

## تأثیر گرده افشاری بر کمیت و کیفیت بذر سه رقم پائیزه کلزا (*Brassica napus L.*) در منطقه اصفهان

محمد رضا پردل<sup>۱</sup>، رحیم عبادی<sup>۱</sup>، مصطفی مبلی<sup>۲</sup> و بیژن حاتمی<sup>۱</sup>

### چکیده

در تولید بذر کلزا، تلقیح و باروری گل‌های آن دارای اهمیت ویژه می‌باشد. به منظور مطالعه تأثیر حشرات گرده افشاری، بر کمیت و کیفیت بذر کلزا، سه رقم کلزا به اسمی اکاپی، طلایه و اس.ال.ام. انتخاب و در آزمایشی به صورت کرت‌های خرد شده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار در اصفهان مورد مقایسه قرار گرفتند. کرت‌های اصلی ارقام کلزا و کرت‌های فرعی شامل گرده افشاری آزاد و جلوگیری از گرده افشاری حشرات با کشیدن توری پارچه‌ای روی بوته‌ها بود. نتایج نشان داد که به طور میانگین بوته‌های گرده افشاری شده توسط حشرات ۱۰/۵ روز زودتر از بوته‌های گرده افشاری نشده قابل برداشت بودند. گرده افشاری موجب افزایش تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و وزن هزار دانه به ترتیب به میزان ۱۴/۳، ۲۳/۵ و ۱۰ درصد شد. هم‌چنین عملکرد دانه در اثر گرده افشاری توسط حشرات ۵۳ درصد افزایش یافت. گرده افشاری موجب کاهش رطوبت بذر به میزان ۳/۱۵ درصد شد ولی روی درصد روغن و درصد جوانه‌زنی اختلاف معنی‌داری را نداشت. هم‌چنین زمان لازم برای جوانه زدن بذر حدود ۳ ساعت کاهش یافت. بین ارقام مختلف از نظر درصد روغن و تعداد ساعات لازم برای جوانه‌زنی بذر اختلاف معنی داری وجود داشت. کمترین درصد روغن به رقم اکاپی (۴۰/۸ درصد) و بیشترین مقدار آن به رقم طلایه (۴۵/۵ درصد) تعلق داشت. اثر متقابل بین رقم و گرده افشاری از نظر زمان لازم تا رسیدن بذر، درصد روغن و درصد رطوبت بذر معنی‌دار بود، به طوری که تأثیر گرده افشاری برای ارقام مختلف از نظر این سه صفت متفاوت بود.

واژه‌های کلیدی: رقم، کلزا، کمیت و کیفیت بذر، گرده افشاری

### مقدمه

صورت گرفته است. لوویکس و ورگ (۲۰) از افزایش پنجاه درصدی در میزان بذر در هر غلاف با اشباع مزرعه با کندوی زنبور عسل گزارش نمودند. کوتنسکی (۱۹) بیان کرد که گرده افشاری زنبورها روی کلزا، رقم *arvensis*، موجب افزایش

کلزا (*Brassica napus*, L.) به عنوان یکی از مهم‌ترین گیاهان روغنی در سطح جهان مطرح می‌باشد (۱۲). در خصوص عامل و تأثیر گرده افشاری روی تولید بذر آن مطالعات بحث انگیزی

۱. به ترتیب دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، استاد و دانشیار گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان  
۲. دانشیار باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

این پژوهش نیز به منظور مطالعه تأثیر گرده افشاری توسط حشرات روی کمیت و کیفیت بذر سه رقم کلزا انجام شد.

## مواد و روش‌ها

این مطالعه در مزرعه آموزشی و پژوهشی لورک دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان واقع در ۴۰ کیلومتری جنوب غربی اصفهان در سال زراعی ۱۳۸۲-۸۳ انجام گردید. آزمایش به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۴ تکرار انجام گردید. کرت‌های اصلی شامل ۳ رقم کلزا به اسمی طلایه، اکاپی و اس.ال.ام و کرت‌های فرعی شامل گرده افشاری توسط حشرات با استفاده از کلنی‌های زنبور عسل در فضای آزاد و بدون گرده افشاری توسط حشرات با کشیدن توری پارچه‌ای روی بوته‌ها بود. در ابتدا زمین مزرعه به عمق حدود ۲۵ سانتی متر سخنم و دو بار دیسک عمود بر هم زده شد تا بستر کاشت به خوبی آماده و نرم گردد. سپس کود فسفات آمونیوم به میزان ۱۵۰ کیلوگرم و کود اوره ۴۶ درصد به میزان ۵۰ کیلوگرم در هکتار به زمین اضافه شد و در نهایت زمین کرت‌بندی گردید. کود اوره به میزان ۵۰ کیلوگرم در هکتار در دو نوبت دیگر نیز به هنگام ساقه رفت و در هنگام باز شدن گل به زمین داده شد. هر کرت به طول چهار متر و عرض سه متر بود. در ده سوم شهریور (۱۳۸۲/۶/۲۴) بذرها با دست کشت و بلاfaciale آبیاری گردید. فاصله خطوط کشت ۲۵ سانتی متر و عمق کاشت حدود یک سانتی متر بود که بدین ترتیب در هر کرت ده خط به طول چهار متر کاشته شد. پنج خط جهت گرده افشاری آزاد توسط حشرات و پنج خط دیگر به تیمار بدون گرده افشاری اختصاص داده شد. بدین منظور قبل از این که گلچه‌ها باز شوند، روی نصف هر کرت آزمایشی (۵ ردیف یک طرف کرت) قفس‌های فلزی  $4 \times 1/5$  متر و به ارتفاع حدود  $1/8$  متر تعییه و روی آنها توری پارچه‌ای ریز بافت کشیده شد به‌طوری که هیچ حشره‌ای نتواند وارد قفس شود و روی گل‌های کلزا فعالیت کند. طی دوره رشد و نمو، بوته‌ها به فاصله سه سانتی متر روی ردیف تک شدند، آبیاری به روش معمول منطقه و علفزنی با دست

عملکرد بذر آن به میزان ۶۴ درصد گردید. بررسی‌های وسلی (۲۵) نیز نشان داد که وجود زنبورها موجب افزایش عملکرد بذر کلزا می‌گردد. ژیلبرت گزارش کرد ارقام کلزای اصلاح شده ضمن افزایش مقاومت در مقابل آفات، با داشتن شهد گل بیشتر و با کیفیت بهتر موجب جلب بیشتر زنبوران عسل گردیده و به تبع آن محصول کلزا افزایش یافت (۱۷). هم‌چنین سامرولی مستندًا گزارش نمود که فعالیت زنبوران عسل روی ارقام کلزا در استرالیا موجب افزایش محصول گردید (۲۴). مایرهوف (۲۱) نشان داد که زنبورها در کلزا موجب افزایش ۶/۱ درصدی در طول غلاف و افزایش ۱۲/۶ درصدی وزن بذر می‌شوند. او هم‌چنین گزارش کرد که با حضور حشرات گرده افشار تعداد بذر در هر غلاف، طول غلاف، تعداد غلاف و وزن هزار دانه به ترتیب  $2/6$ ،  $5/3/1$ ،  $6/1$  و  $11/7$  درصد افزایش یافت (۲۱). اما در مقابل، عده دیگری از پژوهشگران باد را تنها عامل گرده افشاری کلزا می‌دانند و معتقدند به دلیل خودگشتنی بالای این گیاه، حتی بدون وجود حشرات، عملکرد آن کاهش چندانی پیدا نمی‌کند. برای نمونه، کرین (۱۳) گزارش کرد که وقتی جلوی فعالیت حشرات گرده افشار روی کلزا گرفته شد، در عملکرد محصول اختلاف معنی داری مشاهده نشد. هم‌چنین السون (۲۲) عقیده دارد که حشرات موجب افزایش معنی داری در عملکرد کلزا نمی‌شوند و باد مهم‌ترین عامل گرده افشاری کلزاست. ویلیامز و همکاران (۳۰) نیز عقیده دارند که باد تنها عامل موثر در گرده افشاری کلز است.

علاوه بر این گزارش شده است که قدرت جوانه زنی بذر بوته‌های گرده افشاری شده توسط حشرات معمولاً بیشتر از بذر بوته‌هایی است که گرده افشاری نشده‌اند (۶، ۷ و ۹). راجنکو (۲۳) حضور حشرات گرده افشار را در افزایش تشکیل بذر، کیفیت بذر، انرژی جوانه‌زنی و روغن مؤثر می‌داند. با وجود این، در مطالعات ویلیامز و همکاران روی کلزا از نظر وزن هزاردانه، عملکرد در واحد سطح و درصد روغن بین ارقام گرده افشاری شده و بدون گرده افشاری توسط حشرات تفاوت معنی داری مشاهده نشد (۲۷، ۲۸، ۲۹ و ۳۰).

و سپس توسط الک و باد دادن در برابر هوا، بذرها از کاه و کلش جدا شد. کل بذرهای هر تیمار به طور جداگانه در پاکت‌های کاغذی قرار داده شد و مشخصات آن روی برچسب نوشته شد. بذرهای جدا شده به وسیله ترازوی دیجیتال توزین شد و عملکرد هر واحد آزمایشی به دست آمد. لازم به توضیح است که نمونه‌هایی که قبلًا جهت شمارش تعداد غلاف در بوته و بذر در غلاف برداشت شده بود نیز در تعیین عملکرد منظور شدند. با توجه به این که در هر کرت بعد از حذف حاشیه‌ها سه خط با طول دو متر برداشت شد و فاصله خطوط ۲۵ سانتی متر بود، لذا عملکرد در  $1/5$  متر مربع تعیین و سپس در هکتار محاسبه گردید.

#### ۴. وزن هزاردانه

پس از بوخاری و تمیز کردن بذرها، از هر یک از تیمارها و تکرارها به طور جداگانه هزار دانه به وسیله دستگاه شمارنده بذر شمارش و با ترازوی دیجیتال توزین شد و وزن هزار دانه در جدول مربوطه یادداشت گردید.

#### ۵. درصد و سرعت جوانه زنی بذر

دو عامل عمده تعیین کننده کیفیت بذر، قدرت بذر و جثه نهال بذری (دانه‌های) است. قدرت بذر معمولاً به وسیله دو عامل درصد جوانه زدن و سرعت جوانه زدن اندازه گیری می‌شود (۱). در این بررسی ابتدا دانه‌های پوک و چروکیده از دانه‌های سالم جدا شدند و سپس چهار نمونه ۱۰۰ عددی از بذرهای هر تیمار شمارش شد. برای هر تیمار از چهار عدد ظرف پتری ۹ سانتی‌متری که قبلًا به مدت ۴۸ ساعت در آون در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد استریل شده بود استفاده گردید. در کف هر پتری یک لایه کاغذ صافی قرار گرفت و ۱۰۰ عدد بذر هر نمونه به طور یک‌نواخت روی آن ریخته شد و برچسب زده شد. به هر یک از پتری‌های حاوی بذر، ۷ میلی لیتر آب مقطّر حاوی قارچ کش تیرام ۸۰ درصد به نسبت یک در هزار برای جلوگیری از آلودگی بعدی به قارچ اضافه شد. پتری‌ها در

انجام گرفت. هم‌چنین دو نوبت علیه شته مومنی کلم *(Brevicoryne brassicae)* با سموم امولسیون متاسیستوکس ۵۰ درصد به نسبت ۱/۵ در هزار در تاریخ ۱۳۸۲/۱۲/۲۴ و سم پرمور ۲۵ درصد به نسبت یک در هزار در تاریخ ۸۳/۲/۲۵ سempاپاشی شد. در هر واحد آزمایشی دو ردیف کناری از هر کدام از پنج خط به عنوان آثار حاشیه‌ای و سه خط وسط برای یادداشت برداری و نمونه‌گیری در نظر گرفته شد.

#### اندازه‌گیری‌ها

##### ۱. زمان رسیدن دانه

موقعی که در هر کرت چهل درصد از دانه‌های درون غلاف‌ها تغییر رنگ داده و قهوه‌ای روشن تا سیاه بشوند، زمان رسیدن دانه جهت برداشت دستی تلقی می‌گردد (۲، ۳، ۴، ۵، ۶، ۷). در این بررسی نیز زمان رسیدن دانه‌ها در هر واحد آزمایشی بر مبنای چهل درصد تغییر رنگ آنها و به کمک نمونه‌برداری هر بار با انتخاب ۱۰ بوته از ردیف‌های مورد نظر تعیین گردید.

##### ۲. تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در غلاف

از هر کرت ۱۰ بوته انتخاب و تعداد غلاف آنها شمارش گردید. پس از آن غلاف‌ها را باز نموده و بذرها خارج و شمارش گردیدند و بر تعداد غلاف تقسیم گردید تا تعداد دانه در غلاف به دست آید.

برای برداشت که در هفته دوم خرداد (۱۳۸۳/۳/۱۲) هم زمان انجام شد، ابتدا ردیف‌های حاشیه‌ای از طرفین و یک متر ابتداء و انتهای هر کرت حذف و سپس هر تیمار به طور جداگانه برداشت شد و قسمت‌های بریده شده گیاه همراه با غلاف‌ها در درون کیسه گونی ریخته شد و به انبار منتقل گردید. در انبار محسول هر تیمار به مدت یک هفته برای خشک شدن در برابر هوای آزاد قرار داده شد تا دانه‌ها براحتی از غلاف‌ها جدا شوند.

##### ۳. تعیین عملکرد دانه

بعد از خشک شدن بوته‌ها در انبار، بوته‌های هر کرت ابتدا در گونی به وسیله چوب کوبیده شد تا دانه‌ها از غلاف جدا شوند

دماهی ۱۰۳ درجه سانتی گراد به مدت ۲۴ ساعت خشک گردید (۳۰). سپس مقدار روغن تولیدی هر تیمار با روش سوکسله (Soxhlet) (۱۱) اندازه گیری گردید.

### تجزیه آماری داده‌ها

کلیه داده‌های مربوط به تعداد روز تا رسیدن دانه، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، وزن هزار دانه، عملکرد در هکتار، درصد رطوبت دانه و درصد روغن دانه برای ارقام مختلف گرده افشاری شده و گرده افشاری نشده با آزمایش کرت های خرد شده در طرح بلوک های کامل تصادفی در چهار تکرار و نیز داده های مربوط به درصد جوانه زنی و سرعت جوانه زنی با آزمایش کرت های خرد شده در طرح کاملاً تصادفی در چهار تکرار و با کمک نرم افزار SAS محاسبه و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. مقایسه میانگین ها نیز به روش آزمون دانکن صورت گرفت.

### نتایج و بحث

#### شمار روز تا رسیدن دانه

گرده افشاری توسط حشرات تأثیر معنی داری بر زمان لازم جهت رسیدن دانه داشت ( $p \leq 0.01$ ). میانگین شمار روز لازم از زمان کاشت تا برداشت در ارقام گرده افشاری نشده ۲۵/۲۵ روز و در ارقام گرده افشاری شده توسط حشرات ۷۵/۴۶ روز بود. بنابراین ارقام گرده افشاری شده به طور میانگین ۵/۱۰ روز زودتر از ارقام گرده افشاری نشده قابل برداشت بودند (جدول ۱). تسریع در رسیدن بذر در اثر گرده افشاری توسط حشرات شاید به دلیل تلقیح زودتر ناشی از گرده افشاری حشرات و در پی آن تشکیل زودتر دانه باشد، در حالی که در صورت عدم وجود حشرات گرده افshan کالله مدت زمان بیشتری پذیرای دانه گرده می ماند تا زمانی که دانه گرده ای توسط نیروی ثقل یا باد به آن بر سد (۶ و ۷). در پژوهش دیگری نیز نشان داده شد که حضور زنبور عسل موجب تلقیح سریع تر گل، ریختن زودتر گلبرگ ها و رسیدگی سریع تر دانه کلزا می گردد (۱۰).

ژرمیناتور با دماهی ۱۵ درجه سانتی گراد و در برابر نور به طور شبانه روز قرار داده شد. از زمان شروع آزمایش تا وقتی که جوانه زدن تقریباً متوقف شد هر هشت ساعت یکبار، تعداد بذر های جوانه زده در هر پتري شمارش و یادداشت گردید. این اطلاعات برای محاسبه درصد و سرعت جوانه زنی به کار رفت.

#### الف) درصد جوانه زنی بذر

تعداد بذرها جوانه زده در هر پتري بعد از هفت روز به عنوان درصد جوانه زنی در نظر گرفته شدند. چون درصد جوانه زنی کلزا در دماهی ۱۵ درجه سانتی گراد معمولاً بعد از هفت روز متوقف می شود (۱۵).

#### ب) سرعت جوانه زنی بذر

میانگین تعداد ساعات لازم برای جوانه زدن، به عنوان شاخصی جهت سرعت جوانه زدن، با استفاده از فرمول زیر برای هر پتري محاسبه گردید (۱):

$$\text{Meandays} = \frac{n_1 t_1 + n_2 t_2 + \dots + n_x t_x}{N}$$

$n$  = تعداد بذر های جوانه زده در فواصل زمانی پی در پی (فاصله زمانی شمارش برای این آزمایش ۸ ساعت بود).

$t$  = زمان بین شروع آزمایش و پایان هر دوره اندازه گیری (در این آزمایش بر حسب ساعت)

$N$  = تعداد کل بذر های جوانه زده

#### ۶. تعیین درصد رطوبت بذر

از هر تیمار هزار دانه جدا و توسط ترازوی دیجیتال وزن و پس از قرار دادن در آون بادمهای ۱۰۳ درجه سانتی گراد به مدت ۲۴ ساعت، دوباره توزین شد (۳۰). سپس درصد رطوبت بذر محاسبه گردید.

#### ۷. تعیین درصد روغن دانه

از هر تیمار یک نمونه پنج گرمی بذر تهیه و ابتدا در آون با

جدول ۱. تأثیر گرده افشاری و نقش رقم بر میانگین شمار روز تا رسیدگی\*

رقم	گرده افشاری نشده	گرده افشاری شده	میانگین
اکاپی	۲۵۷/۵۰ <sup>a</sup>	۲۴۶/۵۰ <sup>ab</sup>	۲۵۲/۰۰ <sup>A</sup>
طلایه	۲۵۷/۰۰ <sup>a</sup>	۲۴۵/۵۰ <sup>b</sup>	۲۵۱/۲۵ <sup>A</sup>
اس.ال.ام.	۲۵۷/۲۵ <sup>a</sup>	۲۴۸/۲۵ <sup>a</sup>	۲۵۲/۷۵ <sup>A</sup>
میانگین	۲۵۷/۲۵ <sup>A</sup>	۲۴۶/۷۵ <sup>B</sup>	

\*: برای هر عامل آزمایشی میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف بزرگ مشابه هستند و در سایر موارد میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف کوچک مشابه هستند در سطح احتمال ۵ درصد براساس آزمون دانکن اختلاف معنی داری ندارند.

جدول ۲. تأثیر گرده افشاری بر میانگین صفات اندازه گیری شده\*

صفت	گرده افشاری نشده	گرده افشاری شده	میانگین
تعداد غلاف در بوته	۱۱۳/۸۳ <sup>b</sup>	۱۳۰/۰۸ <sup>a</sup>	
تعداد دانه در غلاف	۱۴/۵۱ <sup>b</sup>	۱۷/۹۲ <sup>a</sup>	
عملکرد در هکتار(کیلوگرم)	۲۹۸۴/۳۶ <sup>b</sup>	۴۵۸۸/۷۹ <sup>a</sup>	
وزن هزار دانه(گرم)	۳/۵۹ <sup>b</sup>	۳/۹۵ <sup>a</sup>	
درصد جوانه زنی	۸۸/۳۳ <sup>a</sup>	۸۹/۳۳ <sup>a</sup>	

\*: در هر ردیف میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف کوچک مشابه هستند در سطح احتمال ۵٪ بر اساس آزمون دانکن اختلاف معنی داری ندارند.

در بوته را به میزان ۱۶/۳ غلاف (۱۴/۳ درصد) افزایش داد (جدول ۲). مایه‌هوف نیز نشان داد که تعداد غلاف در بوته در ارقام گرده افشاری شده کلزا، ۱/۶ درصد بیشتر از ارقام گرده افشاری نشده بود (۲۱). ویلیامز و همکاران (۳۰) نیز گزارش کردند که تعداد غلاف در بوته در کلزا در حضور زنبور عسل افزایش می‌باید. دلیل این مسئله احتمالاً لقادح تعداد زیادتری گل توسط حشرات گرده‌افشار و در نتیجه تشکیل تعداد غلاف بیشتر می‌باشد. در ضمن تجزیه و تحلیل داده‌ها نشان داد که بین ارقام کلزا از نظر تعداد غلاف در بوته اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. اثر متقابل معنی‌دار بین گرده‌افشاری و رقم نیز در این رابطه وجود نداشت. به عبارت دیگر تأثیر گرده افشاری در ارقام مختلف یکسان بود.

اثر متقابل رقم و گرده افشاری از نظر زمان رسیدن دانه در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود. این بدان معنی است که تأثیر گرده افشاری روی زمان رسیدن دانه در ارقام مختلف کلزا یکسان نیست. در حالی که گرده افشاری در مجموع ۱۰/۵ روز رسیدن بذر را تسريع کرد، برای رقم اس.ال.ام. این زمان ۹ روز و برای رقم طلایه ۱۱/۵ روز بود (جدول ۱).

**تعداد غلاف در بوته**  
گرده افشاری توسط حشرات تأثیر معنی‌داری بر تعداد غلاف در بوته داشت ( $p \leq 0.01$ ). میانگین تعداد غلاف در بوته در بوته‌های گرده افشاری نشده ۱۱۳/۸ و در بوته‌های گرده افشاری شده ۱۳۰/۱ غلاف بود. به طوری که گرده افشاری تعداد غلاف

افزایش تعداد غلاف در بوته، تعداد بذر در غلاف و وزن هزاردانه در اثر گرده افشاری (جدول ۲)، عملکرد بذر در بوته و هكتار نیز افزایش می‌یابد. ضمناً اثر متقابل رقم با گرده‌افشاری برای عملکرد دانه معنی‌دار نبود.

### وزن هزاردانه

گرده‌افشاری توسط حشرات تأثیر معنی‌داری در افزایش وزن هزاردانه داشت ( $P \leq 0.01$ ). میانگین وزن هزار دانه تولید شده در بوته‌های گرده افشاری نشده  $3/59$  گرم و در بوته‌های گرده افشاری شده  $3/95$  گرم بود. بنابراین گرده افشاری موجب شد که وزن هزار دانه  $10$  درصد افزایش یابد (جدول ۲). نتایج این آزمایش مشابه یافته‌های مایر هووف می‌باشد که نشان داد وزن هزار دانه در ارقام گرده افشاری شده کلزا  $12/6$  درصد بیشتر از ارقام گرده افشاری نشده بود (۲۱). بر عکس فری عنوان نمود که حضور حشرات گرده افشار در کلزا اگرچه تعداد دانه را افزایش داد ولی وزن هزاردانه تغییر معنی‌داری را نشان نداد (۱۶). احتمالاً دلیل بیشتر بودن وزن هزار دانه در ارقام گرده افشاری شده در این بررسی مربوط به زودتر رسیدن بذرها و نیز ذخیره بیشتر مواد غذایی در دانه‌ها می‌باشد. ضمناً اثر متقابل گرده‌افشاری و رقم، بر وزن هزار دانه معنی‌دار نبود.

### درصد و سرعت جوانه زنی

گرده افشاری تأثیر معنی‌داری بر درصد جوانه زنی بذرها نداشت (جدول ۲). لیکن تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال  $5$  درصد بر میانگین زمان لازم برای جوانه زنی داشت (جدول ۳). میانگین زمان لازم برای جوانه زنی در ارقام گرده افشاری نشده  $85/33$  ساعت و در ارقام گرده افشاری شده  $82/48$  ساعت بود. لذا گرده افشاری زمان لازم برای جوانه زنی بذور را حدود  $3$  ساعت کاهش داد. مطالعات قبلی نیز نشان دادند که حضور حشرات گرده افشار می‌تواند در افزایش انرژی جوانه زنی و سبزشدن گیاه تأثیر بگذارد (۱۳ و ۱۸). مایر هووف گزارش کرد که قدرت جوانه زنی در بوته‌های گرده افشاری شده کلزا  $7/3$  درصد بیشتر

### تعداد دانه در غلاف

گرده افشاری تأثیر معنی‌داری بر تعداد دانه در غلاف داشت ( $P \leq 0.01$ ). میانگین تعداد دانه در غلاف در بوته‌های گرده افشاری نشده  $14/5$  و در بوته‌های گرده افشاری شده  $17/9$  دانه بود. لذا گرده افشاری توسط حشرات باعث شد که به‌طور میانگین در هر غلاف  $23/5$  درصد دانه بیشتر در مقایسه با بوته‌های گرده افشاری نشده تشکیل گردد (جدول ۲). مایر هووف گزارش کرد که تعداد دانه در غلاف در ارقام گرده افشاری شده کلزا بیشتر از ارقام گرده افشاری نشده بود (۲۱). ویلیامز و همکاران نیز گزارش کرد که حضور زنبور عسل موجب افزایش  $20-51$  درصدی در تعداد بذر در غلاف کلزا می‌گردد (۳۰). علت تولید دانه بیشتر در غلاف شاید این باشد که مادگی و پرچم یک گل کلزا، هم زمان نمی‌رسند (Protandrous) (۱۴). لذا حضور حشرات گرده افشار موجب انتقال گرده و بالابردن درصد تلقيق می‌گردد. در نتیجه تعداد دانه در غلاف افزایش می‌یابد. تجزیه آماری داده‌ها نیز نشان داد که بین ارقام از نظر تعداد بذر در غلاف اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. هم‌چنین تأثیر گرده افشاری در ارقام مختلف از این نظر نیز یکسان بود.

### عملکرد دانه

گرده افشاری تأثیر معنی‌داری بر عملکرد دانه در هكتار داشت ( $P \leq 0.01$ ). میانگین عملکرد دانه در بوته‌های گرده افشاری نشده  $2984/4$  کیلوگرم و در بوته‌های گرده‌افشاری شده  $4588/8$  کیلوگرم در هكتار بود. لذا به‌طور میانگین عملکرد در هكتار در اثر گرده افشاری توسط حشرات  $53$  درصد افزایش یافت (جدول ۲). کوتنسکی (۱۹) افزایش عملکرد دانه در ارقام گرده افشاری شده توسط حشرات را در گونه *Brassica alba* تا  $66$  درصد گزارش کرد. کوتنسکی (۱۹۵۸) هم‌چنین گزارش کرد که اگر کندوهای زنبور عسل در مجاورت مزرعه کلزا قرار داده شود افزایش عملکرد به  $40$  درصد خواهد رسید (نقل از ۲۶). سایرین نیز حضور زنبور عسل در مزرعه کلزا را موجب افزایش عملکرد ذکر کردند (۱۷ و ۲۴). به هر حال روشن است که با

جدول ۳. تأثیر گرده افشاری و نقش رقم بر میانگین زمان لازم (ساعت) برای جوانه زنی\*

رقم	گرده افشاری نشده	گرده افشاری شده	میانگین
اکاپی	۸۸/۶۲ <sup>a</sup>	۸۳/۳۹ <sup>a</sup>	۸۵/۵۰ <sup>B</sup>
طلایه	۸۵/۲۹ <sup>a</sup>	۸۳/۹۵ <sup>a</sup>	۸۴/۶۲ <sup>B</sup>
اس.ال.ام.	۸۳/۰۸ <sup>a</sup>	۸۰/۱۰ <sup>a</sup>	۸۱/۵۹ <sup>A</sup>
میانگین	۸۵/۳۳ <sup>A</sup>	۸۲/۴۸ <sup>B</sup>	

\* : برای هر عامل آزمایشی میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف بزرگ مشابه هستند و در سایر موارد میانگین‌هایی که دارای حد اقل یک حرف کوچک مشابه هستند در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون دانکن اختلاف معنی‌داری ندارند.

جدول ۴. تأثیر گرده افشاری و نقش رقم بر میانگین درصد رطوبت بذر\*

رقم	گرده افشاری نشده	گرده افشاری شده	میانگین
اکاپی	۱۲/۳۴ <sup>a</sup>	۹/۹۷ <sup>b</sup>	۱۱/۱۵ <sup>A</sup>
طلایه	۱۲/۵۳ <sup>a</sup>	۹/۳۶ <sup>bc</sup>	۱۰/۹۵ <sup>A</sup>
اس.ال.ام.	۱۲/۹۶ <sup>a</sup>	۹/۰۴ <sup>c</sup>	۱۱/۰۰ <sup>A</sup>
میانگین	۱۲/۶۱ <sup>A</sup>	۹/۴۶ <sup>B</sup>	

\* : برای هر عامل آزمایشی میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف بزرگ مشابه هستند و در سایر موارد میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف کوچک مشابه هستند در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون دانکن اختلاف معنی‌داری ندارند.

بذرها در بوته‌های گرده افشاری نشده ۱۲/۶۱ و در بوته‌های گرده افشاری شده ۹/۴۶ درصد بود. لذا گرده افشاری به طور میانگین ۳/۱۵ درصد رطوبت بذر را در زمان برداشت کاهش داده است (جدول ۴). علت آن شاید رسیدگی زودتر بذرها در بوته‌های گرده افشاری شده به دلیل تلقیح زودتر باشد. بنابراین رطوبت کمتری نسبت به ارقام گرده افشاری نشده دارد. در مطالعه حاضر گرده افشاری باعث گردید تا بذرها ۱۰/۵ روز زودتر برستند (جدول ۱) و در نتیجه آب خود را تا زمان برداشت هم‌زمان مزرعه بیشتر از دست دادند. درصد رطوبت بذر در ارقام مختلف مشابه بود، ولی به دلیل اثر متقابل معنی دار بین گرده افشاری و رقم، گرده افشاری میزان رطوبت بذر را در رقم اس.ال.ام. بیشتر از اکاپی کاهش داد و رقم طلایه در مرتبه بینایین قرار داشت (جدول ۴).

از بوته‌های گرده افشاری نشده بود (۲۱). راچنکو نیز حضور حشرات گرده افshan را در افزایش جوانه زنی و سبزشدن گیاه مؤثر می‌داند (۲۳). در آزمایش حاضر وزن هزاردانه در بوته‌های گرده افشاری شده افزایش نشان داد (جدول ۲). بنابراین ذخیره بذر بیشتر بوده و به همین دلیل زودتر جوانه زده است. گرچه ارقام مورد آزمایش از نظر درصد جوانه زنی تفاوتی نشان ندادند، لیکن از نظر زمان لازم برای جوانه زنی اختلاف معنی‌داری نشان دادند ( $P \leq 0.05$ ) به‌طوری که رقم اس.ال.ام. سریع‌تر از بقیه جوانه زد (جدول ۳).

#### درصد رطوبت بذر

گرده افشاری توسط حشرات تأثیر معنی‌داری ( $P \leq 0.01$ ) بر درصد رطوبت بذر داشت (جدول ۴). میانگین درصد رطوبت

جدول ۵ . تأثیرگرده افشاری و نقش رقم بر میانگین درصد روغن دانه\*

میانگین	گرده افشاری شده	گرده افشاری نشده	رقم
۴۰/۷۵ <sup>B</sup>	۴۱/۹۹ <sup>b</sup>	۳۹/۵۱ <sup>b</sup>	اکاپی
۴۵/۴۹ <sup>A</sup>	۴۶/۰۲ <sup>a</sup>	۴۴/۹۶ <sup>a</sup>	طلایه
۴۴/۷۴ <sup>A</sup>	۴۵/۴۷ <sup>a</sup>	۴۴/۰۱ <sup>ab</sup>	اس.ال.ام.
	۴۴/۴۹ <sup>A</sup>	۴۲/۸۳ <sup>A</sup>	میانگین

\* : برای هر عامل آزمایشی میانگین هایی که حداقل دارای یک حرف بزرگ مشابه هستند و در سایر موارد میانگین هایی که دارای حداقل یک حرف کوچک مشابه هستند در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون دانکن اختلاف معنی داری ندارند.

### روغن را داشتند (جدول ۵). احتمالاً علت تفاوت درصد روغن

بین ارقام مورد آزمایش به دلیل خصوصیات ژنتیکی این ارقام است. به حال این نتایج با نتایج ویلیامز و همکاران (۳۰) که در پژوهشی نشان دادند که ارقام مختلف کلزا از نظر درصد روغن تفاوت معنی داری ندارند، مطابقت نداشت.

با توجه به نتایج حاصل از این تحقیق، اگرچه گرده افشاری کلزا توسط حشرات روی میزان روغن ارقام مورد آزمایش تأثیر قابل توجهی نداشت ولی در مجموع گرده افشاری توسط حشرات موجب افزایش کمی و کیفی محصول کلزا گردید.

### سپاسگزاری

از وزارت جهاد کشاورزی و جهاد کشاورزی استان فارس به خاطر تأمین بخشی از بودجه این پژوهش قدردانی می گردد. همچنین از آقایان مهندس محمدرضا باغانها و پرویز سبزواری به خاطر کمک در انجام آزمایش های بذر تشکر و قدردانی می گردد.

گرده افشاری توسط حشرات تأثیر معنی داری بر درصد روغن دانه نداشت (جدول ۵). در این رابطه ویلیامز و همکاران (۳۰) نیز گزارش کرد که درصد روغن دانه در بوته های گرده افشاری شده و گرده افشاری نشده اختلاف معنی داری را نشان ندادند. لیکن فری (۱۶) نشان داد که روغن دانه در نتیجه فعالیت حشرات گرده افشاری ۲۰-۱۰ درصد افزایش داشته است. پریش نیز حضور حشرات گرده افشار را در افزایش درصد روغن مؤثر دانست (نقل از ۱۳). به دلیل درصد خودگشتنی بالاتر ارقام جدید، امکان دارد که تغییرات درصد روغن مشهود نباشد. به هر صورت شاید گرده افشاری موجب تغییر ترکیبات دانه کلزا مانند اسید اروسیک و گلوکوزینولیت گردد که بهتر است در آینده با آزمایش های تجزیه روغن تغییرات این ترکیبات بررسی گردد.

ارقام از نظر میانگین درصد روغن دانه اختلاف معنی داری را نشان دادند ( $0/01 \leq p \leq 0/05$ ). رقم اکاپی با میانگین ۴۰/۷۵ درصد کمترین و رقم طلایه با میانگین ۴۵/۴۹ درصد بیشترین مقدار

### درصد روغن دانه

### منابع مورد استفاده

- خوشخوی، م. ۱۳۷۵. گیاه افرائی (ازدیاد نباتات). انتشارات دانشگاه شیراز.
- خوش نظر پرشکوهی، ر. ۱۳۸۲. بررسی اثر فاصله خطوط کاشت و میزان بذر بر عملکرد کلزا در قزوین. پژوهشنامه کشاورزی و منابع طبیعی.
- دهشیری، ع. ۱۳۷۸. زراعت کلزا. انتشارات فنی معاونت ترویج وزارت جهاد کشاورزی، تهران.
- رودی، د.، س. رحمان پور و ف. جاویدفر. ۱۳۸۲. زراعت کلزا. انتشارات دفتر برنامه ریزی رسانه های ترویجی، تهران.

۵. سعادت لاجوردی، ن. ۱۳۵۹. دانه‌های روغنی. انتشارات دانشگاه تهران.
۶. سیدابراهیمی، س. س. ۱۳۸۱. تأثیر گرده افشاری بر کمیت و کیفیت بذر ۱۰ رقم انتخابی پیاز (*Allium cepa*) در اصفهان. پایان‌نامه کارشناسی ارشد حشره شناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان
۷. سید ابراهیمی، س. س. م. مبلی، ر. عبادی و ع. رضایی. ۱۳۸۳. اثر گرده افشاری بر کمیت و کیفیت بذرده رقم پیاز انتخاب شده در اصفهان. مجله علوم و فنون باگبانی ایران ۵ (۱): ۴۶-۳۳.
۸. شریعتی، ش. و پ. قاضی شهنه زاده. ۱۳۷۹. کلزا. اداره کل آمار و اطلاعات امور کشاورزی، وزارت جهاد کشاورزی.
۹. عبادی، ر. ۱۳۷۶. تأثیر عمل حشرات گرده افشاری و زمان کاشت روی کمیت و کیفیت محصول شش رقم آفتابگردان روغنی در منطقه اصفهان. علوم کشاورزی و منابع طبیعی ۱ (۱): ۵۷-۴۳.
۱۰. عزیزی، م.، اسلطانی و س. خاوری خراسانی. ۱۳۷۸. کلزا. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.
11. AOAC. 2002. Approved Methods of the Association of Official Analytical Chemists. 17<sup>th</sup> ed., Gaithersburg, MD.
12. Arihan, M.D. 2002. The Biology and Ecology of Canola. Office of the Gene Technology Regulator. 125 pp.
13. Crane, E. 1972. Pollination of Seed Crops. Bee Research Association. 163 pp.
14. Eisikowitch, D. 1980. Some aspects of pollination of oil-seed rape (*Brassica napus*). J. Agric. Sci. 96: 321-326.
15. Ellis, R. H., T. D. Hong and E. H. Roberts. 1985. Handbook of Seed Technology for Gene Banks. Vol. II, Compendium of specific germination information and test recommendations. International Board of Plant Genetic Resources, Rome.
16. Free, J. B. 1970. Insect Pollination of Crops. Academic Press., England.
17. Gilbert, C. 1997. Honey bees and genetically engineered canola oil. Apis 15(4): 1-4.
18. Kevan, P. G. and D. Eisikowitch. 1990. The effects of insect pollination on canola (*Brassica napus* L. cv. O. A. C. Triton) seed germination. Euphytica 45(1): 39-41.
19. Koutensky, J. 1959. Opylovaci uninek vcely medonosne (*Apis mellifera* L.) na zvyseni hektarovych vynosu u repky olejne a horcice bile sbornik. Ceskolovenske Akademie Zemedelskych Ved. 5: 571-582.
20. Louveaux, J. and J. Verge. 1952. Researches on the pollination of winter rape. Apiculteur 96: 15-18.
21. Meyerhoff, G. 1954. [Investigation on the effect of bee visits on rape.] Arch. F. Geflugelzucht und Kleintierkunde 3 (3/4): 259-306. [In German.] AA-99/59.
22. Olsson, G. 1955. Wind pollination of cruciferous oil plants. Sverige. Utsadesforen. Tidskr. 65(6): 418-422. [In Swedish, English summary.]
23. Radchenko, T. H. 1964. The influence of pollination on the crop and the quality of seed of winter rape. Bdzhil' nitstov 1: 68-74 (in Ukrainian, Russian summary).
24. Somerville, D. 2002. Honeybees on Canola. NSW Agriculture, Agnote DAI- 82.
25. Vesely, V. 1962. [The economic effectiveness of bee pollination on winter rape (*brassica napus* var. *oleifera metz.*.)] Min. Zemedel. Lesn. A Vodniho Hospodar Vedtech. Inform. Zemedel. Ekon. 8(9): [In Czech., German summary.] AA. 866/6.
26. Westcott, L. and D. Nelson. 2001. Canola pollination: an update. Bee World 82: 115-129.
27. Williams, I. H. 1978. The pollination requirements of swede rape and of turnip rape. J. Agric. Sci. 91: 343-348.
28. Williams, I. H. 1985. The pollination of swede rape. Bee World 66: 16-22.
29. Williams, I. H., A.P. Martin and R.P. White. 1985. The pollination requirements of oil-seed rape. Agric. Sci. 106: 27-30.
30. Williams, I. H., A.P. Martin and R. P. White. 1987. The effect of insect pollination on plant development and seed production in winter oil-seed rape. J. Agric. Sci. 109: 135-139.