانه‌ها) با پراسنجه‌های جمعیتی آفت همبستگی مثبت یا منفی معنی‌داری وجود دارد. با توجه به نتایج به‌دست آمده، در میان توده‌های محلی نخود مورد بررسی، توده محلی سیاه الشتر میزبان نامناسب و نسبتاً مقاوم و توده محلی لب لبویی بوکان میزبان نسبتاً حساس و مناسبی برای تغذیه *C. maculatus* می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: *Callosobruchus maculatus*، توده‌های محلی نخود، جدول زندگی، مقاومت گیاهی

Demographic characteristics of the cowpea seed beetle, *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Chrysomelidae) on chickpea landraces

Ehsan Shahbazi, Ali Golizadeh*, Seyed Ali Asghar Fathi & Zahra Abedi

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

* Corresponding author, E-mail: golizadeh@uma.ac.ir

Abstract

The cowpea seed beetle, *Callosobruchus maculatus* is one of the most destructive pests of pulses including chickpea. In this research, the effect of chickpea landraces including Abgoshtiriz bakan, Etiopi, Khardar bakan, Zard kordestan, Siah alashtar, Lablaboei arzhanin, Lablaboei bakan, Lablaboei canadai and Lablaboei hendi, and Abijam Kermanshah cultivar were studied on population parameters of *C. maculatus* under laboratory conditions ($28 \pm 2^\circ\text{C}$ temperature, $65 \pm 5\%$ RH, and a photoperiod of 14 L: 10 D h). Moreover, some physical and biochemical characteristics of chickpea seeds were measured

and any possible correlations between them and life table parameters were investigated. According to the results, the longest larval and pupal periods and total development time of *C. maculatus* were on Siah alashtar landrace and the shortest one was on Lablaboei bakan landrace. The higher and lower values of net reproductive rate (R_0) were observed on Lablaboei hendi (30.33 ± 3.51 offspring/individual) and Siah alashtar landraces (19.28 ± 2.71 offspring/individual), respectively. The lowest value of intrinsic rate of increase (r) of *C. maculatus* was observed on Siah alashtar landrace ($0.079 \pm 0.040 \text{ day}^{-1}$) and the highest was on Lablaboei bakan landrace ($0.110 \pm 0.044 \text{ day}^{-1}$). The highest grain hardness index and protein content were on Siah alashtar landrace, whereas the lowest these characteristics were on Lablaboei bakan and Abijam Kermanshah. Significant correlations were observed between life history parameters and physical and biochemical traits of chickpea landraces. Our findings showed that Siah alashtar is a relatively unsuitable and Lablaboei bakan is a suitable and relatively sensitive host for feeding of *C. maculatus*.

Key words: *Callosobruchus maculatus*, chickpea landraces, life table, plant resistance

Received: 2 September 2019, Accepted: 11 March 2020

مقدمه

حبوبات از مهمترین محصولات مورد نیاز بشر بوده و منبعی از پروتئین، کربوهیدرات، کلسیم و آهن می‌باشند (Sanon et al., 2010). در بین حبوبات، نخود یکی از مهمترین آنها است که با داشتن بیش از ۱۰ میلیون هکتار سطح زیر کشت در سطح جهان، پس از لوبیای معمولی رتبه‌ی دوم و از نظر میزان تولید دانه پس از لوبیا و نخود فرنگی، رتبه‌ی سوم را به خود اختصاص داده است (Millan et al., 2006). در کشور ما نیز نخود نسبت به سایر حبوبات از سطح زیر کشت، میزان تولید و اهمیت بیش‌تری برخوردار است (Bagheri Zenous et al., 2006). به طور کلی راسته‌ی سخت‌بالپوشان به عنوان مهم‌ترین آفات انباری به شمار می‌روند. یکی از اصلی‌ترین عوامل خسارت‌زا روی حبوبات، سوسک چهار نقطه‌ای حبوبات *Callosobruchus maculatus* Fabricius می‌باشد. سوسک چهار نقطه‌ای حبوبات بومی آفریقا بوده ولی امروزه در تمام دنیا به ویژه مناطق گرمسیری و نیمه‌گرمسیری خسارت قابل توجهی به محصولات انباری وارد می‌نماید (Bagheri Zenouz, 1997). همه‌جازی بودن و پراکنش وسیع این آفت باعث کاهش چشمگیر محصول در سرتاسر جهان شده است، در نتیجه کنترل آن ضروری به نظر می‌رسد (Johnson & Valero, 2003).

استفاده از آفت‌کش‌های شیمیایی یک روش اولیه برای کنترل آفات انباری است که استفاده‌ی بی‌رویه از آن‌ها مشکلات زیادی را به همراه داشته است (Finkelman et al., 2006). بنابراین، با توجه به مشکلات ناشی از حضور و تغذیه آفت و هم‌چنین، محدودیت‌های استفاده از آفت‌کش‌های شیمیایی برای توسعه‌ی روش‌های کنترل جایگزین، نیاز به درک جنبه‌های بیولوژیکی و زیستی آفت در پاسخ به تغذیه از میزبان‌های مختلف گیاهی احساس می‌شود (Kazzazi et al., 2005).

یکی از روش‌های مؤثر، استفاده از گیاهان مقاوم است که به طور کارآمد در برنامه‌های مدیریت تلفیقی علیه چندین آفت محصولات کشاورزی استفاده شده است (Sarfranz et al., 2006). ویژگی‌های جمعیت حشرات آفت به عنوان یکی از شاخص‌های بسیار مهم در ارزیابی و تعیین میزان مقاومت/حساسیت گیاهان میزبان در مقابل آفات به کار گرفته می‌شوند. جدول زندگی شرح جزئیات مرگ و میر جمعیت بوده و با تلفیق اطلاعات مربوط به زنده‌مانی و باروری تشکیل می‌شود. مهم‌ترین پراسنجه تعیین‌کننده رشد جمعیت، نرخ سرشتی افزایش جمعیت (r) است که یک شاخص استاندارد بوده و نشان‌دهنده‌ی بیشینه‌ی توان رشد جمعیت یک گونه در شرایط محیطی معین می‌باشد (Southwood & Henderson, 2000). با توجه به این که میزان نمو، زنده‌مانی، زادآوری و پراسنجه‌های جدول زندگی یک حشره به وسیله‌ی گیاهان میزبان تحت تأثیر قرار می‌گیرد (Liu et al., 2004; Yasar &

(Gungor, 2005)، در اختیار داشتن چنین اطلاعاتی می‌تواند در کشف و ردیابی هجوم آفت، انتخاب رقم مناسب و تولید محصول کمک قابل توجهی نماید (Zeinalzadeh et al., 2006).

مروری بر منابع موجود نشان می‌دهد که تاکنون پژوهش جامعی در مورد ارزیابی پراسنجه‌های رشد جمعیت سوسک چهار نقطه‌ای حبوبات روی توده‌های محلی مختلف نخود صورت نگرفته است. اما گزارش‌های زیادی در رابطه با مطالعه میزان حساسیت انواع مختلف حبوبات در برابر این آفت وجود دارد. تحقیقات نشان می‌دهد که سوسک چهار نقطه‌ای حبوبات روی بذور لوبیا چشم بلبلی و ماش نسبت به نخود و عدس دارای میزان باروری بیشتر و دوره‌ی رشد کوتاهتری می‌باشد (White et al., 1998; Dongre et al., 2000). در بررسی دیگری، Kazemi et al. (2009) پراسنجه‌های رشدی این حشره را روی چهار میزبان لگومینوز شامل لوبیا چشم‌بلبلی، نخود، عدس و ماش بررسی نموده و لوبیا چشم بلبلی را به عنوان میزبان حساس به این آفت معرفی کردند. Arotolu et al. (2018) ویژگی‌های زیستی سوسک *C. maculatus* را روی شش رقم لوبیا چشم بلبلی شامل Iife, Iife Brown, Sokoto Local, Drum, Oloyin, BPC, Niger White و بررسی و گزارش کردند که رقم Drum در مقایسه با سایر ارقام حساسیت کمتری نسبت به این آفت داشت و به عنوان رقم مقاوم به سوسک چهار نقطه‌ای حبوبات معرفی نمودند. Golizadeh & Abedi (2018) نیز با مطالعه گونه‌های مختلف حبوبات (باقلا، لوبیا چشم بلبلی، عدس، ماش و نخود) روی ویژگی‌های رشد جمعیت این آفت نتیجه گرفتند که سوسک *C. maculatus* میزبان لوبیا چشم بلبلی را نسبت به سایر میزبان‌ها بیشتر ترجیح داده و باقلا نامناسب‌ترین میزبان برای نشو و نمای این آفت بود.

با توجه به اینکه سوسک چهار نقطه‌ای حبوبات در ایران و جهان به عنوان یک آفت جدی در مرحله‌ی پس از برداشت مطرح است هدف اصلی این تحقیق بررسی ویژگی‌های جمعیتی سوسک چهار نقطه‌ای حبوبات در تغذیه از توده‌های محلی متفاوت نخود بود که این ویژگی‌ها می‌توانند به عنوان شاخصی قابل اطمینان در ارزیابی میزان حساسیت توده‌های محلی مختلف نخود مورد استفاده قرار بگیرد. میزان حساسیت/مقاومت انواع مختلف حبوبات به سوسک *C. maculatus* می‌تواند کمک قابل توجهی به اجرای موفقیت آمیز برنامه‌های کنترل تلفیقی این آفت مهم در شرایط انبار یا پیشبرد برنامه‌های اصلاح نباتات حبوبات مختلف به‌عنوان منابعی از تحمل مورد استفاده قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

تهیه بذر توده‌های محلی مختلف نخود

به منظور پرورش *C. maculatus*، بذور توده‌های محلی مختلف نخود شامل آبگوشتی ریز بوکان، اتیوپی، خاردار بوکان، زرد کردستان، سیاه الشتر، لب لبوبی آرژانتین، لب لبوبی بوکان، لب لبوبی کانادایی و لب لبوبی هندی و نیز رقم آبی جم کرمانشاه از مراکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان‌های آذربایجان شرقی، کردستان و کرمانشاه تهیه و برای تغذیه‌ی آفت و انجام آزمایش‌ها مورد استفاده قرار گرفتند.

پرورش سوسک چهار نقطه‌ای حبوبات در شرایط آزمایشگاهی

جمعیت اولیه‌ی *C. maculatus*، از کلنی موجود در گروه گیاه‌پزشکی دانشگاه مراغه تهیه شد. قبل از شروع آزمایش‌ها، کلنی سوسک چهار نقطه‌ای روی هر یک از توده‌های محلی نخود مورد مطالعه برای مدت دو نسل پرورش داده شد. پرورش *C. maculatus* درون ظروف پلاستیکی استوانه‌ای با قطر ۱۰ و ارتفاع ۱۵ سانتی‌متر صورت گرفت. به منظور تأمین تهویه، در قسمت درپوش ظروف پلاستیکی دریچه‌ای ایجاد شده و با پارچه‌ی

توری پوشانده شد. پس از ریختن ۲۰۰ گرم نخود از هر توده محلی، تعدادی حشره‌ی کامل یک روزه نر و ماده به مدت ۲۴ ساعت به داخل ظروف رهاسازی گردید. سپس، ظروف پرورش در اتاقک رشد با شرایط دمایی 28 ± 2 درجه‌ی سلسیوس، رطوبت نسبی 65 ± 5 درصد و دوره‌ی نوری ۱۴ ساعت روشنایی و ۱۰ ساعت تاریکی نگهداری شد. پس از ظهور حشرات کامل نسل دوم روی هر یک از توده‌های محلی نخود مورد مطالعه، حشرات کامل روزانه با اسپیراتور از ظروف پرورش جمع‌آوری شده و برای تخم‌گیری به ظروف جدید حاوی نخودهای سالم انتقال داده شدند. از تخم‌های یک روزه‌ای که بدین ترتیب به دست می‌آمد، برای شروع آزمایش‌ها استفاده شد.

تعیین پراسنجه‌های زیستی *C. maculatus*

برای بررسی تأثیر توده‌های محلی مختلف نخود بر طول دوره‌ی نشو و نما و زنده‌مانی مراحل نابالغ *C. maculatus*، روی هر کدام از توده‌های محلی نخود، ۲۰ جفت از حشرات نر و ماده‌ی سوسک چهار نقطه‌ای حبوبات به مدت ۲۴ ساعت داخل ظرف پرورش قرار داده شدند. پس از تخم‌ریزی، تعداد ۶۰ عدد تخم هم‌سن که کمتر از ۲۴ ساعت از عمرشان گذشته بود انتخاب شد. در صورت وجود تعداد بیش‌تری تخم روی هر دانه نخود، با پنس همه‌ی تخم‌ها از روی دانه حذف و فقط یک عدد تخم روی هر دانه باقی ماند. دانه‌های حاوی یک عدد تخم به صورت انفرادی به ظروف پتری با قطر ۶ سانتی‌متر منتقل گردید و در اتاقک رشد در شرایط دمایی 28 ± 2 درجه‌ی سلسیوس، رطوبت نسبی 65 ± 5 درصد و دوره‌ی نوری ۱۴ ساعت روشنایی و ۱۰ ساعت تاریکی نگهداری شدند. ظروف پتری حاوی بذور توده‌های محلی مختلف نخود تا زمان ظهور حشرات کامل به صورت روزانه مورد بررسی قرار گرفته و طول دوره‌ی نشوونما و زنده‌مانی مراحل نابالغ سوسک چهار نقطه‌ای روی هر یک از توده‌های محلی به صورت جداگانه ثبت شد. پس از ظهور حشرات کامل، جنسیت حشرات کامل تعیین شد و هر جفت به صورت جداگانه به ظروف پتری ۶ سانتی‌متری حاوی ۱۰ عدد نخود منتقل شد. تشخیص جنس حشرات در زیر استریومیکروسکوپ از روی اندازه کلی بدن، طرح رنگ بالپوش‌ها و به‌ویژه رنگ‌آمیزی و اندازه نیم حلقه پستی انتهایی شکم صورت گرفت (Brown & Downhower, 1988). تعداد تخم‌های گذاشته شده و نیز طول عمر حشرات کامل به صورت روزانه بررسی و ثبت شد. این بررسی‌ها تا زمان مرگ همه‌ی حشرات کامل ادامه یافت و از داده‌های ثبت شده در تجزیه‌ها استفاده شد.

اندازه‌گیری برخی ویژگی‌های فیزیکی و بیوشیمیایی توده‌های محلی نخود

در این تحقیق، برخی ویژگی‌های فیزیکی و بیوشیمیایی توده‌های محلی مختلف نخود شامل درصد رطوبت، سختی دانه، غلظت پروتئین و نشاسته اندازه‌گیری شد. در پایان، میزان هم‌بستگی بین این خصوصیات با پراسنجه‌های رشدی حشره مورد ارزیابی قرار گرفت. هر کدام از آزمایش‌ها در سه تکرار انجام شد.

تعیین غلظت پروتئین موجود در توده‌های محلی مختلف نخود

به منظور سنجش غلظت پروتئین در توده‌های محلی نخود، ۲۰۰ میلی‌گرم از بذور آرد شده هر توده محلی به همراه ۱۰ میلی‌لیتر آب مقطر همگن شد. سپس، ۳ میلی‌لیتر از معرف برادفورد به ۱۰۰ میکرولیتر از مواد همگن شده اضافه و میزان جذب محلول در طول موج ۵۹۵ نانومتر تعیین شد (Bradford, 1976).

تعیین غلظت نشاسته موجود در توده‌های محلی مختلف نخود

به منظور سنجش غلظت نشاسته در توده‌های محلی مختلف نخود، ۲۰۰ میلی‌گرم از بذور آرد شده هر توده محلی، همراه با ۳۵ میلی‌لیتر آب مقطر همگن شده و تا رسیدن به نقطه‌ی جوش در حمام آب گرم قرار گرفت.

سپس، ۲/۵ میلی‌لیتر از معرف یدین (۰/۰۲ درصد ید و ۰/۲ درصد یدید پتاسیم) به ۱۰۰ میکرولیتر از مواد همگن شده اضافه و جذب محلول حاصل در طول موج ۵۸۰ نانومتر تعیین شد (Bernfeld, 1955).

تعیین درصد رطوبت توده‌های محلی مختلف نخود

برای تعیین درصد رطوبت توده‌های محلی مختلف نخود بر اساس روش انجمن شیمیدانان غلات آمریکا (AACC)، ابتدا ۲ گرم بذر هر توده محلی آسیاب شده و در ظروف پتری شیشه‌ای قرار داده شد. سپس نمونه‌ها در آن با دمای ۱۰۰ درجه‌ی 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 اولیه نمونه ضربدر ۱۰۰، مقدار رطوبت محاسبه شد (Anonymous, 2000).

تعیین درصد سختی توده‌های محلی مختلف نخود

برای اندازه‌گیری درصد سختی دانه ابتدا توده‌های محلی نخود با آسیاب برقی پودر شد و آرد حاصله از الک شماره ۷ عبور داده شد، میزان آرد باقی مانده به مقدار اولیه (بصورت درصد) معرف سختی نمونه خواهد بود (Anonymous, 2000).

تجزیه‌های آماری

تجزیه‌ی داده‌ها به روش دو جنسی با بکارگیری نرم‌افزار TWO-SEX MSChart و برآورد واریانس داده‌ها با روش بوت‌استرپ انجام شد (Chi & Liu, 1985; Chi, 1988). همچنین، برای تعیین همبستگی بین ویژگی‌های فیزیکی و بیوشیمیایی توده‌های محلی مختلف نخود با پراسنجه‌های جدول زندگی از آزمون هم‌بستگی پیرسون در نرم‌افزار SPSS استفاده شد. برای مقایسه‌ی اختلاف آماری میانگین پراسنجه‌های فیزیکی و بیوشیمیایی توده‌های محلی مختلف نخود از تجزیه‌ی واریانس یک طرفه (One-way ANOVA) توسط نرم‌افزار SAS ver. 16 استفاده شد. اختلاف آماری میانگین‌ها نیز با استفاده از آزمون توکی در سطح احتمال ۵ درصد مورد بررسی قرار گرفت.

نتایج

نتایج تأثیر توده‌های محلی مختلف نخود روی دوره نشو و نمای مراحل نابالغ *C. maculatus* در جدول (۱) ارائه شده است. نتایج نشان داد که میانگین زنده‌مانی مراحل نابالغ، طول دوره‌ی لاروی و شفیرگی و کل دوره‌ی رشدی قبل از بلوغ *C. maculatus* روی توده‌های محلی مختلف نخود تفاوت معنی‌داری با هم‌دیگر دارند. بیش‌ترین مقدار زنده‌مانی مراحل نابالغ حشره روی توده‌های محلی لب لبوبی آرژانتین و لب لبوبی هندی و کم‌ترین زنده‌مانی آن روی توده‌های محلی آبگوشتی ریز بوکان و سیاه‌الشر مشاهده شد. کوتاه‌ترین طول دوره‌ی جنینی روی توده محلی لب لبوبی بوکان و طولانی‌ترین آن روی توده محلی سیاه‌الشر بود. همچنین، کوتاه‌ترین طول دوره لاروی و شفیرگی و نیز دوره رشدی پیش از بلوغ آفت روی توده محلی لب لبوبی بوکان و طولانی‌ترین آنها روی توده محلی سیاه‌الشر به دست آمد.

جدول ۱- درصد زنده‌مانی و طول مراحل مختلف قبل از بلوغ (میانگین \pm خطای استاندارد) *Callosobruchus maculatus* روی توده‌های محلی مختلف نخود

Table 1. Mean survival and development time (Mean \pm SE) of different immature stages of *Callosobruchus maculatus* on different chickpea landraces

Landrace	Pre-adult survival (%)	Incubation period (day)	Larval-pupal period (day)	Total development time (day)
Abgoshtiriz bokan	83 \pm 0.05 c (N=60)	5.55 \pm 0.09 b (N=50)	25.89 \pm 0.28 b (N=50)	31.45 \pm 0.35 b (N=50)
Abijam kermanshah	93 \pm 0.03 abc (N=60)	5.17 \pm 0.05 c (N=57)	24.48 \pm 0.13de (N=56)	29.66 \pm 0.14 d (N=56)
Etiopi	87 \pm 0.04 bc (N=60)	4.82 \pm 0.07 ef (N=55)	22.76 \pm 0.21 f (N=52)	27.59 \pm 0.23 f (N=52)
Khardar bokan	95 \pm 0.03 ab (N=60)	4.89 \pm 0.05 de (N=57)	24.26 \pm 0.14 e (N=57)	29.15 \pm 0.14 e (N=57)
Siah alashtar	83 \pm 0.05 c (N=60)	7.01 \pm 0.13 a (N=51)	28.28 \pm 0.39 a (N=50)	35.28 \pm 0.51 a (N=50)
Lablaboei arzhtantin	96 \pm 0.02 a (N=60)	4.95 \pm 0.05 de (N=58)	24.26 \pm 0.11 e (N=58)	29.20 \pm 0.13e (N=58)
Lablaboei bokan	90 \pm 0.04 abc (N=60)	4.69 \pm 0.08 f (N=55)	21.56 \pm 0.29 g (N=54)	26.24 \pm 0.29 g (N=54)
Lablaboei canadaei	90 \pm 0.04 abc (N=60)	5.18 \pm 0.05 c (N=55)	24.87 \pm 0.11 c (N=54)	30.06 \pm 0.12c (N=54)
Lablaboei hendi	97 \pm 0.02 a (N=60)	5.02 \pm 0.04 d (N=58)	24.66 \pm 0.12 cd (N=58)	29.68 \pm 0.14 d (N=58)
Zard kordestan	92 \pm 0.03 abc (N=60)	5.37 \pm 0.08 b (N=55)	26.01 \pm 0.20 b (N=55)	31.37 \pm 0.24 b (N=55)

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

Mean values in a column followed by different letters are significantly different (paired bootstrap test; $P < 0.05$).

نتایج مربوط به طول عمر حشرات کامل نر و ماده، طول دوره‌ی تخم‌ریزی، طول دوره‌ی قبل از تخم‌ریزی و باروری *C. maculatus* روی توده‌های محلی مختلف نخود در جدول (۲) ارائه شده است. براساس نتایج به‌دست آمده مشخص شد که بین توده‌های محلی مورد مطالعه از نظر میزان باروری، مجموع دوره‌ی قبل از تخم‌ریزی (TPOP: Total pre-ovipositional period) (فاصله‌ی زمانی بین تولد تا اولین تخم‌ریزی)، طول دوره تخم‌ریزی و طول عمر حشرات کامل ماده تفاوت معنی‌داری وجود دارد. میزان باروری روی توده‌های محلی سیاه‌الشت و آبگوشتی ریز بوکان به طور معنی‌داری کمتر از بقیه توده‌های محلی بوده و بیش‌ترین میزان باروری روی توده محلی لب لبویی بوکان به دست آمد. با توجه به این‌که طول دوره‌ی قبل از تخم‌ریزی افراد بالغ ماده (APOP: Adult pre-ovipositional period) (فاصله‌ی زمانی بین ظهور افراد بالغ تا اولین تخم‌ریزی) در توده‌های محلی مختلف نخود یک روز بود به همین دلیل در جدول نتایج این پراسنجه ذکر نشده است. به علاوه، از نظر مجموع دوره‌ی قبل از تخم‌ریزی افراد ماده، کوتاه‌ترین و طولانی‌ترین دوره به‌ترتیب روی توده‌های محلی لب لبویی بوکان و سیاه‌الشت بود. کوتاه‌ترین و طولانی‌ترین طول عمر حشرات کامل ماده نیز به ترتیب روی توده‌های محلی سیاه‌الشت و لب لبویی مشاهده شد. از نظر طول دوره‌ی تخم‌ریزی *C. maculatus* در بین توده‌های محلی نخود مورد مطالعه، کوتاه‌ترین دوره روی توده محلی ایتیویی به دست آمد.

جدول ۲- باروری و طول عمر (میانگین \pm خطای استاندارد) حشرات کامل *Callosobruchus maculatus* روی توده‌های محلی مختلف نخود

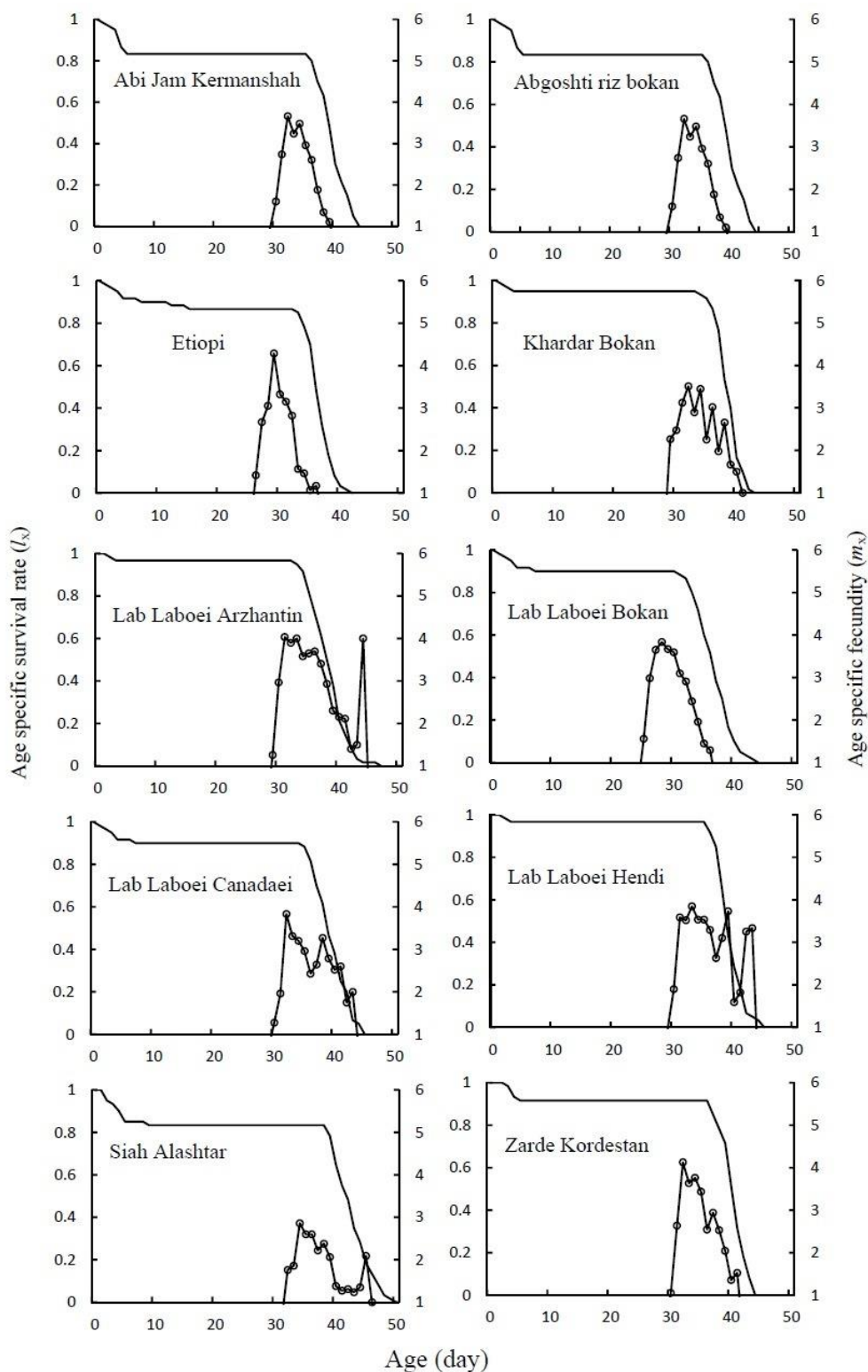
Table 2. Fecundity and adult longevity (Mean \pm SE) of *Callosobruchus maculatus* on different chick-pea landraces

Landrace	Fecundity (egg)	TPOP (day)	Oviposition period (day)	Female adult (day)	Male adult (day)
Abgosthiriz bokan	42.42 \pm 1.39 e (N=29)	30.81 \pm 0.25 bc (N=29)	7.66 \pm 0.21 bc (N=29)	9.54 \pm 0.25 de (N=29)	7.13 \pm 0.21 c (N=21)
Abijam kermanshah	47.85 \pm 1.48 cd (N=32)	30.59 \pm 0.21 cd (N=32)	8.16 \pm 0.25 ab (N=32)	10.10 \pm 0.25 bcd (N=32)	7.08 \pm 0.27 c (N=24)
Etiopi	47.52 \pm 1.91 d (N=28)	27.35 \pm 0.24 f (N=28)	6.88 \pm 0.26 d (N=28)	10.60 \pm 0.28 bc (N=28)	7.95 \pm 0.25 b (N=24)
Khardar bokan	49.26 \pm 1.53 bcd (N=31)	29.93 \pm 0.2 e (N=31)	8.47 \pm 0.25 a (N=31)	10.66 \pm 0.31 bc (N=31)	8.78 \pm 0.22 a (N=26)
Siah alashtar	39.81 \pm 1.44 e (N=29)	34.06 \pm 0.55 a (N=29)	7.12 \pm 0.26 cd (N=29)	9.10 \pm 0.23 e (N=29)	6.43 \pm 0.31 c (N=21)
Lablaboei arzhantin	52.87 \pm 1.75 abc (N=34)	30.20 \pm 0.17 de (N=34)	8.91 \pm 0.33 a (N=34)	11.01 \pm 0.36 ab (N=34)	7.15 \pm 0.27 c (N=24)
Lablaboei bokan	54.70 \pm 2.32 a (N=31)	26.26 \pm 0.27 g (N=31)	8.26 \pm 0.36 ab (N=31)	12.11 \pm 0.43 a (N=31)	9.05 \pm 0.43 a (N=23)
Lablaboei canadaei	47.83 \pm 1.90 cd (N=31)	31.03 \pm 0.2 bc (N=31)	8.67 \pm 0.39 a (N=31)	11.05 \pm 0.5 ab (N=31)	8.25 \pm 0.38 ab (N=23)
Lablaboei hendi	53.39 \pm 1.52 ab (N=34)	30.74 \pm 0.21 c (N=34)	8.73 \pm 0.29 a (N=34)	10.77 \pm 0.31 bc (N=34)	8.72 \pm 0.23 a (N=24)
Zard kordestan	51.96 \pm 1.43 abcd (N=31)	31.37 \pm 0.23 b (N=31)	8.32 \pm 0.26 a (N=31)	10.61 \pm 0.31 bc (N=31)	7.87 \pm 0.24 bc (N=24)

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

Mean values in a column followed by different letters are significantly different (paired bootstrap test; $P < 0.05$).

نمودار زنده‌مانی و باروری ویژه‌ی سنی *C. maculatus* روی توده‌های محلی مختلف نخود در شکل (۱) نشان داده شده است. در منحنی زنده‌مانی (l_x) ترسیم شده برای حشرات پرورش یافته روی توده‌های محلی مختلف نخود، مقادیر این پراسنجه با افزایش سن کاهش یافت. در نتیجه، منحنی زنده‌مانی به صورت یک منحنی نزولی ترسیم شد که بیشترین مقدار نزول این منحنی روی توده محلی سیاه‌الشر مشاهده می‌شود. در واقع کمترین سطح زیر منحنی زنده‌مانی روی توده محلی سیاه‌الشر به دست آمد. هم‌چنین، بیش‌ترین مقدار باروری روزانه‌ی این حشره نیز روی رقم آبی جم کرمانشاه معادل ۳/۹۸ تخم بود که در روز ۳۲ ثبت شد.



شکل ۱- نمودار زنده‌مانی (l_x) و باروری (m_x) ویژه‌ی سنی *Callosobruchus maculatus* روی توده‌های محلی مختلف نخود

Fig. 1. Age specific survival (l_x) and fecundity (m_x) of *Callosobruchus maculatus* on different chick-pea landraces

ویژگی‌های جمعیتی سوسک *C. maculatus* روی توده‌های محلی مختلف نخود در جدول (۳) ارائه شده است. نتایج نشان داد که مقدار نرخ ناسره زادآوری (*GRR*) حشره روی توده محلی لب لبویی آرژانتین بیش‌تر و روی توده محلی آبگوشتی ریز بوکان کم‌تر از سایر توده‌های محلی بود. مقادیر محاسبه شده‌ی نرخ سره زادآوری (*R₀*) روی توده‌های محلی مختلف نخود مورد مطالعه از نظر آماری متفاوت بود. نرخ سرشتی افزایش جمعیت (*r*) مهم‌ترین پراسنجه برای تعیین میزان رشد جمعیت‌ها است که می‌تواند بیانگر رشد مثبت، منفی یا ثابت بودن جمعیت باشد. نتایج این آزمایش نشان داد که بین توده‌های محلی مختلف نخود از نظر نرخ سرشتی افزایش جمعیت تفاوت معنی‌داری وجود دارد. بیش‌ترین مقدار این پراسنجه مربوط به حشرات پرورش یافته روی توده محلی لب لبویی بوکان و کم‌ترین آن نیز در حشرات پرورش یافته روی توده محلی سیاه‌الشرت ثبت شد. نرخ کرانمند افزایش جمعیت (*λ*) روی توده محلی لب لبویی بوکان بیش‌ترین و روی توده محلی سیاه‌الشرت کم‌ترین مقدار را نشان داد. از نظر متوسط زمان طول یک نسل *C. maculatus* (*T*) در بین توده‌های محلی مورد مطالعه اختلاف معنی‌داری مشاهده شد و بیش‌ترین مقدار این پراسنجه روی توده محلی سیاه‌الشرت و کم‌ترین مقدار آن نیز روی توده‌های محلی اتیوپی و لب لبویی بوکان به دست آمد.

جدول ۳- پراسنجه‌های جمعیت (میانگین \pm خطای استاندارد) سوسک *Callosobruchus maculatus* روی توده‌های محلی مختلف نخودTable 3. Population parameters (Mean \pm SE) of *Callosobruchus maculatus* on different chickpea landraces

Landrace	Sample Size (n)	Gross reproductive rate (offspring/individual)	Net reproductive rate (offspring/individual)	Intrinsic rate of increase (day ⁻¹)	Finite rate of increase (day ⁻¹)	Mean Generation time (day)
Abgosthriz bokan	60	26.49 \pm 3.42 d	20.65 \pm 2.83 b	0.088 \pm 0.004 cd	1.092 \pm 0.005 cd	34.41 \pm 0.26 cd
Abjiam kernanshah	60	37.37 \pm 3.55 abc	25.16 \pm 3.27 ab	0.093 \pm 0.039 bc	1.098 \pm 0.004 bc	34.48 \pm 0.22 cd
Eitopi	60	27.88 \pm 3.87 cd	22.27 \pm 3.12 ab	0.100 \pm 0.046 ab	1.105 \pm 0.005 ab	30.85 \pm 0.28 e
Khardar bokan	60	31.99 \pm 3.69 bcd	25.60 \pm 3.29 ab	0.095 \pm 0.039 bc	1.099 \pm 0.004 bc	34.02 \pm 0.22 d
Siah alashar	60	28.89 \pm 4.38 cd	19.28 \pm 2.71 b	0.079 \pm 0.040 d	1.082 \pm 0.004 d	37.25 \pm 0.45 a
Lablaboei arzhanin	60	45.06 \pm 5.46 a	29.76 \pm 3.55 a	0.099 \pm 0.035 b	1.104 \pm 0.004 b	34.31 \pm 0.22 cd
Lablaboei bokan	60	34.25 \pm 4.33 abc	28.34 \pm 3.70 ab	0.110 \pm 0.044 a	1.117 \pm 0.050 a	30.17 \pm 0.29 e
Lablaboei camadaei	60	37.75 \pm 3.66 abc	24.58 \pm 3.14 ab	0.090 \pm 0.037 bc	1.095 \pm 0.004 bc	35.32 \pm 0.26 b
Lablaboei hendi	60	43.55 \pm 4.88 ab	30.33 \pm 3.51 a	0.098 \pm 0.034 bc	1.103 \pm 0.004 bc	34.84 \pm 0.24 bc
Zard kordestan	60	31.67 \pm 3.63 bcd	26.67 \pm 3.25 ab	0.093 \pm 0.035 bc	1.097 \pm 0.004 bc	35.22 \pm 0.24 b

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

Mean values in a column followed by different letters are significantly different (paired bootstrap test; $P < 0.05$).

در بین توده‌های محلی مختلف نخود از نظر ویژگی‌های فیزیکی و بیوشیمیایی تفاوت معنی‌داری وجود داشت. بیش‌ترین مقدار پروتئین بذر نیز مربوط به توده محلی لب لبویی بوکان و کم‌ترین مقدار آن مربوط به توده محلی سیاه‌الشر بود ($F=6.03$; $df=9, 29$; $P < 0.0004$). هم‌چنین، بیش‌ترین و کم‌ترین مقدار نشاسته به ترتیب روی توده‌های محلی لب لبویی کانادایی و سیاه‌الشر برآورد شد ($F=7.41$; $df=9, 29$; $P < 0.0001$). بالاترین مقدار رطوبت مربوط به رقم آبی جم کرمانشاه و کمترین مقدار آن مربوط به توده محلی لب لبویی هندی بود ($F=4.46$; $df=9, 29$; $P=0.03$). نتایج حاصل از سختی دانه‌ی نخود نشان داد که بین توده‌های محلی مختلف نخود

تفاوت معنی‌داری وجود دارد. بیش‌ترین درصد سختی دانه به ترتیب مربوط به توده محلی سیاه‌الشت و کم‌ترین آن مربوط به رقم آبی جم کرمانشاه بود ($F=2.79$; $df=9, 29$; $P=0.026$) (جدول ۴).

جدول ۴- غلظت پروتئین، نشاسته، درصد رطوبت و شاخص سختی دانه (میانگین \pm خطای استاندارد) در

توده‌های محلی مختلف نخود مورد تغذیه *Callosobruchus maculatus*

Table 4. Protein and soluble starch contents, humidity and hardness index of seeds (Mean \pm SE) of different chickpea landraces used for feeding of *Callosobruchus maculatus*

Landrace	Protein content (mg mL ⁻¹)	Starch content (mg mL ⁻¹)	Humidity (%)	Hardness index (%)
Abgoshtiriz bokan	0.144 \pm 0.001 bc	2.41 \pm 0.02 c	7.82 \pm 0.34 ab	52.34 \pm 0.29 abcd
Abijam kermanshah	0.149 \pm 0.003 abc	2.99 \pm 0.04 ab	9.49 \pm 0.18 a	44.27 \pm 0.35 d
Etiopi	0.158 \pm 0.002 ab	2.78 \pm 0.03 abc	7.52 \pm 0.18 b	45.03 \pm 1.16 cd
Khardar bokan	0.145 \pm 0.005 bc	2.70 \pm 0.01 abc	8.11 \pm 0.42 ab	53.85 \pm 1.69 ab
Siah alashtar	0.134 \pm 0.006 c	2.24 \pm 0.02 c	7.07 \pm 0.21 b	55.75 \pm 1.11 a
Lablaboei arzhantin	0.162 \pm 0.003 ab	2.72 \pm 0.11 abc	7.53 \pm 0.33 b	45.44 \pm 0.45 cd
Lablaboei bokan	0.164 \pm 0.002 a	3.03 \pm 0.13 ab	7.72 \pm 0.21 ab	46.87 \pm 0.69 bcd
Lablaboei canadaei	0.150 \pm 0.001abc	3.29 \pm 0.12 a	7.05 \pm 0.48 b	47.40 \pm 0.98 bcd
Lablaboei hendi	0.152 \pm 0.003 ab	3.09 \pm 0.2 ab	6.63 \pm 0.66 b	50.74 \pm 1.11 abcd
Zard kordestan	0.148 \pm 0.003 abc	2.77 \pm 0.06 abc	7.77 \pm 0.32 ab	53.17 \pm 0.21 ab

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

Mean values in a column followed by different letters are significantly different (Tukey test; $P < 0.05$).

نتایج هم‌بستگی بین پراسنجه‌های جدول زندگی *C. maculatus* با خصوصیات فیزیکی و بیوشیمیایی توده‌های محلی مختلف نخود در جدول (۵) آمده است. بر اساس نتایج به دست آمده، هم‌بستگی مثبت یا منفی بین پراسنجه‌های فیزیکی و بیوشیمیایی بذور توده‌های محلی مختلف مورد مطالعه و پراسنجه‌های زیستی آفت مشاهده شد. بر همین اساس تمامی پراسنجه‌های جمعیتی حشره با محتوای پروتئین توده‌های محلی مختلف نخود هم‌بستگی مثبت یا منفی معنی‌داری داشت. هم‌چنین، باروری حشره با مقدار نشاسته توده‌های محلی هم‌بستگی مثبت و معنی‌داری از خود نشان داد. سختی دانه توده‌های محلی نخود مورد بررسی نیز با طول دوره‌ی پیش از بلوغ آفت هم‌بستگی مثبت معنی‌داری نشان داد.

جدول ۵- هم‌بستگی بین برخی پراسنجه‌های زیستی سوسک *Callosobruchus maculatus* و خصوصیات فیزیکی

و بیوشیمیایی توده‌های محلی مختلف نخود

Table 5. Correlation of some biological parameters of *Callosobruchus maculatus* with physical and biochemical properties of different chickpea landraces

Parameter	Protein content		Starch content		Humidity (%)		Hardness index (%)	
	r	P value	r	P value	r	P value	r	P value
Total development time	-0.880	0.001	-0.630	0.051	-0.190	0.599	0.697	0.025
Fecundity	0.786	0.007	0.668	0.035	-0.031	0.933	-0.413	0.236
Net reproductive rate	0.674	0.033	0.626	0.053	-0.072	0.843	-0.585	0.076
Intrinsic rate of increase	0.918	0.000	0.548	0.101	0.072	0.843	-0.585	0.076

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

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

بحث

دوره‌ی زندگی حشره تا حد زیادی متأثر از عوامل مختلف محیطی و به‌ویژه کیفیت و کمیت غذا می‌باشد. تفاوت در طول دوره‌های مختلف زیستی ممکن است ناشی از کیفیت متفاوت رژیم غذایی مورد استفاده به ویژه از لحاظ درشت مغذی‌ها (مخصوصاً مقدار پروتئین و کربوهیدرات) مورد تغذیه حشره باشد (Golizadeh & Abedi, 2016). هم‌چنین، افزایش دوره‌ی رشد لاروی می‌تواند به سطح پروتئین موجود در رژیم غذایی نیز مربوط باشد. اگر محتوی پروتئین غذا کم باشد، برای جبران میزان پایین پروتئین دریافتی، طول دوره‌ی لاروی افزایش می‌یابد. براساس نتایج، طول دوره‌ی لاروی و شفیرگی *C. maculatus* بین ۲۱/۵۶ و ۲۴/۲۶ روز متغیر می‌باشد. افزایش طول دوره‌ی لاروی و شفیرگی در حشرات تغذیه شده روی توده محلی سیاه‌الشرت ممکن است به دلیل اختلال در نسبت‌های مطلوب پروتئین/کربوهیدرات در غذای مصرفی حشره و به تبع آن کاهش کارایی حشره گردد. در این مطالعه، طول دوره‌ی پیش از بلوغ حشره در توده‌های محلی مختلف نخود بین ۲۶/۲۴ تا ۳۵/۲۸ روز به‌دست آمد. در تحقیقی، (Kazemi et al., 2009) طول دوره‌ی نابالغ این آفت را روی میزبان‌های لوبیا چشم بلبلی، ماش، نخود و عدس در دمای ۲۴ درجه‌ی سلسیوس به ترتیب ۳۴/۹۴، ۳۹/۵۳، ۳۷/۴۳ و ۴۲/۶۶ روز گزارش کردند که تا حدودی بیش‌تر از مقادیر به‌دست آمده در مطالعه‌ی حاضر می‌باشد. این تفاوت‌ها ممکن است به خاطر تفاوت در شرایط انجام آزمایش، نوع میزبان و توده محلی مورد مطالعه و یا تفاوت در جمعیت آفت مورد بررسی باشد. نتایج پژوهش حاضر نشان داد که میزان باروری *C. maculatus* روی توده‌های محلی مختلف نخود بین ۳۹/۸۱ تا ۵۴/۷۰ تخم به ازای هر فرد ماده می‌باشد که همسو با نتایج (Kazemi et al., 2009) می‌باشد.

در حشراتی که در دوره‌ی بالغ فاقد تغذیه می‌باشند، افزایش یا کاهش طول عمر بالغین ممکن است مربوط به غذایی باشد که در طول دوره‌ی لاروی مورد تغذیه قرار می‌گیرد. میزان پروتئین غذا فاکتور مؤثری در طول عمر حشرات کامل می‌باشد. حشرات کامل سوسک چهار نقطه‌ای حبوبات تغذیه ندارند (Bagheri Zenouz, 1997) و بنابراین مواد غذایی مورد نیاز برای سوخت و ساز در مرحله‌ی بلوغ را در مرحله‌ی لاروی دریافت می‌کنند. کاهش مقدار پروتئین غذا یا وجود مهارکننده‌هایی که سبب کاهش جذب پروتئین در لاروها می‌شود، سبب اختلال در تأمین غذای حشرات کامل و کاهش طول عمر آن‌ها می‌گردد (Sorge et al., 2000).

پراسنجه‌های جمعیتی می‌تواند برای مقایسه‌ی اثرات مختلف عوامل محیطی بر نشو و نما مراحل نابالغ و بالغ، زاد آوری و نرخ زنده‌مانی آفات مختلف مورد استفاده قرار بگیرند. در تحقیقات متعددی، پراسنجه‌های رشد جمعیت آفات انباری روی میزبان‌ها یا ارقام مختلف گیاهی مورد بررسی قرار گرفته است. با این حال، هیچ اطلاعاتی در مورد پراسنجه‌های رشد جمعیت *C. maculatus* روی توده‌های محلی مختلف نخود منتشر نشده است. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که به‌دلیل مقدار بالای *r* این آفت حشره روی توده محلی لب لبویی بوکان، این توده محلی نسبت به تغذیه‌ی حشره حساس می‌باشد و حشره با تغذیه از این توده محلی شرایط رشدی بهتری خواهد داشت. از طرفی، پایین بودن مقدار این پراسنجه روی توده محلی سیاه‌الشرت بیان‌گر آن است که این توده محلی در برابر تغذیه‌ی حشره مقاوم است. بنابراین، سوسک چهار نقطه‌ای با تغذیه از توده محلی لب لبویی بوکان بیش‌ترین احتمال را برای افزایش جمعیت دارد. پایین بودن مقدار *r* روی توده محلی سیاه‌الشرت به‌طور عمده ناشی از باروری پایین‌تر، طولانی‌تر بودن دوره‌ی رشدی قبل از بلوغ و کوتاه‌تر بودن دوره‌ی تخم‌ریزی و طول عمر حشرات کامل ماده روی این توده محلی می‌باشد. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که به دلیل مقدار پایین نرخ سرشتی افزایش جمعیت حشره روی توده محلی سیاه‌الشرت در مقایسه با دیگر توده‌های محلی نخود مورد آزمون، احتمالاً این توده محلی برای تغذیه‌ی حشره نامناسب و باعث کاهش کارایی آفت می‌شود.

هم‌چنین، پژوهش حاضر اولین مطالعه‌ای است که تأثیر توده‌های محلی مختلف نخود روی پراسنجه‌های رشد جمعیت سوسک چهار نقطه‌ای حبوبات و هم‌بستگی آن‌ها با برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی توده‌های محلی مختلف مورد مطالعه را بررسی می‌نماید. نتایج نشان می‌دهد که بین طول دوره‌ی رشدی قبل از بلوغ آفت با محتوای نشاسته و پروتئین بذر توده‌های محلی نخود و همچنین میزان رطوبت بذور همبستگی و ارتباط منفی وجود داشت بدین معنی که با افزایش میزان نشاسته و پروتئین بذر نشو و نمای آفت با سرعت بیشتری انجام شده و در نتیجه طول دوره‌ی نشو و نمای آفت کاهش می‌یابد که این موضوع در مورد توده‌های محلی سیاه‌الشر و لب‌لبویی بوکان کاملاً آشکار و واضح است. هم‌چنین، بین میزان باروری، نرخ خالص تولیدمثل و نرخ سرشتی افزایش جمعیت آفت با محتوای پروتئین بذر توده‌های محلی نخود هم‌بستگی و ارتباط مثبت وجود داشت بدین معنی که با افزایش میزان پروتئین بذر نرخ سرشتی افزایش جمعیت آفت بیش‌تر شده است. در واقع نتایج نشان می‌دهد که محتوای پروتئین بذر از مهم‌ترین عوامل مؤثر بر تغذیه آفت می‌باشد. کاهش وزن دانه‌ای که حشره‌ی کامل این آفت از آن خارج می‌شود باعث تقلیل محتوای پروتئینی دانه‌ها می‌شود و دانه‌های صدمه دیده به خوبی قادر به جوانه زدن نیستند و باعث کاهش قدرت جوانه‌زنی دانه‌ها می‌شوند (Roesli *et al.*, 1990; Moravvej & Abbar, 2008).

از طرف دیگر، رطوبت دانه نیز به عنوان یک ویژگی مهم دیگر بذر در نشو و نمای آفت دخیل و مؤثر است و همبستگی منفی با طول دوره‌ی نشو و نما نشان می‌دهد. در تحقیقی، (Golizadeh & Abedi, 2018) گزارش کردند که همبستگی معنی‌داری بین پراسنجه‌های زیستی این حشره با درصد رطوبت دانه‌های حبوبات شامل باقلا، لوبیا چشم‌بلبلی، عدس، ماش و نخود وجود داشت که مشابه با نتایج تحقیق حاضر می‌باشد. رطوبت نسبی بذر از مهم‌ترین عوامل مؤثر بر کیفیت بذر در طی انبارداری نیز می‌باشد (Krishnan *et al.*, 2003). اما سختی دانه به عنوان یک ویژگی فیزیکی بذر همبستگی مثبتی با طول دوره‌ی رشدی آفت نشان داد و به نظر می‌رسد با افزایش سختی دانه‌های نخود، نشو و نمای آفت به کندی صورت گرفته و در نتیجه بر طول دوره‌ی رشدی آفت افزوده می‌شود. (Arotolu *et al.*, 2018) نیز عوامل سرشتی مؤثر در ارقام بذر لوبیا چشم‌بلبلی روی سوسک چهار نقطه‌ای حبوبات را بررسی کردند. نتایج آن‌ها نشان داد که رابطه معنی‌داری میان ویژگی‌های فیزیکی (مانند سختی بذر) و میزان رطوبت و فیبر با میزان خروج حشرات کامل و میزان تخم‌ریزی حشرات وجود داشت.

نتایج مربوط به این مطالعه نشان می‌دهد که *C. maculatus* روی توده محلی لب‌لبویی بوکان بیش‌ترین میزان باروری، طول عمر حشرات کامل ماده و نرخ‌های سرشتی و کرانمند افزایش جمعیت را داشت. در مقابل، حشرات پرورش یافته روی توده محلی سیاه‌الشر کم‌ترین میزان پراسنجه‌های ذکر شده را داشتند. با توجه به این نتایج می‌توان توده محلی سیاه‌الشر را به عنوان نامناسب‌ترین میزبان برای تغذیه‌ی سوسک *C. maculatus* در شرایط انبار معرفی نمود. اطلاعات به دست آمده از این تحقیق می‌تواند در طراحی رهیافت‌های مؤثر در مدیریت تلفیقی آفت مذکور در قالب استفاده از ارقام مقاوم گیاهی قابل استفاده باشد. هم‌چنین، می‌توان با بررسی دقیق ویژگی‌های فیزیکی و بیوشیمیایی توده‌های محلی مورد نظر، صفات گیاهی که سبب ایجاد اختلال در نشو و نمای حشره می‌شوند را کشف نموده و با انتقال ژن‌های کنترل‌کننده‌ی آن صفات به گیاهان جدید با استفاده از مهندسی ژنتیک، روند ایجاد ارقام مقاوم گیاهی نسبت به این آفت مهم و کلیدی را تسریع نمود.

سپاس‌گزاری

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

References

- Anonymous** (2000) *Approved methods of the American association of cereal chemists*. 10th ed. The American Association of Cereal Chemists, Saint Paul, Minnesota.
- Arotolu, T. E., Adeyemi, J. A. & Adedire, Ch. O.** (2018) Influence of intrinsic factors of cowpea seed varieties on the cowpea weevil, *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Chrysomelidae). *Journal of Crop Protection* 7, 219-229.
- Bagheri Zenouz, A.** (1997) *Storage pests and their control*. 4th ed. 309 pp. Sepehr Press. [In Persian].
- Bagheri Zenouz, A., Nezami, A. & Persa, H.** (2006) An analysis of pulses research strategies in Iran: approaches to the first Iranian pulses symposium. *Iranian Journal of Field Crops Research* 4, 1-14. [In Persian with English summary].
- Bernfeld, P.** (1955) Amylase, α and β . *Methods in Enzymology* 1, 149-154.
- Bradford, M. A.** (1976) Rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Analytical Biochemistry* 72, 248-254.
- Brown, L. & Downhower, J. F.** (1988) *Analyses in behavioral ecology: A manual of lab and field*. Sinauer Associates.
- Chi, H. & Liu, H.** (1985) Two new methods for the study of insect population ecology. *Bulletin de l'Institut of Zoology* 24, 225-240.
- Chi, H.** (1988) Life table analysis incorporating both sexes and variable development rate among individuals. *Environmental Entomology* 17, 26-34.
- Dongre, T. K., Pawar, S. E. & Harwalkar, M. R.** (2000) Susceptibility of different legumes to *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae). *Journal of Stored Products Research* 28, 1-9.
- Finkelman, S., Navarro, S., Rindner, M. & Dias, R.** (2006) Effect of low pressure on the survival of *Trogoderma granarium* Everts, *Lasioderma serricornis* (F.) and *Oryzaephilus surinamensis* (L.) at 30 °C. *Journal of Stored Products Research* 42, 23-30.
- Golizadeh, A. & Abedi, Z.** (2016) Comparative performance of the Khapra beetle, *Trogoderma granarium* Everts (Coleoptera: Dermestidae) on various wheat cultivars. *Journal of Stored Products Research* 69, 159-165.
- Golizadeh, A. & Abedi, Z.** (2018) Effect of temperature and different pulses species on biological traits of cowpea weevil, *Callosobruchus maculatus* F. (Coleoptera: Bruchidae). *Plant Protection (Scientific Journal of Agriculture)* 41, 41-57.
- Johnson, J. A. & Valero, K. A.** (2003) Use of commercial freezers to control cowpea weevil, *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Bruchidae), in organic garbanzo beans. *Journal of Stored Product Research* 96, 1952- 1957.
- Kazemi, F., Talebi, A. A., Fathipour, Y. & Farahani, S.** (2009) A comparative study on the effect of four leguminous species on biological and population growth parameters

- of *Callosobruchus maculatus* (F.) (Col.: Bruchidae). *Advances in Environmental Biology* 3, 226-232.
- Kazzazi, M., Bandani, A. R. & Hosseibkhani, S.** (2005) Biochemical characterization of α -amylase of sunn pest *Eurygaster integriceps*. *Entomology Science* 8, 371-377.
- Krishnan, P., Nagarajan, S., Dadlani, M. & Moharir, A.** (2003) Characterization of wheat (*Triticum aestivum*) and soybean (*Glycine max*) seeds under accelerated ageing condition by proton nuclear magnetic spectroscopy. *Seed Science and Technology* 31, 541-550.
- Liu, Z., Li, D., Gong, P. Y. & Wu, K. J.** (2004) Life table studies of the cotton bollworm *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae), on different host plants. *Environmental Entomology* 33, 1570-1576.
- Millan, T., Clarke, H. J., Siiddique, K. H. M., Buhariwalla, H. K., Gaur, P. M., Kumar, J., Gil, J., Kahl, G. & Winter, P.** (2006) Chickpea molecular breeding: new tools and concepts. *Euphytica* 147, 81-103.
- Moravvej, G. & Abbar, S.** (2008) Fumigant toxicity of citrus oils against cowpea seed beetle *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae). *Pakistan Journal of Biological Sciences* 11, 48-54.
- Roesli, R., Dobie, P. & Gerard, B.** (1990) Strain differences in two species of *Callosobruchus* (Coleoptera: Bruchidae) developing on seeds of cowpea {*Vigna unguiculata* (L.)} and green gram {*V. radiata* (L.)}. *Biotropia* 4, 19-30.
- Sanon, A., Ba, N. M., Binso-Dabire, C. L. & Pittendrigh, B. R.** (2010) Effectiveness of Spinosad (Naturalytes) in controlling the cowpea storage pest, *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Bruchidae). *Journal of Economic Entomology* 103, 203-210.
- Sarfraz, M., Dossall, L. M. & Keddie, B. A.** (2006) Diamondback moth-host plant interactions: implications for pest management. *Crop Protection* 25, 625-636.
- SAS Institute** (2002) The SAS system for Windows. SAS Institute, Cary, NC.
- 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.
- Southwood, R. & Henderson, P. A.** (2000) *Ecological methods*. 3th ed, Blackwell Science, Oxford, USA. 561 pp.
- SPSS, computer software.** (2007) SPSS base 16.0 user's guide. SPSS Incorporation, Chicago, IL.
- White, R. L., Garry, V. F. & Nelson, R. L.** (1998) Susceptibility of legumes to pulse beetle *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae). *Journal of Stored Products Research* 55, 91-115.

- Yasar, B. & Gungor, M. A.** (2005) Determination of life table and biology of Colorado potato beetle, *Leptinotarsa decemlineata* Say (Coleoptera: Chrysomelidae), feeding on five different potato varieties in Turkey. *Applied Entomology and Zoology* 40, 589-596.
- Zeinalzadeh, L., Karimi-Malati, A. & Sahragard, A.** (2006) Effect of four commercial barley varieties on life table parameters of *Sitotroga cerealella* (Olivier) (Lepidoptera: Gelechiidae). *Journal of Crop Protection* 52, 293-305.
-