

دانش گیاهپزشکی ایران

دوره ۴۵، شماره ۲، پاییز و زمستان ۱۳۹۳ (ص ۲۹۸-۲۸۹)

شاخص‌های تغذیه‌ای کرم غوزه پنبه *Helicoverpa armigera* روی چهار رقم نخود

و یک رقم لوبیا چشم‌بلبلی

ندا فلاح‌نژاد مجرد^۱، یعقوب فتحی‌پور^{۲*}، کریم کمالی^۳ و امین صدارتیان جهرمی^۴

۱. دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، گروه حشره‌شناسی کشاورزی، دانشکده کشاورزی،

دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران

۲ و ۳. استادان، گروه حشره‌شناسی کشاورزی، دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس، تهران

۴. استادیار، گروه گیاهپزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه یاسوج، یاسوج

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۲/۱۸ - تاریخ تصویب: ۱۳۹۳/۹/۲۴)

چکیده

کرم غوزه پنبه (*Helicoverpa armigera* (Hübner)) آفتی با دامنه میزبانی وسیع است که هر ساله خسارت زیادی به انواع محصولات زراعی در بسیاری از کشورهای جهان وارد می‌کند. در پژوهش حاضر شاخص‌های تغذیه‌ای لاروهای سنین سوم تا ششم این آفت روی رژیم غذایی تهیه شده از بذور چهار رقم نخود (آرمان، آزاد، بینویچ و هاشم) و یک رقم لوبیا چشم‌بلبلی (مشهد) در شرایط آزمایشگاهی با دمای 25 ± 1 درجه سلسیوس، رطوبت نسبی 65 ± 5 درصد و دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی مطالعه شد. نتایج نشان داد که شاخص‌های تغذیه‌ای لاروهای سنین مختلف این آفت به‌طور معناداری تحت تأثیر میزبان‌های مورد مطالعه قرار گرفتند. بر همین اساس، بیشترین و کمترین مقادیر شاخص بازدهی تبدیل غذای خورده شده (ECI) مجموع سنین لاروی به ترتیب روی ارقام آرمان (۰/۴۲۷) و آزاد (۰/۰۲۷) به دست آمد. علاوه بر این، بیشترین شاخص بازدهی تبدیل غذای هضم شده (ECD) در کل سنین لاروی نیز روی رقم بینویچ (۰/۵۶۷) و کمترین مقدار این شاخص نیز روی رقم آزاد (۰/۰۳۰) ثبت شد. مقادیر شاخص مصرف (CI) مجموع سنین لاروی نیز روی ارقام مختلف از نظر آماری متفاوت بود و بیشترین و کمترین مقادیر این شاخص به ترتیب مربوط به لاروهای تغذیه شده با ارقام هاشم (۳/۹۰۲ میلی‌گرم/ میلی‌گرم/ روز) و آرمان (۱/۹۷۷ میلی‌گرم/ میلی‌گرم/ روز) بود. بیشترین مقدار شاخص تقریبی هضم شونده غذا (AD) برای لاروهای سنین سوم تا ششم نیز روی رقم هاشم محاسبه شد (۰/۹۳۳). بیشترین مقادیر نرخ رشد نسبی (RGR) و نرخ مصرف نسبی (RCR) در مجموع سنین لاروی شب‌پره *H. armigera* به ترتیب روی ارقام هاشم (۰/۵۹۹ میلی‌گرم/ میلی‌گرم/ روز) و مشهد (۲/۰۵۱ میلی‌گرم/ میلی‌گرم/ روز) به دست آمد. نتایج این پژوهش می‌تواند در ارزیابی میزان مقاومت ارقام مختلف نخود و لوبیا چشم‌بلبلی نسبت به شب‌پره *H. armigera* و همچنین طراحی برنامه‌های مدیریت تلفیقی به منظور کنترل این آفت در مزارع حبوبات کشور به‌کار رود.

واژه‌های کلیدی: ارقام مختلف، شاخص‌های تغذیه، میزبان‌های مقاوم گیاهی، *Helicoverpa armigera*

مقدمه

کرم غوزه پنبه (*Helicoverpa armigera* (Hübner) آفتی چندخوار با دامنه میزبانی وسیع است که هر ساله خسارت زیادی به محصولات زراعی (از جمله حبوبات) و باغی در نقاط مختلف جهان وارد می‌آورد. لاروهای این آفت با تغذیه از اندام‌های رویشی و زایشی گیاهان میزبان سبب کاهش رشد اندام‌های بارده و در نتیجه کاهش میزان تولید محصول می‌شوند (Smith et al., 1995; Sudbrink & Grant, 1992). علاوه بر این، هزینه‌هایی که هرساله به منظور کنترل این آفت صرف می‌شود نیز نقش مهمی در افزایش هزینه‌های تولید و کاهش سود کسب‌شده توسط کشاورزان دارد.

در حال حاضر، روش اصلی کنترل این آفت در مزارع کشور متکی به استفاده از سموم شیمیایی نظیر سموم فسفره و پیرتروئیدها است (Rafiee-Dastjerdi et al., 2008) که متأسفانه تکیه بیش از حد به این روش نیز تبعات نامطلوبی از جمله آلودگی‌های زیست‌محیطی، تهدید سلامتی انسان، بروز مقاومت در آفات، نابودی دشمنان طبیعی و غیره را به دنبال داشته است. بنابراین، محققان همواره به دنبال راهکارهایی برای به حداقل رساندن مشکلات ناشی از مصرف سموم شیمیایی در اکوسیستم‌های کشاورزی بوده‌اند.

علاوه بر این، مزیت‌های فراوان ارقام مقاوم سبب شده است که محققان امروزه در بیشتر برنامه‌های مدیریت تلفیقی آفات (IPM) استفاده از این روش را به عنوان هسته مرکزی مد نظر قرار دهند (Fathipour & Sedaratian, 2013).

روش‌های مختلفی به منظور ارزیابی میزان مقاومت میزبان‌های مختلف گیاهی نسبت به شب‌پره *H. armigera* پیشنهاد شده است که از جمله مهم‌ترین آنها می‌توان به مطالعه پارامترهای زیستی، ارزیابی میزان فعالیت آنزیم‌های گوارشی و یا مطالعه شاخص‌های تغذیه‌ای این شب‌پره روی میزبان‌های مختلف تحت مطالعه اشاره کرد (Fathipour & Naseri, 2011). شاخص‌های تغذیه‌ای را می‌توان به عنوان معیاری مناسب و قابل اتکا برای برآورد میزان مقاومت میزبان‌های مختلف گیاهی نسبت به آفات به کار برد (Barbehenn & Keddie, 1992). مطالعات نشان می‌دهد که تغذیه آفت از میزبان‌های مختلف

گیاهی علاوه بر آنکه کارایی بیولوژیک آن را تحت تأثیر قرار می‌دهد، تأثیر مستقیمی نیز بر رشد، تولید مثل و بقای آن دارد (Slansky, 1982). از سوی دیگر، مطالعه شاخص‌های تغذیه‌ای حشرات در شناخت پاسخ‌های رفتاری و فیزیولوژیک آنها در واکنش به گیاهان میزبان نیز مفید است (Lazarevic & Peric-Mataruga, 2003). Ashfaq et al. (2003)، کارایی تبدیل غذای خورده‌شده (ECI) لاروهای *H. armigera* را روی چند گیاه مختلف مطالعه کردند. در مطالعه‌ای دیگر، Wang et al. (2006)، شاخص‌های تغذیه‌ای این آفت را روی رژیم غذایی حاوی پودر گندم بررسی کردند. همچنین Farrar & Kennedy (1987)، درباره رشد و میزان غذای خورده‌شده و مرگ‌ومیر لاروهای *Helicoverpa zea* (Boddie) روی شاخه و برگ گوجه‌فرنگی مطالعه کردند. Naseri et al. (2009)، تأثیر ارقام مختلف سویا بر شاخص‌های تغذیه‌ای لاروهای شب‌پره *H. armigera* را به عنوان شاخصی مناسب در ارزیابی میزان مقاومت ارقام مختلف نسبت به این آفت به کار بردند. در مطالعه‌ای دیگر، Soleimannejad et al. (2010)، اثرات رژیم غذایی حاوی بذره‌های ارقام مختلف سویا بر شاخص‌های تغذیه‌ای این آفت را مطالعه کردند. Bagheri et al. (2012)، نیز شاخص‌های تغذیه‌ای این آفت را روی میزبان‌های مختلف گیاهی از خانواده بقولات مطالعه کردند. از دیگر مطالعات صورت‌گرفته در این زمینه می‌توان به بررسی‌های Hemati et al. (2012) در زمینه مطالعه شاخص‌های تغذیه‌ای این آفت روی میزبان‌های مختلف گیاهی از جمله نخود، لوبیا، سیب‌زمینی و گوجه‌فرنگی اشاره کرد.

مروری بر منابع موجود نشان می‌دهد با آنکه مطالعه شاخص‌های تغذیه‌ای لاروهای *H. armigera* روی ارقام مختلف نخود و لوبیا چشم‌بلیلی از اهمیت بسزایی در برنامه‌های مدیریت تلفیقی این آفت برخوردار است، به جز مطالعات صورت‌گرفته توسط Hemati et al. (2012) و Bagheri et al. (2012) تحقیقات در این زمینه بسیار اندک است. لذا مطالعه حاضر می‌تواند گامی مؤثر در جهت برطرف کردن کاستی‌های موجود در این زمینه باشد. اطلاعات به‌دست‌آمده در این پژوهش علاوه بر آنکه می‌تواند در ارزیابی میزان مقاومت ارقام مختلف نخود و لوبیا

انجام آزمایش‌ها، با استفاده از بذور آسیاب‌شده ارقام مختلف نخود و لوبیا چشم‌بلبلی (۲۰۵ گرم)، رژیم غذایی این حشره با مواد اولیه شامل آگار (۱۴ گرم)، سوربیک اسید (۱/۱ گرم)، آسکوربیک اسید (۳/۵ گرم)، متیل پراهایدروکسی بنزوات (۲/۲ گرم)، مخمر نانویی (۳۵ گرم)، پودر جوانه گندم (۳۰ گرم)، فرمالدئید ۳۷ درصد (۲/۵ میلی‌لیتر)، روغن آفتابگردان (۵ میلی‌لیتر) و آب مقطر (۸۵۰ میلی‌لیتر) تهیه شد (Twine, 1971).

طراحی آزمایش

شاخص‌های تغذیه‌ای شب‌پره *H. armigera* روی ۴ رقم نخود و یک رقم لوبیا چشم‌بلبلی در شرایط آزمایشگاه با دمای 25 ± 1 درجه سلسیوس، رطوبت نسبی 65 ± 5 درصد و دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی مطالعه شد.

با توجه به وزن پایین لاروهای سنین اول و دوم شب‌پره *H. armigera*، شاخص‌های تغذیه‌ای این آفت روی ارقام مختلف از سن سوم لاروی مطالعه شد. مطالعه شاخص‌های تغذیه‌ای لاروهای سن سوم روی هر میزبان گیاهی در ۸ گروه ۱۰ تایی صورت گرفت. لاروها پس از رسیدن به سن چهارم به‌صورت انفرادی مطالعه شدند و در هر رقم به منظور مطالعه شاخص‌های تغذیه‌ای لاروهای سنین چهارم تا ششم، ۷۰ لارو مطالعه شد. بدین منظور، در بازدیدهای روزانه، وزن لاروها قبل از تغذیه، وزن لاروها بعد از تغذیه، وزن فضولات تولیدشده در هر روز، وزن غذای داده‌شده و وزن غذای باقی‌مانده اندازه‌گیری و ثبت شد. در محاسبه شاخص‌های تغذیه‌ای از وزن خشک استفاده شد که به منظور تعیین ضریب تبدیل وزن تر به خشک، لاروهای سنین مختلف، فضولات آنها و غذای مصنوعی تهیه‌شده از بذر هر رقم به‌طور جداگانه بعد از توزین اولیه به مدت ۴۸ ساعت در دمای 60 درجه سلسیوس قرار گرفته و وزن خشک آنها تعیین شد. در طول مراحل انجام آزمایش، لاروها درون ظروف پلاستیکی (قطر ۳ و ارتفاع ۵ سانتی‌متر) نگهداری شدند. در پایان، شاخص‌های تغذیه‌ای شب‌پره *H. armigera* روی ارقام مختلف نخود و لوبیا چشم‌بلبلی با استفاده از فرمول‌های ارائه‌شده توسط Waldbauer (1968) و به شرح زیر محاسبه شدند:

چشم‌بلبلی نسبت به شب‌پره *H. armigera* مفید باشد، از اهمیت زیادی نیز در طراحی برنامه‌های مدیریت تلفیقی این آفت در مزارع حبوبات کشور برخوردار است.

مواد و روش‌ها

تهیه بذر ارقام مختلف نخود و لوبیا چشم‌بلبلی

بذور ارقام مختلف نخود (آرمان، آزاد، بینویچ و هاشم) از مؤسسه تحقیقات کشاورزی دیم سرآرود کرمانشاه و بذر لوبیا چشم‌بلبلی (رقم مشهد) از مرکز تحقیقات ورامین تهیه شد.

پرورش آزمایشگاهی شب‌پره *H. armigera*

تخم و سنین مختلف لاروی شب‌پره *H. armigera* از آزمایشگاه گروه حشره‌شناسی کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس تهیه و به اتاقک رشد با دمای 25 ± 1 درجه سلسیوس، رطوبت نسبی 65 ± 5 درصد و دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی منتقل شدند. توری‌های حاوی تخم این شب‌پره درون کیسه پلاستیکی قرار داده شد و برای جلوگیری از خشک شدن تخم‌ها یک قطعه پنبه مرطوب در هر کیسه قرار گرفت. لاروهای تفریخ‌شده توسط قلم‌موی ظریف روی غذای مصنوعی انتقال یافتند. ظروف پلاستیکی دردار گرد (قطر دهانه ۲۰ و ارتفاع ۶ سانتی‌متر) برای نگهداری لاروهای نئونات به‌کار گرفته شدند. برای جلوگیری از هم‌خواری، لاروهای سنین بالاتر به‌صورت جداگانه به داخل ظروف پلاستیکی (ارتفاع ۵ و قطر دهانه ۳ سانتی‌متر) حاوی یک تکه غذای مصنوعی منتقل شدند. بعد از سپری شدن دوره لاروی و پیش‌شیرگی، سفیره‌ها به‌صورت انفرادی به داخل ظروف تمیز (ارتفاع ۵ و قطر دهانه ۳ سانتی‌متر) منتقل شدند. حشرات کامل نر و ماده به نسبت مساوی برای جفت‌گیری در داخل ظروف استوانه‌ای پلاستیکی (ارتفاع ۱۲ و قطر دهانه ۱۱ سانتی‌متر) قرار داده شدند. برای تغذیه شب‌پره‌ها از محلول آب عسل ۱۰ درصد استفاده شد. از توری‌های حریر به عنوان درپوش ظروف ویژه تخم‌گذاری حشرات کامل استفاده شد.

تهیه رژیم غذایی مصنوعی

به منظور حفظ کلنی *H. armigera* در شرایط آزمایشگاه و

از آزمون چنددامنه‌های دانکن استفاده شد. تجزیه کلاستر به منظور گروه‌بندی ارقام مختلف نخود و لوبیا چشم‌بلبلی بر پایه شاخص‌های تغذیه‌ای شب‌پره *H. armigera* نیز با استفاده از روش Ward و نرم‌افزار SPSS16.0 صورت گرفت.

نتایج

شاخص‌های تغذیه‌ای لاروهای سنین سوم تا ششم به صورت جداگانه در جدول‌های ۱ تا ۴ و شاخص‌های تغذیه‌ای مجموع سنین لاروی شب‌پره *H. armigera* در جدول ۵ نشان داده شده است. شاخص‌های تغذیه‌ای لاروهای سن سوم شب‌پره *H. armigera* روی ارقام مختلف از نظر آماری متفاوت بود (جدول ۱). بیشترین و کمترین مقدار شاخص RGR به ترتیب روی ارقام مشهد (۰/۷۱۳) و هاشم (۰/۰۷۴) به دست آمد. شاخص RCR لاروهای سن سوم بیشترین مقدار خود را روی رقم بینویچ داشت (۴/۲۲۸). بیشترین و کمترین مقادیر شاخص ECI در سن سوم لاروی به ترتیب روی ارقام آرمان (۰/۹۶۱) و آزاد (۰/۰۷۱) ثبت شد. بیشترین مقدار شاخص CI نیز روی رقم بینویچ به دست آمد (۳/۵۲۹). لاروهای پرورش‌یافته روی رقم آرمان بیشترین مقدار AD (۰/۹۶۴) و لاروهای پرورش‌یافته روی رقم آزاد کمترین مقدار این شاخص (۰/۵۶۲) را به خود اختصاص دادند. بیشترین وزن غذای خورده‌شده (WF) روی رقم آرمان ثبت شد (۷۰/۸۷۰). بیشترین وزن فضولات (Wf) نیز روی رقم هاشم (۳۹/۹۷۰) به دست آمد. علاوه بر این، بیشترین وزن لارو (WL) نیز روی رقم بینویچ به دست آمد (۴۵/۵۲۰).

نرخ رشد نسبی (RGR) Relative growth rate

$$RGR = \frac{E}{TA}$$

نرخ مصرف نسبی (RCR) Relative consumption rate

$$RCR = \frac{E}{PT}$$

بازدهی تبدیل غذای بلعیده‌شده
conversion of ingested food (ECI)

$$ECI = \frac{P}{E}$$

بازدهی تبدیل غذای هضم‌شده
conversion of digested food (ECD)

$$ECD = \frac{P}{E - F}$$

شاخص مصرف (CI) Consumption index

$$CI = \frac{E}{A}$$

شاخص هضم‌شوندگی غذا
Approximate digestibility (AD)

$$AD = \frac{E - F}{E} \times 100$$

در فرمول‌های فوق E: وزن غذای خورده‌شده، A: میانگین وزن لاروها در طول دوره، F: وزن فضولات تولیدشده، P: افزایش وزن لاروها و T: مدت زمان آزمایش است.

پس از محاسبه شاخص‌های تغذیه‌ای سنین مختلف لاروی، مقایسه آماری آنها روی ارقام مختلف با استفاده از آنالیز واریانس یک‌طرفه (One-way ANOVA) و نرم‌افزار آماری SAS 9.1 انجام گرفت. در گروه‌بندی میانگین‌ها نیز

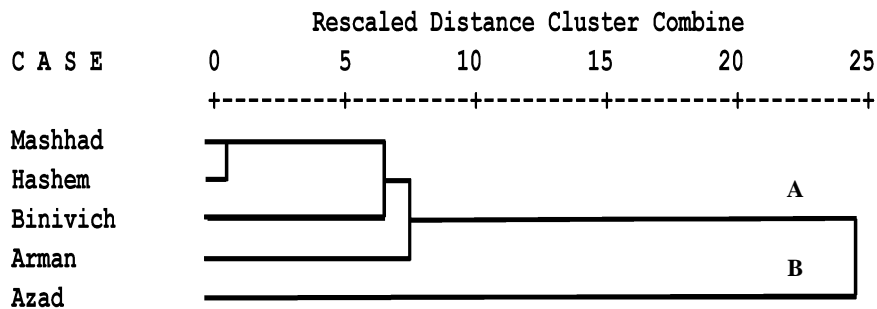
جدول ۱. شاخص‌های تغذیه‌ای لاروهای سن سوم شب‌پره *Helicoverpa armigera* روی ارقام مختلف نخود

(آرمان، آزاد، بینویچ و هاشم) و لوبیا چشم‌بلبلی (مشهد)

رقم	RGR (mg/mg/d)	RCR (mg/mg/d)	ECI	ECD	CI (mg/mg/d)	AD	WF (mg)	WL (mg)	Wf (mg)
Arman	۰/۶۲۰±۰/۰۰۷ b*	۳/۳۶۵±۰/۲۷b	۰/۹۶۱±۰/۰۰۵a	۰/۶۶۰±۰/۰۰۵a	۳/۵۰۱±۰/۳۷a	۰/۹۶۴±۰/۰۰۵a	۷۰/۸۷۰±۰/۰۲a	۲۰/۴۷۰±۰/۵۰d	۲۴/۰۲۰±۰/۹۲c
Azad	۰/۴۵۱±۰/۰۰۳c	۲/۵۲۷±۰/۵۰c	۰/۷۱۱±۰/۰۰۳c	۰/۱۱۱±۰/۰۰۵d	۲/۷۶۱±۰/۳۳b	۰/۵۶۲±۰/۰۰۵c	۳۵/۴۴۰±۰/۷۵c	۶۴/۲۹۰±۰/۳۳b	۳۰/۰۱۰±۰/۳۳b
Binivich	۰/۷۱۱±۰/۰۰۷a	۴/۲۲۸±۰/۵۰a	۰/۲۴۱±۰/۰۰۵b	۰/۴۳۱±۰/۰۰۳b	۳/۵۲۹±۰/۵۹a	۰/۹۶۳±۰/۰۰۳a	۳۳/۹۰۰±۰/۹۹c	۴۵/۵۲۰±۰/۸۹a	۲۴/۱۸۰±۰/۷۰c
Hashem	۰/۰۷۴±۰/۰۰۶d	۲/۰۰۹±۰/۷۱c	۰/۲۸۳±۰/۰۰۶b	۰/۱۱۱±۰/۰۰۳d	۱/۳۶۳±۰/۱۵c	۰/۸۸۳±۰/۰۰۷b	۱۳/۳۰۰±۰/۵۷e	۲۰/۴۷۰±۰/۳۳d	۳۰/۹۷۰±۰/۶۲a
Mashhad	۰/۷۱۳±۰/۰۰۵a	۱/۱۱۹±۰/۲۶d	۰/۲۸۲±۰/۰۰۷c	۰/۲۸۱±۰/۰۰۷c	۳/۲۹۱±۰/۳۳a	۰/۸۸۹±۰/۰۰۶b	۱۹/۱۸۰±۰/۳۳d	۴۳/۸۷۰±۰/۶۷b	۱۲/۸۱۰±۰/۳۳d
میانگین مربع	۴/۲۳	۲/۰۰	۴/۹۳	۵/۶۱	۴/۶۶	۴/۱۱	۴/۱۱	۵/۵۸	۴/۶۶
F-value	۱۸/۱۴	۱۰/۳۶	۲۱/۱۸	۲۸/۸۹	۱۷/۵۰	۲۱/۱۸	۶/۹۶	۲۹/۳۱	۲۱/۰۰
P-value	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱

* میانگین‌های با حروف غیرمشابه در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف معنادارند (آزمون چنددامنه‌های دانکن، $P < 0.01$).

** RGR نرخ رشد نسبی، RCR نرخ مصرف نسبی، ECI بازدهی تبدیل غذای بلعیده‌شده، ECD بازدهی تبدیل غذای هضم‌شده، CI شاخص مصرف، AD شاخص هضم‌شوندگی غذا، WF وزن غذای خورده‌شده (میلی گرم)، Wf وزن فضولات (میلی گرم)، WL وزن لاروها در طول دوره (میلی گرم).



شکل ۱. دندروگرام حاصل از تجزیه کلاستر ارقام مختلف نخود (آرمان، آزاد، بینویچ و هاشم) و لوبیا چشم‌بلبلی (مشهد) با استفاده از روش ward بر مبنای شاخص‌های تغذیه‌ای کل دوره لاروی شب‌پره *Helicoverpa armigera*

جدول ۲. شاخص‌های تغذیه‌ای لاروهای سن چهارم شب‌پره *Helicoverpa armigera* روی ارقام مختلف نخود (آرمان، آزاد، بینویچ و هاشم) و لوبیا چشم‌بلبلی (مشهد)

رقم	RGR(mg/mg/d)	RCR(mg/mg/d)	ECI	ECD	CI(mg/mg/d)	AD	WF(mg)	Wf(mg)	WL(mg)
Arman	۰/۵۷۱±۰/۰۰۳a	۳/۰۶۹±۰/۹۹b	۰/۵۲۵±۰/۰۰۵a	۰/۵۴۳±۰/۰۰۷b	۴/۶۰۰±۰/۰۳۰b	۰/۹۸۴±۰/۰۲a	۱۰/۱۶۶±۰/۰۵۰a	۱۱/۰۱±۰/۵۶c	۳۱/۰۲±۰/۷۹a
Azad	۰/۲۹۳±۰/۰۰۳b	۳/۶۸۹±۰/۳۶b	۰/۳۲۳±۰/۰۰۷b	۰/۱۸۲±۰/۰۰۶d	۵/۸۵۰±۰/۰۶۵a	۰/۸۱۰±۰/۰۳b	۹۱/۶۰±۰/۱۰b	۱۱/۷۷±۰/۳۳c	۱۵/۷۵±۰/۵۲d
Binivich	۰/۱۰۵±۰/۰۰۵c	۴/۲۶۶±۰/۹۹a	۰/۲۲۳±۰/۰۰۳c	۰/۲۲۳±۰/۰۰۳c	۵/۳۱۰±۰/۰۶a	۰/۷۴۱±۰/۰۶c	۳۷/۲۶±۰/۳۳d	۲۴/۰۲±۰/۰۵a	۲۱/۳۸۳±۰/۹۸c
Hashem	۰/۵۶۳±۰/۰۰۱a	۲/۱۶۸±۰/۷۳c	۰/۱۲۳±۰/۰۰۷d	۰/۱۵۳±۰/۰۰۵e	۴/۰۸۰±۰/۰۷b	۰/۹۴۲±۰/۰۰۷a	۶۹/۷۹±۰/۲۷c	۱۱/۰۱±۰/۰۰۱c	۲۲/۷۲±۰/۵۷c
Mashhad	۰/۵۱۹±۰/۰۰۲a	۲/۱۰۲±۰/۳۳c	۰/۳۹۹±۰/۰۰۷b	۰/۶۱۳±۰/۰۰۵a	۳/۷۴۰±۰/۰۵۰c	۰/۹۰۰±۰/۰۶a	۶۹/۸۰±۰/۲۱c	۱۶/۵۰±۰/۴۸b	۲۵/۷۸±۰/۳۳b
میانگین مربع	۵/۵۸	۴/۴۳	۳/۷۳	۵/۶۱	۴/۹۳	۴/۸۳	۲/۷۰	۳/۵۹	۴/۸۳
F-value	۲۹/۳۱	۳۳/۲۵	۶/۰۰	۲۸/۸۹	۲۵/۳۸	۳۳/۵۰	۶/۹۶	۱۲/۳۳	۳۶/۲۵
P-value	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱

* میانگین‌های با حروف غیرمشابه در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف معنادارند (آزمون چنددامنه‌ای دانکن، $P < 0/01$).
 ** RGR نرخ رشد نسبی، RCR نرخ مصرف نسبی، ECI بازدهی تبدیل غذای بلعیده‌شده، ECD بازدهی تبدیل غذای هضم‌شده، CI شاخص مصرف، AD شاخص هضم‌شوندگی غذا، WF وزن غذای خورده‌شده (میلی‌گرم)، Wf وزن فضولات (میلی‌گرم)، WL وزن لاروها در طول دوره (میلی‌گرم).

جدول ۳. شاخص‌های تغذیه‌ای لاروهای سن پنجم شب‌پره *Helicoverpa armigera* روی ارقام مختلف نخود (آرمان، آزاد، بینویچ و هاشم) و لوبیا چشم‌بلبلی (مشهد)

رقم	RGR(mg/mg/d)	RCR(mg/mg/d)	ECI	ECD	CI(mg/mg/d)	AD	WF(mg)	Wf(mg)	WL(mg)
Arman	۰/۷۲۷±۰/۰۰۱a*	۲/۰۷۴±۰/۰۲b	۰/۲۶۳±۰/۰۰۱b	۰/۲۸۰±۰/۰۰۶b	۱/۸۷۷±۰/۰۳c	۰/۶۵۰±۰/۰۰۱b	۱۰/۴۵±۰/۰۰۵b	۳۲/۹۱±۰/۹۴c	۶۴/۷۵±۰/۷۴a
Azad	۰/۳۴۷±۰/۰۰۲b	۱/۸۵۶±۰/۰۱c	۰/۱۳۵±۰/۰۰۵c	۰/۳۴۷±۰/۰۰۲a	۵/۳۵۵±۰/۳۳a	۰/۹۲۹±۰/۰۰۲a	۳۷/۲۷±۰/۸۱c	۵۳/۱۳±۰/۳۳b	۴۷/۹۵±۰/۳۳c
Binivich	۰/۳۰۹±۰/۰۰۳b	۴/۸۶۱±۰/۰۷a	۰/۲۵۳±۰/۰۰۵b	۰/۲۳۳±۰/۰۰۲c	۳/۶۳۸±۰/۰۶b	۰/۸۶۳±۰/۰۱a	۱۲۸/۶۰±۰/۳۳b	۵۱/۱۷±۰/۱۵b	۳۹/۴۶±۰/۹۸d
Hashem	۰/۲۳۳±۰/۰۰۵c	۱/۱۲۹±۰/۰۹۵c	۰/۳۲۷±۰/۰۰۴a	۰/۲۳۳±۰/۰۰۴c	۱/۹۲۰±۰/۰۰۳b	۰/۷۰۰±۰/۰۰۳b	۱۲۵/۹۶±۰/۳۲b	۵۴/۲۲±۰/۰۰۵b	۵۵/۳۴±۰/۹۲b
Mashhad	۰/۳۷۱±۰/۰۰۴b	۲/۹۷۰±۰/۰۲۵b	۰/۱۴۴±۰/۰۰۵c	۰/۲۸۳±۰/۰۰۵b	۴/۹۳۱±۰/۳۳a	۰/۸۴۳±۰/۰۱a	۱۵۸/۹۸±۰/۵۰a	۶۳/۱۴±۰/۳۳a	۴۱/۰۲±۰/۳۳d
میانگین مربع	۲/۹۳	۴/۵۹	۴/۲۵	۴/۲۵	۵/۵۸	۵/۵۸	۳/۸۰	۵/۵۸	۵/۵۸
F-value	۱۲/۵۷	۳۶/۷۸	۱۲/۷۵	۱۲/۷۵	۲۹/۳۱	۲۹/۳۱	۱۱/۴۳	۲۹/۳۱	۲۹/۳۱
P-value	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱

* میانگین‌های با حروف غیرمشابه در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف معنادارند (آزمون چنددامنه‌ای دانکن، $P < 0/01$).
 ** RGR نرخ رشد نسبی، RCR نرخ مصرف نسبی، ECI بازدهی تبدیل غذای بلعیده‌شده، ECD بازدهی تبدیل غذای هضم‌شده، CI شاخص مصرف، AD شاخص هضم‌شوندگی غذا، WF وزن غذای خورده‌شده (میلی‌گرم)، Wf وزن فضولات (میلی‌گرم)، WL وزن لاروها در طول دوره (میلی‌گرم).

مقدار شاخص RCR نیز روی رقم بینویچ ثبت شد (۴/۲۶۶). مقادیر محاسبه‌شده شاخص‌های ECD، ECI و CI نیز روی ارقام مختلف از نظر آماری متفاوت بود. وجود این کمترین مقادیر شاخص‌های مذکور به ترتیب

شاخص‌های تغذیه‌ای لاروهای سن چهارم نیز روی ارقام مختلف از نظر آماری متفاوت بود (جدول ۲). بر این اساس، لاروهای سن چهارم بیشترین میزان شاخص RGR را روی رقم آرمان داشتند (۰/۵۷۱). بیشترین

هاشم (۰/۹۱۶) و بینویچ (۰/۷۳۱) محاسبه شد. لاروهای پرورش یافته روی رقم مشهد بیشترین مقدار تغذیه (۲۹۶/۱۸۰) را داشتند.

مقایسه شاخص‌های تغذیه‌ای مجموع سنین لاروی شب‌پره *H. armigera* روی ارقام مختلف تحت مطالعه نشان داد که بیشترین میزان شاخص RGR در کل دوره لاروی روی رقم هاشم (۰/۵۹۹) به دست آمد (جدول ۵). بیشترین و کمترین مقادیر شاخص RCR نیز به ترتیب روی ارقام مشهد (۲/۰۵۱) و بینویچ (۰/۷۳۹) به دست آمد. شاخص‌های ECI و ECD نیز به طور معناداری تحت تأثیر ارقام مختلف مطالعه شدند و بیشترین میزان شاخص‌های فوق به ترتیب روی ارقام آرمان (۰/۴۲۷) و بینویچ (۰/۵۶۷) ثبت شد. بیشترین و کمترین مقادیر شاخص CI نیز روی ارقام هاشم (۳/۹۰۲) و آرمان (۱/۹۷۷) به دست آمد. بیشترین مقدار شاخص AD نیز روی رقم هاشم (۰/۹۳۳) به دست آمد. لاروهای سن ششم پرورش یافته روی رقم بینویچ بیشترین وزن را به خود اختصاص دادند (۹۶/۱۹۰).

دندروگرام حاصل از تجزیه کلاستر میزبان‌های مختلف تحت مطالعه در پژوهش حاضر با استفاده از شاخص‌های تغذیه‌ای شب‌پره *H. armigera* در شکل ۱ نشان داده شده است. بر همین اساس، ارقام مختلف تحت مطالعه به دو گروه تقسیم شدند. بدین ترتیب، ارقام آرمان، بینویچ، هاشم و مشهد به عنوان ارقام حساس به آفت در گروه A و رقم آزاد به عنوان رقم مقاوم در گروه B قرار گرفتند.

روی ارقام هاشم (۰/۱۲۳)، هاشم (۰/۱۵۳) و مشهد (۳/۷۴۰) ثبت شد. بیشترین مقدار شاخص AD نیز روی رقم آرمان ثبت شد. لاروهای پرورش یافته روی رقم آرمان بیشترین مقدار غذای خورده شده (۱۰۱/۶۶۰) را به خود اختصاص دادند. بیشترین وزن لارو (۳۱/۰۲۰) نیز روی رقم آرمان به دست آمد.

میزبان‌های مختلف تحت مطالعه، شاخص‌های تغذیه‌ای لاروهای سن پنجم شب‌پره *H. armigera* را نیز تحت تأثیر قرار دادند (جدول ۳). بیشترین و کمترین مقادیر شاخص RGR به ترتیب روی ارقام آرمان (۰/۷۲۷) و هاشم (۰/۲۳۳) محاسبه شد. مقادیر محاسبه شده شاخص RCR نیز روی ارقام مختلف از نظر آماری متفاوت بود و بیشترین مقدار آن روی رقم بینویچ (۴/۸۶۱) ثبت شد. شاخص AD نیز بیشترین مقدار خود را روی رقم آزاد داشت (۰/۹۲۹). مقادیر ثبت شده شاخص‌های ECD، ECI و CI در لاروهای سنین پنجم نیز روی ارقام مختلف از نظر آماری متفاوت بود. بیشترین وزن لارو سن پنجم روی رقم آرمان (۶۵/۷۵۰) به دست آمد.

در لاروهای سن ششم بیشترین مقدار شاخص RGR روی رقم مشهد (۰/۷۲۹) به دست آمد (جدول ۴). علاوه بر این، بیشترین مقادیر شاخص‌های RCR (۴/۸۲۵)، ECI (۰/۴۹۰) و ECD (۰/۸۱۵) نیز روی رقم هاشم ثبت شد. ارقام مختلف تحت مطالعه شاخص CI را نیز به طور معناداری تحت تأثیر قرار دادند. بیشترین و کمترین مقادیر شاخص AD نیز به ترتیب روی ارقام

جدول ۴. شاخص‌های تغذیه‌ای لاروهای سن ششم شب‌پره *Helicoverpa armigera* روی ارقام مختلف نخود

(آرمان، آزاد، بینویچ و هاشم) و لوبیا چشم‌بلبلی (مشهد)

رقم	RGR(mg/mg/d)	RCR(mg/mg/d)	ECI	ECD	CI(mg/mg/d)	AD	WF(mg)	Wf(mg)	WL(mg)
Arman	۰/۶۲۳±۰/۰۰۵b*	۳/۳۷۷±۰/۵b	۰/۴۷۷±۰/۰۰۷a	۰/۳۸۴±۰/۰۰۵c	۲/۱۹۰±۰/۵۰d	۰/۷۴۴±۰/۰۰۱b	۲۰۸/۱۱۰±۰/۵۰b	۳۹/۲۰۰±۰/۳۳c	۱۷/۸۲±۰/۸۸e
Azad	۰/۴۶۷±۰/۰۰۶d	۲/۱۶۹±۰/۵c	۰/۳۳۹±۰/۰۰۳b	۰/۳۸۴±۰/۰۱۳c	۴/۲۲۱±۰/۰۴۰b	۰/۹۰۷±۰/۰۰۳a	۲۵۲/۹۵±۰/۴۵a	۵۱/۷۳±۰/۰۳۳b	۲۹/۹۵±۰/۷۴d
Binivich	۰/۵۳۷±۰/۰۰۳c	۲/۵۰۸±۰/۵۵c	۰/۱۴۱±۰/۰۰۱c	۰/۶۰۰±۰/۰۰۳b	۲/۱۳۰±۰/۰۳۵d	۰/۷۳۱±۰/۰۰۱b	۲۲۲/۱۲۰±۰/۳۵a	۷۰/۶۶±۰/۰۱۱a	۹۶/۱۹۰±۰/۳۳a
Hashem	۰/۴۵۸±۰/۰۰۱d	۴/۸۲۵±۰/۹a	۰/۴۹۰±۰/۰۰۲a	۰/۸۱۵±۰/۰۰۹a	۳/۴۱۲±۰/۲۲c	۰/۹۱۶±۰/۰۰۴a	۲۶۷/۱۹۰±۰/۳۸a	۶۷/۲۸±۰/۳۳a	۸۷/۸۴±۰/۸۱b
Mashhad	۰/۷۲۹±۰/۰۰۵a	۲/۱۳۴±۰/۳۲c	۰/۳۰۶±۰/۰۰۳b	۰/۱۲۷±۰/۰۰۱d	۵/۹۱۶±۰/۴۷a	۰/۷۸۳±۰/۰۰۲b	۲۹۶/۱۸۰±۰/۵۰a	۵۲/۵۸±۰/۳۳b	۶۴/۰۷۰±۰/۹۲c
میانگین مربع	۴/۶۲	۲/۷۵	۵/۵۸	۴/۱۱	۴/۱۱	۵/۵۸	۴/۶۵	۵/۵۸	۵/۰۶
F-value	۱۶/۶۶	۱۱/۰۰	۲۹/۳۱	۲۱/۱۸	۲۱/۱۸	۲۹/۳۱	۲۲/۲۵	۲۹/۳۱	۴۵/۵۵
P-value	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱

* میانگین‌های با حروف غیرمشابه در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف معنادارند (آزمون چنددامنه‌ای دانکن، $P < ۰/۰۱$).

** RGR نرخ رشد نسبی، RCR نرخ مصرف نسبی، ECI بازدهی تبدیل غذای بلعیده شده، ECD بازدهی تبدیل غذای هضم شده، CI شاخص مصرف، AD شاخص هضم‌شوندگی غذا، WF وزن غذای خورده شده (میلی گرم)، Wf وزن فضولات (میلی گرم)، WL وزن لاروها در طول دوره (میلی گرم).

جدول ۵. شاخص‌های تغذیه‌ای کل دوره لاروی شب‌پره *Helicoverpa armigera* روی ارقام مختلف نخود

(آرمان، آزاد، بینویچ و هاشم) و لوبیا چشم‌بلبلی (مشهد)

رقم	RGR(mg/mg/d)	RCR(mg/mg/d)	ECI	ECD	CI(mg/mg/d)	AD	WF (mg)	Wf (mg)	WL(mg)
Arman	۰/۲۵۸±۰/۰۰۵b*	۱/۳۷۰±۰/۰۵۰b	۰/۴۲۷±۰/۰۰۲a	۰/۱۳۴±۰/۰۰۵c	۱/۹۷۷±۰/۰۵۰c	۰/۶۵۱±۰/۰۰۳c	۱۱۶/۰۴۰±۰/۳۱a	۵۸/۶۸۲±۰/۹۴a	۲۳۵/۹۱±۰/۵۰a
Azad	۰/۰۲۱±۰/۰۰۵c	۱/۸۸۲±۰/۰۵۰b	۰/۰۲۷±۰/۰۰۳d	۰/۰۳۰±۰/۰۰۱e	۳/۴۲۸±۰/۰۵۰a	۰/۹۱۵±۰/۰۰۴a	۳۶/۸۴۷±۰/۳۳c	۲۶/۱۰۰±۰/۳۰e	۱۶۵/۴۹±۰/۳۰d
Binivich	۰/۲۵۰±۰/۰۰۲b	۰/۷۳۹±۰/۰۲d	۰/۰۶۵±۰/۰۰۳c	۰/۰۵۶۷±۰/۰۰۱a	۲/۴۲۸±۰/۰۳۲b	۰/۸۴۴±۰/۰۰۳b	۸۷/۲۵۰±۰/۳۳b	۱۲/۶۶۰±۰/۱۵e	۱۹۸/۳۷±۰/۵۰c
Hashem	۰/۵۹۹±۰/۰۰۵a	۰/۹۹۹±۰/۰۳c	۰/۰۹۱±۰/۰۰۵c	۰/۰۹۶±۰/۰۰۳d	۳/۹۰۲±۰/۰۳۱c	۰/۹۳۳±۰/۰۰۳a	۷۶/۷۸۰±۰/۳۱c	۱۸/۴۴۰±۰/۰۵d	۲۳۵/۹۱±۰/۵۰a
Mashhad	۰/۴۶۵±۰/۰۰۲b	۲/۰۵۱±۰/۰۳۲a	۰/۱۵۸±۰/۰۰۵b	۰/۱۹۳±۰/۰۰۲b	۳/۷۱۹±۰/۰۳۲a	۰/۶۴۱±۰/۰۰۵c	۶۰/۴۶۰±۰/۳۰d	۵۱/۶۲۰±۰/۳۳b	۲۰۱/۹۰±۰/۵۰b
میانگین مربع	۴/۲۱	۳/۴۸	۵/۶۱	۴/۲۱	۴/۲۱	۴/۲۱	۵/۰۶	۴/۴۳	۳/۶۵
F-value	۱۵/۱۹	۱۰/۴۵	۲۸/۸۹	۱۵/۱۹	۱۵/۱۹	۱۵/۱۹	۴۵/۵۵	۱۵/۱۹	۱۲/۱۷
P-value	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱

* میانگین‌های با حروف غیرمشابه در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف معنادارند (آزمون چنددامنه‌ای دانکن، $P < 0/01$).

** RGR نرخ رشد نسبی، RCR نرخ مصرف نسبی، ECI بازدهی تبدیل غذای بلعیده‌شده، ECD بازدهی تبدیل غذای هضم‌شده، CI شاخص مصرف، AD شاخص هضم‌شوندگی غذا، WF وزن غذای خورده‌شده (میلی‌گرم)، Wf وزن فضولات (میلی‌گرم)، WL وزن لاروها در طول دوره (میلی‌گرم).

بحث

نرخ مصرف نسبی (RCR) شاخصی است که در اندازه‌گیری سرعت بهره‌برداری حشره از غذا به‌کار می‌رود و ارتباط بین نرخ تغذیه و وزن حشره در زمان مشخص را نشان می‌دهد. نرخ مصرف نسبی در حشرات به ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی گیاه میزبان از جمله میزان آب بستگی دارد. بیشترین نرخ مصرف نسبی لاروها در مجموع سنین لاروی روی رقم مشهد ثبت گردید که این امر ممکن است به علت وجود مواد غذایی مطلوب‌تر برای لارو باشد. علاوه بر این، کمترین میزان نرخ مصرف نسبی در این پژوهش روی رقم بینویچ ثبت شد. پژوهشگران بر این باورند که نرخ مصرف نسبی غذا ارتباط نزدیکی با قابلیت هضم غذا (AD) و بازدهی تبدیل غذای بلعیده‌شده (ECI) داشته (Batista Pereira et al., 2002) و کاهش میزان مصرف غذا می‌تواند نشان‌دهنده کاهش ارزش غذایی میزبان مورد تغذیه باشد (Nathan et al., 2005). بنابراین، می‌توان این‌گونه استنباط کرد که پایین بودن نرخ مصرف نسبی روی رقم بینویچ ممکن است به دلیل کیفیت پایین بافت این میزبان گیاهی برای تبدیل به بافت بدن لارو باشد.

یکی از مهم‌ترین شاخص‌های تغذیه‌ای، بازدهی تبدیل غذای بلعیده‌شده (ECI) است که در تعیین کیفیت غذا برای حشره به‌کار می‌رود. در حقیقت این شاخص قابلیت استفاده از غذای بلعیده‌شده برای رشد و تولید بافت را نشان می‌دهد (Koul et al., 2004). نتایج نشان داد که بیشترین بازدهی تبدیل غذای بلعیده‌شده مجموع سنین لاروی مربوط به رقم آرمان است. این

نرخ رشد نسبی (RGR) تابعی از افزایش وزن بدن موجود زنده است (Srinivasan & Uthamasamy, 2005). نتایج این پژوهش نشان داد که کمترین نرخ رشد نسبی مجموع سنین لاروی (سوم تا ششم) شب‌پره *H. armigera* روی رقم آزاد است که این نشان‌دهنده مطلوبیت کمتر عناصر غذایی موجود در این میزبان برای رشد شب‌پره *H. armigera* است. کاهش رشد می‌تواند حاصل کاهش نرخ مصرف نسبی (RCR) و کارایی تبدیل غذای بلعیده‌شده (ECI) یا هر دو باشد (Lazarevic et al., 2004). بر همین اساس می‌توان بیان کرد که پایین بودن میزان ECI روی رقم آزاد از دلایل اصلی پایین بودن شاخص RGR است. از جمله عواملی که میزان مطلوبیت میزبان مورد تغذیه را کاهش می‌دهند می‌توان به وجود ترکیبات شیمیایی ثانویه اشاره کرد که در بسیاری از موارد اثرات نامطلوبی روی رشد حشرات گیاه‌خوار دارند (Chih et al., 2003). میزان بالای این ترکیبات در رقم آزاد می‌تواند یکی از دلایل احتمالی پایین بودن نرخ رشد نسبی این آفت باشد. این نکته با دندروگرام به‌دست‌آمده در این پژوهش نیز مطابقت دارد و بر همین اساس رقم آزاد در مقایسه با دیگر میزبان‌های تحت مطالعه از مقاومت بیشتری نسبت به شب‌پره *H. armigera* برخوردار است. از سوی دیگر بیشترین میزان نرخ رشد نسبی شب‌پره *H. armigera* نیز روی رقم هاشم به‌دست آمد که این نتیجه مؤید مطلوبیت بالای این میزبان گیاهی برای تغذیه و رشد این آفت است.

دیگر ترکیبات شیمیایی ثانوی با اثرات نامطلوب روی فعالیت آنزیم‌های گوارشی است. همین امر می‌تواند از دلایل احتمالی مقاومت این میزبان گیاهی نسبت به شب‌پره *H. armigera* باشد. مقدار ثبت‌شده ECD روی این رقم (۰/۰۳۰) از مقادیری که (Hemati et al. (2012) (۰/۲۱۴-۰/۰۷۳) و (Naseri et al. (2009) (۰/۸۲۰-۰/۳۵۳) گزارش کرده‌اند، کمتر بود.

در پژوهش حاضر، بیشترین مقدار شاخص تقریبی هضم‌شوندگی (AD) در مجموع سنین لاروی شب‌پره *H. armigera* روی رقم هاشم و کمترین میزان این پارامتر نیز روی رقم مشهد به دست آمد. این شاخص نشان‌دهنده میزان جذب غذا از طریق دیواره معده است. مقادیر متفاوت شاخص AD روی میزبان‌های مختلف تحت مطالعه می‌تواند ناشی از عواملی مانند تفاوت در میزان مواد غذایی، میزان الیاف و مقدار آب موجود در بافت میزبان باشد (Srinivasan & Uthamasamy, 2005). مقادیر محاسبه‌شده شاخص AD برای لاروهای سن چهارم شب‌پره *H. armigera* در پژوهش حاضر (۰/۹۸۴-۰/۷۴۱) با یافته‌های (Ashfaq et al. (2003) (۰/۶۶۲) و پنبه (۰/۶۹۷) مشابه بود. در مطالعه‌ای دیگر، (Wang et al. (2006) مقدار AD در کل دوره لاروی شب‌پره *H. armigera* روی رژیم غذایی مصنوعی را ۰/۲۱۴ گزارش کردند که بسیار کمتر از مقادیر ثبت‌شده در پژوهش حاضر بود. تفاوت‌های مشاهده‌شده میان نتایج این پژوهش با یافته‌های دیگر محققان می‌تواند به دلیل تفاوت در میزبان‌های مختلف تحت مطالعه، تفاوت در جمعیت‌های مختلف تحت مطالعه و شرایط انجام آزمایش باشد. در این میان (Hemati et al. (2012) مقدار این پارامتر را روی میزبان‌های مختلف از (۰/۸۵۷ تا ۰/۵۷۳) گزارش کردند که به مقادیر محاسبه‌شده در این پژوهش (۰/۹۳۳-۰/۶۴۱) نزدیک است. علاوه بر این، نتایج گزارش‌شده توسط (Naseri et al. (2009) (۰/۸۵۷-۰/۵۹۷) نیز همسو با یافته‌های پژوهش حاضر است.

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که لاروهای سنین مختلف شب‌پره *H. armigera* از پتانسیل زیادی در تغذیه از حیوانات برخوردارند. بنابراین، روش‌های مختلف مبارزه بهتر است که در ابتدای دوره لاروی این آفت به کار روند.

نکته بیانگر آن است که بافت گیاهی این میزبان قابلیت بیشتری برای تبدیل شدن به بافت بدن لاروهای *H. armigera* را در مقایسه با دیگر میزبان‌های تحت مطالعه داشته است. در ضمن، مقادیر محاسبه‌شده ECI برای مجموع سنین لاروی *H. armigera* روی برخی از میزبان‌های مختلف تحت مطالعه در پژوهش حاضر (۰/۴۲۷-۰/۰۶۵) همسو با یافته‌های (Naseri et al. (2009) (۰/۵۲۴-۰/۲۷۹) و (Hemati et al. (2012) (۰/۱۴-۰/۰۷) در ارتباط با مطالعه شاخص‌های تغذیه‌ای این آفت روی میزبان‌های مختلف گیاهی بود.

شاخص مهم دیگر درباره ارزیابی میزان سودمندی غذا برای رشد حشره، کارایی تبدیل غذای هضم‌شده (ECD) است. کارایی تبدیل غذای هضم‌شده مشخص‌کننده بخشی از غذای جذب‌شده است که تبدیل به بافت‌های بدن حشره می‌شود. غذاهای با کارایی تبدیل پایین اغلب ممکن است برای حشره نامطلوب باشد، یا هزینه هضم و جذب مواد غذایی آنها بالا باشد. در نقطه مقابل، بالاتر بودن شاخص ECD نشان‌دهنده مطلوبیت غذا است (Koul et al., 2004; Soliemannejad et al., 2010). به هر حال، تغییر در ECD نشان‌دهنده افزایش یا کاهش نسبی هضم غذای متابولیزه برای تولید انرژی است. بر اساس نتایج، بیشترین میزان ECD مجموع سنین لاروی شب‌پره *H. armigera* روی رقم بینویچ ثبت شد. این یافته نشان‌دهنده آن است که لاروهای *H. armigera* روی این رقم بهتر توانسته‌اند از غذای متابولیزه‌شده در تولید بافت بدن استفاده کنند. لاروهای تغذیه‌شده با رقم آزاد کمترین مقدار ECD را داشتند که این نکته بیانگر کیفیت پایین بافت این میزبان گیاهی برای تبدیل به بافت بدن حشره پس از هضم است. پایین بودن میزان این پارامتر روی رقم آزاد می‌تواند توجیه دیگری برای پایین بودن میزان RGR روی این رقم باشد. بر اساس بررسی‌های صورت‌گرفته، فعالیت آنزیم‌های گوارشی از جمله عواملی است که بازدهی تبدیل غذای هضم‌شده به بیوماس لارو را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Lazarevie et al., 2004; Fallahnejad-Mojarrad et al., 2013). همین اساس، پایین بودن مقدار ECD در رقم آزاد احتمالاً به دلیل وجود مهارکننده‌های پروتئاز یا وجود

پژوهش نسبت به شب‌پره *H. armigera* تنها بر اساس شاخص‌های تغذیه‌ای منطقی به نظر نمی‌رسد. در این میان اطلاعات مربوط به پارامترهای دموگرافیک، یا فعالیت آنزیم‌های گوارشی این آفت روی ارقام مختلف تحت بررسی در این پژوهش کمک شایانی به تکمیل نتایج به‌دست‌آمده می‌کند. چنین اطلاعاتی ارزش شایان توجهی در طراحی و اجرای برنامه‌های مدیریت تلفیقی (IPM) این شب‌پره در مزارع کشور دارد.

این عمل علاوه بر آنکه سبب کاهش خسارت مرحله لاروی می‌شود، تأثیر بسزایی نیز بر تراکم جمعیت در نسل‌های بعدی آفت خواهد داشت. علاوه بر این، نتایج نشان داد که میزان مقاومت میزبان‌های مختلف گیاهی نسبت به خسارت این شب‌پره متفاوت است و شاخص‌های تغذیه‌ای را به عنوان معیاری مناسب در ارزیابی میزان مقاومت می‌توان مورد استفاده قرار داد. با وجود این قضاوت درباره‌ی میزان مقاومت ارقام مختلف تحت مطالعه در این

REFERENES

1. Ashfaq, M., Ahmad, K. J. & Ali, A. (2003). Morpho-physical factors affecting consumption and coefficient of utilization of *Helicoverpa armigera* (Hübner). *Pakistan Journal of Applied Sciences*, 3 (4), 225-230.
2. Bagheri, F., Fathipour, Y. & Naseri, B. (2012). Nutritional indices of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) on seeds of five host plants. *Applied Entomology and Phytopathology*. (In press).
3. Barbehenn, R. V. & Keddie, A. (1992). Gut contents in molting lepidoptera larva: a source of error in nutritional studies. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 62(1), 87-91.
4. Batista Pereira, G. L., Petacci, F., Fernandes, B. J., Correa, A. G., Vieira, P. C., Fatima da Silva, M. & Malaspina, O. (2002). Biological activity of astilbin from *Dimorphandra mollis* against *Anticarsia gemmatalis* and *Spodoptera frugiperda*. *Pest Management Science*, 58 (5), 503-507.
5. Chih, W. W., Li, L., Jen-Wei, L. & Shoaw, Y. H. (2003). Host-plant utilization of two Luna Moths, *Actias* spp. on *Liquidamber formosana* and *Cinnamomun camphora*. *Formosan Entomology*, 23, 49-57.
6. Fallahnejad-Mojarrad, N., Fathipour, Y., Kamali, K. & Naseri, B. (2013). The effect of seeds of different chickpea and cowpea cultivars on digestive proteolytic activity of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae). *Journal of Entomological Society of Iran*, 32(2), 1-16. (In Persian with English abstract)
7. Farrar, Jr., R. R. & Kennedy, G. G. (1987). Growth, food consumption and mortality of *Heliothis zea* larvae on foliage of the wild tomato *Lycopersicon hirsutum* f. *glabratum* and the cultivated tomato, *L. esculentum*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 44, 213-219.
8. Fathipour, Y. & Naseri, B. (2011). Soybean Cultivars Affecting Performance of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae), Soybean - Biochemistry, Chemistry and Physiology, Tzi-Bun Ng (Ed.), ISBN: 978-953-307-219-7, InTech, DOI: 10.5772/14838. Available from: <http://www.intechopen.com/download/get/type/pdfs/id/15730>
9. Fathipour, Y. & Sedaratian, A. (2013). Integrated Management of *Helicoverpa armigera* in Soybean Cropping Systems, Soybean - Pest Resistance, Hany El-Shemy (Ed.), ISBN: 978-953-51-0978-5, InTech, DOI: 10.5772/54522. Available from: <http://www.intechopen.com/download/get/type/pdfs/id/42604>
10. Hemati, S. A., Naseri, B., Nouri Ghanbalani, Gh., Rafiee-Dastjerdi, H. & Golizadeh, A. (2012). Effect of different host plants on nutritional indices of the pod borer, *Helicoverpa armigera*. *Journal of Insect Science*, 12, 1-15.
11. Koul, O., Singh, G., Sing, R., Daniewsk, W.M. & Berlozecki, S. (2004). Bioefficacy and mode of action some limonoids of salanin group from *Azadirachta indica* A. Juss and their role in a multicomponent system against lepidopteran larvae. *Journal of Bioscience*, 29 (4), 409-416.
12. Lazarevic, J., Peric-Mataruga, V., Vlahovic, M., Mrdakovic, M. & Cvetanovic, D. (2004). Effects of rearing density on larval growth and activity of digestive enzyme in *Lymantria dispar* L. (Lepidoptera: Lymantriidae). *Folia Biologica*, 52(1-2), 105-12.
13. Lazarevic, J. & Peric-Mataruga, V. (2003). Nutritional stress effects on growth and digestive physiology of *Lymantria dispar* larvae. *Jugoslovenska Medicinska Biohemija*, 22 (1), 53-59.
14. Naseri, B., Fathipour, Y., Moharrampour, S. & Hosseinaveh, V. (2009). Nutritional indices of the cotton bollworm, *Helicoverpa armigera* on 13 soybean varieties. *Journal of Insect Science*, 10, 1-14.
15. Nathan, S. S., Kalaivani, K., Murugan, K. & Chung, P. G. (2005). Efficacy of neem limonoids on *Cnaphlocrocis medinalis* (Guenee) (Lepidoptera: Pyralidae) the rice leafhopper. *Crop Protection*, 24, 760-763.
16. Rafiee-Dastjerdi, H., Hejazi, M.J., Nouri-Ganbalani, G. & Saber, M. (2008). Toxicity of some biorational and conventional insecticides to cotton bollworm, *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) and its ectoparasitoid, *Habrobracon hebetor* (Hymenoptera: Braconidae). *Journal of Entomological Society of Iran*, 28, 27-37.

17. Slansky, F. Jr. (1982). Insect nutrition: an adaptationist's perspective. *Florida Entomologist*, 65, 45-71.
18. Smith, I. M., McNamara, D. G., Scott, P. R. & Harris, K. M. (1992). *Quarantine pests for Europe*. CAB International.
19. Soleimannejad, S., Fathipour, Y., Moharramipour, S. & Zalucki, M. P. (2010). Evaluation of potential resistance in seeds of different soybean cultivars to *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) using demographic parameters and nutritional indices. *Jurnal of Economic Entomology*, 103 (4), 1420-1430.
20. Srinivasan, R. & Uthamasamy, S. (2005). Studies to elucidate antibiosis resistance in selected tomato accessions against fruitworm, *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae). *Resistance Pest Management Newsletter*, 14, 24-26.
21. Sudbrink, Jr., D. L. & Grant, J. F. (1995). Wild host plants of *Helicoverpa armigera* and *Helicoverpa zea* (Lepidoptera: Noctuidae) in eastern Tennessee. *Environmental Entomology*, 24, 1080-1085
22. Twine, B. H. (1971). Cannibalistic behaviour of *Heliothis armigera* (Hub). *Journal of Agricultural and Animal Sciences*, 28, 153-157.
23. Waldbauer, G.P. (1968). The consumption and utilization of food by insects. *Advances in Insect Physiology*, 5, 229-288.
24. Wang, Y., Cai, Q. N., Zhang, Q. W. & Han, Y. (2006). Effect of the secondary substances from wheat on the growth and digestive physiology of cotton bollworm *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae). *European Journal of Entomology*, 103 (1), 255-258.