نشریه حفاظت گیاهان (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۱، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۶، ص. ۱۹۸-۱۹۱

Journal of Plant Protection
Vol. 31, No. 2, Summer 2017, P. 191-198

# مقاومت چهار ژنوتیپ کلزا نسبت به شته مومی کلم *Brevicoryne brassicae* (L.)

سید حیدر موسوی انزابی[۱]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۱۲/۱۳
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۱۱/۱۹

## چکیده

کلزا (*Brassica napus* L.) یکی از گیاهان دانه روغنی مورد توجه کشاورزان در ایران می‌باشد. شته مومی کلم *Brevicorynebrassicae* (L.) از آفات مهم کلزا در استان آذربایجان‌غربی است. به منظور ارزیابی مقاومت چهار ژنوتیپ"RGS" ، "Hyola-308"، "Hyola-401" و "Sarigol" نسبت به شته مومی کلم در سال ۱۳۸۹ مطالعه‌ای در دو بخش مزرعه و گلخانه در منطقه کهریز استان آذربایجان غربی انجام شد. در این تحقیق شاخص آلودگی و تحمل در شرایط مزرعه و آنتی‌بیوز در شرایط گلخانه مطالعه گردید. در بخش زراعی دو آزمایش جداگانه در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با پنج تکرار تحت شرایط آلودگی طبیعی وپنج تکرار کنترل (عدم آلودگی) در مزرعه کاشته شد. در مزرعه از شاخص آلودگی زراعی و شاخص کاهش تابعی عملکرد در بررسی مکانیسم‌های مقاومت ژنوتیپ‌ها استفاده شد. در ارزیابی آنتی‌بیوز، ژنوتیپ‌ها در گلدان‌هایی در ۱۰ تکرار و بر اساس طرح کاملا تصادفی کاشته شدند و نرخ ذاتی رشد جمعیت شته مومی کلم در شرایط گلخانه‌ای محاسبه گردید. نتایج تجزیه واریانس مرکب شاخص آلودگی اختلاف آماری معنی‌داری حداقل در سطح احتمال یک درصد برای صفت شاخص آلودگی در بین ژنوتیپ‌ها و زمان‌های نمونه‌برداری نشان داد. تجزیه شاخص کاهش عملکرد و اجزای آن بر پایه بلوک‌های کامل تصادفی، اختلاف آماری معنی‌داری حداقل در سطح احتمال یک درصد برای این صفات نشان داد. تجزیه واریانس ساده داده‌های آزمایش گلخانه‌ای آنتی‌بیوز اختلاف آماری معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد برای صفت نرخ ذاتی افزایش جمعیت شته را نشان داد. در نهایت ژنوتیپ "Sarigol" بیش‌ترین شاخص مقاومت گیاهی را در مقایسه با دیگر ژنوتیپ‌ها دارا بود.

**واژه‌های کلیدی:** آذربایجان غربی، آنتی‌بیوز، تحمل، شاخص آلودگی، شاخص مقاومت گیاهی

## مقدمه

دانه کلزا یکی از منابع مهم گیاهی برای تهیه روغن خوراکی محسوب می‌گردد که به منظور خودکفایی و کاهش واردات روغن خام، کشت آن در سال‌های اخیر مورد توجه دولت و کشاورزان واقع شده است (۱۶). شته مومی‌کلم *Brevicoryne brassicae* (L.) از آفات مهم گیاهان خانواده چلیپائیان است و با توجه به افزایش سطح زیرکشت مزارع کلزا، هر ساله مزارع کلزا مورد حمله این آفت قرار می‌گیرند. آلودگی مزارع کلزا به این آفت، کنترل شیمیایی را اجتناب ناپذیر می‌نماید. اثرات زیان‌بار سموم حشره‌کش بر سلامتی انسان و محیط‌زیست محققین را برآن داشته تا امکان استفاده از راه‌های مؤثر و مطمئن غیرشیمیایی را برای کنترل این آفت مورد توجه قرار دهند.استفاده از روش‌های مختلف مدیریت تلفیقی آفات با محوریت ارقام مقاوم یکی از مناسب‌ترین روش‌های کنترل آفات محسوب می‌شود (۱۰) . به همین دلیل تاکنون تحقیقات گلخانه‌ای و مزرعه‌ای بسیاری برای ارزیابی مقاومت ارقام گیاهی کلزا به شته مومی کلم انجام شده است.

در تحقیقی تأثیر چهار رقم کلزا در رشد و نمو، بیولوژی و دموگرافی شته مومی کلم در شرایط آزمایشگاهی بررسی شد (۸). نتایج این تحقیق نشان داد که شته مومی بر روی رقم "Lzaco" بیشترین زمان رسیدن به بلوغ را داشت. در آزمایشی دیگر تأثیر پنج رقم کلزا در میزان بقاء و قدرت باروری شته مومی کلم در شرایط گلخانه بررسی گردید و رقم"Parkland" با بیشترین نرخ ذاتی رشد طی دوره‌های ۱۰ و ۱۵ روزه و رقم "$PF_{7045/91}$" با کمترین نرخ ذاتی رشد در این دوره‌ها به ترتیب به عنوان حساس‌ترین و مقاوم‌ترین ارقام معرفی شد (۷). مقدار $r_m$ محاسبه شده شته مومی کلم در اتاقک رشد بر روی چهار رقم کلزا با استفاده از روش یات و وایت (۲۲) نشان داد که دو رقم "Okapi" با مقدار ۰/۲۳۹ و "Boomrang" با میزان۰/۲۹۰ نرخ ذاتی رشد به ترتیب کمترین و بیشترین مقدار رشد جمعیت را دارا بودند (۱۲). با انجام یک آزمایش روی شش گونه جنس *Brassica* در شرایط آزمایشگاهی مشخص گردید که نرخ ذاتی رشد شته مومی کلم روی گیاهان گل کلم، کلم، کلم بروکلی، خردل،کلزا و شلغم به ترتیب ۰/۲۳۴۵، ۰/۲۰۰۹، ۰/۱۹۷۶، ۰/۱۶۶۲، ۰/۱۳۷۵ و ۰/۰۴۶۵ بود (۲۱). در این تحقیق بالاترین نرخ خالص تولید مثل شته روی گل کلم، کلم و کلم بروکلی به ترتیب با مقدار ۳۵/۹۸، ۲۵/۹۸ و ۱۹/۲۶ و کمترین نرخ خالص تولید مثل روی شلغم با مقدار ۱/۸۹ شته (نسل/ماده/ماده) ثبت گردید.. با انجام آزمایش

۱- استادیار،گروه کشاورزی، واحد خوی، دانشگاه آزاد اسلامی، خوی، ایران
(*- نویسنده مسئول: (Email: mousavianzabi@gmail.com
DOI: 10.22067/jpp.v0i0.43384

دیگری در شرایط زراعی و گلخانه میزان مقاومت چهار رقم کلزا و خردل نسبت به شته مومی کلم بررسی شد (۲۴). در این آزمایش ویژگی‌های رشدی شته بر روی چهار ژنوتیپ کلزا و گونه خردل وحشی مورد بررسی قرار گرفت که گیاه خردل وحشی با اختلاف معنی دار نسبت به دیگر ژنوتیپ ها مقاومت بالایی نسبت به شته از خود نشان داد. در پاکستان با بررسی مقاومت ۱۰ واریته‌ی کلزا به شته‌مومی‌کلم در شرایط مزرعه‌ای واریته‌ی "KS-75" به عنوان واریته‌ی مقاوم انتخاب شد گرچه همه‌ی واریته‌های آزمایشی توسط شته مورد حمله قرار گرفته و خسارت دیدند (۱)، محقّقین پیشنهاد کاشت زودهنگام رقم مقاوم برای ممانعت از آلودگی شدید به شته‌ی مذکور را ارائه دادند. در نیوزیلند مقاومت شش ژنوتیپ مختلف کلزا در مزرعه و آزمایشگاه به شته‌مومی‌کلم بررسی شد(۵). در این آزمایش دو ژنوتیپ دارای مقاومت مناسب نسبت به این آفت مکنده معرّفی شد. در تحقیق دیگری با بررسی ۴۰۱ ژرم‌پلاسم کلم جمع‌آوری‌شده از مراکز مختلف و انجام آزمایشات متعدد با شمارش تعداد کلنی‌های شته روی گیاهان کلم با ایجاد یک سیستم درجه‌بندی سرانجام ۱۱ رقم از کلم‌های گونه *Brassica oleraceae* L. به عنوان ارقام مقاوم معرفی گردید(۶). در یک آزمایش مزرعه‌ای در منطقه تهران، مقاومت ۲۷ ژنوتیپ کلزا به شته‌مومی‌کلم مورد ارزیابی قرار گرفت که در نتیجه آن هشت ژنوتیپ مقاوم نسبت به این آفت معرفی گردید (۱۴). طی دوسال تحقیق مزرعه‌ای ازبین ۴۸ رقم، مقاوم‌ترین آنها به شته مومی کلم جداسازی شد و پس از آزمایشات تکمیلی از بین آنها دو ژنوتیپ متحمل به خسارت این آفت معرفی گردید (۱۳). در بررسی اجزای مقاومت ۲۱ ژنوتیپ کلزا نسبت به شته مومی کلم در شرایط گلخانه و زراعی در منطقه ارومیه، بالاترین شاخص مقاومت گیاهی در دو ژنوتیپ "Okapi" و "Opera" کسب شد (۱۷). در بررسی دموگرافی شته مومی کلم دو ژنوتیپ "Okapi" و "Geronimo" به ترتیب، پایین‌ترین و بالاترین نرخ رشد جمعیت شته مومی کلم را در بین پنج ژنوتیپ دیگر در آزمایشگاه داشتند (۱۸). این تحقیق با هدف ارزیابی مقاومت در چهار ژنوتیپ کلزا نسبت به شته مومی کلم در شرایط زراعی و گلخانه در منطقه کهریز انجام گردید.

## مواد و روش‌ها

### آزمایش آنتی‌بیوز (گلخانه‌ای)

این آزمایش در گلخانه در شرایط دمایی ۲C°±۲۷/۵، رطوبت نسبی۱۰ ±۵۵ درصد و طول دوره روشنایی–تاریکی (۱۴ :۱۰ساعت) و در قالب طرح آزمایشی کاملاً تصادفی با ۱۰ تکرار و چهار تیمار "Hyola401" ، "Hyola308" ، "RGS"و "Sarigol" انجام شد. برای کاشت ژنوتیپ‌ها از گلدان‌های پلاستیکی به قطر ۱۲ و ارتفاع ۱۸ سانتی‌متر استفاده شد. سه عدد بذر متعلق به یک ژنوتیپ در هر گلدان کاشته شد پس از جوانه‌زنی بذرها تعداد گیاهچه‌ها در هر گلدان به یک عدد کاهش داده‌شد. پس از اینکه گیاه به ارتفاع ۱۰ سانتی‌متری رسید برگ‌های آنها با یک عدد شته بالغ آلوده شد. این شته‌های بالغ سه نسل بر روی میزبانی غیر از میزبان‌های آزمایشی پرورش یافته بودند. برگ‌های آلوده به شته‌های بالغ با قفس‌های لیوانی محصور شد. این لیوان‌ها از نوع لیوان‌های یک بار مصرف پلاستیکی بزرگ بود که انتهای آنها بریده شده و با توری با مش بالا مسدود شده بود. دهانه‌ی لیوان‌ها با درپوش‌های مخصوص پلاستیکی بسته شد. برای عبور دمبرگ سوراخی روی درپوش ایجاد گردید. بعد از شروع تولیدمثل، شته‌ی بالغ حذف شد و پنج پوره بر روی هر گیاه نگهداری شد تا به مرحله تولید مثلی برسند. با شروع تولید مثل تمامی شته‌ها به غیر از یک عدد حذف شدند. در هر روز تعداد پوره‌های متولد شده در هر گلدان شمارش و حذف شدند و اینکار تا توقف تولید مثل ادامه یافت که این شیوه بر اساس روش کار لاروسا وهمکاران (۸) انجام گردید. در این آزمایش پارامترهای نرخ خالص و ناخالص تولید مثل، نرخ ذاتی رشد جمعیت، نرخ متناهی رشد جمعیت، مدت زمان دو برابر شدن جمعیت و طول مدت یک نسل شته روی ژنوتیپ‌های مختلف محاسبه شد. برای محاسبه نرخ ذاتی افزایش جمعیت در شته‌ها از فرمول $1=\sum_{\beta}^{\alpha} e^{-rx} l_x m_x$ استفاده شد (۹) که در آن $x$ سن، $l_x$ نسبت بقاء و $m_x$ تعداد نتاج ماده تولید شده توسط هر یک از ماده‌های والد، می‌باشد. سایر پارامترهای رشد جمعیت با استفاده از روش کری (۲) محاسبه شد.

### شاخص آلودگی (زراعی)

این تحقیق ایستگاه کهریز مرکز تحقیقات کشاورزی ومنابع طبیعی استان آذربایجان غربی در شرایط زراعی طی سال ۸۹-۱۳۸۸ انجام شد. بذر مورد نیاز از مرکز تحقیقات کشاورزی استان آذربایجان غربی تهیه شد. بذور در قطعه زمینی به مساحت تقریبی نیم هکتار بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۱۰ تکرار بذور کاشته شدند که پنج تکرار به عنوان آزمایش شاهد و پنج تکرار دیگر به عنوان آزمایش آلوده به شته مومی کلم در نظر گرفته شد. هر بلوک شامل چهار کرت (ژنوتیپ) با مشخصات هر کرت با چهار ردیف که طول هر ردیف چهار متر که بذور در روی آن با فاصله پنج سانتی‌متری کاشته شدند، فاصله هر ردیف با ردیف بعدی ۳۰ سانتی‌متر، هر کرت با کرت بعدی ۰/۵ متر و بلوک‌ها از هم ۱/۵ متر بود. یک ماه پس از کاشت، در اکثر ژنوتیپ ها کلزا به مرحله ۴ تا ۶ برگی(Roset) رسید و زمستان‌گذرانی گیاه در این مرحله صورت گرفت. در طول دوره رشد در مزرعه آلوده کنترل شیمیایی انجام نشد.

برای محاسبه آلودگی ژنوتیپ‌ها به شته مومی کلم در نمونه‌برداری‌ها از شاخص آلودگی که به عنوان معیاری برای مقایسه

ارقام بود، استفاده شد. شاخص آلودگی هر کرت عبارت بود از حاصل‌ضرب میانگین طول ساقه (دور تا دور آلوده) به سانتی‌متر $(L)$، میانگین تعداد شته موجود در یک سانتی متراز طول ساقه $(N)$ و درصد آلودگی هر کرت $(P)$. $(Ii)^1=P\times L\times N$

قبل از آزمون آماری و مقایسه میانگین‌ها به منظور نرمال نمودن داده‌ها اعداد با فرمول $\sqrt{Ii+0.5}$ تبدیل شدند. برای اندازه‌گیری طول ساقه آلوده، در هر کرت ده گیاه کلزا به صورت تصادفی انتخاب و علامت‌گذاری شد، و طول آن قسمت از ساقه یا غلاف که شته‌ها بصورت حلقه دور تا دور آن را پوشانده بود با خط کش اندازه‌گیری گردید و میانگین آنها بدست آمد. در ضمن برای بدست آوردن تعداد شته‌های موجود در طول یک سانتی‌متر از ساقه‌ی دور تا دور آلوده به شته، به صورت تصادفی تعدادی ساقه انتخاب شد و تعداد شته‌های آنها شمارش و میانگین تعداد شته در طول یک سانتی‌متر از ساقه‌ی آلوده محاسبه گردید. برای محاسبه درصد بوته‌های آلوده از روش تخمین مطلق استفاده شد که از شمارش کل بوته‌ها و بوته‌های آلوده محاسبه شد. برخی محققین در محاسبه‌ی شاخص آلودگی از ضرب درصد آلودگی هر کرت در میانگین ساقه‌ی آلوده استفاده نمودند (۱۴).

### تحمل (زراعی)

برای ارزیابی تحمّل مزرعه‌ای ۱۰ گیاه به صورت تصادفی از ردیف‌های میانی و با فاصله مناسب از حواشی آزمایش‌های شاهد و آلوده چیده شد و برای محاسبه میانگین عملکرد در شرایط آلوده استفاده گردید.

برای ارزیابی تحمل از شاخص کاهش استفاده شد (۱۵):

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

میزان خسارت تابعی[2]

برای محاسبه شاخص کاهش عملکرد، محصول کلزای کرت‌ها در آزمایش آلوده به شته و شاهد عاری از آفت برداشت شد و پس از جداسازی دانه‌های روغنی از گیاه عملکرد دانه ژنوتیپ‌ها در تمام کرت‌ها توزین شد.

### شاخص مقاومت گیاهی (PRI)(Plant Resistance Index)

برای محاسبه شاخص مقاومت ابتدا نتایج آزمایش زراعی شاخص آلودگی و تحمل و آزمایش گلخانه‌ای تحمل و آنتی بیوز نرمال گردید. به این ترتیب که تمام اعداد بر بزرگترین عدد تقسیم شد تا اختلاف مابین آنها حذف شود. سپس برای هر رقم این داده‌های نرمال شده در یکدیگر ضرب و در فرمول زیر قرار داده شد:

PRI=1/XYZ

رقمی که بزرگ‌ترین عدد PRI را داشت مقاوم‌ترین رقم تلقی گردید (۲۳). در محاسبه PRI ، شاخص آلودگی مزرعه X، شاخص کاهش عملکرد ژنوتیپYو نرخ ذاتی رشد شته ($r_m$) در آزمایش آنتی بیوز به عنوان Z در محاسبات شاخص مقاومت در نظر گرفته شد.

### تجزیه و تحلیل آماری

تجزیه واریانس داده‌های شاخص آلودگی مزرعه بر اساس آزمایش کرت‌های خرد شده در زمان مرکب بر اساس طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی و ارزیابی تحمل بر اساس طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی و تجزیه واریانس داده‌های گلخانه بر اساس طرح کاملاً تصادفی و با استفاده از نرم افزار SPSS انجام شد و میانگین‌ها با روش پنج درصد LSD مقایسه شدند.

## نتایج و بحث

### آزمایش آنتی‌بیوز

تجزیه واریانس داده های آزمایش آنتی بیوز نشان داد که بین ژنوتیپ های مورد بررسی از نظر تمام پارامترهای زیستی شته مومی کلم اختلاف معنی داری وجود دارد (جدول ۱). در آزمایش انجام شده ژنوتیپ "Sarigol" با دارا بودن کمترین مقادیر نرخ ذاتی رشد و نرخ خالص و ناخالص تولید مثل در گروه مقاوم و ژنوتیپ‌های "RGS" و "Hyola308" با دارا بودن مقادیر بالای پارامترهای مذکور در گروه حساس قرار گرفتند (جدول ۲). همچنین مدت زمان دوبرابر شدن جمعیت شته بر روی ارقام"RGS" و "Hyola308" پایین‌تر از دو رقم دیگر بود که نشان می‌دهد این ارقام دارای مطلوبیت میزبانی بالاتری برای شته مومی کلم می‌باشند. طول مدت زمان یک نسل شته بر روی "RGS" و "Hyola401" بیشتر و و این دو ژنوتیپ از نظر طول دوره‌ی رشد در یک گروه قرار گرفتند و "Sarigol" با کمترین طول مدت نسل شته نسبت به سایرین در گروه جداگانه قرار گرفت. با توجه به نتایج به دست آمده از لحاظ مطلوبیت و مناسب بودن میزبانی به نظر می‌رسد"Sarigol" میزبان نامطلوب‌تر و"RGS" واریته‌ای مناسب‌تر برای رشد شته مومی کلم باشند. در آزمایش‌های آنتی‌بیوز شته مومی کلم بر روی "Lazaco" بیشترین زمان لازم برای رسیدن به بلوغ را داشت که واجد سطوحی از مقاومت به آفت اخیر بود (۸).

1- Infestation index
2- Functional Plant Loss

**جدول ۱- تجزیه واریانس پارامترهای زیستی شته مومی کلم روی ژنوتیپ‌های کلزا**

**Tab. 1- Statistical analysis of biologic parameters of cabbage aphid on canola genotypes**

| منابع تغییرات S.O.V. | درجه آزادی Dgree of freedom(df) | میانگین مربعات نرخ ناخالص تولید مثل Gross reproductive rate ($R_g$) | میانگین مربعات نرخ خالص تولید مثل Net reproductive rate ($R_0$) | میانگین مربعات نرخ ذاتی رشد جمعیت Intrinsic rate of increase ($r_m$) | میانگین مربعات نرخ متناهی رشد جمعیت Infinite growth rate($\lambda$) | میانگین مربعات مدت زمان یک نسل Mean generation time (T) | میانگین مربعات مدت زمان دو برابر شدن جمعیت Doubling time(DT) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| تیمار Treatment | 3 | 77.90$^{**}$ | 88.09$^{**}$ | 0.003$^{**}$ | 0.005$^{**}$ | 0.277$^{*}$ | 0.178$^{**}$ |
| اشتباه Error | 36 | 3.65 | 4.405 | 0.0001 | 0.0001 | 0.081 | 0.012 |
| ضریب تغییرات CV% | | 11.38 | 13.43 | 4.60 | 1.45 | 3.24 | 4.79 |

$^{**}$ و $^{*}$ به ترتیب دارای اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد و ۵ درصد

*and ** respectively have significant differences at level of %5and %1 probability

**جدول۲- مقایسه میانگین‌های پارامترهای زیستی شته مومی کلم بر روی ژنوتیپ‌های کلزا در شرایط گلخانه**

**Tab. 2- Means comparison of biological parameters of cabbage aphid on canola genotypes under greenhouse conditions**

| ژنوتیپ Genotype | Z | نرخ ذاتی رشد جمعیت ($r_m$) | نرخ خالص تولید مثل ($R_0$) | نرخ متناهی رشد جمعیت ($\lambda$) | مدت زمان یک نسل (T) | مدت زمان دو برابر شدن جمعیت (DT) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Hyola308 | 0.98 | 0.32 a | 17.19 a | 1.37 a | 8.76 ab | 2.12 b |
| Hyola401 | 0.90 | 0.29 b | 14.49 b | 1.34 b | 8.96 a | 2.33 a |
| RGS | 1 | 0.32 a | 19.24 a | 1.38 a | 8.93 a | 2.11 b |
| Sarigol | 0.87 | 0.28 b | 11.60 c | 1.32 c | 8.56 b | 2.41 a |
| LSD | | 0.02 | 2.31 | 0.018 | 0.21 | 0.16 |

میانگین‌های با حروف مشابه اختلاف معنی‌داری تا سطح احتمال ۵ درصد ندارند

Means with similar characters have not significant differences at level of 5% probability

## شاخص آلودگی (زراعی)

تجزیه واریانس شاخص آلودگی ژنوتیپ‌های آزمایشی نشان داد که ژنوتیپ‌ها و زمان‌های نمونه‌برداری اختلاف معنی‌داری با هم دارند و این نمایانگر آن است که هر یک از تیمارها واکنش‌های غیر یکسان نسبت به آلودگی به شته‌ها در شرایط صحرایی داشتند و میزان این آلودگی در زمان‌های مختلف نمونه‌برداری معنی‌دار بود. معنی‌دار نشدن اثر متقابل تاریخ نمونه‌برداری×ژنوتیپ مبین این حقیقت است که تغییرات سطح آلودگی ژنوتیپ‌های کلزا با گذشت زمان روند ثابتی داشته و این گیاهان صفت مقاومت ژنتیکی خود را به نحو پایداری حفظ می‌نمایند و از طرف دیگر ثبات شرایط آزمایش را نشان می‌دهد. بنابراین شاید بتوان این موضوع را استنباط کرد که با گذشت زمان همچنان می‌توانند صفت مقاومت را حفظ نمایند. این ژنوتیپ‌ها در هر یک از تاریخ‌های نمونه‌برداری بطور هماهنگ افزایش یا کاهش آلودگی داشته‌اند و دارای پایداری در صفت مقاومت می‌باشند (جدول ۳).

با توجه به بارش‌های شدید بهاره که تا انتهای فصل بهار در منطقه کهریز ادامه داشت آلودگی قابل توجهی در این فصل مشاهده نشد وجود بارش‌ها تا اواخر خرداد در این منطقه با احتمال ضعیف هر چند سال یک‌بار مشاهده شده است. ژنوتیپ‌های آزمایشی از نوع ژنوتیپ‌های بهاره بودند که وجود بارش‌های شدید، باعث شسته شدن شته‌های روی گیاهان شده و تأخیر در وقوع آلودگی ژنوتیپ‌ها را باعث شد. بیشترین مقدار آلودگی در نمونه‌برداری سوم در تاریخ ۲۷ تیر مشاهده شد و پس از آن در دو نمونه‌برداری بعدی مقدار آلودگی کاهش یافت که به دلیل خشکیدن بوته‌ها و ظهور گونه‌های مهاجر در جمعیت شته برای مهاجرت به سایر میزبان‌های خانواده کلمیان، قابل انتظار بود (جدول ۴ و شکل ۱).

با توجه به گروه‌بندی میانگین شاخص آلودگی ژنوتیپ "Hyola-308" با داشتن بیش‌ترین میانگین در گروه a و ژنوتیپ‌های "Sarigol" و "RGS" با دارا بودن کمترین میانگین آلودگی در گروه c قرار گرفتند (جدول ۶).

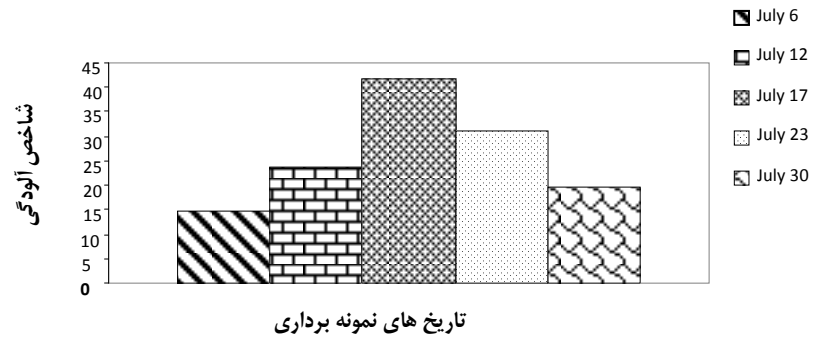
**جدول۳- تجزیه واریانس شاخص آلودگی ژنوتیپ‌های کلزا بر پایه طرح اسپلیت پلات در زمان**
**Tab. 3- Statistical analysis of infestation index of canola genotypes based on split plot in time design**

| منابع تغییرات S.O.V. | درجه آزادی Degree of freedom (df) | میانگین مربعات Mean Squares |
|---|---|---|
| تکرار Replication | 4 | 2209.145** |
| ژنوتیپ Genotype | 3 | 1590.06** |
| اشتباه Error | 12 | 91.93 |
| تاریخ نمونه برداری Sampling dates | 4 | 124.40** |
| ژنوتیپ×تاریخ نمونه برداری Genotype × Sampling dates | 12 | 8.96 |
| اشتباه Error | 64 | 27.76ns |
| ضریب تغییرات٪ CV% | | 20.08 |

** و ns به ترتیب دارای اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۱ درصد و غیر معنی دار.
**and ns respectively have significant differences at level of %1 probability and no significant differences

**جدول ٤- میانگین‌های شاخص آلودگی ژنوتیپ‌های کلزا به شته مومی‌کلم در پنج تاریخ نمونه‌برداری**
**Tab. 4- Means of genotypes infestation index to cabbage aphid in five sampling dates.**

| Genotype | July 6 | July 12 | July 17 | July 23 | July 30 |
|---|---|---|---|---|---|
| Hyola-308 | 21.69 | 38.50 | 55.95 | 39.18 | 24.71 |
| Hyola-401 | 16.79 | 30.28 | 37.76 | 34.00 | 22.23 |
| RGS | 8.95 | 16.41 | 40.49 | 27.92 | 17.12 |
| Sarigol | 7.53 | 12.41 | 32.46 | 23.78 | 15.25 |




**شکل ۱- میانگین آلودگی مزرعه به شته مومی کلم در تاریخ‌های نمونه برداری**
**Fig. 1- Field infestation means to cabbage aphid at sampling dates**

**تحمل (زراعی)**

تجزیه واریانس شاخص کاهش عملکرد ژنوتیپ‌های آزمایشی نشان داد که بین ژنوتیپ‌ها اختلاف آماری معنی‌داری (p≤٪۱) وجود داشت (جدول ۶). با توجه به شاخص کاهش عملکرد، رقم " Sarigol"در گروه a قرار گرفت و سایر ژنوتیپ‌ها در گروه b قرار گرفتند (جدول ۷).

**جدول ۵- گروه‌بندی ژنوتیپ‌های کلزا بر اساس میانگین‌های شاخص آلودگی مزرعه**

**Tab. 5- Grouping of canola genotype based on field infestation index**

| ژنوتیپ Genotype | (میانگین شاخص آلودگی)$^{0.5}$ (Mean of infestation index)$^{0.5}$ | X |
|---|---|---|
| Hyola-308 | 36.01 a | 1 |
| Hyola-401 | 29.01 b | 0.80 |
| RGS | 22.16 c | 0.61 |
| Sarigol | 17.81 c | 0.49 |
| LSD 5% | 5.909 | |

میانگین‌های با حروف مشابه اختلاف آماری تا سطح احتمال ۵ درصد ندارند

* Means with similar characters have not significant differences at the level of 5% probability

**جدول ٦- تجزیه واریانس شاخص کاهش عملکرد ژنوتیپ‌های بر پایه بلوک‌های کامل تصادفی در شرایط مزرعه**

**Tab. 6- Statistical analysis of yield reduction index of genotypes based on random complete blocks design in field conditions**

| منابع تغییرات S.O.V. | درجه آزادی Degree of freedom | میانگین مربعات Mean squares |
|---|---|---|
| تکرار Replication | 4 | 5.167 $^{ns}$ |
| تیمار Treatment | 3 | 92.191$^{**}$ |
| اشتباه Error | 12 | 8.953 |
| ضریب تغییرات٪ CV% | 23.52 | |

$^{**}$و $^{ns}$به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۱ درصد و غیر معنی دار

**and $^{ns}$ respectively have significant differences at level of 1% probability and no significant differences

**جدول۷- گروه‌بندی بر اساس میانگین‌های شاخص کاهش عملکرد تک بوته ژنوتیپ‌های کلزا در شرایط مزرعه**

**Tab. 7- Grouping based on a plant yield loss index means of canola genotypes in field conditions**

| ژنوتیپ Genotype | شاخص کاهش آلودگی Yield loss index | Y |
|---|---|---|
| Hyola-308 | 18.90 b | 1 |
| Hyola-401 | 12.20 a | 0.64 |
| RGS | 9.90 a | 0.52 |
| Sarigol | 9.80 a | 0.51 |
| LSD 5% | 6.55 | |

میانگین‌های با حروف مشابه اختلاف آماری تا سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

* Means with similar characters have not significant differences at level of 5% probability

**نتایج شاخص مقاومت گیاهی (PRI)**

ژنوتیپ"Sarigol" با بیشترین شاخص مقاومت گیاهی در مقایسه با دیگر ژنوتیپ‌های آزمایشی به عنوان رقمی با مقاومت مناسب نسبت به شته مومی کلم نشان داد. ژنوتیپ‌های "RGS"، "Hyola-401" و "Hyola-308" به ترتیب بیشترین تا کمترین شاخص مقاومت گیاهی را نشان دادند (جدول ۸).

نتایج آزمایش گلخانه و مزرعه شباهت‌های زیادی داشت. در هر دو آزمایش رقم "Hyola-308" به عنوان یک میزبان مطلوب برای شته می‌باشد. در یک سو نرخ ذاتی رشد شته بر روی این ژنوتیپ در مقایسه با سایرین در بالاترین میزان می‌باشد و در مزرعه نیز شاخص آلودگی و شاخص کاهش عملکرد این ژنوتیپ در بین سایر ژنوتیپ‌ها بالاتر بود. عکس این موضوع تا حدودی در مورد ژنوتیپ "Sarigol" صادق است و در هرسه آزمایش مقاومت به این شته نشان داد. دو ژنوتیپ دیگر نیز در وضعیت بینابین قرار داشتند البته ژنوتیپ "RGS" در آزمایش گلخانه حساسیت بالایی داشت و به "Hyola-308" نزدیک‌تر بود. شباهت تقریبی نتایج شرایط زراعی و گلخانه‌ای قضاوت در مورد ارزیابی و بکارگیری ژنوتیپ‌هارا ساده‌تر می‌نماید (۱۹). با این وجود توصیه یک رقم به عنوان واریته مقاوم، به آزمایشات بیشتر و چندساله در گلخانه و شرایط صحرایی نیاز دارد.

**جدول ۸- مقادیر شاخص مقاومت گیاهی محاسبه شده در ژنوتیپ‌های کلزا نسبت به شته مومی کلم**
**Tab. 8- Calculated plant resistance index on canola genotypes to cabbage aphid**

| ژنوتیپ Genotype | XYZ | 1/XYZ |
|---|---|---|
| Hyola-308 | 0.98 | 1.02 |
| Hyola-401 | 0.46 | 2.17 |
| RGS | 0.31 | 3.15 |
| Sarigol | 0.21 | 4.59 |

در یک آزمایش مزرعه‌ای که آلوده‌سازی مزرعه به صورت مصنوعی انجام شد ارقام "RGS" و "Hyola-308" در گروه مقاوم و "Hyola-401" در میانه قرار گرفتند (۱۱). به نظر می‌رسد که تفاوت شرایط آزمایش، چگونگی وقوع آلودگی در مزرعه، ژنوتیپ‌های متفاوت آزمایشی در دو آزمایش و شرایط کاملاً متمایز آب‌و هوایی باعث عدم تطابق نتایج این دو آزمایش در مورد "Hyola-308" باشد، به طور مثال ژنوتیپ "Pf" که در آزمایشات محیسنی و ترکمانی (۱۳) و منفرد و همکاران (۱۴) به ترتیب در شرایط بروجرد و تهران در گروه مقاوم قرار گرفتند، در آزمایش محمودی نیا (۱۱) در گروه میانه بود. تفاوت عکس‌العمل ژنوتیپ‌ها در شرایط آب‌و هوایی مختلف به آفت اخیر نشان‌دهنده اهمیت ارزیابی‌های مستقل در مناطق مختلف است و توصیه و تعمیم نتایج آزمایشات یک منطقه در نواحی دیگر معقول و صحیح نمی‌باشد. شته‌ها در مرحله اولیه رشد کلزا (روزت) روی برگ و بعد از ساقه رفتن و تشکیل گل‌آذین، روی ساقه و خورجین کلنی تشکیل می‌دهند. اهمیت آلودگی برگ‌ها به شته پس از ساقه رفتن و تشکیل اندام‌های زایشی کمتر است. بنابراین، برای اندازه‌گیری آلودگی باید اندام‌های ساقه و خورجین مورد توجه قرار داده شوند تا خطای نمونه‌گیری کاهش یابد. در آزمایش مزرعه‌ای جهت‌گیری شته روی هریک از ارقام جهت استقرار یا همان درصد جذب آفت بر روی ارقام نشانه وجود یا عدم وجود ویژگی آنتی‌زنوزی و میانگین طول ساقه آلوده معرف قدرت تکثیر شته روی هر کدام از ارقام و نشانه‌ای از خصوصیت آنتی بیوزی ژنوتیپ‌ها است که هر دو در فرمول محاسبه شاخص آلودگی مزرعه‌ای لحاظ شده است. روش‌های مختلف دیگری نیز توسط سایر محققین مورد برای ارزیابی مقاومت کلزا به شته‌ها مورد استفاده قرار گرفته است. برخی محققین تعداد شته‌های موجود در۱۰ سانتی‌متر انتهایی ساقه را شمارش کردند (۱). شمارش تعداد شته‌ها در ابتدای وقوع آلودگی و تمام کلنی‌ها یا کلنی‌های با آلودگی حداقل دو سانتی‌متری روی ساقه نیز از دیگر معیارهای ارزیابی آلودگی به شته مومی کلم بوده است که توسط متخصصین بکار گرفته شده است(۳، ۴ و ۲۰) . برای کاهش مصرف سموم و اثرات مخرب آن بر انسان و محیط زیست بایستی تحقیقات دامنه‌دارتری برای ارزیابی و شناخت میزبان‌های مقاوم به آفات انجام گیرد و با توجه به گسترش سریع تولید ژنوتیپ‌های جدید، تحقیقات گلخانه‌ای و مزرعه‌ای بر روی این ژنوتیپ‌ها ضروری می‌باشد.

## منابع


1- Aslam M., Razaq M. and Shahzad A. 2005. Comparison of different canola (*Brassica napus* L.) varieties for resistance against cabbage aphid (*Brevicorynebrassicae* L.). International Journal of Agriculture and Biology. 7:781-2.
2- Carey J.R. 1993. Applied Demography for Biologists with Special Emphasis on Insects.Oxford University Press. 206 Pp.
3- Dodd G.D. 1976. Key for identification of the instars of the cabbage aphid, *Brevicoryne brassicae* (L.). Plant Pathology, 25: 84-86.
4- Eigenbrode S.D., Kabalo, N.N. and Rutledge, C.E. 2000. Potential of reduced-waxbloom oilseed *Brassica* for insect pest resistance. Journal of Agriculture and Urban Entomology, 17(2): 53-63.
5- Ellis P.R. and Farrell J.A. 1995. Resistance to cabbage aphid (*Brevicorynebrassicae* L.) in six *Brassica* accessions in New Zeland. Journal of Crop and Horticultural Science, Vol. 23:25-29.
6- Ellis P.R., Pink D.A.C., Phelps K., Jukes P.L., Breeds S.E. and Pinnegare A. 1998. Evaluation of acre collection of *Brassica* accessions for resistance to (*Brevicoryne brassicae* L.) the cabbage aphid. Euphitica, 103: 149-160.
7- Kazemi, M.H., Jamshidi-Kaljahi, M. & Mashhadi-Jafarloo, M. 2007. Effect of five varieties in survival and reproduction rate of cabbage aphid *Brevicoryne brassicae* (L.) in flowering stage. *Tabriz Branch, Islamic Azad University, Journal of Agricultural Science* 1: 27-34. (in Persian with English summary).
8- La Rossa R., A. Vasicek Kiernan A.M. and Paglioni A. 2003. Biologia y demografia de *Brevicoryne brassicae* (L.) (Hemiptera:Aphididae) sobre cuatro cultivares *Brassica oleracea* L. Revista de la Agronomia UBA, 23(1):87-91.

9- Lotka A.J. 1924. Elements of Physical Biology. Williams and Wilkins, Baltimore. Reprinted as Elements of Mathematical Biology. 1956. Dover N, New York.
10- Maxwell F.G. and Jennings P.R. 1971. Breeding Plants Resistant to Insects, Jhon Wiley and Sons, 683 Pp.
11- Mahmoodi-Nia, M. 2005. Evaluation of six canola varieties against cabbage aphid under field conditions.M.Sc. Thesis. Guilan University, 80 Pp.
12- Moharrami-pour, S., Monfared, A. & Fathi-pour, Y. 2003. Comparison of intrinsic rate of increase and relative growth rate of cabbage waxy aphid *Brevicoryne brassicae* (L.) on four canola varieties (*Brassica napus* L.) in growth chamber. *Journal of Agriculture Science* 13: 79-86. [In Persian with English summary].
13- Mohiseni, A & Torkamani, A. 2008. Evaluation of canola genotypes (*Brassica napus* L.) resistance to cabbage aphid *Brevicoryne brassicae* (L.). *Proceeding of 18th of Plant Pathology Congress*,p 486.
14- Monfared, A., Moharrami-Pour S. & Fathi-Pour, Y. 2003. Evaluation of 27 canola lines, hybrids and varieties (*Brassica napus* L.) resistance to cabbage aphid *Brevicoryne brassicae* (L.) in natural field infestation in Tehran. *Journal of Iran Agriculture Science* 34: 987-993.
15- Morgan J. Wilde, G. and Johnson D. 1980. Greenbug resistance in commerical sorghum hybrids in the seedling stage.Journal of Economic Entomology, 73: 510-514.
16- Mostoufi S. 2008. Overview of Oilseeds and Their Products Marketing. Institute of Planning Researches and Agricultural Economic. 52 pp.
17- Mousvi Anzabi, S.H., Nouri Ghanbalani, G., Eivazi, A. and ranji, H. 2013. Resistance Components of Canola, *Brassica napus* L. Genotypes to Cabbage Aphid *Brevicoryne brassicae* (L.). Applied Research in Plant Protection, 2: 85-100. [In Persian with English summary].
18- Mousavi Anzabi, S.H., Eivazi, A. Zargaran, M.R. and Ghasemi Kahrizeh, A. 2014. Effect of seven canola genotypes on cabbage aphid *Brevicoryne brassicae* (L.) growth parameters. Romanian Agriculture Research Journal, 31(1).
19- Singh R. Ellis P.R. Pink D.A.C. and Phleps K. 1994. An investigation of the resistance to cabbage aphid in *Brassica* species. Annals of Applied Biology, 125: 457-465.
20- Tjallingii W.F. 1976. A preliminary study of host selection and acceptance behavior in the cabbage aphid, *Brevicoryne brassicae* (L.). Symposia of Biology Hungarica, 16: 283-285.
21- Ulusoy M.R. and Ölmez-Bayhan S. 2006. Effect of certain *Brassica* plants on biology of the cabbage aphid, *Brevicoryne brassicae* (L.) under laboratory conditions. Phytoparasitica, 34(2): 133-138.
22- Wyatt I.J. and P.F. Whaite .1977. Simple estimation of intrinsic rates for aphids and tetranychidmites. Journal of Applied Ecology, 14:757-766.
23- Webster J.A. Stark K.J. and Burton R.L. 1987. Plant resistance studies with *Diuraphis noxia* (Hom.:Aphididae) a new United State wheat pest. Journal of Economic Entomology, 80: 944-949.
24- Zandi_Sohani, N., Soleyman-Nejadian, E. & Mohiseni, A. 2004. Evaluation of five canola varieties (*Brassica napus* L.) resistance to cabbage aphid *Brevicoryne brassicae* (L.). Journal of Scientific Agriculture, Ahvaz, 27: 119-127. (in Persian with English summary).