



مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمان



سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی

مدیریت باغات پسته در شرایط تنش گرمایی با پاشش کائولین



نگارندگان

بهمن پناهی

نجمه سلیمانی

هادی زهدی

فاطمه دریجانی

۱۴۰۴

شماره ۱۲۰

وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
موسسه تحقیقات علوم باغبانی

مدیریت باغات پسته
در شرایط تنش گرمایی با پاشش کائولین

نگارندگان:

بهمن پناهی
نجمه سلیمانی
هادی زهدی
فاطمه دریجانی

مدیریت باغات پسته در شرایط تنش گرمایی با پاشش کائولین

نگارندگان: بهمن پناهی، نجمه سلیمانی، هادی زهدی، فاطمه دریجانی

ویراستاران: مریم افروشه، علی تاج آبادی پور، ماریه نادی

ناشر: موسسه تحقیقات علوم باغبانی، پژوهشکده پسته

شماره نشریه: ۱۲۰

شمارگان:

تاریخ انتشار: ۱۴۰۴

مسئولیت درستی مطالب با نویسنده/ نویسندگان است.

این نشریه با شماره ۶۸۸۸۶ مورخ ۱۴۰۴/۱۱/۲۵ از مرکز فناوری اطلاعات و اطلاع رسانی کشاورزی به ثبت

رسیده است.

نشانی: کرمان بلوار شهید آیت الله صدوقی روبروی بلوار کشاورز - مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمان

تلفن: ۳ - ۰۳۴۳۲۱۱۲۳۹۱ - ۰۳۴۳۲۱۱۰۳۹۵ دورنگار: ۰۳۴۳۲۱۱۰۳۹۵

فهرست مطالب

۱.....	مقدمه
۲.....	معرفی کائولین و نقش آن در مدیریت باغات پسته
۳.....	مزایای استفاده از کائولین در باغات پسته
۴.....	نقش کائولین در مهار آفات پسته
۵.....	تأثیر کائولین بر تنش آبی در گیاه پسته
۶.....	تأثیر کائولین بر فتوستز و تعرق گیاه پسته
۷.....	تأثیر کائولین بر خصوصیات کمی، کیفی و فیزیولوژیکی گیاه و میوه پسته
۸.....	نحوه استفاده از کائولین در باغات پسته
۱۰.....	ملاحظات و احتیاط در مصرف کائولین
۱۰.....	نتیجه گیری و توصیه ها
۱۱.....	مهمترین پیام نشریه
۱۱.....	منابع

مقدمه

در سال‌های اخیر کائولین برای مقابله با مشکلاتی نظیر تنش‌های محیطی و آفات و بیماری‌های گیاهی مورد استفاده قرار گرفته است. کائولین پودری سفید رنگ و قابل امتزاج در آب بوده که روی گیاه پاشیده می‌شود و پس از تبخیر آب، پوشش یکنواختی روی گیاه ایجاد می‌نماید. این پوشش از آنجا که دارای خلل و فرج مناسبی است، در فتوسنتز گیاه اختلال ایجاد نکرده، اما اشعه‌های مضر تابش خورشیدی را دفع نموده و علاوه بر کاهش تعرق (در نتیجه تأثیر بر عملکرد روزنه‌های برگ) و تنفس برگ‌ها، قادر است به میزان یک تا شش درجه سانتی‌گراد دمای سطح برگ را کاهش داده و در جلوگیری از آفتاب‌سوختگی موثر باشد. کشاورزان پسته‌کار از مسائل مربوط به کشت و کار پسته آگاهی داشته، اما در بهره‌وری از منابع آب و خاک و مواجهه با تغییرات اقلیمی (افزایش میانگین دما، کاهش بارش و افزایش خشکسالی) اطلاعات کافی ندارند. از سوی دیگر تغییر اقلیم بر گسترش آفات در مناطق پسته‌خیز کشور تأثیر داشته و باعث طغیان آفاتی مانند پسیل پسته شده است. آفت پسیل علاوه بر اختلال در فرآیند فتوسنتز، بر رفع نیاز سرمایی درخت پسته تأثیر داشته و سبب خسارت قابل توجهی می‌شود. با استفاده از کائولین در باغات پسته می‌توان تا حدودی بر مشکلات فوق‌الذکر غلبه کرد زیرا کائولین غیر سمی و سازگار با محیط زیست بوده و با کاهش چشمگیر خسارت حشرات، آفتاب‌سوختگی و کم‌آبی، سبب کاهش آلودگی‌های ناشی از مصرف بی‌رویه سموم شیمیایی می‌شود. پاشش کائولین در باغات پسته بزرگ رایج است و با توجه به مزایای چندگانه، پاشش آن در تمامی باغات پسته به عنوان یک راهکار برای کشاورزی پایدار در این نشریه ضمن معرفی کائولین، به بیان اهمیت استفاده از آن در باغات پسته، نحوه استفاده و تأثیر کائولین بر خصوصیات کمی، کیفی و دستیابی به محصولی با کیفیت و عاری از آلودگی پرداخته خواهد شد.

معرفی کائولین و نقش آن در مدیریت باغات پسته

کائولین یک ماده معدنی رسی با ترکیب شیمیایی $Al_2Si_2O_5(OH)_4$ بوده که در اثر هوازدهی شیمیایی مواد معدنی سیلیکات آلومینیوم مانند فلدسپات همراه با شستشوی عناصری مانند کلسیم، سدیم و پتاسیم تشکیل می‌شود. این ماده در شکل پودر فرموله شده برای کاربرد کشاورزی ماندگاری بالایی در شرایط عادی داشته و برای برنامه‌های مدیریت آفات بسیاری از محصولات کشاورزی گنجانده شده است. کائولین مورد استفاده در کشاورزی عمدتاً بسیار کوچک (کمتر از ۲ میکرون) بوده و در نتیجه، سطح ویژه در آن بالا است. بالا بودن سطح ویژه باعث افزایش ظرفیت‌های نگهداری کاتیون و آنیون شده و لذا برای مصرف کشاورزی مفید است (Gilkes and Prakongkep., 2016). فناوری فیلم ذرات^۱ (محل‌پاشی کائولین به‌عنوان سایبان گیاه با ایجاد یک لایه سفیدرنگ روی برگ‌های گیاه) برای تولید محصولات کشاورزی متعددی در دنیا استفاده می‌شود (Roda et al., 2022). کائولین فرآوری شده^۲ (PKPF) به‌عنوان یک عامل قابل قبول از نظر زیست محیطی برای مدیریت محصولات کشاورزی استفاده می‌شود. در بسیاری از کاربردهای کشاورزی کائولین با آب مخلوط شده و سپس بر روی گیاهان اسپری می‌شود، پس از تبخیر آب، لایه نازکی از ذرات معدنی میکروسکوپی روی سطح گیاه (برگ، شاخه یا میوه) ایجاد شده و سبب بهبود بهره‌وری و کیفیت میوه می‌شود (شکل ۱). کائولین خالص برای مصارف کشاورزی فرموله شده و به‌عنوان فاکتوری قابل قبول از نظر زیست محیطی در تولید و مدیریت محصولات کشاورزی قابل استفاده است. این واقعیت که کائولین یک ماده بی‌اثر و طبیعی بوده سبب شده تا استفاده از آن به‌عنوان یک فناوری قابل استفاده در کشاورزی ارگانیک رواج یافته و محصول تجاری آن در کشت بسیاری از محصولات کشاورزی دنیا مورد استفاده قرار گیرد. پذیرش سریع و نتایج مثبت به‌دست‌آمده با این فناوری در کشورهایی که آن را معرفی کرده‌اند، تأثیر قوی بر مراقبت از محصول داشته و نوید بخش استفاده گسترده از این ماده در تولیدات کشاورزی خواهد بود (Roda et al., 2022). در ایران نیز کائولین فرآوری شده برای استفاده در بخش کشاورزی تولید شده و با برندهای مختلفی در بازار محصولات کشاورزی ارائه گردیده است.



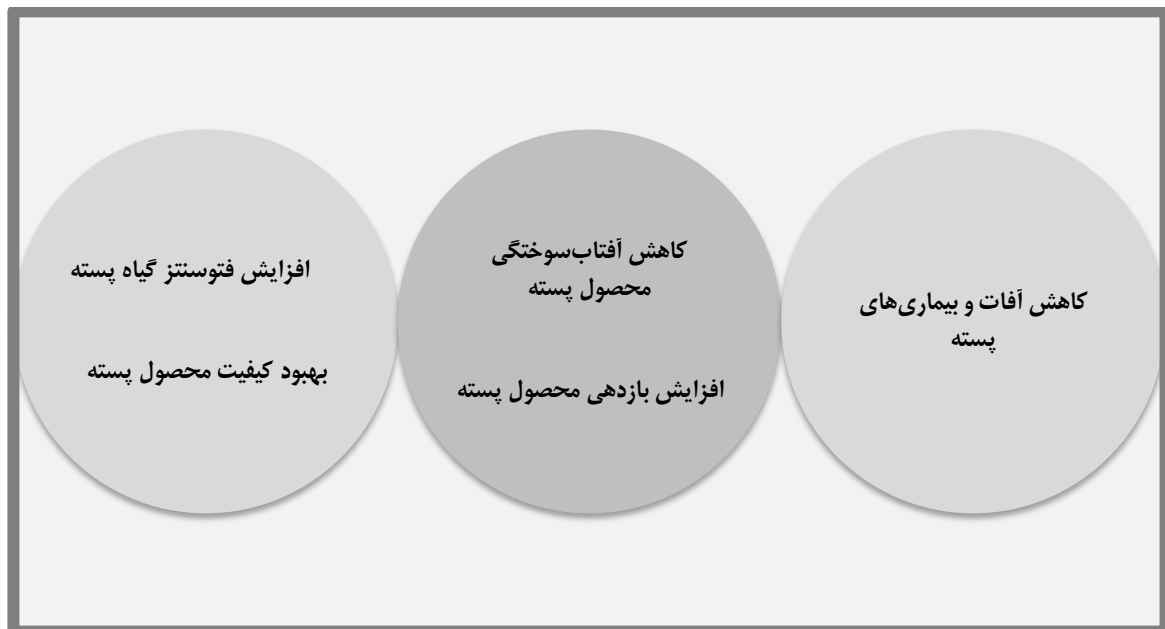
شکل ۱- تشکیل لایه نازک کائولین بر اندام‌های هوایی درخت پسته

¹ Particle film technology

² Processed kaolinite-based particle films

مزایای استفاده از کائولین در باغات پسته

نتایج استفاده از کائولین بر عملکرد گیاه پسته در شکل ۲ نشان داده شده است. استفاده از کائولین سبب اصلاح مراحل فنولوژی پسته، افزایش بهره‌وری آب، کاهش تنش‌های زیستی و بالابردن عملکرد محصول پسته شده و استفاده از آن نقش مهمی در محافظت محصول در برابر آفات دارد. تاثیر مثبت استفاده از کائولین بر آفات و بیماری‌های گیاهی (فرازمند و همکاران، ۱۳۹۳)، کم‌آبیاری (Azizi et al., 2013)، آفتاب‌سوختگی و تشعشع (پناهی و همکاران، ۱۴۰۲)، خشکسالی پسته (Azizi et al., 2013) و تامین نیاز سرمایی (Doll et al., 2019) اثبات شده است. نتایج پژوهش‌ها نشان می‌دهد که خصوصیات کمی، کیفی و فیزیولوژیکی میوه پسته با محلول‌پاشی کائولین افزایش می‌یابد (Panahi et al., 2021; Hassanzadeh et al., 2014).



شکل ۲- تاثیر پاشش کائولین بر گیاه و محصول پسته

حفاظت محصول پسته توسط کائولین با تاثیر بر آفات، فتوستتر، تنش آبی و آفتاب‌سوختگی رخ می‌دهد که در ادامه این موارد ذکر خواهند شد. همچنین نتایج پژوهشی در کالیفرنیا نشان می‌دهد که کائولین در تامین نیاز سرمایی در درختان پسته ارقام کرمان و پیترز تاثیر مثبتی معادل ۱۵ درصد داشته و مشکلات رویشی و زایشی، کاهش تولید گرده و ریزش جوانه‌ها را بهبود می‌بخشد. محدوده زمانی مناسب برای پاشش کائولین برای تامین نیاز سرمایی درختان پسته در این پژوهش اوایل دوره خواب زمستانی عنوان شده است (Doll et al., 2019). با توجه به موارد بیان شده، پاشش کائولین در باغات پسته با توجه به تغییر اقلیم و نیاز جدی و فوری به طراحی استراتژی‌های انطباق، کارآمد خواهد بود.

نقش کائولین در مهار آفات پسته

کائولن برای کنترل آفات در بسیاری از محصولات کشاورزی بررسی شده و اثربخشی بالایی نشان داده است (Cantore *et al.*, 2009). همچنین به عنوان جایگزینی کم خطر برای سمی ترین مواد شیمیایی، از جمله ارگانوفسفرها معرفی شده است (Torres *et al.*, 2020). تحقیقات نشان داده که کائولین در مجموعه آفت کش های زیست سازگار^۳ قرار دارد، برای پستانداران غیرسمی بوده و ترکیبی مناسب و مطمئن برای مدیریت تلفیقی آفات است (Johnston *et al.*, 2022). فیلم کائولین تشکیل شده روی گیاه ممکن است، از شناسایی محصول میزبان توسط حشرات جلوگیری کند و در نتیجه حشرات روی محصول میزبان فرود نیامده، تغذیه نکرده یا تخم گذاری نکنند. این پوشش همچنین ممکن است باعث شود، حشرات میوه یا برگ ها را نامناسب بدانند. چنانچه حشرات محصول را بشناسند و روی آن فرود بیابند، کائولین ممکن است به آن حشرات بچسبند، لذا باعث تحریک آنها شده و به جای ماندن در آن سطح، برای تغذیه یا تخم گذاری، به سمت گیاهان جذاب تر حرکت کنند (Garcia *et al.*, 2005). استفاده از لایه نازک کائولین با کاهش آفات در باغات پسته برای تولید محصول ارگانیک پسته قابل توصیه است (Bakhtiari *et al.*, 2016).

مطالعات میدانی در چهار استان خراسان رضوی، خراسان جنوبی، سمنان و قم در تاثیر کائولین بر پوره پسپل معمولی پسته نشان داد که کائولین با غلظت ۵ درصد به طور موفقیت آمیزی جمعیت پوره پسپل معمولی پسته را کنترل می نماید. نتایج این پژوهش نشان داد که غلظت ۵ درصد کائولین در مقایسه با حشره کش استامپیراید کارایی بالاتری در کاهش جمعیت پوره پسپل داشته است و سه روز پس از محلول پاشی تاثیر کائولین ۵۴/۳ و حشره کش استامپیراید ۴۳/۵ و پس از بیست و یک روز محلول پاشی تاثیر کائولین ۷۸/۳ و حشره کش استامپیراید ۴۷/۶ گزارش شد (فرازمند و همکاران، ۱۳۹۳). پسپل معمولی پسته بلافاصله پس از متورم شدن و باز شدن جوانه های پسته در روزهای اول بهار شروع به فعالیت کرده و جمعیت آن سریعاً افزایش می یابد. تراکم شدید جمعیت حشره همزمان با شروع مغز بستن پسته و یا پس از آن، موجب اختلال در روند پر شدن مغز گشته و در نتیجه خسارت زیادی به محصول پسته وارد می گردد. علاوه بر کاهش کمیت و کیفیت محصول پسته، در صورت وجود جمعیت بالای پسپل ریزش برگ ها و جوانه های درخت پسته نیز رخ می دهد و از آنجا که بعضی از جوانه های سال جاری منشاء تشکیل خوشه های میوه در سال آینده هستند لذا اندام تولید میوه در سال بعد از دست رفته و درخت پسته در سال آینده قادر به تولید محصول نخواهد بود (بصیرت و همکاران، ۱۳۹۷). همچنین اختلاط گوگرد میکرونیزه باعث افزایش کارایی کائولین در کاهش جمعیت پوره پسپل پسته شده و به طور موفقیت آمیزی جمعیت پوره پسپل معمولی پسته را کنترل می نماید (Bakhtiari *et al.*, 2016).

پروانه چوب خوار از دیگر آفات پسته بوده که باعث خساراتی نظیر ضعف عمومی سرشاخه ها، خشک شدن و ریزش میوه ها، ریزش خوشه و کاهش کیفیت محصول پسته می شود. نتایج یک پروژه تحقیقاتی تاثیر کائولین بر پروانه

³ Biorational

چوب‌خوار در استان‌های کرمان و یزد نشان داد که در باغات پسته‌ای که آلودگی این آفت متوسط و متوسط به پایین (زیر ۳۰ درصد) باشد، پاشش کائولین ۵ درصد امکان مهار آفت بیش از ۶۰ درصد را ایجاد می‌نماید (جعفری و همکاران، ۱۳۹۷).

آفت مهم دیگر پسته سن محسوب می‌شود. انواع سن سبز با لکه سفید، سن سبز یک دست، سن قهوه‌ای و سن قرمز باعث ایجاد خسارت میوه پسته شده و تغذیه سن‌ها از مرحله تشکیل میوه تا سخت شدن پوست استخوانی باعث سیاه شدن تمام میوه در ابتدای فصل گشته و میوه‌های خسارت دیده روی درختان، خشک شده و ریزش می‌کنند. بررسی تاثیر کائولین بر کنترل آفت سن پسته در باغات استان کرمان نشان داد که محلول‌پاشی با کائولین ۵ درصد اواخر فروردین ماه تا اوایل اردیبهشت ماه در مهار آسیب سن و کاهش خسارت به محصول پسته موثر است (زه‌دی و همکاران، ۱۳۹۶).

همانطور که ذکر شد، استفاده از کائولین سبب دفع حشرات شده، در تغذیه و تخم‌ریزی آن‌ها ممانعت ایجاد کرده و باعث کاهش بقای آنها می‌شود (wand et al., 2006). شکل ۳ دفع آفت پس‌یل در گیاه پسته را با استفاده از تشکیل لایه نازک کائولین نشان می‌دهد.



شکل ۳- کنترل آفات پسته با استفاده از کائولین (سمت راست برگ در شرایط عادی و سمت چپ برگ آغشته به کائولین)

تاثیر کائولین بر تنش آبی در گیاه پسته

دمای بسیار بالا در فصل تابستان معضلی است که کشاورزان پسته‌کار با آن روبرو هستند. در سال‌هایی که خشکسالی رخ داده باشد، این مشکل بیشتر شده و در نتیجه خسارت‌های ناشی از آن نیز تشدید می‌شود. مقابله و سازگاری با تغییر اقلیم باعث کاهش خسارات کشاورزی خواهد شد. تغییر اقلیم در مناطق خشک و نیمه‌خشک که

محل احداث باغات پسته بوده باعث شده تا نیاز به آبیاری افزایش پیدا کرده و عملکرد محصول کاهش یابد و محلول پاشی کائولین یکی از تمهیداتی است که گیاه با کاهش ترقق می تواند برای مقابله با تنش آبی به کار برد. گیاهان تحت شرایط کم آبی، دچار تغییرات مورفولوژیکی و آناتومیکی می شوند. یکی از اولین واکنش ها به خشکی، بسته شدن روزنه ها است که از هدررفت آب از طریق ترقق می کاهد. این پاسخ با مهار تقسیم و انبساط سلولی همراه بوده و منجر به کاهش تجمع ماده خشک شده و عملکرد محصول را کاهش می دهد. مطالعات نشان داده اند که محلول پاشی کائولین با بهبود عملکرد فتوسنتز در شرایط کمبود آب و نیز کاهش ضخامت برگ، می تواند به عنوان راهکاری مفید برای کاهش اثرات منفی تنش آبی و بهبود کارایی مصرف آب، به ویژه در شرایط خشکی، توصیه شود (Segura-Monroy et al., 2015).

نتایج طرح پژوهشی محلول پاشی کائولین بر پسته رقم اوحدی و تاثیر آن بر تنش آبی پسته نشان داد که کارایی مصرف آب (۲۰ تا ۳۵ درصد) با محلول پاشی کائولین بهبود یافته و مشکل زود خندانی پسته که عامل اصلی آلودگی محصولات به آفلاتوکسین است کاهش می یابد (Azizi et al., 2013).

تاثیر کائولین بر فتوسنتز و ترقق گیاه پسته

محلول پاشی کائولین سبب بازتابش نور خورشید و در نتیجه کاهش دمای سطح برگ شده و به دلیل مناسب شدن شرایط دمایی برگ، مدت زمان فتوسنتز در طول روز افزایش یافته، از تنفس کاسته شده و در نتیجه فتوسنتز خالص افزایش می یابد. از آنجا که جذب نور توسط برگ های گیاه یکنواخت نبوده، برگ های بیرونی نور خورشید را بیش از حد جذب کرده و برگ های داخلی به دلیل سایه ایجاد شده توسط برگ های بیرونی، برای فتوسنتز کارآمد کافی نیستند. پاشش کائولین باعث می شود که جذب نور توسط برگ های بیرونی کاهش و در برگ های داخلی افزایش یابد و نتیجتاً فرآیند فتوسنتز بهبود می یابد (Boari et al., 2015). زمانی که برگ ها توسط هجوم عظیم تابش خورشیدی بیش از حد گرم شوند، تبخیر روزنه ای برای خنک شدن برگ ها ناکافی خواهد بود. این پدیده در حال حاضر با گرم شدن کره زمین و کاهش لایه اوزون و افزایش میزان اشعه ماوراء بنفش تشدید شده است. با این حال، تابش با تراکم یا غلظت نور بالا^۴ باعث آسیب هایی فراتر از مهار نور می شود. این تابش منجر به اختلال در پروتئین های فتوسنتزی شده، باعث تخریب رنگدانه های فتوسنتز کننده و آفتاب سوختگی برگ شده و عملکرد گیاهان هم از نظر کیفی و هم از نظر کمی را دچار مشکل می نماید. محققان استفاده از کائولین را به عنوان راهکاری برای حل این مشکلات توصیه نموده اند (Gullo et al., 2020). محلول پاشی کائولین روی برگ های پسته نشان داد که کاربرد کائولین اثر منفی بر کلروفیل و محتوای آب برگ ندارد (Azizi et al., 2013). نتایج تشکیل لایه نازک سفید کائولین روی اندام های هوایی گیاه معزز بوده و با ایجاد مانع فیزیکی روی سطح برگ ها تابش اضافی خورشید را منعکس نموده و باعث محافظت از برگ ها و میوه ها در برابر دمای بالا می شود. استفاده از کائولین از تخریب سلول های برگ و مولکول های کلروفیل جلوگیری کرده و در نتیجه،

⁴ Photosynthetic photon flux density

گیاه می‌تواند دی‌اکسید کربن را به‌طور بهینه جذب کند که این امر در نهایت منجر به افزایش بهره‌وری و بهبود کیفیت میوه می‌شود. درختانی که با کائولین ۵ درصد محلول‌پاشی کائولین شده‌اند، در مقایسه با درختان بدون تیمار با میانگین کاهش ۴ درجه سانتی‌گراد محافظت می‌شوند که این امر باعث کاهش تنش حرارتی و همچنین کاهش تعرق گیاهان تا ۲۵ درصد می‌شود (Roda et al., 2022). از سوی دیگر کائولین مانند یک کرم ضدآفتاب و عینک آفتابی برای گیاه عمل کرده و نور مفید و لازم برای فتوسنتز را از خود عبور داده اما نورهای مضر (ماوراءبنفش) و گرمای (مادون قرمز) را منعکس می‌کند و سبب می‌شود که با انعکاس نورهای مضر، دمای برگ به ویژه در ساعات‌های گرم روز کاهش یافته و آنزیم‌های محافظتی برگ را برای مقابله با تنش گرمایی فعال نماید. علاوه بر این، پوشش کائولین می‌تواند ویژگی‌های فیزیکی گیاه مانند اندازه برگ، زاویه آن و حتی توسعه ریشه را بهبود ببخشد تا گیاه در برابر کم‌آبی مقاوم‌تر شود (Tosin et al., 2019).

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. کائولین قدرت پراکندگی بالایی داشته و می‌تواند پوشش یکنواختی روی سطح برگ‌ها ایجاد کند (شکل ۴). پوشش ایجاد شده توسط این ماده منفذدار بوده و در تبادل گازی برگ اختلالی به‌وجود نمی‌آورد (Saour., 2005).

بر اساس نتایج به‌دست آمده از باغ‌های پسته ایران، میزان کلروفیل در درختان پسته محلول‌پاشی شده با کائولین پنج درصد، با تفاوت معنی‌دار بیش‌تر از درختان محلول‌پاشی نشده بود و لذا غلظت ۵ درصد کائولین برای بهبود فتوسنتز گیاه پسته قابل توصیه است (Hassanzadeh et al., 2014).



شکل ۴- پوشش یکنواخت کائولین روی سطح برگ

تأثیر کائولین بر خصوصیات کمی، کیفی و فیزیولوژیکی گیاه و میوه پسته

نتایج طرح‌های پژوهشی حاکی از اثربخشی کائولین بر بهبود فتوسنتز، کاهش آفتاب‌سوختگی، بهبود کمیت و کیفیت محصول پسته بوده است. محلول‌پاشی با کائولین در مناطق پسته‌کاری ایران که عموماً در مناطق گرم و خشک و با شدت تابش بالای نور خورشید واقع شده‌اند، باعث می‌شود تا در زمان رشد سریع مغز پسته، شدت تابش نور خورشید

کاهش یافته، در نتیجه از افزایش دمای بیشتر از حد تحمل گیاه جلوگیری نماید. لذا از این طریق در جلوگیری از آفتاب سوختگی میوه پسته و کاهش سقط جنین میوه‌های دچار آفتاب سوختگی (پسته‌های پوک و نیمه‌مغز) در زمان برداشت نقش دارد (شکل ۵).



شکل ۵- جلوگیری از آفتاب سوختگی میوه پسته با تشکیل لایه نازک کائولین (سمت راست میوه محلول پاشی شده و سمت چپ میوه فاقد محلول پاشی)

از آنجا که عملکرد کمی و کیفی درخت پسته به شدت تحت تأثیر محلول پاشی کائولین قرار می‌گیرد، طرحی پژوهشی در تأثیر فیلم کائولین بر پسته رقم کله قوچی با استفاده از غلظت‌های مختلف کائولین در منطقه راور استان کرمان صورت گرفت و نتایج نشان داد که تأثیر متقابل لایه نازک حاصله از پاشش کائولین ۵ درصد، در زمان‌های تیر، مرداد و شهریور در مقایسه با شاهد خصوصیات کمی کیفی و فیزیولوژیکی پسته رقم کله قوچی نظیر وزن تر میوه، وزن خشک میوه، شاخص کلروفیل برگ و رشد رویشی شاخه را از مقادیر ۶۹/۴، ۲۵/۷۸، ۸۲/۲۷، ۱۲/۸ در نمونه شاهد به مقادیر ۷۹/۴، ۲۹/۵۲، ۹۵/۸۶، ۲۱/۰ افزایش و خصوصیات نظیر انس دانه، درصد پوکی، آفتاب سوختگی و زودخندانی میوه پسته این رقم را در نمونه شاهد از ۲۱/۹۸، ۵/۹، ۱۸/۲۹، ۱/۳ به ۱۹/۲۱، ۱/۰، ۰/۷۶، ۰/۵ کاهش داد (پناهی و همکاران، ۱۴۰۲).

سایر پژوهش‌های انجام شده در بررسی فیلم کائولین در باغ‌های پسته نیز اثرات مثبت کاربرد کائولین نظیر افزایش میزان کلروفیل، وزن میوه، درصد خندانی میوه‌ها، کاهش انس دانه و درصد پوکی در مقایسه با شاهد را نشان داده است (Hassanzadeh et al., 2014).

نحوه استفاده از کائولین در باغات پسته

ضروری است از کائولین فرآوری شده و مختص محصولات کشاورزی استفاده نمود زیرا مصرف کائولین به شکل توده‌ای و تصفیه نشده هنگام استفاده روی برگ‌ها به علت ایجاد پوشش نامطلوب در توانایی گیاه برای جذب نور و

فتوستتر تداخل ایجاد می کند (Garcia et al., 2005). لذا توصیه می شود از محصولات کائولین تولید شده برای بخش کشاورزی در محلول پاشی کائولین بهره برد.

استفاده از کائولین آسان بوده و برای کاربرد این پودر در باغات وسیع باید ۴۰ تا ۵۰ کیلوگرم از پودر کائولین را در هر ۱۰۰۰ لیتر آب کاملاً مخلوط و معلق نمود. برای درختان جوان یا اولین بار استفاده می توان از ۲۵ تا ۳۰ کیلوگرم پودر کائولین برای هر هکتار استفاده نمود و در صورتی که گرما بسیار زیاد باشد این میزان تا ۵۰ کیلوگرم افزایش می یابد. برای تعیین میزان دقیق کائولین مشاوری با کارشناسان آشنا به خاک و شرایط آب و هوایی منطقه مفید است. پس از تعیین میزان کائولین و مخلوط نمودن آن در آب، سوسپانسیون حاصل به وسیله سم پاش مجهز به همزن، بر روی درختان پسته پاشیده می شود. باید توجه داشت که درخت به طور کامل پوشش داده شده و پس از تبخیر آب، گیاه کاملاً سفید به نظر برسد (لایه نازک حاصله یکنواخت و سفید باشد). برای پوشش و چسبندگی بهتر محلول، به ویژه بر روی درختان با برگ های لغزنده و چرب مانند پسته، مرکبات، انار و انگور لازم است تا صابون محلول پاشی یا سورفکتانت (به میزان ۱ لیتر در هزار لیتر آب) به دوغاب کائولین اضافه شود. برای پوشاندن تمام برگ های گیاه باید دو بار یا بیشتر از محلول پاشی کائولین استفاده کرد. زیرا با گذشت زمان، گیاه به رشد خود ادامه داده و برگ، شاخه و میوه های جدید تولید می کند. این بخش های جدید فاقد پوشش کائولین بوده و در برابر آفات و آفتاب آسیب پذیر هستند. از سوی دیگر وزش بادهای قوی به مرور زمان ذرات کائولین را از روی برگ ها جدا نموده و آبیاری درختان به تدریج لایه کائولین را از سطح گیاه می شوید. از آنجا که لایه کائولین اعمال شده بر روی گیاه یک پوشش فیزیکی است و در اثر موارد ذکر شده نیاز به ترمیم و اصلاح دارد. این ترمیم با پاشش مجدد کائولین امکان پذیر است (شکل ۶). باید توجه داشت که اگر پوشش باقیمانده روی درختان نسبتاً خوب است نیاز به محلول پاشی مجدد نیست و حتی پس از یک باران سنگین، در صورت باقی ماندن پوشش نازکی از کائولین، محلول پاشی دوباره توصیه نمی شود (Antonakou., 2005).



شکل ۶- تشکیل لایه نازک نامناسب کائولین روی گیاه و نیاز به محلول پاشی مجدد

ملاحظات و احتیاط در مصرف کائولین

کائولین به عنوان مکملی ارزان قیمت برای کاهش اثرات مضر چالش های جدید مانند تغییر اقلیم و دمای بالا در تابستان قابل استفاده است. لایه نازک ذرات کائولین برای محافظت از درختان در برابر نور و دمای بیش از حد و همچنین کنترل آفات و بیماری ها گزارش شده است. باید توجه داشت، برخی از این اثرات مثبت برای چند روز پس از مصرف کائولن و یا تحت پاشش پیوسته کائولین (غلظت ۵ درصد و استفاده تا دو بار در هفته به مدت سه هفته)، ثبت شده است. پاشش کائولین در کاهش تنش یک استراتژی امیدوارکننده برای پیاده سازی در مناطق خشک و نیمه خشک است (Brito *et al.*, 2019). از آنجایی که مصرف کنندگان عموماً به دنبال محصولی با ظاهر بی نقص هستند، لایه پودری کائولین که در زمان برداشت روی میوه باقی می ماند ممکن است آن ها را از خرید محصول منصرف کند. خوشبختانه در محصول پسته از آنجا که پس از برداشت فرآوری صورت گرفته محصول عاری از لایه پودری بوده و بازارپسند خواهد بود و از آنجا که پاشش کائولین تنفس محصول پسته را طی فراوری کاهش می دهد، از سیاه شدن پسته طی انتقال به ترمینال ضبط پسته و فراوری جلوگیری می نماید.

نتیجه گیری و توصیه ها

داشتن اطلاعات از کیفیت کائولین و همچنین نحوه استفاده صحیح کاربرد کائولن در کشاورزی بسیار مهم است. باید توجه داشت که همانند سایر تمهیدات کشاورزی می توان نظر کارشناسان مشاور آشنا به اقلیم منطقه را جویا شد و از میزان دقیق کائولین و دفعات پاشش در باغات پسته اطمینان حاصل نمود. رعایت نکات ذیل برای دستیابی به حداکثر اثربخشی توسط محلول پاشی کائولین در باغات پسته کمک خواهد نمود:

- پاشش یکنواخت کائولین و بررسی لایه نازک ایجاد شده روی درخت برای اطمینان از یکنواختی
- محلول پاشی مجدد کائولین پس از ریزش باران یا در صورت وجود برگ های جدید

مهمترین پیام نشریه

استفاده از کائولین در تولید محصول پسته، برای کاهش تاثیر تغییرات آب و هوایی از اقداماتی است که باید مورد توجه قرار گیرد. بر اساس مطالعاتی که تا کنون صورت گرفته محلول پاشی کائولین برای مقابله با تنش های محیطی در درختان پسته و بهبود صفات کمی، کیفی و فیزیولوژیکی محصول پسته با غلظت ۵ درصد در خرداد ماه و طی تابستان (ماه های تیر، مرداد و شهریور) قابل توصیه است.

منابع

- بصیرت، م و امامی، ی. (۱۳۹۷). مبارزه غیر شیمیایی با پسیل معمولی پسته. انتشارات موسسه تحقیقات علوم باغبانی، پژوهشکده پسته.
- جعفری ندوشن، ع.، زهدی، ه.، فرازمند، ح.، آبیاری، ق و شمس زاده، م. (۱۳۹۷). تعیین تاثیر کائولین فرآوری شده روی پروانه چوبخوار پسته. گزارش نهایی ۵۲۳۳۱.
- پناهی، ب.، زهدی، ه و سلیمانی، ن. (۱۴۰۲). بررسی اثر پاشش برگی کائولین بر خسارت آفتاب سوختگی و خصوصیات کمی، کیفی و فیزیولوژیکی پسته رقم کله قوچی، مجله علوم و فناوری پسته، ۸، شماره ۱۴. ۱۷-۲۸.
- زهدی، ه.، فرازمند، ح و پناهی، ب. (۱۳۹۶). بررسی کارآیی ترکیبات گاهی و معدنی در کنترل سن های زیان آور پسته. گزارش نهایی ۵۱۷۳۲.
- فرازمند، ح.، حسن زاده، ه.، سیرجانی، م.، محمدپور، ک.، مشیری، ا.، ولی زاده، ح و جعفری ندوشن، ع. (۱۳۹۳). تاثیر کائولین فرآوری شده بر پوره پسیل معمولی پسته، آفات و بیماری های گیاهی، ۸۲، شماره ۲. ۱۳۷-۱۴۶.

Antonakou, M., Arapogiannis, T. H., and Roussos, P. 2005. Surround (kaolin 95% w/w) crop protectant: a new broad spectrum crop protect antagaint insects, sun burn and heat stress on man ycrots. In *International symposium on: organic agriculture in mediterranean problems and perspectives. ChinaCrete, Greece* (pp. 9-11).

- Azizi, A., Hokmabadi, H., Piri, S., and Rabiei, V. 2013. Effect of kaolin application on water stress in pistachio. Ohadi Cultivar.
- Bakhtiari, S., Farazmand, H., Jabale, I., Ramezani-Moghadan, M., Sirjani, M. and Heshmatpajhoh, M. 2016. The effect of mixing micronized sulfur with kaolin clay on pistachio psylla in Kashmar region. In *22nd Iranian plant protection congress* (pp. 27-30).
- Boari, F., Donadio, A., Schiattone, M. I., and Cantore, V. 2015. Particle film technology: A supplemental tool to save water. *Agricultural water management*, 147, 154-162.
- Brito, C., Dinis, L. T., Moutinho-Pereira, J., and Correia, C. 2019. Kaolin, an emerging tool to alleviate the effects of abiotic stresses on crop performance. *Scientia Horticulturae*, 250, 310-316.
- Cantore, V., Pace, B., and Albrizio, R. 2009. Kaolin-based particle film technology affects tomato physiology, yield and quality. *Environmental and Experimental Botany*, 66(2), 279-288.
- Doll, D., Coelho, J., Zwieniecki, M., Zhang, L., Ferguson, L., and Culumber, M. (2017, November). The evaluation of winter kaolin clay and dormant oil applications on chill accumulation and yield in the California pistachio (*Pistacia vera*) cultivars' Kerman' and 'Peters'. In VII International Symposium on Almonds and Pistachios 1219 (pp. 111-118).
- Farazmand, H. 2013. Effect of kaolin clay on pomegranate fruits sunburn. *Applied Entomology and Phytopathology*, 80(2), 173-184.
- Garcia, M. E., Berkett, L. P., and Bradshaw, T. 2005. The effect of surround WP on apple productivity and fruit quality in a Vermont apple orchard. *HortScience*, 40(4), 1129B-1129.
- Gilkes, R. J., and Prakongkep, N. 2016. How the unique properties of soil kaolin affect the fertility of tropical soils. *Applied Clay Science*, 131, 100-106.
- Gullo, G., Dattola, A., Vonella, V., and Zappia, R. 2020. Effects of two reflective materials on gas exchange, yield, and fruit quality of sweet orange tree *Citrus sinensis* L. *European Journal of Agronomy*, 118, 126071.
- Hassanzadeh, H., Farazmand, H., Oliaei-Torshiz, A., and Sirjani, M. 2014. Effect of kaolin clay (WP 95%) on oviposition deterrence of pistachio psylla (*Agonoscena pistaciae* Burckhardt and Lauterer). *Journal of Pesticides in Plant Protection Sciences*, 1(2), 76-85.
- Johnston, N., Paris, T., Paret, M. L., Freeman, J., and Martini, X. 2022. Repelling whitefly (*Bemisia tabaci*) using limonene-scented kaolin: A novel pest management strategy. *Crop Protection*, 154, 105905.
- Panahi, B., Zahdi, H., and Damankshan, B. 2021. Investigating the effect of using processed kaolin in reducing the damage caused by sunburn of pistachio leaves and fruits. *Congress of Horticultural Sciences of Iran*. 72-77.
- Roda, N., Branchi, B., Longo, R., Pontin, J., Abreu, D., Santos, P., and Campostrini, E. 2022. The Advantages of Using Kaolin-Based Particle Films to Improve Coffee Production in the Minas Gerais Cerrado Biome. *Sustainability*, 14(8), 4485.

- Saour, G. 2005. Efficacy of kaolin particle film and selected synthetic insecticides against pistachio psyllid *Agonoscena targionii* (Homoptera: Psyllidae) infestation. *Crop Protection*, 24(8), 711-717.
- Segura-Monroy, S., Uribe-Vallejo, A., Ramirez-Godoy, A., and Restrepo-Diaz, H. 2015. Effect of kaolin application on growth, water use efficiency, and leaf epidermis characteristics of *Physalis peruviana* seedlings under two irrigation regimes. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 17(6), 1585-1596.
- Torres, E., Mancebo, J., Lara, A., Maurer, W., Geraldo, Y., Pilar, M. and Lopez, L. 2020. Early Results of Kaolin Clay Applications in the Dominican Republic.
- Tosin, R., Pocas, I., and Cunha, M. 2019. Spectral and thermal data as a proxy for leaf protective energy dissipation under kaolin application in grapevine cultivars. *Open Agriculture*, 4(1), 294-304.
- Wand, S. J., Theron, K. I., Ackerman, J., and Marais, S. J. 2006. Harvest and post-harvest apple fruit quality following applications of kaolin particle film in South African orchards. *Scientia Horticulturae*, 107(3), 271-276.

Management in pistachio orchards under heat stress with kaolin spray

Authors:

B. Panahi,
N. Soleimani, H. Zohdi,
F. Darijani

مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی
و منابع طبیعی استان کرمان

کرمان - بلوار آیت الله صدوقی روبروی بلوار کشاورز

تلفن: ۰۳۴۳۲۱۱۲۳۹۱-۳

دورنگار: ۰۳۴۳۲۱۱۰۳۹۵

کد پستی: ۷۶۱۷۹۱۱۱۴

<http://kerman.areeo.ac.ir>

