

## اثر ژنوتیپ‌های مختلف گیاه کلزا بر شایستگی شته مومی کلم *Brevicoryne brassicae* (Hemiptera: Aphididae)

آرزو الهی<sup>۱</sup>، اصغر شیروانی<sup>۱</sup> و مریم راشکی<sup>۲\*</sup>

<sup>۱</sup> کرمان، دانشگاه شهید باهنر کرمان، دانشکده کشاورزی، گروه گیاه‌پزشکی

<sup>۲</sup> کرمان، دانشگاه تحصیلات تکمیلی صنعتی و فناوری پیشرفته، پژوهشگاه علوم و تکنولوژی پیشرفته و علوم محیطی، پژوهشکده علوم محیطی، گروه تنوع زیستی

تاریخ پذیرش: ۹۶/۸/۱۳

تاریخ دریافت: ۹۵/۸/۱۱

### چکیده

شته مومی کلم *Brevicoryne brassicae* از آفات مهم کلزا در جهان می‌باشد. در این پژوهش، فراسنجه‌های جدول زندگی و دوره رشد و نمو شته مومی کلم روی ژنوتیپ‌های مختلف کلزا شامل اکاپی، لیکورد، هایولا ۴۰۱، هایولا ۳۰۸ بررسی شد (دمای  $25 \pm 1$  درجه سلسیوس، رطوبت نسبی  $60 \pm 5$  درصد و دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی). داده‌ها با اساس جدول زندگی دوجنسی و نرم‌افزار رایانه‌ای TWOSEX-MSChart تهیه شد. نتایج نشان داد ژنوتیپ هایولا ۳۰۸ و بخصوص زرفام بطور معنی‌دار باعث کاهش فراسنجه‌های  $GRR$ ،  $R_0$ ،  $r_m$ ،  $\lambda$  در شته مومی کلم *B. brassicae* شدند. میزان  $GRR$ ،  $R_0$ ،  $r_m$ ،  $\lambda$  برای شته مومی کلم روی ژنوتیپ هایولا ۳۰۸ بترتیب  $0.22 \pm 0.01$  / ماده/ماده/روز،  $2.07 \pm 0.56$  / ماده/ماده/نسل،  $1.24 \pm 0.02$  / روز<sup>-۱</sup> و روی ژنوتیپ زرفام بترتیب  $0.17 \pm 0.02$  / ماده/ماده/روز،  $1.43 \pm 0.51$  / ماده/ماده/نسل،  $1.49 \pm 0.02$  / روز<sup>-۱</sup> بدست آمد. نوع ژنوتیپ کلزا بر میانگین مدت‌زمان یک نسل ( $T$ ) شته مومی کلم اثر معنی‌دار نداشت. کمترین میزان باروری شته بطور معنی‌دار روی ژنوتیپ زرفام به میزان  $12/18 \pm 0/98$  ماده محاسبه شد. طول عمر افراد کامل شته روی دو ژنوتیپ اکاپی ( $14/43 \pm 0/87$  روز) و لیکورد ( $14/43 \pm 0/86$  روز) بطور معنی‌دار از دو ژنوتیپ هایولا ۳۰۸ ( $10/60 \pm 0/70$  روز) و زرفام ( $10/71 \pm 0/64$  روز) بیشتر بود. در کل، نتایج نشان‌دهنده وجود مقاومت ژنوتیپ هایولا ۳۰۸ و بخصوص زرفام نسبت به شته *B. brassicae* بود که این مسأله می‌تواند برنامه‌های مدیریت تلفیقی را برای کنترل شته مومی کلم ارتقاء بخشد.

واژه‌های کلیدی: باروری، جدول زندگی، رشد و نمو، ژنوتیپ

\* نویسنده مسئول، تلفن: ۰۳۴۳۳۷۷۶۶۱۱، پست الکترونیکی: ma\_rashkigh@yahoo.com

### مقدمه

فعالیت آفات این گیاه خواهد شد. این آفت روی کلزا بشدت خسارت‌زا است. با این حال، کلم معمولی، گل‌کلم و کلم بروکلی را نیز ترجیح می‌دهد (۱۴). کلزا بدلیل داشتن بیش از ۴۴ درصد روغن دردانه و هم‌چنین ۴۶/۵ درصد پروتئین در کنجاله ارزش قابل‌توجهی دارد (۱۷). شته مومی کلم دارای قدرت تکثیر بالایی است و جمعیت خود را با سرعت افزایش می‌دهد و ضمن تشکیل کلنی‌های

شته مومی کلم (*Brevicoryne brassicae* L. (Hem: Aphididae)) بعنوان آفت محدودکننده زراعت کلزا در اکثر نقاط کشور مطرح شده و قادر است جمعیت خود را با سرعت بر روی گیاهان خانواده کلمیان افزایش دهد. در سال‌های اخیر سطح زیرکشت کلزا در کشور رشد چشمگیری داشته است که این افزایش سطح زیرکشت در اکوسیستم‌های زراعی باعث ایجاد شرایط مساعد برای

دامی: ماسه: خاک گلخانه) پر و در شرایط گلخانه نگهداری شدند.

**پرورش شته مومی کلم *B. brassicae***: شته مومی کلم از مزارع کلزای اطراف کرمان جمع‌آوری و جهت حذف پارازیتویدها، درون ظروف پتری منفذدار (به قطر ۵/۸ سانتیمتر)، حاوی دیسک‌های برگ‌ری روی آب-آگار هفت درصد نگهداری شدند. ظروف پتری در ژرمیناتور با دمای  $25 \pm 1$  درجه سلسیوس، رطوبت نسبی  $60 \pm 5$  درصد، دوره نوری ۱۶:۸ ساعت (روشنایی: تاریکی) قرار گرفتند. شته‌ها هر ۲۴ ساعت یکبار بدقت بررسی و در صورت مومیایی شدن حذف شدند. شته‌های سالم روی برگ‌های گیاه کلزا با طول عمر ۴۵ روز از هر ژنوتیپ قرار گرفتند. گیاهان کلزا بداخل فیتوترون با شرایط فوق منتقل شدند تا طی ۱۲ ساعت پوره‌زایی انجام شود. سپس، افراد کامل حذف و هم‌سن‌سازی انجام شد.

**برآورد فراسنجه‌های جدول زندگی شته مومی کلم *B. brassicae* روی ارقام مختلف کلزا:** برای هر ژنوتیپ کلزا، شامل اکاپی، لیکورد، هایولا ۴۰۱، هایولا ۳۰۸ و زرفام، تعداد ۵۰ ظرف پتری منفذدار (به قطر ۵/۸ سانتیمتر) حاوی برگ ۴۵ روزه کلزا (دیسک برگ‌ری) روی آب-آگار ۷ درصد بعنوان واحد آزمایشگاهی تهیه شد. در هر واحد آزمایشگاهی یک شته کامل یک‌روزه قرار گرفت و پس از محکم کردن درب ظروف پتری با پارافیلیم، به ژرمیناتور با دمای  $25 \pm 1$  درجه سلسیوس، رطوبت نسبی  $60 \pm 5$  درصد، دوره نوری ۱۶:۸ ساعت (روشنایی: تاریکی) منتقل شدند. شته‌های کامل بمدت ۱۲ ساعت پوره‌زایی کردند. پس از سپری شدن این زمان، ماده‌ها به همراه تمامی پوره‌ها بجز یک پوره حذف شدند. اطلاعات مربوط به مرگ‌ومیر پوره‌ها بطور روزانه ثبت و پس از بلوغ حشره، تعداد پوره-های تولیدشده تا مرگ آخرین شته مومی کلم بطور روزانه یادداشت شد.

پرجمعیته، منجر به خسارت مستقیم از طریق تغذیه از شیره گیاهی و از سوی دیگر با انتقال ویروس‌های بیماری زای گیاهی مانند موزائیک گل کلم و موزائیک شلغم منجر به خسارت غیرمستقیم می‌شود (۱۰ و ۱۳).

بررسی جدول زندگی حشرات آفت برای مطالعات دینامیسم جمعیت و برنامه‌های مدیریت آفات ضروری است (۳) بطوری‌که با اندازه‌گیری نرخ ذاتی افزایش جمعیت حشرات گیاهخوار، می‌توان اثر گیاه میزبان را روی آفت برآورد کرد (۳). مطالعات جدول زندگی و جمعیت *Pieris* و *Plutella xylostella* (L.) (Lep: Plutellidae) گیاهان *brassicae* (L.) (Lep: Pieridae) نشان داد که گیاهان میزبان مختلف بقاء و تولیدمثل این حشره‌های آفت را تغییر دادند (۲۳، ۲۴ و ۳۴).

بدلیل وجود رابطه نزدیک میان گونه‌های شته و میزبان‌های گیاهی آن‌ها، کوچک‌ترین تغییرات در ساختار و فیزیولوژی گیاه روی رشد شته‌ها اثرات مهمی خواهد داشت (۲۱) بطور مثال، می‌تواند بعنوان یک عامل استرس‌زا باعث کاهش شایستگی جمعیت شود (۱۶). بطورکلی، رشدونمو، بقاء، تولیدمثل و فراسنجه‌های جدول زندگی یک حشره تحت تأثیر نوع گیاه میزبان قرار می‌گیرد (۲۳، ۲۴، ۲۶ و ۲۸). بهمین خاطر در این تحقیق، اثرات ژنوتیپ‌های مختلف گیاه کلزا بر فراسنجه‌های جدول زندگی شته مومی کلم بررسی شد تا با انتخاب ژنوتیپ‌های گیاهی که عملکرد حشره آفت را کاهش می‌دهد کارایی برنامه‌های مدیریت تلفیقی افزایش یابد.

## مواد و روشها

**کاشت گیاه:** بذر پنج ژنوتیپ کلزا شامل اکاپی، لیکورد، هایولا ۴۰۱، هایولا ۳۰۸ و زرفام از موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج تهیه و داخل گلدان‌های پلاستیکی (قطر ۱۵ و ارتفاع ۱۲ سانتیمتر) کاشته شدند. گلدان‌های پلاستیکی از مخلوط خاک به نسبت ۱:۱:۱ (کود

$$R_0 = \sum l_x m_x$$

$$\sum_{x=0}^{\infty} e^{-r(x+1)} l_x m_x = 1$$

$$\lambda = e^r$$

$$T = \frac{\ln(R_0)}{r}$$

### نتایج

برآورد فراسنجه‌های جدول زندگی شته مومی کلم *B. brassicae* روی ژنوتیپ‌های مختلف کلزا: نتایج مربوط به فراسنجه‌های جدول زندگی شته مومی کلم *B. brassicae* تحت تأثیر ژنوتیپ‌های اکاپی، لیکورد، هایولا ۴۰۱، هایولا ۳۰۸ و زرفام در جدول ۱ آورده شده است.

**تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها:** فراسنجه‌های جدول زندگی شته مومی کلم روی ژنوتیپ‌های مختلف کلزا براساس روش دوجنسی ویژه سن-مرحله (۷) با استفاده از نرم‌افزار TWOSEX-MSChart (۹) تجزیه و تحلیل شدند. تکنیک بوت استراپ برای تعیین تفاوت میان فراسنجه‌های جدول زندگی شته مومی کلم استفاده شد (۲). داده‌های مربوط به طول دوره رشد و نمو مراحل نابالغ شته مومی کلم، طول عمر حشره کامل و باروری آن با استفاده از ANOVA (SAS Intitute, 2002) تجزیه و تحلیل و میانگین‌ها با استفاده از آزمون توکی در سطح پنج درصد مقایسه شدند. فراسنجه‌های جمعیت شامل نرخ بقاء ( $l_x$ ) و باروری ( $m_x$ ) ویژه سن، نرخ خالص تولیدمثل ( $R_0$ )، نرخ ذاتی افزایش جمعیت ( $r_m$ ) (۲۰)، نرخ متناهی افزایش جمعیت ( $\lambda$ )، میانگین زمان یک نسل ( $T$ ) و نرخ ناخالص تولیدمثل ( $GRR$ ) هستند که به شرح زیر محاسبه می‌شوند:

جدول ۱- فراسنجه‌های جدول زندگی (میانگین  $\pm$  خطای استاندارد) شته *Brevycorine brassicae* بر روی پنج ژنوتیپ کلزا

| ژنوتیپ    | فراسنجه     |              |              |               |              |
|-----------|-------------|--------------|--------------|---------------|--------------|
|           | اکاپی       | لیکورد       | هایولا ۴۰۱   | هایولا ۳۰۸    | زرفام        |
| $r_m$     | ۰/۲۷±۰/۰۱ a | ۰/۲۶±۰/۰۱ ab | ۰/۲۳±۰/۰۱ ab | ۰/۲۲±۰/۰۱ bc  | ۰/۱۷±۰/۰۰۲ c |
| $R_0$     | ۱۹/۴±۳/۴۶ a | ۱۸/۸±۳/۲۷ a  | ۱۳/۹±۲/۴۱ ab | ۱۰/۵۶±۲/۰۷ bc | ۶/۵۱±۱/۴۳ c  |
| $GRR$     | ۴۲/۹±۴/۸۶ a | ۳۵/۰±۳/۴۳ a  | ۲۶/۳±۲/۳۰ b  | ۲۶/۲۴±۲/۸۶ b  | ۱۶/۴۹±۱/۶۴ c |
| $\lambda$ | ۱/۳۱±۰/۰۱ a | ۱/۳۰±۰/۰۱ ab | ۱/۲۷±۰/۰۱ ab | ۱/۲۴±۰/۰۲ bc  | ۱/۱۹±۰/۰۰۲ c |
| $T$       | ۱۰/۹±۰/۳۹ a | ۱۰/۹±۰/۲۵ a  | ۱۰/۹±۰/۲۲ a  | ۱۰/۴۹±۰/۴۰ a  | ۱۰/۵۳±۰/۲۹ a |

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ردیف، تفاوت معنی‌دار ندارند (آزمون توکی  $P < ۰/۰۵$ ).  $r_m$ : نرخ ذاتی افزایش جمعیت؛  $R_0$ : نرخ خالص تولیدمثل؛  $GRR$ : نرخ ناخالص تولیدمثل؛  $\lambda$ : نرخ متناهی افزایش جمعیت؛  $T$ : میانگین مدت زمان یک نسل.

نتایج نشان دادند کلیه فراسنجه‌های جدول زندگی شته بجز میانگین مدت زمان یک نسل ( $T$ )، تحت تأثیر ژنوتیپ‌های مختلف گیاه کلزا قرار گرفته است. بیشترین و کمترین مقدار نرخ ذاتی افزایش جمعیت ( $r_m$ ) بترتیب روی ژنوتیپ‌های اکاپی و زرفام مشاهده شد که باهم تفاوت معنی‌دار داشتند. باین وجود، میان ژنوتیپ‌های اکاپی، لیکورد و هایولا ۴۰۱ و میان ژنوتیپ‌های هایولا ۳۰۸ و زرفام در مقدار  $r_m$  اختلاف معنی‌دار مشاهده نشد ( $P > ۰/۰۵$ ). میان مقادیر  $r_m$

نتایج نشان دادند کلیه فراسنجه‌های جدول زندگی شته بجز میانگین مدت زمان یک نسل ( $T$ )، تحت تأثیر ژنوتیپ‌های مختلف گیاه کلزا قرار گرفته است. بیشترین و کمترین مقدار نرخ ذاتی افزایش جمعیت ( $r_m$ ) بترتیب روی ژنوتیپ‌های اکاپی و زرفام مشاهده شد که باهم تفاوت معنی‌دار داشتند. باین وجود، میان ژنوتیپ‌های اکاپی، لیکورد و هایولا ۴۰۱ و میان ژنوتیپ‌های هایولا ۳۰۸ و زرفام در مقدار  $r_m$  اختلاف معنی‌دار مشاهده نشد ( $P > ۰/۰۵$ ). میان مقادیر  $r_m$

ژنوتیپ‌های مختلف نشان داد که کمترین طول دوره نابالغ شده بطور معنی‌دار روی ژنوتیپ هایولا ۳۰۸ ( $P < 0.0001$ ) مقدار  $GRR$  شته روی دو ژنوتیپ هایولا ۴۰۱ و هایولا ۳۰۸ بطور معنی‌دار از دو ژنوتیپ اکاپی و لیکورد کمتر و از ژنوتیپ زرفام بیشتر بود. همچنین، نتایج نشان داد که نوع ژنوتیپ کلزا روی میانگین مدت‌زمان یک نسل ( $T$ ) شته مومی کلم اثر معنی‌دار نداشت.

میانگین باروری شته مومی کلم روی ژنوتیپ‌های اکاپی، لیکورد، هایولا ۴۰۱، هایولا ۳۰۸ و زرفام بترتیب  $18/65 \pm 1/42$ ،  $20/90 \pm 1/65$ ،  $24/52 \pm 2/17$ ،  $24/08 \pm 1/66$  و  $12/18 \pm 0/98$  ماده بدست آمد که چهار ژنوتیپ اول باهم تفاوت معنی‌دار نداشتند ( $P > 0.05$ ). کمترین میانگین باروری شته روی ژنوتیپ زرفام بدست آمد که با سایر ژنوتیپ‌ها اختلاف معنی‌دار نشان داد ( $P < 0.0001$ )  $(F=7/67, df=4 \text{ و } 95)$ .

### بحث

مشابه نتایج بدست آمده در این تحقیق، برخی مطالعات دیگر نیز حاکی از اثر معنی‌دار نوع گیاه میزبان روی فراسنجه‌های زیستی شته مومی کلم بوده است (۱۱، ۲۷ و ۲۹). در تحقیق دیگر، بیشترین میزان  $R_0$  و  $m_m$  روی گل‌کلم، کلم و کلم بروکلی و کمترین مقدار روی شلغم بدست آمد و باتوجه به نتایج بدست آمده گل‌کلم، کلم و کلم بروکلی بعنوان میزبان‌های حساس و کلزا، شلغم و خردل بعنوان میزبان‌های مقاوم معرفی شدند (۳۳)، همانند تحقیق حاضر اثر معنی‌دار میزبان‌های گیاهی مختلف را روی فراسنجه‌های جدول زندگی اثبات کرد.

تمام گونه‌های خانواده کلمیان قادر به ساخت گلوکوزینولات هستند (۱۸). غلظت این ماده در این گیاهان متفاوت می‌باشد و حتی ممکن است در ارقام یک‌گونه نیز متغیر باشد. باتوجه به وجود ارتباط میان نرخ ذاتی افزایش جمعیت شته مومی کلم و غلظت گلوکوزینولات (۱۲)، می‌توان یکی از دلایل کاهش  $r_m$  را بالا بودن غلظت گلوکوزینولات در برخی ژنوتیپ‌های کلزا دانست. بعبارت دیگر، بالا بودن گلوکوزینولات در آوند آبکش، باعث کاهش زادآوری شته مومی کلم شده است. همچنین، عدم تفاوت معنی‌دار در مقدار نرخ ذاتی افزایش جمعیت شته مومی کلم میان ژنوتیپ‌های موردبررسی می‌تواند مربوط

شد که باهم تفاوت معنی‌دار داشتند. درحالی‌که میان دو ژنوتیپ اکاپی و لیکورد اختلاف معنی‌دار مشاهده نشد. مقدار  $GRR$  شته روی دو ژنوتیپ هایولا ۴۰۱ و هایولا ۳۰۸ بطور معنی‌دار از دو ژنوتیپ اکاپی و لیکورد کمتر و از ژنوتیپ زرفام بیشتر بود. همچنین، نتایج نشان داد که نوع ژنوتیپ کلزا روی میانگین مدت‌زمان یک نسل ( $T$ ) شته مومی کلم اثر معنی‌دار نداشت.

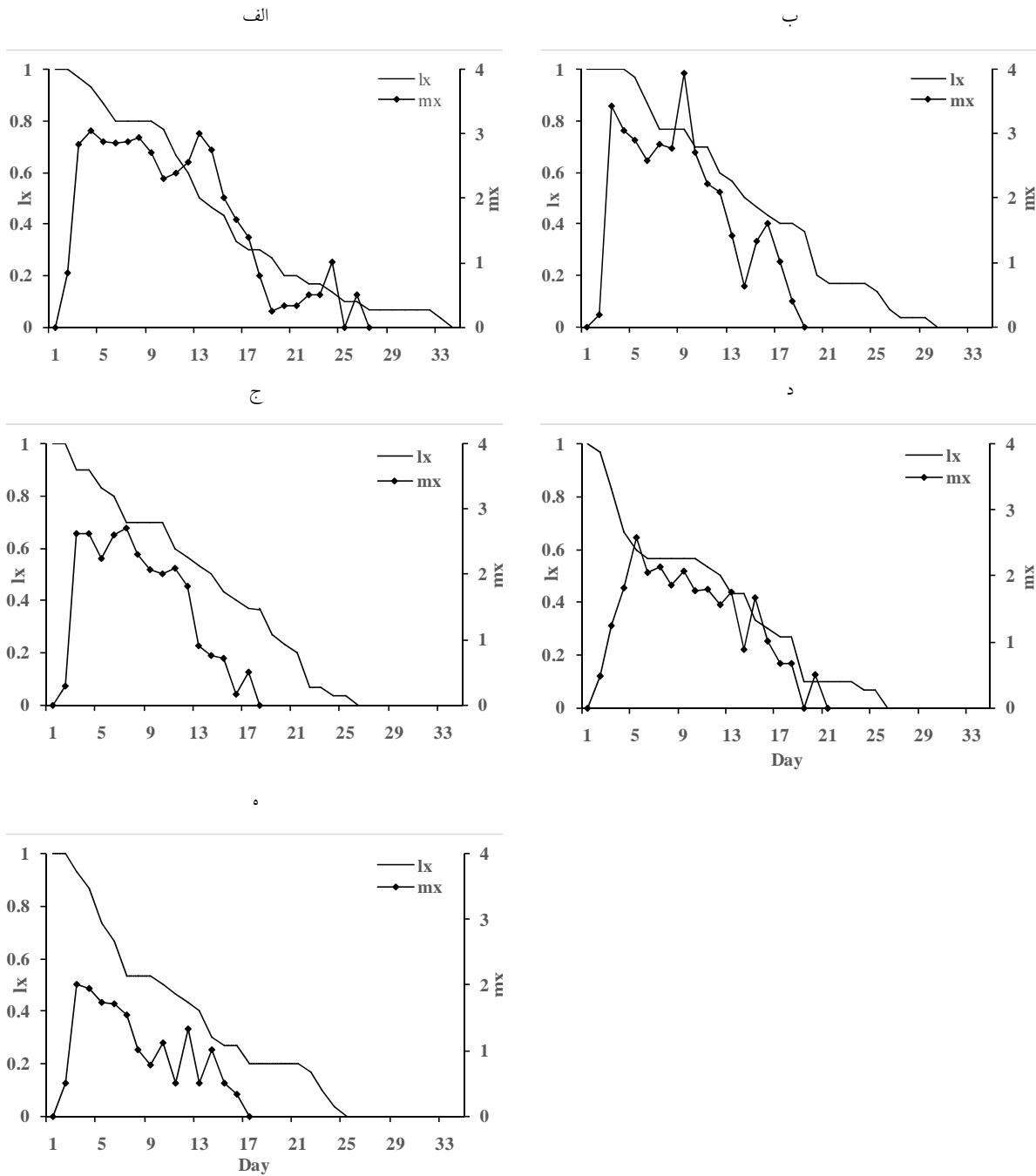
میانگین باروری شته مومی کلم روی ژنوتیپ‌های اکاپی، لیکورد، هایولا ۴۰۱، هایولا ۳۰۸ و زرفام بترتیب  $18/65 \pm 1/42$ ،  $20/90 \pm 1/65$ ،  $24/52 \pm 2/17$ ،  $24/08 \pm 1/66$  و  $12/18 \pm 0/98$  ماده بدست آمد که چهار ژنوتیپ اول باهم تفاوت معنی‌دار نداشتند ( $P > 0.05$ ). کمترین میانگین باروری شته روی ژنوتیپ زرفام بدست آمد که با سایر ژنوتیپ‌ها اختلاف معنی‌دار نشان داد ( $P < 0.0001$ )  $(F=7/67, df=4 \text{ و } 95)$ .

تعداد شته‌های زنده مانده در زمان  $x$  ( $I_x$ ) و تعداد نتایج تولیدشده به ازای هر ماده در هرروز ( $m_x$ ) روی پنج ژنوتیپ کلزا شامل اکاپی، لیکورد، هایولا ۴۰۱، هایولا ۳۰۸ و زرفام در شکل ۱ نشان داده شده است. براساس این شکل روند تغییرات  $I_x$  در تمام ژنوتیپ‌ها تقریباً یکسان بوده و مقدار آن پس از ۳۴، ۳۰، ۲۶، ۲۶ و ۲۵ روز بترتیب روی ژنوتیپ اکاپی، لیکورد، هایولا ۴۰۱، هایولا ۳۰۸ و زرفام به صفر رسیده است. همانطور که ملاحظه می‌شود بیشترین بقاء شته مومی کلم مربوط به اکاپی و کمترین آن مربوط به زرفام می‌باشد.

در میان ژنوتیپ‌های ذکرشده، حداکثر تعداد نتایج تولیدشده به ازای هر ماده در هرروز ( $m_x$ ) شته روی زرفام از سایر ژنوتیپ‌ها کمتر بود و سریع‌تر به صفر رسید. درحالی‌که، بیشترین این مقدار روی ژنوتیپ اکاپی بدست آمد و دیرتر از سایر ژنوتیپ‌ها به صفر رسید.

مقایسه طول دوره رشدی شته مومی کلم شامل کل دوره پورگی (پوره سن اول تا چهارم) و افراد کامل روی

به یکسان بودن مقدار گلوکوزینولات در این ژنوتیپ‌ها باشد که نیاز به بررسی بیشتر دارد.



شکل ۱- نرخ بقاء ( $l_x$ ) و تعداد ماده تولیدشده به ازاء هر ماده در روز ( $m_x$ ) شته *Brevycorine brassicae* روی ژنوتیپ‌های الف) اکاپی، ب) لیکورد، ج) هایولا ۴۰۱، د) هایولا ۳۰۸ و ه) زرفام.

جدول ۲- میانگین ( $\pm$  خطای استاندارد) طول دوره‌های مختلف رشدی شته مومی کلم *Brevycorine brassicae* روی ژنوتیپ‌های مختلف گیاه کلزا

| مراحل زندگی | ژنوتیپ       |              |               |              |              |
|-------------|--------------|--------------|---------------|--------------|--------------|
|             | اکاپی        | لیکورد       | هایولا ۴۰۱    | هایولا ۳۰۸   | زرغام        |
| پوره سن ۱   | ۱/۵۴±۰/۰۹ a  | ۱/۵۷±۰/۰۹ a  | ۱/۶۶±۰/۰۸ a   | ۱/۶۲±۰/۰۹ a  | ۱/۷۶±۰/۰۸ a  |
| پوره سن ۲   | ۱/۸۶±۰/۰۶ a  | ۱/۸۱±۰/۰۷ a  | ۱/۷۵±۰/۰۸ a   | ۱/۵۳±۰/۱۱ a  | ۱/۷۱±۰/۰۸ a  |
| پوره سن ۳   | ۱/۶۹±۰/۰۹ a  | ۱/۵۱±۰/۰۹ a  | ۱/۶۷±۰/۰۹ a   | ۱/۴۱±۰/۱۲ a  | ۱/۶۷±۰/۱۰ a  |
| پوره سن ۴   | ۱/۶۹±۰/۰۹ a  | ۱/۵۱±۰/۰۹ a  | ۱/۶۷±۰/۰۹ a   | ۱/۴۱±۰/۱۲ a  | ۱/۶۷±۰/۱۰ a  |
| پوره سن ۴-۱ | ۶/۷۹±۰/۱۰ a  | ۶/۹۶±۰/۰۴ a  | ۶/۸۵±۰/۰۸ a   | ۶/۰۰±۰/۱۹ b  | ۶/۸۱±۰/۱۰ a  |
| افراد کامل  | ۱۴/۴۳±۰/۸۷ a | ۱۴/۴۳±۰/۸۶ a | ۱۲/۹۰±۰/۸۳ ab | ۱۰/۶۰±۰/۷۰ b | ۱۰/۷۱±۰/۶۴ b |

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ردیف تفاوت معنی‌دار ندارند (آزمون توکی  $P < 0.05$ ).

سه ژنوتیپ دیگر مورد آزمایش نشان داد که می‌تواند اثر منفی برافزایش جمعیت این آفت داشته باشد (۲۷).

میزان باروری شته مومی کلم در دماهای مختلف توسط فنجی‌پور و همکاران روی کلم بدست آمد که میزان  $r_m$  در دمای ۲۵ درجه سلسیوس مشابه نتایج حاضر روی تمامی ژنوتیپ‌های کلزا بجز زرغام بود (۱۵). بنظر می‌رسد ژنوتیپ زرغام جایگزین خوبی بجای کلم در مناطقی باشد که شته مومی کلم بعنوان آفت جدی مطرح است.

در تحقیق حاضر، بیشترین بقاء شته مومی کلم مربوط به اکاپی و کمترین آن مربوط به زرغام بدست آمد. برخوردار و همکاران کاهش درصد بقاء پوره‌های شته سبز گندم را از علائم وجود مقاومت آنتی‌بیوز در گونه قدیمی گندم (اینکورن) می‌دانند (۵). محققان دیگر ارتباط میان درصد مرگ‌ومیر شته *B. brassicae* و نوع میزبان گیاهی (کلم بروکلی، خردل، گل‌کلم، شلغم و کلزا) را اثبات و کمترین

وارتیه‌هایی از پنبه، مقادیر  $r_m$  شته جالیز *Aphis gossypii* (Hem.: Aphididae) (Glover) را کاهش دادند که نشان‌دهنده وجود مقاومت در این واریته‌ها نسبت به شته جالیز بود (۳۵). همچنین، بررسی فراسنجه‌های بیولوژیکی شته *Schizaphis graminum* (Hem.: Aphididae) (Rondani) روی ژنوتیپ‌های مختلف گندم نشان داد که کمترین مقدار  $r_m$ ،  $R_0$ ،  $\lambda$  و باروری و همچنین طولانی‌ترین مدت‌زمان میانگین یک نسل شته روی گونه قدیمی گندم به نام اینکورن (Einkorn) بدست آمد و براین اساس اینکورن دارای سطح بالایی از آنتی‌بیوز در مقایسه با سایر ژنوتیپ‌ها بود (۵). در مقایسه، تحقیق حاضر نیز ثابت کرد برخی ژنوتیپ‌های کلزا مانند هایولا ۳۰۸ و بخصوص زرغام، باعث کاهش  $r_m$ ،  $R_0$ ،  $\lambda$  و باروری شته مومی کلم *B. brassicae* شدند که می‌تواند نشانه وجود مقاومت به شته باشد. در تحقیقی دیگر، ژنوتیپ ایزالکو (Izalco) از گیاه کلزا با کاهش میزان  $r_m$ ،  $R_0$  شته مومی کلم نسبت به

استفاده از آویشن در جیره غذایی ماهی کپور اثر منفی نداشته و در عوض شاخص احشایی، درصد وزن بدست آمده، شاخص سیری، نرخ رشد ویژه، بازده تبدیل غذایی و بازده مؤثر پروتئین در گروه انفرادی آویشن اختلاف معنی‌داری با گروه شاهد نشان داده است. همچنین، گروه آویشن در تمامی شاخص‌های موردبررسی بهبود بیشتری نسبت به گروه ویتامین E نشان داد. در ضمن استفاده تلفیقی از آویشن شیرازی و ویتامین E نتوانست موجب رشد و بهره‌وری مضاعف ماهی کپور شود. بطور کلی استفاده انفرادی یک درصد آویشن شیرازی بهترین نتیجه را در این مطالعه بدنبال داشته است (۱). همچنین، مطالعه اثر سطوح مختلف ویتامین C بر رشد و تغذیه ماهی *Barbonymus schwanefeldii* (Bleeker) (Cypriniformes: Cyprinidae) نشان داد که بهترین شاخص‌های رشد در جیره حاوی ۱۵۰۰ میلی‌گرم ویتامین C مشاهده شد که با تیمار شاهد اختلاف معنی‌داری داشت (۲).

تفاوت واکنش ژنوتیپ‌های مختلف کلزا نسبت به هجوم شته‌ها بدلیل تفاوت ژنتیکی آن‌ها می‌باشد (۳۰). مقاومت گیاهان به آفات ممکن است به وسیله چندین ژن کنترل و منتقل شود که این نوع مقاومت به اصطلاح پلی‌ژنیک نامیده می‌شود و یا توسط تک‌ژن کنترل و منتقل شود که آن را منورژنیک می‌نامند. علت ایجاد مقاومت و حساسیت گیاهان خانواده کلمیان به شته مومی کلم می‌تواند در اثر وجود موم در آن‌ها باشد. در واقع موم در برگ‌های گیاهان این خانواده با مقاومت به شته مومی کلم ارتباط دارد و گیاهانی که موم کمتری داشتند نسبت به شته مومی کلم مقاوم‌تر هستند (۳۲). در حال حاضر ارقام مختلفی از کلزا در ایران کشت می‌شود که ممکن است از نظر مقاومت و حساسیت به شته مومی کلم با یکدیگر متفاوت باشند و طبق نتایج حاضر، استفاده از ژنوتیپ‌های مقاوم مانند هایولا ۳۰۸ و بخصوص زرفام که حساسیت کمتری نسبت به شته مومی کلم در مقایسه با سایر ژنوتیپ‌های مورد آزمایش داشتند، می‌تواند در مدیریت آفت مؤثر باشند.

درصد مرگ‌ومیر و عبارتی بقاء بیشتر شته مومی کلم را روی گیاه کلم مشاهده کردند (۳۳).

در میان ژنوتیپ‌های ذکر شده، حداکثر تعداد نتایج تولیدشده به ازای هر ماده در هر روز ( $m_x$ ) شته روی زرفام از سایر ژنوتیپ‌ها کمتر بود و سریع‌تر به صفر رسید. در حالی که، بیشترین این مقدار روی ژنوتیپ اکاپی بدست آمد و دیرتر از سایر ژنوتیپ‌ها به صفر رسید. چنانچه مشاهده می‌شود آلودگی مزارع کلزا به شته مومی کلم به مجموعه‌ای از عوامل زنده و غیرزنده بستگی دارد که فنولوژی و خصوصیات ژنتیکی گیاه، جمعیت اولیه شته و پتانسیل آن برای تولیدمثل از عوامل زنده می‌باشد (۲۲).

لاروسا و همکاران نیز اثر چهار ژنوتیپ کلزا را روی دوره رشد و نمو شته مومی کلم در شرایط آزمایشگاه (دمای ۲۰ درجه سلسیوس) بررسی نمودند و همانند نتایج حاضر نشان دادند که دوره نابالغ شته *B. brassicae* می‌تواند متأثر از نوع ژنوتیپ کلزا باشد بطوری که کوتاه‌ترین دوره نابالغ شته روی ژنوتیپ ایزالکو (Izalco) اتفاق افتاد (۲۷). همچنین، گلدسته و همکاران نشان دادند که رقم‌های مختلف گندم مورد آزمایش بر طول دوره نابالغ و طول عمر افراد کامل شته *S. graminum* اثر معنی‌دار داشتند (۱۹).

بسیاری از ویژگی‌های ذاتی گیاهان مانند مقدار مواد غذایی، ترکیبات شیمیایی ثانویه و شکل‌شناسی می‌تواند بر زادآوری، رشد و بقا حشرات گیاه‌خوار مؤثر باشند (۳۱). مطالعات نشان داده است که عوامل مختلفی چون گونه میزبان گیاهی، کیفیت گیاه میزبان مانند مقدار کربن، نیتروژن، متابولیت‌های دفاعی و خصوصیات فیزیکی گیاه همچون صافی، سفتی برگ، وجود کرک‌ها یا شکل و رنگ می‌تواند بر عملکرد حشرات گیاه‌خوار از جمله شته مومی کلم تأثیرگذار باشند (۴). نوع رژیم غذایی و تغذیه نه تنها بر شاخص‌های زیستی حشرات بلکه سایر موجودات نیز مؤثر است، بطوری که در پژوهشی دیگر نشان داده شد که

و شروع باروری می‌شود. پیشنهاد می‌شود در مناطقی که شته مومی کلم خسارت شدید ایجاد می‌کند از این دو ژنوتیپ بخصوص زرفام استفاده شود.

### سپاسگزاری

بدین وسیله از موسسه اصلاح نهال و بذر کرج بخاطر در اختیار گذاشتن بذر ژنوتیپ‌های مختلف کلزا سپاسگزاری می‌شود. این پژوهش با حمایت مالی دانشگاه تحصیلات تکمیلی صنعتی و فناوری پیشرفته و به شماره طرح ۷/۲۸۵۸ انجام شد.

باتوجه به مقادیر فراسنجه‌های جدول زندگی شته مومی کلم *B. brassicae* بنظر می‌رسد سه ژنوتیپ اکاپی، لیکورد و هایولا ۴۰۱ برای رشد و نمو و تولیدمثل شته مطلوب و نسبت به شته مومی کلم از مقاومت کمتری برخوردار هستند. نتایج تحقیق حاضر نشان داد که شته مومی کلم روی ژنوتیپ‌های هایولا ۳۰۸ و زرفام نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها دارای عملکرد ضعیف‌تری از نظر میزان باروری و سرعت رشد جمعیت نسبت به سه ژنوتیپ اکاپی، لیکورد و هایولا ۴۰۱ می‌باشد که این مسأله نشان‌دهنده مقاومت نسبی این دو ژنوتیپ به شته مومی کلم می‌باشد. همچنین، ژنوتیپ هایولا ۳۰۸ باعث کاهش طول دوره نابالغ شته مومی کلم و تسریع در رسیدن شته به مرحله بلوغ

### منابع

- صادقیان، م.، محسنی، م.، نعمت دوست‌حقی، ب.، و باقری، د.، ۱۳۹۵. مقایسه بهبود شاخص‌های رشد ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio* L.) در نتیجه تجویز آویشن شیرازی و *Zataria multiflora* Boiss) و ویتامین E خوراکی، پژوهش‌های جانوری، شماره ۲، صفحات ۱۹۵-۲۰۴.
- غیاثوند، ز.، احمدی، ز.، علامه، م.، و چنگیزی، ر.، ۱۳۹۵. اثر سطوح مختلف ویتامین C بر رشد، تغذیه، بازماندگی و برخی پارامترهای خونی و ایمنی ماهی آکواریومی بارب حلب (*Barbonymus schwanenfeldii*)، پژوهش‌های جانوری، شماره ۳، صفحات ۳۱۸-۳۲۶.
- Akkopru, E. P., Atlihan, R., Okut, H., and Chi, H., 2015. Demographic assessment of plant cultivar resistance to insect pests: A case study of the dusky-veined walnut aphid (Hemiptera: Callaphididae) on five walnut cultivars, *Journal of Economic Entomology*, 108(2), PP: 1-10.
- Amiri-Jami, A. R., Sadeghi, H., and Shoor, M., 2012. The performance of *Brevicoryne brassicae* on ornamental cabbages grown in CO<sub>2</sub>-enriched atmospheres, *Journal of Asia-Pacific Entomology*, 15(2), PP: 249-253.
- Awmack, C. S., and Leather, S. R., 2002. Host plant quality and fecundity in herbivorous insects: Annual, *Review Entomology*, 47(1), PP: 817-44.
- Barkhardar, B., Khalghani, J., Salehi Jouzani, G. H., Nouri, Ganbalani, G., and Shojai, M., 2012. Life Table and Population Parameters of *Schizaphis graminum* (Rondani) (Hemiptera: Aphididae) on Six Wheat Genotypes, *Entomological News*, 122(4), PP: 336-347.
- Bethke, J. A., Redak, R. A., and Schuch, U. K., 1998. Melon aphid performance on chrysanthemum as mediated by cultivar and differential levels of fertilization and irrigation, *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 18(1), PP: 41-47.
- Chi, H., and Liu, H., 1985. Two new methods for the study of insect population ecology.
- Chi, H., 1988. Life-table analysis incorporating both sexes and variable development rates among individuals, *Environmental Entomology*, 17, PP: 26-34.
- Chi, H., 2015. TWOSEX-MS Chart: computer program for age stage, two-sex life table analysis, Available on: <http://140.120.197.173/ecology/>.
- Chivasa, S., Ekpo, E., and Hicks, R., 2002. New hosts of turnip mosaic virus in Zimbabwe, *Plant pathology*, 51(3), 386 p.
- Cividanes, F. J., 2002. Age-specific life tables of *Brevicoryne brassicae* (Hemiptera: Aphididae) under field conditions, *Neotropical Entomology*, 31(3), PP: 419-428.
- Cole, R. A., 1997. The relative importance of glucosinolates and amino acids to the development of two aphid pests *Brevicoryne*



- brassicae* and *Myzus persicae* on wild and cultivated Brassica species, *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 85(2), PP: 121-133.
13. Costello, M. J., and Altieri, M. A., 1995. Abundance, growth rate and parasitism of *Brevicoryne brassicae* and *Myzus persicae* on broccoli grown in living mulches. *Agriculture, Ecosystem and Environment*, 52(2), PP: 187-196.
  14. Ellis, P. R., Kift, N. B., Pink, D. A. C., Jukes, P. L., Lynn, J., and Tatchell, G. M., 2000. Variation in resistance to the cabbage aphid (*Brevicoryne brassicae*) between and within wild and cultivated brassica species. *Genetic Resources and Crop Evaluation*, 47(4), PP: 395-401.
  15. Fathipour, Y., Hosseini, A., Talebi, A. A., Moharramipour, S., and Asgari, S., 2007. Effects of different temperatures on biological parameters of cabbage aphid, *Brevicoryne brassicae* (Hom., Aphididae), *Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources*, 9(2), PP: 185-193.
  16. Floate, K. D., and Fox, A. S., 2000. Flies under stress: a test of fluctuating asymmetry as a biomonitor of environmental quality, *Ecological Applications*. 10 (5), PP: 1541-1550.
  17. Gafar, M. S., and Eslam, M. H., 2007. The effect of water deficit during growth stage of oilseed rape (*Brassica napus*), *American-Eurasian Journal of Agriculture and Environmental Society*, 2(4), PP: 417-422.
  18. Giamoustaris, A., and Mithen, R., 1995. The effect of modifying the glucosinolate content of leaves of oilseed rape (*Brassica napus* ssp. *oleifera*) on its interaction with specialist and generalist pests, *Annual of Applied Biology*, 126(2), PP: 347-363.
  19. Goldasteh, S. H., Talebi, A. A., Rakhshani, E., and Goldasteh, S. H., 2012. Effect of four wheat cultivars on life table parameters of *Schizaphis graminum* (Hemiptera: Aphididae), *Journal Crop Protection*, 1(2), PP: 121-129.
  20. Goodman, D., 1982. Optimal life histories, optimal notation, and the value of reproductive value, *American Naturalist*, 119(6), PP: 803-823.
  21. Gorur, G., 2006. Developmental instability in cabbage aphid (*Brevicoryne brassicae*) populations exposed to heavy metal accumulated host plants, *Ecological Indicators*, 6(4), PP: 743-748.
  22. Hamed, M., and Gadomski, H., 1993. Screening of resistant oilseed Brassica against *Brevicoryne brassicae* (L.) aphids, *Proceeding of Pakistan Congress Zoology*, 13, PP: 353-8.
  23. Hasan, F., and Ansari, M. S., 2010. Effect of different Cole crops on the biological parameters of *Pieris brassicae* (L.) (Lepidoptera: Pieridae) under laboratory condition, *Journal of crop science and biotechnology*, 3, PP: 195-202.
  24. Hasan, F., and Ansari, M. S., 2011. Population growth of *Pieris brassicae* (L.) (Lepidoptera: Pieridae) on different Cole crops under laboratory conditions, *Journal of Pest Science*. 84, PP: 179-186.
  25. Kim, D. S., and Lee, J. H., 2002. Egg and larval survivorship of *Carposina sasakii* (Lepidoptera: Carposinidae) in apple and peach and their effects on adult population dynamics in orchards, *Environmental Entomology*, 31(4), PP: 686-692.
  26. Kumar, S., Saini, R. K., and Ram, P., 2009. Natural mortality of *Helicoverpa armigera* (Hübner) eggs in the cotton ecosystem, *Journal of Agricultural Science and Technology*, 11, PP: 17-25.
  27. La Rossa, R., Vasicek, A., Kiernan, A. M., and Paglioni, A., 2005. Biología y demografía de *Brevicoryne brassicae* (L.) (Hemiptera: Aphididae) sobre cuatro cultivares *Brassica oleracea* L. *Revista de la Agronomía UBA*, 23(1), PP: 87-91.
  28. Liu, Z., Li, D., Gong, P., and Wu, K., 2004. Life table studies of the cotton bollworm, *Helicoverpa armigera* (Hubner) (Lepidoptera: Noctuidae), on different host plants, *Environmental entomology*, 33, PP: 1570-1576.
  29. Mirmohammadi, S. H., Allahyari, H., Nematollahi, M. R., and Saboori, A., 2009. Effect of Host Plant on Biology and Life Table Parameters of *Brevicoryne brassicae* (Hemiptera: Aphididae), *Entomological Society of America*, 102(3), PP: 450-455.
  30. Sarwar, M., Ahmad, N., Siddiqui, Q. H., Ali, A., and Tofique, M., 2004. Genotypic response in oilseed rape (*Brassicae* species) against aphid (Aphididae: Homoptera) attack. *The Nucleus a Quarterly Scientific Journal of Pakistan Atomic Energy Commission NCLEAM*, 41, PP: 87-92.
  31. Slansky, F., and Feeny, P. P., 1977. Stabilization of the rate of nitrogen accumulation by larvae of the cabbage butterfly on wild and cultivated food plants, *Ecological Monographs*, 47, PP: 209-228.
  32. Stoner, K. A., 1990. Glossy leaf wax and plant resistance to insects in *Brassica oleracea* under natural infestation, *Environmental entomology*, 19, PP: 730-739.

33. Ulusoy, M. R., and Olmez-Bayhan, S., 2006. Effect of certain Brassica plants on biology of cabbage aphid *Brevicoryne brassicae* under laboratory conditions, *Phytoparasitica*, 34, PP: 133-138.
34. Wakisaka, S., Tsukuda, R., and Nakasuji, F., 1992. Effects of natural enemies, rainfall, temperature and host plants on survival and reproduction of the diamondback moth and other crucifer pests. In: Talekar, N.S. (Ed.), *Diamondback Moth and Other Crucifer Pests: Proceedings of the Second International Workshop*. Shanhua, Taiwan, PP: 16-36.
35. Zarpas, K. D., Margaritopoulos, J. T., Stathi, L., and Tsitsipis, J. A., 2006. Performance of cotton aphid *Aphis gossypii* (Hemiptera: Aphididae) lineages on cotton varieties, *International Journal of Pest Management*, 52(3), PP: 225-232.

### Effect of different genotypes of oilseed rape on fitness of the cabbage aphid, *Brevicoryne brassicae* (Hemiptera: Aphididae)

Elahii A.<sup>1</sup>, Shirvani A.<sup>1</sup> and Rashki M.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Plant Protection Dept., Faculty of Agriculture, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, I.R. of Iran

<sup>2</sup> Biodiversity Dept., Institute of Science and High Technology and Environmental Sciences, Graduate University of Advanced Technology, Kerman, I.R. of Iran

#### Abstract

The cabbage aphid, *Brevicoryne brassicae*, is the major oilseed rape pest throughout the world. In this research, the life table parameters and development time of the cabbage aphid on five oilseed rape genotypes including Okapi, Licord, Hyola401, Hyola308 and Zarfam were investigated (at 25±1°C, 60±5% RH, 16L: 8D). The test was carried out by using petri dishes containing leaf discs on 7% water-agar. The data were analyzed using a two-sex fertility life table and TWOSEX-MSChart software. The results showed that the Hyola308 and Zarfam genotypes decreased the  $r_m$ ,  $R_0$ ,  $GRR$  and  $\lambda$  values of the aphid, *B. brassicae*. The values of  $r_m$ ,  $R_0$ ,  $GRR$  and  $\lambda$  for the aphid on the Hyola308 were obtained 0.22±0.01 female/female/day, 10.56±2.07 female/female/generation, 26.24±2.86 female/female and 1.24±0.02 day<sup>-1</sup>, respectively and on the Zarfam genotype were gained 0.17±0.02 female/female/day, 6.51±1.43 female/female/generation, 16.49±1.64 female/female and 1.19±0.02 day<sup>-1</sup>, respectively. The type of genotype oilseed rape had no significant effect on the mean generation time ( $T$ ) of the cabbage aphid. The lowest mean fecundity of the aphid was observed for the Zarfam genotype with the value of 12.18±0.98 females. The longevity of the adults on the Okapi (14.43±0.87 days) and Licord (14.43±0.86 days) genotypes were significantly longer than the Hyola308 (10.60±0.70 days) and Zarfam (10.71±0.64 days) genotypes. Totally, the results showed the presence of the resistance of the Hyola308, especially Zarfam genotype to *B. brassicae* that can promote the integrated programs against the cabbage aphid.

**Key words:** Fecundity, life table, development time, genotype