

شناسایی حشرات گردهافشان کلزا در سه رقم مختلف پاییزه و تأثیر آنها روی عملکرد دانه در اصفهان

محمد رضا پردل^۱، بیژن حاتمی^۱، مصطفی مبلی^۲ و رحیم عبادی^۱

چکیده

کشت کلزا (*Brassica napus*) به عنوان یکی از دانه‌های روغنی مهم در بیشتر مناطق ایران رواج یافته است. یکی از نکات اساسی در تولید دانه کلزا، تلقیح و باروری گل‌های آن می‌باشد. حشرات به عنوان یکی از عوامل مؤثر در گرده افشاری گل‌ها، مطرح هستند. به منظور مطالعه فون حشرات گرده افشار روى سه رقم کلزا شامل طلایه، اوکاپی و اس. ال. ام و بررسی تفاوت احتمالی بین این سه رقم از نظر جلب آنها در زمان گل‌دهی، حشرات گرده افشار از روی هر رقم بطور جداگانه با تور حشره‌گیری جمع آوری و در سطح خانواده شناسایی گردیدند. فراوانی انواع حشرات گرده افشار در زمان‌های مختلف روز روی هر رقم نیز تعیین گردید. نتایج بررسی‌ها نشان داد که حشرات گرده افشار در جمع آوری شده از پنج راسته و ۱۸ خانواده بودند. فراوان‌ترین گرده افشارها مربوط به راسته بال غشاییان به ویژه زنبور عسل بود که حدود ۵۰ درصد حشرات گرده افشار را تشکیل داد و لی بدون در نظر گرفتن زنبور عسل بیشترین تعداد حشرات جمع آوری شده مربوط به راسته دوبالان از جمله سه گونه به نام *Platypalpus sp.* و *Bibio hortulanus*, *Metasyrphus corollae* از مزرعه جمع آوری گردیدند. در زمان گل‌دهی (اوایل فروردین تا اواسط اردیبهشت) در اصفهان بیشترین درصد جمعیت زنبور عسل در ساعات گرمتر روز یعنی هنگام ظهر و بعد از ظهر مشاهده شد و در ساعات قبل از ظهر به دلیل سردی هوا و کمتر بودن مقدار شهد گیاه، درصد حضور نسبی این گونه کمتر بود. فعالیت زنبور عسل در ساعت ۹ صبح روی رقم طلایه و در ساعت ۱۲ ظهر و ۴ بعد از ظهر روی رقم اکاپی بیشتر از سایر ارقام بود. با تعیین میزان تولید دانه در هکتار مشخص شد که گرده افشاری به وسیله حشرات می‌تواند عملکرد را ۵۳ درصد افزایش دهد.

واژه‌های کلیدی: حشرات گرده افشار، عملکرد بذر کلزا، گرده افشاری

مقدمه

اسیدهای چرب، پروتئین نیز دارند (۲۵). در این میان کلزا دانه‌های روغنی بعد از غلات دومین ذخایر غذایی به شمار دانه‌های روغنی (*Brassica napus*) یکی از دانه‌های روغنی مهم در دنیا است که کشت آن در بیشتر مناطق ایران نیز رواج یافته است. یکی از می‌آیند. این محصولات، علاوه بر دارا بودن مقدار زیادی

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

مشخص شده است که ۶۳/۸ درصد ملاقات کننده‌های کلزا به زنبورهای عسل، ۲۳/۸ درصد به زنبورهای نجار (Carpenter bees) و ۷/۵ درصد به زنبور مخلع‌ها اختصاص دارد (۷). در هر حال، اگر چه زنبورهای عسل در مقایسه با سایر حشرات گرده افشنان در مواردی تا ۶۰ درصد گرده افشنان کلزا را موجب می‌شوند ولی خانواده‌های Andrenidae، Halictidae و Syrphidae، Bombyliidae، Megachilidae از بال غشائیان، Calliphoridae از دوبالان و تعدادی از قاب بالان، سن‌ها و پروانه‌ها نیز به عنوان حشرات مهم گرده افشنان کلزا مطرح شده اند (۱۰، ۱۸ و ۲۷). گزارش‌ها در خصوص گرده افشنان کلزا بسیار بحث انگیز است. به طور کلی دو نظریه عمده در دنیا در این مورد وجود دارد. برخی نقش حشرات را در گرده افشنان کلزا تأیید می‌نمایند و معتقدند عملکرد دانه را افزایش می‌دهد (۵) و برخی معتقدند که باد یگانه عامل گرده افشنان کلزا می‌باشد (۱۲، ۲۲، ۲۷ و ۲۸).

حشرات گرده افشنان روی ارقام مختلف کلزا به ویژه در ایران به خوبی مورد مطالعه قرار نگرفته اند و این در حالی است که هر ساله مقدار قابل توجهی از بذر این محصول جهت کشت وارد کشور می‌شود. بنابراین شناسایی فون حشرات گرده افشنان کلزا و ترجیح فعالیت گرده افشنان آنها روی برخی از ارقام مختلف پائیزه شامل طلايه، اوکاپي و اس. ال. ام. از اهداف این پژوهش می‌باشند.

مواد و روش‌ها

این مطالعه در مزرعه آموزشی و پژوهشی لورک، متعلق به دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان واقع در ۴۰ کیلومتری جنوب غربی اصفهان در سال زراعی ۱۳۸۲-۸۳ انجام گردید. آزمایش به صورت کرت‌های خردشده در قالب طرح بلوك‌های کامل تصادفی با ۴ تکرار انجام گردید. کرت‌های اصلی شامل ۳ رقم کلزا پائیزه به اسمی طلايه، اوکاپي و اس. ال. ام و کرت‌های فرعی شامل گرده افشنان توسط حشرات گرده افشنان و با استفاده از کلنی‌های زنبور عسل در فضای آزاد

مسئل مهم در خصوص تولید دانه کلزا گرده افشنانی گل‌های آن می‌باشد. در کشورهای مختلف پژوهش‌های بسیاری در خصوص حشرات گرده افشنان کلزا صورت گرفته است. مهم‌ترین حشره ملاقات کننده کلزا، زنبورهای عسل Apis mellifera L. ذکر گردیده زیرا شهد گل‌های آن برای این زنبورها بسیار جذاب می‌باشد، اما سایر حشرات نیز در این ملاقات‌ها اهمیت خاص خود را دارند (۸، ۹، ۱۵، ۲۰، ۲۴ و ۲۶). از جمله زنبور عسل کوچک (Apis florea) در هند یکی از حشرات مهم گرده افشنان کلزا می‌باشد (۲۷). از سایر حشرات گرده افشنان کلزا نیز میتوان به خانواده‌های Andrenidae و Halictidae از بال غشائیان، Syrphidae و Bombyliidae از دوبالان، برخی پروانه‌ها و برخی سن‌ها و قاب بالان اشاره نمود (۲۷). در نیمکره شمالی زنبورهای مخلع (Bumble bees) به عنوان گرده افشنان‌های کارآمد کلزا معرفی شده‌اند (۴). این زنبورها در شرائط آب و هوای سرد نیز فعال‌اند ولی زنبور عسل در دمای کمتر از ۱۵ درجه سانتی‌گراد فعالیت چندانی ندارد و این مسأله در مناطق سردسیر نیمکره شمالی بسیار حائز اهمیت است (۶، ۸ و ۲۱). مطالعات اندکی روی میزان فعالیت حشرات گرده افشنان کلزا در ساعات مختلف روز در خارج از کشور انجام شده است (۲۱، ۲۲) ولی در خصوص این موضوع در ایران کار نشده است.

فری و نوتال (۱۱) نیز زنبور عسل را بعنوان حشره فعال روی کلزا معرفی نموده‌اند. این دو پژوهشگر معتقدند که زنبورهای عسل هنگام ملاقات گل‌ها، شهد گل را به همراه مقداری دانه گرده جمع‌آوری می‌نمایند.

بر اساس گزارش محمد (نقل از ۱۱) ۱۱۷ گونه حشرات متعلق به هفت راسته روی کلزا ری رقم توریا (Toria) فعالیت دارند و زنبورهای Andrena و Apis florea، Halictus spp. گرده افشنان کلزا می‌باشند. راچنکو ilerda مهم‌ترین حشرات گرده افشنان کلزا می‌باشد. راچنکو (۲۳) نشان داد که زنبورهای عسل در طول گل دهی کامل ۹۷/۲ در ابتدای گل دهی ۹۴/۷ و در انتهای گل دهی ۸۸ درصد کل حشرات گرده افشنان کلزا را شامل می‌شوند. در جورجیا نیز

(۱۳۸۳/۲/۱۶)، در سه زمان مختلف صبح (ساعت ۹-۱۰)، ظهر (ساعت ۱۲-۱۳) و بعد از ظهر (ساعت ۱۶-۱۷) با تور حشره‌گیری استاندارد به قطر ۳۵ سانتی متر در هر کرت به طور جداگانه به مدت ۱۰-۲۰ دقیقه نمونه گیری انجام شد. در هر کرت دو قدم برداشته و سه تور زده می‌شد و بعد از تمام هر مرحله، حشرات بوسیله سیانور کشته و بداخل شیشه‌های محتوی الكل اتیلیک ۷۰ درصد منتقل می‌شدند. این حشرات به آزمایشگاه منتقل شده و تا سطح خانواده مورد شناسایی قرار گرفتند. نمونه‌های غالب که فراوانی بیشتری داشتند جهت شناسایی بر حسب مورد به آدرس متخصصین مربوطه (Dr. A. stark, Seebener 190, 06114 Halle, Germany) و مرکز تحقیقات منابع طبیعی و کشاورزی ایلام (ب. قرایی، محقق مرکز تحقیقات منابع طبیعی و کشاورزی ایلام) ارسال و تا شناسایی حشرات گرده افشان، درصد نسبی حشرات هر خانواده نیز در زمان‌های مختلف نمونه‌برداری (صبح، ظهر و بعد از ظهر) برای ارقام مختلف کلزا نسبت به کل حشرات جمع‌آوری شده ۱۸ خانواده محاسبه و در جدول مربوطه ثبت گردید.

ب) برداشت و محاسبه عملکرد

برداشت دانه‌ها پس از رسیدن در تاریخ ۸۳/۳/۱۲ انجام گردید. برای این منظور ردیف‌های حاشیه‌ای از طرفین و یک متر ابتدا و انتهای هر کرت حذف و سپس بوته‌های سه ردیف وسط هر واحد آزمایشی بطور جداگانه برداشت و درون کیسه‌های نخی ریخته شد و به انبار منتقل گردید. در انبار هر تیمار به مدت یک هفته در برابر هوای آزاد قرار داده شد تا خشک شود و بتوان دانه‌ها را براحتی از غلاف جدا ساخت. سپس جدا کردن بذر کل کرت‌ها از کاه و کلش انجام شد. در نهایت بذرهای هر واحد آزمایشی به طور جداگانه توسط ترازوی دیجیتال با دقیق ۰/۰۱ گرم توزین شد. با توزین بذرهای هر واحد آزمایشی عملکرد در ۱/۵ متر مربع به دست آمد. سپس عملکرد در یک هکتار محاسبه گردید. داده‌های مربوط به عملکرد در هکتار با آزمایش کرت‌های خرد شده در طرح بلوک‌های کامل تصادفی

و عدم گرده افشانی توسط حشرات با کشیدن توری پارچه‌ای روی بوته‌ها بود. در تاریخ بیست و چهارم شهریور ماه بذرها کشته و بلا فاصله آبیاری گردید. قبل از کشت، زمین مزرعه به عمق حدود ۲۵ سانتی متر شخم و دو بار دیسک عمود بر هم زده شد تا خاک به خوبی آماده و نرم گردد. سپس به میزان ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفات آمونیوم و ۵۰ کیلوگرم کود اوره ۴۶ درصد به خاک داده شد و در نهایت زمین کرت‌بندی گردید. کود اوره نیز به میزان ۵۰ کیلوگرم در هکتار در دو نوبت دیگر به هنگام ساقه رفتن و در هنگام باز شدن گل به زمین داده شد. هر کرت به طول ۴ و عرض ۳ متر بود. فاصله خطوط کشت ۲۵ سانتی متر و عمق کاشت حدود یک سانتی متر بود که بدین ترتیب در هر کرت ۱۰ خط به طول ۴ متر کاشته شد. پنج خط جهت گردهافشانی آزاد به کمک حشرات و پنج خط جهت تیمار بدون گرده افشانی اختصاص داده شد. بدین منظور قبل از این که گلچه‌ها باز شوند، روی نصف هر کرت آزمایشی (۵ ردیف یک طرف کرت) قفس‌های فلزی به ارتفاع حدود ۱۸۰ سانتی متر تعییه و روی آنها توری پارچه‌ای ریز بافت کشیده شد به طوری که هیچ حشره گرده افشان نتواند وارد شود و روی گل‌های کلزا فعالیت کند. طی دوره رشد و نمو بوته‌ها به فاصله سه سانتی متر روی ردیف تنک شدند، آبیاری به روش معمول منطقه و علف زنی با دست انجام گرفت. هم‌چنین دو نوبت سه پاشی علیه شته مسومی کلام ۵۰ (Brevicoryne brassicae) با سوم امولسیون متاسیستوکس درصد به نسبت ۱/۵ در هزار در تاریخ ۱۳۸۲/۱۲/۲۴ و سه پریمور ۲۵ درصد به نسبت یک در هزار در تاریخ ۸۳/۲/۲۵ انجام شد. در هر قطعه آزمایشی ردیف‌های کناری از هر کدام از پنج خط بعنوان اثرات حاشیه‌ای و سه خط وسط از هر کدام از این خطوط برای یادداشت برداری و نمونه گیری در نظر گرفته شد.

اندازه‌گیری‌ها

الف) جمع‌آوری و شناسایی حشرات گردهافشان به منظور جمع‌آوری حشرات گرده افشان در زمانی که حدود ۵۰-۳۰ درصد گل‌ها در هر رقم باز شده بود (۱۳۸۳/۱/۹ تا

۱۵ و ۲۲). البته با توجه به این که در فاصله ۳۰۰ متری مزرعه حدود ۷۰ کلنی زنبور عسل قرار داشت یکی از دلایل بالا بودن درصد حضور نسبی زنبور عسل نسبت به بقیه حشرات گرده افshan بود.

در چهار تکرار به کمک نرم افزار SAS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. مقایسه میانگین‌ها به روش دانکن صورت گرفت.

نتایج و بحث

الف) حشرات گرده افshan کلزا

تعداد گرده افshan‌های راسته‌ها و خانواده‌های جمع آوری شده در جدول ۱ ارائه شده است. این حشرات از پنج راسته و ۱۸ خانواده بودند. بیشترین گرده افshan‌ها مربوط به راسته بال غشائیان (Hymenoptera) بود، ولی بدون در نظر گرفتن زنبور عسل، بیشترین تعداد حشرات گرده افshan به راسته دوبالان (Diptera) مربوط بود (جدول ۱). بنابراین بال غشائیان و دوبالان از مهم‌ترین راسته‌های شناسایی شده از نظر تعداد گرده‌افshan‌ها بودند. خانواده‌های مهم جمع آوری شده دو راسته فوق به قرار زیر بودند:

الف. ۱. راسته بال غشائیان (Hymenoptera)

بیشترین تعداد خانواده‌های جمع آوری شده از حشرات مربوط به این راسته بودند و ۵۲/۰۳ درصد خانواده‌های حشرات گرده افshan کلزا را شامل شدند (جدول ۱). خانواده‌های جمع آوری شده از این راسته به شرح زیر بودند.

خانواده Apidae

اعضای این خانواده با داشتن خصوصیات مناسب از جمله موهای فراوان روی بدنه و بند اول پنجه پاهای عقبی از مهم‌ترین حشرات گرده افshan گیاهان هستند (۵). این خانواده به عنوان مهم‌ترین خانواده گرده افshan راسته بال غشائیان با جمیعتی بالغ بر ۵۰ درصد در گرده افshanی کلزا نقش مهمی را بر عهده داشت. تنها گونه جمع آوری شده از این خانواده زنبور عسل (*Apis mellifera*) بود که بیشترین تعداد نمونه (۵۷۲) را در بین حشرات گرده افshan به خود اختصاص داد (جدول ۱). این موضوع که زنبور عسل مهم‌ترین حشره گرده افshan کلزا می‌باشد توسط سایر پژوهشگران نیز گزارش شده است (۸، ۱۲).

خانواده Andrenidae

این خانواده نیز از خانواده‌های گرده افshan راسته بال غشائیان هستند. حشرات این خانواده لانه خود را در زمین درست کرده و در گرده افshanی عده زیادی از گیاهان نقش دارند (۵). بنابراین حضور افراد این خانواده با تعداد بسیار کم حدود ۰/۰۱۲ درصد افراد خانواده Apidae بودند که از روی کلزا جمع آوری شدند (جدول ۱).

خانواده (Cuckoo bees) Anthophoridae

این حشرات نیز از گرده افshan‌های مهم گیاهان گلدار می‌باشند (۵). از این خانواده ۰/۴۴ درصد نمونه‌ها و به تعداد ۵ نمونه جمع آوری گردید (جدول ۱).

خانواده Halictidae

این خانواده از گرده افshan‌های مهم گیاهان می‌باشند (۵). ولی تنها ۰/۲۶ درصد از نمونه‌های جمع آوری شده روی کلزا از این خانواده بودند (جدول ۱).

خانواده (Yellow faced bees) Colletidae

حشرات این خانواده معمولاً روی صورت دارای لکه زرد رنگ هستند. این حشرات دانه گرده را در چینه دان خود ذخیره و به لانه می‌آورند. سپس دانه گرده را با شهد مخلوط کرده و برای تغذیه لاروها استفاده می‌کنند (۵). تنها دو نمونه از این خانواده جمع آوری شد (جدول ۱).

خانواده Ichneumonidae

افراد این خانواده در مرحله لاروی عمدتاً پارازیت حشرات

جدول ۱. حشرات جلب شده به گلهای کلزا در زمان گرده افشاری (تاریخ نمونه گیری ۱۳۸۳/۱/۹ الی ۱۳۸۳/۲/۱۶).

نام راسته	نام خانواده	تعداد نمونه	درصد نسبی
Hymenoptera	Apidae	۵۷۲	۵۰/۳۵
Andrenidae		۷	۰/۶۲
Anthophoridae		۵	۰/۴۴
Halictidae		۳	۰/۲۶
Colletidae		۲	۰/۱۸
Ichneumonidae		۱	۰/۰۹
Formicidae		۱	۰/۰۹
مجموع راسته	۷ خانواده	۵۹۱	۵۲/۰۳
Diptera	Bibionidae	۱۳۳	۱۱/۷۱
Syrphidae		۱۲۴	۱۰/۹۲
Empididae		۸۸	۷/۷۵
Muscidae		۶۳	۵/۵۴
Tachinidae		۵۹	۵/۱۹
مجموع راسته	۵ خانواده	۴۶۷	۴۱/۱۱
Coleoptera	Scarabaeidae	۲۹	۲/۵۵
Melyridae		۸	۰/۷۰
Coccinellidae		۸	۰/۷۰
Chrysomellidae		۲	۰/۱۸
مجموع راسته	۴ خانواده	۴۷	۴/۱۳
Homoptera	Aphididae	۲۴	۲/۱۱
Hemiptera	Miridae	۷	۰/۶۲
جمع کل	۱۸ خانواده	۱۱۳۶	۱۰۰/۰۰

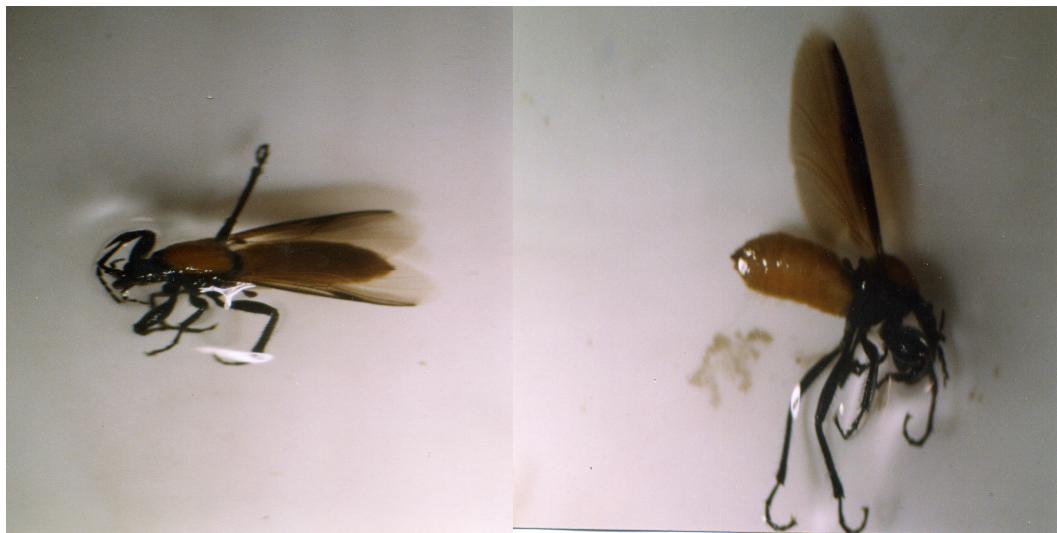
خانواده جمع آوری شد (جدول ۱).

مقایسه فعالیت سایر بال غشاییان نسبت به فعالیت بالای زنبور عسل نشان داد که احتمالاً حضور اندک این بال غشاییان ناشی از شرایط آب و هوایی، زمان گل دهی کلزا، جذابیت سایر گیاهان در مقایسه با کلزا برای آنها بوده و در مورد حشراتی که در مرحله لاروی و یا حشره کامل شکارگر هستند کاهش جمعیت شکار آنها بوده است. به علاوه چون لانهسازی تعدادی از زنبورهای گردهافشان در خاک صورت می‌گیرد شاید تخریب لانه آنها ناشی از شخم و عملیات زراعی یکی

دیگر هستند (۵). در بررسی حاضر نیز حشرات این خانواده ۰/۰۹ درصد نمونه‌ها را تشکیل دادند (جدول ۱). احتمالاً کمی تعداد این حشرات به دلیل مبارزه شیمیایی با شته‌ها و در نتیجه کاهش جمعیت حشرات شکار مورد تغذیه لاروهای این خانواده بوده است.

خانواده Formicidae

وجود مورچه‌ها روی کلزا علاوه بر استفاده از شهد، احتمالاً به دلیل علاقه آنها به عسلک شته‌ها بود. فقط یک نمونه از این



شکل ۱. تصویر *Bibio hortulanus*
تصویر سمت راست: نمای جانبی
(تصویر سمت چپ: نمای پشتی)

(شکل ۱). از نظر مشخصات کلی اندازه این گونه ۷-۶ میلی‌متر می‌باشد و معمولاً دارای بدنهٔ تیره رنگ است. پیش سینه در حشرات ماده این گونه قرمز رنگ ولی در نرها بدن کاملاً سیاه رنگ است. حشرات بالغ در اوایل بهار ظاهر شده و تا اوایل تابستان روی گل‌ها فعالیت می‌کنند و از گرده افشاوهای مهم محصولات زراعی و باغی می‌باشند. لاروها در مواد آلی و در حال پوسیدن و کودهای حیوانی زندگی می‌کنند (۵، ۱۳ و ۱۸). احتمالاً کلزا برای این گونه جذابیت خاصی را دارد، زیرا بالاترین درصد نمونه‌ها بعد از زنبور عسل از این گونه جمع آوری گردید (جدول ۱).

خانواده مگس‌های گل؛ Syrphidae (Flower flies) نمونه‌های این خانواده بیش از ۱۰ درصد کل حشرات گرده افشاوهای آوری شده از مزرعه کلزا را تشکیل دادند (جدول ۱). از این خانواده تنها یک گونه به نام *Metasyrphus corollae* (Fab.) شناسایی گردید (شکل ۲). این گونه از نقاط مختلف ایران گزارش شده است (۳). جنس *Syrphinae* از زیرخانواده *Metasyrphus* و قبیله *Syrphini* می‌باشد (۲). مرحله لاروی این گونه شکارگر بوده و از شته‌ها،

دیگر از عوامل مؤثر بر پایین بودن جمعیت این دسته از گرده‌افشاوهای باشد. ضمناً زنبورهای عسل به علت اجتماعی بودن و مورد حمایت بودن توسط انسان طبیعتاً جمعیت بسیار بالاتری نسبت به زنبورهای انفرادی و یا نیمه اجتماعی دارند که این امر موجب فراوانی بیشتر آنها در اکوسیستم‌های کشاورزی می‌گردد.

الف. ۲. راسته دوبالان (Diptera) حشرات این راسته با مجموع ۴۱/۱۱ درصد (۴۶۷ نمونه) از کل حشرات گرده‌افشاوهای کلزا بعد از راسته بال غشائیان از نظر تعداد و احتمالاً گرده‌افشاونی در درجه دوم اهمیت قرار دارند (جدول ۱). مهم‌ترین خانواده‌های این راسته به قرار ذیل شناسائی گردیدند:

(March flies) Bibionidae این مگس‌ها به تعداد زیاد از روی گل‌های کلزا جمع آوری گردیدند و ۱۱/۷۱ درصد از کل حشرات گرده افشاوهای کلزا را تشکیل دادند (جدول ۱). از این خانواده تنها یک گونه به نام (*Bibio hortulanus* L.) شناسایی گردید



شکل ۲. تصویر *Metasyrphus corollae* از نمای پشتی

پوشش گیاهی زیاد است یافت می شوند (۵).

خانواده Muscidae

افراد این خانواده ۵/۵۴ درصد نمونه های جمع آوری شده را شامل شدند (جدول ۱). اگرچه اعضاء این خانواده بیشتر اهمیت بهداشتی دارند (۵) و خصوصیات حشرات گردهافشان را ندارند، ولی هنگام فعالیت روی گیاه با تماس بدن آنها به طور غیر مستقیم موجب گردهافشانی گل ها می گردند.

خانواده Tachinidae

این خانواده گرچه دومین خانواده بزرگ از نظر تعداد گونه در راسته دوبالان می باشند (۵) ولی در این مطالعه کمترین حضور نسبی نمونه های جمع آوری شده راسته دوبالان از این خانواده بود (جدول ۱). حشرات این خانواده در مرحله لاروی پارازیت عده ای از حشرات هستند (۵)، بنابراین احتمال دارد که حضور این حشرات به واسطه حشرات میزبان بوده باشد و در هنگام جستجو، موجب تماس اندام های زایشی گل می گردد.

الف. ۳. راسته سخت بال پوشان (Coleoptera)

از این راسته چهار خانواده و با درصد نسبی کل ۴/۱۳ درصد به شرح زیر جمع آوری گردید.

شپشک ها و لاروهای ریز پروانه ها و سوسک ها تغذیه می کند. حشرات کامل این گونه از گردهافشان های مهم درختان و گیاهان زراعی می باشند که شهد گل ها را مکیده و از گرده آنها نیز تغذیه می کنند و با انتقال دانه گرده نقش مهمی را در باروری محصولات باگی و زراعی دارند (۵ و ۱۸).

حشرات کامل این خانواده برای رسیدن به بلوغ جنسی به دانه گرده احتیاج دارند و به همین دلیل روی گل ها (به ویژه گل هایی که دارای گل آذین چتری هستند) فعالیت مستمر دارند، در حالی که لاروها برای تکمیل مراحل مختلف لاروی، شکارگر تعدادی از حشرات دیگر می باشند (۲).

خانواده Empididae (Dance flies)

این خانواده با ۷/۷۵ درصد از کل حشرات گردهافشان کلزا سومین گروه دوبالان را تشکیل داد (جدول ۱). نمونه های جمع آوری شده با نام علمی *Platypalpus* sp. شناسایی گردید. این گونه دارای بدن بسیار کوچک (۲-۱/۵ میلی متر) و به رنگ سیاه می باشند. در مرحله حشره کامل شکارگر بوده و علاوه بر شکار حشرات ریز، از شهد و دانه گرده گیاهان نیز تغذیه می کند، لذا در گردهافشانی گیاهان دخیل هستند. لاروها در خاک و یا مواد پوسیده گیاهی و فضولات حیوانی زندگی کرده و شکارگر هستند (۵ و ۱۸). این حشرات معمولاً در مناطق مرطوب که

اختصاص داد و تنها خانواده جمع آوری شده آن Aphididae و به میزان ۲/۱۱ درصد بود (جدول ۱). احتمالاً علت پایین بودن جمعیت شته‌ها، مبارزه شیمیایی با آنها و نیز حضور بعضی از دشمنان طبیعی فعال بود.

۵. راسته ناجوربالان (Hemiptera)

تنها خانواده جمع آوری شده از این راسته Miridae (Leaf bugs) بود که با ۰/۶۲ درصد حضور نسبی بسیار کمی را به خود اختصاص داد (جدول ۱). عده زیادی از افراد این خانواده گیاهخوارند و به اندام‌های گیاه از جمله گل حمله می‌کنند. عده کمی هم شکارگر هستند (۵). شاید پایین بودن تعداد نمونه در این راسته به دلیل عدم وجود حشرات شکار مناسب، مناسب نبودن گیاه میزبان و وجود مواد دفع کننده برای عده‌ای از حشرات درکلزا باشد. به عنوان مثال نیز در یونجه وجود مواد دفع کننده حشرات که موجب پراکندگی آنها می‌شود ثابت شده است (۱۶).

با توجه به داده‌های به دست آمده از این پژوهش، بیشترین درصد حضور نسبی حشرات گرده افshan از این راسته به خانواده Apidae می‌باشد. دلیل این مسئله شاید فراوانی بسیار زیاد گل‌ها، رنگ جذاب و مناسب بودن ترکیبات شهد کلزا برای زنبور عسل و هم‌چنین وجود کندوی زنبور عسل در نزدیکی مزرعه باشد. بعد از این خانواده به ترتیب خانواده‌های Empididae، Bibionidae، Syrphidae و Chrysomellidae از دو بالان در مرتبه دوم تا چهارم قرار گرفتند (جدول ۱). بیشترین حضور نسبی حشرات (بدون در نظر گرفتن زنبور عسل) در راسته دوبالان متعلق به خانواده Bibionidae با ۱۱/۷۱ درصد بود (جدول ۱). دلیل فراوانی این خانواده نسبت به سایر خانواده‌های دوبالان احتمالاً این است که حشرات کامل آن فقط شهدخوارند و لاروها نیز از مواد پوسیده تغذیه کرده و شکارگر نیستند (۱۸). در حالی که به غیر از خانواده Syrphidae، حشرات کامل در سایر خانواده‌های جمع آوری شده مانند Empididae دارای رفتار تغذیه‌ای شکارگری از حشرات ریز و نیز شهد گل‌ها هستند و یا افراد خانواده Muscidae اساساً بهداشتی بوده و از

(Scarab beetles) Scarabaeidae

در این خانواده چند گونه وجود دارد که در مرحله حشره کامل از گرده گل‌ها تغذیه می‌کنند. تنها جنس جمع آوری شده از این خانواده سوسک گرده خوار سیاه (*Oxythreia* sp.) بود. این سوسک‌ها ۱۲-۱۰ میلی‌متر طول داشته و سیاه‌رنگ هستند. روی بال پوش‌ها و سینه نقاط پراکنده سفید بوده و بدن از موهای پراکنده و کم پشت پوشیده شده است (۱). بیشترین درصد نسبی نمونه راسته سخت بال پوشان به میزان ۲/۵۵ درصد از این خانواده جمع آوری گردید (جدول ۱).

(Soft-winged flower beetles) Melyridae

بیشتر حشرات بالغ و لارو این خانواده شکارگر هستند ولی گاهی روی گل‌ها نیز یافت می‌شوند (۵). این خانواده ۰/۷ درصد از نمونه‌های جمع آوری شده حشرات گرده افshan را تشکیل داد (جدول ۱).

(Ladybird beetles) Coccinellidae

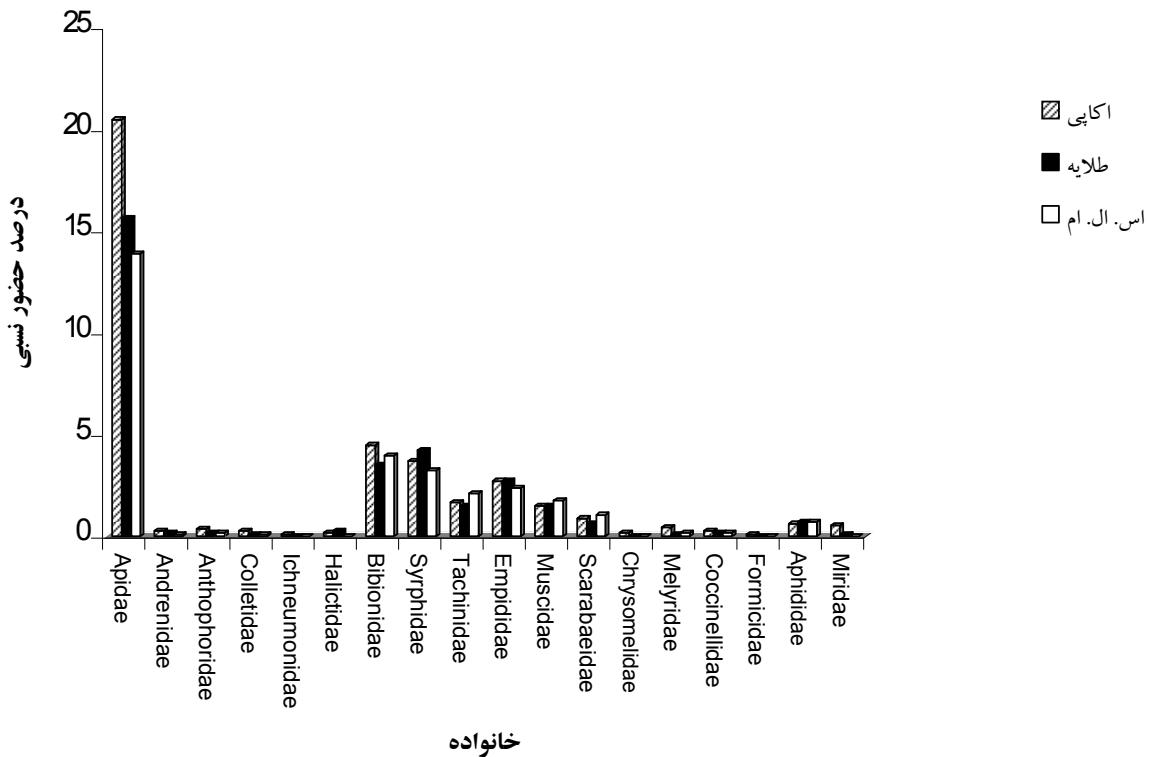
بیشتر اعضاء این خانواده در مرحله لاروی و حشره کامل شکارگر هستند و اغلب روی گل‌ها به جستجوی شکار خود می‌پردازنند و به طور غیر مستقیم موجب گرده افshan گل‌ها می‌شوند (۵). درصد حضور نسبی نمونه‌های جمع آوری شده از این خانواده، مانند خانواده Melyridae، ۰/۷۰ درصد بود (جدول ۱).

(Leaf beetles) Chrysomellidae

حشرات بالغ عمدها برگخوارند ولی گاهی از گل و بافت‌های گیاهی نیز تغذیه می‌کنند. لاروها بیشتر از برگ گیاهان تغذیه کرده و عده‌ای نیز به ساقه گیاهان حمله می‌کنند (۵). کمترین درصد حضور نسبی نمونه‌های جمع آوری شده مربوط به این خانواده بود (جدول ۱).

الف. ۴. راسته جوربالان (Homoptera)

این راسته ۲/۱۱ درصد از حشرات شکار شده را به خود



شکل ۳. مقایسه درصد حضور نسبی خانواده‌های حشرات جمع‌آوری شده روی ارقام کلزا در زمان گردهافشانی

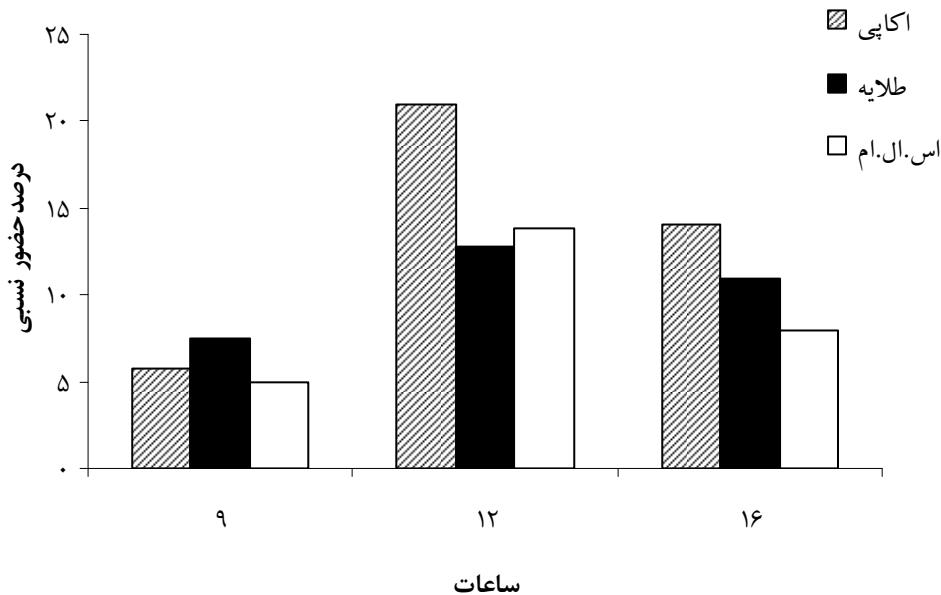
(تاریخ ۹ آذر ۱۳۸۳/۲/۱۶)

این جذابیت مؤثر می‌باشد. زنبورهای زبان کوتاه تنها قادرند از شهددانهای داخلی کلزا (به دلیل کوتاه بودن زبان) استفاده کنند و فقط زنبورهایی که زبان بلند دارند مانند زنبور مخلعی‌ها قادرند از شهددانهای خارجی که در عمق گل قرار دارند استفاده نمایند (۸). بنابراین شاید علت کمتر بودن فعالیت عده‌ای از حشرات روی رقم اس.ال.ام. وجود غده‌های شهددان خارجی و حتی داخلی دور از دسترس باشد. در حالی که در رقم اکابی احتمالاً این غدد در دسترس تر می‌باشد. بنابراین احتمال دارد ساختمان گل در ارقام مختلف در جلب حشرات موثر باشد. همچنین شاید کیفیت و کیمیت شهد تولیدی و دانه گرده در ارقام کلزا متفاوت بوده و در طول روز تغییر می‌کند و در نهایت موجب جذابیت متفاوت آن برای خانواده‌ها می‌گردد. در این زمینه ضرورت دارد پژوهش بیشتری صورت گیرد تا مشخص شود که چرا ارقام مختلف کلزا جذابیت متفاوتی برای خانواده‌های حشرات گرده افسان دارند.

گردهافشان‌های تصادفی و غیر مستقیم محسوب می‌شوند و یا نیز حشرات خانواده Tachinidae که لارو آن‌ها پارازیت سایر حشرات می‌باشدند (۵).

ب) تأثیر نسبی ارقام کلزای مورد آزمایش در جلب حشرات گردهافشان

ب ۱. درصد خانواده‌های حشرات گردهافشان جلب شده درصد حضور نسبی خانواده Apidae در تمامی ارقام کلزا و در زمان گل دهی نسبت به بقیه حشرات حداکثر بود. بیشترین درصد حضور نسبی این خانواده از خانواده ارقام اکابی و به میزان ۲۰/۴۹ درصد جمع‌آوری شد و کمترین درصد حضور نسبی آن روی رقم اس.ال.ام. ۱۴/۸۱ درصد بود (شکل ۳). خانواده‌های دوبالان درصد حضور نسبی بیشتری را بعد از خانواده Apidae داشتند. در مورد زنبورهای شهدخوار احتمالاً وجود دو غده شهددان خارجی و دو غده شهددان داخلی در گل‌های کلزا در

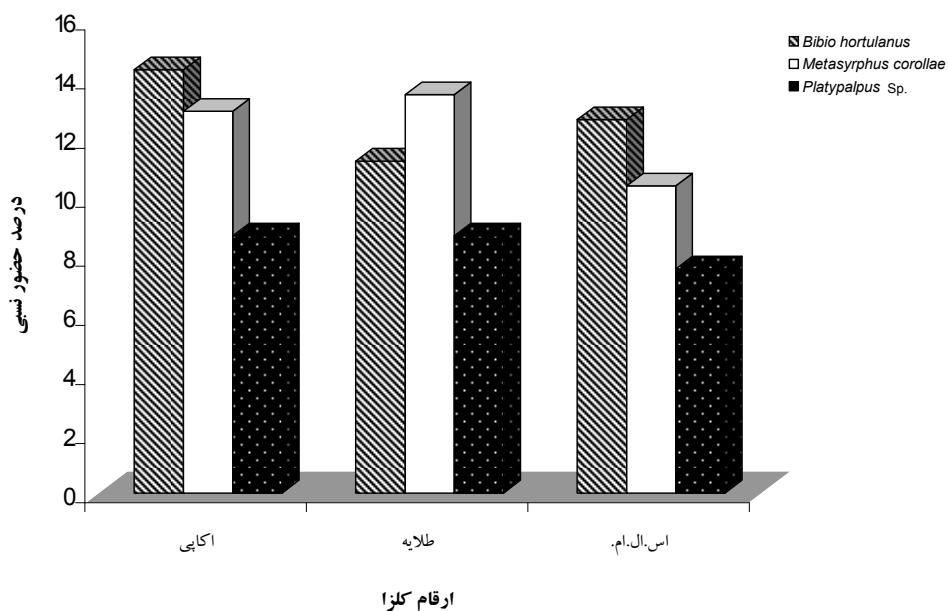


شکل ۴. مقایسه درصد حضور نسبی زنبور عسل روی ارقام کلزا در ساعت مختلف (تاریخ ۱۳۸۳/۱/۹ تا ۱۳۸۳/۲/۱۶)

در جلب حشرات به کلزا مؤثر هستند (۹). بنابراین، احتمال دارد که علت جلب شدگی بیشتر زنبور عسل به رقم اکاپی در ساعت ظهر نسبت به سایر ارقام رنگ متفاوت گل، زمان ترشح، شهد بیشتر، قند بالاتر، مقدار دانه گرده، عناصر معدنی مانند پتاسیم و غیره باشد در حالی که شاید در ساعت صبح رقم طلایه دارای خصوصیات بهتری برای جلب زنبور عسل باشد که البته هر کدام از این موارد باید به دقت مورد مطالعه و بررسی قرار گیرد. درصد حضور نسبی زنبور عسل به سمت ظهر و بعد از ظهر بیشتر بود (شکل ۴) دلیل احتمالی این موضوع این است که زنبور عسل در حرارت بالای ۱۵ درجه سانتی گراد فعالیت بهتری را نشان می دهد (۱۸). بنابراین چون ساعت ظهر به بعد (۱۲-۱۶) معمولاً ساعت گرمرتی است فعالیت زنبور عسل بیشتر می شود. همچنین گل های کلزا در ساعت اولیه صبح و ساعت بعد از ظهر مقدار شهد بیشتری را نسبت به ساعت میانی روز ترشح می کنند به طوری که مقدار شهد آن در فاصله ساعت ۸ تا ۱۰ صبح کمتر بوده و در فاصله ساعت ۱۴ تا ۱۸ افزایش می یابد و به حداقل خود می رسد (۲۶). بنابراین احتمال دارد که بالاتر بودن مقدار شهد همراه با دمای مناسب محیطی موجب جلب بیشتر زنبور عسل در ساعت

ب. ۲. درصد حضور نسبی زنبور عسل در ارقام کلزا و در ساعت مختلف روز

بیشترین درصد حضور نسبی زنبور عسل شکار شده در ساعت ۱۲ ظهر با ۲۰/۹۱ درصد از روی رقم اکاپی جمع آوری شد (شکل ۴)، به طوری که درصد حضور نسبی جمعیت زنبور عسل در ساعت ۱۲ ظهر روی رقم اکاپی نسبت به رقم طلایه (۷/۹۱ درصد)، ۷/۹۱ درصد و نسبت به رقم اس.ال.ام. (۱۴/۰۶ درصد)، ۶/۸۵ درصد بیشتر بود. در ساعت ۴ بعد از ظهر نیز بالاترین درصد حضور نسبی زنبور عسل روی رقم اکاپی با ۱۴/۴۱ درصد بود، اما در ساعت ۹ صبح، بیشترین درصد نسبی جمعیت زنبور عسل به میزان ۷/۳۸ درصد از روی رقم طلایه جمع آوری شد. ترشح شهد در ارقام هیبرید کلزا در ساعت ۸ صبح نسبت به ساعت دو بعداز ظهر یک سوم کمتر است ولی در فاصله ساعت ۶-۲ بعد از ظهر افزایش یافته و به حداقل خود می رسد (۸). آنچه می توان احتمال داد این است که شاید زنبور عسل به ارقام دارای شهد بیشتر تمایل زیادتری دارد و کیفیت و کمیت شهد گل نیز احتمالاً در ساعت مختلف روز در ارقام مختلف متفاوت است. علاوه بر میزان شهد عواملی مانند مقدار قند و میزان عناصر معدنی نیز احتمالاً



شکل ۵. مقایسه درصد حضور نسبی گونه‌های غالب دوبالان روی ارقام کلزا (تاریخ ۱۳۸۳/۱/۹ الی ۱۳۸۳/۲/۱۶)

ب ۳. بررسی گونه‌های غالب دوبالان جمع‌آوری شده در زمان گرده افشاری کلزا بدون در نظر گرفتن زنبور عسل بالاترین درصد حضور نسبی گونه‌های غالب دوبالان روی رقم Bibionidae اکاپی و اس.ال.ام. متعلق به خانواده Bibionidae (B. hortulanus) به ترتیب با ۱۴/۳۲ و ۱۲/۶۴ درصد بود، در حالی که خانواده Syrphidae (M. corollae) با ۱۳/۴۸ درصد روی رقم طلایه، بیشترین درصد حضور نسبی را داشت (شکل ۵). این مسئله بیانگر این نکته است که ارقام مختلف جذابیت‌های متفاوتی برای گونه‌های حشرات دارند. احتمالاً عوامل متعددی در این خصوص دخیل هستند. وجود ترکیبات آکالالونئیدی مختلف، کمیت و کیفیت شهد تولیدی، وجود حشرات شکار درخانواده‌هایی که گونه‌های شکارگر دارند، شرایط آب و هوایی و دما می‌تواند در ارقام مختلف موجب افزایش یا کاهش تعداد حشرات شده باشد. به علاوه ساختمنان گل نیز شاید روی جلب حشرات مؤثر باشند به طوری که گل‌هایی که گل آذین چتری داشته و روی یک ساقه چندین گل دارند برای جلب

بعد از ظهر باشد (۸). شادابی و طراوت گل‌ها در ساعت اولیه صبح اگرچه عامل مهمی برای جلب زنبورها می‌باشد ولی شاید در ساعت‌های ظهر و بعد از ظهر کیفیت (غلظت) شهد تولیدی جذاب تر باشد. باز شدن گل‌ها و تأثیر اشعه مأواه‌بتنش در جذابیت گل‌ها در ساعت‌های مختلف روز نیز می‌تواند عامل دیگری برای جلب زنبورها به گل‌های کلزا باشد. وجود مواد دفع کننده و جذاب در ارقام کلزا نیز برای جلب یا دفع زنبور عسل در ساعت‌های مختلف روز مهم است. گرچه جمع‌آوری شهد توسط زنبور عسل از گل‌های یونجه به وضعیت گل یونجه نیز بستگی دارد ولی هنینگ (۱۶) نیز در یونجه ترکیبات آروماتیکی مانند اوسمین (Ocimene)، سیس هگرنیل (Linalool) و لینالول (Cis-3-hexenyl acetate) را برای زنبورهای عسل جذاب و اکتانون (Octanone) و متیل سالیسیلات (Methyl salicylate) را فراردهنده زنبور عسل عنوان نموده است (۱۶). لذا ترکیبات آروماتیکی در کلزا مانند یونجه، می‌تواند موجب جلب و یا دفع حشرات مختلف گردند و در نتیجه درصد حضور نسبی گونه‌ها را تحت تأثیر قرار دهند.

جدول ۲. تأثیرگرده افشاری و نقش رقم بر میانگین عملکرد در هکتار (کیلوگرم)*

رقم	میانگین	گرده افشاری شده	گرده افشاری نشده	میانگین
اکاپی	۴۰۲۷/۰۴ ^A	۴۹۲۳/۱۸ ^a	۳۱۳۰/۹۰ ^a	
طلایه	۳۶۰۸/۳۶ ^A	۴۴۱۱/۵۰ ^a	۲۸۰۵/۲۳ ^a	
اس.ال.ام.	۳۷۲۴/۳۲ ^A	۴۴۳۱/۷۰ ^a	۳۰۱۶/۹۵ ^a	
	۴۵۸۸/۷۹ ^A	۲۹۸۴/۳۶ ^B		میانگین

*: برای هر عامل آزمایشی میانگینهایی که حد اقل 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 معنی داری ندارند.

(۵۳ درصد) افزایش یافت (جدول ۲).

میانگین عملکرد در هکتار در ارقام مختلف اختلاف معنی داری را نشان نداد و اثر متقابل گرده افشاری و رقم از نظر عملکرد دانه نیز معنی دار نگردید (جدول ۲). این بدان معنی است که اثر گرده افشاری روی عملکرد در ارقام مختلف کلزا تقریباً یکسان می باشد. کوتنزکی (۱۷) افزایش عملکرد دانه در ارقام گرده افشاری شده توسط زنبور عسل را در گونه *Brassica alba* تا ۶۶ درصد (۸۳۰ کیلوگرم در هکتار) گزارش کرد. لاویکس و ورگ (۱۹) نیز افزایش ۵۰ درصدی در میزان بذر در هر هکتار در هنگامی که با استقرار کندو در کنار مزرعه کلزا به وسیله زنبور عسل اشیاع نمودند گزارش کردند. در هر حال با توجه به تأثیر مثبت حشرات گرده افشار در ملاقات گلها و در نتیجه تلقیح مناسب‌تر آنها، افزایش عملکرد در هکتار توجیه پذیر می باشد.

سپاسگزاری

از زحمات آقای دکتر آندریاس استارک و آقای مهندس بابک قرایی جهت شناسایی گونه‌های ارسالی تشکر و قدردانی می‌گردد. هم‌چنین از وزارت جهاد کشاورزی به خاطر تأمین بخشی از بودجه و جهاد کشاورزی استان فارس قدردانی می‌گردد.

مگس‌های سیرفیده مناسب‌ترند (۲). وجود حشرات شکار برای برخی از گونه‌های حشرات گرده افشار مانند *M. corollae* sp. و *Platypalpus* sp. که اولی در مرحله لاروی و دومی در مرحله حشره کامل شکارگر هستند (۵) ممکن است جمعیت آنها را تحت تأثیر قرار داده باشد. در گونه *M. corollae* جمعیت شکار احتمالاً موجب تغذیه بهتر و بیشتر لاروها شده و در نتیجه افزایش تدریجی جمعیت حشرات کامل را موجب گردید و در نتیجه ممکن است که تخم‌ریزی مگس‌های سیرفیده در کلزا بیشتر شود و تعداد حشرات کامل زیاد شده باشند. از طرفی احتمالاً کمبود دشمنان طبیعی حشرات نیز عامل مهم دیگری برای افزایش تعدادی از آنها بوده باشد. شاید کمتر بودن گونه *Platypalpus* sp. نسبت به دو گونه دیگر به علت شکارگری حشرات کامل آنها باشد و به همین دلیل حضور این گونه تنها تابع مقدار شهد نبوده و به جمعیت شکار نیز وابسته است.

ج) عملکرد

گرده افشاری تأثیر معنی داری بر عملکرد دانه در هکتار داشت ($p \leq 0.01$). میانگین عملکرد دانه در بوته‌های گرده افشاری نشده ۲۹۸۴/۳۶ کیلوگرم در هکتار و در بوته‌های گرده افشاری شده ۴۵۸۸/۷۹ کیلوگرم در هکتار بود. بنابراین میانگین عملکرد در هکتار در اثر گرده افشاری توسط حشرات ۱۶۰۴/۴۳ کیلوگرم

منابع مورد استفاده

۱. اسماعیلی، م. ۱۳۷۰. آفات مهم درختان میوه. مرکز نشر سپهر. ۵۷۸ ص.
۲. لطفعلیزاده، ح. و ب. قرایی. ۱۳۷۹. معرفی بخشی از فون مگس‌های سیرفیده (Diptera) در شهرستان مرند (آذربایجان شرقی). مجله دانش کشاورزی، جلد دهم، شماره دو: ۲۲-۱۳.
۳. مدرس اول، م. ۱۳۷۶. فهرست آفات کشاورزی ایران و دشمنان طبیعی آنها، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد. ۳۶۴ ص.
4. Anonymous. 2002. The biology and ecology of canola. Office of the Gene Technology Regulator. 125 pp.
5. Borror, J. D., C. A. Triplehorn and N. F. Johnson. 1989. An introduction to the study of insects. Saunders College Publishing. 875 pp.
6. Crane, E. 1972. Pollination of seed crops. Bee Research Association. 163 pp.
7. Delaplane, K. S. and D. M. Mayer. 2000. Crop Pollination by Bees. CAB Pub., USA.
8. Eisikowitch, D. 1980. Some aspects of pollination of oil-seed rape (*Brassica napus*). J. Agric. Sci. Camb. 96: 321-326.
9. Elisens, W. J. and C. E. Freeman. 1988. Floral nectar sugar composition and pollinator type among new world genera in tribe Antirrhini (Scrophulariaceae). Amer. J. Bot. 75: 971-978.
10. Free, J. B. and A. W. Ferguson. 1983. Foraging behaviour of honey bees on oilseed rape. Bee World 64: 22-24.
11. Free , J. B. and P. M. Nuttall. 1968. The pollination of oilseed rape (*Brassica napus*) and the behaviour of bees on the crop. J. Agric. Sci. 71: 91-94.
12. Free, J. B. 1970. Insect Pollination of Crops. Academic Press, USA.
13. Freeman, P. and R. P. Lane. 1985. The Bibionid and Scatopsid flies. Handbook for the identification of british insects. Royal Entomol. Soc. London. 9: 6-73.
14. Geraldine, A. W., B. D. Skinner and B. H. Smith. 2001. Ability of honeybee, (*Apis mellifera*), to detect and descriminate odors of varieties of canola (*Brassica rapa* and *Brassica napus*) and snapdragon flowers (*Antirrhinum majus*). J. Chem. Econ. 28: 721-730.
15. Golts, L. 1987. Honey and pollen plants, Part VIII Cruciferae-Mustard, Cresses and canola (Rapeseed). Amer. Bee J. 27: 779- 781.
16. Henning, J. A., Y. Peng, M. A. Montague and L. R. Teuber. 1992. Honey bee behavioral response to primary alfalfa (Rosales:Fabaceae) floral volatiles. J. Econ. Entomol. 85: 233-239.
17. Koutentsky, J. 1959. Opylovaci uninek vcely medonosne (*Apis mellifera* L.) na zvyseni hektarovych vynosu u repky olejne a horcice bile sbornik. Ceskolovenske Akademic Zemedelskych Ved. 5: 571-582 (in Czech, English summary).
18. Larson, B. M. H., P. G. Kevan and D. W. Inouye. 2001. Flies and flowers. The Can. Entomol. 133: 439 – 465
19. Louveaux, J. and J. Verge. 1952. Researches on the Pollination of winter rape. Apiculture 96: 15-18. (In French).
20. Manning, R. and J. Boland. 2000. A preliminary investigation into honey bee (*Apis mellifera*) pollination of canola (*Brassica napus*) in Western Australia. Aust. J. Exper. Agric. 40 (3): 439-442.
21. McCall, C. and R. B. Primack. 1992. Influence of flower characteristics, weather, time of day and season on insect visitation rates in three plant communities. Amer. J. Bot. 79: 434 – 442.
22. McGregor, S. E. 1976. Insect pollination of cultivated crop plants. Agriculture Handbook. No 496. U.S.D.A.
23. Radchenko, T. G. 1964. The influence of pollination of the crop and the quality of seed of winter rape. Bdzhil' nitstvo 1: 68-74 (in Ukrainian, Russian summary).
24. Schmidt, L. S., J. O. Schmidt, H. Rao, W. Wang and L. Xu. 1995. Feeding and, preference and survival of young worker honey bees (Hym.: Apidae) fed rape, sesame, sunflower pollen. J. Econ. Entomol. 88: 1591–1595.
25. Shahidi, F. 1990. Canola and Rapeseed. Van Nostrand Reinhold, New York, USA.
26. Shuel, W. 1986. Improving honey product through plant breeding. Bee World 69: 36-44.
27. Westcott, L. and D. Nelson. 2001. Canola pollination. Bee World 82:115-129.
28. Williams, I. H. 1985. The pollination of swede rape. Bee World 66: 16-22.