

بررسی اثر پاشش برگی کائولین بر خسارت آفتاب سوختگی و خصوصیات کمی، کیفی و فیزیولوژیکی پسته رقم کله قوچی

بهمن پناهی^{۱*}، هادی زهدی^۲، نجمه سلیمانی^۳

تاریخ ارسال: ۱۴۰۲/۰۵/۱۰

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۰/۰۹

چکیده

تنش‌های محیطی وارده به گیاه پسته یکی از دلایل کاهش تولید به‌شمار می‌آید. انتظار می‌رود پدیده گرم‌شدن جهانی در مناطق پسته‌خیز، باعث گرمای شدیدتر و مداومت تابش نور خورشید در سطوح بالاتر و با شدت بیشتر شود. لذا با هدف مدیریت اثرات نامطلوب این تنش‌ها، تأثیر پاشش برگی کائولین بر خسارت آفتاب سوختگی و خصوصیات کمی، کیفی و فیزیولوژیکی پسته رقم کله‌قوچی مورد مطالعه قرار گرفت. برای این بررسی درختان پسته رقم کله قوچی در منطقه راور استان کرمان طی دو سال متوالی در زمان‌های تیر و مرداد ماه، به علاوه تیر، مرداد و شهریور ماه در سه سطح ۰، ۳ و ۵ درصد، کائولین پاشی شدند. نتایج نشان داد که اثرات متقابل لایه نازک حاصل از پاشش کائولین ۵ درصد، در زمان‌های تیر، مرداد و شهریور در مقایسه با شاهد خصوصیات کمی کیفی و فیزیولوژیکی پسته رقم کله‌قوچی نظیر وزن تر میوه، وزن خشک میوه، شاخص کلروفیل برگ و رشد رویشی شاخه را از مقادیر ۶۹/۴ گرم، ۲۵/۷۸ گرم، ۸۲/۲۷، ۱۲/۸ سانتی متر در نمونه شاهد به مقادیر ۷۹/۴ گرم، ۲۹/۵۲ گرم، ۹۵/۸۶، ۲۱/۰ سانتی متر افزایش داد. علاوه بر این خصوصیات نظیر انس دانه، درصد پوکی، درصد آفتاب سوختگی و درصد 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. بنابراین پاشش کائولین با غلظت ۵ درصد و در بازه زمانی ماه‌های تیر، مرداد و شهریور به‌عنوان راهکاری مقرون به صرفه، در مدیریت آفتاب سوختگی، بهبود کمیت و کیفیت محصول پسته رقم کله قوچی پیشنهاد می‌شود.

واژه‌های کلیدی: آفتاب سوختگی، پوکی، زودخندانی، کله‌قوچی، کائولین

^۱ دانشیار پژوهشکده پسته، مؤسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رفسنجان، ایران.

* نویسنده مسئول: bahman_2@yahoo.com

^۲ استادیار مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رفسنجان، ایران.

^۳ پژوهشگر مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رفسنجان، ایران.

مقدمه

آثار مخرب تشعشعات نوری شدید و دمای زیاد تابستان به‌صورت آفتاب‌سوختگی بخش زیادی از محصولات کشاورزی را تحت تاثیر قرار داده و کاهش کمی و کیفی محصول و همچنین ضعف عمومی درختان از نتایج مخرب عدم مدیریت این تنش به‌شمار می‌آید (Roda et al., 2022). از آنجاکه میوه‌ها در مقایسه با برگ‌ها مکانیسم مؤثری برای استفاده یا برای خنثی کردن اشعه تابیده شده ندارند، به آفتاب‌سوختگی حساس‌تر هستند (Conde et al., 2016). در زمان رشد سریع مغز میوه پسته، شدت تابش نور خورشید و افزایش دمای بیشتر از حد تحمل گیاه، سبب ایجاد عارضه آفتاب‌سوختگی میوه می‌شود. چنین اکثر میوه‌های آفتاب‌سوخته، سقط شده و این میوه‌ها به صورت پوک و نیمه‌مغز در زمان برداشت مشاهده می‌گردند. نظر به اینکه مناطق پسته‌کاری ایران عموماً مناطق گرم و خشک و دارای شدت نور بالا هستند، عملکرد کمی و کیفی درخت پسته به شدت تحت تاثیر این عوامل قرار می‌گیرد. برای مقابله با آفتاب‌سوختگی تدابیری اتخاذ می‌شود. استفاده از سیستم‌های آبیاری بارانی بالادرختی، روشی برای خنک کردن درختان است. این سیستم مستلزم فناوری مدرن، هزینه زیاد و همچنین آب کافی برای این منظور است و گسترش برخی بیماری‌ها را نیز

به دنبال دارد. روش دیگر استفاده از شبکه‌های توری رنگی به منزله سایه‌بان است که مستلزم صرف هزینه‌های بسیار بالا برای استقرار آن بر روی درختان باغ است. در سال‌های اخیر به‌کار بردن کائولین برای مقابله با این مشکلات مرسوم شده و استفاده از آن نتایج بسیار خوبی نیز به دنبال داشته است (Azizi et al., 2015; Gharghani et al., 2013). کائولین ماده‌ای معدنی حاوی سیلیکات آلومینیوم، غیرسمی و قابل انحلال در آب است (Wand et al., 2006). نتایج مثبت استفاده از کائولین در کشورهایی که آن را معرفی و مصرف کرده‌اند، از یک سو و تأثیر قوی بر مراقبت از محصولات کشاورزی از سوی دیگر سبب شده تا مصرف کائولین در مجموعه اقدامات زراعی و باغی گنجانده شود. استفاده از کائولین سبب اصلاح فیزیولوژی رشد و نمو گیاه، بهره‌وری آب، بهبود تحمل تنش‌های زیستی و بالابردن عملکرد محصول پس از برداشت محصولات کشاورزی شده و استفاده از آن در محصولات کشاورزی نقش مهمی در محافظت محصول در برابر آفات و حشرات دارد. شش مکانیسم دفع، بازدارندگی تخم‌گذاری، کاهش کارایی تغذیه، ممانعت از گرفتن میزبان، استتار میزبان، و مرگ و میر مستقیم در تاثیر استفاده از کائولین بر آفات گزارش شده است (Braham et al., 2007). همچنین کائولین به‌عنوان جایگزینی کم‌خطر برای سمی‌ترین مواد

و همچنین کاهش تعرق گیاهان تا ۲۵ درصد می‌شود (Roda et al., 2022). کاربرد کائولین نرخ تعرق را بیش از فتوسنتز کاهش می‌دهد، زیرا این عمل از طریق بازتابش نور مانع افزایش بیش از حد دمای برگ می‌شود. کائولین قدرت پراکندگی بالایی داشته و می‌تواند پوشش یکنواختی روی سطح برگ‌ها ایجاد کند. پوشش ایجاد شده توسط این ماده، منفذدار بوده و در تبادل گازی برگ اختلالی به وجود نمی‌آورد (Saour, 2005). کائولین نور مرئی و گازهای لازم برای فتوسنتز گیاه را منتقل نموده و نورهای فرابنفش و مادون قرمز را منعکس می‌کند. در نتیجه دمای برگ‌های تیمار شده را از طریق افزایش بازتاب تابش در باند فرابنفش کاهش می‌دهد و این امر باعث فعال شدن آنزیم‌های محافظ برگ می‌شود. تغییر در زاویه برگ‌ها، سطح برگ، غلظت رنگدانه‌ها در اپیدرم، شکل گیاه و عمق ریشه با استفاده از کائولین قابل اصلاح است. تاثیر کائولین برای کاهش دمای برگ در ظهر، کمبود فشار بخار برگ به هوا و فلورسانس کلروفیل اثبات شده است (Tosin et al., 2019). مطالعات نشان داده است که لایه نازک کائولین می‌تواند به طور مؤثری گیاهان را از گزند آفتاب سوختگی برگ و میوه محافظت کند (Alavo & Abagli., 2011). کائولین در شرایط اشباع نوری باعث افزایش کارایی فتوسنتز برگ‌ها، از طریق کاهش دمای سطح برگ شده و تنفس

شیمیایی مورد استفاده در کشاورزی، از جمله ارگانوفسفرها معرفی شده است (Torres et al., 2021). یکی دیگر از عللی که سبب شده تا مصرف کائولین در بخش کشاورزی افزایش یابد، ناملايمات اقلیمی و تنش های بی‌هوازی است. استفاده از کائولین در کشاورزی به عنوان یک عامل قابل قبول از نظر زیست‌محیطی برای مدیریت محصولات کشاورزی پذیرفته شده و برای این منظور کائولین با آب مخلوط شده و سپس روی گیاهان اسپری می‌شود، پس از تبخیر آب، لایه نازکی از ذرات معدنی میکروسکوپی (روی برگ، شاخه یا میوه) تشکیل شده که سبب بهبود بهره‌وری و کیفیت میوه می‌شود. نتایج تشکیل این لایه نازک روی اندام‌های هوایی گیاه محرز بوده و کائولین با ایجاد مانع فیزیکی روی سطح برگ‌ها تابش اضافی خورشید را منعکس نموده و باعث محافظت برگ‌ها و میوه‌ها در برابر دمای بالا می‌شود. در صورت عدم استفاده از کائولین، تخریب مزوفیل برگ با افزایش قابل توجهی در تخریب مولکول‌های کلروفیل ایجاد می‌شود. همچنین استفاده از کائولین جذب دی‌اکسید کربن را بهینه نموده و سبب افزایش بهره‌وری و بهبود کیفیت میوه خواهد شد (Glenn et al., 2010). گیاهانی که با کائولین پاشش شده‌اند، در مقایسه با گیاهان بدون تیمار با میانگین کاهش ۴ درجه سانتی‌گراد محافظت می‌شوند که این امر باعث کاهش تنش حرارتی

روز رابین ۶۰ تا ۷۰ درصد کاهش داده که این کاهش تنفس، باعث افزایش فتوسنتز می شود (Glenn et al., 2010). از سوی دیگر استفاده از کائولین با کاهش دمای سطح برگ، می تواند بلوغ و کیفیت میوه را بهبود بخشد (Dinis et al., 2016). بر اساس تحقیقات انجام شده در باغ های پسته، کاربرد کائولین موجب افزایش میزان کلروفیل، وزن میوه، درصد خندانی میوه ها، کاهش انس دانه و درصد پوکی در مقایسه با شاهد می شود (Hassanzadeh et al., 2014). همانطور که اشاره شد، پسته کله قوچی رقمی درشت و بسیار پرمحصول است، اما نسبت به تنش ها بسیار حساس بوده و تابش نور شدید خورشید و ایجاد آفتاب سوختگی، عملکرد آن را به میزان زیادی کاهش می دهد. با توجه به مطالب فوق الذکر تاثیر استفاده از کائولین در کاهش خسارت ناشی از آفتاب سوختگی برگ و میوه پسته رقم کله قوچی مورد پژوهش قرار گرفت.

مواد و روش ها

آزمایش به صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک های کاملاً تصادفی با سه تکرار و دو فاکتور (فاکتور اول زمان پاشش در دو سطح و فاکتور دوم غلظت سوسپانسیون کائولین در سه سطح) و به مدت دو سال در یک باغ پسته دارای درختان ۱۲ ساله رقم کله قوچی، در منطقه راور (صد و سی کیلومتری شمال شرقی شهرستان

کرمان) انجام شد. برای این پژوهش در دو سال متوالی و هر سال در دو نوبت زمانی (مرداد ماه و شهریور ماه) و (تیر ماه، مرداد ماه و شهریور ماه) بر روی ۱۰ درخت پسته از پیش تعیین شده، پاشش صورت گرفت. غلظت پاشش کائولین سه سطح (۰، ۳ و ۵ درصد) بود. برای تهیه کائولین ۳ و ۵ درصد به ترتیب مقدار ۳ و ۵ کیلوگرم پودر کائولین در ۱۰۰ لیتر آب ریخته شد (برای تهیه سوسپانسیون کائولین، باید پودر کائولین را به تدریج به آب اضافه نمود و هم زد تا سوسپانسیون یکنواختی حاصل شود). سمپاش از نوع تراکتوری و دارای مخزن با ظرفیت ۱۰۰۰ لیتر بود و برای هر درخت ۲۵ لیتر سوسپانسیون استفاده گردید. به دلیل اینکه کائولین به سرعت در آب ته نشین می شود، از سمپاش دارای همزن استفاده شد. یک هفته قبل از برداشت محصول، شاخص کلروفیل برگ با استفاده از دستگاه کلروفیل متر قابل حمل (کونیکا مدل SPAD-502+) ساخت کشور ژاپن قرائت شد. برداشت محصول در نیمه دوم شهریور ماه هر سال در زمان پر شدگی مغز دانه، پوست دهی آسان میوه، جدا شدن راحت میوه از خوشه و ترک خوردگی پوست نرم مخملی و هم زمانی با برداشت محصول سایر باغات پسته رقم کله قوچی در منطقه انجام گرفت (Panahi & Khezri, 2011). برای برداشت محصول پسته مورد آزمون از ۴ جهت جغرافیایی هر درخت و از هر جهت تعداد ۱۰

خوشه کامل، به‌طور تصادفی انتخاب و نمونه‌برداری انجام شد. پس از قرار دادن نمونه‌ها در پاکت‌های کاغذی (به‌منظور جلوگیری از تعرق)، به یخچال مستقر در آزمایشگاه منتقل گردیدند. سپس خصوصیات محصول درختان با روش‌های اندازه‌گیری فیزیکی تعیین طول شاخه توسط خط‌کش مدرج در اواخر فصل رشد، انتخاب ۱۰۰ میوه پسته به‌طور تصادفی از هر تکرار در هر تیمار و شمارش فاکتورهای مورد اندازه‌گیری نظیر درصد پوکی، در صد آفتاب سوختگی، در صد زودخندانی، در صد ترک‌خوردگی‌های نامنظم، انس‌دانه و همچنین توزین نمونه‌ها برای بررسی وزن تر و خشک میوه پسته انجام شد. داده‌های این پژوهش با نرم‌افزار SAS مورد تجزیه مرکب قرار گرفت و مقایسه میانگین‌ها توسط آزمون دانکن در سطح پنج درصد انجام شد.

نتایج و بحث

تفاوت بین تیمارهای آزمایشی با استفاده از تجزیه واریانس در سه فاکتور مختلف (سال، زمان و غلظت)، بر خصوصیات کمی، کیفی و فیزیولوژیکی پسته

رقم کله‌قوچی صورت گرفت و نتایج در جدول ۱ ارائه شد. بر اساس نتایج این جدول، فاکتور غلظت کائولین، فاکتور سال و فاکتور زمان بر خصوصیات کمی، کیفی و فیزیولوژیکی پسته رقم کله‌قوچی در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود. بر اساس یافته‌های جدول ۱، برهمکنش بین سال و تکرار بر وزن تر میوه در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود. همچنین برهمکنش زمان، سال و غلظت پاشش سوسپانسیون، بر خصوصیات کمی، کیفی و فیزیولوژیکی (به‌استثنای در صد آفتاب سوختگی میوه در سطح ۵ درصد)، معنی‌دار نبوده است. با بررسی جدول ۱ می‌توان بیان نمود که زمان پاشش کائولین (از لحاظ ماه‌های سال) به‌لحاظ معنی‌دار بودن دارای اهمیت بسیار می‌باشد. از سوی دیگر فاکتور سال در غلظت، اختلاف معنی‌داری نشان نداد که این امر نیز تأکیدی بر اهمیت فاکتور غلظت است و از آنجا که فاکتور سال در زمان کاربرد و غلظت نیز به‌استثنای شاخص آفتاب‌سوختگی دارای اختلاف معنی‌دار نبود، فاکتورهای زمان کاربرد و غلظت حائز اهمیت می‌باشد.

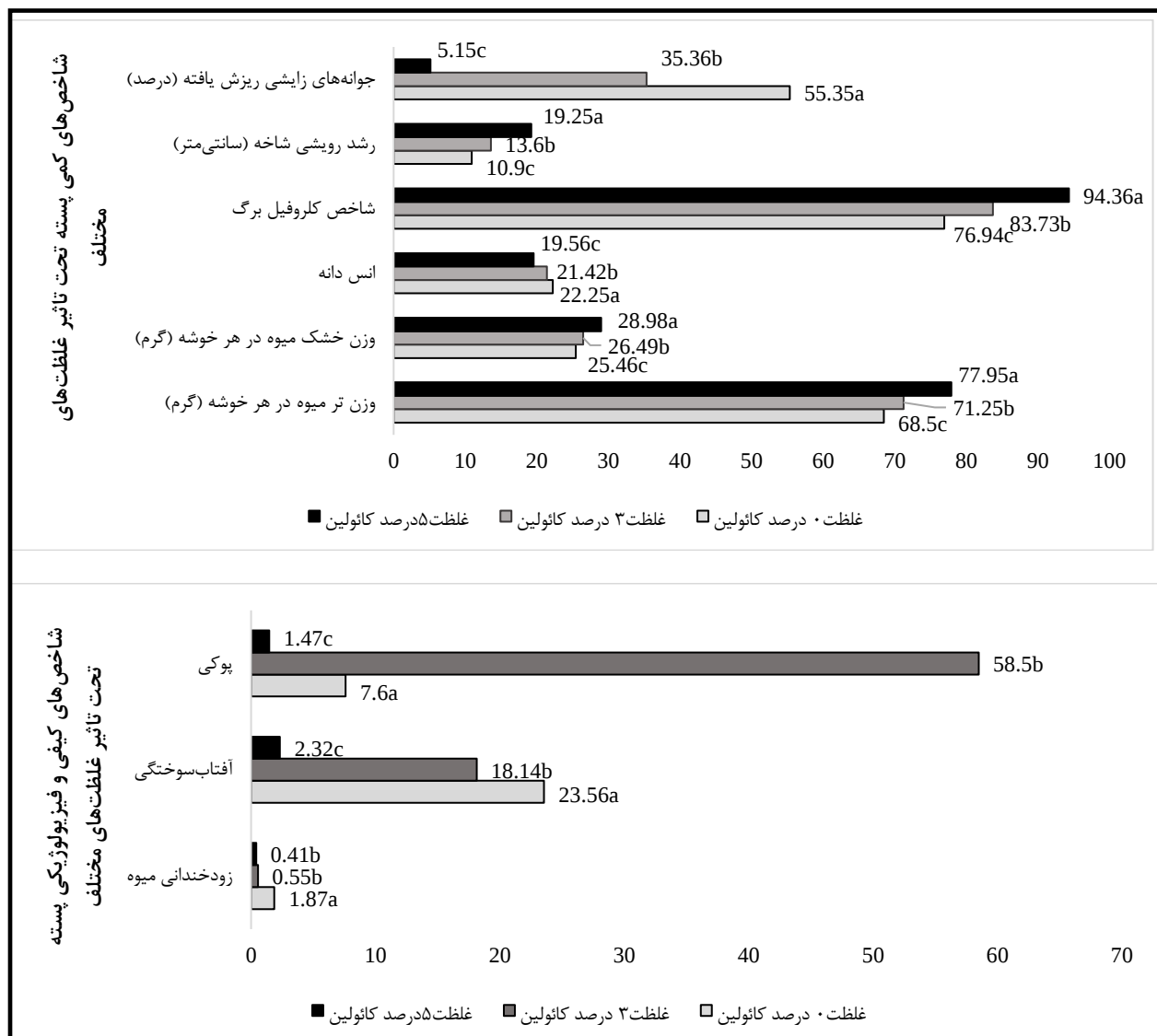
جدول ۱- تجزیه واریانس اثر زمان و غلظت پاشش کائولین بر خصوصیات کمی، کیفی و فیزیولوژیکی پسته رقم کله قوچی

منابع تغییرات	درجه آزادی	وزن تر میوه	وزن خشک دانه	انس دانه	پوکی	آفتاب سوختگی میوه	زود خندانی میوه	ترک خوردگی های نامنظم میوه	کلروفیل برگ	رشد رویشی شاخه	جوانه های زایشی ریزش یافته
سال	۱	۱۷/۰۶۷**	۲/۲۰۴**	۱/۳۸**	۱۳/۰۶۷**	۱۱۵/۳۷۱**	۱/۲۹۱**	۹/۵۹۷**	۲۱۹/۶۳**	۴۳/۳۵**	۳۷۰/۰۴۶**
سال × تکرار	۸	۱/۹۵۸*	۰/۲۸۱ns	۰/۱۵۵ns	۳/۳۲۷**	۳۳/۲۲۶**	۰/۶۱۳ns	۱/۸ns	۴۵/۴۰۹**	۲۱/۹۶**	۸۰/۸۳۳*
فاکتور A (زمان)	۱	۷۲/۶**	۱۰/۰۰۴**	۵/۴۶**	۹۶/۲۶۷**	۱۱۱۸/۰۱۷**	۲/۰۹۱**	۱۱۴/۸۰۶**	۸۷۸/۳۰۹**	۱۸۳/۷۵**	۲۵۷۴/۰۷۱**
زمان × سال	۱	۰/۰۰۱ns	۰/۰۰۱ns	۰/۰۱۴ns	۰/۰۶۷ns	۰/۱۱۳ns	۰/۰۹۶ns	۰/۰۶۶ns	۳۱/۹۱۸*	۱۸/۱۵**	۰/۰۱۶ns
فاکتور B (غلظت)	۲	۴۷۲/۵۱**	۶۵/۴۵۶**	۳۷/۹۸۳**	۲۰۰/۸۱۷**	۲۱۹۴/۰۷۳**	۴/۱۳۹**	۲۰۱/۷۳**	۱۴۵۱/۵۸**	۷۲۶/۲۳۳**	۵۲۵۴/۵۴**
سال × غلظت	۲	۰/۳۱۷ns	۰/۰۴۳ns	۰/۰۰۲ns	۱/۷۱۷ns	۱۸/۰۱۵ns	۰/۹۶۵**	۵/۵۹۸**	۵۳/۰۱۹**	۲/۴۵*	۴۷/۰۱۲ns
زمان × غلظت	۲	۱/۸۵ns	۰/۲۷ns	۰/۰۳۶ns	۱۰/۰۱۷**	۴۶/۱۴۵**	۰/۹۹۵**	۴/۶۱۵**	۸۳/۳۵۸**	۰/۴۵ns	۲۷۳/۶۷۵**
سال × زمان × غلظت	۴	۰/۴۵ns	۰/۰۶۷ns	۰/۰۳۶ns	۰/۵۱۷ns	۷/۲۲۷**	۰/۰۶۲ns	۱/۲۶۶ns	۱/۲۳۲ns	۰/۴۵ns	۱۲/۰۱۲ns
خطا	۴۰	۱/۰۲۸	۰/۱۴۵	۰/۰۸۴	۱/۵۳۲	۱۴/۳۴۴	۰/۱۸۱	۱/۲۲	۱۰/۶۵۹	۳/۹۱۷	۲۵/۶۳۴
کل					۵۹						
ضریب تغییرات/		۱/۴	۱/۴۱	۱/۳۸	۲۴/۹۲	۲۵/۲۴	۴۱/۴۶	۲۴/۱	۳/۸۴	۱۳/۵۷	۲۰/۲۹

معنی دار در سطح ۱ درصد (*)، ۵ درصد (***) و عدم معنی دار (ns).

غلظت‌های مورد مطالعه تاثیر بیشتری داشته است. بررسی شاخص‌های مورد مطالعه در پسته رقم کله‌قوچی تیمار شده با غلظت‌های مختلف کائولین نشان می‌دهد که با افزایش غلظت کائولین از ۳ به ۵ درصد، میزان ریزش جوانه‌های زایشی ۷ درصد کاهش یافت و رشد رویشی شاخه، شاخص کلروفیل برگ، انس میوه و اوزان تر و خشک میوه پسته افزایش یافت.

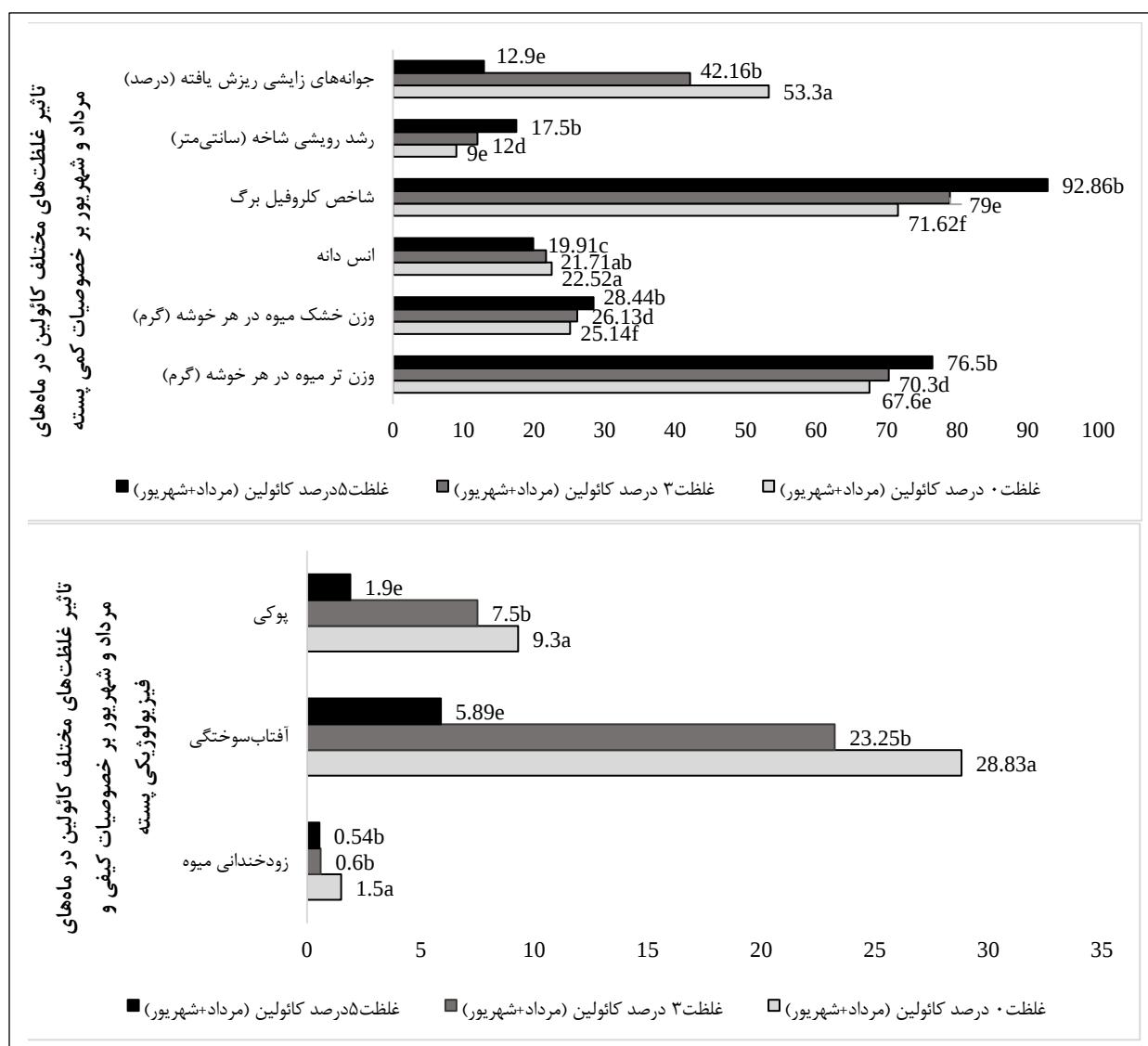
بر اساس نتایج شکل ۱ یکی از بارزترین اثرات غلظت‌های مختلف کائولین، تاثیر بر اوزان تر و خشک پسته رقم کله‌قوچی است. این شکل نشان می‌دهد که غلظت ۵ درصد کائولین، باعث بیشترین افزایش وزن تر و وزن خشک پسته در مقایسه با دو غلظت دیگر و افزایش عملکرد خوشه بوده است. همچنین کاربرد این غلظت بر کلیه شاخص‌های کمی، کیفی و فیزیولوژیکی میوه پسته در مقایسه با سایر



شکل ۱- اثر غلظت‌های مختلف کائولین بر خصوصیات کمی، کیفی و فیزیولوژیکی پسته رقم کله قوچی

تأثیر غلظت‌های مختلف کائولین بر کاهش درصد پوک‌ی دانه و آفتاب‌سوختگی میوه پسته نشان می‌دهد که تیمار شاهد دارای بیشترین درصد پوک‌ی دانه پسته، درصد آفتاب‌سوختگی میوه پسته، درصد زودخندانی میوه پسته و درصد ترک‌خوردگی‌های نامنظم میوه پسته (به‌ترتیب ۷/۶، ۲۳/۵۶، ۱/۸۷ و ۷/۸ درصد) بوده است. نتایج حاصل از شکل ۱ نشان می‌دهد که با افزایش غلظت کائولین، در صد پوک‌ی،

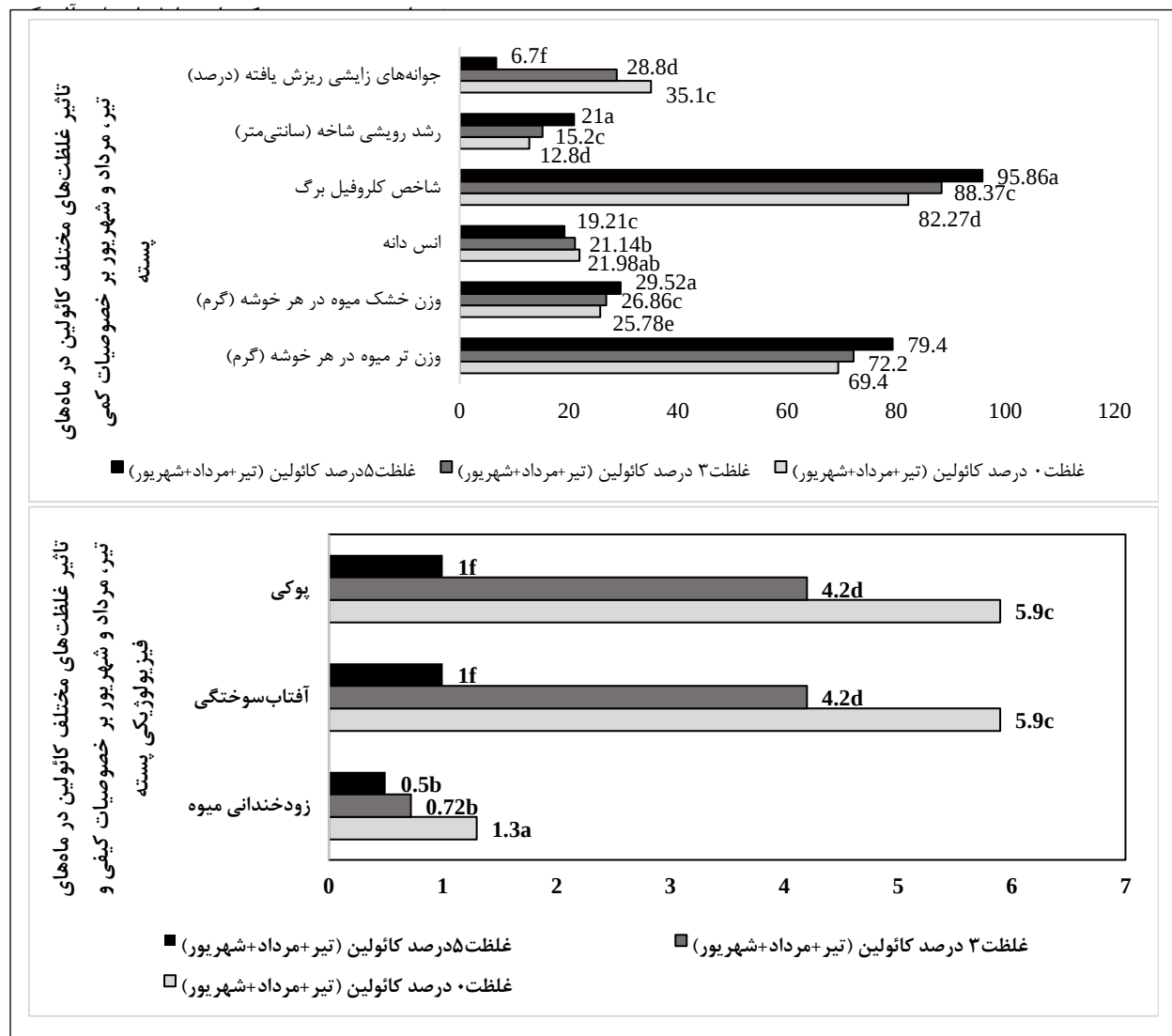
درصد آفتاب‌سوختگی، درصد زود خندانی و درصد جوانه‌های ریزش‌یافته میوه پسته به‌ترتیب ۵/۱۷، ۷/۰۹۶، ۴/۵۶ و ۱۰/۷۴ درصد کاهش و شاخص‌های کلروفیل، وزن تر، وزن خشک و رشد رویشی شاخه نیز به‌ترتیب ۱/۲۲، ۱/۱۳، ۱/۱۳ و ۱/۷ درصد افزایش یافته است. این یافته‌ها با نتایج پژوهش دیگری بر تأثیر کائولین روی گیاه پسته مطابقت دارد (Hassanzadeh et al., 2014).



شکل ۲- تأثیر غلظت و مرحله مصرف کائولین بر خصوصیات کمی پسته رقم کله قوچی

ریزش یافته به میزان ۶/۷ درصد شده و از آنجا که جوانه‌های زایشی پسته در عملکرد پسته سال بعد نقش دارند، می‌توان بیان داشت که پاشش کائولین در ماه‌های تیر، مرداد و شهریور افزون بر نتایج مثبت بر خصوصیات کیفی میوه پسته رقم کله‌قوچی، نویدبخش افزایش عملکرد در سال بعد است.

کاهش درصد جوانه‌های زایشی ریزش یافته برای به دست آوردن عملکرد بالا و کیفیت مطلوب محصول پسته دارای اهمیت زیادی است. مقایسه شکل ۲ و شکل ۳ نشان می‌دهد که تاثیر غلظت کائولین و افزایش زمان پاشش از بازه زمانی دو ماه (تیر و مردادماه) به بازه زمانی سه ماه (تیر، مرداد و شهریورماه) باعث کاهش قابل توجه جوانه‌های زایشی



کائولین با غلظت ۵ درصد در ماه‌های تیر، مرداد و شهریور در مقایسه با کاربرد کائولین در ماه‌های مرداد و شهریور

شکل ۳- تاثیر غلظت‌های مختلف کائولین با مرحله مصرف

کائولین بر خصوصیات کیفی پسته رقم کله قوچی

افزون بر بهبود خصوصیات کمی، کیفی و فیزیولوژیکی پسته رقم کله قوچی تاثیر بیشتری بر حفظ سلامتی محصول پسته دارد. همانطور که ذکر شد، شدت تابش نور خورشید و افزایش دمای بیشتر از حد تحمل گیاه و عارضه آفتاب‌سوختگی تهدیدی برای تولید پسته است.

بر اساس شکل ۳ اعمال تیمار کائولین در ماه‌های تیر، مرداد و شهریور در مقایسه با میوه‌های درختان شاهد، بیش از هفت برابر، در کاهش درصد آفتاب سوختگی میوه و ۷ برابر در کاهش درصد پوکی میوه پسته نقش داشت. نتایج این نمودار حاکی از این است که افزایش غلظت کائولین باعث کاهش درصد آفتاب سوختگی پسته می‌شود. یافته های این پژوهش با نتایج تحقیقات درباره کاهش آفتاب‌سوختگی برگ، پوست سبز و دانه گردو مطابقت داشت و با افزایش غلظت کائولین، اثرات مثبت آن برجسته‌تر شد (Gharaghani et al., 2018). در مجموع بر اساس نتایج حاصل می‌توان بیان داشت که پاشش کائولین افزون بر کاهش آفتاب‌سوختگی، خصوصیات کمی، کیفی و فیزیولوژیکی پسته رقم کله‌قوچی را بهبود بخشید، افزایش غلظت کائولین در مدت زمان طولانی تر باعث بهینه شدن شرایط گیاه در طول فصل گرما شد و نکته قابل توجه آن بود که طی دوران اجرای این تحقیق، علی رغم اثرات مثبت این ماده شیمیایی بی اثر در مقابله با تنش گرمایی و آفتاب سوختگی، تأخیر ۱۰ روزه بر روی زمان برداشت محصول درختان آزمایشی در مقایسه با شاهد مشاهده شد که این

موضوع می تواند بر کاهش دمای برگ، کاهش ترقق، افزایش میزان کلروفیل در نمونه‌های پوششی با کائولین و بهبود خصوصیات کمی و کیفی میوه دلالت داشته باشد.

نتیجه‌گیری کلی

پاشش کائولین در تیر، مرداد و شهریور ماه نسبت به پاشش در مرداد و شهریورماه با غلظت ۵ درصد، سبب کاهش خسارت آفتاب سوختگی و بهبود خصوصیات کمی، کیفی و فیزیولوژیکی پسته رقم کله‌قوچی شد. همچنین پاشش با غلظت ۵ درصد طی ماه‌های تیر، مرداد و شهریور، سبب کاهش ریزش جوانه‌های زایشی شد، در نتیجه درختان تیمار شده وارد چرخه شدید سال‌آوری نخواهند شد. بنابراین کاربرد کائولین به‌عنوان یک ترکیب پوششی ارزان قیمت به‌منظور کاهش تنش گرمایی خورشید، در مناطق کشت و کار درختان پسته که غالباً تابستان‌های گرم و آفتابی دارند برای تعدیل خسارات ناشی از تنش گرما و بهبود خصوصیات کمی، کیفی میوه پیشنهاد می‌شود.

منابع

1. Alavo, T. B. C., & Abagli, A. Z. (2011). Effect of kaolin particle film formulation against populations of the aphid *Lipaphis erysimi* Kalt. (Homoptera: Aphididae) in cabbage. *The Open Entomology Journal*, 5(1).
2. Azizi, A., Hokmabadi, H., Piri, S., & Rabie, V. (2013). Effect of kaolin application on water stress in pistachio cv. 'Ohadi'. *Journal of Nuts* 4(4): 9-14.

- Pesticides in Plant Protection Sciences*, 1(2), 76-85.
10. Panahi, B., & Khezri, M. (2011). Effect of harvesting time on nut quality of pistachio (*Pistacia vera* L.) cultivars. *Scientia Horticulturae*, 129(4), 730-734.
 11. Roda, N. D. M., Branchi, B. A., Longo, R. M., Pontin, J., Abreu, D. P. D., Santos, P. R. D., & 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.
 12. 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.
 13. Torres, E., Mancebo, J., Lara, A., Maurer, W., Geraldo, Y., Pilar, M., Torres, I., Caro, J. & Lopez, L. (2021). Early Results of Kaolin Clay Applications in the Dominican Republic. *EC AGRICULTURE*, 7.1, 08-16.
 14. Tosin, R., Poças, I., & 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.
 15. Wand, S. J., Theron, K. I., Ackerman, J., & 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.
 3. Braham, M., Pasqualini, E., & Ncira, N. (2007). Efficacy of kaolin, spinosad and Malathion against *Ceratitidis capitata* in Citrus orchards. *Bulletin of insectology*, 60(1), 39.
 4. Conde, A., Pimentel, D., Neves, A., Dinis, L. T., Bernardo, S., Correia, C. M., & Moutinho-Pereira, J. (2016). Kaolin foliar application has a stimulatory effect on phenylpropanoid and flavonoid pathways in grape berries. *Frontiers in Plant Science*, 7, 1150.
 5. Gharaghani, A., Javarzari, A. M., & Vahdati, K. (2018). Kaolin particle film alleviates adverse effects of light and heat stresses and improves nut and kernel quality in Persian walnut. *Scientia Horticulturae*, 239, 35-40.
 6. Gharaghani, A., Eshghi, S. A., Khajenouri, N., & Rahemi, M. (2015). Effect of kaolin on tree physiology, superficial sunburn and fruit quantitative and qualitative characteristics of two commercial apple cultivars. *Iranian Journal of Horticultural Science*, 46(3).
 7. Glenn, D. M. and Puterka, G. J. (2010) Particle films: a new technology for agriculture. *Horticultural Review* 31: 1-44.
 8. Glenn, D. M., Cooley, N., Walker, R., Clingeleffer, P., & Shellie, K. (2010). Impact of kaolin particle film and water deficit on wine grape water use efficiency and plant water relations. *HortScience*, 45(8), 1178-1187.
 9. Hassanzadeh, H., Farazmand, H., Oliaei-Torshiz, A., & Sirjani, M. (2014). Effect of kaolin clay (WP 95%) on oviposition deterency of pistachio psylla (*Agonoscena pistaciae* Burckharat & Lauterer). *Journal of*

Effect of Kaolin Foliar Spray on Sunburn Damage and Quantitative, Qualitative and Physiological Characteristics of Pistachio cv. “Kalegouchi”

Bahman Panahi^{1*}, Hadi Zohdi², Najme Soleimani³

Abstract

The environmental stresses on the pistachio plant are the main reason for decline in production. The phenomenon of global warming in pistachio growing areas is expected to cause more intense heat and continuous sunlight at higher levels and with greater intensity. Therefore, with the aim of managing the adverse influences of these stresses, the effect of kaolin foliar spraying on sunburn damage and the quantitative, qualitative and physiological characteristics of “Kale-Ghouchi” cultivar was studied. For this study, pistachio cv. “Kale-Ghouchi” in Raver area of Kerman province were sprayed with kaolin at three levels of 0, 3 and 5% during two consecutive years in July and August, plus July, August and September. The results revealed that the interaction effects of the kaolin thin layer obtained by spray of 5%, in July, August and September, compared to the control, the quantitative, qualitative and physiological characteristics of the “Kale-Ghouchi”, such as fruit fresh weight, fruit dry weight, leaf chlorophyll index and shoot vegetative growth increased from 69.4g, 25.78g, 82.27, 12.8cm in the control to 79.4g, 29.52g, 95.86, 21.0cm. Furthermore, characteristics such as ounce of nut, blankness percentage, sunburn percentage and percentage of early split fruit reduced these values in the control sample from 21.98, 5.9, 18.29, 1.3 to 19.21, 1.0, 0.76, and 0.5. Thus, considering the importance of pistachio nut crop, 5% kaolin spray in July, August and September is suggested as a cost-effective solution to manage sunburn and improve the quantity and quality of pistachio cv. “Kale-Ghouchi” crop.

Keywords: Blankness, Early splitting, Kaolin, Kalegouchi, Sunburn.

¹ Associate Professor of Pistachio Research Center, HSRI, AREEO, Rafsanjan, Iran.

* Corresponding Author: bahman_2@yahoo.com

² Assistant Professor of Kerman Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Kerman, Iran.

³ Researcher of Kerman Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Kerman, Iran.