

## اجزای مقاومت ژنوتیپ‌های کلزا، *Brassica napus* L. به شته مومی کلم، *Brevicoryne brassicae* (L.)

سید حیدر موسوی انزابی\*<sup>1</sup>، قدیر نوری قنبلانی<sup>2</sup>، علیرضا عیوضی<sup>3</sup> و حسین رنجی<sup>4</sup>

<sup>1</sup> استادیار گروه کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوی

<sup>2</sup> استاد گروه گیاه‌پزشکی، دانشگاه محقق اردبیلی

<sup>3</sup> دانشیار مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان غربی

<sup>4</sup> استادیار مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان غربی

\*مسئول مکاتبه: [hmosavi14@yahoo.com](mailto:hmosavi14@yahoo.com)

تاریخ پذیرش: 92/09/23

تاریخ دریافت: 92/04/17

### چکیده

شته مومی کلم یکی از آفات مهم کلزا است. به‌منظور ارزیابی مقاومت 21 ژنوتیپ کلزا در برابر شته مومی کلم طی سال‌های 87-1385، آزمایشی در شرایط مزرعه‌ای و گلخانه‌ای انجام گرفت. در هر سال دو آزمایش جداگانه و هر کدام در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در شرایط آلودگی طبیعی و عدم آلودگی در مزرعه اجرا گردید. شاخص آلودگی و شاخص کاهش تابعی عملکرد در مزرعه محاسبه شد. به‌منظور مقایسه میزان تحمل گلخانه‌ای، ژنوتیپ‌ها در قالب طرح کاملاً تصادفی در دو آزمایش مجزای آلوده و عدم آلوده، هر کدام با سه تکرار در گلدان کاشته شدند و شاخص‌های کاهش تابعی طول ساقه و خسارت وارد شده به گیاهان اندازه‌گیری گردیدند. در آزمایش آنتی‌بیوز، نرخ ذاتی افزایش جمعیت شته مومی کلم روی ژنوتیپ‌ها در قالب طرح کاملاً تصادفی در 10 تکرار در شرایط گلخانه‌ای محاسبه شدند. نتایج تجزیه واریانس مرکب کرت‌های خرد شده در زمان نشان داد که شاخص آلودگی در بین ژنوتیپ‌ها، سال‌های اجرای آزمایش و زمان‌های نمونه‌برداری اختلاف معنی‌داری داشتند. ژنوتیپ Opera با 4/23 کم‌ترین شاخص آلودگی را داشت. تجزیه مرکب شاخص کاهش عملکرد دانه و اجزای آن اختلاف معنی‌داری را بین ژنوتیپ‌ها نشان داد. شاخص‌های خسارت و کاهش طول ساقه ژنوتیپ‌ها اختلاف معنی‌داری در آزمایش تحمل گلخانه داشتند. در بین ژنوتیپ‌ها از نظر نرخ ذاتی افزایش جمعیت شته در آزمایش گلخانه‌ای آنتی‌بیوز، تفاوت معنی‌دار مشاهده شد. ژنوتیپ Okapi با  $r_m=0/21$  (ماده/ماده/روز) کم‌ترین مقدار نرخ ذاتی افزایش جمعیت را داشت. در نهایت، ژنوتیپ‌های Opera و Okapi به ترتیب با 23/58 و 19/78 بیش‌ترین مقادیر شاخص مقاومت گیاهی را نسبت به شته مومی کلم نشان دادند.

واژه‌های کلیدی: آنتی‌بیوز، تحمل، شاخص آلودگی، شته مومی کلم، کلزا

## مقدمه

Hyola-401 و کمترین آن PF بود که به ترتیب حساس‌ترین و مقاوم‌ترین ارقام به شته مومی کلم شناخته شدند. کاظمی و همکاران (1386) تأثیر ارقام مذکور بر زیست‌شناسی شته را در مرحله گل‌دهی تحت شرایط گلخانه‌ای مطالعه نموده و رقم Parkland با بیش‌ترین نرخ ذاتی افزایش جمعیت در دوره‌های 10 و 15 روزه (0/30 و 0/31) و رقم PF با کم‌ترین مقدار (0/14 و 0/14) را به ترتیب حساس‌ترین و مقاوم‌ترین ارقام معرفی کردند. اولسوی و اولمز-بایهان (2006) در بررسی فراسنجه‌های زیستی شته مومی کلم روی شش گونه جنس *Brassica* تحت شرایط آزمایشگاهی، نرخ ذاتی افزایش جمعیت شته را روی گل کلم 0/23، کلم 0/20، کلم بروکلی 0/19، خردل 0/16، کلزا 0/13 و شلغم 0/04 محاسبه نمودند. زندگی‌سوهانی و همکاران (1382) مقاومت ژنوتیپ‌های Consul، Mohican، SLM046، Licord، Talayeh و خردل را در شرایط مزرعه‌ای و آزمایشگاهی مورد بررسی قرار دادند و خردل کم‌ترین آلودگی را به شته مومی کلم داشت.

با توجه به نتایج تحقیقات انجام‌گرفته، هدف از مطالعه اخیر شناسایی ژنوتیپ‌های مقاوم کلزا نسبت به شته مومی کلم می‌باشد.

## مواد و روش‌ها

در این تحقیق تعداد 21 ژنوتیپ کلزا (*Brassica napus* L.) مورد بررسی قرار گرفت (جدول 1). بذرهای آن‌ها از مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان غربی تهیه و آزمایش در شرایط مزرعه‌ای و گلخانه‌ای انجام شد.

دو آزمایش مزرعه‌ای در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار و 21 تیمار در شرایط سم‌پاشی و عدم سم‌پاشی طی سه سال در جنوب شهرستان ارومیه

گیاه کلزا به دلیل ویژگی‌های مناسب کشت‌وزرع و کیفیت مطلوب غذایی مورد توجه زارعین قرار گرفته است (آلیاری و شکاری 1379). افزایش سطح زیر کشت کلزا باعث افزایش آفات این گیاه از جمله شته مومی کلم (*Brevicoryne brassicae*) شده است (سرور و همکاران 2004). کنترل شیمیایی گرچه مؤثرترین و ساده‌ترین شیوه کنترل شته می‌باشد اما باقی‌مانده سموم در مواد غذایی و محیط زیست هم‌زمان با بروز گونه‌های مقاوم به سموم، مشکل آفرین می‌باشد (گولد 1991، یو و لیو 2000، پاولا و همکاران 2002، بیس‌سدرف 2008). بنابراین استفاده از ارقام مقاوم که روشی کم‌هزینه، سازگار با محیط‌زیست و سایر روش‌های کنترل آفات می‌باشد، یکی از مناسب‌ترین روش‌های کنترل این آفت به شمار می‌آید (مائوری 1998، کومار و شارما 1999). آسلاام و همکاران (2005) مقاومت 10 ژنوتیپ کلزا را به شته مومی کلم در شرایط زراعی بررسی و KS-75 را به‌عنوان ژنوتیپ مقاوم معرفی کردند. در ضمن ژنوتیپ‌های CON-II، Waster، Rainbow، Dunkled، Shiralee و Abaseen با آلودگی متوسط به شته مومی گزارش شدند. محرمی‌پور و همکاران (1382) نرخ ذاتی رشد  $r_m$  ارقام Okapi، Eurol، PF، Boomrang را با استفاده از روش یات و وایت (1977) به ترتیب 0/23، 0/25، 0/26 و 0/29 محاسبه نمودند و دمای بهینه رشد شته مومی کلم را 25 درجه سانتی‌گراد گزارش کردند. جمشیدی کلجاهی و همکاران (2006) مقاومت ارقام Hyola401، Hyola308، Eurica، Parkland و PF کلزا را در مرحله چهار تا شش‌برگی تحت شرایط گلخانه‌ای در مقابل شته مومی کلم بررسی نمودند. بیش‌ترین نرخ‌های ذاتی رشد در دوره‌های 10 و 15 روزه مربوط به

تعداد شته‌های آن‌ها شمارش و میانگین گرفته شد. برای محاسبه درصد بوته‌های آلوده از روش تخمین مطلق استفاده گردید. منظور از بوته آلوده بوته‌ای است که حداقل یک سانتی‌متر از طول ساقه یا خورجین آن از شته پوشیده شده باشد. نمونه‌برداری در سال اول و سوم، پنج بار و در سال دوم، چهار بار (به علت وقوع آلودگی ناچیز و دیرهنگام) انجام شد. 21 ژنوتیپ به‌عنوان فاکتور اصلی و پنج تاریخ نمونه‌برداری به‌عنوان فاکتور فرعی در نظر گرفته شد. تجزیه واریانس بر اساس کرت‌های خردشده در زمان (نشان داده نشده است) بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی انجام گردید. مقایسه میانگین ژنوتیپ‌ها و سال‌های آزمایش بر اساس آزمون چند دامنه دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام گردید.

#### ب- تحمل

برای ارزیابی تحمل از شاخص کاهش عملکرد استفاده شد (مورگان و همکاران 1980).

$$(2) \text{ FPL} = \frac{\text{control-stress}}{\text{control}} \times 100$$

میزان خسارت تابعی

برای محاسبه درصد شاخص کاهش عملکرد دانه و اجزا عملکرد کلزا هر کرت به‌طور مجزا از آزمایش آلوده به شته و شاهد برداشت و توزین شد. برای ارزیابی سایر شاخص‌های اُفت، 10 بوته به‌صورت تصادفی از ردیف‌های میانی انتخاب و صفات وزن هزاردانه، تعداد دانه در خورجین ساقه اصلی و تعداد خورجین در ساقه اصلی و فرعی شمارش و جهت محاسبه شاخص اُفت به‌کار رفت. تجزیه واریانس مرکب شاخص‌های اُفت بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی انجام و مقایسه میانگین‌ها بر اساس آزمون چند دامنه دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام گردید.

اجرا شد. بذرها در اواخر شهریورماه کشت و در اول مهر هر سال آبیاری گردیدند. بذرها در کرت‌هایی به ابعاد  $4 \times 1/5$  متر در چهارپشته به فواصل 25 سانتی‌متر و به فواصل پنج سانتی‌متری بوته‌ها از هم روی ردیف کاشته شدند. در طول دوره رشد گیاه، کنترل شیمیایی صورت نگرفت. در سه سال انجام آزمایش از نیمه دوم اسفندماه بازدید مزارع به‌صورت یک بار در هفته آغاز و نمونه‌برداری‌ها از تاریخ 22 اردیبهشت‌ماه 1385، اول خرداد 1386 و 18 اردیبهشت 1387 هم‌زمان با وقوع آلودگی آغاز گردید.

#### ارزیابی مزرعه‌ای

##### الف- شاخص آلودگی ژنوتیپ‌ها

در نمونه‌برداری آلودگی ژنوتیپ‌ها از شاخص آلودگی به‌عنوان معیاری جهت مقایسه ژنوتیپ‌ها استفاده شد. شاخص آلودگی ( $I_i$ )<sup>1</sup> از حاصل‌ضرب میانگین طول قسمتی از ساقه بر حسب سانتی‌متر که پیرامون آن به شته آلوده بود (L) در میانگین تعداد شته‌ی موجود در یک سانتی‌متر از طول ساقه (N) در درصد آلودگی هر کرت (P) محاسبه شد (منفرد و همکاران 1382).

$$(1) \text{ } I_i = P \times L \times N$$

شاخص آلودگی

طول ساقه آلوده و درصد آلودگی به‌ترتیب بیان‌گر میزان مقاومت آنتی‌بیوزی و آنتی‌زنوزی ژنوتیپ مربوط در مزرعه می‌باشد. جهت اندازه‌گیری طول ساقه آلوده، ده گیاه به‌صورت تصادفی از هر کرت انتخاب و علامت‌گذاری شدند و طول آن قسمت از ساقه یا خورجین که شته‌ها به‌صورت حلقه دور آن را پوشانده بودند، با خطکش اندازه‌گیری و میانگین آن محاسبه گردید. برای محاسبه تعداد شته‌های موجود در یک سانتی‌متر طول ساقه آلوده، به‌صورت تصادفی تعداد 100 ساقه انتخاب و

## ارزیابی گلخانه‌ای

## الف- تحمل

آزمایش گلخانه‌ای تحمل طی دو سال در شش تکرار (سه تکرار آلوده به شته و سه تکرار شاهد) با 21 ژنوتیپ در قالب طرح کاملاً تصادفی در گلخانه مرکز تحقیقات کشاورزی استان آذربایجان غربی در شرایط دمایی  $24 \pm 2$  درجه سانتی‌گراد، رطوبت نسبی  $55 \pm 10$  درصد و طول دوره روشنایی- تاریکی (10:14 ساعت) اجرا گردید. سه بذر از هر ژنوتیپ در گلدان‌های پلاستیکی به قطر 17 و ارتفاع 21 سانتی‌متر کاشته شدند. پس از جوانه‌زنی بذرها و سرمادهی در مرحله رزت، تعداد بوته در هر گلدان به یک بوته کاهش یافت و هر بوته با 10 شته بالغ آلوده شد. برای یکسان‌سازی شرایط آزمایش تعداد شته‌ها در بازدیدهای دوبار در هفته در حد 10 ثابت نگه‌داشته شد و چهار هفته پس از آلودگی میزان خسارت هر بوته بر اساس شاخص درجه‌بندی از یک تا هفت تعیین گردید (منفرد 1380). ارتفاع بوته‌های کلزا در آزمایش آلوده به شته و شاهد، اندازه‌گیری و شاخص کاهش طول ساقه محاسبه شد (مورگان و همکاران 1980). از داده‌های جمع‌آوری شده جهت تجزیه واریانس مرکب بر پایه طرح کاملاً تصادفی استفاده گردید. مقایسه میانگین‌ها بر اساس آزمون چند دامنه دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام گرفت.

## ب- آزمایش آنتی‌بیوز

آزمایش آنتی‌بیوز در گلخانه تحت شرایط دمایی  $27/5 \pm 2$  درجه سانتی‌گراد، رطوبت نسبی  $55 \pm 10$  درصد و طول دوره روشنایی- تاریکی (10:14 ساعت) بر اساس روش پیشنهادی لاروسا و همکاران (2003) انجام شد. روش کاشت ژنوتیپ‌ها مشابه آزمایش تحمل گلخانه‌ای بود که در 10 تکرار صورت گرفت. پس از رسیدن ارتفاع

بوته‌ها به 10 سانتی‌متر، برگ‌ها با یک شته بالغ آلوده شدند. شته‌های مذکور سه نسل روی میزبانی غیر از میزبان‌های آزمایشی پرورش یافته بودند. برگ‌های آلوده به شته‌های بالغ داخل قفس‌های لیوانی پلاستیکی که انتهای آنها بریده و با توری مسدود شدند، قرار گرفتند. برای عبور دم‌برگ، سوراخی روی درپوش لیوان ایجاد گردید. پس از تولیدمثل، شته بالغ حذف و پنج پوره روی هر بوته حفظ گردید تا به مرحله تولیدمثلی برسند. با شروع تولیدمثل تمامی شته‌ها به‌غیر از یک شته حذف شدند. در هر روز پوره‌های متولدشده در هر گلدان شمارش و حذف گردید. این عمل تا توقف تولیدمثل ادامه یافت. نرخ ذاتی رشد جمعیت، طول مدت پیش‌تناسلی و طول مدت تناسلی شته مومی کلم روی ژنوتیپ‌های مختلف ثبت شد. برای محاسبه نرخ ذاتی افزایش جمعیت در شته‌ها از روش لوتکا (1924) استفاده شد.

$$1 = \sum_b^a e^{-rx} l_x m_x \quad (3)$$

که در آن  $x$  سن،  $l_x$  نسبت بقاء و  $m_x$  تعداد نتاج ماده تولیدشده توسط هر یک از ماده‌ها می‌باشد. تجزیه واریانس ساده بر پایه طرح کاملاً تصادفی و مقایسه میانگین‌ها با آزمون چند دامنه دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام گرفت.

شاخص مقاومت گیاهی (PRI)<sup>1</sup>

برای محاسبه شاخص مقاومت گیاهی ابتدا شاخص آلودگی و تحمل آزمایش مزرعه‌ای و تحمل و آنتی‌بیوز آزمایش گلخانه‌ای نرمال گردید. به این ترتیب که تمام اعداد بر بزرگ‌ترین عدد تقسیم شدند تا اختلاف بین آن‌ها

کاهش یابد. سپس داده‌های نرمال شده هر رقم در یکدیگر ضرب و در فرمول زیر قرار داده شدند.

$$PRI=1/XYZ \quad (4)$$

رقمی که بزرگ‌ترین عدد PRI را نشان داد مقاوم‌ترین رقم تلقی گردید (وبستر و همکاران 1987). تغییراتی در محاسبه PRI ایجاد شد و شاخص آلودگی مزرعه (X)، شاخص کاهش عملکرد دانه در تحمل مزرعه (Y)، شاخص کاهش طول ساقه در تحمل گلخانه (Y') و نرخ ذاتی رشد شته ( $r_m$ ) در آزمایش آنتی‌بیوز (Z) در محاسبه PRI منظور و در فرمول زیر استفاده گردید.

$$PRI=1/XY'YZ \quad (5)$$

نرم افزار SPSS و Excel جهت محاسبه‌های آماری به کار گرفته شد.

جدول 1- اسامی ژنوتیپ‌های مورد آزمایش

ردیف	نام	ردیف	نام
1	ARC-2	12	Okapi
2	ARC-5	13	Orient
3	ARG-91004	14	Opera
4	Celisius	15	Olpro
5	Dexter	16	Sahara
6	Ebonite	17	Sinatra
7	Elite	18	SLM046
8	Geronimo	19	Zarfam
9	Licord	20	Sunday
10	Milena	21	Talent
11	Modena		

مقاومت بود که اثر متقابل زمان نمونه‌برداری  $\times$  ژنوتیپ را معنی‌دار نمود. به‌عنوان مثال برخی از ژنوتیپ‌ها نظیر Ebonite، Olpro و Licord به دلیل زودرسی، به سرعت گل‌آذین تشکیل داده و موجب جلب شته شدند. با گذشت زمان و تشکیل گل در تمام ژنوتیپ‌ها بار جمعیت شته مومی کلم از ژنوتیپ‌های زودرس به تمام مزرعه منتقل گردید.

کاهش یابد. سپس داده‌های نرمال شده هر رقم در یکدیگر ضرب و در فرمول زیر قرار داده شدند.

$$PRI=1/XYZ \quad (4)$$

رقمی که بزرگ‌ترین عدد PRI را نشان داد مقاوم‌ترین رقم تلقی گردید (وبستر و همکاران 1987). تغییراتی در محاسبه PRI ایجاد شد و شاخص آلودگی مزرعه (X)، شاخص کاهش عملکرد دانه در تحمل مزرعه (Y)، شاخص کاهش طول ساقه در تحمل گلخانه (Y') و نرخ ذاتی رشد شته ( $r_m$ ) در آزمایش آنتی‌بیوز (Z) در محاسبه PRI منظور و در فرمول زیر استفاده گردید.

$$PRI=1/XY'YZ \quad (5)$$

نرم افزار SPSS و Excel جهت محاسبه‌های آماری به کار گرفته شد.

## نتایج و بحث

### آزمایش مزرعه‌ای

#### الف - شاخص آلودگی

تجزیه مرکب شاخص آلودگی برای ژنوتیپ، سال و اثر متقابل آن‌ها معنی‌دار بود (جدول 2). طی سه سال آزمایش ژنوتیپ Geronimo با بالاترین شاخص آلودگی و ژنوتیپ‌های Opera و Sahara کم‌ترین شاخص آلودگی را داشتند (جدول 3). سال دوم و سوم اجرای آزمایش به ترتیب کم‌ترین و بیش‌ترین شاخص آلودگی به شته را داشتند (جدول 4). زمان‌های نمونه‌برداری طی سال‌های آزمایش نیز اختلاف آماری معنی‌دار داشتند. اوج آلودگی در اواخر نیمه اول خرداد بود. وقوع آلودگی تحت تأثیر شرایط آب‌وهوایی مانند بارش قرار داشت. بارندگی مداوم و غیرمعمول بهاره در سال دوم موجب آلودگی ضعیف نسبت به سال‌های اول و سوم آزمایش شد. انجام آزمایش‌های مربوط به مقاومت ارقام بیش از یک سال

تحمل مزرعه‌ای و برای جلوگیری از پیچیدگی محاسبه‌ای، تنها از این صفت استفاده گردید. بر اساس میانگین شاخص کاهش وزن هزاردانه طی سه سال ژنوتیپ Talent بیش‌ترین کاهش و ژنوتیپ‌های Opera و Sahara کم‌ترین کاهش از لحاظ وزن هزاردانه را داشتند. در گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها بر اساس میانگین شاخص کاهش تعداد دانه در خورجین طی سه سال، ژنوتیپ‌های Talent و Opera به‌ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین شاخص را داشتند. همچنین بر اساس شاخص کاهش تعداد خورجین ساقه اصلی ژنوتیپ‌های ARG-91004، Geronimo و Ebonite بیش‌ترین و ژنوتیپ‌های Opera و Sahara کم‌ترین مقدار را نشان دادند. ژنوتیپ‌های ARG-91004 و Opera به‌ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین مقادیر شاخص کاهش تعداد خورجین در شاخه‌های فرعی را دارا بودند (جدول 5).

#### آزمایش گلخانه‌ای

##### الف- تحمل

تجزیه مرکب شاخص کاهش طول ساقه و شاخص‌های خسارت نشان داد که بین ژنوتیپ‌های کلزا اختلاف آماری معنی‌دار وجود دارد ولی اثر متقابل سال در ژنوتیپ معنی‌دار نبود (جدول تجزیه واریانس ارائه نشده است).

گروه‌بندی داده‌ها بر اساس شاخص‌های خسارت روز سی‌ام نشان داد که ژنوتیپ Geronimo حساس و ژنوتیپ‌های Opera و Okapi در گروه مقاوم و بقیه ژنوتیپ‌ها بین این دو گروه قرار گرفتند (جدول 6). ژنوتیپ‌های Talent، Geronimo، Ebonite، ARG-91004 و ARC-5 در گروه حساس، ژنوتیپ‌های Opera و Okapi در گروه مقاوم از لحاظ شاخص کاهش طول ساقه بودند (جدول 6).

برای ارزیابی مقاومت ژنوتیپ‌های کلزا روش‌های مختلفی توسط محققین به‌کار گرفته شده است. تجالینگی (1976) از شمارش تعداد کلنی شته‌ها بر روی گیاهان استفاده نمود. آسلاام و همکاران (2005) شته‌های موجود در 10 سانتی‌متر انتهای ساقه را شمارش نمودند. ایگنبرود و همکاران (2000) با شمارش کلنی‌های با حداقل دو سانتی‌متر آلودگی به شته مومی کلم، مقاومت ارقام کلزا را نسبت به آفت ارزیابی نمودند. دود (1976) برای تفکیک ارقام مقاوم و حساس از روش شمارش تعداد کلنی‌ها و تعداد شته‌ها در ابتدای آلودگی استفاده کرد. منفرد و همکاران (1382) از شاخص آلودگی استفاده نمودند که شامل حاصل‌ضرب میانگین طول ساقه آلوده در درصد آلودگی بود. شاخص آلودگی به‌کار گرفته شده در آزمایش با اقتباس از روش این محققین و با تغییر جزئی در آن برای سنجش آلودگی استفاده شد. به نظر می‌رسد این روش به‌دلیل در نظر گرفتن هم‌زمان درصد آلودگی و طول ساقه آلوده که به‌ترتیب بیانگر میزان آنتی‌زنوز و آنتی‌بیوز ژنوتیپ‌ها می‌باشد، روش کامل و جامعی می‌باشد.

##### ب- تحمل

تجزیه مرکب شاخص‌های کاهش محاسبه شده برای صفات عملکرد دانه، وزن هزاردانه، تعداد دانه در خورجین ساقه اصلی و تعداد خورجین در ساقه اصلی و فرعی بین سال‌های اجرای آزمایش، ژنوتیپ‌ها و نیز اثرات متقابل آن‌ها به‌جز شاخص کاهش تعداد دانه در خورجین اختلاف آماری معنی‌دار نشان داد (جدول تجزیه واریانس ارائه نشده است). بر اساس ارزیابی سه ساله، Opera کم‌ترین کاهش عملکرد دانه و Geronimo و Talent بیش‌ترین کاهش عملکرد دانه را داشتند (جدول 5). عملکرد دانه مهم‌ترین صفت در ارزیابی تحمل می‌باشد و سایر صفات در عملکرد دانه اثر دارند. به این دلیل در محاسبه PRI در

و شاخه فرعی و تعداد دانه در غلاف را بررسی نمود که در این مطالعه Hyola308 و RGS003 در گروه مقاوم، Option و Kristina در گروه حساس و PF و Hyola 401 به ترتیب با نزدیک بودن به ارقام حساس و مقاوم در میانه قرار گرفتند. به نظر می‌رسد که ایجاد آلودگی مصنوعی و عدم در نظر گرفتن تیمار کنترل (عاری از شته مومی کلم) در آزمایش‌های ارزیابی مقاومت، فرآیند غربالگری را مختل نماید.

#### ب- آنتی‌بیوز

بالترین و پایین‌ترین نرخ ذاتی رشد شته مومی کلم به ترتیب روی ژنوتیپ‌های Geronimo و Okapi بود. این فراسنجه برای شته مومی کلم روی ژنوتیپ‌های Opera و Zarfam نیز مقادیر پایینی را نشان می‌داد که حاکی از وجود اثر آنتی‌بیوتیک در این دو ژنوتیپ به همراه ژنوتیپ Okapi می‌باشد. شته مومی کلم روی SLM046 و ARG-91004 با میانگین 7/1 روز کوتاه‌ترین و روی Opera با 8/3 روز بیش‌ترین زمان پیش‌تناسلی را داشت. کوتاه‌تر بودن دوره‌ی پیش‌تناسلی حشره، مطلوبیت میزبان و تأمین سریع مواد مورد نیاز برای رشد و تولیدمثل شته مومی کلم را نشان می‌دهد. به‌علاوه هر چه شرایط میزبانی برای حشره مناسب باشد باعث افزایش دوره تولیدمثلی شته مومی کلم می‌گردد (محرمی‌پور و همکاران 1382). شته مومی کلم روی ژنوتیپ Licord بیش‌ترین و در Opera کوتاه‌ترین زمان تناسلی را داشت (جدول 7). شرایط گلخانه به‌خصوص از نظر دما، بایستی شباهت زیادی با منطقه غربالگری ژنوتیپ‌ها داشته باشد تا شناخت نسبی از رشد و افزایش جمعیت شته مومی کلم در مزرعه در شرایط مشابه برای محققین ارایه نماید و امکان تمییز و تصمیم‌گیری مناسب را برای ایشان در معرفی ژنوتیپ مطلوب بوجود آورد. به‌ویژه آن‌که تأثیر غیرقابل چشم‌پوشی دما بر نرخ ذاتی رشد جمعیت

سال‌های آزمایش از نظر شاخص کاهش عملکرد دانه اختلاف آماری معنی‌دار داشتند که علت آن ناشی از زمان شروع آلودگی و جمعیت‌های سالانه شته در مزرعه می‌باشد. معنی‌دار بودن اثر متقابل ژنوتیپ  $\times$  سال برای صفت مذکور حاکی از آن است که کاهش عملکرد دانه ژنوتیپ‌های مختلف در شرایط آلودگی طی سه سال غیریکنواخت بود. این موضوع به‌دلیل وجود جمعیت‌های مختلف مهاجم در سال‌های آزمایش و تغییر در تحمل و حساسیت ژنوتیپ‌ها می‌باشد.

معنی‌دار نبودن اثر متقابل ژنوتیپ  $\times$  سال برای صفت شاخص کاهش تعداد دانه در خورجین، نشان داد که تعداد دانه و مقدار کاهش آن در اثر خسارت شته از خصوصیات ژنتیکی هر ژنوتیپ بوده و دفاع ژنتیکی آن‌ها در سال‌های مختلف تقریباً ثابت بود.

ژنوتیپ Sahara با وجود تحمل مناسب در مزرعه تحت شرایط گلخانه‌ای فاقد تحمل بالا بود به‌طوری‌که در هر دو شاخص محاسبه‌شده گلخانه، در گروه میانی قرار گرفت. به‌همین دلیل اهمیت ارزیابی تحمل در دو محیط زراعی و گلخانه از نظر یکسانی عکس‌العمل ژنوتیپ‌ها حایز اهمیت می‌باشد. گزارش‌هایی نیز نشان می‌دهند که ارقام مقاوم در مزرعه تغییرات زیادی در آزمایشگاه داشتند (سینگ و همکاران 1994). به‌همین دلیل برای اطمینان از واکنش‌های مناسب ارقام در برابر شته مومی آزمایش‌های ارزیابی مقاومت در هر دو شرایط گلخانه‌ای و مزرعه‌ای باید انجام شود (الیس و فارل 1995). دو ژنوتیپ Opera و Okapi متحمل و ژنوتیپ‌های Geronimo، Talent و ARG-91004 در هر دو شرایط آزمایشی مزرعه‌ای و گلخانه‌ای حساس به شته بودند (جدول 6). محمودی نیا (1384) شش ژنوتیپ کلزا را در شرایط آلودگی مصنوعی مزرعه در استان گیلان مورد مطالعه قرار داد و میزان آلودگی، عملکرد، وزن هزاردانه، تعداد غلاف شاخه اصلی

شاخص بود که حساسیت آن نسبت به شته مومی کلم را نشان می‌دهد.

گونه‌های مختلف به‌ویژه شته مومی کلم در تحقیقات متعددی بیان شده است (فتحی‌پور و همکاران 1384).

جدول 2- تجزیه واریانس مرکب شاخص آلودگی

ژنوتیپ‌های کلزا در آزمایش کرت خردشده در سه سال

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات
سال	2	4367/548**
بلوک	2	4/648 <sup>ns</sup>
تکرار×سال	4	21/493**
ژنوتیپ	20	370/462**
سال×ژنوتیپ	40	101/903**
تکرار×ژنوتیپ	40	5/276**
تکرار×ژنوتیپ×سال	80	4/169**
زمان نمونه‌برداری	4	6689/371**
سال×نمونه‌برداری	8	2675/991**
تکرار×نمونه‌برداری	8	2/798 <sup>ns</sup>
سال×تکرار×نمونه‌برداری	16	5/253**
ژنوتیپ×نمونه‌برداری	80	77/209**
سال×ژنوتیپ×نمونه‌برداری	160	72/056**
بلوک×ژنوتیپ×نمونه‌برداری	160	2/907 <sup>ns</sup>
اشتباه آزمایشی	320	2/532
ضریب تغییرات (درصد)		21/04

\*\*، <sup>ns</sup> به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد و غیرمعنی‌دار

شاخص مقاومت گیاهی (PRI)

بالابودن شاخص مقاومت گیاه حاکی از نامطلوبی آن برای میزبانی شته و مناسب‌بودن آن برای کشت در مناطق آلوده به آفت می‌باشد. ژنوتیپ‌های Opera، Okapi، Sahara، Sunday، Sintara، Modena و Zarfam به ترتیب دارای بالاترین مقادیر شاخص مذکور بودند (جدول 8).

اهمیت وجود ژنوتیپ Zarfam در بین ژنوتیپ‌های مقاوم به دلیل تولید این ژنوتیپ در داخل و نیاز کشور به آن می‌باشد. ژنوتیپ Geronimo دارای کمترین میزان

جدول 3- مقایسه میانگین شاخص آلودگی ژنوتیپ‌های کلزا

به شته مومی کلم در مزرعه با آزمون دانکن

X	ژنوتیپ	شاخص آلودگی
1	Geronimo	15/78 a
0/74	Olpro	11/71 ab
0/66	Licord	10/52 bc
0/64	Ebonite	10/25 bcd
0/58	Celisius	9/18 bcde
0/57	Dexter	9/02 bcde
0/56	Talent	8/88 bcdef
0/54	Elite	8/54 bcdefg
0/48	ARC-5	7/61 bcdefg
0/43	Orient	6/93 cdefg
0/43	SLM046	6/86 cdefg
0/42	ARG-91004	6/76 cdefg
0/40	Milena	6/35 cdefg
0/38	ARC-2	6/06defg
0/37	Zarfam	5/91 efg
0/33	Okapi	5/27 efg
0/31	Sunday	4/90 efg
0/30	Sintara	4/88 efg
0/29	Modena	4/70 fg
0/28	Sahara	4/42 g
0/26	Opera	4/23 g

بین ژنوتیپ‌های با حروف غیرمشابه اختلاف آماری معنی‌دار در

سطح احتمال پنج درصد وجود دارد

X: مقدار شاخص آلودگی نرمال‌شده بر اساس بزرگ‌ترین

شاخص آلودگی موجود در بین ژنوتیپ‌ها

در یک آزمایش مزرعه‌ای از 48 ژنوتیپ کلزا، هشت ژنوتیپ با مقاومت نسبی جهت آزمایش‌های تکمیلی انتخاب شدند که دو ژنوتیپ Opera و ARC-2 مورد



تحقیق اخیر شرایط ژنوتیپ‌های کلزا را در سه مکانیسم مقاومت بررسی نموده است و مقایسه برآیند کلی مقاومت یک ژنوتیپ خاص در مطالعه‌های مشابه که تا حدی شرایط غیریکسان دارند، علمی نمی‌باشد چرا که اغلب این آزمایش‌ها به صورت یک یا دو مکانیسم جداگانه در شرایط مزرعه یا گلخانه انجام شده و یا به خاطر تعدد ژنوتیپ‌ها، روی انواع دیگری از ارقام کلزا بوده‌است. با توجه به نتایج به‌دست‌آمده از سه سال آزمایش در هر دو شرایط مزرعه‌ای و گلخانه‌ای ژنوتیپ‌های Opera و Okapi به آفت شته مومی کلم مقاوم‌تر بودند (جدول 8).

بررسی در تحقیق حاضر نیز در بین آن‌ها بودند. ژنوتیپ ARC-2 در آزمایش سال دوم در میان ژنوتیپ‌های با شاخص آلودگی بالا قرار گرفت و در ارزیابی کاهش خورجین حساس معرفی شد. اما ژنوتیپ Opera متحمل بود (محبسنی و همکاران 1387). در یک آزمایش مزرعه‌ای دیگر ژنوتیپ Okapi در گروه مقاوم، Zarfam, Orient, Ebonite, Licord و SLM046 در گروه متوسط و Elite در گروه حساس قرار گرفتند (منفرد و همکاران 1382). در تحقیقی دیگر دو ژنوتیپ Licord و SLM046 از نظر میزان مقاومت آنتی‌بیوزی به شته در گروه میانی قرار گرفتند ضمن آن‌که در شرایط آلودگی مزرعه ژنوتیپ Licord در گروه حساس و ژنوتیپ SLM046 در گروه میانی بودند (زندی سوهانی و همکاران 1383).

جدول 4- مقایسه میانگین شاخص آلودگی مزارع طی سال‌های آزمایش با آزمون دانکن

شاخص آلودگی	سال
7/71 b	سال اول
3/76 c	سال دوم
11/20 a	سال سوم

بین ژنوتیپ‌های با حروف غیرمشابه اختلاف آماری معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد وجود دارد

جدول 5- مقایسه میانگین ژنوتیپ‌های کلزا بر اساس میانگین سه‌ساله شاخص‌های کاهش در عملکرد و سایر صفات

متوسط شاخص کاهش (درصد)	متوسط شاخص کاهش خورجین ساقه اصلی (درصد)	متوسط شاخص کاهش دانه در خورجین (درصد)	متوسط شاخص کاهش هزار دانه (درصد)	متوسط شاخص کاهش عملکرد (درصد)	Y	ژنوتیپ
30/13 ab	22/72 a	27/08 bc	38/93 ab	47/85 a	1	Geronimo
30/33 ab	21/29 ab	31/63 a	39/38 a	47/52 a	0/99	Talent
28/72 abcd	20/26 abc	26/90 bcd	38/92 ab	45/01 ab	0/94	Celsius
31/05 a	22/96 a	28/61 ab	37/43 ab	44/34 b	0/92	ARG-91004
28/20 abcde	19/31 bcd	25/31 bcdef	37/67 ab	44/03 b	0/92	ARC-5
28/72 abcd	22/36 a	26/29 bcde	35/53 bc	39/95 c	0/83	Ebonite
28/44 abcd	21/27 ab	25/63 bcdef	35/64 bc	39/53 c	0/82	Olpro
29/22 abc	21/19 ab	24/61 cdef	33/69 c	38/66 cd	0/80	Dexter
24/43 defg	18/90 bcd	23/69 cdefg	27/64 de	36/27 de	0/75	Licord
26/27 bcdef	18/84 bcd	23/11 efghi	27/40 de	35/33 ef	0/73	Elite
24/90 cdefg	16/47 de	22/94 efghi	27/10 def	34/34 efg	0/71	Orient
23/87 efg	17/53 cde	23/32 defgh	28/44 d	32/84 fgh	0/68	SLM046
24/37 defg	17/02 de	22/07 fghi	25/27 defg	32/64 fgh	0/68	Zarfam
23/42 fgh	14/85 ef	22/53 ghij	24/63 efg	32/10 gh	0/67	Modena
23/36 fgh	16/86 de	22/68 fghi	28/34 d	32/08 gh	0/67	ARC-2
21/02 gh	16/38 de	19/66 ijk	24/42 efg	30/95 h	0/64	Sintara
21/23 gh	13/14 fg	20/05 hijk	23/60 g	30/92 h	0/64	Milena
23/67 fg	15/30 ef	20/34 ghij	25/33 defg	30/74 h	0/64	Sunday
16/88 i	11/73 g	16/70 kl	18/22 h	27/14 i	0/56	Sahara
19/17 hi	15/07 ef	17/99 jkl	23/68 fg	26/50 ij	0/55	Okapi
12/84 j	11/00 g	16/00 l	15/95 h	23/41 j	0/48	Opera

بین ژنوتیپ‌های با حروف غیرمشابه در هر ستون اختلاف آماری معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد وجود دارد.

Y: مقدار شاخص کاهش عملکرد دانه نرمال شده بر اساس بیشترین کاهش عملکرد دانه

جدول 6- مقایسه میانگین ژنوتیپ‌های کلزا بر اساس نرخ خسارت و شاخص کاهش طول ساقه در آزمایش‌های گلخانه‌ای

ژنوتیپ	Y'	میانگین شاخص خسارت	میانگین کاهش طول ساقه (درصد)
Geronimo	0/97	6/8 a	57/05 a
Celisius	0/87	6/6 ab	51/47 abc
Talent	1	6/6 ab	58/58 a
ARG-91004	0/95	6/5 abc	56/09 a
ARC-5	0/91	6/5 abc	53/87 a
Ebonite	0/96	6/5 abc	56 /50 a
Olpro	0/91	6/3 abcd	53/37 ab
Dexter	0/79	5/8 abcde	46/55 bcd
Licord	0/76	5/8 abcde	44/73 cde
Orient	0/77	5/6 bcd	45/55 cde
Elite	0/73	5/5 cde	43/16 def
Modena	0/68	5/3 de	39/92 def
Sahara	0/68	5/16 e	40/38 def
Zarfam	0/68	5/16 e	39/92 def
SLM046	0/73	5/00 e	42/98 def
Sintara	0/63	5/00 e	37/03 f
ARC-2	0/66	5/00 e	38/80 ef
Sunday	0/61	5/00 e	35/99 fg
Milena	0/67	5/00 e	39/83 def
Opera	0/50	3/66 f	29/58 g
Okapi	0/32	3/5 f	18/88 h

بین ژنوتیپ‌های با حروف غیرمشابه اختلاف آماری معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد وجود دارد  
 Y': مقدار شاخص کاهش طول ساقه نرمال شده بر اساس بالاترین شاخص کاهش طول ساقه موجود در بین ژنوتیپ‌ها

جدول 7- مقایسه میانگین ژنوتیپ‌های کلزا بر اساس نرخ ذاتی رشد جمعیت (Rm)، زمان پیش‌تناسلی و تناسلی

ژنوتیپ	نرخ ذاتی رشد	Z	زمان پیش‌تناسلی	زمان تناسلی
Geronimo	0/28 a	1	7/30 de	13/60 ab
ARC-2	0/28 ab	0/98	7/50 cde	13/00 bcd
ARG-91004	0/27 ab	0/95	7/10 e	13/60 ab
SLM046	0/26 bc	0/90	7/10 e	13/30 abc
Licord	0/26 cd	0/90	7/50 cde	14/30 a
Dexter	0/25 cd	0/89	7/50 cde	13/10 abcd
ARC-5	0/25 cd	0/89	7/50 cde	13/30 abc
Sintara	0/25 cd	0/88	7/30 de	12/10 cde
Talent	0/25 cd	0/88	7/60 bcde	12/00 def
Celisius	0/25 cd	0/88	7/50 cde	12/17 cde
Orient	0/25 cd	0/87	7/60 bcde	13/00 bcd
Olpro	0/25 cd	0/87	7/30 de	13/10 abcd
Modena	0/25 cd	0/87	7/60 bcde	13/30 abc
Elite	0/25 cd	0/87	8/10 ab	12/30 cde
Milena	0/25 cd	0/86	7/80 abcd	12/50 bcde
Ebonite	0/25 cd	0/86	7/30 de	13/10 abcd
Sahara	0/25 cd	0/86	7/60 bcde	12/50 bcde
Sunday	0/24 de	0/84	7/60 bcde	11/50 efg
Zarfam	0/23 de	0/82	8/00 abc	12/10 cde
Opera	0/23 e	0/81	8/30 a	10/60 g
Okapi	0/21 f	0/73	7/8 abcd	10/80 fg

بین ژنوتیپ‌های با حروف غیرمشابه اختلاف آماری معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد وجود دارد

Z: مقدار نرخ ذاتی افزایش جمعیت شته مومی کلم نرمال‌شده بر اساس بزرگ‌ترین نرخ ذاتی افزایش جمعیت

جدول 8- مقادیر شاخص مقاومت گیاهی در ژنوتیپ‌های کلزا

ژنوتیپ	XY'YZ	شاخص مقاومت گیاهی 1/XY'YZ
Geronimo	0/970	1/03
ARC-2	0/164	6/07
ARG-91004	0/348	2/86
SLM046	0/192	5/20
Licord	0/338	2/95
Dexter	0/320	3/11
ARC-5	0/357	2/79
Sintara	0/106	9/39
Talent	0/487	2/04
Celsius	0/417	2/39
Orient	0/204	4/88
Olpro	0/480	2/08
Modena	0/114	8/69
Elite	0/250	3/99
Milena	0/147	6/77
Ebonite	0/438	2/28
Sahara	0/091	10/90
Sunday	0/101	9/83
Zarfam	0/140	7/12
Opera	0/050	19/78
Okapi	0/042	23/58

XY'YZ : حاصل ضرب شاخص‌های نرمال شده مقاومت

1/XY'YZ : شاخص مقاومت گیاهی محاسبه شده

## منابع

- آلیاری ه و شکاری ف، 1379. دانه‌های روغنی، زراعت و فیزیولوژی، انتشارات عمیدی تبریز.
- زندیسوهانی ن، سلیمان نژادیان ا و محیسنی ع، 1383. بررسی مقاومت پنج رقم کلزا (*Brassica napus* L.) به شته مومی کلم (*Brevicoryne brassicae* L.). مجله علمی کشاورزی، جلد بیست‌وهفتم. صفحه‌های 119 تا 127.
- کاظمی مح، جمشیدی کلجاهی م و مشهدی جعفرلو م، 1386. تأثیر پنج رقم کلزا در میزان بقاء و قدرت باروری شته مومی کلم (*Brevicoryne brassicae* (L.) (Hom.: Aphididae) در مرحله گلدهی. مجله علوم کشاورزی، شماره 1. صفحه‌های 27 تا 34.
- فتحی پوری، حسینی ع، طالبی ع، محرمی پور س و عسگری ش، 1384. تأثیر دماهای مختلف بر پارامترهای زیستی شته مومی کلم (*Brevicoryne brassicae* (L.) (Hom.: Aphididae) در شرایط مزرعه‌ای، منابع طبیعی، جلد سی‌وچهارم، شماره 2. صفحه‌های 185 تا 193.
- محرمی پور س، منفرد ع و فتحی پور ی، 1382. مقایسه نرخ ذاتی افزایش جمعیت و میانگین نرخ رشد نسبی شته مومی کلم (*Brevicoryne brassicae* (L.) (Hom.: Aphididae) روی چهار رقم کلزا (*Brassica napus* L.) در اتاق رشد. مجله دانش کشاورزی، جلد سیزدهم، شماره 3. صفحه‌های 79 تا 86.
- محمودی نیا م، 1384. ارزیابی مقاومت شش رقم کلزا در برابر شته مومی کلم (*Brevicoryne brassicae* (L.) (Hom.: Aphididae) در شرایط مزرعه‌ای، پایان‌نامه کارشناسی ارشد حشره‌شناسی کشاورزی، دانشگاه گیلان.
- محیسنی ع و ترکمانی ع، 1387. بررسی مقاومت در ژنوتیپ‌های کلزا *Brassica napus* L. به شته *Brevicoryne brassicae* (L.) (Hom.: Aphididae). خلاصه مقالات هجدهمین کنگره گیاه‌پزشکی ایران، همدان.
- منفرد ع، 1380. بررسی مقاومت به شته مومی کلم (*Brevicoryne brassicae* (L.) (Hom.: Aphididae) در رقم‌های کلزا در تهران. پایان‌نامه کارشناسی ارشد حشره‌شناسی کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس.
- منفرد ع، محرمی پور س و فتحی پور ی، 1382. ارزیابی مقاومت 27 لاین، هیبرید و رقم کلزا (*Brassica napus* L.) به شته مومی کلم (*Brevicoryne brassicae* (L.) (Hom.: Aphididae) در شرایط آلودگی طبیعی در مزرعه در تهران. مجله علوم کشاورزی ایران. جلد سی‌وچهارم، شماره 4. صفحه‌های 987 تا 993.
- Aslam M, Razaq M and Shahzad A, 2005. Comparison of different canola (*Brassica napus* L.) varieties for resistance against cabbage aphid, *Brevicoryne brassicae* (L.). International Journal of Agriculture and Biology 7: 781-782.
- Bissdorf JK, 2008. Field guide to non-chemical pest management in cabbage production. Pesticide Action Network (PAN) Germany Hamburg.
- Dodd GD, 1976. Key for identification of the instars of the cabbage aphid (*Brevicoryne brassicae* L.). Plant Pathology 25:84-86.
- Eigenbrode SD, Kabalo NN and Rutledge CE, 2000. Potential of reduced-waxbloom oilseed Brassica for insect pest resistance. Journal of Agricultural and Urban Entomology 17(2): 53-63.
- Ellis PR and Farrell JA, 1995. Resistance to cabbage aphid, *Brevicoryne brassicae* (L.) in six brassica accessions in New Zealand. New Zealand Journal of Crops and Horticultural Science 23: 25-29.
- Gould F, 1991. The evolutionary potential of crop pests. American Scientist 79 (6): 496-507.
- Jamshidi-Kaljahi M, Kazemi MH, Talebi-Chaichi P and Alyari H, 2006. Comparison of resistance of five oilseeds rape varieties to the cabbage aphid, *Brevicoryne brassicae* (L.) (Hom: Aphididae) in the greenhouse. Journal of Entomology 3(4): 305-311.
- Kumar A and Sharma SD, 1999. Relative susceptibility of mustard germplasm entries against *Lipaphis erisymi* Kaltentbach. Indian Journal of Agricultural Research 33: 23-27.

- La Rossa R, Vasicek A, Kiernan AM and Paglioni A, 2003. Biología y demografía de *Brevicoryne brassicae* (L.) (Hemiptera: Aphididae) sobre cuatro cultivares *Brassica oleracea* L. Revista de la Agronomía UBA 23(1): 87-91.
- Lotka AJ, 1924. Elements of physical biology. Williams and Wilkins, Baltimore, New York.
- Maurya PR, 1998. Entomological problems of oil seed crops and extension strategy. Venus Publishing House, New Delhi, India.
- Morgan J, Wilde G and Johnson D, 1980. Greenbug resistance in commercial sorghum hybrids in the seedling stage. Journal of Economic Entomology 73: 510-514.
- Pavela R, Barnet M, Blanger A and Brosseau M, 2002. Effectiveness of new plant insecticides obtained from neem tree (*Azadirachta indica* Juss.) against cabbage aphid, *Brevicoryne brassicae* (L.). Vegetable Crops Research Bulletin 56: 95-102.
- Sarwar M, Ahmad N, Siddiqui QH, Ali A and Tofique M, 2004. Genotypic response in canola (*Brassica napus* L.) against turnip aphid (*Lipaphis erysimi* Kalténbach) (Aphididae: Homoptera) attack. The Nucleus A Quarterly Scientific Journal of Pakistan Atomic Energy Commission 41: 87-92.
- Singh R, Ellis PR, Pink DAC and Phleps K, 1994. An investigation of the resistance to cabbage aphid in *Brassica* species. Annals of Applied Biology 125: 457-465.
- Tjallingii WF, 1976. A preliminary study of host selection and acceptance behaviour in the cabbage aphid (*Brevicoryne brassicae* L.). Symposia Biologica Hungarica 16: 283-285.
- Ulusoy MR and Ölmez-Bayhan S, 2006. Effect of certain brassica plants on biology of the cabbage aphid, *Brevicoryne brassicae* (L.) under laboratory conditions. Phytoparasitica 34: 133-138.
- Webster JA, Stark KJ and Burton RL, 1987. Plant resistance studies with *Diuraphis noxia* (Hom: Aphididae) a new United State wheat pest. Journal of Economic Entomology 80: 944-949.
- Wyatt IJ and White PF, 1977. Simple estimation of intrinsic rates for aphids and tetranychid mites. Journal of Applied Ecology 14: 757-766.
- Yue B, and Liu TX, 2000. Host selection, development, survival and reproduction of turnip aphid (*Lipaphis erysimi* Kalténbach) (Homoptera: Aphididae) on green red cabbage varieties. Journal of Economic Entomology 93: 1308-1314.

## Resistance Components of Canola, *Brassica napus* L. Genotypes to Cabbage Aphid *Brevicoryne brassicae* (L.)

S H Mousavi-Anzabi<sup>1\*</sup>, G Nouri-Ghanbalani<sup>2</sup>, A Eivazi<sup>3</sup> and Hossein Ranji<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Assistant Professor, Dept of Agriculture, Khoy Branch Islamic Azad University, Khoy, Iran

<sup>2</sup> Professor, Dept of Plant Protection, University of Mohaghegh Ardabili University, Ardabil, Iran

<sup>3</sup> Associate Professor, Agricultural and Natural Research Center of West Azarbaijan, Urmia, Iran

<sup>4</sup> Assistant Professor, Agricultural and Natural Research Center of West Azarbaijan, Urmia, Iran

\*Corresponding author: [hmosavi14@yahoo.com](mailto:hmosavi14@yahoo.com)

Received: 8 Jul 2013

Accepted: 14 Dec 2013

### Abstract

Cabbage aphid is a key pest of canola. Resistance of 21 canola genotypes to cabbage aphid was studied in a completely randomized block design in the field and greenhouse during 2006-2008. In each year, two separate experiments, each with three replications, were performed under natural infestation and no-infestation conditions in the field. Infestation index and functional reduction of grain yield were evaluated in the field experiment to compare the tolerance of the genotypes. In order to evaluate greenhouse tolerance, the genotypes were planted in pots at two sets of completely randomized design. One set of plants of each genotype was infested with insects while another set were kept insect-free to be used as control for the same genotype. Reduction of stem length and damage indices were recorded. To evaluate antibiosis effect of genotypes, intrinsic rate of increase of cabbage aphids were estimated on each genotype in a completely randomized design with 10 replications. Results showed that infestation index rate was different among genotypes, years and sampling times. The genotype 'Opera' had the lowest infestation index (4.23). Combined analysis of variance for traits of grain yield loss and its components indicated significant differences among genotypes. Damage indices and stem length reduction of genotypes were significantly different in the greenhouse. Intrinsic rate of increase ( $r_m$ ) also was significantly different among the genotypes in the greenhouse. 'Okapi' with  $r_m = 0.21$  female/female/day had the lowest intrinsic rate of increase. In conclusion, 'Okapi' and 'Opera' genotypes should the highest plant resistance index, 23.58 and 19.78, respectively.

**Keywords:** Antibiosis, Cabbage aphid, Canola, Infestation index