نشریه حفاظت گیاهان (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۶، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۱، ص. ۲۳۰-۲۲۴

Journal of Plant Protection
Vol. 26, No. 2, Summer 2012, P. 224-230

ارزیابی مقاومت ارقام مختلف گونه های روغنی *Brassica* نسبت به شته خردل *Lipaphis erysimi* (Hemiptera: Aphididae) در شرایط گلخانه‌ای

سمانه رودپشتی[۱]- غلامحسین مروج [۲*]- مجتبی حسینی[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۸/۸
تاریخ پرداخت: ۱۳۹۱/۱/۱۹

چکیده

شته‌ی خردل *Lipaphis erysimi* Kalt. از مهم‌ترین آفات گیاهان روغنی *Brassica* در ایران و سایر مناطق گرمسیری جهان است. هفت رقم از سه گونه گیاه *Brassica* شامل *B. napus* (cv. Licord, Elite, Okapi, Hyola 401, RGS003)، *B. rapa* (cv. Park land) و *B. juncea* (cv. Land race) جهت بررسی مقاومت آنتی زنوز و آنتی بیوز نسبت به شته‌ی *L. erysimi* تحت شرایط گلخانه‌ای با دمای ۲ ± ۲۵ درجه سانتیگراد، رطوبت نسبی۵ ± ۶۰ درصد، و دوره نوری ۱۶:۸ (تاریکی: روشنایی) مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج آزمون آنتی زنوز نشان داد که انبوهی شته‌ی خردل روی ارقام مورد مطالعه در ساعات مختلف شمارش (۴۸ و ۷۲ ساعت) تفاوت معنی‌داری داشت ($P < ۰/۰۵$ و $P < ۰/۰۱$ به ترتیب برای ۴۸ و ۷۲ ساعت). انبوهی شته روی ارقام RGS003 و Okapi به طور معنی داری کمتر از سایر ارقام بود. نتایج آزمون آنتی بیوز بیانگر تفاوت معنی دار ($P < ۰/۰۵$) در شاخص های جدول زیست باروری شته به استثنا زمان دو برابر شدن جمعیت (d_t) روی ارقام مورد مطالعه بود. بیشترین مقدار نرخ ذاتی افزایش جمعیت (r_m) شته روی رقم Land race (۰/۰۱ ± ۰/۳۲۴ ماده/ماده/روز) و کمترین آن روی رقم Elite (۰/۰۱ ± ۰/۲۷۸ ماده/ماده/روز) بود. نتایج این بررسی نشان داد که ارقام Elite، Okapi و RGS003 جزء مقاوم‌ترین میزبان‌ها در مقایسه با سایر ارقام مورد مطالعه بودند و امکان استفاده از آن ها در برنامه‌های کنترل تلفیقی این آفت وجود دارد.

واژه های کلیدی: *Brassica*، مقاومت، شته ی خردل، *Lipaphis erysimi* ، ایران

مقدمه

دانه‌های روغنی پس از غلات، دومین ذخایر غذایی جهان را تشکیل می‌دهند. این محصولات علاوه بر دارا بودن ذخایر غنی اسیدهای چرب، حاوی پروتئین نیز می‌باشند. در این بین، گیاهان روغنی *Brassica* (کلزا (*B. napus*)، شلغم روغنی (*B. rapa*) و خردل هندی (*B. juncea*)) که طبق آخرین ارقام منتشره از سوی سازمان خواربار و کشاورزی جهانی (FAO) پس از سویا و نخل روغنی سومین منبع تولید روغن نباتی جهان به شمار می‌روند (۵)، با داشتن ویژگی‌های زراعی مناسب به ویژه امکان کشت پائیزه، قرار گرفتن در تناوب با غلات و سازگاری با شرایط متفاوت آب و هوایی جایگاه مناسبی در تأمین روغن و پروتئین پیدا کرده است و کشت و کار آن در کشور نیز بطور روز افزون استمرار دارد (۲، ۴). آفات متعددی در مزارع گیاهان *Brassica* مناطق مختلف دنیا و از جمله ایران فعال هستند که باعث کاهش عملکرد محصول می‌گردند (۶، ۳۵). شته خردل، *Lipaphis erysimi* (Kaltenbach) یکی از مهم‌ترین آفات گیاهان خانواده ی چلیپائیان[۴] در ایران و سایر نواحی گرمسیری جهان است (۱، ۶، ۸، ۱۲) که بسته به شدت هجوم و مرحله‌ی رشدی گیاه، بین ۱۰ تا ۹۰ درصد خسارت ایجاد می‌کند (۱۵، ۳۰). علاوه بر خسارت این آفت بعنوان مکنده‌ی شیره‌گیاهی، شته‌ی خردل ناقل بسیاری از ویروس‌ها و پاتوژن‌های بیماریزا نیز می‌باشد که اکثر آنها سبب کاهش عملکرد محصول می‌شوند (۱۵، ۳۷).

اگرچه روش‌های متعددی به منظور مبارزه علیه شته خردل وجود دارد اما رایج‌ترین روش در اغلب مناطق دنیا و از جمله ایران، بر پایه‌ی استفاده از آفت‌کش‌ها استوار است. با این حال، بواسطه‌ی تکامل تدریجی مقاومت در جمعیت‌های طبیعی این شته، کنترل شیمیایی آن کمتر موثر واقع شده است (۷). از طرف دیگر تراکم

۱- دانشجو کارشناسی ارشد حشره شناسی کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
۲ و ۳- استادیاران گروه گیاهپزشکی، دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: Email: Moravej@ferdowsi.um.ac.ir)

4 - Brassicaceae

جمعیت شته‌ها روی برگ‌ها سبب تغییر شکل و پیچیدگی آنها شده و بدین ترتیب با فراهم آوردن پناهگاه مناسب، شته‌ها را در برابر تیمارهای آفتکش محافظت می‌کند (۲۱). بنابراین لزوم استفاده از سایر روش‌ها از جمله کاربرد ارقام مقاوم و عوامل بیوکنترل در دهه‌های اخیر اهمیتی بیشتری یافته است (۷، ۱۲، ۳۶). از آنجایی که استفاده از ارقام زراعی مقاوم به حشرات منجر به افزایش چشمگیری در تولید مواد غذایی در مناطق عمده‌ی کشاورزی جهان گردیده ، موضوع مقاومت گیاهان به حشرات جایگاه مهمی را احراز کرده است (۳۳). تحقیقات نشان داده است که درجات متفاوتی از حساسیت نسبت به آفات مختلف در بین گونه‌ها و ارقام مختلف گیاهان خانواده چلیپائیان نسبت به آفات مختلف وجود دارد (۳۰، ۳۷). با این حال، مطالعات اندکی که روی مقاومت گیاهان میزبان نسبت به شته‌ی *L. erysimi* صورت گرفته است نشان می‌دهد برخی واریته‌ها بطور قابل توجهی میزبان‌های حساس‌تری هستند (۳۰). براساس تحقیقات سینک و همکاران (۳۲)، خسارت ناشی از شته خردل روی *Brassica compestris* حداکثر و روی *B. napus* حداقل بوده است. مطالعات دیگر نشان داده است که رقم *rai* از خردل هندی (*B. juncea*) نیز در مقایسه با ارقام زرد و قهوه‌ای این گیاه نسبت به خسارت شته‌ی *L. erysimi* از مقاومت بیشتری برخوردار بود (۲۸).

در ایران اگرچه بررسی‌هایی در رابطه با ارزیابی مقاومت ارقام مختلف کلزا نسبت به شته مومی کلم *Brevicoryne brassicae* (۲۶)، شته سبز هلو *Myzus persicae* (۱۸) و شب پره پشت الماسی *Plutella xylostella* (۱۶) انجام گرفته است، اما تاکنون پژوهشی در رابطه با مقاومت ارقام مختلف نسبت به شته خردل انجام نشده است، لذا تحقیق حاضر برای اولین بار در کشور با هدف شناسایی منابع مقاومت، از طریق مقایسه‌ی بقا و تولیدمثل شته‌ی خردل روی ارقام مختلف گونه های روغنی *Brassica* و مشخص کردن ویژگی‌های آنتی بیوزی و آنتی زنوزی آن صورت گرفت.

مواد و روش‌ها

روش کشت گیاه

بذور ارقام Licord، Elite، Okapi، Hyola401، و RGS003 (از گونه *B. napus*)، Land race (از گونه *B. juncea*) و Park land (از گونه *B. rapa*) از مرکز تحقیقات منابع کشاورزی و طبیعی استان خراسان رضوی تهیه گردید. بذور در گلدان‌هایی به قطر دهانه‌ی ۲۰ سانتیمتر حاوی مخلوطی از خاک، شن، و کمپوست (به ترتیب با نسبت‌های ۲، ۱ و ۱) کشت و بصورت روزانه آبیاری شدند. پس از سبز شدن بذور، ۲ گیاهچه در مرحله ۴-۳ برگی در هر گلدان برای انجام تست باقی گذاشته شد و سایر گیاهچه‌ها حذف گردید. گیاهان در شرایط گلخانه‌ایی با دمای ۲ ± ۲۵ درجه‌ی سانتیگراد، رطوبت نسبی ۵ ± ۶۰ درصد و شرایط نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی پرورش یافتند. گیاهان در مرحله‌ی ۶- ۵ برگی (۴۵ – ۴۰ روز پس از کاشت) برای انجام آزمایشات مورد استفاده قرار گرفتند.

روش پرورش حشره

شته‌ی خردل (*L. erysimi*) در بهار ۱۳۸۹ از مزارع کلزای مشهد جمع آوری شد. شناسایی شته با استفاده از کلید شناسایی بلکمن و استاپ (۱۱) و رضوانی (۳) صورت گرفت. کلنی شته روی رقم Okapi در داخل محفظه‌ی استوانه‌ایی شکل از جنس طلق شفاف به ارتفاع ۶۰ و قطر ۳۰ سانتیمتر اطراف گلدان پرورش یافت. در دیواره‌ی محفظه‌ی استوانه‌ای، دریچه‌هایی توری جهت تهویه تعبیه شد. به منظور حفظ تراکم مطلوب شته، هر دو هفته یکبار گیاهان کلنی تجدید می‌شد. شرایط پرورش و تکثیر کلنی شته‌ها در گلخانه مشابه شرایط کشت گیاهان بود.

آزمایش آنتی زنوز

آزمایش آنتی زنوز براساس روش مارتین و فریرز (۲۴) در شرایط گلخانه انجام شد. تعداد ۱۰ شته‌ی کامل بی‌بال ۷ تا ۹ روزه توسط قلم‌مو روی برگ‌های گسترده‌ی هر رقم قرار داده شد. آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۸ تکرار انجام گرفت. گلدان‌ها توسط محفظه‌های طلقی محصور گردید. پس از ۴۸ و ۷۲ ساعت از شروع آزمایش، تعداد شته‌های مستقر شده روی هر گیاه شمارش و ثبت گردید.

آزمایش آنتی بیوز

پارامترهای جدول زیستی شته‌ی *L. erysimi* در شرایط گلخانه مشابه شرایط پرورش کلنی مورد بررسی قرار گرفت. تعداد ۲۷ شته‌ی کامل بی بال بصورت انفرادی روی سطح زیرین برگ‌های گیاهان کلزا در هر رقم (روی هر گیاه ۳ شته) انتقال داده شد و توسط قفس-های گیره‌ایی (clip-cage) محصور شد. پس از ۲۴ ساعت، شته‌های مادر و تمامی پوره‌ها به جز یک پوره حذف شدند. روزانه هر ۱۲ ساعت یکبار پوره‌ها مورد بازبینی قرار گرفت. پس از رسیدن به مرحله‌ی بلوغ تعداد پوره‌های تولید شده توسط هر شته روزانه شمارش و سپس حذف گردید. ثبت داده‌ها تا مرگ آخرین شته ادامه یافت. طول دوره رشد ونمو (t) (تعداد روز بین تولد تا اولین تولیدمثل) محاسبه گردید. نرخ ذاتی افزایش جمعیت (r_m) براساس معادله‌ی $\sum l_x\, m_x\, e^{-rx} = 1$ ارائه شده توسط Euler-Lutka برآورد شد (۱۰). در این معادله l_x احتمال زنده مانی تا سن x و m_x میانگین باروری در

سن x است. سایر فاکتورهای جدول زیست باروری شامل نرخ تولید مثل خالص ($R_o = \sum l_x m_x$)، نرخ متناهی افزایش جمعیت ($\lambda = e^{rm}$)، زمان دو برابر شدن جمعیت ($d_t = (\text{Ln } 2)/r_m$)[1] و میانگین طول یک نسل ($T = \ln R_o/r_m$) برآورد گردید.

اختلاف بین پارامترهای R_o، λ، D_t، T و r_m شته خردل روی ارقام مختلف با محاسبه واریانس آن‌ها به روش جک نایف[2] تعیین گردید (۲۵، ۲۲). برای انجام این روش مقدار دقیق r_m با روش Euler-Lutka محاسبه (r_{all})، سپس یکی از n تکرار از مجموعه داده‌های اصلی حذف و هر بار نرخ ذاتی افزایش برای n-1 شته (r_j) در هر تیمار محاسبه گردید. مقادیر کاذب جک نایف (r_i) براساس معادله زیر برای کلیه زیر مجموعه‌های داده‌های اصلی برآورد گردید.

$$r_i = n \cdot r_{all} - (n-1) \cdot r_j$$

پس از محاسبه تمام مقادیر کاذب، مقدار میانگین، واریانس، و خطای استاندارد محاسبه شد.

تجزیه و تحلیل آماری داده ها

داده های ثبت شده پس از اعمال تبدیل های لازم جهت نرمال کردن داده ها با کمک نرم افزار SAS, 9.1, 2008 مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند. وجود اختلاف آماری در میان ارقام با استفاده از آزمون تجزیه واریانس یک طرفه (ANOVA) صورت گرفت و در صورت وجود اختلاف معنی‌دار، تیمار ها با استفاده از آزمون مقایسه میانگین (LSD[3]) در سطح احتمال ۵ درصد مقایسه ی آماری شدند.

نتایج

آزمایش آنتی زنوز

حساسیت ارقام مختلف مورد مطالعه نسبت به شته‌ی *L. erysimi*، ۴۸ و ۷۲ ساعت پس از استقرار شته‌ها مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج این بررسی نشان داد که پس از ۴۸ ساعت از شروع آزمایش، کمترین تراکم جمعیت شته روی رقم RGS003 مشاهده شد. درحالی که رقم Park land با دارا بودن بیشترین تراکم جمعیت، بعنوان حساس‌ترین رقم شناسایی شد ($F_{6,49}$=1.63, P < 0.05، شکل ۱). نتایج ۷۲ ساعت پس از شروع آزمایش نشان داد که ارقام RGS003 و Okapi مقاوم بوده و بین گیاهان حساس و مقاوم تفاوت معنی‌دار بود ($F_{6,49}$=2.21, P < 0.05، شکل ۱) که نشان دهنده‌ی وجود اثرات آنتی زنوزی در ارقام مورد مطالعه بود.

آزمایش آنتی بیوز

نرخ بقاء[4] و دوره رشد پورگی[5]

رقم کلزا اثر معنی داری روی زمان نشو و نمای شته‌ی خردل از مرحله پورگی تا ظهور شته‌های کامل داشت ($F_{6,158}$ = 9.94, P < 0.01، جدول ۱). دوره رشد پورگی از ۷/۵ روز روی رقم Land race تا ۹/۵روز روی رقم Licord متغیر بود. همچنین، ارقام مختلف مورد بررسی اثر معنی داری روی نرخ بقاء این شته نیز داشتند. بقاء شته‌ها روی رقم Land race حداقل و به ترتیب روی ارقام Hyola 401، Park land و Elite بالاترین نرخ را دارا بود ($F_{6,158}$ = 2.81, P = 0.01، جدول ۱).

طول عمر شته‌های کامل[6] و باروری[7]

طول عمر شته‌های پرورش یافته روی ارقام Park land و Hyola 401 بطور معنی‌داری بالاتر از شته‌های پرورش یافته روی سایر ارقام بود ($F_{6,158}$= 2.47, P < 0.05، جدول ۱). اما این اختلاف با رقم Elite ازنظر آماری معنی‌دار نبود. شته های پرورش یافته روی ارقام RGS003 و Land race کمترین طول عمر را داشتند. از نظر باروری در بین ارقام مختلف، اختلاف معنی داری در سطح ۵٪ مشاهده شد ($F_{6,158}$= 2.2, P < 0.05، جدول ۱). تعداد کل پوره‌های تولید شده روی ارقام RGS003، Elite، و Okapi حداقل بود، درحالی که رقم Hyola 401 از بالاترین نرخ باروری برخوردار بود.

نرخ ذاتی افزایش جمعیت شته

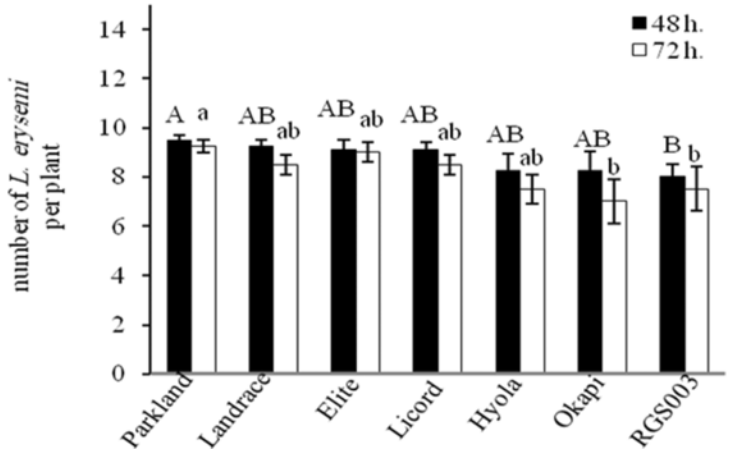
در این مطالعه نرخ ذاتی افزایش (r_m) شته خردل که روی ارقام مختلف پرورش یافته بودند با استفاده از نرخ بقای ویژه سنی (l_x) و باروری (m_x) تعیین گردید. تاثیر این ارقام روی پارامترهای جدول زیستی شته‌ی *L. erysimi* در جدول ۲ ارائه شده است. نرخ ذاتی افزایش جمعیت شته‌های *L. erysimi* روی ارقام مورد آزمایش تفاوت معنی‌داری داشت ($F_{6,152}$= 2.33 , P < 0.05)، به طوری که بیشترین مقدار آن در شته‌هایی مشاهده گردید که از ارقام Land race و Park land تغذیه نمودند. کمترین مقدار r_m روی ارقام Elite (۰/۲۷۸)، Okapi (۰/۲۸۳) وRGS003 (۰/۲۸۴) مشاهده شد.

1- doubling Time
2- Jackknife
3- Least significant difference (آزمون حداقل اختلاف معنی دار)

4- survivorship
5 - nymphal developmental time
6 - adult longevity
7 - fecundity

جدول ۱- پارامترهای بیولوژیکی شته خردل روی ارقام مختلف جنس *Brassica* (تعداد = ۲۷).

رقم	شاخص			
	دوره رشد پورگی (روز)	عمر حشره کامل (روز)	تولیدمثل (تعداد پوره به ازای یک حشره مادر)	زنده مانی
Land race	۷/۵ ± ۰/۲ c	۱۵/۸ ± ۱/۶ c	۷۷ ± ۱۱/۳ ab	۲۳/۲ ± ۱/۵ b
Park land	۸/۴ ± ۰/۱ bc	۲۵/۳ ± ۲/۵ a	۷۵/۱ ± ۷/۰ ab	۳۳/۶ ± ۲/۵ a
Hyola401	۷/۸ ± ۰/۱ c	۲۶/۴ ± ۳/۲ a	۸۸/۷ ± ۹/۷ a	۳۳/۸ ± ۳/۲ a
RGS003	۹/۱ ± ۰/۱ ab	۱۸/۱ ± ۲/۳ c	۵۸/۸ ± ۷/۵ b	۲۶/۲ ± ۲/۳ b
Okapi	۹/۳ ± ۰/۲ ab	۲۱/۲ ± ۲/۲ b	۶۱/۴ ± ۶/۱ b	۲۷/۲ ± ۲/۰۵ b
Licord	۹/۵ ± ۰/۴ a	۲۰/۲ ± ۲/۰ b	۶۷/۴ ± ۵/۶ ab	۲۸/۲ ± ۱/۹ b
Elite	۸/۷ ± ۰/۳ b	۲۴/۹ ± ۲/۳ ab	۶۴/۷ ± ۶/۸ b	۳۳/۳ ± ۲/۴ a



شکل ۱- میانگین تعداد شته های باقی مانده روی ارقام مختلف جنس *Brassica*، ۴۸ و ۷۲ ساعت پس از استقرار در تست آنتی زنوز (تعداد = ۸)

نتایج تجزیه و تحلیل آماری داده ها با استفاده از تجزیه واریانس یک طرفه نشان داد که ارقام مورد آزمایش از لحاظ نرخ خالص تولید مثل (R_o)، نرخ متناهی افزایش جمعیت (λ) و مدت زمان تولید یک نسل (T) در سطح ۵٪ تفاوت معنی‌داری با هم داشتند (R_o: $F_{6,152}= 2.15$, $P < 0.05$; λ: $F_{6,152}= 2.55$, $P < 0.05$; T: $F_{6,152}= 3.18$, $P < 0.05$)، اما تفاوت معنی داری بین ارقام مختلف از لحاظ مدت زمان دو برابر شدن جمعیت (d_t) شته مشاهده نشد ($F_{6,152}= 0.88$, $P > 0.05$).

بحث

اثرات آنتی زنوزی و آنتی بیوزی معمولاً به منظور ارزیابی مقاومت گیاهی نسبت به شته‌ها مورد بررسی قرار می‌گیرند (۳۱). نتایج این پژوهش نشان داد که ترجیح شته‌ی *L. erysimi* در بین ارقام مختلف متفاوت بود. درحالی که رقم Park land (*B. rapa*) بیشترین رجحان را داشت، ارقام Okapi و RGS003 (*B. napus*) حداقل ترجیح را نشان دادند. در مطالعه‌ی مشابه روی گونه‌ی *Plutella xylostella*، ابراهیمی و همکاران (۱۶) نشان دادند که ارقام Okapi و RGS003 کمترین رجحان را داشتند. فتحی (۱۷) در بررسی‌های خود روی مینوز *Chromatomia horticola* گزارش نمود که رقم RGS003 بطور معنی‌داری مقاومت آنتی زنوزی کمتری در مقایسه با رقم Talayh داشت. مشاهدات مشابهی نیز توسط رانا (۳۰) مبنی بر ترجیح بیشتر شته خردل نسبت به *B. rapa* و *B. juncea* در مقایسه با *B. napus* گزارش شده است. به نظر می‌رسد که تمایز شته *L. erysimi* در استقرار روی ارقام *B. rapa* و *B. juncea* به برخی از ویژگی‌های مرفولوژیکی گیاه میزبان ارتباط دارد که جذابیت بیشتری را جهت تشکیل کلنی روی آنها برای شته ایجاد می‌کند. براساس اظهار رانا (۳۰) علت جذابیت بیشتر این گونه‌ها ممکن است به خصوصیات این گیاهان از قبیل رنگ برگ، آرایش جوانه گل، رنگ گل ارتباط داشته باشد.

همچنین نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که نوع رقم می‌تواند اثر معنی داری روی رشد و نمو، بقاء و تولید مثل شته‌ی *L. erysimi* داشته باشد. این یافته‌ها با نتایج سایر مطالعات انجام شده که نشان می‌دهند رقم گیاه و از جمله کیفیت آن بطور معنی‌داری روی رشد و باروری شته‌ی *L. erysimi* اثر می‌گذارد، مطابقت دارد

(۱۳، ۲۳، ۲۹، ۳۰ ،۳۷). مقایسه پارامترهای جدول زیستی این شته روی ارقام مختلف نشان داد که دوره‌ی رشد مراحل پورگی *L. erysimi* بین ۷/۵ تا ۹/۵ روز به ترتیب روی Land race و Licord کامل می‌شود. همچنین، طول این دوره روی ارقام Licord، Okapi، و RGS003 نسبت به سایر ارقام بطور معنی‌داری بلندتر است. نتایج مشابهی توسط امجد و پترز (۱۹۹۲) برای شته‌ی خردل ارائه شده که نشان می‌دهد زمان رشد و نمو مراحل نابالغ این شته روی ارقام مختلف کلزا ۹/۷۵ روز بوده است. با این حال، Yue و Liu (۳۷) اظهار داشتند که میانگین طول دوره‌ی رشدی مراحل نابالغ شته‌ی *L. erysimi* روی ارقام مختلف کلم ۰/۲ ± ۷ روز بوده است. ابراهیمی و همکاران (۱۶) گزارش کردند که زمان کل رشد و نمو شب پره پشت الماسی (*Plutella xylostella*) روی ارقام Okapi، Licord و RGS003 در مقایسه با رقم Modena بطور معنی‌داری طولانی‌تر بوده است. فتحی (۱۷) نیز نشان داد که دوره رشدی *C. horticola* روی RGS003 طولانی‌تر از رقم Talayh بود.

طول عمر شته‌ی خردل بطور معنی‌داری از ۱۵/۸ روز روی رقم Land race تا ۲۶/۴ روز روی Hyola 401 متغیر بود. برخلاف نتیجه‌ی حاضر، تحقیقات رانا (۳۰) نشان داد که طول عمر این شته در بین گونه‌های مختلف *Brassica* تفاوت معنی‌داری نداشت. همچنین براساس گزارش یو و لیو (۳۷) طول عمر شته‌ی بالغ *L. erysimi* تفاوت معنی‌داری روی واریته‌های سبز و قرمز کلم نشان نداد.

در بین ارقام مختلف، بقاء شته‌ی خردل تفاوت معنی‌داری را در سطح ۵٪ نشان داد. با این وجود، سوفیاف و همکاران (۳۴) تفاوت معنی‌داری را برای بقای *P. xylostella* روی ارقام مختلف کلزا که مشابه با ارقام مورد بررسی در این تحقیق بودند، مشاهده نکردند. همچنین یافته‌های این تحقیق با نتایج منتشر شده توسط فتحی (۱۷) نیز که اظهار داشت بقای مینوز روی ارقام RGS003 و Opera کمتر از رقم Talayh است، همخوانی دارد.

میزان پوره‌زایی شته‌ی *L. erysimi* روی رقم Hyola 401 حداکثر (۸۸/۷ به ازای هر شته‌ی مادر) و روی ارقام RGS003 ، Elite و Okapi حداقل (به ترتیب) بود. مطالعات فتحی (۱۷) روی مینوز برگ نشان داد که باروری این آفت روی رقم RGS003 کمتر از ارقام Zarfam و Talayh بود. در مطالعه‌ی دیگر نشان داده شد که باروری حشرات ماده *P. xylostella* روی ارقام Okapi و Elite کمتر از سایر ارقام بود (۱۹). میانگین پوره‌زایی روی ارقام کلزا در پژوهش حاضر بیشتر از نتایج مطالعات یو و لیو (۳۷) برای این شته روی واریته‌های قرمز و سبز کلم می‌باشد (به ترتیب ۵۳/۱ و ۷۶/۶ پوره).

ارقام مختلف اثر معنی‌داری روی نرخ ذاتی افزایش جمعیت داشتند. بیشترین مقدار r_m روی Land race و کمترین مقدار آن روی رقم Elite مشاهده شد. نرخ ذاتی افزایش جمعیت شته *Myzus persicae* روی ارقام Elite، Okapi و RGS003 بطور معنی‌داری نسبت به ارقام حساس Zarfam و Ebonit کمتر محاسبه شده است (۱۸). نرخ ذاتی افزایش جمعیت *Thrips tabaci* نیز روی رقم RGS003 بطور معنی‌داری پایین‌تر از سایر ارقام کلزا بوده است (۲۰). نتایج این تحقیق، با نتایج منتشر شده توسط رانا (۳۰) برای نرخ سرانه رشد (r) شته *L. erysimi* روی گونه‌های مختلف *Brassica* در تعامل می‌باشد. بر اساس نتایج این محقق، نرخ سرانه رشد شته خردل روی *B. rapa* و *B. juncea* بیشتر از *B. napus* بوده است.

نرخ ذاتی افزایش جمعیت، مناسب‌ترین شاخص برای ارزیابی مقاومت گیاهان مختلف نسبت به حشره است (۳۳). لذا بر پایه نتایج حاصل از تحقیق حاضر، بویژه مقادیر r_m، می‌توان ارقام Land race (از گونه *B. juncea*) و Park land (از گونه *B. rapa*) را بعنوان ارقام حساس، Hyola 401 و Licord (از گونه *B. napus*) را بعنوان ارقام نیمه مقاوم (حدواسط)، و ارقام RGS003، Elite و Okapi (از گونه *B. napus*) را تحت عنوان ارقام مقاوم طبقه بندی کرد. سینک و همکاران (۳۲) از باروری شته خردل بعنوان فاکتوری برای ارزیابی مقاومت در گیاهان براسیکا استفاده کردند. آنها گزارش کردند که خسارت حاصل از این شته روی *B. rapa* حداکثر و روی *B. napus* حداقل بوده است. فتحی و همکاران (۱۸) نیز نشان دادند که در بین ۱۹ رقم کلزا در آزمایشات مزرعه‌ایی، ارقام RGS003، Elite و Okapi بعلت تراکم پایین‌تر جمعیت شته‌ی *M. persicae* از مقاومت بیشتری برخوردار بودند.

بطور کلی، پارامترهای جدول زیستی و نرخ رشد جمعیت *L. erysimi* روی ارقام مختلف بواسطه نوع گیاه میزبان تحت تاثیر قرار می‌گیرد. نشو نمای شته‌ها روی گیاه میزبان تحت تاثیر کیفیت گیاه و میزان متابولیت‌های ثانویه قرار می‌گیرد. تغییرات کیفیت گیاه میزبان که شامل ویژگی‌های فیزیولوژیکی، تغذیه‌ایی و بیوشیمیایی میزبان می‌باشد، اثر مستقیمی روی رشد و نمو و تولیدمثل حشرات گیاهخوار دارد (۲۷). اشکال مختلف گلوکوزینولیت بعنوان متابولیت ثانویه‌ی معمول در گونه‌های *Brassica* نقش مهمی را در محدود کردن هجوم گیاهخواران از طریق کاهش نرخ ذاتی افزایش جمعیت‌شان و یا دفع آنها بواسطه تولید برخی مواد فرار ایفا می‌کنند (۱۴).

نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان داد که در بین ارقام مورد مطالعه، ارقام RGS003، Elite، و Okapi جزء مقاوم‌ترین ارقام کلزا نسبت به شته‌ی *L. erysimi* هستند. بنابراین کاربرد این ارقام می‌تواند در برنامه‌های مدیریت تلفیقی آفات بعنوان راهکار مهم و موثری برای

کنترل شته‌ها و کاهش میزان مصرف آفت‌کش‌ها باشد. با این حال، از آنجایی که مقاومت ارقام مختلف در این پژوهش تحت شرایط گلخانه‌ای صورت گرفته است، توصیه می‌شود مطالعات بیشتری برای تعیین مقاومت این ارقام نسبت به این شته تحت شرایط مزرعه‌ایی صورت گیرد.

سپاسگزاری

تحقیق حاضر بخشی از پایان نامه نگارنده اول می باشد که بدین وسیله از معاونت محترم پژوهشی دانشگاه فردوسی مشهد به جهت حمایت های مالی کمال تشکر را می نماییم.

جدول ۲- پارامترهای جدول زیست باروری شته خردل روی ارقام مختلف جنس *Brassica* (تعداد = ۲۷).

رقم	شاخص				
	R_0	r_m	λ	T	d_t
Land race	۶۹/۴ ± ۰/۵ b	۰/۳۲۴ ± ۰/۰۱ a	۱/۳۸ ± ۰/۰۱ a	۱۳/۰ ± ۰/۴ c	۲/۲ ± ۰/۱۲ a
Park land	۷۲/۳ ± ۰/۲ ab	۰/۳۱۶ ± ۰/۰۱ a	۱/۳۷ ± ۰/۰۱ a	۱۳/۵ ± ۰/۵ c	۲/۲۷ ± ۰/۱ a
Hyola401	۸۵/۳ ± ۰/۶ a	۰/۲۹۷ ± ۰/۰۱ ab	۱/۳۴ ± ۰/۰۱ ab	۱۵/۳ ± ۰/۵ a	۲/۳۹ ± ۰/۰۸ a
RGS003	۶۲/۲ ± ۷/۳ b	۰/۲۸۴ ± ۰/۰۰۵ b	۱/۳۲ ± ۰/۰۱ b	۱۴/۵ ± ۰/۴ ab	۲/۴۳ ± ۰/۰۸ a
Okapi	۶۶/۷ ± ۶/۱ b	۰/۲۸۳ ± ۰/۰۱ b	۱/۳۲۷ ± ۰/۰۱ b	۱۴/۸ ± ۰/۴ ab	۲/۴۴ ± ۰/۹۳ a
Licord	۶۹/۰ ± ۵/۲b	۰/۲۹۳ ± ۰/۰۰۷ ab	۱/۳۴ ± ۰/۰۱ ab	۱۴/۴ ± ۰/۲ ab	۲/۳۵ ± ۰/۰۶ a
Elite	۷۱/۴ ± ۵/۰ ab	۰/۲۷۰ ± ۰/۰۱ b	۱/۳۲ ± ۰/۰۱ b	۱۵/۳ ± ۰/۵ a	۲/۴۷ ± ۰/۱۲ a

منابع

۱- خواجه زاده ی.، ملکشی س. ح. و کیهانیان ع. ا. ۱۳۸۹. تغییرات جمعیت شته های کلزا، زیست شناسی گونه شته خردل *Lipaphis erysimi* و کارایی دشمنان طبیعی آن در مزارع کلزای خوزستان. مجله دانش گیاهپزشکی ایران ۴۱: ۱۷۸-۱۶۵.

۲- دفتر آمار و فناوری اطلاعات وزارت جهاد کشاورزی. ۱۳۸۹. آمارنامه کشاورزی محصولات زراعی سال ۱۳۸۸-۱۳۸۷. انشارات وزارت جهاد کشاورزی، تهران.

۳- رضوانی ع. ۱۳۸۹. شته های گیاهان علفی ایران. مهر گل. تهران. ۵۶۴ صفحه.

۴- شریعتی ش. و قاضی شهنی زاده پ. ۱۳۷۹. کلزا. اداره کل آمار و اطلاعات در امور کشاورزی. ۸۱ صفحه.

۵- شیرانی راد ا. ح. و دهشیری ع. ۱۳۸۱. راهنمای کلزا (کاشت، داشت و برداشت). نشر آموزش کشاورزی. تهران. ۱۱۶ صفحه.

۶- کیهانیان ع. ا.، تقی زاده م.، تقدسی م. و. و خواجه زاده ی. ۱۳۸۴. بررسی فونستیک حشرات زیان آور و دشمنان طبیعی آن در مزارع کلزای نقاط مختلف ایران. مجله پژوهش و سازندگی ۶۸: ۸-۲.

7- Adachi-Hagimori T., Shibao M., Tanaka H., Seko T. and Miura K. 2010. Control of *Myzus persicae* and *Lipaphis erysimi* (Hemiptera:Aphididae) by adults and larvae of a flightless strain of *Harmonia axyridis* (Coleoptera: Coccinellidae) on non-heading *Brassica* cultivars in the greenhouse. International Organization for Biological Control (IOBC), 56: 207–213.

8- Agarwala B.K. and Datta N. 1999. Life history response of the mustard aphid *Lipaphis erysimi* to phenological changes in its host. Journal of Biosciences, 24: 223-231.

9- Amjad M. and Peters D.C. 1992. Survival, development, and reproduction of turnip aphids (Homoptera: Aphididae) on oilseed brassica. Journal of Economic Entomology, 85: 2003-2007.

10- Birch L.C. 1948. The intrinsic rate of natural increase of an insect population. Journal of Animal Ecology, 17: 15-26.

11- Blackman R.T. and Eastop V.F. 2000. Aphids on the world's crop: An identification and information guide. New York, Wiley.

12- Blande J.D., Pickett J.A. and Poppy G.M. 2008. Host foraging for differentially adapted Brassica-feeding aphids by the braconid parasitoid *Diaeretiella rapae*. Plant Signaling & Behavior, 3: 580–582.

13- Choudhury S. and Pal S. 2009. Population dynamics of mustard aphid on different *Brassica* cultivars under terai agro-ecological conditions of West Bengal. Journal of Plant Protection Sciences, 1(1): 83-86.

14- Cole R.A. 1997. The relative importance of glucosinolates and amino acids to the development of two aphid pest *Brevicoryne brassicae* and *Myzus persicae* on wild and cultivated *Brassica* species. Entomologia Experimentalis et Applicata 85: 121-133.

15- Dutta I., Majumder P., Saha P., Ray K. and Das S. 2005. Constitutive and phloem specific expression of *Allium sativum* leaf agglutinin (ASAL) to engineer aphid (*Lipaphis erysimi*) resistance in transgenic Indian mustard (*Brassica juncea*). Plant Science, 169:996–1007.
16- Ebrahimi N., Talebi A.A., Fathipour Y. and Zamani A.A. 2008. Host plants effect on preference, development and reproduction of *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae) under laboratory conditions. Advances in Environmental Biology, 2(3): 108-114.
17- Fathi S.A.A. 2010. Host preference and life cycle parameters of *Chromatomya horticola* Goureau (Diptera: Agromyzidae) on canola cultivars. Munis Entomology & Zoology, 5: 247-252.
18- Fathi S.A.A., Nouri-Ganbalani G. and Sadagati M. 2010. Resistance of some canola cultivars to *Myzus persicae* (Hemiptera: Aphididae). Applied Entomology and Zoology, 45(4): 601-608.
19- Fathi S.A.A., Bozorg-Amirkalaee M. and Sarfaraz R.M. 2011. Preference and performance of *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae) on canola cultivars. Journal of Pest Science, 84: 41-47.
20- Fathi S.A.A., Fatemeh Gholami F., Gadir Nouri-Ganbalani G. and Mohseni A. 2011. Life history parameters of *Thrips tabaci* (Thysanoptera: Thripidae) on six commercial cultivars of canola. Applied Entomology and Zoology, 46: 505-510.
21- Liu T. and Chen, T.Y. 2001. Effects of a juvenile hormone analog, pyriproxyfen, on the apterous form of *Lipaphis erysimi*. Entomologia Experimentalis et Applicata, 98: 295–301.
22- Maia A.H.N., Luiz A.J.B., and Campanhola C. 2000. Statistical inference on associated fertility life parameters using jackknife technique: Computational aspects. Journal of Economic Entomology, 93: 511-518.
23- Mamun M.S.A., Ali M.H., Ferdous M.M., Rahman M.A. and Hossain M.A. 2010. Assessment of several mustard varieties resistance to mustard aphid, *Lipaphis erysimi*. Journal of Soil and Nature, 4(1): 34-38.
24- Martin B. and Fereres A. 2003. Evaluation of a choice-test method to assess resistance of melon to *Aphis gossypii* Glover (Homoptera: Aphididae) by comparison with conventional antibiosis and antixenosis trials. Applied Entomology and Zoology, 38(3): 405-411.
25- Meyer J.S., Ingersill C.G., McDonald L.L. and Boyce M.S. 1986. Estimating uncertainty in population growth rates: Jackknife vs. bootstrap techniques. Ecology, 67: 1156–1166.
26- Mirmohammadi S., Allahyari H., Nematollahi M.R. and Saboori A. 2009. Effect of host plant on biology and life table parameters of *Brevicoryne brassicae* (Hemiptera: Aphididae). Annals of the Entomological Society of America, 102(3): 450-455.
27- Parajulee M.N., Shrestha R.B., Slosser J.E. and Bordovsky D.G. 2011. Effects of skip-row planting pattern and planting date on dryland cotton Insect pest abundance and selected plant parameters. Southwestern Entomologist, 36(1): 21-39.
28- Phadke K.G. and Prasad S.K. 1987. Identification of *Brassica* genotypes least susceptible to mustard aphid *Lipaphis erysimi* (Kalt.). Journal of Aphidology, 1: 93-97.
29- Prasad S.K. 2009. Population dynamics of mustard aphid on different *Brassica*. Journal of Plant Protection Science, 1(1): 83-89.
30- Rana J.S. 2005. Performance of *Lipaphis erysimi* (Homoptera: Aphididae) on different *Brassica* species in a tropical environment. Journal of Pest Science, 78: 155-160.
31- Sadasivam S. and Thayumanavan B. 2003. Molecular Host Plant Resistance to Pests. Marcel Dekker, INC.
32- Singh S.R., Narain A., Srivastava K.P. and Siddiqui J.A. 1965. Fecundity of mustard aphid of different rapes and mustard species. Indian Oilseed Journal, 9(3): 215-219.
33- Smith C.M. 2005. Plant Resistance to Arthropods. Springer, Dordrecht, The Netherland.
34- Soufbaf M., Fathipour Y. and Karimzade J. 2010. Development and age-specific mortality of diamondback moth on *Brassica* host plants: pattern and causes of mortality under laboratory conditions. Entomological Society of America, 103(4): 574-579.
35- Williams I.H. 2010. Biocontrol-Based Integrated Management of Oilseed Rape Pests. Springer, Tartu, Estonia.
36- Wu G., Lin Y.W., Miyata T., Jiang S.R. and Xie L.H. 2009. Positive correlation of methamidophos resistance between *Lipaphis erysimi* and *Diaeretilla rapae* and effects of methamidophos ingested by host insect on the parasitoid. Insect Science, 16: 165-173.
37- Yue B. and Liu T.X. 2000. Host selection, development, survival, and reproduction of turnip aphid (Homoptera: Aphididae) on green and red cabbage varieties. Journal of Economic Entomology, 93(4): 1308-1314.