دانش گیاهپزشکی ایران
دورهٔ ۴۵، شمارهٔ ۲، پاییز و زمستان ۱۳۹۳ (ص ۲۹۸-۲۸۹)

شاخص‌های تغذیه‌ای کرم غوزهٔ 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. دانش‌آموختهٔ کارشناسی ارشد، گروه حشره‌شناسی کشاورزی، دانشکدهٔ کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران

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

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

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

چکیده

کرم غوزهٔ پنبه *Helicoverpa armigera* (Hübner) آفتی با دامنهٔ میزبانی وسیع است که هرساله 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 تهیه‌شده از بذور چهار رقم نخود (آرمان، آزاد، بینویج و هاشم) و یک رقم لوبیا چشم‌بلبلی (مشهد) در شرایط آزمایشگاهی با دمای ۱±۲۵ درجهٔ سلسیوس، رطوبت نسبی ۵±۶۵ درصد و دورهٔ 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 خورده‌شدهٔ (ECI) مجموع سنین لاروی به‌ترتیب روی ارقام آرمان (۰/۴۲۷) و آزاد (۰/۰۲۷) به‌دست آمد. علاوه بر این، بیشترین شاخص بازدهی تبدیل غذای هضم‌شده (ECD) در کل سنین لاروی نیز روی رقم بینویج (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 به‌ترتیب مربوط به لاروهای تغذیه‌شده با ارقام هاشم (۳/۹۰۲ میلی‌گرم/ میلی‌گرم/ روز) و آرمان (۱/۹۷۷ میلی‌گرم/ میلی‌گرم/ روز) بود. بیشترین مقدار شاخص تقریبی هضم‌شوندگی 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 شب‌پرهٔ *H. armigera* به‌ترتیب روی ارقام هاشم (۰/۵۹۹ میلی‌گرم/ میلی‌گرم/ روز) و مشهد (۲/۰۵۱ میلی‌گرم/ میلی‌گرم/ روز) به‌دست آمد. نتایج این پژوهش می‌تواند در ارزیابی میزان مقاومت ارقام مختلف نخود و لوبیا چشم‌بلبلی نسبت به شب‌پرهٔ *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*

* تلفن: ۰۲۱-۴۸۲۹۲۳۰۱
E-mail: fathi@modares.ac.ir

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

کرم غوزهٔ پنبه *Helicoverpa armigera* (Hübner) آفتی چندخوار با دامنهٔ 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.*, 1992; Sudbrink & Grant, 1995). 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 تکیهٔ 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 هستهٔ مرکزی مد نظر قرار دهند (Fathipour & Sedaratian, 2013).

روش‌های مختلفی به منظور ارزیابی میزان مقاومت میزبان‌های مختلف گیاهی نسبت به شب‌پرهٔ *H. armigera* پیشنهاد شده است که از جمله مهم‌ترین آنها می‌توان به مطالعهٔ پارامترهای زیستی، ارزیابی میزان فعالیت آنزیم‌های گوارشی و یا مطالعهٔ 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 به‌کار برد (Barbehenn & Keddie, 1992). مطالعات نشان می‌دهد که تغذیهٔ 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، مطالعهٔ 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 خورده‌شدهٔ (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)، دربارهٔ 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 شب‌پرهٔ *H. armigera* را به عنوان شاخصی مناسب در ارزیابی میزان مقاومت ارقام مختلف نسبت به این آفت به‌کار بردند. در مطالعه‌ای دیگر، Soleimannejad *et al.* (2010)، اثرات رژیم غذایی حاوی بذرهای ارقام مختلف سویا بر شاخص‌های تغذیه‌ای این آفت را مطالعه کردند. Baghery *et al.* (2012)، نیز شاخص‌های تغذیه‌ای این آفت را روی میزبان‌های مختلف گیاهی از خانوادهٔ بقولات مطالعه کردند. از دیگر مطالعات صورت‌گرفته در این زمینه می‌توان به بررسی‌های Hemati *et al.* (2012) در زمینهٔ مطالعهٔ 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 مطالعهٔ شاخص‌های تغذیه‌ای لاروهای *H. armigera* روی ارقام مختلف نخود و لوبیا چشم‌بلبلی از اهمیت بسزایی در برنامه‌های مدیریت تلفیقی این آفت برخوردار است، به‌جز مطالعات صورت‌گرفته توسط Hemati *et al.* (2012) و Baghery *et al.* (2012) تحقیقات در این زمینه بسیار اندک است. لذا مطالعهٔ 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

Archive of SID

www.SID.ir

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

مواد و روش‌ها

تهیهٔ بذر ارقام مختلف نخود و لوبیا چشم‌بلبلی

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

پرورش آزمایشگاهی شب‌پرهٔ *H. armigera*

تخم و سنین مختلف لاروی شب‌پرهٔ *H. armigera* از آزمایشگاه گروه حشره‌شناسی کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس تهیه و به اتاقک رشد با دمای ۱±۲۵ درجهٔ سلسیوس، رطوبت نسبی ۵±۶۵ درصد و دورهٔ نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی منتقل شدند. توری‌های حاوی تخم این شب‌پره درون کیسهٔ پلاستیکی قرار داده شد و برای جلوگیری از خشک شدن تخم‌ها یک قطعه پنبهٔ 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 دهانهٔ ۳ سانتی‌متر) حاوی یک تکه غذای مصنوعی منتقل شدند. بعد از سپری شدن دورهٔ لاروی و پیش‌شفیرگی، شفیره‌ها به‌صورت انفرادی به داخل ظروف تمیز (ارتفاع ۵ و قطر دهانهٔ ۳ سانتی‌متر) منتقل شدند. حشرات کامل نر و ماده به نسبت مساوی برای جفت‌گیری در داخل ظروف استوانه‌ای پلاستیکی (ارتفاع ۱۲ و قطر دهانهٔ ۱۱ سانتی‌متر) قرار داده شدند. برای تغذیهٔ شب‌پره‌ها از محلول آب عسل ۱۰ درصد استفاده شد. از توری‌های حریر به عنوان درپوش ظروف ویژهٔ تخم‌گذاری حشرات کامل استفاده شد.

تهیهٔ رژیم غذایی مصنوعی

به منظور حفظ کلنی *H. armigera* در شرایط آزمایشگاه و 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 پاراهیدروکسی بنزوات (۲/۲ گرم)، مخمر نانوایی (۳۵ گرم)، پودر جوانهٔ 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 شب‌پرهٔ *H. armigera* روی ۴ رقم نخود و یک رقم لوبیا چشم‌بلبلی در شرایط آزمایشگاه با دمای ۱±۲۵ درجهٔ سلسیوس، رطوبت نسبی ۵±۶۵ درصد و دورهٔ نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی مطالعه شد.

با توجه به وزن پایین لاروهای سنین اول و دوم شب‌پرهٔ *H. armigera*، شاخص‌های تغذیه‌ای این آفت روی ارقام مختلف از سن سوم لاروی مطالعه شد. مطالعهٔ 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 مطالعهٔ 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 محاسبهٔ 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 ۶۰ درجهٔ 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 شب‌پرهٔ *H. armigera* روی ارقام مختلف نخود و لوبیا چشم‌بلبلی با استفاده از فرمول‌های ارائه‌شده توسط Waldbauer (1968) و به شرح زیر محاسبه شدند:

Archive of SID

www.SID.ir

نرخ رشد نسبی Relative growth rate (RGR)

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

نرخ مصرف نسبی Relative consumption rate (RCR)

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

بازدهی تبدیل غذای بلعیده‌شده Efficiency of conversion of ingested food (ECI)

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

بازدهی تبدیل غذای هضم‌شده Efficiency of conversion of digested food (ECD)

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

شاخص مصرف Consumption index (CI)

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

شاخص هضم‌شوندگی غذا Approximate digestibility (AD)

$$AD = \frac{E - F}{E} \times ۱۰۰$$

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 محاسبهٔ شاخص‌های تغذیه‌ای سنین مختلف لاروی، مقایسهٔ 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 از آزمون چنددامنه‌ای دانکن استفاده شد. تجزیهٔ کلاستر به منظور گروه‌بندی ارقام مختلف نخود و لوبیا چشم‌بلبلی بر پایهٔ شاخص‌های تغذیه‌ای شب‌پرهٔ *H. armigera* نیز با استفاده از روش Ward و نرم‌افزار SPSS16.0 صورت گرفت.

نتایج

شاخص‌های تغذیه‌ای لاروهای سنین سوم تا ششم به‌صورت جداگانه در جدول‌های ۱ تا ۴ و شاخص‌های تغذیه‌ای مجموع سنین لاروی شب‌پرهٔ *H. armigera* در جدول ۵ نشان داده شده است. شاخص‌های تغذیه‌ای لاروهای سن سوم شب‌پرهٔ *H. armigera* روی ارقام مختلف از نظر آماری متفاوت بود (جدول ۱). بیشترین و کمترین مقدار شاخص RGR به‌ترتیب روی ارقام مشهد (۰/۷۱۳) و هاشم (۰/۰۷۴) به‌دست آمد. شاخص RCR لاروهای سن سوم بیشترین مقدار خود را روی رقم بینیویچ داشت (۴/۲۲۸). بیشترین و کمترین مقادیر شاخص ECI در سن سوم لاروی به‌ترتیب روی ارقام آرمان (۰/۹۶۱) و آزاد (۰/۰۷۱) ثبت شد. بیشترین مقدار شاخص CI نیز روی رقم بینیویچ به‌دست 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) به‌دست آمد. علاوه بر این، بیشترین وزن لارو (WL) نیز روی رقم بینیویچ به‌دست آمد (۴۵/۵۲۰).

جدول ۱. شاخص‌های تغذیه‌ای لاروهای سن سوم شب‌پرهٔ *Helicoverpa armigera* روی ارقام مختلف نخود (آرمان، آزاد، بینیویچ و هاشم) و لوبیا چشم‌بلبلی (مشهد)

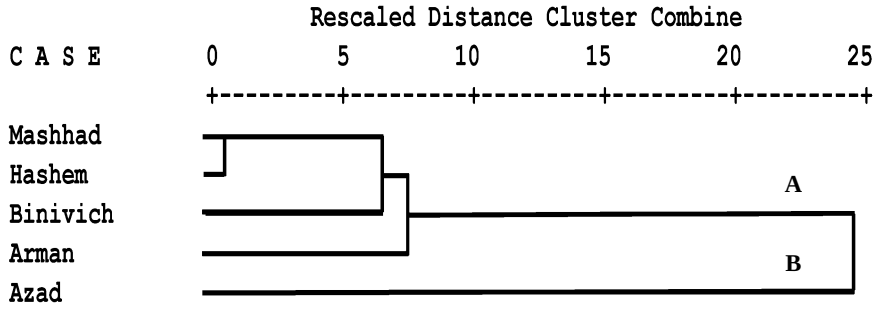
رقم	RGR (mg/mg/d)	RCR (mg/mg/d)	ECI	ECD	CI (mg/mg/d)	AD	WF (mg)	WL (mg)	Wf (mg)
Arman	۰/۶۲۰±۰/۰۰۷ b*	۳/۳۶۵±۰/۲۷b	۰/۹۶۱±۰/۰۰۵a	۰/۶۶۰±۰/۰۰۵a	۳/۵۰۱±۰/۳۷a	۰/۹۶۴±۰/۰۰۵a	۷۰/۸۷۰±۰/۰۳a	۲۰/۴۷۰±۰/۵۰d	۲۴/۰۲۰±۰/۹۲c
Azad	۰/۴۵۱±۰/۰۰۳c	۲/۵۲۷±۰/۵۰c	۰/۰۷۱±۰/۰۰۳c	۰/۱۱۱±۰/۰۰۵d	۲/۷۶۱±۰/۳۳b	۰/۵۶۲±۰/۰۰۵c	۶۴/۲۹۰±۰/۳۳b	۳۵/۴۴۰±۰/۷۵c	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	۲۳/۹۰۰±۰/۹۹c	۴۵/۵۲۰±۰/۸۹a	۲۴/۱۸۰±۱/۷۰c
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±۰/۲۳d	۳۰/۹۷۰±۰/۶۲a
Mashhad	۰/۷۱۳±۰/۰۰۵a	۱/۱۱۹±۰/۲۶d	۰/۲۸۲±۰/۰۰۷b	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 نشان‌دهندهٔ اختلاف معنادارند (آزمون چنددامنه‌ای دانکن، $P < ۰/۰۱$).

** 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).

Archive of SID

www.SID.ir



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

جدول ۲. شاخص‌های تغذیه‌ای لاروهای سن چهارم شب‌پرهٔ *Helicoverpa armigera* روی ارقام مختلف نخود (آرمان، آزاد، بینیویچ 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±۰/۳۰b	۰/۹۸۴±۰/۰۲a	۱۰۱/۶۶۰±۰/۵۰a	۱۱/۰۱۰±۰/۵۶c	۳۱/۰۲۰±۰/۷۹a
Azad	۰/۲۹۳±۰/۰۰۳b	۳/۶۸۹±۰/۳۶b	۰/۳۲۳±۰/۰۷۰b	۰/۱۸۲±۰/۰۰۶d	۵/۸۵۰±۰/۶۵a	۰/۸۱۰±۰/۰۳b	۹۱/۶۰۰±۰/۱۰b	۱۱/۷۷۰±۰/۳۳c	۱۵/۷۵۰±۰/۵۲d
Binivich	۰/۱۰۵±۰/۰۰۵c	۴/۲۶۶±۰/۹۹a	۰/۲۳۲±۰/۰۳۰c	۰/۲۲۳±۰/۰۰۳c	۵/۳۱۰±۰/۰۶a	۰/۷۴۱±۰/۰۶c	۳۷/۲۶۰±۰/۳۳d	۲۴/۰۳۰±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±۰/۷۰b	۰/۹۴۲±۰/۰۰۷a	۶۹/۷۹±۰/۲۷c	۱۱/۰۰۱±۰/۰۰۱c	۲۲/۷۲۰±۰/۵۷c
Mashhad	۰/۵۱۹±۰/۰۰۳a	۲/۱۰۲±۰/۳۳c	۰/۳۹۹±۰/۰۰۷b	۰/۶۱۳±۰/۰۰۵a	۳/۷۴۰±۰/۵۰c	۰/۹۰۰±۰/۰۶a	۶۹/۸۰±۰/۲۱c	۱۶/۵۰۰±۰/۴۸b	۲۵/۷۸۰±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 نشان‌دهندهٔ اختلاف معنادارند (آزمون چنددامنه‌ای دانکن، $P < ۰/۰۱$).

** 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 شب‌پرهٔ *Helicoverpa armigera* روی ارقام مختلف نخود (آرمان، آزاد، بینیویچ 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	۱۰۰/۴۵۰±۰/۰۵b	۳۲/۹۱۰±۰/۹۴c	۶۴/۷۵۰±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±۰/۰۲a	۳۷/۲۷۰±۰/۸۱c	۵۳/۱۳۰±۰/۳۳b	۴۷/۹۵۰±۰/۳۳c
Binivich	۰/۳۰۹±۰/۰۳b	۴/۸۶۱±۰/۰۷a	۰/۲۵۳±۰/۰۰۵b	۰/۲۳۳±۰/۰۰۲c	۳/۶۳۸±۰/۰۶b	۰/۸۶۳±۰/۰۱a	۱۲۸/۶۰۰±۰/۳۳b	۵۱/۱۷۰±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±۰/۰۵c	۰/۷۰۰±۰/۰۰۳b	۱۲۵/۹۶۰±۰/۳۲b	۵۴/۲۲۰±۰/۰۵b	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	۱۵۸/۹۸۰±۰/۵۰a	۶۳/۱۴۰±۰/۳۳a	۴۱/۰۲۰±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 نشان‌دهندهٔ اختلاف معنادارند (آزمون چنددامنه‌ای دانکن، $P < ۰/۰۱$).

** 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 (میلی گرم).

شاخص‌های تغذیه‌ای لاروهای سنین 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 مقدار شاخص RCR نیز روی رقم بینیویچ ثبت شد (۴/۲۶۶). مقادیر محاسبه‌شدهٔ شاخص‌های ECI، ECD و CI نیز روی ارقام مختلف از نظر آماری متفاوت بود. با وجود این کمترین مقادیر شاخص‌های مذکور به‌ترتیب

Archive of SID

www.SID.ir

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 پرورش‌یافته روی رقم آرمان بیشترین مقدار غذای خورده‌شده (۱۰۱/۶۶۰) را به خود اختصاص دادند. بیشترین وزن لارو (۳۱/۰۲۰) نیز روی رقم آرمان به‌دست آمد.

میزبان‌های مختلف تحت مطالعه، شاخص‌های تغذیه‌ای لاروهای سن پنجم شب‌پرهٔ *H. armigera* را نیز تحت تأثیر قرار دادند (جدول ۳). بیشترین و کمترین مقادیر شاخص RGR به‌ترتیب روی ارقام آرمان (۰/۷۲۷) و هاشم (۰/۲۳۳) محاسبه شد. مقادیر محاسبه‌شدهٔ شاخص RCR نیز روی ارقام مختلف از نظر آماری متفاوت بود و بیشترین مقدار آن روی رقم بینیویچ (۴/۸۶۱) ثبت شد. شاخص AD نیز بیشترین مقدار خود را روی رقم آزاد داشت (۰/۹۲۹). مقادیر ثبت‌شدهٔ 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) به‌دست آمد.

در لاروهای سن ششم بیشترین مقدار شاخص RGR روی رقم مشهد (۰/۷۲۹) به‌دست 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 به‌طور معناداری تحت تأثیر قرار دادند. بیشترین و کمترین مقادیر شاخص AD نیز به‌ترتیب روی ارقام هاشم (۰/۹۱۶) و بینیویچ (۰/۷۳۱) محاسبه شد. لاروهای پرورش‌یافته روی رقم مشهد بیشترین مقدار تغذیه (۲۹۶/۱۸۰) را داشتند.

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

دندروگرام حاصل از تجزیهٔ کلاستر میزبان‌های مختلف تحت مطالعه در پژوهش حاضر با استفاده از شاخص‌های تغذیه‌ای شب‌پرهٔ *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، بینیویچ، هاشم و مشهد به عنوان ارقام حساس به آفت در گروه A و رقم آزاد به عنوان رقم مقاوم در گروه B قرار گرفتند.

جدول ۴. شاخص‌های تغذیه‌ای لاروهای سن ششم شب‌پرهٔ *Helicoverpa armigera* روی ارقام مختلف نخود (آرمان، آزاد، بینیویچ 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±۰/۵۰۰b	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±۰/۰۳۰a	۲۵۲/۹۵۰±۰/۴۵۰a	۵۱/۷۳۰±۰/۳۳b	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	۲۲۳/۱۲۰±۰/۳۵۰a	۷۰/۶۶۰±۰/۰۱a	۹۶/۱۹۰±۰/۳۳a
Hashem	۰/۴۵۸±۰/۰۰۱d	۴/۸۲۵±۰/۰۹a	۰/۴۹۰±۰/۰۰۲a	۰/۸۱۵±۰/۰۰۹a	۳/۴۱۲±۰/۲۲c	۰/۹۱۶±۰/۰۴۰a	۲۶۷/۱۹۰±۰/۳۸۰a	۶۷/۲۸۰±۰/۳۳a	۸۷/۸۴۰±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±۰/۰۰۳b	۲۹۶/۱۸۰±۰/۵۰۰a	۵۲/۵۸۰±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	۲۳/۲۵	۲۹/۳۱	۴۵/۵۵
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 نشان‌دهندهٔ اختلاف معنادارند (آزمون چنددامنه‌ای دانکن، $P < ۰/۰۱$).

** 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).

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۵. شاخص‌های تغذیه‌ای کل دورهٔ لاروی شب‌پرهٔ *Helicoverpa armigera* روی ارقام مختلف نخود (آرمان، آزاد، بینیویچ 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±۰/۵۰b	۰/۴۲۷±۰/۰۰۲a	۰/۱۳۴±۰/۰۰۵c	۱/۹۷۷±۰/۵۰۰c	۰/۶۵۱±۰/۰۳c	۱۱۶/۰۴۰±۰/۳۱a	۵۸/۶۸۲±۰/۹۴a	۲۳۵/۹۱±۰/۵۰a
Azad	۰/۰۲۱±۰/۰۰۵c	۱/۸۸۲±۰/۵۰b	۰/۰۲۷±۰/۰۰۳d	۰/۰۳۰±۰/۰۰۱e	۳/۴۲۸±۰/۵۰۰a	۰/۹۱۵±۰/۰۴a	۳۷/۰۱۰±۰/۳۰e	۳۶/۸۴۷±۰/۳۳c	۱۶۵/۴۹±۰/۳۰d
Binivich	۰/۲۵۰±۰/۰۰۲b	۰/۷۳۹±۰/۰۲d	۰/۰۶۵±۰/۰۳۰c	۰/۵۶۷±۰/۰۰۱a	۲/۴۲۸±۰/۰۳۲b	۰/۸۴۴±۰/۰۳b	۸۷/۲۵۰±۰/۳۳b	۱۲/۶۶۰±۰/۱۵e	۱۹۸/۳۷±۰/۵۰c
Hashem	۰/۵۹۹±۰/۰۰۵a	۰/۹۹۹±۰/۳۰c	۰/۰۹۱±۰/۰۰۵c	۰/۰۹۶±۰/۰۰۳d	۳/۹۰۲±۰/۳۱۰c	۰/۹۳۳±۰/۰۳a	۷۶/۷۸۰±۰/۳۱c	۱۸/۴۴۰±۰/۰۵d	۲۳۵/۹۱±۰/۵۰a
Mashhad	۰/۴۶۵±۰/۰۰۳b	۲/۰۵۱±۰/۳۳a	۰/۱۵۸±۰/۰۰۵b	۰/۱۹۳±۰/۰۰۲b	۳/۷۱۹±۰/۳۳۰a	۰/۶۴۱±۰/۰۵c	۶۰/۴۶۰±۰/۳۰d	۵۱/۶۳۰±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	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱

* میانگین‌های با حروف غیرمشابه در هر ستون نشان‌دهندهٔ 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 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) شب‌پرهٔ *H. armigera* روی رقم آزاد است که این نشان‌دهندهٔ مطلوبیت کمتر عناصر غذایی موجود در این میزبان برای رشد شب‌پرهٔ *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 شب‌پرهٔ *H. armigera* برخوردار است. از سوی دیگر بیشترین میزان نرخ رشد نسبی شب‌پرهٔ *H. armigera* نیز روی رقم هاشم به‌دست آمد که این نتیجه مؤید مطلوبیت بالای این میزبان گیاهی برای تغذیه و رشد این آفت است.

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 بینیویچ 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 نشان‌دهندهٔ کاهش ارزش غذایی میزبان مورد تغذیه باشد (Nathan *et al.*, 2005). بنابراین، می‌توان این‌گونه استنباط کرد که پایین بودن نرخ مصرف نسبی روی رقم بینیویچ 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 بلعیده‌شدهٔ مجموع سنین لاروی مربوط به رقم آرمان است. این

Archive of SID

www.SID.ir

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 محاسبه‌شدهٔ 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) روی ارقام مختلف سویا (۰/۵۲۴-۰/۲۷۹) و Hemati *et al.* (2012) (۰/۱۴-۰/۰۷) در ارتباط با مطالعهٔ شاخص‌های تغذیه‌ای این آفت روی میزبان‌های مختلف گیاهی بود.

شاخص مهم دیگر دربارهٔ ارزیابی میزان سودمندی غذا برای رشد حشره، کارایی تبدیل غذای هضم‌شده (ECD) است. کارایی تبدیل غذای هضم‌شده مشخص‌کنندهٔ 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 هزینهٔ هضم و جذب مواد غذایی آنها بالا باشد. در نقطهٔ مقابل، بالاتر بودن شاخص ECD نشان‌دهندهٔ مطلوبیت غذا است (Koul *et al*., 2004; Soliemannejad *et al*., 2010). به هر حال، تغییر در ECD نشان‌دهندهٔ افزایش یا کاهش نسبتی هضم غذای متابولیزه برای تولید انرژی است. بر اساس نتایج، بیشترین میزان ECD مجموع سنین لاروی شب‌پرهٔ *H. armigera* روی رقم بینیویچ ثبت شد. این یافته نشان‌دهندهٔ 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). بر همین اساس، پایین بودن مقدار ECD در رقم آزاد احتمالاً به دلیل وجود مهارکننده‌های پروتئاز یا وجود دیگر ترکیبات شیمیایی ثانوی با اثرات نامطلوب روی فعالیت آنزیم‌های گوارشی است. همین امر می‌تواند از دلایل احتمالی مقاومت این میزبان گیاهی نسبت به شب‌پرهٔ *H. armigera* باشد. مقدار ثبت‌شدهٔ ECD روی این رقم (۰/۰۳۰) از مقادیری که Hemati *et al.* (2012) (۰/۰۷۳-۰/۲۱۴) 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 شب‌پرهٔ *H. armigera* روی رقم هاشم و کمترین میزان این پارامتر نیز روی رقم مشهد به‌دست آمد. این شاخص نشان‌دهندهٔ میزان جذب غذا از طریق دیوارهٔ 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 محاسبه‌شدهٔ شاخص AD برای لاروهای سن چهارم شب‌پرهٔ *H. armigera* در پژوهش حاضر (۰/۹۸۴-۰/۷۴۱) با یافته‌های Ashfaq *et al.* (2003) روی سورگوم (۰/۶۹۷) و پنبه (۰/۶۶۲) مشابه بود. در مطالعه‌ای دیگر، Wang *et al.* (2006)، مقدار AD در کل دورهٔ لاروی شب‌پرهٔ *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 شب‌پرهٔ *H. armigera* از پتانسیل زیادی در تغذیه از حبوبات برخوردارند. بنابراین، روش‌های مختلف مبارزه بهتر است که در ابتدای دورهٔ لاروی این آفت به‌کار روند.

Archive of SID

www.SID.ir

این عمل علاوه بر آنکه سبب کاهش خسارت مرحلهٔ 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 دربارهٔ میزان مقاومت ارقام مختلف تحت مطالعه در این پژوهش نسبت به شب‌پرهٔ *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.

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. Baghery, 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 growthand activity of digestive enzyme in *Lymartria 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., Moharramipour, S. & Hosseininaveh, 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 leafholder. *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.

Archive of SID

www.SID.ir

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 beheviour 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.

Archive of SID

www.SID.ir