آفات و بیماری‌های گیاهی
جلد ۸۸، شماره ۱، شهریور ۱۳۹۹
DOI: 10.22092/jaep.2020.341904.1329

مقاله پژوهشی

تأثیر میوه و برگ شش رقم پسته روی شاخص‌های تغذیه‌ای *Helicoverpa armigera*

الهام حیدری افشار[۱]، سید مظفر منصوری✉[۱]، محمدرضا لشکری[۱]، مهدی بصیرت[۲]

۱- به‌ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد حشره‌شناسی کشاورزی و استادیار گروه تنوع زیستی، پژوهشگاه علوم و تکنولوژی پیشرفته و علوم محیطی، دانشگاه تحصیلات تکمیلی صنعتی و فناوری پیشرفته، کرمان، ایران؛ ۲- استادیار گروه گیاه‌پزشکی، پژوهشکده پسته، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رفسنجان، ایران

(تاریخ دریافت: اسفند ۱۳۹۸؛ تاریخ پذیرش: خرداد ۱۳۹۹)

چکیده

کرم قوزه پنبه در برخی از مناطق پسته‌کاری استان کرمان به ویژه در سیرجان به عنوان تهدیدی برای محصول پسته می باشد. در این پژوهش، برای ارزیابی شاخص‌های تغذیه‌ای آفت روی میوه و برگ شش رقم پسته شامل ارقام احمدآقایی، اکبری، اوحدی، جندقی، کله‌قوچی و ممتاز، از لاروهای سن سوم استفاده شد. ظروف آزمایشی حاوی یک لارو و یک عدد برگ یا میوه بود که داخل اتاقک رشد در دمای ۲±۲۲ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ۵±۵۵ درصد و دوره‌ی نوری ۸: ۱۶ ساعت (تاریکی: روشنایی) قرار داده شدند. هر ۲٤ ساعت وزن لاروها، فضولات و وزن برگ و میوه خورده شده جداگانه اندازه‌گیری شدند. داده‌ها با آزمون واریانس یک‌طرفه در محیط نرم‌افزار SPSS تجزیه آماری شدند و دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای رسم شد. نتایج نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین کلیه شاخص‌های تغذیه‌ای لاروی روی ارقام مورد مطالعه پسته وجود دارد. کمترین مقادیر شاخص‌های بازدهی تبدیل غذای بلعیده شده (۰/۸۷±۱۷/۸۷ درصد) و کمترین شاخص‌بازدهی تبدیل غذای هضم شده (۰/٦۹±۲۱/۷۳ درصد) روی میوه رقم اوحدی مشاهده شد. همچنین کمترین مقادیر شاخص‌های بازدهی غذای بلعیده شده (۰/۸۹±۱۱/۸۷ درصد) و کمترین شاخص‌بازدهی غذای هضم شده (۰/۸۸±۱۵/٤۳ درصد) روی برگ رقم احمدآقایی مشاهده شد. بر اساس تجزیه خوشه‌ای لاروهای تغذیه شده روی برگ و میوه کلیه ارقام، بیشترین مقادیر شاخص‌های تغذیه‌ای در لاروهای تغذیه شده با میوه ارقام ممتاز، جندقی و کله‌قوچی مشاهده شد. کمترین مقدار این شاخص‌ها مربوط به لاروهای تغذیه شده با برگ و میوه رقم اوحدی و برگ رقم احمدآقایی به دست آمد.

واژه‌های کلیدی: پسته، تجزیه خوشه¬ای، کرم قوزه پنبه

The impact of fruit and leaf of six pistachio varieties on feeding indices of *Helicoverpa armigera*

E. HEYDARIAFSHAR[1], S. MOZAFFAR MANSOURI✉[1], M. LASHKARI [1], M. BASIRAT[2]

1. Department of Biodiversity, Institute of Science and High Technology and Environmental Sciences, Graduate University of Advanced Technology, Kerman, Iran; 2. Member of scientific board, Pistachio Research Center, Horticultural Sciences Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Rafsanjan, Iran.

Abstract

The cotton bollworm has been considered as a threatening pest in pistachio orchards in Kerman province especially in Sirjan . In this study, the nutritional indices of the third instar larvae reared on leaves and fruits of six pistachio varieties including Ahmad Aghaei, Akbari, Ohadi, Jandaghi, Kalehghochi and Momtaz. Experimental containers, containing one larvae and one fruit or leaf incubated at growth chamber with 22±2°C, 55±5% RH and a photoperiod of 16:8 (L: D). The weight of larvae, feces and consumed fruits and leaves were calculated every 24 hours. Data were analyzed by one-way ANOVA using SPSS software. The results showed significant differences in all larval nutritional indices on studied pistachio varieties. The lowest values of efficiency of conversion of ingested food (17.87±0.87%) and the lowest of efficiency of conversion of digested food (21.73±0.69 %) were observed on fruits of Ohadi variety. Also, the lowest of efficiency of conversion of ingested food (11.87±0.89 %) and the lowest of efficiency of conversion of digested food (15.43±0.88 %) were observed on leaves of Ahmad Aghaei variety. Based on the cluster analysis resuls, the highest values of nutritional indices were observed in larvae feeding on fruits of Momtaz, Jandaghi and Kaleghohi varieties. The lowest values were obtained on larvae reared on fruit and leaf of Ohadi and leaf of Ahmad Aghaei varieties.

Keywords: Cotton bollworm, cluster test, pistachio

✉ m.mansouri.89@gmail.com

مقدمه

گونه‌های راسته‌ی بال‌پولکداران (Lepidoptera) جز مخرب‌ترین آفات اقتصادی در میان حشرات هستند (Mazzi & Dorn 2012). کرم قوزه پنبه، *Helicoverpa armigera* Hübner (Lep.: Noctuidae) یکی از مهم‌ترین آفات کشاورزی با دامنه میزبانی وسیع است. این حشره دارای پراکنش جغرافیایی بسیار وسیعی است و مناطق پراکنش آن در آفریقا، خاورمیانه، جنوب اروپا، هندوستان، جنوب‌شرقی و مرکز آسیا، شمال و شرق استرالیا، زلاندنو و بسیاری از جزایر شرقی اقیانوس آرام می‌باشد (Smith, 2005). این گونه در ایران در اکثر مناطقی که پنبه و گوجه‌فرنگی کشت می‌شود از جمله گرگان، دشت مغان، فارس و کرمان انتشار دارد و لاروها با تغذیه از پنبه، توتون، گوجه‌فرنگی، آفتابگردان، سویا، ذرت، کنجد و نخود ایجاد خسارت می‌کنند (Khanjani, 2005). لاروهای این آفت در سنین اولیه عمدتا از برگ گیاهان میزبان و در مراحل رشدی بالاتر ترجیح می‌دهند از اندام‌های تولیدمثلی گیاه تغذیه کنند (Zalucki *et al*., 1986). اولین‌بار خسارت کرم قوزه پنبه روی میوه پسته توسط جلیلوند (Jalilvand, 2000) در رفسنجان گزارش شد. لاروها در اواخر فروردین از پوست میوه تازه تشکیل شده تغذیه می‌کنند. سپس با ایجاد سوراخی وارد آن شده و از جنین تغذیه می‌کنند. هر لارو در طول دوره لاروی به ۸ تا ۱۲ میوه حمله می‌کند و در طول فصل نیز این آفت از برگ درختان پسته نیز تغذیه می‌کند (Jalilvand, 2000; Mehrnejad, 2001). در چند سال گذشته این آفت در مناطقی از استان کرمان به ویژه سیرجان به محصول پسته خسارت وارد نموده است و جمعیت آن به‌تدریج در باغ‌های پسته افزایش یافته است (منتشر نشده). مطالعه وضعیت فیزیولوژی تغذیه‌ای حشرات در قالب ارزیابی شاخص‌های تغذیه‌ای کمک شایانی به شناخت تأثیر کمیت و کیفیت میزبان گیاهی بر میزان رشد و نمو و نوسانات زیست‌توده حشره طی دوره‌های مختلف رشدی می‌نماید (Nation, 2002). گیاه میزبان روی مراحل متعدد زیستی در حشرات از جمله رشد و نمو مراحل قبل از بلوغ، بقاء، تولید مثل و پارامترهای رشد جمعیت اثر می‌گذارد (Tsai & Wang, 2001; Kim & Lee, 2004). برخی از خصوصیات گیاه میزبان در مناسب یا نامناسب بودن آن گیاه برای تغذیه، تولید مثل و نشو و نمای حشره آفت نقش تعیین کننده‌ای دارند (Rafiq, 2008). در حشرات با دامنه‌ی میزبانی وسیع، در دسترس بودن گیاهان میزبان متعدد و همچنین کیفیت و کمیت غذای خورده شده نقش مهمی در رشد و نمو، تولید مثل و افزایش جمعیت نسل بعد حشره ایفا می‌کند (Valensia-Jimenes, 2007). میزبان‌های مختلف گیاهی به‌دلیل دارا بودن مجموعه‌ای از ویژگی‌های فیزیکی و بیوشیمیایی علاوه بر تأثیر احتمالی بر فعالیت آنزیم‌های گوارشی، بر شاخص‌های تغذیه‌ای آفت تاثیر می‌گذارند که مهم‌ترین آن‌ها شاخص بازدهی تبدیل غذای بلعیده شده و بازدهی تبدیل غذای هضم شده می‌باشند. شاخص بازدهی تبدیل غذای هضم شده یکی از شاخص‌های مهم تغذیه‌ای است که وضعیت فیزیولژیک حشره تحت بررسی را نیز نشان می‌دهد. به عبارت دیگر نمود تأثیر ترکیبات گیاهی بر فیزیولوژی آنزیم‌های گوارشی آفت، در شاخص‌های تغذیه‌ای حشره به ویژه شاخص بازدهی تبدیل غذای هضم شده استنتاج می‌شود. رشد، توسعه و تولید مثل حشرات به شدت به کیفیت و کمیت غذای خورده شده توسط حشره بستگی دارد (Slansky, 1982). بدیهی است که تنظیم یک برنامه کامل مدیریت آفات زمانی کامل‌تر خواهد بود که علاوه بر شناخت ویژگی‌های فیزیولوژی گوارشی حشره، اطلاعات جامع دیگری از وضعیت تغذیه‌ای حشره‌ی آفت نیز در اختیار باشد. در این میان، شاخص‌های تغذیه‌ای حشره‌ی آفت می‌توانند به عنوان معیاری مؤثر انتخاب و بررسی شود. متداول‌ترین شاخص‌های تغذیه‌ای در حشرات، توسط والدباور (۱۹٦۸) ارایه شده که این شاخص‌ها واکنش‌های رفتاری و فیزیولوژیکی حشرات را نسبت به کیفیت غذایی گیاه میزبان آشکار می‌سازد. محققین متعددی شاخص‌های تغذیه‌ای

آفات مختلف را روی میزبان‌های گیاهی آن‌ها مطالعه نموده‌اند (Fathipour *et al*., 2018; Jooyandeh *et al*., 2018; Khajeh, 2017; Mansouri *et al*., 2013; Bagheri *et* Mansouri & *al*., 2013; Zare *et al*., 2012; Hemati *et al*., 2012; Naseri *et al*., 2010).

با توجه به این نکته که این آفت در سال‌های اخیر در برخی مناطق پسته‌کاری استان کرمان و به طور ویژه در سیرجان در حال خسارت زدن به محصول پسته می‌باشد و به عنوان تهدید جدیدی تبدیل شده است و همچنین نظر به اینکه مطالعه مدونی در رابطه با ارزیابی شاخص‌های فیزیولوژیک از جمله شاخص‌های تغذیه‌ای این آفت روی میوه و برگ پسته وجود نداشت، لذا انجام این پژوهش ضروری به نظر می‌رسید. در نتیجه هدف از انجام این تحقیق، مقایسه‌ی میزان عکس‌العمل تغذیه‌ای آفت و مشخص شدن میزان حساسیت یا مقاومت نسبی ارقام مختلف پسته نسبت به خسارت این آفت بود.

مواد و روش‌ها

تهیه‌ی میوه و برگ ارقام مختلف پسته

میوه‌های جوان و برگ شش رقم پسته شامل: احمد آقایی، جندقی، ممتاز، اوحدی، اکبری و کله‌قوچی در اواخر فروردین ماه سال ۱۳۹۷ از باغ مرکز تحقیقات پسته کشور واقع در کیلومتر ۱۰ مسیر کرمان به زرند تهیه شدند. هیچگونه عملیات سمپاشی قبل از برداشت برگ و میوه‌ها انجام نشده بود. تیمار کودی و نوبت آبیاری برای کلیه ارقام یکسان صورت پذیرفته بود. به طور تصادفی تعداد ۱۵۰ عدد میوه و ۱۵۰ عدد برگ تقریباً هم اندازه از درختان هم سن از شش رقم مذکور چیده شد و پس از قرار دادن در کیسه‌های پلاستیکی مجزا به آزمایشگاه تنوع زیستی دانشگاه تحصیلات تکمیلی صنعتی و فناوری پیشرفته منتقل شدند و داخل یخچال در دمای ٤ درجه سلسیوس برای انجام آزمایش‌ها به‌مدت دو هفته نگهداری شدند.

پرورش شب‌پره کرم قوزه‌ی پنبه

برای تهیه‌ی کلنی شب‌پره کرم قوزه‌ی پنبه، تعدادی میوه گوجه‌فرنگی آلوده به لارو آفت از مزارع اطراف ماهان واقع ۳۰ کیلومتری کرمان جمع آوری شد و با قرار دادن در ظروف مخصوصی با درب توری به آزمایشگاه منتقل شدند. لاروها روی بوته‌های گوجه‌فرنگی (از قبل کشت شده) قرار داده شدند. سپس درون قفس‌های شیشه‌ای به طول ۱۰۰ و عرض ۷۰ سانتی‌متر که کف آن مقداری خاک اتوکلاو شده بود، قرار داده شدند. لاروهای سن آخر بعد از گذراندن مراحل لاروی روی خاک اتوکلاو شده تبدیل به شفیره شدند. پس از ظهور حشرات کامل، درون هر یک از ظروف شیشه ای به طول ۲۰ و عرض پنج سانتی‌متر با درب توری تعداد یک جفت شب‌پره یک روزه جهت جفت‌گیری و تخم‌ریزی منتقل شدند. جهت تغذیه شب‌پره‌ها از پنبه آغشته به آب عسل ۱۰ درصد استفاده شد. تخم‌های گذاشته شده در سطح زیری توری درب ظروف شیشه‌ای روزانه خارج و در داخل ظروف پلاستیکی (٨/٥×٥/٥×٤ سانتی‌متر) با درپوش توری ریز قرار داده شد. تخم‌ها روی برگ‌ها و میوه‌های جوان پسته هر رقم جداگانه قرار داده شدند و لاروها روی آن‌ها پرورش یافتند. سپس از لاروهای سن سه نسل دومی که روی برگ یا میوه‌های پسته ارقام مختلف در دمای ۲±۲۲ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ٥±٥٥ درصد و دوره‌ی نوری ٨ :١٦ ساعت (تاریکی: روشنایی) پرورش یافته بودند برابر انجام آزمایش‌های ارزیابی شاخص‌های تغذیه‌ای لارو آفت روی میوه و برگ شش رقم پسته استفاده شد.

مطالعه‌ی شاخص تغذیه‌ای کرم قوزه‌ی پنبه

یک عدد لارو سن سوم به همراه یک عدد برگ و یک عدد میوه به طور جداگانه از هر رقم پسته (تعداد ۱۰ تکرار برای برگ و ۱۰ تکرار برای میوه هر رقم) داخل ظروف پلاستیکی به ابعاد (٨/٥×٥/٥×٤ سانتی‌متر) با درپوش توری قرار داده شدند. کلیه ظروف حاوی لارو و برگ و ظروف حاوی لارو و میوه درون اتاقک رشد در دمای ۲±۲۲ درجه

سلسیوس، رطوبت نسبی ۵±۵۵ درصد و دوره‌ی نوری ۸ :۱۶ ساعت (تاریکی: روشنایی) قرار داده شدند. به‌مدت ۱۰ روز، هر ۲۴ ساعت لاروها از ظرف خارج شدند و در هر مرتبه، افزایش وزن لارو، وزن فضولات و وزن برگ خورده شده و یا وزن میوه خورده شده توسط ترازوی مدل AND GF-600 با دقت یک هزارم گرم مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. بعد از هر مرتبه اندازه‌گیری، یک یا دو عدد برگ و یا یک یا دو عدد میوه جدید ابتدا توزین و سپس جهت تغذیه‌ی لارو درون هر ظرف گذاشته شد. این میزان میوه از نیاز روزانه حشره بیشتر بود. داده‌های مربوط به هر اندازه‌گیری در فایل اکسل ثبت شدند. برای اندازه‌گیری وزن خشک لاروها تعداد ۲۰ لارو سن سوم به‌صورت تصادفی از کلنی پرورش هر رقم پسته به‌طور جداگانه انتخاب و در درون تشتک‌های پتری شیشه‌ای حاوی اتانول ۹۶ درصد به‌مدت ۱۰ دقیقه غوطه‌ور شدند و سپس روی کاغذ صافی قرار داده شدند. لاروها داخل تشتک‌های پتری شیشه‌ای و داخل آون با دمای ۶۰ درجه به‌مدت ۷۲ ساعت قرار گرفتند. درصد کاهش زیست توده‌ی لاروی برای تعیین وزن خشک لاروهای پرورش یافته روی میوه‌ی هر رقم پسته محاسبه شد. جهت تعیین وزن خشک فضولات، در هر مرتبه اندازه‌گیری فضولات جمع‌آوری شد و در هر تکرار در آون قرار داده شد و وزن خشک فضولات لاروی نیز تعیین شد. برای ارزیابی وزن خشک میوه‌ها و برگ‌های پسته، تعداد ۱۵ میوه و برگ پسته از هر رقم به‌صورت جداگانه درون تشتک پتری شیشه‌ای گذاشته شد، سپس درون آون با دمای ۶۰ درجه سلسیوس به‌مدت ۷۲ ساعت قرار داده شدند. همچنین برای محاسبه درصد کاهش وزن طبیعی میوه‌ها و برگ‌ها (درصد تبخیر آب بافتی میوه و برگ) تعداد ۱۵ میوه و برگ از هر رقم به‌مدت ۲۴ ساعت جداگانه در درون ظروف پلاستیک با درب توری داخل اتاقک رشد قرار داده شدند و درصد کاهش رطوبت نسبی طبیعی میوه و برگ هر رقم محاسبه شد. در نهایت، برای محاسبه وزن غذای خورده شده توسط لارو آفت، میزان کاهش وزن طبیعی میوه و یا برگ از وزن خشک میوه‌ها و برگ‌های پسته از میزان وزن خشک غذای خورده شده توسط حشره کسر گردید (Hemati *et al.*, 2012; Mansouri *et al.*, 2013). شاخص تغذیه‌ای *H. armigera* با استفاده از فرمول‌های ارائه شده توسط والدبائور (۱۹۸۶) محاسبه شدند (۲۵).

شاخص مصرف (CI) Consumption Index :E/A=CI، شاخص تقریبی هضم شوندگی غذا Approximate Digestibility (AD): E-F/E = AD، بازدهی تبدیل غذای بلعیده شده ECI = P/E:Efficiency of Conversion of Ingested Food (ECI)، بازدهی تبدیل غذای هضم شده Efficiency of Conversion of Digested Food (ECD) = P/E-F:ECD، نرخ مصرف نسبی RCR = E/A.T:Relative Consumption Rate (RCR)، نرخ رشد نسبی RGR = P/A.T:Relative Growth Rate (RGR)، E = وزن غذای خورده شده (میلی‌گرم)، A = میانگین وزن لاروها در طول دوره (میلی‌گرم)، F = وزن فضولات تولید شده (میلی‌گرم)، P = افزایش وزن لاروها (میلی‌گرم)، T = دوره‌ی زمانی مصرف غذا (روز).

تجزیه و تحلیل آماری

ابتدا برای نرمال‌سازی داده‌های آزمایشی از لگاریتم پایه ۱۰ استفاده شد. سپس داده‌ها با استفاده از روش تجزیه‌ی واریانس یک‌طرفه (One–way ANOVA) و با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۲ تجزیه شد. همچنین تجزیه خوشه‌ای داده‌های آزمایشی با روش Ward انجام شد (Naseri *et al.*, 2010). مقایسه‌ی میانگین‌های شاخص‌های تغذیه‌ای لارو آفت پرورش‌یافته روی بین برگ و میوه با آزمون توکی در سطح پنج درصد انجام شد.

نتایج

شاخص‌های تغذیه‌ای لارو *H. armigera* روی میوه ارقام مختلف پسته

نتایج شاخص تغذیه‌ای به‌صورت نمودار در شکل‌های یک تا شش نشان داده شده است. نتایج تجزیه‌ی داده‌ها وجوداختلاف معنی‌داری بین شاخص‌های تغذیه‌ای لاروهای

تغذیه شده با میوه ارقام مختلف پسته را نشان داد. (CI: $F_{5,24}$=۳/۴۳, P=۰/۰۰۳؛ AD: $F_{5,24}$=۲۱/۵۴, P=۰/۰۰۶؛ ECD: $F_{5,24}$=۳۱/۷۴P ≤ ۰/۰۰۰۱؛ ECI: $F_{5,24}$=۲۹/۴۷, P≤۰/۰۰۰۱؛ RGR: $F_{5,24}$=۱۹/۶۱P= ۰/۰۰۲؛ RCR: $F_{5,24}$=۲۲/۶۴, P=۰/۲۰۰). به‌ترتیب بیشترین مقدار شاخص‌های تغذیه‌ای والدبائور شامل شاخص مصرف ، شاخص هضم شوندگی غذا، بازدهی تبدیل غذای بلعیده شده، بازدهی تبدیل غذای هضم شده، نرخ مصرف نسبی و نرخ رشد نسبی مربوط به لاروهای پرورش یافته روی ارقام ممتاز (۰/۹۹±۳/۲۲، ۳/۰۵±۶۵/۷۷ درصد، ۱/۱۲±۲۷/۳۲ درصد، ۱/۱۴±۳۰/۸۲ درصد، ۰/۰۱±۰/۱۳ میلی‌گرم بر میلی‌گرم در روز و ۰/۰۲±۰/۵۶ میلی‌گرم بر میلی‌گرم در روز) و جندقی (۰/۱۱±۳/۲۸، ۳/۹۳±۶۷/۳۶ درصد، ۱/۰۸±۲۸/۱۶ درصد، ۱/۰۳±۳۱/۳۴ درصد، ۰/۰۱±۰/۱۳ میلی‌گرم بر میلی‌گرم در روز و ۰/۰۲±۰/۵۶ میلی‌گرم بر میلی‌گرم در روز) بود. کمترین مقدار شاخص‌های تغذیه‌ای در لاروهای کرم قوزه پرورش‌یافته روی میوه رقم اوحدی شامل شاخص مصرف (۰/۰۸±۲/۴۴) ، شاخص هضم شوندگی غذا (۲/۸۳±۴۵/۹۷ درصد)، بازدهی تبدیل غذای بلعیده شده (۰/۸۷±۱۷/۸۷ درصد) ، بازدهی تبدیل غذای هضم شده (۰/۶۹±۲۱/۷ درصد)، نرخ مصرف نسبی (۰/۰۱±۰/۱۲ میلی‌گرم/میلی‌گرم/روز) و نرخ رشد نسبی (۰/۰۲±۰/۵۰ میلی‌گرم/میلی‌گرم/روز) مربوط به رقم اوحدی مشاهده شد. (جدول ۱).

جدول ۱- شاخص‌های تغذیه‌ای (میانگین±خطای استاندارد) لارو کرم قوزه پنبه روی میوه ارقام مختلف پسته.

Table.1. Feeding indices (Mean±SE) larvae of *Helicoverpa armigera* fed fruit of six pistachio varieties.

Pistachio varieties	RGR (mg/mg/d)	RCR (mg/mg/d)	(%)ECD	(%)ECI	(%)AD	CI
Ahmad Aghaei	0.46±0.02 c	0.11±0.01 c	24.58±1.36 c	19.11±0.94 c	54.82±2.14 bc	2.7±0.07 c
Akbari	0.48±0.02 c	0.09±0.01 c	27.47±0.96 c	20.63±0.68 c	55.01±2.33 c	2.62±0.09 c
Ohadi	0.50±0.02 d	0.12±.01 d	21.73±0.69 d	17.87±0.87 d	45.97±2.83 c	2.44±0.08 d
Kalehghochi	0.54±0.02 b	0.10±.00 b	26.62±0.63 b	23.42±0.85 b	59.31±2.38 b	2.86±0.08 b
Momtaz	0.56±0.02 a	0.13±0.01 a	30.82±1.14 a	27.32±1.12 a	65.77±3.05 a	3.22±0.09 a
Jandaghi	0.56±0.02 a	0.13±0.01 a	31.34±1.03 a	28.16±1.08 a	67.36±3.93 a	3.28±0.11 a

حروف غیر مشابه در هر ستون نشان دهنده وجود اختلاف معنی‌دار در مقایسه بین میانگین‌ها می‌باشند (براساس آزمون توکی در سطح احتمال پنج درصد)

Means followed by different letters within a column are significantly different (P < 0.05, Tukey, HSD)

شاخص‌های تغذیه‌ای لارو *H.armigera* روی برگ شش رقم پسته

نتایج شاخص تغذیه‌ای به‌صورت نمودار در شکل‌های یک تا شش نشان داده شده است.نتایج تجزیه‌ی داده‌های آزمایشی نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین کلیه شاخص‌های تغذیه‌ای لاروهای *H. armigera* پرورش یافته روی برگ ارقام مختلف پسته وجود داشت (CI: $F_{5,24}$=۳/۱۱, P P≤۰/۰۰۱؛ ECD: $F_{5,24}$=۲۹/۳۷, P ≤۰/۰۰۱؛ AD: $F_{5,24}$=۲۱/۵۴, P=۰/۰۰۲؛ RGR: $F_{5,24}$=۱۷/۱۸ , P≤۰/۰۰۱؛ ECI: $F_{5,24}$=۲۴/۸۳, P≤۰/۰۰۱؛ RCR: $F_{5,24}$=۱۹/۵۴, P=۰/۴۰۰). بیشترین مقدار شاخص‌های تغذیه‌ای والدبائور شامل شاخص مصرف (۰/۱۱±۴/۲۸)، شاخص هضم شوندگی غذا (۳/۹۳±۷۱/۰۱ درصد)، شاخص بازدهی تبدیل غذای بلعیده شده (۱/۱۹±۲۴/۹۳ درصد)، شاخص بازدهی تبدیل غذای هضم شده (۱/۲۴±۳۳/۱۸ درصد)، نرخ مصرف نسبی (۰/۰۰۴±۰/۳۸ میلی‌گرم/میلی‌گرم/روز) و نرخ رشد نسبی (۰/۰۱۴±۰/۵۸ میلی‌گرم/میلی‌گرم/روز) مربوط به لاروهای رشد یافته روی برگ رقم جندقی بود. مقادیر این شاخص‌ها در لاروهای پرورش یافته روی برگ رقم احمدآقایی به طور معنی‌داری کمتر از سایر ارقام می‌باشد. کمترین مقدار شاخص‌های تغذیه‌ای والدبائور در لاروهای کرم قوزه تغذیه شده با برگ رقم احمدآقایی شامل شاخص مصرف (۰/۰۸±۲/۳۸)، شاخص هضم شوندگی غذا (۱/۰۶±۵۵/۱۳ درصد)، شاخص

بازدهی تبدیل غذای بلعیده شده (۱/۸۹±۱۱/۸۷ درصد)، شاخص بازدهی تبدیل غذای هضم شده (۱/٤۸±۱۵/٤۳ درصد)، نرخ مصرف نسبی (۰/۰۰±۰/۲۰ میلی‌گرم/میلی‌گرم/روز) و نرخ رشد نسبی (۰/۰۲±۰/٤٦ میلی‌گرم/میلی‌گرم/روز) مشاهده شد. همچنین تفاوت معنی‌داری بین شاخص‌های تغذیه‌ای لاروهای کرم قوزه تغذیه شده با برگ ارقام اکبری و ممتاز به استثنای شاخص بازدهی تبدیل غذای هضم شده (ECD) مشاهده نشد (جدول ۲).

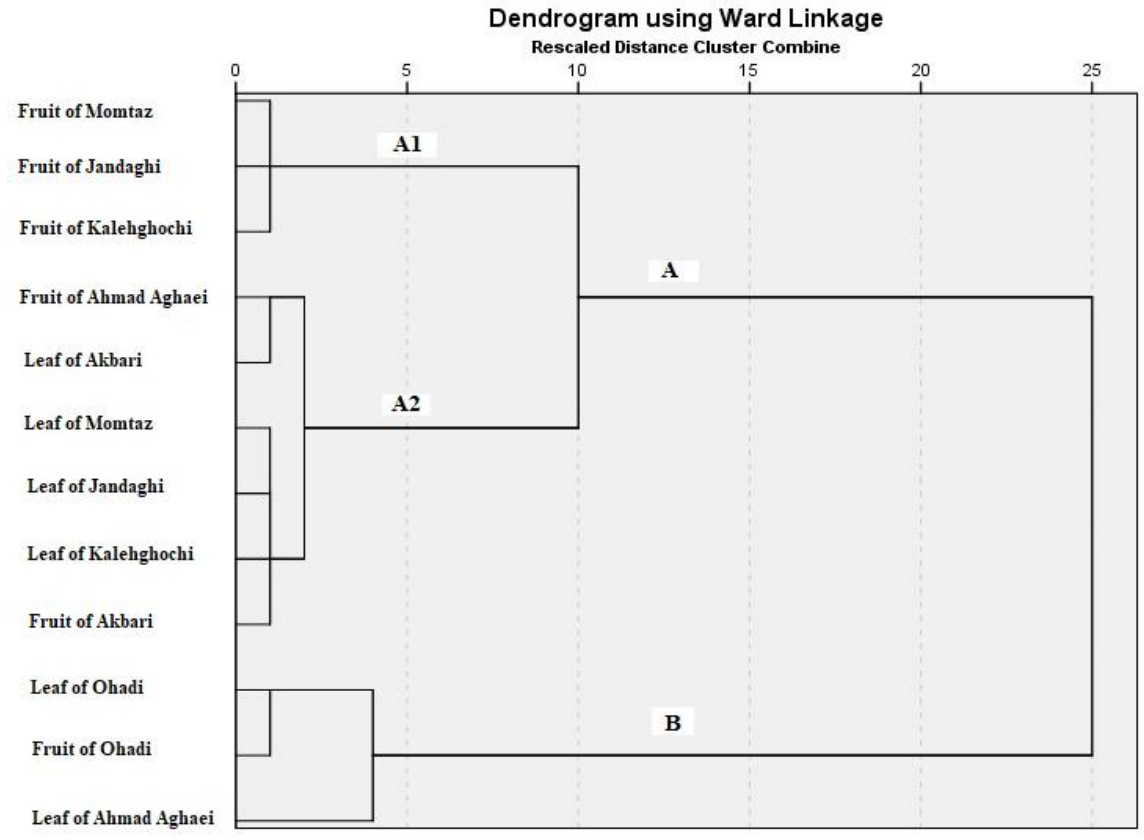
جدول ۲- شاخص‌های تغذیه‌ای(میانگین±خطای استاندارد) کرم قوزه پرورش یافته روی برگ شش رقم پسته.

Table.2. Feeding indices (Mean±SE) larvae of *Helicoverpa armigera* fed leaves of six pistachio varieties.

Pistachio varieties	RGR (mg/mg/d)	RCR (mg/mg/d)	(%)ECD	(%)ECI	(%)AD	CI
Ahmad Aghaei	0. 46±0.017e	0.20±0.003e	15.43±0.88e	11.87±0.89e	55.13±1.06e	2.38±0.08e
Akbari	0.52±0.015 c	0.31±0.005 c	25.56±0.54 c	16.67±0.54 c	64.47±1.14 c	3.4±0.12 c
Ohadi	0.48±0.013 d	0.24±.0004 d	18.56±0.76 c	13.76±0.77 d	58.27±1.83 d	2.67±0.08 d
Kalehghochi	0.58±0.014 a	0.38±0.004 a	33.18±0.64 a	24.32±0.91 a	71.01±0.93 a	4.28±0.11 a
Momtaz	0.55±0.015 b	0.33±.003 b	27.74±0.82 b	21.62±0.63 b	66.80±1.38 b	3.83±0.09 b
Jandaghi	0.52±0.012 c	0.29±0.005 c	23.72±0.66 b	18.61±0.9 c	60.87±0.33 c	3.04±0.07 c

حروف غیر مشابه در هر ستون نشان دهنده وجود اختلاف معنی‌دار در مقایسه بین میانگین‌ها می‌باشند (بر اساس آزمون توکی در سطح احتمال پنج درصد)

Means followed by different letters within a column are significantly different (P < 0.05, Tukey, HSD)



شکل ۱- دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای شش رقم مختلف پسته بر اساس شاخص‌های تغذیه‌ای کرم قوزه پنبه پرورش یافته روی برگ و میوه آن‌ها.

Fig. 1. Dendrogram of cluster analyze based on feeding indices larvae of *Helicoverpa armigera* fed fruit and leaves of six pistachio varieties.

نتایج تجزیه خوشه‌ای شش رقم مختلف پسته براساس شاخص‌های تغذیه‌ای کرم قوزه پنبه پرورش‌یافته روی برگ و میوه آن‌ها

همان‌گونه که در شکل ۱ در دندروگرام مشخص شده است، تجزیه خوشه‌ای داده‌ها شش رقم مختلف پسته براساس شاخص‌های تغذیه‌ای کرم قوزه پنبه پرورش‌یافته روی برگ و میوه آن‌ها، به دو گروه اصلی A و B تقسیم‌بندی شده اند. برگ و میوه ارقام پسته در گروه A نیز به دو زیر گروه A1 و A2 گروهبندی شده است. بر این اساس و با توجه به مجموع نتایج حاصل از محاسبه شاخص‌های تغذیه‌ای آفت روی میوه و برگ شش رقم پسته نشان می‌دهد که میوه سه رقم ممتاز، جندقی و کله قوچی که در زیر گروه A1 قرار گرفته‌اند، از حساسیت بیشتری یا به‌عبارتی از مطلوبیت تغذیه‌ای بالاتری برای رشد و نمو لاروهای آفت، نسبت به سایر برگ و میوه‌های ارقام پسته پنبه برخوردار بودند. همچنین برگ ارقام ممتاز، اکبری، جندقی، کله قوچی و میوه اکبری و میوه احمد آقایی که در زیرگروه A2 قرار گرفته‌اند در زیر شاخه ارقام نیمه حساس قرار گرفتند. در مقابل برگ و میوه اوحدی و برگ احمدآقایی که در شاخه B قرار دارند مقاومت نسبی نسبت به آفت نشان داده‌اند و یا به بیان دیگر از مطلوبیت نسبی کمتری برای تغذیه لارو کرم قوزه پنبه نسبت به برگ و میوه سایر ارقام مورد مطالعه برخوردار بوده‌اند (شکل ۱).

بحث

توانایی یک موجود زنده برای تبدیل مواد مغذی موجود در مواد غذایی به انرژی به ویژه پروتئین، نقش مفیدی روی رشد و عملکرد آن دارد (Sogbesan & Ugwumba, 2008). همان‌گونه که از نتایج پژوهش حاضر مشخص شد بالا بودن مقادیر شاخص‌های تغذیه‌ای در میوه ارقام جندقی و ممتاز به‌دلیل مطلوبیت بیشتر این میزبان‌ها می‌باشد. همچنین پایین بودن مقادیر شاخص‌های تغذیه‌ای لارو کرم قوزه تغذیه‌شده با میوه رقم اوحدی نشان دهنده‌ی پایین بودن ارزش غذایی این میزبان می‌باشد. همان گونه که از نتایج این تحقیق مشخص شد که از بین برگ شش رقم پسته‌ی مورد مطالعه رقم احمدآقایی را می‌توان به عنوان رقم با مطلوبیت کمتر و رقم کله‌قوچی به عنوان میزبان با مطلوبیت بیشتر از سایر ارقام برای لارو کرم قوزه‌ی پنبه در نظر گرفت. این احتمال وجود دارد که تفاوت در ترکیبات شیمیایی و ثانویه‌ی میوه و برگ ارقام پسته دلیل اختلاف معنی‌دار بین شاخص‌های تغذیه‌ای این آفت باشد. همچنین وجود اختلاف شاخص‌های تغذیه‌ای می‌تواند به ویژگی‌های فیزیکی گیاه نیز مرتبط باشد. این احتمال وجود دارد که میوه رقم جندقی و برگ رقم کله‌قوچی از نظر سفتی یا نرمی بافت میوه و برگ نسبت به رقم احمدآقایی و اوحدی برای حشره‌ی آفت مطلوبیت بیشتری داشته و به همین دلیل تغذیه‌ی بیشتر آفت ازدو رقم نام برده بوده است. در تحقیق حاضر بیشترین مقدار شاخص هضم‌شوندگی غذا در میوه ارقام جندقی، ممتاز و رقم کله‌قوچی و کمترین این شاخص روی لارو پرورش-یافته روی برگ احمدآقایی و لارو تغذیه‌شده با میوه رقم اوحدی مشاهده شد. این شاخص نشان دهندهٔ میزان جذب غذا از طریق دیوارهٔ معده است. مقادیر متفاوت این شاخص روی میزبان های مختلف می تواند ناشی از عواملی مانند تفاوت در میزان مواد غذایی، میزان الیاف و مقدار آب موجود در بافت میزبان باشد (Srinivasan & Uthamasamy, 2005). شاخص بازدهی تبدیل غذای بلعیده شده یک شاخص کلی از توانایی حشرات برای استفاده از غذای مصرف شده برای رشد و توسعه و شاخص بازدهی غذای هضم شده شاخصی برای نشان دادن تبدیل غذای هضم شده به رشد و افزایش زیست‌توده می‌باشد (Nathan *et al*., 2005). نتایج تحقیق حاضر نشان داد که بالاترین میزان این شاخص ۳۵ درصد در لاروهای کرم قوزه تغذیه‌شده با میوه رقم پسته جندقی بوده است. همچنین در مطالعه‌ی کنونی می‌توان نتیجه گرفت که بافت گیاهی برگ رقم احمدآقایی و برگ و میوه اوحدی قابلیت کمتری در تبدیل به زیست توده بدن آفت نسبت به سایر میزبان‌ها داشته

است. تفاوت در مقدار مواد شیمیایی ثانویه در ژنوتیپ‌های مختلف گیاهی می‌تواند بر کارایی حشره گیاه‌خوار به ویژه در سنین لاروی اثر گذار باشد (Hemati *et al*., 2012). همین امر می‌تواند علت تفاوت در مقادیر شاخص‌های تغذیه‌ای آفت در ارقام مختلف گیاهی باشد. میزان فعالیت آنزیم‌های مختلف گوارشی در روده‌ی میانی آفات نیز می‌توانند بر شاخص‌های تغذیه‌ای تأثیر بگذارند. محققین مختلفی شاخص‌های تغذیه‌ای آفات مختلف را روی میزبان‌های گیاهی متفاوتی مورد مطالعه قرار داده‌اند که از آن جمله می‌توان به مطالعه شاخص‌های تغذیه‌ای و آنزیم‌های گوارشی کرم گلوگاه انار *Ectomyelois ceratoniae* Zeller (Lep.: Pyralidae) پرورش‌یافته روی میوه سه رقم انار اشاره نمود (Zare *et al*., 2012). منصوری و همکاران (Mansouri *et al*., 2013) شاخص تغذیه‌ای و فعالیت آنزیم‌های معده‌ی میانی لارو بید سیب‌زمینی، *Phthorimaea operculella* Zeller (Lep.: Gelechiidae) تغذیه شده با غده ۱۲ ژرم‌پلاسم مختلف سیب‌زمینی، را ارزیابی نمودند. همچنین منصوری و خواجه (Mansouri & Khajeh, 2017) شاخص‌های تغذیه‌ای و فعالیت پروتئولیتیک گوارشی شب‌پره پوست خوار میوه پسته، *Arimania comaroffi* (Ragonot) (Lep.: Pyralidae) روی پنج رقم پسته را بررسی نمودند. نتایج این دو تحقیق نشان داد که میوه رقم ممتاز سبب افزایش میزان تغذیه و افزایش شاخص‌های تغذیه‌ای شاخص بازدهی تبدیل غذای بلعیده شده و شاخص بازدهی تبدیل غذای هضم شده لارو این آفت شده و پایین‌ترین مقادیر این شاخص‌هادر لاروهای تغذیه شده با میوه رقم اوحدی و احمدآقایی مشاهده شد. همچنین مطالعات مختلفی جهت ارزیابی شاخص تغذیه‌ای کرم قوزه‌ی پنبه روی میزبان‌های مختلف این گونه حشره صورت گرفته است که به طور نمونه می‌توان به مطالعه ناصری و همکاران (Naseri *et al*., 2010) اشاره نمود که تأثیر برگ و غلاف ۱۳ رقم سویا را روی شاخص‌های تغذیه‌ای این آفت مورد بررسی قرار دادند. تأثیر میزبان‌های مختلف گیاهی از جمله، نخود، لوبیا معمولی، لوبیا سفید، لوبیا قرمز، لوبیا چشم‌بلبلی، گوجه‌فرنگی و سیب‌زمینی را روی شاخص تغذیه‌ای کرم قوزه‌ی پنبه *H.armigera* توسط همتی و همکاران (Hemati *et al*., 2012) بررسی شد. باقری و همکاران (Bagheri *et al*., 2013) شاخص تغذیه‌ای *H. armigera* روی دانه‌های پنج میزبان گیاهی شامل، لوبیا چشم‌بلبلی، نخود، سویا، لوبیا معمولی و ذرت را در شرایط آزمایشگاهی بررسی کردند. همچنین فتحی‌پور و همکاران (Fathipour *et al*., 2018)، شاخص تغذیه‌ای *H. armigera* تغذیه شده با ژنوتیپ‌های مختلف کلزا را مورد بررسی قرار دادند. جوینده و همکاران (Jooyandeh *et al*., 2018) مقاله‌ای تحت عنوان برسی شاخص تغذیه‌ای *H. armigera* روی ۱۰ رقم گوجه فرنگی منتشر کردند. منصوری و خواجه (Mansouri & Khajeh, 2017) با مطالعه شاخص تغذیه‌ای و فعالیت پروتئولیتیک گوارشی شب‌پره پوست‌خوار میوه پسته، *A. comaroffi* روی پنج رقم پسته به این نتیجه رسیدند که شاخص های تغذیه‌ای و همچنین میزان فعالیت پروتئولیتیکی در لاروهای تغذیه شده با پوست میوه ارقام اکبری و اوحدی به طور معنی داری کمتر از سایر لاروهای مورد آزمایش بود. در تحقیق حاضر، بالاترین و پایین‌ترین نرخ مصرف نسبی و نرخ رشد نسبی میوه به‌ترتیب در ارقام جندقی و احمدآقایی و همچنین بیشترین و کمترین مقادیر این شاخص‌ها به ترتیب در برگ رقم کله‌قوچی و احمدآقایی مشاهده شد. نرخ رشد نسبی تابعی از افزایش وزن بدن موجود زنده است (Waldbauer, 1968). کاهش مصرف غذا می‌تواند دلیلی برکاهش ارزش غذایی میزبان باشد (Naseri *et al*., 2010). با توجه به این مطلب می‌توان این‌گونه نتیجه گرفت که دلیل بالا بودن نرخ مصرف نسبی در میوه رقم جندقی، ممتاز و کله‌قوچی احتمالا به دلیل کیفیت تغذیه‌ای بالاتر این ارقام و تبدیل آن به زیست توده لاروی می‌باشد. پایین بودن نرخ رشد نسبی در رقم احمدآقایی و اوحدی احتمالاً به‌دلیل عدم مطلوبیت عناصر غذایی این رقم برای رشد آفت می‌باشد. مقایسه نتایج تحقیق حاضر و تحقیق منصوری و خواجه می‌تواند بیانگر آن باشد که میوه رقم

اوحـدی احتمـالاً بـه‌دلیـل وجـود خصوصـیات فیزیکـی و بیوشیمیایی و از جمله ترکیبات ضد سیستم هضم و جـذب و یا وجود مهارکننده های آنزیم‌های گوارشی از مطلوبیت پایینی برای تغذیـه لارو دو آفـت *A. comaroffi* و *H. armigera* بـوده است که لازم است تحقیق جامع‌تری در این زمینه انجام شود. در نهایـت براسـاس نتـایج حاصـل از تجزیـه خوشـه ای در پـژوهش حاضـر مشـخص شـد کـه رقـم اوحـدی و رقـم احمدآقایی میزبان‌های نامناسب غذایی و ارقام ممتاز، جنـدقی و کله‌قوچی میزبان‌های مناسب برای تغذیه مطلوب کرم قـوزه پنبه محسوب می‌شـوند. بـا توجـه بـه نتـایج حاصـل از ایـن پژوهش پیشنهاد می‌شود که در برنامه‌های مدیریت تلفیقی این آفت روی ارقام پسته‌ای که حساسیت بالایی به خسـارت ایـن آفت دارند برنامه پیش‌آگاهی با دقت مدنظر و مورد اجرا قـرار گیرد.

سپاسگزاری

نگارنـدگان لازم مـی‌داننـد کـه از دانشـگاه تحصـیلات تکمیلـی صـنعتی و فنـاوری پیشـرفته و پژوهشـگاه علـوم و تکنولوژی پیشرفته و علوم محیطی جهت حمایت مالی جهـت انجام این پژوهش قدردانی نمایند.

References

AGHERI, F., Y. FATHIPOUR, and B. NASERI. 2013. Nutritional indices of *Helicoverpa armigera* (Lep.: Noctuidae) on seeds of five host plants. Applied Entomology and Phytopathology. 80: 19-28.

FATHIPOUR, Y., CHEGENI, E., MOHARRAMIPOUR, S. 2018. Genotype-Associated Variation in Nutritional Indices of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) Fed on Canola. Journal of Agricultural Science and Technology. 20: 83-94.

FITT, G. P. 1989. The ecology of *Heliothis* in relation to agroecosystems. Annual Review of Entomology. 34:282 17-52.

HEMATI, S. A., B. NASERI, N., G. NOURI GANBALANI, H. RAFIEE DASTJERDI and A. GOLIZADEH. 2012. Effect of different host plants on nutritional indices of the pod borer, *Helicoverpa armigera.* Journal of Insect Science. 12: 1-15.

JALILVAND, N. 2000.Identification and evaluation of *Heliothis* sp. biology on pistachio and its damage in Rafsanjan pistachio orchards. Final Report of Pistachio Research Center Research Project, Rafsanjan

[In Persian with English summary].

JOOYANDEH, A., N. MOEINI-NAGHADEH, H.A. VAHEDI and A. HOSSEINI GHARALARI. 2018.

Nutritional indices and food utilization of tomato fruit worm, *Helicoverpa armigera* (Hubner, 1808) (Lepidoptera: Noctuidae) on ten tomato cultivars. Journal of Entomological Society of Iran. 37: 493-506.

KHNJANI, M. 2005. Field crop pests in Iran. Bu-Ali Sina University Press. The second edition.731pp. [In Persian].

KIM, D.S., LEE, J.H. 2002. Egg and larval survivorship of *Carposina sasakii* (Lepidoptera: Carposinidae) in apple and peach and their effects on adult population dynamics on orchards. Environmental Entomology. 31: 686-692.

MEHRNEJAD, M. R. 2001. The current status of pistachio pests in Iran. XI Grempa seminar on pistachios and almonds, Ciheam. 315- 322.

MANSOURI, S. M., G. NOURI GONBALANI, S.A.A. FATHI, B. NASERI, and J. RAZMJO. 2013. Nutritional Indices and Midgut Enzymatic Activity of *Phthorimaea operculella* (Lepidoptera: Gelechiidae) Larvae Fed Different Potato Germplasms. Journal of Economic Entomology. 106: 1018- 1024 .

MANSOURI, S. M., and F. KHAJEH. 2017. Feeding indices and proteolytic enzymatic activity of pistachio hull borer, *Arimania comaroff*i (Rogonot) (Lep.: Pyralidae) on five pistachio cultivars. Journal of Entomological Society of Iran. 37: 321-331. [In Persian with English summary].

MAZZI, D., and S. DORN .2012. Movement of insect pests in agricultural landscapes. Annals of Applied Biology. 160: 97–113.

NATION, J. L. 2002. Insect Physiology and Biochemistry, CRC Press. pp.485.

NATHAN, S. S., KALAIVANI, K., MURUGAN, K., CHUNG, P. G. 2005. Efficacy of neem limonoids on *Cnaphlocrocis medinalis* (Guenee) (Lepidoptera: Pyralidae) the rice leafholder. Journal of Crop Protection. 24: 760-763.

NASERI, B., Y. FATHIPOUR, S. MOHARRAMIPOUR and V. HOSSEININAVEH. 2010. Nutritional Indices of the Cotton Bollworm, *Helicoverpa armigera*, on 13 Soybean Varieties. Journal of Insect Science 10: 1-14.

RAFIQ, M., A. GHAFFAR, and M. ARSHAD. 2008. Population dynamics of whitefly (*Bemisia tabaci*) on cultivated crop hosts and their role in regulating its carry-over to cotton. International Journal of Agriculture and Biology. 9: 68-70.

SLANSKY, F. 1982. Insect nutrition: an adaptationist's perspective. Florida Entomologist. 65: 45-71.

SMITH, I.M., D.G. MCNAMARA, P.R. SCOTT and K.M. HARRIS. 1992. Quarantine pests for Europe. Centre for Agriculture and Bioscience International, pp. 159-164.

SRINIVASAN, R. and S. UTHAMASAMY. 2005. Studies to elucidate antibiosis resistance in selected tomato accessions against fruitworm, *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae). Resistance Pest Management Newsletter. 14: 24-26.

SOGBESAN, A. O. and A.A.A.UGWUMBA. 2008. Nutritional evaluation of termite (*Macrotermes subhyalinus*) meal as animal protein supplements in the diets of *Heterobranchus longifilis* (Valenciennes, 1840) fingerlings. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. 8: 149-157.

TSAI, J.H., WANG, J.J. 2001. Effects of host plants on biology and life table parameters of *Aphis spiraecola* (Homoptera: Aphididae). Environmental Entomology. 30: 45-50.

VALENCIA- JIME´NEZ, A., ARBOLEDA, J.W., LOPEZ AVILA, A., GROSSI-DE-SA, M.F. 2008. Digestive α-amylases from *Tecia solanivora* larvae (Lepidoptera: Gelechiidae): response to pH, temperature and plant amylase inhibitors. Bulletin of Entomological Research. 98: 575–579.

WALDBAUER, G. P. 1968. The consumption and utilization of food by insects. Advanced in Insect Physiology. 5: 229.288.

ZALUCKI, M. P., G. DAGLISH, S. FIREMPONG and P.H. TWINE. 1986. The biology and ecology of *Heliothis armigera* (Hubner) and *H. punctigera* Wallengren (Lepidoptera: Noctuidae) in Australia: what do we know? Australian Journal of Zoology. 34: 779-814.

ZARE, D., J. JALALI SENDI, A. ZIBAEE and A. JAFARY NODOUSHAN. 2012. Comparison of feeding indices and digestive enzymes of pomegranate neckworm, *Ectomyelois ceratoniae* (Lep.: Pyralidae) on three pomegranate cultivars. Journal of Entomological Society of Iran. 32: 91-104. [In Persian with English summary].