نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۱۲، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۹، ص ۷۴۰-۷۲۳

Journal of Agroecology
Vol. 12, No.4, Winter 2021, p. 723-740

مقاله علمی - پژوهشی

تأثیر غلظت مصرف کائولین و مراحل فنولوژیکی گیاه بر عملکرد، اجزای عملکرد و جمعیت شته کلزا (*Brevicoryne brassicae* L.) به همراه دشمنان طبیعی آن

مریم معرفی[1*]، ثمین صدیق[2] و علی همراهی[3]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۱۰/۱۷
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۴/۳۱

م.، معرفی، صدیق، ث.، و همراهی، ع.، ۱۳۹۹. تأثیر غلظت مصرف کائولین و مراحل فنولوژیکی گیاه بر عملکرد، اجزای عملکرد و جمعیت شته کلزا (*Brevicoryne brassicae* L.) به همراه دشمنان طبیعی آن. بوم‌شناسی کشاورزی ۱۲(۴): ۷۴۰-۷۲۳.

چکیده

کلزا (*Brevicoryne brassicae* L.) یکی از مهم‌ترین گیاهان دانه روغنی است که به‌دلیل سازگاری با شرایط اقلیمی ایران کشت آن بسیار مورد توجه قرار گرفته است. در این تحقیق تأثیر غلظت‌های مختلف کائولین در مراحل مختلف رشدی گیاه کلزا بر تغییرات جمعیتی شته *Brevicoryne brassicae*، دشمنان طبیعی غالب آن و همچنین عملکرد و اجزای عملکرد گیاه کلزا مورد بررسی قرار گرفت. آزمایش در مزرعه‌ای واقع در ماهدشت کرج در سال زراعی ۱۳۹۷-۱۳۹۶ روی رقم Hyola 401 کلزا به‌صورت فاکتوریل و در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار انجام شد. فاکتورهای آزمایش شامل غلظت‌های کائولین (صفر، ۳، ۶ و ۹ درصد) و مراحل فنولوژیک کلزا (سبز شدن، رزت، غنچه‌دهی و گل‌دهی) در نظر گرفته شد. نتایج این بررسی نشان داد که استفاده از غلظت ۶ درصد کائولین در مرحله رزت کلزا باعث افزایش عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک به‌ترتیب با میانگین ۱۸۸۸/۸۷ و ۳۰۳۸ کیلوگرم در هکتار و در مرحله غنچه‌دهی باعث افزایش شاخص برداشت با متوسط ۶۶/۷۷ درصد می‌شود. همچنین بیش‌ترین میزان وزن هزار دانه در صورت استفاده از کائولین سه درصد در مرحله رزت با متوسط ۴/۹۵ گرم به‌دست آمد. غلظت کائولین و مراحل مختلف فنولوژیکی گیاه بر روی جمعیت شته افزایش معنی‌داری داشت، به‌طوری‌که کم‌ترین میزان آن در مرحله سبز شدن در غلظت نه درصد با میانگین ۳۱/۳۳ شته بود. همچنین نتایج بررسی روی دشمنان طبیعی غالب این آفت نشان داد که افزایش غلظت کائولین باعث کاهش کفشدوزک‌های *Coccinella septempunctata* L. و *Hippodamia variegata* Goeze و لارو بالتوری *Chrysoperla carnea* Stephens می‌شود که کم‌ترین میزان آن‌ها در غلظت ۹ درصد و مرحله گل‌دهی به‌ترتیب ۰/۵، ۱/۵ و ۰ بوده است.

واژه‌های کلیدی: بالتوری سبز، شاخص برداشت، عملکرد دانه، کفشدوزک هفت نقطه، *Hippodamia variegata*

مقدمه

گیاه کلزا (*Brassica napus* L.) از خانواده چلیپائیان (Brassicaceae) است که پس از کشت موفق در جهان در ایران نیز به‌عنوان یکی از امیدهای قطع وابستگی به واردات روغن مورد توجه بسیار قرار گرفته است (Asadi & Faraji, 2009). علاوه‌بر تولید روغن، برگ‌ها و ساقه‌های این گیاه به‌دلیل دارا بودن فیبر کم و پروتئین زیاد، علوفه‌ای با کیفیت خوب تولید کرده و می‌تواند در غذای حیوانات استفاده شود (Banuelos et al., 2002). کلزا بعد از سویا بیش‌ترین میزان تولید روغن گیاهی را در جهان به خود اختصاص داده

۱- استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد کرج، دانشگاه آزاد اسلامی، کرج، ایران.
۲- استادیار، گروه گیاهپزشکی، واحد ورامین- پیشوا، دانشگاه آزاد اسلامی، ورامین، ایران.
۳- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه گیاهپزشکی دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان، زنجان، ایران.
(*- نویسنده مسئول: (Email: Maryam.moarefi@gmail.com
Doi:10.22067/jag.v12i4.84982

است. در سال ۲۰۰۸ از حدود ۳۹۲ میلیون تن دانه‌های روغنی تولید شده در جهان، ۵۷/۸۶ میلیون تن بذر کلزا در مساحت حدود ۳۰/۳۰ میلیون هکتار تولید شد (FAO, 2008). طبق آمار سال ۹۷-۱۳۹۶ میزان تولید محصول کلزا در ایران ۳۲۹۸۴۳ تن می‌باشد (Anonymous, 2018).

شته *Brevicoryne brassicae* (Hemiptera:Aphididae) از جمله آفاتی است که در مناطق گرمسیری و نیمه‌گرمسیری باعث ایجاد خسارت‌های زیادی می‌شود (Fidelis et al., 2019). تغذیه این شته باعث کلروزه شدن و پیچ‌خوردگی برگ‌ها و ایجاد اختلال در رشد (خسارت مستقیم) و انتقال ویروس‌ها (خسارت غیرمستقیم) می‌شود (Colette et al., 2008; Jahan et al., 2013; Sattari Nasab et al., 2019). این حشره از روی میزبان‌های مختلفی مانند کلزا، کلم، تربچه، شلغم و چلیپائیان وحشی گزارش شده است (Rezvani, 2001)، ولی تحقیقات جدید نشان می‌دهد کلم قرمز میزبان نامناسبی برای این آفت نسبت به بقیه میزبان‌ها می‌باشد (Razmjuo et al., 2019).

در ارتباط با تأثیر کائولین روی خصوصیات اکوفیزیولوژیکی گیاهان بررسی‌های زیادی انجام شده است و نتایج به‌دست آمده حاکی از آن است که این ماده تأثیر سوء روی گیاهان ندارد (Hassanzadeh et al., 2014). کائولین یک ماده معدنی، غیرسمی، سفید رنگ گاهی اوقات قرمز، آبی یا قهوه‌ای، با مقداری ناخالصی است. همچنین، کائولینیت در روش‌های مدیریت پایدار در کشاورزی به‌صورت محلول‌پاشی برای جلوگیری از آسیب حشرات به محصولات زراعی، جلوگیری از آفتاب‌سوختگی محصول و ممانعت از تنش‌های گرمایی نیز به‌کار می‌رود (Melgarejo et al., 2004; Glenn & Puterka, 2005; Wand et al., 2006). این ماده با فرمول شیمیایی آن $Al_4Si_4O_{10}(OH)_8$ حاوی سیلیکات آلومینیوم و قابل حل در آب می‌باشد (Knight et al., 2000; Nakano & Uehara, 1996). این ماده از نظر شیمیایی در گستره وسیعی ازpH بدون تغییر می‌ماند (Glenn & Puterka, 2005). از سایر ویژگی‌های این ماده نرمی و غیرسایشی بودن آن، دارا بودن ویژگی پوششی بسیار خوب، قابلیت اندک هدایت جریان الکتریسیته و گرما، قیمت ارزان، بی‌اثر بودن از نظر شیمیایی، قطر کم‌تر از دو میکرومتر، ایجاد تغییر در رفتار حشرات و عوامل بیماری‌زا و حذف آسان از روی فراورده‌ها با شستشوی ساده می‌باشد (Glenn & Puterka, 2005). کائولین قدرت پراکندگی بالایی داشته و می‌تواند پوشش یکنواختی روی سطح برگ‌ها ایجاد کند. پوشش ایجاد شده توسط این ماده منفذدار بوده، در تبادل گازی برگ اختلالی به‌وجود نمی‌آورد، به‌طوری‌که اشعه فعال فتوسنتزی را از خود عبور داده، امّا تا حدی مانع از عبور اشعه‌های فروسرخ و فرابنفش می‌شود (Saour, 2005). استفاده از کائولین باعث کاهش نرخ تعرق حتی بیش‌تر از فتوسنتز می‌شود، زیرا این عمل دمای برگ را از طریق افزایش سطح بازتاب برگ کاهش می‌دهد (Nakano & Uehara, 1996).

بررسی برگ‌های درختان پسته (*Pistacia vera* L.) در منطقه شمال غربی سوریه نشان داد که درصد سبزینگی در درختان محلول‌پاشی شده با کائولین دو ماه دیرتر از سایر درختان شروع به کاهش کرد (Saour, 2005). فعالیت پسیل پسته (*Agonoscena pistaciae* Burckharat & Lauterer)، باعث ضعف عمومی درختان پسته، ایجاد لکه‌های قهوه‌ای، ریزش برگ‌ها و جوانه‌ها، ایجاد دانه‌های کوچک،کاهش وزن مغز و افزایش درصد دهان بستگی میوه‌ها می‌شود (Mehrnejad, 2002). بر اساس نتایج به‌دست آمده از باغ‌های پسته ایران، میزان کلروفیل در درختان پسته محلول‌پاشی شده با کائولین پنج درصد، با تفاوت معنی‌داری بیش‌تر از درختان محلول‌پاشی نشده بود. علاوه‌براین، کاربرد کائولین موجب افزایش وزن و درصد خندانی میوه‌ها، کاهش اونس دانه و درصد پوکی در مقایسه با شاهد به‌دلیل کنترل پسیل پسته گردید (Hassanzadeh et al., 2014). نتایج تحقیقات نشان می‌دهد که کائولین دمای برگ را پایین آورده، از مقدار تعرق زیتون (*Olea europaea* L.) کاسته، مقدار آب گیاه را افزایش داده و باعث کاهش هدایت روزنه‌ای در فصل رشد می‌شود (Burme et al., 2011). کاربرد کائولین در مرکبات در هنگام ظهر، هدایت روزنه‌ای و بیش‌ترین مقدار فتوسنتز (A_{max}) را بهبود بخشیده، امّا در صبح این افزایش مشاهده نشده است (Jifon & Syvertsen, 2003). کائولین باعث افزایش فتوسنتز و بهره‌وری مصرف آب در گریپ‌فروت می‌شود (Jifon & Syvertsen, 2001). کاربرد کائولین روی درختان سیب (*Malus domestica* Borkh) در شرایط اشباع نوری باعث افزایش کارایی فتوسنتز برگ‌ها، به‌وسیله کاهش دمای سطح برگ می‌شود (Glenn et al., 2002). در تاک‌های تیمار شده با کائولین بسته شدن روزنه‌ها و افزایش پتانسیل آب برگ، به آن‌ها در حفظ آب و افزایش راندمان مصرف آب کمک می‌کند (Glenn et al., 2010). اثر مثبت کائولین

برای کاهش آفتاب‌سوختگی و بهبود رنگ میوه، به‌عنوان نتیجه‌ای از بالا بردن بازتاب پرتوی خورشیدی و در نتیجه، کاهش در دمای میوه، به‌طور گسترده برای سیب (Glenn et al., 2001; Weerakkody et al., 2010)، انار (*Punica granatum* L.) (Ehteshami et al., 2011; Melgarejo et al., 2004; Wünsche et al., 2004) و گوجه‌فرنگی (*Solanum lycopersicum* L.) (Cantore et al., 2009) گزارش شده است. همچنین کاهش آسیب آفتاب‌سوختگی تا ۵۰ درصد نیز در سایر میوه‌ها بیان شده است (Glenn & Puterka, 2005).

کاربرد کائولین روی گیاهان زراعی نیز باعث افزایش کارایی مصرف آب، کاهش یک الی شش درجه‌ای حرارت برگ و افزایش فتوسنتز تحت شرایط تنش آبی (Moftah & Al-Humail, 2005)، افزایش تعداد سنبله گندم (*Triticum aestivum* L.) (Ranjita et al., 2007)، افزایش عملکرد بیولوژیکی گندم (Gaballah & Moursy, 2004)، افزایش عملکرد نیشکر (*Saccharum officinarum* L.) (Patil et al., 2009) و افزایش عملکرد بیولوژیکی ذرت (Yadav & Kumar, 1998) شده است. طبق تحقیقات کاربرد کائولین ۲/۵ درصد در شرایط قطع آبیاری روی گیاه گلرنگ (*Carthamus tinctorius* L.) باعث افزایش عملکرد دانه، درصد و عملکرد پروتئین می‌شود (Toryourian et al., 2018). نتایج بررسی‌های انجام شده روی گندم نشان می‌دهد که بیش‌ترین میزان عملکرد دانه در غلظت ۳/۷۵ در ۱۰ اردیبهشت و بیش‌ترین مقدار عملکرد بیولوژیک در غلظت ۱/۲۵ در اول خرداد بوده است (Nateghi et al., 2014).

کائولین علیه آفات و بیماری‌های مختلف مؤثر عمل کرده است. کارایی این ترکیب طبیعی در مبارزه با پسیل گلابی، *Cacopsylla pyri* L.، مگس میوه زیتون، *Bactrocera oleae* (Rossi)، پسیل *Agonoscena targionii* Lichtenstein و مگس میوه مدیترانه *Ceratitis capitate* (Wiedemann)، روی درختان هلو (*Prunus persica* L.)، سیب و خرمالو به اثبات رسیده است (Pasquaalini et al., 2002; Mazor & Erez, 2004; Saour & Makee, 2003; Saour, 2005). در مطالعات انجام شده در باغات انار، با افزایش غلظت کائولین، میزان خسارت کرم گلوگاه (*Ectomyelois ceratoniae* Zeller) نیز کاهش یافته و مقدار خسارت در غلظت کائولین ۵ درصد به ۴/۵ درصد در مقایسه با شاهد (۹/۳ درصد) کاهش یافت (Moshiri et al., 2011). ذرات کائولین اسپری شده، روی پنجه پای حشرات چسبیده و امکان حرکت و جابجایی را در آن‌ها کم کرده و روند تغذیه و تخم‌گذاری آن‌ها را دچار اختلال می‌نمایند و این روند تا نابودی حشرات ادامه پیدا می‌کند (Glenn & Puterka, 2005). این مکانیسم تأثیر، در کاربرد کائولین در درختان پسته روی پسیل نیز مشاهده گردید. به‌طوری‌که میزان بازدارندگی تخم‌ریزی پسیل در درختان پسته محلول‌پاشی شده با کائولین پنج و سه درصد به‌ترتیب، ۹۳ و ۸۲ درصد به‌دست آمد (Hassanzadeh et al., 2014). علت دیگر تأثیر کائولین مربوط به اثر دورکنندگی کائولین به‌صورت فیزیکی است. چرا که قرار گرفتن یک لایه نازک کائولین روی بافت گیاه و ایجاد رنگ سفید و انعکاس نور باعث کاهش جلب‌کنندگی درخت نسبت به آفت می‌گردد (Glenn & Puterka, 2005).

تحقیقات حاکی از مؤثر بودن کائولین در کاهش جمعیت شته‌های بال‌دار در مزارع گوجه‌فرنگی و در نتیجه، کاهش انتقال بیماری‌های ویروسی توسط شته‌ها بود (Marco, 2008). مطالعات مختلف نشان داده که پاشیدن لایه نازکی از ذرات ریز کائولین روی درختان سیب باعث مرگ و میر شته *Aphis spiraecola* Patch. گردید (Glenn et al., 1999). کاربرد کائولین روی جمعیت آفات مختلف تأثیرگذار خواهد بود. طبق تحقیقات استفاده از کائولین ۵ درصد به‌خوبی توانست جمعیت پسیل پسته را کنترل کند (Saour, 2005). همچنین کاربرد کائولین ۳ درصد روی درختان گلابی در آمریکا موجب کاهش جمعیت پوره پسیل گلابی به‌میزان ۵۹ تا ۸۲ درصد گردید (Puterka et al., 2005). محلول‌پاشی با کائولین ۳ درصد در باغات گلابی سوئیس موجب کاهش تعداد تخم و پوره پسیل اروپایی گلابی (*C. pyri* L.) در مقایسه با تعدادی از حشره‌کش‌ها مانند اسپینوساد، پیرترین، نیم و روتنون شد (Claudia & Wyss, 2004). کاربرد کائولین روی بوته‌های سیب‌زمینی در شرایط آزمایشگاهی و صحرایی، موجب دور کردن پسیل سیب‌زمینی *Bactercera cockerelli* Sulc. و در نتیجه، کاهش میزان تخم‌ریزی و تغذیه آن شد (Peng et al., 2010). نکته قابل توجه در این تحقیق آن است که استفاده از کائولین در مرحله گل‌دهی باعث افزایش میزان شته‌ها می‌شود که بیش‌ترین آن در غلظت ۹ درصد می‌باشد. بررسی‌های شولر و آرمسترانگ (Showler & Armestrong, 2007) نشان داد که کائولین می‌تواند سبب افزایش *Aphis gossypii* در روی پنبه (*Gossypium hirsutum*)

(L. شود. همچنین بررسی‌های مارکو و همکاران (Marko et al., 2008) نشان داد که استفاده از کائولین در باغ‌های سیب باعث افزایش جمعیت *Eriosoma lanigerum* Hausman. می‌شود.

مطالعه اثرات جانبی کائولین با غلظت پنج درصد روی دشمنان طبیعی در باغ‌های زیتون نشان داد که کاربرد کائولین موجب تلفات در بالتوری *C. carnea*، کفشدوزک *Chilocorus nigritus* (F.) و پارازیتوئید *Psyttalia concolor* (Szepligeti) نمی‌گردد و لذا تأثیر سویی روی دشمنان طبیعی ندارد (Bengochea et al., 2010). تعدادی از مطالعات گذشته نیز نشان داده است که استفاده از کائولین می‌تواند روی دشمنان طبیعی و وضعیت زندگی آن‌ها اثر منفی داشته و اخلال ایجاد کند (Marko et al., 2008; Showler et al., 2004). نتایج بررسی‌های ساکت و همکاران (Sackett et al., 2007) نشان داد که کائولین می‌تواند فراوانی نسبی بعضی از شکارگرهای عمومی از جمله کفشدوزک‌های Coccinellidae و سن‌های Reduviidae را کاهش دهد. همچنین برخی از گزارشات حاکی از آن است که کائولین می‌تواند پارازیتوئیدها را نیز تحت تأثیر قرار داده و میزان پارازیتیسم را کاهش دهد (Ulmer et al., 2006).

با توجه به اهمیت افزایش تولید روغن در کشور، و نظر به نقش کائولین در فعالیت‌های رویشی گیاه و کنترل آفات، در این مطالعه تأثیر غلظت‌های مختلف و زمان مصرف کائولین بر تغییرات شته کلزا و دشمنان طبیعی آن و همچنین عملکرد و اجزای عملکرد آن، مورد بررسی قرار گرفت تا بهترین شرایط برای استفاده از کائولین روی کلزا تعیین گردد.

مواد و روش‌ها

شرایط مزرعه

آزمایش در مزرعه‌ای واقع در ماهدشت کرج در سال زراعی ۱۳۹۷-۱۳۹۶ انجام شد. عملیات کاشت در ۱۶ اسفند ماه ۱۳۹۶ انجام شد. مقدار بذر مصرف شده بر مبنای ۱۱۰ بوته در مترمربع در نظر گرفته شد و بذرها به‌طور یکسان برای کلیه تیمارها توزین گردیدند. در این آزمایش از بذرهای رقم Hyola 401 کلزا استفاده شد که در عمق ۳-۲ سانتی‌متری خاک قرار داده شدند. اولین آبیاری دو روز بعد از کاشت انجام شد و سپس آبیاری به‌فاصله هفت روز یک‌بار انجام شد. کود فسفات بر اساس نتایج آزمون خاک که در جدول ۱ آورده شده است، به‌میزان ۸۰ کیلوگرم در هکتار قبل از کاشت به خاک اضافه گردید. به‌منظور تأمین نیتروژن مورد نیاز گیاه ۱۶۰ کیلوگرم کود اوره به سه قسمت مساوی تقسیم و در سه مرحله (قبل از کاشت، ابتدای رشد ساقه و اوایل گل‌دهی) همراه آب آبیاری به کلیه تیمارها اضافه گردید. در این بررسی برای از بین بردن علف‌های هرز، روش وجین دستی به‌کار گرفته شد.

جدول ۱- مشخصات خاک محل آزمایش قبل از کاشت (عمق ۳۰-۰ سانتی‌متر)

Table 1- Soil chemical characteristics before planting time (0-30 cm depth)

شن Sand (%)	سیلت Silt (%)	رس Clay (%)	پتاسیم K ($mg.kg^{-1}$)	فسفر P ($mg.kg^{-1}$)	نیتروژن کل Total N (%)	اسیدیته pH
28.6	40	4.31	132	21.2	0.08	7.14

شرایط و فاکتورهای آزمایش

آزمایش به‌صورت فاکتوریل و در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار انجام گردید. فاکتورهای آزمایش شامل محلول‌پاشی با غلظت‌های مختلف کائولین در چهار سطح (صفر، ۳، ۶ و ۹ درصد) و مراحل فنولوژیکی گیاه کلزا در چهار سطح (سبز شدن، رزت، غنچه‌دهی و گل‌دهی) بود. در نهایت، ۶۴ کرت آزمایشی در نظر گرفته شد. در هر کرت هفت ردیف شش متری با فاصله ۴۰ سانتی‌متر از یکدیگر قرار داشت. بین تکرارهای مختلف آزمایش چهار متر و بین تیمارهای آزمایش سه متر فاصله در نظر گرفته شد.کائولین فرآوری شده (wp) حاوی سیلیکات آلومینیوم با pH کم‌تر از ۱۰ میکرون از شرکت کیمیا سبزآور تهیه شد. به‌منظور ایجاد غلظت‌های مورد نظر در آزمایش، پودر کائولین به‌میزان مورد نظر توسط ترازو وزن شد. سپس به‌طور جداگانه، پودر به همراه دو لیتر آب درون سمپاش پشتی ریخته و به‌خوبی مخلوط گردید. برای جلوگیری از ته‌نشین شدن آن، در طول محلول‌پاشی از سمپاش دارای همزن استفاده شد. جهت تأمین نیاز آبی کلزا، هر هفته یک‌بار آبیاری به‌صورت کرتی

انجام شد. در طول فصل رشد هیچ‌گونه علف‌کشی در مزرعه آزمایشی استفاده نشد و علف‌های هرز به‌صورت مستمر با دست وجین شدند. پس از خشک شدن دانه‌های کلزا و زرد شدن مزرعه در تاریخ ۱۰ تیر ماه برداشت انجام شد.

اندازه‌گیری میزان عملکرد

جهت تعیین عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک (خشک) بعد از حذف اثر حاشیه‌ای از هر کرت چهار مترمربع برداشت گردید. غلاف‌ها به‌مدت یک هفته در هوای آزاد قرار داده شدند تا خشک شده و رطوبت آن‌ها به ۱۲ درصد برسد. سپس دانه‌ها به‌روش دستی از غلاف جدا شدند. دانه‌های برداشت شده هر کرت به‌طور جداگانه توزین و داده‌ها به هکتار تعمیم داده شده و عملکرد کل دانه محاسبه گردید.

به‌منظور تعیین وزن هزار دانه، نمونه ۱۰۰تایی از هر کرت به‌صورت تصادفی انتخاب و وزن آن‌ها محاسبه گردید. سپس میانگین آن‌ها در عدد ۱۰ ضرب شد و وزن هزار دانه به‌دست آمد. در این بررسی همچنین شاخص برداشت نیز اندازه‌گیری گردید. جهت محاسبه شاخص برداشت از نسبت عملکرد دانه به عملکرد اقتصادی استفاده شد.

نمونه‌برداری از جمعیت آفت و دشمن طبیعی

جهت بررسی تأثیر کائولین بر جمعیت آفت و دشمنان طبیعی نمونه‌برداری‌های متعدد از آفت غالب و دشمنان طبیعی آن انجام گرفت. شناسایی نمونه‌ها با استفاده از کلید شناسایی بورر (Borror, 1989) انجام شد. نمونه‌برداری با استفاده از روش موسوی انزابی و همکاران (Mousavi Anzabi et al., 2009) و بهمنی و همکاران (Bahmani et al., 2012) با کمی تغییر از ردیف‌های میانی و با فاصله مناسب از حاشیه کرت انجام شد. در هر بار نمونه‌برداری از سطح مزرعه، با توجه به مرحله فنولوژیکی گیاه، ۱۵ بوته (به‌شرط آن که به آن مرحله فنولوژیکی مورد نظر رسیده باشند) انتخاب و علامت‌گذاری شدند. سپس یک روز قبل از اعمال تیمارها و از روز سوم بعد از اعمال تیمارها هر هفته یک بار نمونه‌برداری از حشرات مورد نظر در تمام اندام‌های هوایی گیاه اعم از برگ، ساقه و ... انجام و در جداول مربوطه ثبت شد، به‌طوری‌که آخرین نمونه‌برداری یک هفته قبل از برداشت انجام گرفت. از میانگین داده‌ها برای آنالیز استفاده گردید. برای تطبیق با شرایط مزرعه، این تحقیق در شرایط آلودگی طبیعی انجام شد و به‌طور دستی هیچ‌یک از حشرات به تیمارها جهت آلوده‌سازی اضافه نشد.

تجزیه و تحلیل آماری

در این بررسی تجزیه و تحلیل داده‌ها به‌کمک نرم‌افزار آماری SAS 9.4 (SAS Institute Inc, 2013) انجام شد و نمودارها با استفاده از نرم‌افزار آماری Design Expert 10 ترسیم گردید.

نتایج و بحث

در این بررسی اثر محلول‌پاشی با کائولین بر عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت و وزن هزار دانه گیاه کلزا اندازه‌گیری و مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. نتایج به‌دست آمده از این بررسی با سطح اطمینان ۹۵ درصد معنی‌دار بود.

مقایسه میزان تأثیر تیمارها بر عملکرد دانه

طبق تجزیه و تحلیل‌های آماری انجام گرفته و بر اساس جدول تجزیه واریانس (جدول ۲) میزان تأثیر هر یک از فاکتورها تعیین گردید. طبق جدول ANOVA فاکتورهای غلظت کائولین و مراحل فنولوژیکی مختلف گیاه اثر معنی‌داری بر میزان عملکرد دانه کلزا داشتند.

در این بررسی بیش‌ترین میزان عملکرد دانه هنگام استفاده از غلظت شش درصد کائولین در مرحله رزت مشاهده شد. در این مطالعه اثر متقابل غلظت کائولین و مراحل فنولوژیکی گیاه معنی‌دار بود که در شکل ۱ نمایش داده شده است. در مرحله گل‌دهی افزایش میزان غلظت کائولین باعث کاهش میزان عملکرد دانه می‌شود، به‌طوری‌که کم‌ترین میزان عملکرد هنگام استفاده از غلظت نه درصد در مرحله گل‌دهی با متوسط ۶۵۶/۱۷ کیلوگرم در هکتار مشاهده گردید. امّا در سایر مراحل رشدی افزایش غلظت باعث افزایش عملکرد دانه می‌شود که بیش‌ترین آن نیز در مرحله رزت با متوسط ۱۸۸۸/۸۷ کیلوگرم در هکتار مشاهده می‌شود (شکل ۱).

مقایسه میزان تأثیر تیمارها بر روی عملکرد بیولوژیک

طبق تجزیه و تحلیل‌های آماری انجام گرفته و بر اساس جدول تجزیه واریانس (جدول ۲) فاکتورهای غلظت کائولین و مراحل فنولوژیکی مختلف گیاه اثر معنی‌داری بر میزان عملکرد بیولوژیک

داشتند.

در این بررسی اثر متقابل غلظت کائولین و مراحل فنولوژیکی گیاه نیز معنی‌دار بود که در شکل ۲ نمایش داده شده است. افزایش غلظت کائولین در مراحل غنچه‌دهی و گل‌دهی تأثیری بر عملکرد بیولوژیک کلزا نداشته و تفاوت معنی‌داری ایجاد نکرد. امّا در سایر مراحل رشدی افزایش غلظت تا شش درصد باعث افزایش عملکرد بیولوژیـک شـد، به‌طوری‌که بیش‌ترین عملکرد بیولوژیک کلزا هنگام استفاده از غلظت شش درصد کائولین و در مرحله رزت با متوسـط ۳۰۳۸ کیلـوگرم در هکتار به‌دست آمد. غلظت‌های بالاتر از شش درصد کـائولین میـزان عملکرد بیولوژیک را کاهش داد و در مرحله رزت استفاده از غلظت نه درصد کائولین میزان عملکرد بیولوژیک را به‌طور معنی‌داری با متوسط ۲۸۴۵/۲۷ کیلوگرم در هکتار کاهش داد (شکل ۲).

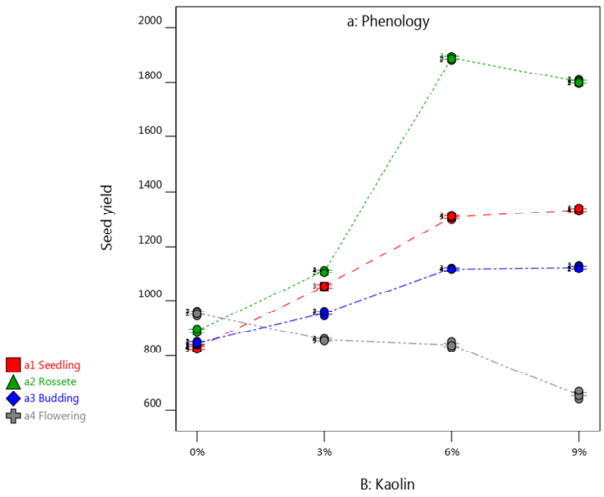
جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس عملکرد گیاه کلزا هنگام استفاده از کائولین

Table 3- Analysis of variance of canola yield when using kaolin

منبع تغییرات S.O.V.	درجه آزادی d.f	میانگین مربعات Mean squares							
		عملکرد دانه Seed yield	عملکرد بیولوژیک Biological yield	شاخص برداشت Harvest index	وزن هزار دانه 1000-seed weight	شته مومی کلم *B. brassicae*	کفشدوزک *Hippodamia H. variegata*	کفشدوزک هفت نقطه *C. septempunctata*	بالتوری سبز *C. carnea*
تکرار Replication (R)	3	714.243 ns	8286.581 ns	9.327219 ns	0.01135573 ns	7.8542 ns	0/9375000 ns	1.7083333 ns	0.1875000 ns
غلظت کائولین Kaolin concentration (a)	3	993968.544**	1414409.239**	317.449277**	3.74174740**	107456.1875**	6.1875000 ns	13.3750000**	20.3541667**
مرحله رشدی گیاه Plant growth stage (b)	3	593790.028**	1061233.654**	66.237706**	1.64272240**	3057.2292**	55.6875000**	36.7916667**	88.8541667**
a × b	9	252590.179**	460996.670**	184.358483**	0.84783767**	3796.6319**	5.3125000ns	6.7777778**	17.5902778**
خطا Error	45	528.112	10406.97	11.671610	0.01213128	22.6986**	2.5375000	1.5416667**	2.78750000

ns و **: به‌ترتیب نشان‌دهنده عدم معنی‌داری و معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد هستند.

ns and **: non-significant and significant at 1% probability level, respectively.

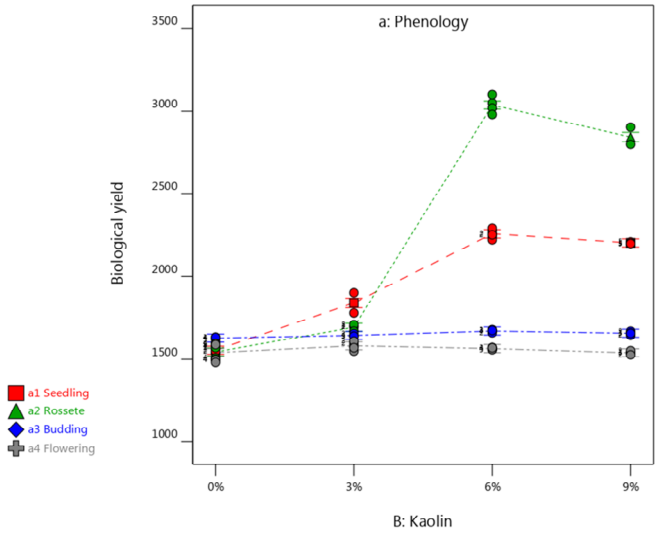


شکل ۱- اثر متقابل غلظت کائولین و مراحل فنولوژیکی گیاه بر عملکرد دانه کلزا

Fig. 1- Interaction between kaolin concentration and phenological stages on canola seed yield (kg.ha^{-1})

میانگین بر اساس خطای آزمایش در محدوده خط نشان‌دار تغییرات دارد.

The mean varies within the error bar range based on the experimental error.



شکل ۲- اثر متقابل غلظت کائولین و مراحل فنولوژیکی گیاه بر عملکرد بیولوژیک کلزا

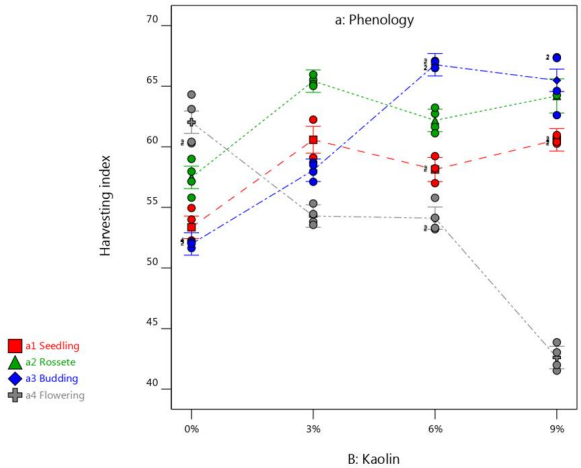
Fig. 2- Interaction between kaolin concentration and phenological stages on canola biological yield (kg.ha^{-1})

میانگین بر اساس خطای آزمایش در محدوده خط نشان‌دار تغییرات دارد.

The mean varies within the error bar range based on the experimental error.

مقایسه میزان تأثیر تیمارها بر شاخص برداشت

طبق تجزیه و تحلیل‌های آماری انجام گرفته و بر اساس جدول تجزیه واریانس (جدول ۲) فاکتورهای غلظت کائولین و مراحل فنولوژیکی مختلف گیاه اثر معنی‌داری بر میزان شاخص برداشت داشتند.



شکل ۳- اثر متقابل غلظت کائولین و مراحل فنولوژیکی گیاه بر شاخص برداشت کلزا

Fig. 3- Interaction between kaolin concentration and phenological stages on canola harvest index

میانگین بر اساس خطای آزمایش در محدوده خط نشان‌دار تغییرات دارد.

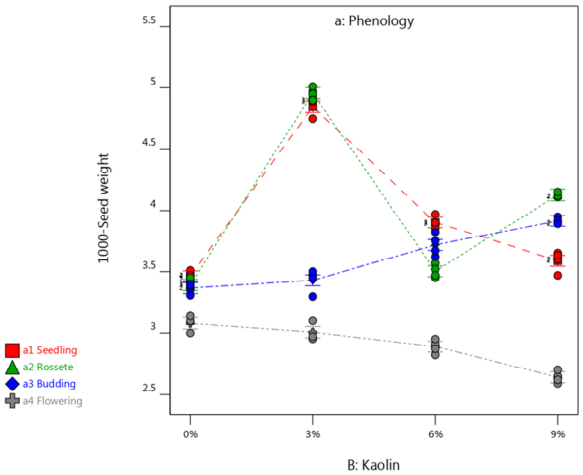
The mean varies within the error bar range based on the experimental error.

اثر متقابل غلظت کائولین و مراحل فنولوژیکی گیاه نیز بر شاخص برداشت کلزا اثر معنی‌داری داشت. در این بررسی کم‌ترین میزان

شاخص برداشت کلزا هنگام استفاده از غلظت نـه درصـد کـائولین در مرحله گل‌دهی با متوسط ۴۲/۶ درصد مشاهده شد، در حالی‌که بیش-ترین میزان شاخص برداشت هنگام اسـتفاده از غلظـت شـش درصـد کائولین در مرحله غنچه‌دهی با متوسط ۶۶/۷۷ درصد مشاهده شد که البته این میزان با غلظت سه درصد کائولین در مرحله رزت با متوسط ۶۵/۴۱ درصد تفاوت معنی‌داری نداشت (شکل ۳).

مقایسه میزان تأثیر تیمارها بر وزن هزار دانه کلزا

طبق تجزیه و تحلیل‌های آماری انجام گرفته و بر اساس جـدول تجزیه واریانس (جـدول ۲) فـاکتورهـای غلظـت کـائولین و مراحـل فنولوژیکی مختلف گیاه اثر معنی‌داری بر وزن هزار دانه کلزا داشتند.



شکل ٤- اثر متقابل غلظت کائولین و مراحل فنولوژیکی گیاه بر وزن هزار دانه کلزا

Fig. 4- Interaction between kaolin concentration and phenological stages on canola 1000-seed weight

میانگین بر اساس خطای آزمایش در محدوده خط نشان‌دار تغییرات دارد.

The mean varies within the error bar range based on the experimental error.

غلظت‌های مختلف کائولین در مراحل مختلف تـأثیرات متفـاوتی روی وزن هزار دانه کلزا داشتند، به‌طـوری‌کـه در صـورت اسـتفاده از غلظت صفر درصد تفاوت معنی‌داری تا مرحله سبز شدن مشاهده نشد. امّا در صورت استفاده از این غلظت در مرحله گل‌دهی، وزن هزار دانه کاهش می‌یابد. هنگام استفاده از غلظت سه درصـد کـائولین تفـاوت معنی‌داری بین مراحل سبز شدن و رزت مشاهده نشد، امّا بیش‌تـرین وزن هزار دانه در مرحله رزت و کم‌ترین آن در مرحله گل‌دهـی بـود. بیش‌ترین میزان وزن هزار دانه هنگام استفاده از غلظت شش درصـد کائولین و در مرحله سبز شدن با متوسط ۳/۹۰ گـرم و کـم‌تـرین آن مربوط به مرحله گل‌دهی با متوسط ۲/۹۱ گرم بود. در شرایط استفاده از کائولین نه درصد نیز بیش‌ترین میزان وزن هـزار دانـه در صـورت استفاده از کائولین در مرحله رزت دیده شـد. بـه‌طـور کلـی، در ایـن آزمایش بیش‌ترین میزان وزن هزار دانه کلزا هنگام استفاده از غلظت سه درصد کائولین در مرحله رزت با متوسط ۴/۹۵ گرم مشـاهده شـد که با مرحله سبز شدن نیز تفاوت معنی‌داری نداشت. در ایـن مطالعـه اثر متقابل غلظت کائولین و مراحل فنولوژیکی گیاه نیز معنی‌دار بـود که در شکل ۴ نمایش داده شده است. در صورت استفاده از کـائولین صفر و سه درصد در مراحل سبز شدن و رزت تفـاوت معنـی‌داری در میزان وزن هزار دانه مشاهده نشد، امّا در سایر مراحل رشدی تفاوت‌ها معنی‌دار بود.

کاربرد کائولین در روی گیاهان زراعـی باعـث افـزایش کـارایی مصرف آب، کاهش یک الی شش دمای بـرگ و افـزایش فتوسـنتز تحت شرایط تنش آبـی شـده مفتـاح و ال هومیـل (Moftah & Al-Humail, 2005) و باعث افزایش رشد گیاه و در نتیجه، شاخص‌های زراعی می‌شود.

نتایج بررسی‌های انجام شده روی گندم نشان می‌دهد که بیش-ترین میزان عملکرد دانه در غلظت ۳/۷۵ در ۱۰ اردیبهشت و بـیش-ترین مقدار عملکرد بیولوژیـک در غلظـت ۱/۲۵ در اول خـرداد بـوده

است (Nateghi et al., 2014). تنش خشکی باعث کاهش اندازه گیاه، تغییر رنگ برگ‌ها، کم شدن دوام سطح برگ‌ها، کاهش ماده خشک تولید شده، کاهش فتوسنز جاری گیاه و در نهایت، باعث کاهش عملکرد دانه می‌شود (Kumar, 2000). نتایج بررسی‌های توریوریان و همکاران (Toryourian et al., 2018) نشان داد که با توجه به نقش کائولین در کاهش دمای کانوپی و کاهش تعرق این ماده می‌تواند با افزایش تعداد دانه در طبق و وزن طبق باعث افزایش عملکرد دانه در گیاه گلرنگ شود. مشخص شده است که استفاده از کائولین تعریق را کاهش و ذخیره آب گیاه را به‌مدت طولانی‌تری حفظ می‌کند (Samadi & Faramarzi, 2014). همچنین گزارش رنجیتا و همکاران (Ranjita et al., 2007) نشان داد که در صورت استفاده از کائولین تعداد سنبله در گندم افزایش می‌یابد که این خود باعث افزایش عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک می‌شود. همچنین نتایج تحقیق ناطقی و همکاران (Nateghi et al., 2014) نیز نشان‌دهنده افزایش تعداد سنبله در گیاه گندم در صورت استفاده از کائولین بود.

تحقیقات نشان داده که کائولین بر عملکرد بیولوژیک گیاهان مختلف از جمله ذرت (Yadav & Kumar, 1998) و گندم (Gaballah & Moursy, 2004) مثبت بوده و باعث افزایش آن می‌شود. نتایج تحقیقات ناطقی و همکاران (Nateghi et al., 2014) روی گندم نشان داد که بالاترین عملکرد بیولوژیک با ۱۷۹۰ کیلوگرم در هکتار در غلظت پنج درصد کائولین به‌دست خواهد آمد. طبق نتایج به‌دست آمده از این تحقیق، در مرحله گل‌دهی افزایش میزان غلظت کائولین باعث کاهش میزان عملکرد دانه می‌شود، همچنین ناطقی و همکاران (Nateghi et al., 2014) عنوان کرده‌اند که هر چه غلظت کائولین بالاتر می‌رود، میزان بیوماس کاهش پیدا می‌کند. بنابراین، به نظر می‌رسد که اگر غلظت کائولین از یک میزان بالاتر رود و یا در مرحله‌ای خاص استفاده شود، روی فتوسنتز و حتی گرده‌افشانی تأثیر گذاشته و باعث کاهش عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک شود. گرده افشانی در کلزا به‌میزان خیلی زیادی وابسته به حشراتی مانند زنبور عسل است. زمانی که کائولین در مرحله گل‌دهی استفاده شود روی گل‌ها با کائولین پوشانده می‌شود و گرده افشانی به‌صورت ناقص رخ می‌دهد و این خود باعث کاهش عملکرد دانه خواهد شد. نتایج تحقیق روی گندم نشان داد که استفاده از کائولین بر شاخص سطح برداشت و وزن هزار دانه تأثیر مثبت گذاشته و باعث افزایش آن‌ها می‌شود (Nateghi et al., 2014). بررسی‌ها روی گلرنگ نیز نشان داد که کائولین باعث افزایش وزن هزار دانه می‌شود و همچنین وزن برگ و طبق را نیز تحت تأثیر قرار می‌دهد (Toryourian et al., 2018).

جمعیت آفت و دشمن طبیعی

جهت بررسی تأثیر کائولین بر جمعیت آفت و دشمنان طبیعی نمونه‌برداری از شته *Brevicoryne brassicae* L. به‌عنوان آفت غالب و دشمنان طبیعی آن شامل کفشدوزک‌های *Coccinella septempunctata* L. و *Hippodamia variegata* Goeze و لارو بالتوری *Chrysoperla carnea* Stephens. انجام گرفت (جدول ۳).

جدول ۳- حشرات مشاهده شده در این آزمایش

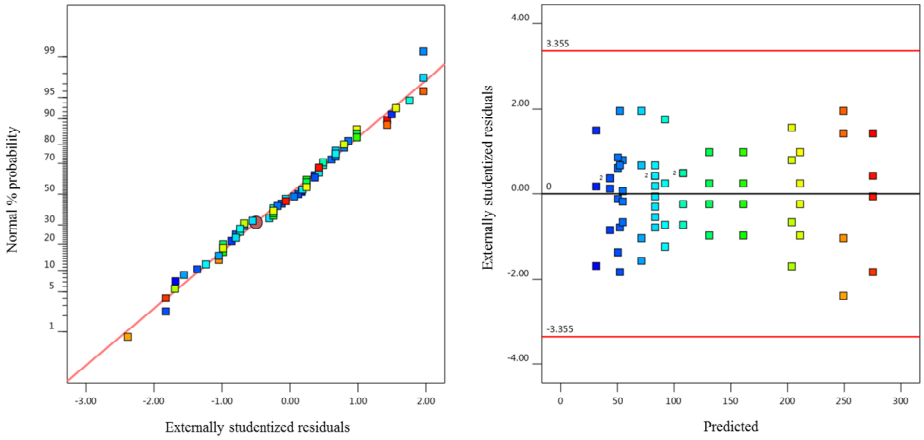
Table 3- Observed insects in this experiment

گونه Species	خانواده Family	راسته Order	نوع حشره Insect type
Brevicoryne brassicae L.	Aphididae	Homoptera	آفت Pest
Coccinella septempunctata L.	Coccinellidae	Coleoptera	دشمن طبیعی Natural enemy
Hippodamia variegata Goeze	Coccinellidae	Coleoptera	دشمن طبیعی Natural enemy
Chrysoperla carnea Stephens	Chrysopidae	Neuroptera	دشمن طبیعی Natural enemy

مقایسه میزان تأثیر تیمارها روی جمعیت شته *B. brassicae*

میزان جمعیت شته در نمودار الف شکل ۵ نشان داده شده است، خطاها به‌علت مشاهده نشدن یک روند خاص، هم‌واریانس‌اند. این نمودار نشان می‌دهد که پراکندگی داده‌ها از توزیع خاصی تبعیت

نکرده و در محدوده قابل قبول قرار دارند (نمودار الف و شکل ۵). همچنین بر اساس نمودار ب شکل ۵ باقیمانده‌ها در امتداد یک خط قرار دارند. بنابراین، می‌توان نتیجه گرفت که داده‌ها نرمال می‌باشند. همچنین بر اساس نتایج به‌دست آمده در این بررسی مقدار بالای R^2 و نزدیک بودن آن به R^2adj، هم‌واریانس بودن خطاها و نرمال بودن باقیمانده‌ها بیانگر قدرت بالای مدل در پیش‌بینی می‌باشد.



(b) (a)

شکل ۵- پراکنش خطای مشاهده شده و خطای پیش‌بینی شده باقیمانده (a) روند تغییرات باقیمانده‌ها (b) در جمعیت شته *B. brassicae*

Fig. 5- Distribution of observed error and residual predicted error (a) The residual changes (b) in *B. brassicae* population

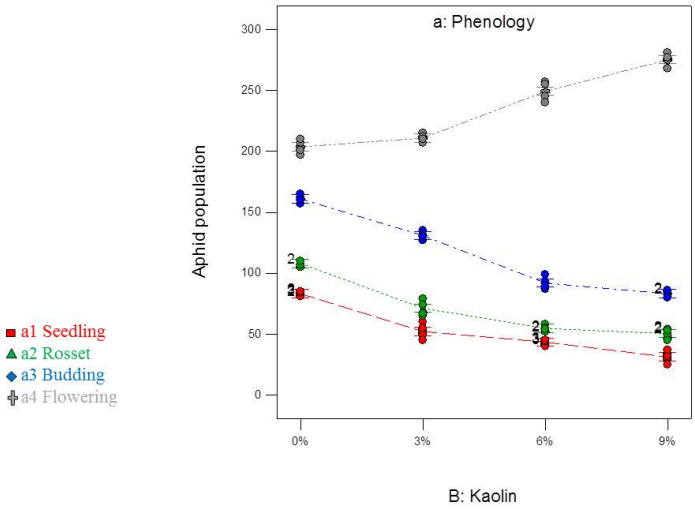
طبق تجزیه و تحلیل‌های آماری انجام گرفته و بر اساس جدول تجزیه واریانس (جدول ۲) فاکتورهای غلظت کائولین و مراحل فنولوژیکی مختلف گیاه اثر معنی‌داری روی جمعیت شته مومی کلزا داشتند. همچنین اثر متقابل غلظت کائولین و مراحل فنولوژیکی گیاه نیز روی جمعیت این آفت معنی‌دار بود. افزایش غلظت کائولین در مرحله گل‌دهی باعث افزایش جمعیت شته می‌شد، به‌طوری‌که بیش‌ترین میزان جمعیت شته در مرحله گل‌دهی و هنگام استفاده از غلظت نه درصد کائولین با متوسط ۲۷۵/۲۵ شته مشاهده گردید. در این مرحله غلظت سه درصد کائولین تفاوت معنی‌داری با شاهد ایجاد نکرد. در سایر مراحل رشدی کلزا افزایش غلظت کائولین باعث کاهش جمعیت شته مومی کلزا گردید، امّا در هیچ یک از مراحل رشدی گیاه غلظت‌های شش درصد و نه درصد تفاوت معنی‌داری در جمعیت شته ایجاد نکردند. در این بررسی کم‌ترین میزان جمعیت شته با متوسط ۳۱/۳۳ شته در مرحله سبز شدن کلزا هنگام استفاده از غلظت نه درصد کائولین مشاهده شد (شکل ۶).

کائولین یک ترکیب مطمئن و مناسب جهت برنامه IPM می‌باشد و استفاده از آن می‌تواند کنترل بسیاری از آفات و بیماری‌ها را تسهیل کند (Glenn & Puterka, 2005). کائولین می‌تواند به‌عنوان یک دورکننده عمل کرده و توانایی تشخیص و درک گیاهان میزبان را توسط حشره کاهش داده و همچنین مانع حرکت حشره شود (Puterka et al., 2003, 2005; Wyss & Daniel, 2004; Glenn & Puterka, 2005; Sackett et al., 2007; Barker et al., 2006). نتایج بررسی‌ها نشان داد که استفاده از کائولین می‌تواند باعث کاهش جمعیت آفت شود که با نتایج گلن و همکاران (Glenn et al., 1999) در مورد شته *A. spiraecola*، کلودیا و ویس (Claudia & Wyss, 2004) و پوترکا و همکاران (Puterka et al., 2005) در مورد پسیل گلابی مطابقت دارد. نتایج بررسی‌های دیگر نشان داد که کائولین روی پسیل آسیایی مرکبات مؤثر بوده، بنابراین، محلول‌پاشی درختان مرکبات با کائولین فرآوری شده با غلظت پنج درصد می‌تواند خسارت این آفت را کاهش دهد (Mohamadipour & Naseri, 2018). همچنین کیهانیان و عباسی مژدهی (Keyhanian & Abbassi Mojdehi, 2018) در بررسی‌های خود دریافتند که کائولین پنج درصد می‌تواند باعث کاهش جمعیت پوره‌های پسیل زیتون، که مرحله اصلی خسارت‌زنی آفت می‌باشد، شود. نکته قابل توجه در این تحقیق آن است که استفاده از کائولین در مرحله گل‌دهی باعث افزایش میزان شته‌ها شد که از جمله دلایل آن

می‌توان به کاهش شدید جمعیت دشمنان طبیعی اشاره کرد که با نتایج شولر و آرمسترانگ (Showler & Armstrong, 2007) و مارکو و همکاران (Marko et al., 2008) مطابقت دارد.

مقایسه میزان تأثیر تیمارها روی جمعیت کفشدوزک هفت نقطه‌ای

طبق تجزیه و تحلیل‌های آماری انجام گرفته و بر اساس جدول تجزیه واریانس (جدول ۲) فاکتورهای غلظت کائولین و مراحل فنولوژیکی مختلف گیاه اثر معنی‌داری روی جمعیت کفشدوزک هفت نقطه داشتند. همچنین اثر متقابل غلظت کائولین و مراحل فنولوژیکی گیاه نیز روی جمعیت *C. septempunctata* معنی‌دار بود. افزایش غلظت کائولین در مراحل رشدی مختلف گیاه باعث کاهش جمعیت کفشدوزک هفت نقطه گردید. بیش‌ترین میزان این کاهش در مرحله گل‌دهی مشاهده گردید. در همه مراحل رشدی گیاه غلظت‌های شش درصد و نه درصد تفاوت معنی‌داری در جمعیت *C. septempunctata* ایجاد نکرد. بیش‌ترین میزان جمعیت این دشمن طبیعی با متوسط ۷/۵ حشره در مرحله گل‌دهی و در صورت آب‌پاشی مشاهده گردید. کم‌ترین این میزان هم در مرحله گل‌دهی و هنگام استفاده از غلظت نه درصد کائولین با متوسط ۰/۵ حشره مشاهده گردید که البته تفاوت معنی‌داری با این غلظت در مرحله سبز شدن کلزا نداشت (شکل ۷).



شکل ٦- اثر متقابل غلظت کائولین و مراحل فنولوژیکی گیاه روی جمعیت شته مومی کلزا *B. brassicae*

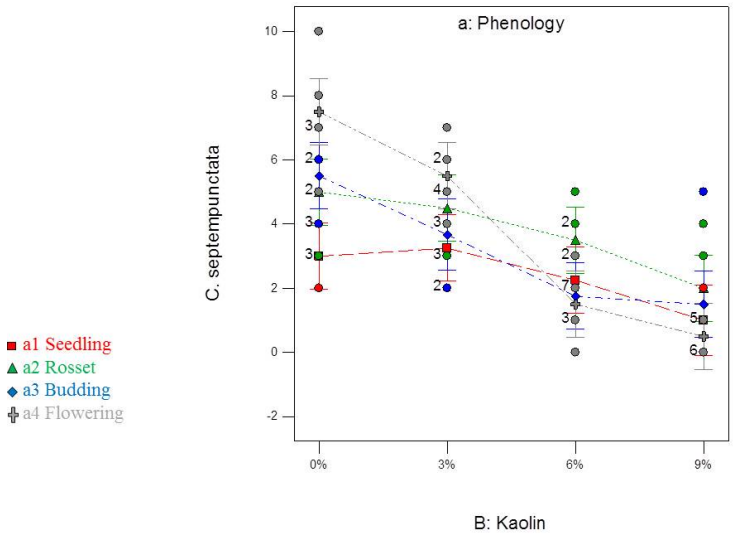
Fig. 6- Interaction between kaolin concentration and phenological stages on cabbage aphid, *B. brassicae* population

میانگین بر اساس خطای آزمایش در محدوده خط نشان‌دار تغییرات دارد.

The mean varies within the error bar range based on the experimental error.

مقایسه میزان تأثیر تیمارها روی جمعیت کفشدوزک *H. variegata*

طبق تجزیه و تحلیل‌های آماری انجام گرفته و بر اساس جدول تجزیه واریانس (جدول ۲) فاکتورهای غلظت کائولین و مراحل فنولوژیکی مختلف گیاه اثر معنی‌داری روی جمعیت کفشدوزک *H. variegata* داشتند. همچنین اثر متقابل غلظت کائولین و مراحل فنولوژیکی گیاه نیز روی جمعیت *H. variegata* معنی‌دار بود. افزایش غلظت کائولین در مرحله رزت با افزایش غلظت کائولین تا سه درصد باعث افزایش جمعیت این کفشدوزک گردید، امّا پس از آن و در سایر مراحل رشدی، افزایش غلظت باعث کاهش جمعیت *H. variegata* شد. در مرحله سبز شدن غلظت کائولین اثر معنی‌داری در جمعیت این دشمن طبیعی ایجاد نکرد. در مراحل رزت و غنچه‌دهی نیز غلظت‌های سه درصد و شش درصد، و شش درصد و نه درصد کائولین تفاوت معنی‌داری با هم نداشتند. در این بررسی بیش‌ترین جمعیت کفشدوزک *H. variegate* در مرحله گل‌دهی و در شاهد با متوسط جمعیت ۸/۲۵ حشره و کم‌ترین آن در تیمار نه درصد کائولین در مرحله گل‌دهی با متوسط ۱/۵ حشره مشاهده گردید که البته تفاوت معنی‌داری با سایر مراحل کلزا نداشت (شکل ۸).

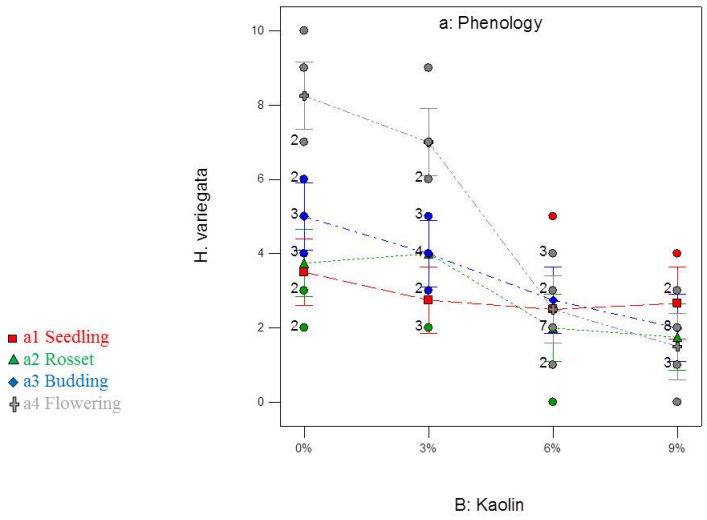


شکل ۷- اثر متقابل غلظت کائولین و مراحل فنولوژیکی گیاه روی جمعیت کفشدوزک هفت نقطه *C. septempunctata*

Fig. 7- Interaction between kaolin concentration and phenological stages on seven-spotted ladybeetle, *C. septempunctata* population

میانگین بر اساس خطای آزمایش در محدوده خط نشان‌دار تغییرات دارد.

The mean varies within the error bar range based on the experimental error.



شکل ۸- اثر متقابل غلظت کائولین و مراحل فنولوژیکی گیاه روی جمعیت کفشدوزک *H. variegate*

Fig. 8- Interaction between kaolin concentration and phenological stages on ladybeetle *H. variegate* population

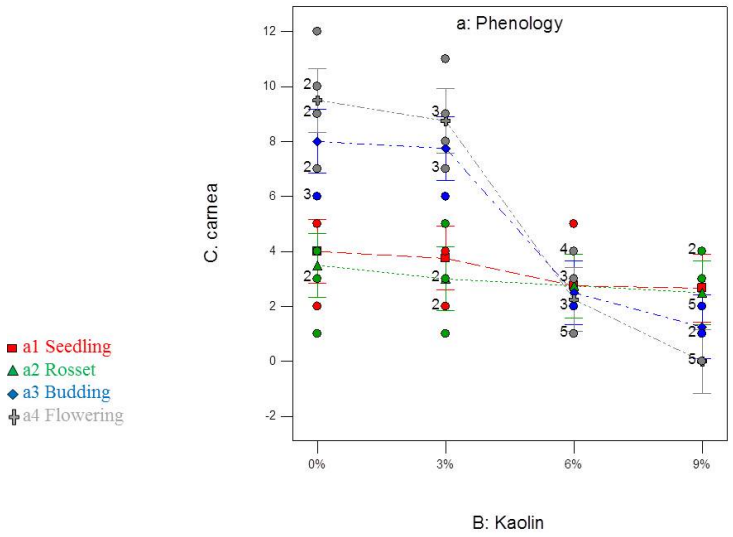
میانگین بر اساس خطای آزمایش در محدوده خط نشان‌دار تغییرات دارد.

The mean varies within the error bar range based on the experimental error.

مقایسه میزان تأثیر تیمارها روی جمعیت لارو بالتوری سبز

طبق تجزیه و تحلیل‌های آماری انجام گرفته و بر اساس جدول تجزیه واریانس (جدول ۲) فاکتورهای غلظت کائولین و مراحل

فنولوژیکی مختلف گیاه اثـر معنـی‌داری روی جمعیـت بـالتوری *C. carnea* داشـتند. همچنـین اثـر متقابـل غلظـت کـائولین و مراحـل فنولوژیکی گیاه نیز روی جمعیت *C. carnea* معنی‌دار بـود. افـزایش غلظت کائولین در مرحله سبز شدن و رزت هر چند که تا حدی باعث کاهش جمعیت بالتوری سبز گردید، امّا اثر معنی‌داری روی جمعیت آن نداشت. امّا در مراحل غنچه‌دهی و گل‌دهی افزایش غلظـت کـائولین باعث کاهش جمعیت *C. carnea* شد. در این دو مرحله تفاوت معنی-داری بین تیمارهای با غلظت شش درصد و نه درصد کائولین مشاهده نشد. در این بررسی نیز بیش‌ترین میـزان جمعیـت بـالتوری سـبز در شاهد و در مرحله گل‌دهی با متوسط ۹/۵ لارو بود که البته با غلظت سه درصد کائولین و تیمارهای مرحله غنچه‌دهی تفـاوت معنـی‌داری نداشت. همچنین کم‌ترین جمعیت بالتوری سبز در مرحله گل‌دهـی و غلظت نه درصد کائولین با متوسط جمعیت صفر مشاهده شد کـه بـا تیمار مرحله غنچه‌دهی نیز تفاوت معنی‌داری نداشت (شکل ۹).



شکل ۹- اثر متقابل غلظت کائولین و مراحل فنولوژیکی گیاه روی جمعیت بالتوری *C. carnea*

Fig. 9- Interaction between kaolin concentration and phenological stages on ladybird, *C. carnea* population

میانگین بر اساس خطای آزمایش در محدوده خط نشان‌دار تغییرات دارد.

The mean varies within the error bar range based on the experimental error.

به صورت کلی، بررسی‌ها در مورد تـأثیر کـائولین روی دشـمنان طبیعی نشان داد که این ماده می‌تواند در غلظت‌های بالا اثر سوئی بر روی آن‌ها داشته باشد. استفاده از کائولین نه درصد در مرحله گل‌دهی که معمولاً بیش‌ترین جمعیت شکارگرها (به‌علت زیاد بودن شکار- در این تحقیق بیش‌ترین تعداد شته‌ها در شاهد در مرحله گل‌دهی بـوده است- و همچنین استفاده حشرات کامل از گرده گل‌ها) وجـود دارنـد باعث کاهش انبوهی جمعیت آن‌ها شده است که با نتـایج تحقیقـات شولر و سـتامو (Showler & Setamou, 2004)، المـر و همکـاران (Ulmer et al., 2006)، سـاکت و همکـاران (Sackett et al., 2007) و مارکو و همکـاران (Marko et al., 2008) مطابقـت دارد. کاهش جمعیت دشمنان طبیعی می‌تواند به‌دلیل تأثیر مستقیم کائولین روی دشمن طبیعی و همچنین تغذیه دشمن طبیعی از شـته میزبـان آلوده باشد. همچنین کائولین می‌تواند با چسبیدن به بـدن میزبـان از تحرک آن‌ها بکاهد و در نتیجه، میزان دست‌یابی به منبع غذایی را با محدودیت مواجه سازد.

نتیجه‌گیری

با توجه به بررسی انجام گرفته به نظر می‌آید که کاربرد کائولین می‌تواند صفات زراعی کلزا از جمله عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیـک، شاخص سطح برداشت و وزن هـزار دانـه را تحـت تـأثیر قـرار دهـد. بنابراین، در صورت استفاده از کائولین ابتدا باید به مرحله رشدی گیاه توجه کرده و سپس بر اساس آن اقدام بـه پاشـش کـائولین نمـود. از طرفی دیگر، بر اساس نتایج به‌دست آمده از این تحقیق بـه‌جـز وزن

هزار دانه در کلیه موارد، استفاده از غلظت شش درصد کائولین می‌تواند نتایج ثمربخشی را به همراه داشته باشد. امّا در صورتی‌که وزن هزار دانه گیاه مد نظر باشد باید از غلظت سه درصد کائولین استفاده گردد. همچنین کائولین می‌تواند باعث کاهش جمعیت آفت در غلظت‌های شش و نه درصد شود (غلظت شش و نه درصد اختلاف معنی‌داری نداشته و با توجه به شرایط زیست‌محیطی و هزینه‌ای غلظت شش درصد توصیه می‌شود). علاوه‌براین کائولین توانسته روی جمعیت دشمنان طبیعی آفت مخصوصاً در مراحل گل‌دهی تأثیرگذار باشد. با توجه به شرایط کلی، می‌توان اظهار داشت که کائولین در غلظت شش درصد می‌تواند با افزایش شاخص‌های‌زراعی و کاهش جمعیت آفت تأثیر مثبتی بر تولید کلزا در ایران داشته باشد. البته باید به اثر این ماده روی دشمن طبیعی نیز توجه داشته و تحقیقات دیگری نیز در این زمینه انجام شود.

References

Anonymous., 2018. Agricultural Statistics. Ministry of Agriculture-Jihad, Deputy of Planning and Economics of ICT Center, First volume, Crops. (In Persian)

Asadi, E., and Faraji, A., 2009. Applied Principles of Oil Seeds Agronomy (Soybean, Cotton, Canola and Sunflower). Agricultural Science of Iran publications. Tehran, Iran. (In Persian)

Bahmani, S., Keyhanian, A.A., and Farazmand, H., 2012. The Effect of pyriproxyfen, hexaflumuron and flufenoxuron on the cabbage aphid, *Brevicoryne brassicae* L. (Hem., Aphididae), in canola field. Journal of Entomological Research 2: 133-141.

Barker, J.E., Fulton, A., Evans, K.A., and Powell, G., 2006. The effects of kaolin particle film on *Plutella xylostella* behaviour and development. Pest Management Science 62: 498-504.

Banuelos, G.S., Bryla, D.R., and Cook, C.G., 2002. Vegetative production of kenaf and canola under irrigation in central California. Industrial Crops and Products 15: 237-245.

Bengochea, P., Hernando, S., Saelices, R., Adán, A., Budia, F., González-Núñez, M., Viñuela E., and Medina, P., 2010. Side effects of kaolin on natural enemies found on olive crops. Pesticides and Beneficial Organisms IOBC/wprs Bulletin 55: 61-67.

Borror, D.J., Triplehorn, C.A., and Johnson, N.F., 1989. An introduction to study of Insects, Sixth Edition. Philadelphia: Saunders College Publication.

Burme, L., Moallemi, N., and Mortazavi, S.M.H., 2011. Anti-Transpiration effect of kaolin on some physiological traits of four olive cultivars. Journal of Crop Production and Processing 1: 11-23. (In Persian with English Summary)

Cantore, V., Pace, B., and Albrizio, R., 2009. Kaolin-based particle film technology affects tomato physiology, yield and quality. Environmental and Experimental Botany 66: 279-288.

Claudia, D., and Wyss, E., 2004. Efficacy of different insecticides and a repellent against the European pear sucker (*Cacopsylla pyri*). 11th International Conference on Cultivation Technique and Phytopathological Problems in Organic Fruit-Growing, Weinsberg, Germany, 3-5 February 2004, p. 35-40.

Colette, B., Erik, H.P., Greet, S., Roeland, E.V., Marcel, D., and Ben, V., 2008. Responses of *Brassica oleracea* cultivars to infestation by the aphid *Brevicoryne brassicae*: an ecological and molecular approach. Plant, Cell and Environment 31: 1592-1605.

Ehteshami, S., Sarikhani, H., and Ershadi, A., 2011. Effect of kaolin and gibberellic acid application on some qualitative characteristics and reducing the sunburn in pomegranate fruits (*Punica granatum*) cv. 'Rabab Neiriz'. Plant Production Technology 1(11): 15-24. (In Persian with English Summary)

Farazmand, H., 2013. Effect of kaolin clay on pomegranate fruits sunburn. Entomology and Phytopathology 80: 173-184. (In Persian with English Summary)

Fidelis, E.G., Farias, E.S., Lopes, M.C., Sousa, F.F., Zanuncio, J.C., and Picanco, M.C., 2019. Contributions of climate, plant phenology and natural enemy to the seasonal variation of aphids on cabbage. Journal of Applied Entomology 143: 365-370.

Food and Agriculture Organization (FAO)., 2008. The FAOSTAT Database. Production, yield, harvested area values of rapeseed. Available at Web site www.fao.org (verified 14 April, 2010).

Gaballah, M.S., and Moursy, M., 2004. Reflectants application for increasing wheat plant tolerance against salt stress. Pakistan Journal of Biological Sciences 7(6): 956- 962.

Glenn, D.M., and Puterka, G.J., 2005. Particle films: A new technology for agriculture. Horticultural Reviews 31: 1-44.

Glenn, D.M., Cooley, N., Walker, R., Clingeleffer, P., and Shellie, K., 2010. Impact of kaolin particle film and water deficit on wine grape water use efficiency and plant water relations. Horticultural Science 45: 1178-1187.

Glenn, D.M., Prado, E., Erez, A., Mc Ferson, J., and Puterka, G.J., 2002. A reflective, processed-kaolin particle film affects fruit temperature, radiation reflection, and solar injury in apple. Journal of the American Society for

Horticultural Science 127: 188-193.
Glenn, D.M., Puterka, G.J., Drake, S.R., Unruh, T.R., Knight, A.L., Baherle, P., Prado, E., and Baugher, T.A., 2001. Particle film application influences apple leaf physiology, fruit yield, and fruit quality. Journal of the American Society for Horticultural Science 126: 175-181.
Glenn, D.M., Puterka, G.J., Vanderzwet, T., Byers, R.E., and Feldhake, C., 1999. Hydrophobic particle films: a new paradigm for suppression of arthropod pests and plant diseases. Journal of Economic Entomology 92: 759-771.
Hassanzadeh, H., Farazmand, H., Oliaei-Torshiz, A., and Sirjani, M., 2014. Effect of kaolin clay (WP 95%) on oviposition deterrency of pistachio psylla (*Agonoscena pistaciae* Burckharat & Lauterer). Journal of Pesticides in Plant Protection Sciences 1: 76-85. (In Persian with English Summary)
Jahan, F., Abbasipour, H., Askarianzade, A., Hasanshahi, G., and Saeedizadeh, A., 2013. Effect of eight cauliflower cultivars on biological parameters of the cabbage aphid, *Brevicoryne brassica* (L.) (Hem: Aphididae) in laboratory conditions. Phytopathology and Plant Protection 46: 636-642.
Jifon, J.L., and Syvertsen, J., 2001. Effects of moderate shade on citrus leaf gas exchange, fruit yield, and quality. Proceedings of the Florida State Horticultural Society 114: 177-181.
Jifon, J.L., and Syvertsen, J.P., 2003. Kaolin particle film applications can increase photosynthesis and water use efficiency of ruby red' grapefruit leaves. Journal of the American Society for Horticultural Science 128: 107-112.
Keyhanian, A.A., and Abbasi Mojdehi, M.R., 2018. Evaluation of processed kaolin clay (WP 95%) on reducing the population of olive psylla *Euphyllura straminea* Loginova. (Hem. Psyllidae). Plant Protection 41:1-10. (In Persian with English Summary)
Knight, A.L., Unruh, T.R., Christlanson, B.A., Puterka, G.J., and Glenn, D.M., 2000. Effects of a kaolin-based particle film on obliquebanded leaf roller (Lepidoptera: Tortricidae). Journal of Economic Entomology 93: 744-749.
Kumar, H., 2000. Development potential of safflower in comparison to sunflower. Sesame and Safflower Newsletter. Institute of sustainable agriculture, Spain 15: 86- 89.
Marko, V., Blommers, L.H.M., Bogya, S., and Helsen, H., 2008. Kaolin particle films suppress many apple pests, disrupt natural enemies and promote woolly apple aphid. Journal of Applied Entomology 135: 26-35.
Mazor, M., and Erez, A., 2004. Processed kaolin fruits from Mediterranean fruit fly infestations. Crop Protection 23: 47-51.
Mehrnejad, M.R., 2002. Bionomics of the common pistachio psylla, *Agonoscena pistaciae*, in Iran. Acta Horticulturae 591: 535-539.
Melgarejo, P., Martınez, J., Hernández, F., Martınez-Font, R., Barrows, P., and Erez, A., 2004. Kaolin treatment to reduce pomegranate sunburn. Scientia Horticulturae 100: 349-353.
Moftah, A.E., and Al-Humaid, A.I., 2005. Effects of kaolin and pinolene film-forming photosynthetic rate of cultivated tropical plant (*Polianthes Tuberosa* L.). Polish Journal of Ecology 53: 165–175.
Mohamadipour, A., and Naseri, M., 2018. Study the kaolin powder efficiency in reducing the Asian citrus psyllid, *Diaphorina citri* (Hem: Liviidae) population. Plant Pest Research 8: 13-24. (In Persian with English Summary)
Moriana, A., Orgaz, F., Pastor, M., and Fereres, E., 2003. Yield responses of a mature olive orchard to water deficits. Journal of American Society for Horticultural Science 128: 425-431.
Moshiri, A., Farazmand, H., and Vafaeishoushtari, R., 2011. The preliminary study of kaolin on damage reduction of pomegranate fruit moth, *Ectomyelois ceratoniae* (Lep.: Pyralidae) in Garmsar region. Journal of Entomological Research 3: 163-171.
Mousavi Anzabi, S.H., Nouri Ghanbalani, G.H., Shojaee, M., Eivazi, A., and Ranji, H., 2009. The comparison of infestation rate of 21 canola genotypes to cabbage aphid (*Brevicoryne brassicae* L.) under field conditions in Uromia region. Journal of Plant Production 16: 129-141.
Nateghi, M., Paknejad, F., and Moarefi, M., 2014. Effect of concentrations and time of kaolin spraying on wheat Aphid. Journal of Biodiversity and Environmental Sciences 7: 163-168.
Pasqualini, E., Civolani, S., and Grappadelli, L.C., 2002. Particle film technology: approach for biorational control of *Cacopsylla pyri* (Rhynchota Psyllidae) in Northern Italy. Bulletin of Insectology 55: 39-42.
Patil, R.P., Chetti, M.B., and Hiremath, S.M., 2009. Influence of agrochemicals on morphophysiological characters, yield and yield components of sugarcane under moisture stress. Karnataka Journal of Agriculture and Science 22: 759-761.
Peng, L., Trumble, J.T., Munyaneza, J.E., and Liu, T.X., 2011. Repellency of a kaolin particle film to potato psyllid, *Bactericera cockerelli* (Hemiptera: Psyllidae), on tomato under laboratory and field conditions. Pest Management Science 67: 815-824.
Puterka, G., Reinke, M., Luvisi, D., CIomperik, M.A., Bartels, D., Wendel, L., and Glenn, D.M., 2003. Particle film, Surround WP, effects on glassy-winged sharpshooter behavior and its utility as a barrier to sharpshooter infestations in grape. Plant Health Progress. doi: 10.1094/PHP-2003-0321-01-RS.

Puterka, G.J., Glenn, D.M., and Pluta, R.C., 2005. Action of particle films on the biology and behavior of pear psylla (Homoptera: Psyllidae). Journal of Economic Entomology 98(6): 2079-2088.

Ranjita, B., Janawade, A.D., and Palled, Y.B., 2007. Effect of irrigation schedule, mulch and anti transpirant on growth, yield and economy of wheat. Karnataka Journal of Agricultural Science 20: 6-9.

Razmjou, J., Jafary, M., and Borzoui, E., 2019. Host plant preference and life table of *Brevicoryne brassicae* (Hemiptera: Aphididae). Journal of Crop Protection 8: 201-214.

Rezvani, A., 2001. Identification Key of Aphid in Iran. Agricultural research education and extention Organization Press, Tehran, Iran. (In Persian)

Sackett, T., Buddle, C.M., and Vincent, C., 2007. Effects of kaolin on the composition of generalist predator assemblages and parasitism of *Choristoneura rosaceana* (Lep.: Tortricidae) in apple orchards. Journal of Applied Entomology 131(7): 478-485.

Samadi, A., and Faramarzi, A., 2014. Effects of anti-transpiration spraying and irrigation cutting off on yield and yield components of sunflower hybrid of Farrokh as second crop at Miyaneh region, Iran. Agroecology Journal 10: 47-59. (In Persian with English Summary)

Saour, G., 2005. Efficacy of kaolin particle film and selected synthetic insecticides against pistachio psyllid *Agonoscena targionii* (Homoptera: Psyllidae) infestation. Crop Protection 24: 711–717.

Saour, G., and Makee, H., 2003. A kaolin-based particle film for suppression of the olive fruit fly *Bactrocera oleae* Gmelin (Dip., Tephritidae) in olive groves. Journal of Applied Entomology 127: 1-4.

SAS Institute Inc., 2013. SAS® 9.4 Statements: Reference. Cary, NC: SAS Institute Inc.

Sattari Nasab, R., Pahlavan Yali, M., and Bozorg-Amirkalaee, M., 2019. Effects of humic acid and plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR) on induced resistance of canola to *Brevicoryne brassicae* L. Bulletin of entomological research 109: 479-489.

Showler, A., and Armstrong, J.S., 2007. Kaolin particle film associated with increased cotton aphid infestations in cotton. Entomologia Experimentalis et Applicata 124: 55-60.

Showler, A., and Setamou, M., 2004. Effects of kaolin particle film on selected arthropod populations in cotton in the Lower Rio Grande Valley of Texas. Southwestern Entomologist 29: 137-146.

Toryourian, S., Pasari, B., and Mohammadi, K., 2018. The effect of foliar application of kaolin clay and irrigation cut on the quantitative characteristics of safflower (*Carthamus tinctorius* L.). Crop Physiology Journal 7: 49-63. (In Persian with English Summary)

Ulmer, B.J., Lapointe, S.L., Peña, J.E., and Duncan, R.E., 2006. Toxicity of pesticides used in citrus to *Aprostocetus vaquitarum* (Hymenoptera: Eulophidae), an egg parasitoid of *Diaprepes abbreviatus* (Coleoptera: Curculionidae). Florida Entomologist 89: 10-19.

Wand, S.J.E., Theron, K.I., Akerman, J., and Marais, S.J.S., 2006. Harvest and post-harvest apple fruit quality following applications of kaolin particle film in South African orchards. Scientia Horticulturae 107: 271-276.

Weerakkody, P., Jobling, J., Infante, M.M.V., and Rogers, G., 2010. The effect of maturity, sunburn and the application of sunscreens on the internal and external qualities of pomegranate fruit grown in Australia. Scientia Horticulturae 124: 57-61.

Wünsche, J., Lombardini, L., and Greer, D., 2004. Surround particle film applications effects on whole canopy physiology of apple. Acta Horticulturae 636: 565-571.

Wyss, E., and Daniel, C., 2004. Effects of autumn kaolin and pyrethrin treatments on the spring population of *Dysaphis plantaginea* in apple orchards. Journal of Applied Entomology 128: 147-149.

Yadav, R.S., and Kumar, A., 1998. Effect of some antitranspirants on water relations, NR-activity and seed yield of Rabi maize (*Zea mays* L.) under limited irrigation. Indian Journal of Agricultural Research 32: 57-60.

Journal of Agroecology
Vol. 12, No.4, Winter 2021, p. 723-740

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۱۲، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۹، ص ۷۴۰-۷۲۳

Influence of Concentration and Time of Kaolin Application on Agronomic Traits, Canola Aphid (*Brevicoryne brassicae* L.) and Its Natural Enemies

M. Moarefi[1*], S. Seddigh[2] and A. Hamrahi[3]

Submitted: 07-01-2020
Accepted: 21-07-2020

Mindani, F., and Saeedi, M., 2021. Influence of Concentration and time of kaolin application on agronomic traits, canola aphid (*Brevicoryne brassicae* L.) and its Natural Enemies. Journal of Agroecology 12(4):723-740.

Introduction

Canola is one of the most important sources of vegetable oil. It is a valuable oil crop plant the second-highest produced in the world, following soya. In dry farming areas with heavy cereal production, canola becomes crucial as an alternative to cereals. Due to its adaptation to Iran's climate, its cultivation has received much attention. Kaolin is a non-toxic aluminosilicate ($Al_4Si_4O_{10}$ $(OH)_8$) clay mineral that is used in organic farming as a foliar solution. Kaolin spray reduces leaf temperature through rising leaf reflectance, which decreases the transpiration rate more than the photosynthesis of plants grown at high solar radiation levels. The application of kaolin was reported to protect plants against drought stress. Kaolin efficacy in reducing temperature and mitigating environmental stresses can also affect fruit-quality parameters. Several studies also showed an increase in the yield of different crops after kaolin application, particularly under water stress conditions. It is also used to prevent crop insect damage, plant sunburn, and heat stress. Kaolin does not interfere with the leaf gas exchange by creating a porous coating. According to other research, this substance can change the insects behavior. The kaolin particles stick to the insects' tarsi, reducing their movement ability, feeding and laying eggs. Considering the importance of increasing oil production, in this study, the effect of different concentrations and time of kaolin application on canola aphid and its natural enemies and yield and yield components were examined to determine the best conditions for using kaolin on rapeseed.

Materials and Methods

The field experiment was carried out on Hydra 401 canola variety field in Mahdasht, Karaj, Iran, during 2017-2018. Canola seeds were planted in a depth of 2–3 cm. The first irrigation was done two days after planting, and then irrigation was done seven days apart. Phosphate and urea fertilizer were added to soil as required during the experiment based on the soil test results. The experiment was conducted as a factorial randomized complete block design with four replications and 16 treatments. Experimental factors were kaolin concentration (0, 3, 6, and 9 percent) and the Phenological stages of canola (germination, rosette, budding, and flowering). Field sampling was performed to determine agronomic traits, including seed yield, biological function, harvest index, and 1000-seed weight. Fifteen plants were also selected from each plot. Their pests (*Brevicoryne brassicae* L.) and natural enemies (*Coccinella septempunctata* L., *Hippodamia variegata* Goeze, *Chrysoperla carnea* Stephens.) were sampled. Samplings were performed one day before the treatments, on the third day of treatments, and once a week from insects (pests and natural enemies). This study was conducted under natural contamination conditions to adapt to field conditions. No aphids were manually added to the treatments for infection. Insects were counted and recorded in all areas of the selected plant. Mean data were used for analysis. Data analysis was done using Design Expert 10 software.

1- Assistant Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Karaj Branch, Islamic Azad University, Karaj,Iran.
2- Assistant Professor, Department of Plant Protection, Varamin–Pishva Branch, Islamic Azad University, Varamin, Iran.
3- M.Sc. Student, Department of Plant Protection, Zanjan University, Zanjan, Iran.
(*- Corresponding Author Email: Maryam.moarefi@gmail.com)
Doi:10.22067/jag.v12i4.84982

Results and Discussion

The results showed that kaolin could increase agronomic characteristics in canola. In the current study, the highest seed function, biological function, and harvest index were observed in 6% treatment about 1888.87 $kg.ha^{-1}$ in the rosette stage, 3038 $kg.ha^{-1}$ in the rosette stage, 66.77% in the budding stage, respectively. The highest 1000-seed weight was determined in 3% treatment about 3.90% in the rosette stage. Results of kaolin application on cabbage aphids revealed that this mineral could help to reduce the canola aphid population so that the lowest population was observed at the germination stage in 9% treatment with an average of 31.33 aphids. The results also showed that kaolin affects natural enemies and reduces their population.

Conclusion

The results of this study revealed that kaolin affects agronomic characteristics like seed function, biological function, harvest index, and 1000-seed weight. Kaolin was also could control the cabbage aphid population. Kaolin also had adverse effects on the studied natural enemies. It seems that using kaolin at the 6% concentration due to the canola phenological stage can increase the production of this plant in the country.

Keywords: Green lacewing, Harvest index, *Hippodamia variegate,* Seed yield, Seven-spot ladybird