

Effect of Different Potato Cultivars on Biological and Morphological Characteristics of Colorado Potato Beetle, *Leptinotarsa decemlineata* (Say) (Col.: Chrysomelidae)

Akbar Ghassemi-Kahrizeh*

Assistant Professor, Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Mahabad Branch, Islamic Azad University, Mahabad, Iran

*Corresponding author: a.ghasemi@iau-mahabad.ac.ir

(Received: 12 September 2021

Revise: 2 February 2022

Accepted: 19 February 2022)

Extended Abstract

1. Introduction: Potato, (*Solanum tuberosum* L.) is an important crop with 5.24 million tons of production on 143000 ha of irrigated land in Iran. Numerous pests attack the Potato crop, among them the Colorado potato beetle, *Leptinotarsa decemlineata* (Say), is the most important pest. This is a cosmopolitan pest and the most dangerous pest of Potato and other solanaceous crops in many areas of the world that can cause yield reduction of 30 to 50%. Due to interference of generations, usually all four biological stages of the pest (eggs, larvae, pupae and adult insects) are observed on the farm at the same time, so it is very difficult to control. The use of resistant cultivars is one of the important methods in integrated management (IPM) programs of this pest. Effective combination of pest control methods requires that information on pest growth and development be available on different Potato cultivars. Much research has been done on the biology and ecology of this pest, but there is not much research on the effect of cultivar on its biology and morphological characteristics, so in the present study, the biological and morphological indices of potato beetle, were studied on four Potato cultivars (Agria, Stima, Bridjet and Delikat).

2. Material and Methods: First, the pest egg masses were collected from infected fields in west Azarbaijan province, Iran. Then, hatched larvae were reared for three generations on the studied cultivars under protected field conditions. Biology of the pest was studied in a greenhouse at $22\pm 4^{\circ}\text{C}$, $65\pm 5\%$ Rh and natural light at 2018. After the emergence of the plants, one sleeve cage was set on each pot and 25 neonate larvae were released and reared. Incubation period and developmental time of larvae and pupae and mortalities of these stages were determined as antibiosis indices of the cultivars. Insects reared in greenhouses were used to study and measure the morphological characteristics of the pest. Head capsule width of different instars larvae, length and width of the male and female adults, weight of different instars larvae, the number of egg/egg mass and weight of adults (male and female) as morphological indices was measured. Data was analyzed with spss 21 statistical software in randomized complete block design and comparison of means was performed with Tukey's HSD procedure in 5% level.

3. Results and discussion: Cultivar had significant effect on many biological parameters ($P<0.05$). Significant differences were observed for all morphological indices ($P<0.05$). The longest developmental periods of larvae, pupae and total (larvae and pupae) were observed on Delikat cultivar with means values of 15.07, 12.90 and 27.97 days, respectively. The highest mortality of immature stages (larvae and pupae) was observed on Bridjet cultivar with average of 57.78%. The lowest head capsule diameter of the first, second and third instar larvae were observed on Bridjet, Delikat and Bridjet cultivars with means of 0.59, 1.01 and 1.55 mm, respectively. The lowest length and width of female adults were observed on Delikat with average of 10.60 and 6.44 mm, respectively and the lowest length and width of male adults were observed on Bridjet and Delikat with average of 10.04 and 6.07 mm, respectively. The lowest weight of first to fourth instar larvae were observed on Bridjet, Bridjet, Delikat and Delikat with means of 0.99, 4.17, 23.20 and 85.67 mg, respectively and lowest weight of male and female adults were observed on Delikat with average of 159.33 and 135 mg, respectively.

4. Conclusions: The results of the study showed that the cultivar not only affects all the biological characteristics of the Colorado potato beetle, such as the length of its development and survival rate, but also all the morphological characteristics of the pest, such as body size of different larval and adult's insect. It also affected their size and weight of the pest. Based on the results of this study, Delikat and Bridjet cultivars were less favorable for Colorado potato beetle compared to Agria and Stima cultivars, which can be used in plant breeding programs to produce resistant cultivars.

Keywords: Biology, Colorado potato beetle, Cultivar, Morphology.

Citation: Ghassemi-Kahrizeh, A. (2022). Effect of different potato cultivars on biological and morphological characteristics of Colorado potato beetle, *Leptinotarsa decemlineata* Say. (Col.: Chrysomelidae). *Journal of Vegetables Sciences*, 10(2), 137-149. doi: 10.22034/iuvs.2022.538820.1178

Copyrights:

Copyright for this article is retained by the author(s), with publication rights granted to Journal of Vegetables Sciences. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>).





اثر ارقام مختلف سیب‌زمینی روی شاخص‌های زیست‌شناسی و ریخت‌شناسی سوسک برگ‌خوار سیب‌زمینی (*Leptinotarsa decemlineata* Say) (Col.: Chrysomelidae)

اکبر قاسمی کهریزه*

استادیار گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی، واحد مهاباد، دانشگاه آزاد اسلامی، مهاباد، ایران

*نویسنده مسئول: a.ghasemi@iau-mahabad.ac.ir

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۱/۳۰

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۰/۱۱/۱۳

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۶/۲۱

چکیده

سوسک برگ‌خوار سیب‌زمینی (*Leptinotarsa decemlineata* Say) یکی از مهمترین آفات سیب‌زمینی در بسیاری از نقاط دنیا است که با تغذیه از برگ‌ها و ساقه‌های سیب‌زمینی ایجاد خسارت می‌کند. در این پژوهش شاخص‌های زیست‌شناسی و ریخت‌شناسی این آفت روی چهار رقم زراعی آگریا، استیما، بریجت و دلیکات در شهرستان نقده در سال ۱۳۹۷ مطالعه شد. نتایج نشان داد طولانی‌ترین دوره نمو لاروی، شفیرگی و مجموع دوره‌های لاروی و شفیرگی به ترتیب با میانگین ۱۵/۰۷، ۱۲/۹۰ و ۲۷/۹۷ روز در روی رقم دلیکات اتفاق افتاد. بیشترین تلفات دوره نمو لاروی و شفیرگی با میانگین ۵۷/۷۸ درصد روی رقم بریجت مشاهده شد. کمترین عرض کپسول سر لاروهای سنین اول، دوم و سوم به ترتیب با میانگین ۰/۵۹، ۱/۰۱ و ۱/۵۵ میلی‌متر روی ارقام بریجت، دلیکات و بریجت مشاهده گردید. کمترین طول و عرض حشرات کامل ماده به ترتیب با میانگین ۱۰/۶۰ و ۶/۴۴ میلی‌متر روی رقم دلیکات و کمترین طول و عرض حشرات کامل نر به ترتیب با میانگین ۱۰/۰۴ و ۶/۰۷ میلی‌متر روی ارقام بریجت و دلیکات مشاهده گردید. کمترین وزن لاروهای سنین اول تا چهارم به ترتیب با میانگین ۰/۹۹، ۴/۱۷، ۲۳/۲۰ و ۸۵/۶۷ میلی‌گرم روی ارقام بریجت، دلیکات، دلیکات و کمترین وزن حشرات کامل ماده و نر به ترتیب با میانگین ۱۵۹/۳۳ و ۱۳۵ میلی‌گرم روی رقم دلیکات مشاهده شد. بر اساس نتایج این پژوهش، ارقام دلیکات و بریجت در مقایسه با ارقام آگریا و استیما از مطلوبیت کمتری برای سوسک برگ‌خوار سیب‌زمینی برخوردار بودند.

واژه‌های کلیدی: رقم زراعی، ریخت‌شناسی، زیست‌شناسی، سوسک برگ‌خوار سیب‌زمینی.

استناد: قاسمی کهریزه، ا. (۱۴۰۰). اثر ارقام مختلف سیب‌زمینی روی شاخص‌های زیست‌شناسی و ریخت‌شناسی سوسک برگ‌خوار سیب‌زمینی (*Leptinotarsa decemlineata* Say) (Col.: Chrysomelidae). علوم سبزی‌ها، ۱۰(۲)، ۱۴۹-۱۳۷.

حق چاپ:



حق چاپ برای نویسنده (گان) این مقاله محفوظ است. بر اساس قوانین انتشارات با دسترسی آزاد، تمام مطالعات چاپ شده در این مجله به صورت آزاد در وب سایت مجله برای عموم بدون پرداخت هزینه قابل دسترس است.

مقدمه

در زمینه‌های مختلف زیست‌شناسی و بوم‌شناسی این آفت تحقیقات وسیعی صورت گرفته است (Nouri-Ganbalani, 1989; Kazemi & Ardabili, 1999; Golizadeh *et al.*, 2003). همچنین در زمینه زیست‌شناسی و نحوه تغذیه و ترجیح میزبانی سوسک برگ‌خوار سیب‌زمینی بر روی گونه‌های مختلف Solanaceae و وارپته‌های مختلف سیب‌زمینی تحقیقات متعددی صورت گرفته است (Weber & Ferro, 1996; Widerski *et al.*, 1997; Pelletier *et al.*, 2001; Yas & Gungor, 2005; Lyytinen *et al.*, 2007; Pelletier, 2007; Ghassemi-Kahrizeh *et al.*, 2010; Asghar Fathi *et al.*, 2013; Iranipour *et al.*, 2016; Ghassemi-Kahrizeh & Ahmadi, 2017). محققان مختلفی به شرح فوق در زمینه زیست‌شناسی سوسک برگ‌خوار سیب‌زمینی در نقاط مختلف دنیا تحقیق و بررسی نمودند. زیست‌شناسی این آفت در ایران اولین بار توسط Nouri-Ganbalani (۱۹۸۶) به‌طور کامل در استان اردبیل مورد بررسی قرار گرفت. بعدها Kazemi & Ardabili (۱۹۹۹) زیست‌شناسی کامل این آفت را در فاصله سال‌های ۱۹۸۴ تا ۱۹۹۰ در استان اردبیل بررسی و گزارش نمودند. در قرن حاضر مطالعات متعددی در زمینه زیست‌شناسی این آفت روی ارقام مختلف سیب‌زمینی و برخی گیاهان میزبان دیگر انجام شده است. Yas و Gungor (۲۰۰۵) جدول زندگی و زیست‌شناسی این آفت را روی پنج رقم سیب‌زمینی آگریا، گرانولا، پاسینلر، مارفونا و کاسپار در شرایط آزمایشگاهی بررسی نمودند. Ghassemi-Kahrizeh و همکاران (۲۰۱۰) ضمن بررسی مقاومت ۳۳ رقم زراعی سیب‌زمینی نسبت به سوسک برگ‌خوار سیب‌زمینی جنبه‌های مختلف زیست‌شناسی آن را بررسی نمودند. Fathi و همکاران (۲۰۱۳) شاخص‌های جدول زندگی سوسک برگ‌خوار سیب‌زمینی را روی هفت رقم تجاری سیب‌زمینی آگریا، آئوزونیا، دیامونت، کوسموس، کوندور، مورن و ساوالان در شرایط گلخانه‌ای بررسی نمودند. Iranipour و همکاران (۲۰۱۶) جدول زندگی این آفت را روی چهار رقم سیب‌زمینی آگریا، ساوالان،

گیاهان زراعی نقش مهمی در تأمین غذای بشر ایفا می‌کنند. در این میان سیب‌زمینی (*Solanum tuberosum* L.) بعد از گندم (*Triticum aestivum* L.)، برنج (*Oryza sativa* L.) و ذرت (*Zea mays* L.) به‌عنوان چهارمین محصول زراعی پر اهمیت در سراسر جهان محسوب می‌شود (Pelletier & Dutheil, 2006). طبق آمار منتشر شده توسط FAO این محصول مهم تقریباً در ۱۴۰ کشور جهان کشت می‌شود. تولید جهانی سیب‌زمینی در سال ۲۰۱۶ بالغ بر ۳۷۶ میلیون تن بوده است (FAO, 2017).

در ایران، سطح زیر کشت سیب‌زمینی در سال زراعی ۱۳۹۸-۱۳۹۷ برابر ۱۴۲۹۰۴ هکتار و متوسط عملکرد و میزان تولید کشوری آن در همان سال به‌ترتیب ۳۶/۶ تن در هکتار و ۵۲۳۷ هزار تن بوده است (Ahmadi *et al.*, 2016). در سال ۲۰۱۶ ایران رتبه سیزدهم جهان و رتبه سوم آسیا را بعد از چین و هندوستان از نظر تولید سیب‌زمینی به خود اختصاص داده است (FAO, 2017).

سوسک برگ‌خوار سیب‌زمینی، *Leptinotarsa decemlineata* (Say) مهمترین آفت سیب‌زمینی در ایران است (Iranipour *et al.*, 2016). تغذیه حشره کامل و لارو این آفت از ساقه و برگ سیب‌زمینی موجب کاهش عملکرد محصول می‌شود. به‌علاوه حشره کامل این آفت به گسترش تعدادی از بیماری‌های سیب‌زمینی نظیر بیماری ویروئیدی غده‌دوکی (Spindle tuber)، بیماری پژمردگی باکتریایی (Bacterial wilt) یا پوسیدگی قهوه‌ای (*Ralstonia solanacearum*) (Smith Ring Rot) بیماری پوسیدگی حلقوی (*Corynebacterium sepedonicum*) و سایر بیماری‌های سیب‌زمینی کمک می‌کند (Pedigo, 1999). به‌دلیل تداخل نسل‌ها، اغلب هر چهار مرحله زیست‌شناسی آفت (تخم، لارو، شفیره و حشره کامل) به‌طور هم‌زمان در مزرعه مشاهده می‌شوند، بنابراین مبارزه با آن بسیار مشکل است (Ragsdale & Radcliffe, 1999).

مارفونا و ساتینا در شرایط آزمایشگاهی بررسی نمودند. Ahmadi-Naghdehi و Ghassemi-Kahrizeh (۲۰۱۷) شاخص‌های زیستی سوسک برگ‌خوار سیب‌زمینی را روی چهار محصول سیب‌زمینی، گوجه‌فرنگی (*Solanum lycopersicum*)، بادنجان (*Solanum melongena*) و فلفل (*Capsicum annuum*) مورد مطالعه قرار دادند.

استفاده از ارقام مقاوم یکی از روش‌های مهم در برنامه‌های مدیریت تلفیقی این آفت محسوب می‌شود. تلفیق مؤثر روش‌های کنترل این آفت مهم ایجاب می‌نماید که اطلاعاتی در زمینه رشد و نمو آفت روی ارقام مختلف سیب‌زمینی در دسترس باشد. در زمینه بررسی مشخصات ریخت‌شناسی سوسک برگ‌خوار سیب‌زمینی بر روی ارقام مختلف و تأثیر رقم بر روی این شاخص‌ها مطالعات چندانی صورت نگرفته است.

آنتی‌بیوز نوع ویژه‌ای از مقاومت گیاهان به حشرات می‌باشد که در آن، گیاه بر روی زیست‌شناسی حشراتی که سعی در استفاده از آن گیاه به‌عنوان میزبان دارند تأثیر منفی می‌گذارد. اثرات آنتی‌بیوتیکی گیاهان مقاوم بر روی حشرات می‌تواند از ملایم تا کشنده باشد، اثرات کشنده آنتی‌بیوز ممکن است حاد باشد که در این صورت غالباً بر روی تخم‌ها و لاروهای جوان مؤثر واقع می‌شود. در صورتی که اثرات مزمن آنتی‌بیوز مانع تبدیل شدن لاروها به شفیره و بیرون آمدن حشرات کامل از پیله‌ها شده و بدین ترتیب باعث مرگ و میر لاروهای سنین بالا، پیش‌شفیره‌ها، شفیره‌ها و حشرات کامل می‌شود. همچنین در حشراتی نیز که از اثرات مستقیم آنتی‌بیوز جان سالم به در می‌برند یک‌سری اثرات نامطلوب از قبیل کاهش وزن و جثه حشره، طولانی‌تر شدن دوره‌های رشد و نمو مراحل لاروی و کاهش باروری افراد بالغ ظاهر می‌شود (Smith, 2005).

بنابراین به‌منظور بررسی اثرات آنتی‌بیوزی احتمالی چهار رقم سیب‌زمینی (ارقام آگریا و ساتینا به‌عنوان ارقام رایج پر کشت در ایران و ارقام بریجت و دلیکات به‌عنوان ارقام مقاوم به این آفت) بر روی زیست‌شناسی و

شاخص‌های ریخت‌شناسی سوسک برگ‌خوار سیب‌زمینی پس از سه نسل پرورش بر روی این ارقام، آزمایشی در شرایط گلخانه انجام گرفت تا اطلاعات دقیقی از تأثیر میزبان روی ویژگی‌های زیستی این حشره و زیست‌شناسی آن به‌دست آید تا در اقدامات مدیریتی این آفت استفاده شود.

مواد و روش‌ها

ارقام مورد بررسی

در این تحقیق، زیست‌شناسی سوسک برگ‌خوار سیب‌زمینی روی چهار رقم زراعی سیب‌زمینی به اسامی بریجت، دلیکات، ساتینا و آگریا مورد بررسی قرار گرفت. همچنین شاخص‌های ریخت‌شناسی آفت پرورش یافته بر روی این ارقام مورد ارزیابی قرار گرفت. نمونه‌های بذور (غده‌ها) از مرکز تحقیقات کشاورزی استان اردبیل با همکاری مؤسسه تولید و تکثیر نهال و بذر کشور تهیه گردید.

جمع‌آوری نمونه‌ها

توده‌هایی از تخم سوسک برگ‌خوار سیب‌زمینی از مزارع سیب‌زمینی اردبیل که سم‌پاشی نشده بودند در بیستم تیرماه ۱۳۹۵ جمع‌آوری شد. نمونه‌های جمع‌آوری شده در ظروف آزمایشگاهی به شهرستان نقده انتقال یافت.

پرورش آفت بر روی ارقام مورد بررسی

در محوطه اراضی کشاورزی هنرستان کشاورزی شهرستان نقده در ابتدای تابستان سال ۱۳۹۵ قطعه زمینی در ابعاد ۵×۲۰ مترمربع انتخاب شد و چهار قطعه مجزا هر کدام به مساحت ۲۰ مترمربع انتخاب و در هر قطعه یکی از ارقام مورد بررسی کشت گردید. قطعات با استفاده از فنس‌کشی و پارچه توری از همدیگر جدا شدند. در هر قطعه تعداد ۱۰ توده تخم و به تعداد تقریبی ۲۰۰ عدد تخم رهاسازی گردید و در روی همان رقم موردنظر پرورش یافتند. حشرات کامل پرورش یافته در هر قطعه در همان قطعه زمستان‌گذرانی کردند. در دو سال زراعی ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷ نیز همانند سال ۱۳۹۵ کاشت ارقام انجام و حشرات حاصل از پرورش در روی

نسخه ۲۱ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند و مقایسه میانگین‌ها با روش آزمون توکی انجام گرفت. تبدیل داده‌های مربوط به درصد تلفات با $\text{Arcsin} \sqrt{x}$ انجام گرفت.

تعیین دوره نشو و نمو جنینی

به منظور بررسی طول دوره رشد و نمو جنینی در روی ارقام مختلف، از هر رقم در هر تکرار یک برگ دارای دسته‌های تخم تقریباً هم‌سن انتخاب و به داخل ظروف پتری به قطر ۱۰ سانتی‌متر که در ته آن‌ها کاغذ صافی مرطوب قرار داشت، منتقل شدند. سپس ظروف پتری به داخل اطاقک رشدی با دمای 22 ± 2 درجه سانتی‌گراد، رطوبت نسبی 65 ± 5 درصد و دوره نوری ۱۴:۱۰ انتقال داده شد. درصد تفریح تخم‌ها و طول دوره انکوباسیون جنینی برای توده‌های تخم در تمامی ارقام بررسی و یادداشت گردید. نتایج حاصله با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۱ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. مقایسه میانگین‌ها با روش آزمون توکی انجام گرفت.

تعیین عرض کپسول سر سنین مختلف لاروی

به منظور اندازه‌گیری عرض کپسول سر، در روی گلدان‌هایی که ارقام در آن‌ها پرورش یافته بودند قفس‌های آستینی تعبیه گردید. از روی بوته‌های ارقام مختلف پرورش یافته در شرایط مزرعه‌ای، دو عدد توده تخم با شرایط مشابه انتخاب و در درون هر قفس آستینی قرار داده شد. بعد از تفریح تخم‌ها، هر روز هر قفس مورد بررسی قرار گرفت و به محض تغییر جلد، لاروهای حاصل به قفس آستینی جدید منتقل شد. در پوست‌اندازی بعدی نیز این عمل تکرار گردید تا کپسول‌های سر سه سن اول لاروی جمع‌آوری گردید. از هر سن لاروی، ۲۰ عدد کپسول سر انتخاب و عرض آن‌ها توسط میکروسکوپ مجهز به میکرومتر اندازه‌گیری شد. این کار در سه تکرار انجام گرفت. نتایج به دست آمده با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۱ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند و مقایسه میانگین‌ها با روش آزمون توکی انجام گرفت.

هر رقم، در روی همان رقم پرورش یافتند.

بررسی زیست‌شناسی آفت در شرایط گلخانه‌ای

این آزمایش در شرایط دمایی 22 ± 4 درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی 65 ± 5 درصد در فصل بهار (خردادماه) سال ۱۳۹۷ در شرایط نور طبیعی انجام گرفت. قبل از انجام آزمایشات اصلی، آفت به مدت سه نسل (یک نسل در سال ۱۳۹۵ و دو نسل در سال ۱۳۹۶) روی ارقام مورد بررسی پرورش یافت. در ابتدای بهار سال ۱۳۹۷ غده‌های هر یک از ارقام مورد بررسی در شرایط گلخانه و در گلدان‌های پلاستیکی به قطر ۲۲ و ارتفاع ۱۸ سانتی‌متر کاشته شد. پس از ۱۰ برگ شدن بوته‌ها، در هر گلدان قسمتی از یک بوته به عنوان یک شاخه تیمار منظور و در داخل قفس آستینی پلاستیکی مخصوص در ابعاد $25 \times 15 \times 10$ سانتی‌متر محبوس گردید. سپس در داخل هر قفس آستینی تعداد ۲۵ عدد لارو سن اول تازه تفریح شده که در روی همان رقم مورد نظر پرورش یافته بودند رهاسازی گردید و رشد و نمو لاروها به صورت روزانه مورد بررسی قرار گرفت. طول دوره لاروی برای هر یک از سنین مختلف لاروی روی چهار رقم زراعی مورد نظر بر حسب روز محاسبه گردید. در طی مدت بررسی در صورت لزوم شاخه‌های تیمار تعویض شد. برای بررسی دوره شفیرگی در ته ظروف یک‌بار مصرف پلاستیکی در ابعاد $20 \times 10 \times 15$ سانتی‌متر مقداری خاک‌اره به ارتفاع دو سانتی‌متر ریخته شد و جهت تأمین رطوبت مقداری پنبه خیس در گوشه هر ظرف قرار داده شد. لاروها به محض ورود به دوره پیش‌شفیرگی به داخل این ظروف منتقل شدند. برای پیگیری دقیق سرنوشت یک پیش‌شفیره هر یک از آن‌ها به وسیله محفظه‌هایی از بقیه جدا گردیدند. لاروهای مربوط به هر ظرف تیمار در یک ظرف ویژه قرار داده شدند و طول دوره‌های پیش‌شفیرگی و شفیرگی (مجموعاً) یادداشت گردید. در پایان این مدت درصد تلفات سنین مختلف لاروی و شفیرگی نیز محاسبه شد. این آزمایش در سه تکرار و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی انجام گرفت. نتایج به دست آمده با استفاده از نرم‌افزار SPSS

بررسی خصوصیات ریخت‌شناسی حشره

در این بررسی طول و عرض حشرات کامل نر و ماده، وزن حشرات کامل نر و ماده، وزن سنین مختلف لاروی و تعداد تخم موجود در هر توده تخم مورد بررسی قرار گرفت. این بررسی در سال ۱۳۹۷ انجام گرفت. بدین منظور در هر قطعه مربوط به هر رقم، سه نمونه و هر نمونه شامل سه بوته انتخاب گردید و از هر نمونه تعداد ۲۰ عدد لارو سنین مختلف و ۱۰ عدد حشره کامل نر و ماده (۲۰ روز پس از ظهور حشرات کامل) انتخاب و شاخص‌های مورد نظر ارزیابی گردید. برای تعیین وزن از ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۰۰۱ گرم و برای اندازه‌گیری طول و عرض حشرات کامل نر و ماده از کولیس با دقت ۰/۰۱ میلی‌متر استفاده شد. همچنین از هر نمونه تعداد پنج توده تخم انتخاب و میانگین آن‌ها تعیین و برای هر تکرار ثبت شد. نتایج به‌دست آمده با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۱ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند و مقایسه میانگین‌ها با روش آزمون توکی انجام گرفت.

نتایج و بحث

دوره نمودی آفت

از لحاظ طول دوره جنینی، ارقام مورد ارزیابی اختلاف معنی‌داری با هم نداشتند ولی طولانی‌ترین و کوتاه‌ترین دوره انکوباسیون جنینی به‌ترتیب با میانگین ۴/۸۰ و ۴/۲۷ روز مربوط به ارقام دلیکات و آگریا بود (جدول ۱). دوره جنینی و تفریح تخم‌ها به دما و رطوبت محیط بستگی دارد و حدود یک هفته به طول می‌انجامد (Capinera, 2001). Ardabili و Kazemi (۱۹۹۹) طول مدت نمودی جنینی این آفت در شرایط مزرعه‌ای اردبیل در دمای بالاتر از ۱۶/۵ درجه سانتی‌گراد را ۷ روز، در دمای ۱۵ تا ۱۶/۵ درجه سانتی‌گراد را ۸ تا ۹ روز و در دمای ۱۴ تا ۱۵ درجه سانتی‌گراد را ۱۴ تا ۱۵ روز گزارش نموده‌اند.

بر اساس مقایسه میانگین‌ها، طولانی‌ترین دوره نمودی لاروهای سنین اول تا چهارم به‌ترتیب با میانگین ۲/۲۳، ۲/۷۳، ۳/۹۰ و ۶/۲۰ روز روی رقم دلیکات و کوتاه‌ترین

دوره نمودی لاروهای ذکر شده به‌ترتیب با میانگین ۱/۶۷، ۲/۱۳، ۳/۱۳ و ۵/۲۷ روز در روی رقم آگریا مشاهده شد (جدول ۱). طولانی‌ترین و کوتاه‌ترین دوره نمودی لاروی به‌ترتیب با میانگین ۱۵/۰۷ و ۱۲/۲۰ روز بر روی ارقام دلیکات و آگریا مشاهده گردید. Asghar Fathi و همکاران (۲۰۱۳) در بررسی شاخص‌های زیستی سوسک برگ‌خوار سیب‌زمینی روی هفت رقم تجاری سیب‌زمینی شامل آگریا، آئوزونیا، دیامونت، کوسموس، کوندور، مورن و ساوالان میانگین طول دوره لاروی را ۱۳/۲ تا ۱۸/۳ روز محاسبه کردند که با نتایج این پژوهش مطابقت ندارد. این اختلاف می‌تواند به متفاوت بودن شرایط انجام آزمایشات در دو پژوهش و متفاوت بودن ارقام مورد بررسی مربوط باشد. طول دوره لاروی سوسک برگ‌خوار سیب‌زمینی توسط Dwyer و همکاران (۲۰۰۱) دو تا سه هفته گزارش شده است. در یک پژوهش که زیست‌شناسی این آفت روی پنج رقم کاسپر، آگریا، مارفونا، پاسنلر و گرانولا بررسی شد دوره نمودی لاروهای سنین اول و دوم روی ارقام مورد بررسی اختلاف معنی‌داری با هم نشان ندادند ولی دوره جنینی و دوره نمودی لاروهای سنین سوم و چهارم روی ارقام مختلف با هم اختلاف معنی‌داری داشتند (Yas & Gungor, 2005)؛ که با نتایج این تحقیق مطابقت ندارد. نوع ارقام و شرایط محیطی انجام آزمایش آن‌ها با این پژوهش متفاوت بود همچنین در پژوهش مذکور قبل از انجام آزمایشات اصلی سوسک برگ‌خوار سیب‌زمینی فقط یک نسل بر روی ارقام مورد بررسی پرورش یافت ولی در این پژوهش این کار به‌مدت سه نسل انجام گرفت. از نظر طول دوره نمودی شفیرگی ارقام مورد بررسی در دو گروه آماری قرار گرفتند به‌طوری‌که طولانی‌ترین و کوتاه‌ترین دوره نمودی شفیرگی به‌ترتیب با میانگین ۱۲/۹۰ و ۱۱/۳۰ روز روی ارقام دلیکات و آگریا مشاهده شد (جدول ۱). طول دوره شفیرگی آفت در شرایط طبیعی توسط Dwyer و همکاران (۲۰۰۱) ۱۰ روز گزارش شده است. در مطالعه Yas و Gungor (۲۰۰۵) اختلاف معنی‌داری بین ارقام مختلف از نظر دوره نمودی شفیرگی مشاهده نگردید.

اختلاف موجود را توجیه می‌کند. در یک پژوهش دیگر میانگین مدت نمو مراحل مختلف زیستی نابالغ آفت از تخم تا ظهور حشره کامل در شرایط دمایی ۲۰ درجه سانتی‌گراد، رطوبت نسبی ۷۰ درصد و دوره نوری ۱۲ ساعت، ۴۱ روز گزارش شده است (Nouri-Ganbalani, 1989). در بررسی جدول زندگی سوسک برگ‌خوار سیب‌زمینی روی چهار رقم آگریا، مارفونا، ساوالان و ساتینا در شرایط آزمایشگاهی (دمای 23 ± 3 درجه سانتی‌گراد، رطوبت نسبی 62 ± 10 درصد و دوره نوری طبیعی) کمترین مدت رشد و نمو مراحل نابالغ این آفت (لاروی و شفیرگی) روی رقم آگریا ($27/8 \pm 0/65$ روز) و بیشترین مدت این دوره را روی رقم ساوالان ($31/1 \pm 0/48$ روز) گزارش شده است (Iranipour *et al.*, 2016) که با نتایج این پژوهش مطابقت ندارد. تفاوت در شرایط انجام دو تحقیق اختلاف مزبور را توجیه می‌کند.

طولانی‌ترین و کوتاه‌ترین دوره نمو مراحل نابالغ (لاروی و شفیرگی) به ترتیب با میانگین ۲۷/۹۷ و ۲۳/۵۰ روز روی ارقام دلیکات و آگریا مشاهده گردید (جدول ۱).

طول مدت نمو مراحل مختلف زیستی آفت با توجه به دما، فتوپریود، گیاهان میزبان و کیفیت غذایی فرق می‌کند (Ferro *et al.*, 1983; Tauber *et al.*, 1988a, b, c; Voss *et al.*, 1988; Voss & Ferro, 1990a, b; Chalifour *et al.*, 1998). در یک بررسی طول مدت نمو لاروی سوسک برگ‌خوار سیب‌زمینی در دمای ۱۸ درجه سانتی‌گراد، ۱۹ روز و در دمای ۲۷ درجه سانتی‌گراد ۹ روز گزارش شده است (Hare, 1990)، همچنین طول دوره زیستی آفت از تخم تا حشره کامل روی رقم آگریا ۳۳/۰۵ روز گزارش شده است (Yas & Gungor, 2005). در حالت کلی نتایج حاصل از این پژوهش نیز با نتایج تحقیقات محققان فوق مطابقت ندارد. تفاوت در شرایط انجام آزمایشات

جدول ۱- مقایسه میانگین طول دوره نمو سوسک برگ‌خوار سیب‌زمینی روی ارقام مورد بررسی

Table 1- Mean comparison of the developmental period of *L. decemlineata* on the studied cultivars

طول دوره (روز) Developmental period (Day)	ژنوتیپ Cultivar			
	آگریا Agria	ساتینا Stima	بریجت Bridjet	دلیکات Delikat
انکوباسیون جنینی Incubation	4.27 ^a ±0.27	4.43 ^a ±0.07	4.73 ^a ±0.07	4.80 ^a ±0.10
لاروهای سنین اول 1 st Instar Larvae	1.67 ^b ±0.09	2.00 ^{ab} ±0.06	2.20 ^a ±0.12	2.23 ^a ±0.09
لاروهای سنین دوم 2 nd Instar Larvae	2.13 ^b ±0.14	2.17 ^b ±0.14	2.70 ^a ±0.10	2.73 ^a ±0.18
لاروهای سنین سوم 3 rd Instar Larvae	3.13 ^b ±0.20	3.17 ^b ±0.03	3.67 ^a ±0.13	3.90 ^a ±0.21
لاروهای سنین چهارم 4 th Instar Larvae	5.27 ^b ±0.38	5.33 ^b ±0.14	5.97 ^{ab} ±0.22	6.20 ^a ±0.29
کل دوره لاروی Total Larval Period	12.20 ^b ±0.51	12.67 ^b ±0.29	14.53 ^a ±0.24	15.07 ^a ±0.52
دوره شفیرگی Pupal Period	11.30 ^b ±0.51	11.67 ^{ab} ±0.18	12.60 ^{ab} ±0.15	12.90 ^a ±0.30
مراحل نابالغ Larval & Pupal Period	23.50 ^b ±0.23	24.33 ^b ±0.47	27.13 ^a ±0.08	27.97 ^a ±0.47

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ردیف، بر اساس آزمون توکی در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری ندارند. میانگین ± خطای معیار
Means followed by the same letters in each row are not significantly different according to Tukey's (HSD) test (P<0.05). Mean± SE

سنین سوم و چهارم بود که با نتایج حاصل از تحقیق Iranipour و همکاران (۲۰۱۶) مطابقت ندارد به طوری که آن‌ها کمترین تلفات لاروی را در سن اول و بیشترین تلفات را در سن چهارم مشاهده نمودند. تفاوت بودن شرایط انجام آزمایش‌های دو تحقیق

میزان تلفات مراحل مختلف زیستی آفت در روی ارقام مختلف در جدول ۲ ارائه شده است، بر اساس نتایج حاصل از این تحقیق، در بین چهار سن مختلف لاروی، بیشترین میزان تلفات مربوط به لاروهای سنین اول و دوم و کمترین میزان تلفات لاروی مربوط به لاروهای

میزان تلفات گزارش شده روی رقم آگریا با این تحقیق مطابقت ندارد، متفاوت بودن شرایط انجام آزمایشات در دو تحقیق می‌تواند دلیل این تفاوت باشد. همچنین Ghassemi-Kahrizeh و همکاران (۲۰۱۰) در بررسی زیست‌شناسی سوسک برگ‌خوار سیب‌زمینی روی رقم ۳۳ رقم زراعی سیب‌زمینی نتایج مشابهی را گزارش کردند. Iranipour و همکاران (۲۰۱۶) در بررسی جدول زندگی سوسک برگ‌خوار سیب‌زمینی روی چهار رقم سیب‌زمینی آگریا، مارفونا، ساوالان و ساتینا میزان تلفات دوره نمو مراحل نابالغ آفت بر روی این ارقام را به ترتیب ۲۷/۵، ۲۲/۵، ۳۰/۵ و ۴۷/۵ گزارش نمودند که با نتایج این پژوهش متفاوت است. علت این اختلاف می‌تواند به متفاوت بودن شرایط انجام دو پژوهش مربوط باشد به طوری که آن‌ها بررسی خود را در شرایط کامل آزمایشگاهی انجام دادند. همچنین در این پژوهش قبل از انجام آزمایشات اصلی، سوسک برگ‌خوار سیب‌زمینی به مدت سه نسل بر روی ارقام مورد نظر پرورش یافته بود.

شاخص‌های ریخت‌شناسی

بر اساس مقایسه میانگین‌ها، در سن اول لاروی کمترین و بیشترین عرض کپسول سر به ترتیب با میانگین ۰/۵۹ و ۰/۷۱ میلی‌متر مربوط به لاروهای پرورش یافته روی ارقام بریجت و آگریا بود. در مورد لاروهای سنین دوم و سوم کمترین عرض کپسول سر به ترتیب با میانگین ۱/۰۱ و ۱/۵۵ میلی‌متر مربوط به لاروهای پرورش یافته روی ارقام دلیکات و بریجت بود و بیشترین عرض کپسول سر در سنین دوم و سوم لاروی به ترتیب با میانگین ۱/۱۸ و ۱/۶۸ میلی‌متر مربوط به لاروهای پرورش یافته روی رقم آگریا بود (جدول ۳). در زمینه بررسی تأثیر رقم بر روی شاخص‌های ریخت‌شناسی آفت تحقیقات زیادی در دست نیست. در یک پژوهش عرض کپسول سر این آفت برای سنین اول، دوم و سوم لاروی به ترتیب ۰/۶۵، ۱/۰۹ و ۱/۶۷ میلی‌متر گزارش شده است (Boiteau & Le Blanc, 1992) که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد.

می‌تواند دلیل عدم مشابهت نتایج باشد زیرا تحقیق آن‌ها در شرایط آزمایشگاهی و این تحقیق در شرایط گلخانه و در دما و رطوبت نسبی متفاوت انجام گرفت. بر اساس مقایسه میانگین‌ها بیشترین میزان تلفات دوره لاروی در روی ارقام بریجت و دلیکات با میانگین ۳۲/۲۲ درصد و کمترین مقدار آن در روی رقم آگریا با میانگین ۱۵/۵۶ درصد مشاهده گردید. نتایج این تحقیق در خصوص تلفات دوره لاروی با نتایج تحقیق Ghassemi-Kahrizeh و همکاران (۲۰۱۰) مطابقت دارد. بیشترین و کمترین میزان تلفات دوره شفیرگی به ترتیب با میانگین ۳۷/۶۸ و ۲۷/۱۷ درصد در روی ارقام بریجت و استیما مشاهده گردید. در تحقیق Iranipour و همکاران (۲۰۱۶) در مرحله شفیرگی سوسک برگ‌خوار سیب‌زمینی روی چهار رقم سیب‌زمینی آگریا، مارفونا، ساوالان و ساتینا هیچ‌گونه تلفاتی مشاهده نگردید که این نتایج با نتایج این تحقیق مطابقت ندارد. متفاوت بودن شرایط انجام آزمایش‌های دو تحقیق و به خصوص بستر متفاوت نگهداری شفیره‌ها در دو تحقیق می‌تواند دلیل عدم مطابقت نتایج دو تحقیق باشد. بر اساس مقایسه میانگین‌ها، بیشترین و کمترین میزان تلفات دوره نمو مراحل نابالغ آفت (لاروی و شفیرگی) به ترتیب با میانگین ۵۷/۷۸ و ۳۸/۸۹ درصد در روی ارقام بریجت و آگریا مشاهده گردید (جدول ۲).

Asghar Fathi و همکاران (۲۰۱۳) در بررسی جدول زیستی سوسک برگ‌خوار سیب‌زمینی روی هفت رقم تجاری سیب‌زمینی که تنها رقم آگریا جزو ارقام مشابه با ارقام مورد بررسی در این تحقیق بود میزان تلفات مراحل نابالغ آفت (لاروی و شفیرگی) روی هفت رقم مورد بررسی را ۴۰ تا ۵۰ درصد گزارش نمودند که مشابه نتایج این تحقیق بود. همچنین نتایج مشابهی توسط Yas و Gungor (۲۰۰۵) به دست آمده است، به طوری که آن‌ها با بررسی زیست‌شناسی سوسک برگ‌خوار سیب‌زمینی در روی پنج رقم آگریا، پاسینلر، مارفونا، گرانولا و کاسپار مشاهده نمودند که روی این پنج رقم تلفات دوره رشد و نمو به ترتیب ۵۶/۱۰، ۶۷/۳۴، ۷۸/۱۹، ۵۹/۵۷ و ۲۸/۵۷ درصد بوده است که

جدول ۲- مقایسه میانگین تلفات دوره نمو سوسک برگ‌خوار سیب‌زمینی روی ارقام مورد بررسی

Table 2- Mean comparison of the developmental mortality of *L. decemlineata* on the studied cultivars

تلفات دوره نمو (درصد)	Developmental mortality (%)	ژنوتیپ Cultivar			
		آگریا	ساتینا	بریجت	دلیکات
		Agria	Stima	Bridjet	Delikat
لاروهای سنین اول	1 st Instar Larvae	10.00 ^a ±1.92	11.11 ^a ±1.11	14.44 ^a ±2.94	16.67 ^a ±1.93
لاروهای سنین دوم	2 nd Instar Larvae	6.13 ^a ±1.14	8.73 ^a ±1.19	10.33 ^a ±1.01	9.29 ^a ±1.13
لاروهای سنین سوم	3 rd Instar Larvae	0.00 ^b ±0.00	1.39 ^{ab} ±0.39	5.87 ^a ±1.61	5.86 ^a ±1.42
لاروهای سنین چهارم	4 th Instar Larvae	0.00 ^b ±0.00	1.33 ^{ab} ±0.33	6.08 ^a ±1.31	4.69 ^a ±0.07
کل دوره لاری	Total Larval Period	15.56 ^b ±1.11	21.11 ^b ±1.11	32.22 ^a ±2.22	32.22 ^a ±1.11
دوره شفیرگی	Pupal Period	27.69 ^b ±2.58	27.17 ^b ±1.66	37.68 ^a ±2.79	34.37 ^a ±2.36
مراحل نابالغ	Larval & Pupal Period	38.89 ^b ±2.94	43.33 ^b ±1.93	57.78 ^a ±2.22	55.56 ^a ±1.11

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ردیف، بر اساس آزمون توکی در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری ندارند. میانگین± خطای معیار
Means followed by the same letters in each row are not significantly different according to Tukey's (HSD) test (P<0.05). Mean± SE

جدول ۳- مقایسه میانگین عرض کپسول سر لاروهای سوسک برگ‌خوار سیب‌زمینی روی ارقام مورد بررسی

Table 3- Mean comparison of the larvae head capsule width of *L. decemlineata* on the studied cultivars

عرض کپسول سر لاروها (میلی‌متر)	Larvae head capsule width (mm)	ژنوتیپ Cultivar			
		آگریا	ساتینا	بریجت	دلیکات
		Agria	Stima	Bridjet	Delikat
لاروهای سنین اول	1 st Instar Larvae	0.71 ^b ±0.01	0.63 ^{ab} ±0.02	0.59 ^a ±0.02	0.60 ^{ab} ±0.03
لاروهای سنین دوم	2 nd Instar Larvae	1.18 ^c ±0.04	1.14 ^{bc} ±0.02	1.07 ^{ab} ±0.02b	1.01 ^a ±0.03
لاروهای سنین سوم	3 rd Instar Larvae	1.68 ^b ±0.04	1.67 ^b ±0.02	1.55 ^a ±0.03	1.56 ^a ±0.03

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ردیف، بر اساس آزمون توکی در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری ندارند. میانگین± خطای معیار
Means followed by the same letters in each row are not significantly different according to Tukey's (HSD) test (P<0.05). Mean± SE

حشرات کامل ۱۲-۸ و عرض بدن آن‌ها ۷-۶ میلی‌متر گزارش شده است (Nouri-Ganbalani, 1986) که با نتایج این پژوهش مطابقت دارد. نتایج این تحقیق در زمینه طول و عرض حشرات کامل با نتایج حاصل از تحقیق Wilkerson و همکاران (۲۰۰۵)، Eaton و Maccini (۲۰۱۶) و Hahn (۲۰۱۹) مشابهت دارد.

بر اساس مقایسه میانگین‌ها، کمترین و بیشترین وزن بدن در لاروهای سن اول به ترتیب با میانگین ۰/۹۹ و ۱/۳۲ میلی‌گرم روی ارقام بریجت و آگریا مشاهده گردید همچنین کمترین و بیشترین وزن بدن در لاروهای سن دوم به ترتیب با میانگین ۴/۱۷ و ۵/۰۳ میلی‌گرم نیز مربوط به لاروهای پرورش یافته روی ارقام بریجت و آگریا بود. کمترین و بیشترین وزن بدن در لاروهای سن سوم به ترتیب با میانگین ۲۳/۲۰ و ۳۱/۳۷ میلی‌گرم روی ارقام دلیکات و آگریا و کمترین و

نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها نشان داد روی تمام ارقام مورد بررسی اندازه حشرات کامل ماده بزرگ‌تر از حشرات کامل نر بود. بر اساس مقایسه میانگین‌ها، کمترین و بیشترین طول بدن حشرات کامل ماده به ترتیب با میانگین ۱۰/۶۰ و ۱۱/۳۸ میلی‌متر مربوط به حشرات کامل پرورش یافته روی ارقام دلیکات و استیما بود همچنین کمترین و بیشترین عرض بدن حشرات کامل ماده به ترتیب با میانگین ۶/۴۴ و ۶/۸۱ میلی‌متر نیز روی ارقام دلیکات و آگریا مشاهده گردید. کمترین و بیشترین طول بدن حشرات کامل نر به ترتیب با میانگین ۱۰/۰۴ و ۱۰/۶۲ میلی‌متر مربوط به حشرات کامل پرورش یافته بر روی ارقام بریجت و آگریا بود و کمترین و بیشترین عرض بدن آن‌ها نیز به ترتیب با میانگین ۶/۰۷ و ۶/۳۵ میلی‌متر روی ارقام دلیکات و آگریا مشاهده شد (جدول ۴). در یک بررسی طول بدن

اساس مقایسه میانگین‌ها، کمترین و بیشترین وزن بدن در حشرات کامل ماده به‌ترتیب با میانگین ۱۵۹/۳۳ و ۱۸۰ میلی‌گرم روی ارقام دلیکات و آگریا و کمترین و بیشترین وزن بدن در حشرات کامل نر نیز به‌ترتیب با میانگین ۱۳۵ و ۱۵۸/۶۷ میلی‌گرم روی همان ارقام مشاهده شد (جدول ۵). بر اساس یک تحقیق دیگر وزن حشرات کامل بین ۱۰۰ تا ۲۰۰ میلی‌گرم گزارش شده و وزن حشرات کامل ماده همیشه بیشتر از وزن حشرات کامل نر گزارش شده است (Nouri-Ganbalani, 1986) که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد.

بیشترین وزن بدن در لاروهای سن چهارم به‌ترتیب با میانگین ۸۵/۶۷ و ۹۵ میلی‌گرم نیز روی همان ارقام مشاهده شد (جدول ۵). محققین دیگر وزن متوسط لاروهای سنین اول تا چهارم سوسک برگ‌خوار سیب‌زمینی را به‌ترتیب ۰/۴۵ تا ۳، ۲ تا ۱۰، ۲۵ تا ۴۰ و ۵۰ تا ۱۷۰ میلی‌گرم گزارش کرده‌اند (Boiteau & Le Blanc, 1992; Nouri-Ganbalani, 1986) که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد. مقایسه میانگین‌ها نشان داد وزن حشرات کامل ماده پرورش‌یافته در همه ارقام مورد بررسی بیشتر از وزن حشرات کامل نر بود. بر

جدول ۴- مقایسه میانگین طول و عرض حشرات کامل نر و ماده سوسک برگ‌خوار سیب‌زمینی روی ارقام مورد بررسی
Table 4- Mean comparison of the length and width of the male and female adults of *L. decemlineata* on the studied cultivars

طول و عرض حشرات (میلی‌متر) Length and width (mm)		ژنوتیپ Cultivar			
		آگریا Agria	ساتینا Stima	بریجت Bridjet	دلیکات Delikat
طول حشرات ماده	Length of Female	11.38 ^b ±0.27	11.43 ^b ±0.11	10.98 ^{ab} ±0.11	10.60 ^a ±0.23
عرض حشرات ماده	Width of Female	6.81 ^b ±0.12	6.79 ^b ±0.06	6.59 ^{ab} ±0.07	6.44 ^a ±0.13
طول حشرات نر	Length of Male	10.62 ^b ±0.22	10.51 ^{ab} ±0.07	10.04 ^a ±0.05	10.17 ^{ab} ±0.06
عرض حشرات نر	Width of Male	6.35 ^c ±0.09	6.28 ^{bc} ±0.06	6.09 ^{ab} ±0.06	6.07 ^a ±0.04

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ردیف، بر اساس آزمون توکی در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری ندارند. میانگین± خطای معیار
Means followed by the same letters in each row are not significantly different according to Tukey's (HSD) test (P<0.05). Mean± SE

جدول ۵- مقایسه میانگین وزن لاروهای سنین مختلف سوسک برگ‌خوار سیب‌زمینی روی ارقام مورد بررسی
Table 5- Mean comparison of the weight of different instars larvae of *L. decemlineata* on the studied cultivars

وزن لاروهای سنین مختلف (میلی‌گرم) Weight of different instars larvae (mg)		ژنوتیپ Cultivar			
		آگریا Agria	ساتینا Stima	بریجت Bridjet	دلیکات Delikat
لاروهای سنین اول	1 st Instar Larvae	1.32 ^b ±0.03	1.25 ^b ±0.03	0.99 ^a ±0.04	1.00 ^a ±0.04
لاروهای سنین دوم	2 nd Instar Larvae	5.03 ^b ±0.14	4.67 ^{ab} ±0.20	4.17 ^a ±0.18	4.23 ^a ±0.14
لاروهای سنین سوم	3 rd Instar Larvae	31.37 ^b ±1.27	29.10 ^{ab} ±1.96	24.70 ^{ab} ±0.57	23.20 ^a ±0.97
لاروهای سنین چهارم	4 th Instar Larvae	95.00 ^b ±2.89	92.83 ^{ab} ±1.01	86.83 ^a ±0.93	85.67 ^a ±1.59

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ردیف، بر اساس آزمون توکی در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری ندارند. میانگین± خطای معیار
Means followed by the same letters in each row are not significantly different according to Tukey's (HSD) test (P<0.05). Mean± SE

توسط پژوهشگران مختلف ۲۰ تا ۳۰ عدد (Boiteau & Le Blanc, 1992)، ۱۰ تا ۴۰ عدد (Capinera, 2001)، ۱۰ تا ۳۰ عدد (Dwyer et al., 2001)، ۱۰ تا ۳۰ عدد (Radcliffe & Lagnaoui, 2005; Hahn, 2019)

بر اساس مقایسه میانگین‌ها کمترین و بیشترین تعداد تخم موجود در توده تخم به‌ترتیب با میانگین ۲۴ و ۳۶/۱۳ عدد مربوط به ارقام دلیکات و آگریا بود (جدول ۶). میانگین تعداد تخم موجود در توده تخم این آفت

۲۰ تا ۶۰ عدد (Hare, 1990) و ۲۵ تا ۸۰ عدد تخم که نتایج این پژوهش با نتایج پنج پژوهش اول مطابقت دارد. گزارش شده است (Nouri-Ganbalani, 1986).

جدول ۶- مقایسه میانگین تعداد تخم و وزن حشرات کامل سوسک برگ‌خوار سیب‌زمینی روی ارقام مورد بررسی
Table 6- Mean comparison of the egg number and weight of adults of *L. decemlineata* on the studied cultivars

صفات مختلف Traits differente		ژنوتیپ Cultivar			
		آگریا Agria	ساتینا Stima	بریجت Bridjet	دلیکات Delikat
تعداد تخم	The number of egg/Mass	36.13 ^b ±2.77	30.40 ^{ab} ±3.19	25.40 ^{ab} ±1.77	24.00 ^a ±1.61
وزن حشره کامل ماده (میلی‌گرم)	Female Adults (mg)	180.33 ^b ±8.22	178.67 ^b ±5.55	160.33 ^a ±3.93	159.33 ^a ±5.49
وزن حشره کامل نر (میلی‌گرم)	Male Adults (mg)	158.67 ^b ±5.93	153.67 ^{ab} ±4.67	136.00 ^a ±3.06	135.00 ^a ±2.65

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ردیف، بر اساس آزمون توکی در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری ندارند. میانگین±خطای معیار
Means followed by the same letters in each row are not significantly different according to Tukey's (HSD) test (P<0.05). Mean±SE

مقایسه با ارقام آگریا و استیما از مطلوبیت کمتری برای سوسک برگ‌خوار سیب‌زمینی برخوردار بودند که می‌توان از این ارقام در برنامه‌های اصلاح نباتات برای تولید ارقام مقاوم استفاده نمود.

سپاسگزاری

از ریاست محترم هنرستان کشاورزی شهید اسماعیلی شهرستان نقده به جهت انجام آزمایشات در مزرعه و گلخانه هنرستان تقدیر و تشکر می‌نماید.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج این مطالعه نشان داد رقم زراعی نه تنها تمامی ویژگی‌های زیست‌شناسی سوسک برگ‌خوار سیب‌زمینی مانند طول دوره نموی و میزان بقای آن را تحت تأثیر قرار داد بلکه تمامی شاخص‌های ریخت‌شناسی آفت از قبیل اندازه بدن سنین مختلف لاروی و حشره کامل و وزن آن‌ها را نیز تحت تأثیر قرار داد. بر اساس مقایسه میانگین‌ها در حالت کلی ارقام دلیکات و بریجت در

References

- Ahmadi, K., Golizadeh, H., Ebadzadeh, H. R., Hatami, F., Fazli Estabragh, M., Hosseinpour, R., Kazemian, A. & Rafie, M. (2016). *Agricultural statistics*. Vol 1, Ministry of Agriculture, Tehran, Iran. (In Persian)
- Boiteau, G. & Le Blanc, J. P. R. (1992). Colorado potato beetle life stages. Minister of Supply and Services Canada.
- Capinera, J. L. (2001). *Hand book of vegetable pests*. Academic Press, San Diego.
- Chalifour, S., Dufault, C., Hudson, J. & Mulye, H. (1998). Meeting on the integrated pest management of Colorado potato beetle. Retrieved January 21, 1998, from <http://www.hc-sc.ca/pmra-arla/adcpbme1.html>.
- Dwyer, J. D., Dill, J. F. & Carter, H. S. (2001). *Colorado potato beetle (Leptinotarsa decemlineata Say.)*. Maine Potato IPM Program, Cooperative Extension, University of Maine.
- Eaton, A. T. & Maccini, R. (2016). *Colorado potato beetle*. Retrieved July 2016, https://extension.unh.edu/sites/default/files/migrated_unmanaged_files/Resource002811_Rep4166.
- Food and Agriculture Organization statistical database (2017). Retrieved August 26, 2018, from <http://www.faostat.org>.
- Fathi, S. A., Fakhr-Taha, Z., Razmjou, J. & Palumbo, J. (2013). Life-history parameters of the Colorado potato beetle, *Leptinotarsa decemlineata*, on seven commercial cultivars of Potato, *Solanum tuberosum*. *Journal of Insect Science*,

- 13(1), 132-133.
- Ferro, D. N., Morzuch, B. J. & Margolies, D. (1983). Crop loss assessment of the Colorado potato beetle (Coleoptera: Chrysomelidae) on potatoes in western Massachusetts. *Journal of Economic Entomology*, 76(2), 349-356.
 - Ghassemi-Kahrizeh, A., Nouri-Ganbalani, G., Shayesteh, N. & Bernousi, I. (2010). Study on the resistance components in 33 commercial Potato cultivars to Colorado potato beetle, *Leptinotarsa decemlineata* (Col.: Chrysomelidae). *Journal of Entomological Society of Iran*, 31, 51-68. (In Persian)
 - Ghassemi-Kahrizeh, A. & Ahmadi-Naghadehi, S. (2017). The effect of host switching on biological characteristics of Colorado potato beetle, *Leptinotarsa decemlineata* under greenhouse conditions. *Iranian Journal of Plant Protection Science*, 48, 207-215. (In Persian)
 - Golizadeh, A., Nouri-Ganbalani, G. & Kamali, K. (2003). A study on the density and seasonal population dynamics of Colorado potato beetle, *Leptinotarsa decemlineata* Say. (Col., Chrysomelidae), in Arasbaran region of east Azerbaijan, Iran. *Journal of Agricultural Science*, 34, 47-54. (In Persian)
 - Hare, J. D. (1990). Ecology and management of the Colorado potato beetle. *Annual Review of Entomology*, 35, 81-100.
 - Hahn, J. (2019). *Colorado potato beetle in home gardens*. Retrieved July 12, 2019, from <https://extension.umn.edu/yard-and-garden-insects/colorado-potato-beetles>.
 - Iranipour, S., Esfandi, K. & Kazemi, M. (2016). Life history of the Colorado potato beetle, *Leptinotarsa decemlineata* Say. (Coleoptera: Chrysomelidae), on four Potato varieties in Iran. *Journal of Crop Protection*, 5, 139-148.
 - Kazemi, M. H. & Ardabili, J. (1999). Study of biologic condition of Colorado potato beetle, *Leptinotarsa decemlineata* (Say), in Ardabil province during 1984-1990. *Journal of Agricultural Knowledge*, 9, 41-53. (In Persian)
 - Lyytinen, A., Lindstrom, L., Mappes, J., Julkunen-Tiitto, R., Fasulati, S. R. & Tiilikkala, K. (2007). Variability in host plant chemistry: behavioural responses and life-history parameters of the Colorado potato beetle (*Leptinotarsa decemlineata*). *Chemoecology*, 17(1), 51-56.
 - Nouri-Ganbalani, G. (1986). *The Colorado potato beetle, a new pest that threat potato production in Iran*. Tabriz University Press. (In Persian)
 - Nouri-Ganbalani, G. (1989). Preliminary study of Colorado potato beetle, *Leptinotarsa decemlineata* (Say), biology in Ardabil province. *Journal of Agricultural Science*, 20, 1-9. (In Persian)
 - Pedigo, L. P. (1999). *Entomology and pest management*. (3th ed.). Prentice Hall, N. J. USA.
 - Pelletier, Y., Clark, C. & Tai, G. C. (2001). Resistance of three wild tuber-bearing potatoes to the Colorado potato beetle. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 100(1), 31-41.
 - Pelletier, Y. & Duthel, J. (2006). Behavioural responses of the Colorado potato beetle to trichomes and leaf surface chemicals of *Solanum tarijense*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 120(2), 125-130.
 - Pelletier, Y. (2007). Level and genetic variability of resistance to the Colorado potato beetle (*Leptinotarsa decemlineata* (say) in wild solarium species. *American Journal of Potato Research*, 84(2), 143-148.
 - Radcliffe, E. B. & Lagnaoui, A. (2005). Pests and diseases, part D: Insects in Potato. In: R. Viola, C. Gebhardt, D. Mackerron & R. Vreugdnhil (Eds.), *Potato biology and biotechnology: Advances and Perspectives*. (pp. 541-567). Elsevier, Amsterdam.
 - Ragsdale, D. & Radcliffe, E. B. (1999). Colorado potato beetle management.

- Retrieved January 14, 1999, from <http://imp.world.umn.edu/aphidalert/CPB~DWR.htm>.
- Smith, C. M. (2005). *Plant resistance to arthropods*. Springer Publishers, Netherlands.
 - Tauber, C. A., Tauber, M. J., Gollands, B., Wright, R. J. & Obrycki, J. J. (1988a). Preimaginal development and reproductive responses to temperature in two populations of the Colorado potato beetle (Coleoptera: Chrysomelidae). *Annals of the Entomological Society of America*, 81(5), 755-763.
 - Tauber, M. J., Tauber, C. A., Obrycki, J. J., Gollands, B. & Wright, R. J. (1988b). Voltinism and the induction of aestival diapause in the Colorado potato beetle, *Leptinotarsa decemlineata* (Coleoptera: Chrysomelidae). *Annals of the Entomological Society of America*, 81(5), 748-754.
 - Tauber, M. J., Tauber, C. A., Obrycki, J. J., Gollands, B. & Wright, R. J. (1988). Geographical variation in responses to photoperiod and temperature by *Leptinotarsa decemlineata* (Coleoptera: Chrysomelidae) during and after dormancy. *Annals of the Entomological Society of America*, 81(5), 764-773.
 - Voss, R. H. & Ferro, D. N. (1990a). Phenology of flight and walking by Colorado potato beetle adults in western Massachusetts. *Environmental Entomology*, 19(1), 117-122.
 - Voss, R. H. & Ferro, D. N. (1990b). Ecology of migrating Colorado potato beetles (Coleoptera: Chrysomelidae) in western Massachusetts. *Environmental Entomology*, 19(1), 123-129.
 - Voss, R. H., Ferro, D. N. & Logan, J. A. (1988). Role of reproductive diapause in the population dynamics of the Colorado potato beetle (Coleoptera: Chrysomelidae) in western Massachusetts. *Environmental Entomology*, 17(5), 863-871.
 - Weber, D. C. & Ferro, D. N. (1996). Flight and fecundity of Colorado potato beetles (Coleoptera: Chrysomelidae) fed on different diets. *Annual Entomological Society of America*, 89, 297-306.
 - Widerski, K., Wachowiak, H., Mrowczynski, M. & Grala, B. (1997). The occurrence of the Colorado beetle on Potato varieties and strains. *Journal of Plant Protection Research*, 37, 85-93.
 - Wilkerson, J. L., Webb, S. E., Capinera, J. L. & Fasulo, T. R. (2005). Vegetable Pests II: Acari-Hemiptera-Orthoptera-Thysanoptera. *UF/IFAS CD-ROM. SW, 181*.
 - Yas, 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(4), 589-596.