

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

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

گزارش نهایی

پروژه تحقیقاتی

بررسی اثرات محلول پاشی گوگرد معدن زرکوه در باغ‌های پسته از جنبه‌های
خسارت‌های احتمالی برگ و میوه

نام و نام خانوادگی مجری: مریم آفروشه

شماره ثبت:

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

عنوان پروژه: بررسی اثرات محلول پاشی گوگرد معدن زرکوه در باغ‌های پسته از جنبه‌های خسارت‌های احتمالی برگ و میوه

کد مصوب: ۹۸۰۵۳۵-۹۸۰۱۵-۹۸۰۶۴-۳۳-۰۶-۱۲۴

عنوان طرح: تاثیر محلول پاشی گوگرد معدن زرکوه در باغ‌های پسته از جنبه‌های کنترل پسیل، خسارت‌های احتمالی برگ و میوه، مسائل باغبانی، خصوصیات کیفی محصول و بررسی اقتصادی آن

شماره مصوب: ۹۸۰۱۵-۹۸۰۶۱-۳۳-۰۶-۱۴

نام و نام خانوادگی مجری:

مریم آفروشه، عضو هیات علمی پژوهشکده پسته

نام و نام خانوادگی همکاران اصلی:

فاطمه ناظوری، عضو هیات علمی دانشگاه ولیعصر رفسنجان

حجت هاشمی نسب، عضو هیات علمی بخش ژنتیک و به‌نژادی پژوهشکده پسته

مژده حیدری صالح آباد، محقق بخش فن آوری و مدیریت تولید پژوهشکده پسته

حسن عرب، محقق بخش ژنتیک و به‌نژادی پژوهشکده پسته

نام و نام خانوادگی همکاران:

عباس مهران، ریاست جهاد کشاورزی انار

حسن ابراهیمی پورکانی، کارشناس بخش فن آوری و مدیریت تولید پژوهشکده پسته

محل اجرا: استان کرمان، شهرستان انار، باغات خیر آباد و رسول آباد

تاریخ شروع: ۱۳۹۸/۰۳/۰۱

مدت اجرا: ۲ سال و ۰ ماه

ناشر: پژوهشکده پسته

شمارگان (تیراژ):

تاریخ انتشار: ۱۳۹۹

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۵.....	چکیده
۶.....	مقدمه
۶.....	مروری بر منابع
۱۱.....	مواد و روش ها
۱۹.....	نتایج و بحث
۳۵.....	نتیجه گیری
۷۳.....	فهرست منابع

چکیده

پسیل معمولی پسته یکی از آفات کلیدی باغ‌های پسته در ایران است که با تغذیه از شیره نباتی خسارت جبران ناپذیری به درخت و محصول وارد می‌آورد. یکی از راهکارهای کنترل پسیل در سال‌های اخیر استفاده از گوگرد است. هدف از این پژوهش، ارزیابی کاربرد گوگرد معدن زرکوه (پایه معدنی) در خسارت‌های احتمالی برگ، میوه و جوانه بود. این پروژه با پاشش گوگرد معدن زرکوه در غلظت‌های ۳۰، ۶۰ و ۷۰ کیلوگرم در هزار لیتر آب برای رقم اکبری، ۲۰، ۳۰، ۶۰ و ۷۰ کیلوگرم در هزار لیتر آب برای رقم اوحدی و ۲۵، ۳۵، ۴۵، ۶۰ و ۷۰ کیلوگرم در هزار لیتر آب برای رقم احمدآقایی به همراه سه تیمار سم کنفیدور ۰/۵ در هزار، موتو ۰/۵ در هزار و شاهد (آب پاشی در مرحله اول و صابون پاشی ۲/۵ لیتر در هزار لیتر آب در مراحل بعدی) برای هر سه رقم در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۵ تکرار طی سال‌های ۱۳۹۸-۱۳۹۹ در شهرستان انار (باغات خیرآباد و رسول آباد) اجرا شد. محلول پاشی گوگرد معدن زرکوه در راستای کنترل پسیل در سه مرحله انجام شد. بر اساس نتایج بدست آمده خسارتی در جوانه مشاهده نشد اما عارضه‌های موجود در میوه شامل سوختگی سطح میوه، ایجاد لکه‌های قهوه‌ای و خروج شیره از میوه بودند که در همه تیمارهای آزمایشی مشهود بود. نتایج این پژوهش نشان داد که عمدتاً خسارت‌ها ناشی از دماهای بالا (گرم‌زدگی) بودند. به طوری که در ردیف‌های شرقی-غربی که بیشترین نور را دریافت می‌کنند عارضه‌ها در میوه‌های قسمت جنوبی درخت و نزدیک سطح زمین بیشتر بود. به‌طور کلی شدت خسارت کم بوده و در رقم اوحدی شدت عارضه‌ها در مقایسه با سایر ارقام پایین‌تر نیز بود. در این پژوهش استفاده از گوگرد معدن زرکوه در غلظت‌های بالا (۶۰ و ۷۰ کیلوگرم در هزار لیتر) با کنترل موثرتر آفت پسیل و به‌دنبال آن حفظ سلامت و ماندگاری برگ‌ها در کاهش خسارت گرم‌زدگی تاثیرگذار بود. نتایج حاصل از ارزیابی وضعیت رشد مغز در عارضه‌های مختلف در همه تیمارهای آزمایشی نشان داد که در خسارت لکه‌ای، تشکیل میوه وجود داشت. نتایج حاصل از ارزیابی وضعیت رشد مغز در تیمارهای مختلف در دو زمان نمونه برداری نشان داد که وضعیت عدسی شدن و شروع رشد مغز در تیمارهای گوگردپاشی معدن زرکوه زودتر بود که با نتایج حاصل از رنگ‌سنجی میوه مطابقت داشت. در این پروژه تغییر شاخص‌های مهم رنگ میوه از جمله روشنی (L)، اختلاف رنگ کل (ΔE)، کروما (Chroma) و زاویه هیو (H) در دو مرحله متوالی یک ماه قبل از برداشت با استفاده از دستگاه رنگ سنج اندازه‌گیری و آنالیز شد. نتایج این پژوهش در ارتباط با رنگ‌سنجی پوست نرم روی میوه بین ارقام نشان داد که تغییرات رنگ و کروما در میوه طی دو زمان نمونه‌برداری متوالی، بین ارقام مورد بررسی در رقم احمدآقایی و بین تیمارها در تیمار گوگرد معدن زرکوه در غلظت‌های ۶۰ و ۷۰ کیلوگرم در هزار لیتر بیشترین تاثیر را داشتند. بر اساس نتایج رنگ‌سنجی رنگ پوست نرم روی میوه، یکی از شاخص‌های رسیدگی میوه، گوگرد معدن زرکوه در تسریع مراحل فنولوژی رشد و نمو میوه تاثیرگذار بوده است. نتایج این پژوهش نیز نشان داد که با افزایش دما، نرخ خالص فتوسنتز کاهش می‌یابد. در این پژوهش، نرخ خالص فتوسنتز برگ تحت تاثیر تیمارهای گوگرد معدن زرکوه در غلظت‌های ۶۰ و ۷۰ کیلوگرم در هزار لیتر آب افزایش یافت. در نهایت می‌توان اینطور نتیجه‌گیری کرد که کارایی استفاده از گوگرد معدن زرکوه در غلظت‌های ۶۰ و ۷۰ کیلوگرم در هزار لیتر آب در هر سه رقم تجاری بیشتر است. نتایج مطالعات میدانی بر اساس پرسشنامه در ارتباط با خسارت‌های احتمالی گوگرد معدن زرکوه نیز نشان داد که شرایط آب و هوایی به ویژه دما و نحوه پاشش گوگرد معدن زرکوه حائز اهمیت است.

کلمات کلیدی: پسته، ارقام تجاری، پسیل پسته، گوگرد معدن زرکوه، خسارت

فصل اول: مقدمه

آفت کلیدی پسیل معمولی پسته (*Agonoscena pistaciae* (Hemiptera: Aphalaridae) با ۵ نسل طی فصل رشد تا زمان برداشت به صورت طغیانی هر ساله خسارت زیادی را به محصول در سال جاری از طریق ریزش برگ‌ها و ضعف درختان و در سال بعد نیز از طریق ریزش جوانه‌های وارد می‌نماید (مهرنژاد، ۱۳۸۱). علی‌رغم کاربرد سموم و مواد شیمیایی حشره‌کش در سال‌های اخیر در مناطق پسته‌کاری کشور به خصوص باغ‌های پسته استان کرمان، هنوز مبارزه با پسیل به‌عنوان یک چالش مطرح است. عدم رعایت مسائل فنی برای کنترل آفت و ورود سموم غیراستاندارد در سال‌های اخیر باعث شده است که سم‌پاشی‌های ناکارآمد و مکرر در باغ‌های پسته انجام شود. بنابراین کاربرد این آفت‌کش‌ها نه تنها مشکل پسیل پسته را برطرف نکرد، بلکه باعث شد که به‌عنوان آلاینده‌های محیط زیستی، تاثیر منفی بر حشرات مفید و از همه مهمتر بر سلامت انسان داشته باشند. فرم‌های مختلف گوگرد یکی از این موارد می‌باشد که مورد استقبال کشاورزان قرار گرفته است. در ایران استفاده از گوگرد پاشی علیه پسیل پسته نزدیک به یک دهه پیش در مناطقی از دامغان و خراسان استفاده شده است (بی‌نام، ۱۳۹۶) و اخیراً کاربرد آن در بسیاری از مناطق پسته‌خیز کشور به ویژه استان کرمان در حال توسعه است و گزارش‌های تجربی کشاورزان حاکی از نظرات متفاوت در ارتباط با نوع ترکیب گوگرد به دلیل خسارت به برگ و میوه می‌باشد. بنابراین با توجه به مراحل مختلف در رشد رویشی و زایشی پسته، کاربرد این ترکیب بدون انجام تحقیقات اولیه می‌تواند اثرات مخرب بر میوه و عملکرد ایجاد نماید. همچنان که مطالعات میدانی وجود تاثیرات منفی گوگرد پالایشگاهی را روی برگ و میوه بعضی ارقام پسته نیز تایید می‌نماید.

فصل دوم: مروری بر منابع

امروزه آفت‌کش‌ها نقش مهمی در کنترل و مدیریت آفات جهت جلوگیری از خسارات ناشی از تنش‌های زیستی بازی می‌کنند. استفاده از آفت‌کش‌ها مخاطرات خاصی را به همراه دارد اما استفاده از آن‌ها در زمان مناسب باعث کاهش این خطرات به سطح قابل قبولی می‌گردد. گوگرد ساده‌ترین و پرمصرف‌ترین

قارچ کش است که دامنه فعالیت وسیعی دارد. هر چند بیشتر اثر آن روی سفیدک پودری است ولی علاوه بر قارچ‌ها روی کنه‌ها و زنجره‌ها نیز موثر است. آزمایشات مزرعه‌ای استفاده از گوگرد و تابل در غلظت متوسط به سمت کم در صنعت کشاورزی پایدار در اروپا را تایید می نماید (مالاولت و بولر، ۱۹۹۹). گوگرد و تابل مهمترین نوع آفت کش صنعت انگور استرالیا است. کاربرد تجاری آن به میزان (۱-۲ کیلوگرم در هکتار) استفاده می شود. استفاده از گوگرد به عنوان کنه کش و قارچ کش در سفیدک پودری انگور (*Uncinula necator*)، سفیدک پودری گوجه (*Oidium lycopersici*)، اسکاپ سیب و گلابی (*Venturia spp*)، لکه برگ آلبالو (*Blumeriella jaapii*) و زنگ برگ خرمای کاربرد دارد. انتخاب نوع گوگرد برای گیاهان مورد نظر حائز اهمیت است. اثرات سمی گوگرد برای چندین گونه گیاهی حساس از جمله زردآلو، خیار و تمشک مشخص شده است (پروتکل کاربرد گوگرد اداره حفاظت محیط زیست، ۲۰۱۳).

بررسی منابع استفاده از گوگرد در کشاورزی نشان می دهد که در فرم پالایشگاهی در دو فرمولاسیون شامل پودر و تابل و گوگرد قابل تعلیق با نسبت های ۸۰ الی ۹۵ درصد ساخته می شود. مثال هایی از کاربرد گوگردپاشی ۹۷ درصد بر اساس استاندارد (آژانس حفاظت محیط زیست ایالات متحده، ۲۰۰۹) نشان داده است که پودر و تابل گوگرد پالایشگاهی در کنترل سفیدک های سطحی انگور به میزان ۶۰ تا ۹۰ کیلوگرم در هکتار در ۳ نوبت استفاده می شود. برای سفیدک درختان سیب شلیل و هلو و غیره فرمولاسیون پودر و تابل گوگرد پالایشگاهی به نسبت ۳ تا ۴ در هزار ثبت و توصیه شده است. توصیه های گوگرد فقط در مورد واریته مقاوم به گوگرد استفاده می شود. مثلاً گونه های جانانان و گلدن دلشیز از سیب به علت حساسیت به گوگرد در شرایط آب و هوایی خاص آسیب می بینند. واریته های حساس درخت گلابی شامل کامیک و آنجو می باشند. این ماده همچنین برای کنترل بعضی کنه ها بخصوص کنه تارتن و کنه های اریوفید از جمله اریوفید پسته به نسبت ۳ در هزار توصیه شده است (آژانس حفاظت محیط زیست ایالات متحده، ۲۰۰۹). در ارتباط با گوگرد در فرم پالایشگاهی گزارش شده است که زمانی درجه حرارت به بیش از ۳۲ درجه سانتی گراد (۹۰ درجه فارنهایت)

برسد، مقادیر کمتر و تکرار بیشتر توصیه می‌شود تا از آسیب به گیاه جلوگیری شود. امامی و همکاران (۱۳۹۸) طی یک بررسی تحقیقاتی اثر نوع پودری گوگرد با منشاء پالایشگاهی با نام تجاری باریش را بررسی کردند و مصرف آن را با رعایت کلیه دستورالعمل‌های مربوطه به نسبت ۲۵ کیلو یا کمتر در هزار لیتر آب مناسب ارزیابی کردند ولی وجود گیاهسوزی‌های موضعی را در بعضی ارقام و درختان گزارش نمودند. اما در ارتباط با کاربرد گوگرد معدن زرکوه با پایه معدنی در ارتباط با ارقام مختلف پسته به لحاظ خسارت‌های احتمالی مربوط به برگ و میوه تحقیقی انجام نشده است. در این پژوهش کاربرد گوگرد معدن زرکوه با پایه معدنی در راستای تاثیرات آن بر خصوصیات اکوفیزیولوژیکی و شاخص‌های مرتبط با تنش مورد بررسی قرار گرفت.

بررسی تبادلات گازی برگ، یک روش ارزیابی مستقیم پاسخ‌های فیزیولوژیکی گیاه به شرایط محیطی است (افروشه و همکاران، ۲۰۱۰؛ رنجبر، ۲۰۱۹). فتوسنتز مهمترین فرایند فیزیولوژیکی گیاه است که نقش محوری در تثبیت کربن و تولید ماده آلی دارد. از طرف دیگر، برگ‌ها اصلی‌ترین اندام فتوسنتز کننده گیاه می‌باشند. فعالیت خالص فتوسنتزی تحت تاثیر دمای برگ، دمای هوا و رطوبت نسبی محیط، شدت نور، در فصول مختلف سال و حتی در ساعات مختلف روز، متفاوت است (کدخدا و شمشیری، ۱۳۹۹).

در گونه‌های میوه ای سه کربنه (C3)، نرخ جذب خالص (CO₂) و هدایت روزنه ای تحت تاثیر دمای برگ، تشعشع خورشیدی، کسر فشار بخار، و وضعیت آبی خاک و گیاه است و ظرفیت ارقام برای تعدیل تغییرات محیطی و افزایش کارایی مصرف آب، از تفاوت خصوصیات بیوشیمیایی و پاسخ‌های روزنه‌ای برگ آن‌ها منشا می‌گیرد (ماسونت و همکاران، ۲۰۰۷). در چنین شرایطی، هدایت روزنه‌ای شامل تبادلات گازی و ورود دی اکسید کربن و خروج بخار آب از طریق روزنه‌ها است متاثر از متغیرهای محیطی مانند نور و درجه حرارت می‌باشد. طی افزایش درجه حرارت، میزان هدایت روزنه‌ای کاهش پیدا می‌کند (کیوووس و همکاران، ۲۰۰۶).

بر اساس مطالعه لاچر و همکاران (۱۹۶۹) پسته یک گیاه C3 است اما بازده فتوسنتزی بالایی دارد، به طوری که حداکثر بازده فتوسنتزی آن بیشتر از میوه‌های معتدله ای چون سیب، هلو، آلو، گیلاس، زردآلو و گردو بوده و تقریباً معادل بازده فتوسنتزی بادام است (کوله، ۲۰۱۱؛ کریستنوسز و بینگ، ۲۰۱۶). در تنظیم میزان فتوسنتز، تولید مواد فتوسنتزی در مزوفیل برگ‌ها و مصرف در میوه‌ها و برگ‌های جوان نقش موثری دارند. بر اساس همین گزارش تنش‌هایی که سبب آسیب به برگ و کاهش میزان کلروفیل می‌گردد، در نهایت باعث کاهش کارایی فتوسنتز می‌شوند. از طرف دیگر، ارقام پسته عمدتاً در شرایط خشک و نیمه‌خشک با دمای بالای هوا و رطوبت پایین خاک و هوا رشد می‌کنند علاوه بر این که سازگاری قابل توجهی با شرایط خشکی دارند اما به دلیل ساختار برگ از جمله وجود کرک روی برگ‌ها و سلول‌های اپیدرمی با دیواره نازک در دو سطح برگچه‌ها، اندازه نسبتاً بزرگ روزنه‌ها و توزیع نسبتاً متعادل روزنه‌ها در سطوح بالایی و پایینی برگ‌ها در گونه اهلی، کنترل قدرتمند عوامل روزنه‌ای بر مصرف آب وجود ندارد (ال صغیر و پورتر، ۲۰۰۶، ۲۰۰۵؛ روزبان و همکاران، ۱۳۸۸). روزبان و همکاران (۱۳۸۸) گزارش دادند که رقم پسته بادامی، کارایی مصرف آب بالاتری نسبت به رقم قزوینی دارد و همین امر باعث افزایش نرخ فتوسنتز و تثبیت کربن در این رقم شده بود. نتایج آن‌ها در ارتباط با وضعیت دمای سطح برگ بین دو رقم مورد بررسی در زمان ظهر نشان داد که دمای برگ رقم بادامی نسبت به رقم قزوینی کمتر بود که این موضوع به تعرق بالای این رقم نسبت دادند که به نوبه خود سبب افزایش کارایی کوانتومی تثبیت کربن گردید.

بر اساس بررسی منابع، مهمترین تاثیر نور و درجه حرارت مربوط به واکنش کربوکسیلازی و اکسیژنازی روپیسکو می‌باشند. در شرایط ثبات غلظت (CO_2)، فعالیت اکسیژنازی روپیسکو به موازات افزایش دمای برگ بیش از فعالیت کربوکسیلازی آن می‌شود. با افزایش دما، میل ترکیبی روپیسکو با (CO_2) کاهش می‌یابد و در مقابل، تنفس نوری افزایش می‌یابد. بنابراین کاهش عملکرد کوانتومی تثبیت کربن، در دماهای بالا نمایان می‌شود (تیا و زیگر، ۲۰۰۲)

درختان پسته جزء گیاهانی (C3) می‌باشد، بازده کوانتومی تثبیت کربن در آن‌ها با افزایش درجه حرارت، کاهش پیدا می‌کند. این موضوع نشان دهنده تحریک تنفس نوری و صرف انرژی بیشتر برای تثبیت هر مول (CO₂) خالص است. روزبان و همکاران (۱۳۸۸) گزارش دادند که عملکرد کوانتومی تثبیت فتوسنتزی کربن ارقام قزوینی و بادامی تابعی از دمای برگ بود. هدایت روزنه ای برگ های رقم پسته بادامی اساساً توسط کسر فشار بخار بالاتر از ۳/۵ کیلوپاسکال و دمای برگ بالاتر از ۳۲ درجه سانتی گراد و در رقم قزوینی توسط کسر فشار بخار بالاتر از ۳/۸ کیلوپاسکال و دمای برگ بالاتر از ۳۳ درجه سانتی گراد محدود شد. بر اساس بررسی منابع تحت شرایط عدم محدودیت رطوبتی خاک، عواملی محیطی از جمله دمای برگ و کسر فشار بخار در کنترل هدایت روزنه ای مؤثر می‌باشند (کیوواس و همکاران، ۲۰۰۶).

بر همین اساس دمای تاج گیاه و اختلاف دمای هوا و تاج گیاه به عنوان شاخصی از تنش در نظر گرفته می‌شود. افزایش دمای تاج درخت، در گیاهان تحت شرایط تنش مربوط به کاهش تعرق و میزان نسبی آب برگ باشد (فلکساس و همکاران، ۲۰۰۱؛ فاست، ۱۹۸۹). تکنیک اندازه‌گیری کلروفیل فلورسنس در مطالعات تنش بر اساس اندازه‌گیری میزان انرژی ارتعاش یافته از ورود انرژی و تبدیل فتوسیستم یک به فتوسیستم دو می‌باشد. مشخص شده است که میزان این انرژی ارتعاش یافته از این واکنش، همبستگی بالایی با کارایی فتوسنتز در گیاه دارد. در حالتی که گیاه تحت استرس می‌باشد ژنوتیپ‌های که کارایی فتوسنتز آنها بالا باشد قطعاً ارقامی خواهند بود که در مقابل استرس‌ها می‌توانند از خود مقاومت نشان دهند (مکسول و جانسون، ۲۰۰۰). یکی از تغییرات بیوشیمیایی در گیاهان تحت تنش، تولید گونه‌های فعال اکسیژن از جمله سوپراکسید، پراکسید هیدروژن، رادیکال هیدروکسیل است که از جمله اولین پاسخ‌های سلولی گیاه به تنش‌های محیطی است (رویگودری و داس، ۲۰۰۴).

بنابراین تحت شرایط تنش، پایداری غشای سلولی کاهش می‌یابد و میزان مالون دی‌آلدئید، کاتالاز و هیدروژن پراکسید افزایش می‌یابد (قندری و سی و سه مرده، ۲۰۱۱؛ کاواس و همکاران، ۲۰۱۳). مالون دی‌آلدئید محصول تخریب اسیدهای چرب غشاء است که در شرایط تنش افزایش می‌یابد و ناشی از کاهش فعالیت کاتالاز و

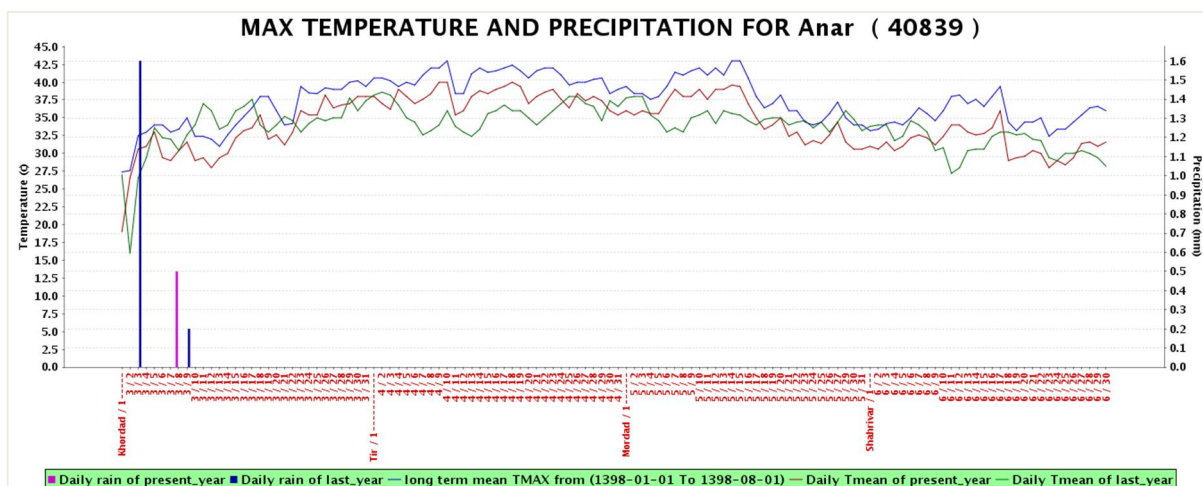
پراکسیداسیون لیپیدها می باشد (جین و همکاران، ۲۰۰۶). در این پروژه نیز مهمترین شاخص های فیزیولوژیکی جهت بررسی میزان تنش وارده به گیاه تعیین می گردد.

فصل سوم: مواد و روش ها

در این پژوهش، محلول پاشی گوگرد معدن زرکوه با غلظت های ۲۰، ۳۰ و ۶۰ کیلوگرم در هزار لیتر آب برای رقم اکبری، ۲۰، ۳۰، ۶۰ و ۷۰ کیلوگرم در هزار لیتر آب برای رقم اوحدی و ۲۵، ۳۵، ۴۵، ۶۰ و ۷۰ کیلوگرم در هزار لیتر آب برای رقم احمدآقایی به همراه سه تیمار سم کنفیدور ۰/۵ در هزار لیتر آب، مونتو ۰/۵ در هزار لیتر آب و شاهد (آب پاشی در مرحله اول و صابون پاشی ۲/۵ لیتر در هزار لیتر آب در مراحل بعدی) بررسی شد.

۳-۱- زمان و موقعیت جغرافیایی محل اجرای پژوهش

این پروژه در شرایط آب و هوایی شهرستان انار در اردیبهشت ماه ۱۳۹۸ در باغات پسته خیرآباد و رسول آباد اجرا شد. شهرستان انار با ارتفاع ۱۴۶۹ متر از سطح دریا، عرض جغرافیایی ۳۰ درجه و ۲۴ دقیقه و ۲۴ ثانیه شمالی و طول جغرافیایی ۵۵ درجه و ۵۹ دقیقه و ۳۸ ثانیه شرقی در شمال غرب استان کرمان واقع شده است. این شهرستان جز مناطق نیمه خشک با تابستان های گرم و زمستان های نسبتاً سرد دسته بندی می شود. میانگین دراز مدت بارندگی سالانه این شهرستان بین ۷۰-۱۰۰ میلی متر و متوسط دمای سالانه آن بین ۵- تا ۴۲ درجه سانتیگراد می باشد. در طول فصل رشد بالاترین میزان دما در تیرماه و کمترین میزان دما در فروردین ماه است (نمودار ۳-۱).



نمودار ۳-۱- گزارش هواشناسی تغییرات دما شهرستان انار در تابستان ۹۸ (<http://reports.irimo.ir>)

۳-۲- طرح آزمایشی

آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۵ تکرار و ۶ تیمار انجام شد. هر واحد آزمایشی شامل ۳ ردیف درخت بود و روی هر ردیف ۱۰ درخت وجود داشت (فاصله ردیف ۵ متر، فاصله درختان روی هر ردیف ۱ متر). محلول‌پاشی برگی تیمارهای آزمایشی به شرح ذیل می‌باشد.

تیمارهای آزمایشی عبارت از:

فاکتور اول: رقم (C)

(C1): اوحدی

(C2): احمدآقایی

(C3): اکبری

فاکتور دوم: تیمارهای محلول‌پاشی (T)

(Control): تیمار شاهد پاشیدن آب معمولی روی درختان

(Conf): محلول‌پاشی حشره کش کنفیدور با غلظت ۰/۵ در هزار لیتر آب

(Mov): محلول‌پاشی حشره کش موونتو با غلظت ۰/۵ در هزار لیتر آب

(Z20): محلول‌پاشی گوگرد معدن زرکوه در غلظت ۲۰ کیلوگرم در هزار لیتر آب

(Z25): محلول‌پاشی گوگرد معدن زرکوه در غلظت ۲۵ کیلوگرم در هزار لیتر آب

(Z30): محلول‌پاشی گوگرد معدن زرکوه در غلظت ۳۰ کیلوگرم در هزار لیتر آب

- (Z35): محلول پاشی گوگرد معدن زرکوه در غلظت ۳۵ کیلوگرم در هزار لیتر آب
 (Z45): محلول پاشی گوگرد معدن زرکوه در غلظت ۴۵ کیلوگرم در هزار لیتر آب
 (Z60): محلول پاشی گوگرد معدن زرکوه در غلظت ۶۰ کیلوگرم در هزار لیتر آب
 (Z70): محلول پاشی گوگرد معدن زرکوه در غلظت ۷۰ کیلوگرم در هزار لیتر آب

در محلول پاشی های انجام شده تمامی نکات فنی در ارتباط با نحوه کاربرد در مخزن سمپاشی و ساعت

محلول پاشی، میزان محلول پاشی و غیره مورد توجه قرار گرفت (شکل ۳-۱).



شکل ۳-۱- نحوه اعمال تیمارهای آزمایشی گوگرد معدن زرکوه (۱۳۹۸/۰۳/۰۵)

۳-۳- نحوه اعمال تیمارهای آزمایشی در باغ

در اردیبهشت ماه سال ۱۳۹۸ جهت بررسی وضعیت خسارت در برگ، جوانه و میوه، شاخه های درختان از چهار طرف انتخاب و با استفاده از پلاک فلزی نشان گذاری شدند. در تاریخ ۵ خرداد ۱۳۹۸ با بررسی آلودگی توسط بخش گیاه پزشکی، تیمارهای سم مطابق با نقشه اعمال شد. در این پروژه، حجم مخزن سم پاشی ۴۰۰ لیتر بود. تهیه سموم با استفاده از جدول ذیل محاسبه و اعمال شد (جدول ۳-۱).

جدول ۳-۱- جدول تهیه سموم بر اساس حجم مخزن مورد استفاده

Z 70	Z 60	Z 30	Z 20	تیمارهای آزمایشی
۲۸	۲۴	۱۲	۸	میزان مصرفی گوگرد معدن زرکوه (Kg/400 L)

(غلظت گوگرد معدن زرکوه در غلظت‌های ۲۰، ۳۰، ۶۰ و ۷۰ کیلوگرم در هزار لیتر آب)

۳-۴- شاخص‌های مورد ارزیابی در ارتباط با خسارت

ارزیابی ظاهری شدت خسارت سوختگی برگ و میوه در هر تیمار بر اساس درصد سوختگی برگ‌ها و میوه بعد از گذشت ۷۲ ساعت از اعمال تیمارها بررسی شد. برای ارزیابی کمی و کیفی خسارت محصول، نمونه‌ها در ۴ گروه جداگانه شماره گذاری شدند (میوه‌های بدون علائم (شماره ۱)، خروج شیره (شماره ۲)، خسارت لکه قهوه‌ای بین ۲۵ تا ۵۰ درصد (شماره ۳) و خسارت سوختگی با بیش از ۵۰ درصد (شماره ۴)). در شکل ۳-۴، تقسیم‌بندی چهار نوع خسارت آورده شده است (شکل ۳-۴).

شدت خسارت با استفاده از فرمول زیر محاسبه گردید (Wang et al., 2006).

$$\sum (n_i \times i) / (N)$$

در این رابطه، n_i تعداد میوه‌هایی دارای علائم خسارت، i شماره خسارت (۱-۴) و N تعداد میوه‌های کل در هر تیمار است.

۳-۵- اندازه‌گیری پارامترهای فتوسنتز، کلروفیل فلورسنس و دما

اندازه‌گیری پارامترهای فتوسنتزی نیز با کمک دستگاه فتوسنتز متر (LCpro-SD, ADC, UK) انجام گرفت. کلیه اندازه‌گیری‌ها بر روی برگ بالغ از بخش میانی شاخه درخت در ردیف‌هایی که حداکثر دریافت مستقیم نور خورشید در شرایط باغ وجود داشت انجام شد. اندازه‌گیری تبادلات گازی در روزهای آفتابی صورت گرفت. پهنک برگچه انتهایی در محفظه دستگاه قرار گرفت به‌طوری‌که سطح درونی محفظه را کاملاً بپوشاند.

پس از ثابت شدن نوسانات ابتدایی در تبدلات گازی درون محفظه، رکوردگیری در فواصل زمانی یک دقیقه در پنج نوبت انجام شد. در نهایت از رکوردهای ثبت شده برای هر برگ میانگین گرفته شد و برای هر درخت (به عنوان یک تکرار) یادداشت برداری شد. پارامترهای حاصل از دستگاه فتوسنتز متر شامل e_{ref} (غلظت H_2O اتمسفر)، C_{ref} (غلظت CO_2 اتمسفر)، iC (غلظت CO_2 بین سلولی)، T_{leaf} (درجه حرارت سطح برگ)، E (میزان تعرق)، G_s (هدایت روزنه)، A (نرخ فتوسنتز خالص)، PI (شدت فتوسنتز) بودند.

اندازه گیری فلورسانس کلروفیل در شرایط تاریکی و با استفاده از دستگاه فلوریمتر (Pocket PEA, Hansatech, UK) مورد بررسی قرار گرفت. این دستگاه میزان فلورسانس کلروفیل بر اساس پارامترهای شدت فتوسنتز (PI) و شاخص تنش Fv/Fm ثبت نمود. روش کار بدین صورت بود که ابتدا برگچه انتهایی در گیره مخصوص جهت ایجاد شرایط تاریکی به مدت ۱۵ دقیقه قرار گرفت و پس از این مدت میزان فلورسانس کلروفیل ثبت گردید.

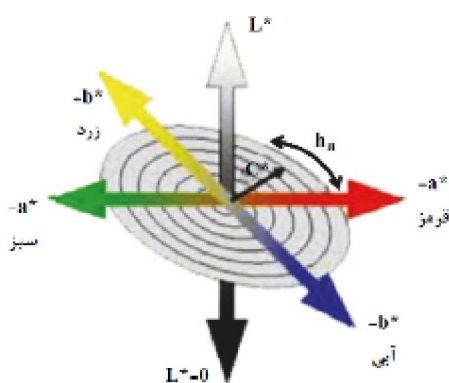
۳-۶- آنالیز رنگ برگ و پوست نرم بیرونی

شاخص های رنگ با استفاده از دستگاه کروماتر ساخت کشور ژاپن (Konica Minolta CR 400, Japan) از سطح ده عدد میوه از هر تکرار خوانده شد. این دستگاه رنگ را به صورت سه شاخص L^* ، a^* و b^* نشان می دهد. شاخص L^* بیان کننده میزان درخشندگی یا روشنایی رنگ بوده و میزان آن از صفر (سیاه) تا ۱۰۰ (سفید) متغیر است. دامنه تغییرات شاخص a^* از قرمز (+60) تا سبز (-60) می باشد. میزان رنگ سبز از (-60) و میزان رنگ قرمز از (+60) به سمت مرکز دیاگرام رنگ کاهش پیدا می کند. همچنین دامنه تغییرات شاخص b^* از زرد (+60) تا آبی (-60) به سمت مرکز دیاگرام کاهش می یابد. شاخص کروما، شدت و خلوص رنگ را نشان داده و میزان آن در مرکز دیاگرام رنگ صفر است و با فاصله از آن افزایش پیدا می کند. شاخص

هیو یا زاویه رنگ، اختلاف جزئی رنگ را به صورت قرمز بنفش ۰ درجه، زرد ۹۰ درجه، سبز آبی ۱۸۰ درجه، آبی ۲۷۰ درجه مشخص می کند (استورک و همکاران، ۲۰۱۱؛ مانرا و همکاران، ۲۰۱۳) (شکل ۳-۲).

مقادیر هیو و کروما بر اساس مقادیر a^* و b^* با استفاده از رابطه های زیر تعیین گردید:

$$\text{هیو} = \text{Arctan} \frac{b}{a} \quad \text{کروما} = \sqrt{a^2 + b^2}$$



شکل ۳-۲- فضا رنگ سه بعدی با محورهای a^* ، L^* و b^*

برای محاسبه تغییرات رنگ کل (ΔE) نیز از رابطه زیر استفاده گردید (علیخانی کوپایه و همکاران،

۲۰۱۴).

$$\Delta E = [(L_t - L_0)^2 + (a_t - a_0)^2 + (b_t - b_0)^2]^{1/2}$$

در این رابطه L_t ، a_t و b_t بیانگر شاخص های رنگ پوست میوه در زمان های مختلف و L_0 ، a_0 و

b_0 مقادیر اولیه می باشند.

۳-۷- اندازه گیری میزان مالون دی آلدهید (MDA):

برای اندازه گیری مالون دی آلدهید از روش هیز و پکر (۱۹۶۹) استفاده شد. در این روش ۰/۲۵ گرم نمونه در هاون چینی حاوی ۵ میلی لیتر تری کلرواستیک اسید^۱ ۰/۱ درصد سائیده شد. عصاره حاصل بمدت ۵ دقیقه در ۱۰۰۰۰ g سانتریفیوژ گردید. در مرحله بعد ۲۵۰ میکرو لیتر از محلول رویی حاصل از سانتریفیوژ را با ۱ میلی لیتر محلول مالون دی آلدهید که حاوی تری کلرواستیک اسید ۲۰ درصد و تیو باربیتوریک اسید^۲ ۰/۵ درصد است، مخلوط شد. مخلوط حاصل به مدت ۳۰ دقیقه در دمای ۹۵ درجه سانتیگراد در حمام بن ماری حرارت داده و بلافاصله در یخ سرد قرار گرفت و دوباره مخلوط به مدت ۱۰ دقیقه در ۱۰۰۰۰ g سانتریفیوژ گردید. شدت جذب این محلول با استفاده از اسپکتروفتومتر در طول موج ۵۳۲ نانومتر قرائت شد. جذب بقیه رنگیزه‌های غیراختصاصی در ۶۰۰ نانومتر تعیین و از مقدار حاصل کسر گردید. از رابطه زیر برای محاسبه میزان مالون دی آلدهید استفاده شد.

$$\text{MDA}(\text{umol g}^{-1} \text{ FW}) = \frac{(A_{532} - A_{600}) \times W}{155} \times 1000$$

A_{532} = جذب خوانده شده با اسپکترو فتومتر در طول موج ۵۳۲ نانومتر.

A_{600} = جذب خوانده شده با اسپکترو فتومتر در طول موج ۶۰۰ نانومتر.

W = وزن نمونه برگی مورد استفاده (برای نمونه‌های ما برابر ۰/۲۵ است).

۳-۸- اندازه گیری دمای کانوپی، برگ و میوه

دمای کانوپی، برگ و میوه با کمک دماسنج مادون قرمز تعیین گردید که بیانگر دمای سطح تاج درخت،

برگ و میوه است (یو و همکاران، ۲۰۱۱).

¹ TCA

² TBA

۳-۹- اندازه‌گیری میزان نشت یونی^۳ (EL)، شاخص پایداری غشا^۴ (MSI)، درصد خسارت به غشای سلولی^۵ (I%) و پایداری غشا سلولی^۶ (CMS):

برای اندازه‌گیری میزان کمی این شاخص‌ها از روش سایرام (۱۹۹۴) استفاده شد. بر اساس این روش ۰/۱ گرم برگ را داخل ۱۰ میلی لیتر آب دو بار تقطیر شده قرار گرفت. بعد از آن نمونه را به مدت ۳۰ دقیقه داخل حمام آب ۴۰ درجه سانتی گراد قرار دادیم و میزان هدایت الکتریکی (EC) آن را با کمک دستگاه EC متر قرائت شد (C1) سپس نمونه را به مدت ۱۵ دقیقه داخل حمام بن ماری با دمای ۱۰۰ درجه قرار دادیم و برای بار دوم هدایت الکتریکی آن را قرائت شد (C2) و بر اساس روابط زیر شاخص‌های مورد نظر محاسبه شد.

$$MSI = \left(1 - \frac{C1}{C2}\right) \times 100$$

$$I\% = 1 - \left(\frac{T-D}{T-C}\right) \times 100$$

$$EL = \frac{C1}{C2}$$

$$CMS = \left(\frac{1 - \frac{t1}{t2}}{1 - \frac{c1}{c2}}\right) \times 100$$

در رابطه بالا I% حروف C, D و T به ترتیب میزان نشت یونی (EL) در شرایط کنترل، تنش و کل (C + D) را نشان می‌دهند. در رابطه CMS حروف c و t به ترتیب نشان دهنده میزان هدایت الکتریکی در شرایط کنترل و تنش می‌باشند.

۳-۱۰- تجزیه آماری داده‌ها

در این پژوهش تجزیه آماری داده‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS-22 و مقایسه میانگین داده‌ها با روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵ درصد انجام شد. نمودارها با استفاده از Excel ترسیم شدند.

-
- 1-Electrolyte Leakage (EL)
 - 2-Membrane Stability Index (MSI)
 - 3-Injury Index (I %)
 - 4- Cellular Membrane Stability (CMS)

۳-۱۱- مطالعات خسارت‌های احتمالی گوگرد معدن زرکوه از طریق پرسشنامه

در این تحقیق با بازدید از باغات خسارت دیده و تکمیل پرسشنامه از کشاورزان، میزان و علت‌های ایجاد خسارت‌های احتمالی گوگردپاشی معدن زرکوه در باغات پسته مورد بررسی قرار گرفت. در این راستا، باغات مورد مطالعه از شهرستان‌های انار، نوق و رفسنجان انتخاب شدند. شاخص‌های مورد ارزیابی در این مطالعه میدانی شامل نام منطقه، نام رقم، نام پایه، سن درخت، دمای هوای منطقه در تاریخ گوگردپاشی معدن زرکوه، میانگین تعداد خوشه‌های از بین رفته در هر شاخه/درخت، زمان و نحوه اعمال گوگردپاشی معدن زرکوه و وضعیت مدیریت باغ از جنبه‌های تغذیه، آبیاری و آفات و بیماری‌ها بودند.

فصل چهارم: نتایج

در این آزمایش تاثیر تیمارهای مختلف گوگردپاشی معدن زرکوه بر روی شاخص‌های کمی و کیفی خسارت در اندام‌های برگ و میوه درختان، شاخص‌های اکوفیزیولوژیکی و بیوشیمیایی در سه رقم تجاری اوحدی، احمدآقایی و اکبری با تجزیه‌های آماری بررسی شد که نتایج تجزیه آماری بشرح زیر می‌باشد.

۴-۱- نتایج حاصل از اندازه‌گیری شاخص‌های کمی و کیفی خسارت

در این پروژه تاثیر تیمارهای مختلف محلول‌پاشی تیمارهای مختلف بر علائم خسارت و شدت خسارت بررسی شد که نتایج آن به شرح ذیل می‌باشد.

۴-۱-۱- ارزیابی علائم خسارت در تیمارهای اعمال شده

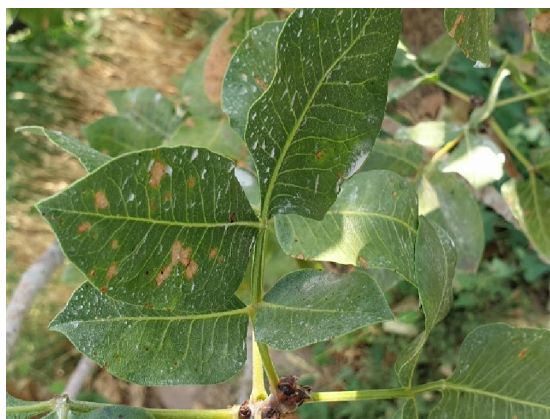
نتایج ارزیابی علائم خسارت در تیمارهای اعمال شده نشان داد علائم خسارت مشاهده شده در باغ شامل

خسارت سوختگی میوه، ایجاد لکه‌های قهوه‌ای، خروج شیره از میوه و افزایش نکروزه شدن برگ بود. ارزیابی

عارضه‌های خسارت مربوط به میوه، برگ و جوانه در شکل ۴-۱، ۴-۲ و ۴-۳ آورده شده است.



شکل ۴-۱- ارزیابی میوه بعد از اعمال تیمارها (لکه‌های سوختگی و خروج شیره از محل سوختگی)



شکل ۴-۲- ارزیابی برگ بعد از اعمال تیمارها



شکل ۴-۳- ارزیابی جوانه بعد از اعمال تیمارها

۴-۱-۲- ارزیابی شدت خسارت میوه در ارقام و تیمارهای اعمال شده

جدول تجزیه واریانس اثرات تیمارهای مختلف رقم و تیمارهای اعمال شده و اثرات متقابل آنها در جدول ۴-۱ نشان داده شده است. نتایج حاصل از تجزیه واریانس ارزیابی شدت خسارت جوانه، برگ و میوه در سه رقم تجاری (اکبری، احمدآقایی و اوحدی) نشان داد که در ارتباط با سوختگی میوه بین ارقام مورد بررسی اختلاف معنی داری بود اما در تعداد برگ آسیب دیده در تیمارهای اعمالش شده اختلاف معنی دار مشاهده نگردید. نتایج ارزیابی جوانه بعد از اعمال تیمارهای نشان داد که روی جوانه خسارت زان نبود.

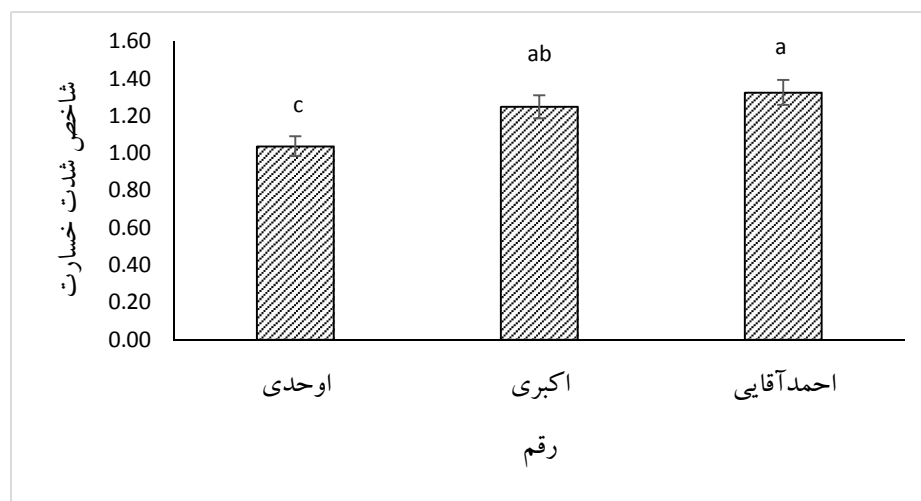
جدول ۴-۱- تجزیه واریانس صفات حاصل از اندازه گیری شاخص های خسارت تحت تاثیر تیمارهای اعمال شده

میانگین مربعات		
منابع تغییرات	درجه آزادی	شاخص شدت تنش
بلوک	۵	۰/۰۰۹ ^{ns}
رقم	۲	۲/۲۴۵ ^{**}
تیمار	۵	۰/۵۱۶ ^{**}
رقم* تیمار	۱۰	۰/۴۰۹ ^{**}
خطای آزمایشی	۹۰	۰/۰۴۹
% CV	-	۱۷/۷۱

^{ns} تغییرات معنی دار نیست، * معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد و ** معنی دار در سطح احتمال ۱ درصد

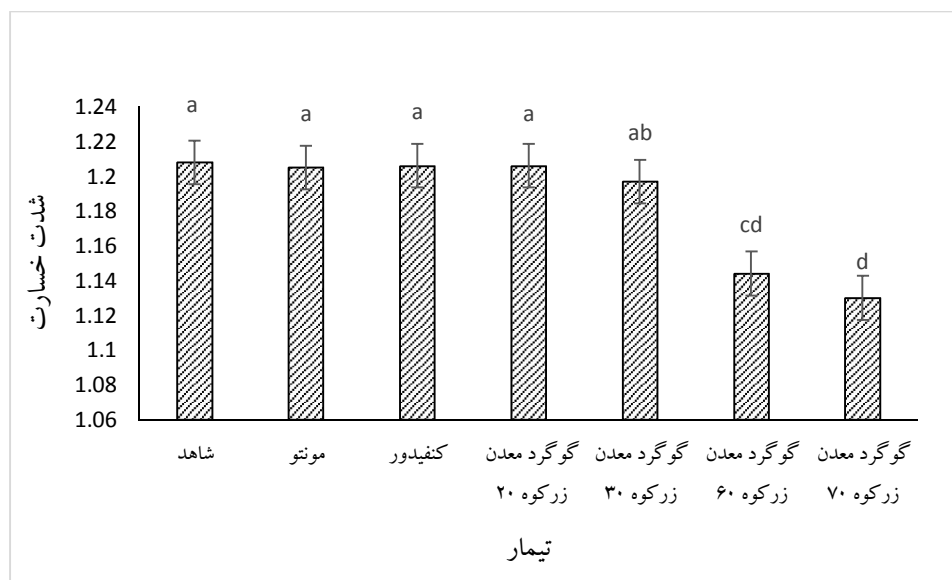
برای ارزیابی کمی و کیفی خسارت محصول در زمان برداشت، نمونه‌ها در ۴ گروه جداگانه شماره‌گذاری شدند (میوه‌های بدون علایم (شماره ۱)، خروج شیره (شماره ۲)، خسارت لکه قهوه‌ای بین ۲۵ تا ۵۰ درصد (شماره ۳) و خسارت سوختگی با بیش از ۵۰ درصد (شماره ۴)).

نتایج مقایسه میانگین ارزیابی شدت خسارت میوه در ارقام مختلف در نمودار ۴-۱ نشان داده شده است. نتایج نشان داد که رقم اوحدی کمترین خسارت میوه در مقایسه با ارقام اکبری و احمدآقایی داشت و شدت آن از ۱/۰۳۶ تا ۱/۳۲۵ متغیر بود (نمودار ۴-۱). بر اساس فرمول، محدوده شدت خسارت از ۱ تا ۴ می‌باشد. مقادیر نزدیک به ۴ نشان‌دهنده شدت خسارت بالا و مقادیر نزدیک به ۱ شدت خسارت کمتر را نشان می‌دهند. نتایج مقایسه میانگین ارزیابی شدت خسارت میوه در تیمارهای مختلف در نمودار ۴-۲ نشان داده شده است. بر اساس نتایج، درصد خسارت میوه در همه تیمارهای آزمایشی تحت تاثیر قرار گرفت. تغییرات این شاخص از ۱/۰۹۶ تا ۱/۲۰۸ متغیر بود که کمترین میزان آن در تیمار گوگرد معدن زرکوه ۶۰ و ۷۰ کیلوگرم در هزار لیتر آب بود.



نمودار ۴-۱- ارزیابی شدت خسارت میوه در ارقام مورد مطالعه

میانگین‌های مشترک در یک حرف، در سطح احتمال ۵٪ آزمون دانکن دارای اختلاف معنی‌دار نمی‌باشند.



نمودار ۴-۲- ارزیابی شدت خسارت میوه تحت تاثیر تیمارهای اعمال شده

میانگین‌های مشترک در یک حرف، در سطح احتمال ۵٪ آزمون دانکن دارای اختلاف معنی‌دار نمی‌باشند.

نتایج تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌های حاصل از ارزیابی درصد انواع خسارت‌ها در ارقام تجاری

مورد بررسی در جدول ۴-۲ و ۴-۳ آورده شده است.

جدول ۴-۲- تجزیه واریانس صفات حاصل از اندازه‌گیری شاخص‌های درصد خسارت تحت تاثیر تیمارهای اعمال شده

میانگین مربعات					
منابع تغییرات	درجه آزادی	سوختگی (%)	خسارت لکه (%)	خروج شیره (%)	شدت خسارت
بلوک	۵	۰/۶۲۷ ^{ns}	۳/۳۱۱ ^{ns}	۰/۰۵۲ ^{ns}	۰/۰۰۱ ^{ns}
رقم اوحدی	۶	۱/۸۰۰*	۹/۸۳۸*	۰/۰۸۵ ^{ns}	۰/۰۶۱*
خطای آزمایشی	۳۵	۰/۴۲۶	۴/۰۲۱	۰/۰۳۷	۰/۰۰۸
%CV	-	۸/۰۲۱	۸/۰۵۳	۵/۳۸۲	۸/۰۲۱
بلوک	۵	۳۲/۰۳ ^{ns}	۱۲/۵۹ ^{ns}	۰/۰۴۲ ^{ns}	۰/۲۰۱ ^{ns}
رقم احمدآقایی	۶	۳۹/۸۲*	۴۲/۵۶*	۰/۰۴۲ ^{ns}	۰/۶۱۲**
خطای آزمایشی	۳۵	۱۹/۶۲	۲۳/۳۹	۰/۰۴۲	۰/۰۴۸
%CV	-	۸/۷۴۵	۹/۲۵۳	۴/۰۲۱	۸/۵۳۱
بلوک	۵	۱/۳۶ ^{ns}	۱۵/۱۹ ^{ns}	۰ ^{ns}	۰/۰۰۵ ^{ns}
رقم اکبری	۵	۶/۱۴۱*	۱۰۷/۴۰۸**	۰	۰/۱۱۴**
خطای آزمایشی	۳۰	۱/۷۰۴	۱۹/۲۴۶	۰	۰/۰۲۱
%CV	-	۸/۳۶۹	۹/۵۱۲	۷/۰۱۱	۸/۹۵۲

^{ns} تغییرات معنی‌دار نیست، * معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و ** معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد

جدول ۳-۴- نتایج مقایسه میانگین صفات حاصل از اندازه گیری شاخص های درصد خسارت تحت تاثیر تیمارهای اعمال شده

میانگین مربعات					
ارقام	تیمارها	سوختگی (%)	خسارت لکه (%)	خروج شیره (%)	شاخص شدت خسارت
رقم اوحدی	C	۰/۱۵۴ b	۳/۴۹ a	۰ b	۱/۰۷ a
	Conf	۰/۱۷۵ b	۰/۵۴۰ b	۰ b	۱/۰۱۳ ab
	Mov	۰/۸۱۹ ab	۰/۶۸۳ b	۰ b	۱/۰۳۸ ab
	Z 20	۰/۶۷۴ b	۰/۱۸ b	۰/۲۹۲ ab	۱/۰۲۶۹ ab
	Z 30	۰/۲۹۰ b	۰/۹۶ b	۰ b	۱/۰۲۸ ab
	Z 60	۱/۴۸ a	۰ b	۰ b	۱/۰۴۵ ab
	Z 70	۰/۲۱۳ b	۰/۱۴۸ b	۰/۱۵۲ ab	۱/۰۰۹ b
رقم احمد آقایی	C	۵/۰۴ b	۷/۳۳ ab	۰ a	۱/۳۹ ab
	Conf	۵/۰۸ b	۶/۸۶ ab	۰ a	۱/۳۶ ab
	Mov	۲/۶۷ c	۷/۱۴۷ ab	۰ a	۱/۱۴۲ bc
	Z 25	۵/۳۴ a	۷/۷۳ a	۰ a	۱/۵۰۵ a
	Z 35	۶/۱۶ b	۴/۴۷۶ ab	۰ a	۱/۳۳۵ ab
	Z 45	۴/۷۶ b	۳/۳۱ b	۰ a	۱/۲۱۳ b
	Z 60	۳/۳۳۵ c	۱/۸۵ c	۰/۲۲ a	۱/۲۰۸ b
Z 70	۳/۳۳۳ c	۱/۷۳۲ c	۰ a	۱/۲۰۷ b	
رقم اکبری	C	۱/۱۲۸ b	۶/۲۸۷ a	۰ a	۱/۱۵۹ b
	Conf	۰/۴۰۴ b	۶/۷۶۷ a	۰ a	۱/۱۴۱ b
	Mov	۰/۴۲۲ b	۴/۸۲۲ b	۰ a	۱/۱۰۹ b
	Z 20	۱/۱۷۹ b	۲/۴۰۰ c	۰ a	۱/۰۶۱ b
	Z 30	۱/۴۲۴ ab	۱/۲۵۹ d	۰ a	۱/۰۶۸ b
	Z 60	۲/۹۰۲ a	۱/۴۴ d	۰ a	۱/۱۱ b

در هر ستون مربوط به هر یک از عاملها، میانگین هایی که در یک حرف مشترک هستند، در سطح احتمال ۵٪ آزمون دانکن دارای اختلاف معنی دار نیستند.

نتایج مقایسه میانگین ها در رقم اوحدی نشان داد که درصد و شدت خسارت نسبت به سایر ارقام مورد

بررسی کمترین بود. نتایج نشان داد که شدت خسارت در همه تیمارهای آزمایشی مشاهده شد. در این رقم درصد

خسارت در تیمارهای گوگرد معدن زرکوه ۶۰ و ۷۰ کیلو گرم در هزار لیتر آب حداقل بود (جدول ۳-۴).

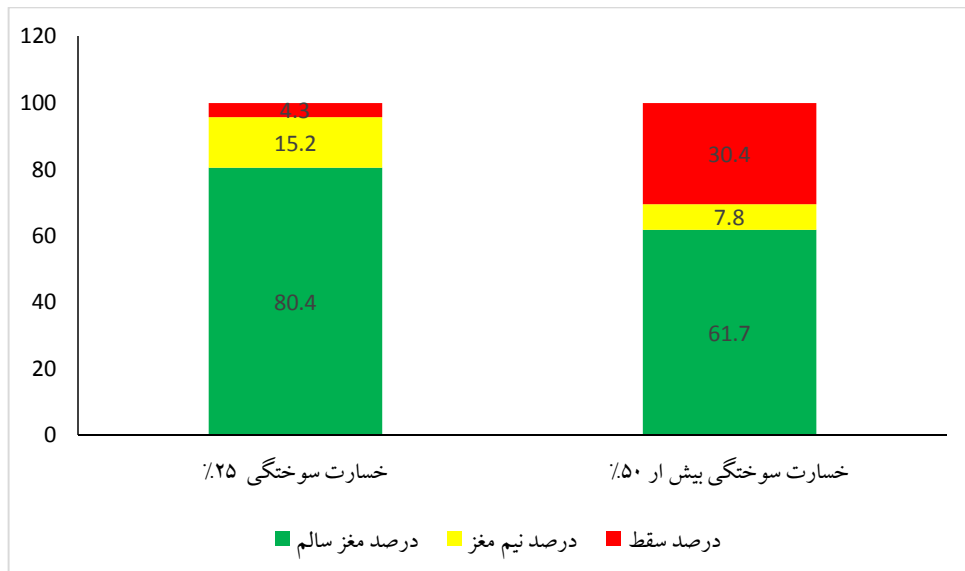
نتایج مقایسه میانگین‌ها در رقم احمدآقایی نشان داد که شاخص شدت خسارت نسبت به سایر ارقام بیشترین بود و در تیمارهای کاربرد گوگرد معدن زرکوه خسارت سوختگی و لکه در تیمار شاهد، سموم و غلظت‌های پایین گوگرد معدن زرکوه تحت تاثیر گرمادگی بود، اما در غلظت‌های بالای گوگرد معدن زرکوه کاهش یافت (جدول ۴-۳).

نتایج مقایسه میانگین‌ها در رقم اکبری نشان داد که شاخص شدت خسارت متوسط سایر ارقام بود و در تیمارهای کاربرد گوگرد معدن زرکوه در محدوده ۱/۱۵-۱/۰۶ است. در این رقم، خسارت عمدتاً لکه‌ای بود اما تحت تاثیر تیمارهای گوگرد معدن زرکوه، درصد خسارت لکه‌ای کاهش یافت (جدول ۴-۳).

مشاهدات باغی نشان داد که بیشترین خسارت سوختگی میوه در رقم‌هایی که میوه در قسمت خارجی درخت قرار داشت، شدیدتر بود و متاثر از شدت آفتاب بودند. به طوری که درصد خسارت میوه در همه تیمارهای آزمایشی تحت تاثیر قرار گرفت.

۴-۱-۳- ارزیابی خسارت‌های احتمالی به میوه به لحاظ سوختگی و پوکی تحت تاثیر تیمارهای اعمال شده

در این پژوهش، وضعیت رشد مغز میوه در خسارت‌های مورد بررسی ارزیابی شد. نتایج حاصل از ارزیابی در نمودار ۴-۳ نشان داده شده است. نتایج نشان داد که سوختگی سطح میوه تاثیر معنی‌دار بر وضعیت رشد مغز میوه را داشت. در خسارت سوختگی بیش از ۵۰ درصد بیشترین سقط جنین مشاهده گردید و سوختگی لکه‌ای ۲۵ درصد، میزان رشد مغز را محدود کرده بود. اثرات سوختگی سطح میوه در تغییرات رشد مغز در شکل ۴-۴ نیز نشان داده شده است. همان‌طور که نشان داده شده است درصد خسارت میوه در همه تیمارهای آزمایشی تحت تاثیر قرار گرفت.



نمودار ۳-۴- ارزیابی وضعیت مغز میوه در خسارت‌های مورد بررسی



شکل ۴-۴- ارزیابی وضعیت مغز میوه در خسارت‌های مورد بررسی

۴-۱-۴- ارزیابی تاثیرات گوگرد بر دمای سطح برگ و ارتباط آن با خسارت گرمادگی تحت تاثیر تیمارهای اعمال شده

جهت ارزیابی تاثیرات گوگرد معدن زرکوه بر دمای سطح برگ (درجه سانتی‌گراد) و ارتباط آن با خسارت گرمادگی از دستگاه ترمومتر (دماسنج مادون قرمز) استفاده شد. در این پژوهش، تغییرات دما در برگ، میوه سالم، کانوپی درخت و خاک در دو موقعیت درختان در سایه و آفتاب مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که در شرایطی که دمای خاک ۴۲ درجه سانتی‌گراد بود دمای برگ، میوه و کانوپی در موقعیت سایه تقریباً مشابه بود اما در موقعیت آفتاب دمای میوه بیشتر از دمای برگ بود (نمودار ۴-۴). نتایج تغییرات دما در برگ،



شکل ۴-۵- ارزیابی خسارت‌های سوختگی در موقعیت‌های شمالی (سایه) و جنوبی (آفتاب)

نتایج این پژوهش نشان داد که خسارت سوختگی تحت تاثیر موقعیت میوه و تاثیرات شدت تابش آفتاب بود. به طوری که میوه‌های قسمت شمالی در مقایسه با ناحیه جنوبی درخت شدت خسارت و تعداد میوه خسارت دیده کمتری داشتند. تاثیرات گرمای حاصل از شدت نور مستقیم خورشید می‌تواند باعث ایجاد بافت نکروزه روی برگ و همچنین ایجاد لکه روی میوه شود که در نهایت با کاهش سطح تعرق و افزایش دما در سطحی از میوه که در برابر نور مستقیم خورشید قرار دارد قسمت‌های سوختگی گسترش می‌یابد (شکل ۴-۵). بنابراین موقعیت میوه و یا تغییر موقعیت آن در نتیجه افزایش وزن، هرس تابستانه و ریزش برگ می‌تواند میوه را در برابر سطح بالایی از شدت تابش آفتاب قرار دهد و خسارت را تشدید نماید (پیزکولزی و همکاران، ۲۰۰۴).



شکل ۴-۶- ارزیابی تغییرات دما در برگ، میوه سالم و میوه خسارت زده و مقایسه با دمای کانوپی و خاک

در این پژوهش، تغییرات دما در برگ، میوه سالم و میوه خسارت زده و مقایسه آن با دمای کانوپی و خاک نیز مورد بررسی قرار گرفت (شکل ۴-۶). نتایج آن در نمودار ۴-۶ نشان داده شده است. نتایج نشان داد که خسارت سوختگی سطح میوه تاثیر معنی دار بر افزایش دمای میوه داشت. بر این اساس در خسارت سوختگی بیش از ۵۰ درصد، بیشترین سقط جنین مشاهده گردید که با نتایج بدست آمده در نمودار ۴-۳ مطابقت دارد.



نمودار ۴-۶- ارزیابی تغییرات دما در برگ، میوه سالم و میوه خسارت زده و مقایسه آن با دمای کانوپی و خاک

۴-۱-۵- ارزیابی شاخص‌های رنگ برگ و پوست میوه تحت تاثیر تیمارهای اعمال شده

پرکاربردترین مدل رنگی، مدل RGB است که در آن هر سنسور به ترتیب شدت نور را در طیف قرمز، سبز و آبی اندازه‌گیری می‌نماید. تغییر در پارامترها و شاخص‌های رنگ ارتباط نزدیکی با میزان رنگیزه‌ها دارد. پارامترهای رنگ شامل (L^*) که بین سیاه (۰) تا سفید (۱۰۰)، میزان (a^*) از سبز تا قرمز و میزان (b^*) از آبی تا زرد متغیر می‌باشد. برای افزایش دقت، شاخص‌های هیو^۷ و کروما^۸ با استفاده از پارامترهای L^* ، a^* ، b^* نیز محاسبه شدند (فالاد و همکاران، ۲۰۰۷؛ استارک و همکاران، ۲۰۱۱). شاخص هیو و کروما شاخص رسیدگی میوه را نشان می‌دهند که با تغییر میزان رنگیزه‌ها، این شاخص تغییر می‌یابد. رنگ میوه‌ها تحت تاثیر محیط، نوع و رقم میوه می‌باشد. در پسته، بسته به نوع رقم، تغییرات رنگ پوست نرم روی میوه در زمان رسیدن از سبز به سفید عاجی یا گلی تا قرمز و ارغوانی یا کرم رنگ و یا متمایل به قهوه‌ای می‌شود. بنابراین عواملی که بر مقدار رنگ برگ و پوست میوه تأثیرگذار باشند سبب تغییر شاخص‌های رنگ می‌شوند (میردهقان و همکاران، ۲۰۱۲). نتایج تغییرات رنگ برگ و میوه طی دو دوره متوالی بعد از اعمال تیمارها در ارقام مورد مطالعه بررسی شد. از آنجا که تفاوت میانگین‌ها از لحاظ آماری، قادر به توجیه تفاوت‌های تک تک اعداد نمی‌باشد، بر اساس شاخص‌های مورد ارزیابی، مقایسه تیمارهای آزمایشی از روش آماری چند متغیره خوشه‌بندی (کلاسترینگ) بر مبنای مربعات فواصل اقلیدسی با روش Ward استفاده شد و برای تفسیر از روش همبستگی ساده بین شاخص‌های رنگ سنجی با روش پیرسون مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. نتایج ارزیابی آنالیز رنگ در برگ و میوه ارقام مورد بررسی برای تک تک پارامترهای رنگ‌سنجی در جدول ۴-۷، ۴-۸ و ۴-۹ نشان داده شده است، نتایج آماری همبستگی پیرسون در جدول ۴-۱۰، ۴-۱۱ و ۴-۱۲ و تحلیل داده‌ها به روش چند متغیره خوشه‌بندی در شکل ۴-۷، ۴-۸ و ۴-۹ آورده شده است

⁷ Hue

⁸Croma

جدول ۴-۴- نتایج تجزیه واریانس شاخص‌های رنگ برگ و پوست نرم رویی میوه در رقم اوحدی تحت تاثیر تیمارهای اعمال شده

میانگین مربعات												درجه آزادی	منابع تغییرات
ΔE (میوه)	کروما (میوه)	هیو (میوه)	a (میوه)	b (میوه)	L (میوه)	ΔE (برگ)	کروما (برگ)	هیو (برگ)	a (برگ)	b (برگ)	L (برگ)		
۲۶/۱۹۷ ^{ns}	۴/۴۳ ^{ns}	۰/۷۲۹ ^{ns}	۲۵/۳۳ ^{ns}	۹/۲۶۲ ^{ns}	۸/۳۹۹ ^{ns}	۴/۱۰۹ ^{ns}	۲/۱۶۲*	۰/۰۰۱۴ ^{ns}	۰/۳۹۰ ^{ns}	۲/۷۲۹ ^{ns}	۱۶/۵۹۹ ^{ns}	۴	بلوک
۴۸۱/۰۹**	۸۲/۹۲**	۰/۷۷۴*	۹۵/۹۸**	۸۵/۷۲**	۳۶۰/۷۷**	۲۷/۷۴**	۲۱/۴۵*	۰/۰۰۴ ^{ns}	۳/۴۶۷**	۱۶/۸۸۹**	۴۵/۴**	۶	تیمار (T)
۰/۰۱۷ ^{ns}	۲۴۶/۷۸**	۷۱/۲۵**	۲۷۸۲/۵۸**	۳۹۷/۸۴**	۱۶۶/۱۳*	۲/۴۱ ^{ns}	۱۲۶/۶۶ ^{ns}	۰/۰۰۱ ^{ns}	۳۰/۹۴**	۷۵/۴۲**	۳۰/۵۸ ^{ns}	۱	زمان (Time)
۶/۳۴ ^{ns}	۴۷/۹۵**	۰/۳۳۵ ^{ns}	۱۲۷/۱۲۷ ^{ns}	۹۷/۲۲ ^{ns}	۴۱۴/۲۲ ^{ns}	۰/۹۲۱ ^{ns}	۵/۱۴۹**	۰/۰۰۲ ^{ns}	۰/۵۶۶ ^{ns}	۳/۴۸*	۱۳/۵۲*	۶	T *Time
۱۶/۸۶	۳/۷۵۳	۰/۳۳۶	۱۸/۸۵	۵/۰۱	۱۸/۳۲	۲/۸۴	۱/۳۳۳	۰/۰۰۱	۰/۳۴۵	۱/۲۳۴	۵/۹۶	۵۶	خطای آزمایشی
۸/۳۲۴	۲/۰۰۲	۱/۳۴۵	۷/۲۵۴	۶/۱۱۲	۰/۷۳۲	۲/۳۷۳۱	۵/۱۵۳	۶/۰۱۱۲	۷/۶۳۹	۵/۲۵۲	۱/۳۲۷	-	%CV

^{ns} تغییرات معنی دار نیست، * معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد و ** معنی دار در سطح احتمال ۱ درصد

جدول ۴-۵- نتایج تجزیه واریانس شاخص‌های رنگ برگ و پوست نرم رویی میوه در رقم احمدآقایی تحت تاثیر تیمارهای اعمال شده

میانگین مربعات												درجه آزادی	منابع تغییرات
ΔE (میوه)	کروما (میوه)	هیو (میوه)	a (میوه)	b (میوه)	L (میوه)	ΔE (برگ)	کروما (برگ)	هیو (برگ)	a (برگ)	b (برگ)	L (برگ)		
۱۲/۷۴ ^{ns}	۶/۴۲۱ ^{ns}	۰/۵۳۴ ^{ns}	۵/۳۳ ^{ns}	۶/۱۶۳ ^{ns}	۱۶/۵۵ ^{ns}	۴/۱۴۵ ^{ns}	۲/۳۸۱ ^{ns}	۰/۰۰۱ ^{ns}	۱/۳۰۶ ^{ns}	۱/۵۸ ^{ns}	۳/۳۰۷ ^{ns}	۴	بلوک
۵۳۴/۱۲**	۵۴/۲۲**	۱/۰۱۸*	۵۷/۸۹**	۶۸/۲۶**	۴۳۹/۱**	۲۳/۴۲*	۲۰/۰۷**	۰/۰۰۸ ^{ns}	۴/۴۴۳**	۱۶/۴۸**	۳۹/۹۲**	۷	تیمار (T)
۰/۱۶۳ ^{ns}	۱۲۵۱/۳۴**	۶۳/۱۳**	۲۸۳۲/۷۹**	۵۶۲/۴۸**	۳۸۹۱/۶۳ ^{ns}	۰/۳۴۸ ^{ns}	۰/۰۵۵ ^{ns}	۰/۰۰۱ ^{ns}	۰/۳۶۴*	۰/۱۶۹ ^{ns}	۵۴/۱۷ ^{ns}	۱	زمان (Time)
۴/۰۲۵ ^{ns}	۸۰/۲۸**	۰/۵۰۳ ^{ns}	۴۱/۳۲**	۷۱/۳۵**	۴۵۶/۲۲**	۲/۲۵۱ ^{ns}	۷/۳۵۴**	۰/۰۰۸ ^{ns}	۱/۵۰۶ ^{ns}	۶/۴۸**	۲۲/۲۴ ^{ns}	۷	T *Time
۱۳/۴۰۹	۳/۲۷۹	۰/۶۸۱	۱۰/۷۹	۳/۹۴	۱۵/۲۶	۲/۸۳۶	۲/۰۲۴	۰/۰۰۵	۱/۳۳۷	۱/۶۹۸	۵/۷۶	۶۴	خطای آزمایشی
۵/۲۶۱	۴/۶۳۷	۵/۵۵۱	۹/۷۴۳	۷/۲۴۵	۲/۳۶۷	۸/۴۲	۶/۹۴۲	۴/۷۲۴۱	۵/۸۳۴	۶/۶۳۴	۳/۵۳۲	-	%CV

^{ns} تغییرات معنی دار نیست، * معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد و ** معنی دار در سطح احتمال ۱ درصد

جدول ۴-۶- نتایج تجزیه واریانس شاخص‌های رنگ برگ و پوست نرم روی میوه در رقم اکبری تحت تاثیر تیمارهای اعمال شده

میانگین مربعات												درجه آزادی	منابع تغییرات
ΔE (میوه)	کروما (میوه)	هیو (میوه)	a (میوه)	b (میوه)	L (میوه)	ΔE (برگ)	کروما (برگ)	هیو (برگ)	a (برگ)	b (برگ)	L (برگ)		
۱۲/۸۷ ^{ns}	۵/۳۳ ^{ns}	۲/۰۲۸ ^{ns}	۴۲/۵۶ ^{ns}	۱/۸۰۹ ^{ns}	۵/۳۷ ^{ns}	۳/۷۹۸ ^{ns}	۱۷/۰۹ ^{ns}	۰/۰۷۹ ^{ns}	۳/۹۴ ^{ns}	۰/۳۴۵ ^{ns}	۳۴/۲۳ ^{ns}	۴	بلوک
۶۳/۳*	۵۸۷/۸**	۰/۶۹۲*	۳۳/۳۷**	۲۰/۸۸**	۱۱۵/۶۱**	۸/۱۸۵*	۵۲۰/۵۳**	۰/۲۰۷*	۹/۷۶**	۶/۰۸*	۳۵/۱۶*	۵	تیمار (T)
۳/۷۸ ^{ns}	۶۶۸۹/۱۴**	۲۴/۲۰**	۳۷۷/۱۵ ^{ns}	۷۰۰/۰۷**	۲۸۸۸/۷**	۰/۱۰۷ ^{ns}	۱۹۳۸/۹۹**	۰/۱۲۵ ^{ns}	۱۳/۶۴*	۷/۵۵ ^{ns}	۱۳۳/۹۲ ^{ns}	۱	زمان (Time)
۱۲/۱۰ ^{ns}	۸۴۲/۹۵**	۲/۴۹ ^{ns}	۵۵/۴۲ ^{ns}	۳۶/۰۵**	۱۳/۷۳**	۱/۰۴۷ ^{ns}	۴۳۹/۳۹**	۰/۱۸۱ ^{ns}	۲/۵۲ ^{ns}	۳/۴۴ ^{ns}	۲۸/۳۷ ^{ns}	۵	T *Time
۱۹/۰۶	۸/۷	۱/۲۳۹	۲۱/۰۹	۴/۳۶	۱۷/۸۲	۳/۱۷۲	۱۸/۵۹	۰/۰۸۴	۳/۷۸۸	۱/۳۹	۲۵/۱۴	۴۸	خطای آزمایشی
۸/۴۶۲	۷/۶۵۱۱	۹/۵۷۲	۱۰/۵۴۳	۹/۷۳۴	۷/۹۳۷	۸/۴۲	۵/۹۳۱	۸/۶۴۸	۷/۸۳۴	۵/۸۴۵	۳/۷۴۵	-	%CV

^{ns} تغییرات معنی دار نیست، * معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد و ** معنی دار در سطح احتمال ۱ درصد

جدول ۴-۷- نتایج مقایسه میانگین شاخص‌های رنگ برگ و پوست نرم روی میوه در رقم اوحدی تحت تاثیر تیمارهای اعمال شده

صفات												
ΔE (میوه)	کروما (میوه)	هیو (میوه)	a (میوه)	b (میوه)	L (میوه)	ΔE (برگ)	کروما (برگ)	هیو (برگ)	a (برگ)	b (برگ)	L (برگ)	منابع تغییرات
۲۰/۱۸ ab	۱۴/۳۴۷ b	-۱/۰۱۵ b	-۲/۴۷۷ b	۱۴/۶۷ a	۴۸/۱۱ a	۳/۰۴۳ b	۱۵/۳۹ a	-۱/۰۲۳ ab	-۷/۸۳۰ a	۱۲/۹۸ a	۴۳/۲۶ a	زمان ۱ (Time)
۲۱/۹۱ a	۳۵/۴۰۷ a	۱/۰۰۳ a	۸/۴۲۴ a	۱۹/۹۱ b	۴۵/۰۳ b	۴/۶۷ ab	۱۲/۷۰ b	-۱/۰۳۰ ab	-۶/۵۰۱ b	۱۰/۹۱ b	۴۱/۹۴ ab	زمان ۲ (Time)
۱۵/۹۴۹ d	۱۵/۳۱۹ b	-۰/۱۸۹ c	۰/۹۹۶ de	۲۱/۷۴۴ a	۳۸/۰۹۲ e	۳/۳۸۶ c	۱۳/۱۳ c	-۱/۰۰۸ ab	-۶/۴۵۵ c	۱۳/۲۵ a	۴۰/۷۵۷ c	C
۱۳/۰۵۲ de	۱۶/۸۳۲ b	-۰/۰۶۸ ab	۲/۸۹۹ d	۱۸/۶۸۱ b	۴۰/۱۱۸ de	۲/۸۸۸ d	۱۳/۲۳۴ c	-۱/۰۴۶ ab	-۶/۶۱۵ c	۱۳/۴۸ a	۴۰/۰۳۲ c	Conf
۱۶/۰۱۳ d	۱۶/۳۹۴ b	-۰/۲۵۹ c	۱/۸۹۳ d	۱۷/۱۴۲ b	۴۱/۶۶۹ d	۳/۹۵ c	۱۲/۰۹۹ c	-۱/۰۳۳ ab	-۶/۷۲ c	۱۲/۹۶ ab	۴۰/۹۱ c	oMv
۱۹/۹۸ bc	۴۱/۲۳ a	-۰/۲۷۴ c	۳/۳۰۷ bc	۱۸/۰۵۴ b	۴۵/۷۶ c	۳/۵۶ c	۱۵/۶۷ a	-۱/۰۳۷ ab	-۶/۹۵ b	۱۲/۴۹ ab	۴۲/۸۴ b	Z 20
۲۰/۶۳ bc	۴۱/۱۹ a	۰/۲۲ ab	۴/۱۲۹ b	۱۸/۰۸۸ b	۵۱/۴۳ ab	۴/۳۵ b	۱۵/۳۶ a	-۱/۰ ab	-۷/۶۶ a	۱۲/۳۹ ab	۴۳/۴۱ b	Z 30
۲۰/۹۸ b	۴۵/۵۷ a	۰/۲۵۶ a	۸/۴۶۸ a	۱۴/۷۲ c	۵۲/۷۹ a	۶/۰۵ a	۱۴/۹۶ b	-۱/۰۱۵ ab	-۷/۳۳ a	۱۰/۰۳ c	۴۶/۹۲ a	Z 60
۲۵/۸۴ a	۴۴/۳۴۷ a	۰/۴۷۱ ab	۹/۸۶ a	۱۲/۶۱ d	۵۴/۱۴ a	۵/۵۱ ab	۱۵/۳۷ a	-۱/۰۴۹ ab	-۷/۰۹ a	۱۱/۰۳ c	۵۰/۳۳ a	Z 70

در هر ستون مربوط به هر یک از عامل‌ها، میانگین‌هایی که در یک حرف مشترک هستند، در سطح احتمال ۵٪ آزمون دانکن دارای اختلاف معنی‌دار نیستند.

جدول ۴-۸- نتایج مقایسه میانگین شاخص‌های رنگ برگ و پوست نرم روی میوه در رقم احمدآقایی تحت تاثیر تیمارهای اعمال شده

صفات												
ΔE (میوه)	کروما (میوه)	هیو (میوه)	a (میوه)	b (میوه)	L (میوه)	ΔE (برگ)	کروما (برگ)	هیو (برگ)	a (برگ)	b (برگ)	L (برگ)	منابع تغییرات
۲۱/۸۲ ab	۱۲/۷۹ b	-۰/۷۷۳ b	-۵/۰۷۲ b	۱۲/۲۹ b	۳۳/۲۶ ab	۴/۸۵ a	۱۴/۱۲ ab	-۱/۰۱۸ ab	-۷/۳۸۹ a	۱۱/۹۷ ab	۴۲/۷۱ a	زمان ۱ (Time)
۲۱/۷۳ a	۱۹/۵۵ a	۱/۰۰۴ a	۷/۵ a	۱۷/۵۹ a	۳۷/۲۱ a	۴/۷۱ a	۱۴/۰۷ ab	-۱/۰۲۵ ab	-۶/۲۵۴ b	۱۲/۰۷ ab	۴۱/۰۷ ab	زمان ۲ (Time)
۱۴/۰۳ d	۱۴/۲۷۷ c	-۰/۰۹۶ a	-۳/۶۶۸ d	۱۰/۹۵ e	۳۰/۲۲ cd	۳/۳۹۵ b	۱۳/۱۹۷ c	-۱/۰۲۳ ab	-۶/۳۹۸ c	۱۳/۸۲ a	۳۹/۷۲ cd	C
۱۵/۱۷ d	۱۴/۵۲۷ c	۰/۵۲۹ a	-۰/۶۰۱ cd	۱۳/۴۵ d	۳۳/۴۱ c	۴/۶۸۳ b	۱۳/۸۲۲ c	-۱/۰۰۹ ab	-۶/۴۵۹ c	۱۳/۸۸ a	۳۷/۲۰ d	Conf
۱۴/۰۱۱ d	۱۳/۴۰۶ c	۰/۲۵۰ a	-۱/۰۸۸ cd	۱۲/۷۸ de	۳۳/۹۷ c	۴/۰۲۳ b	۱۳/۳۰۹ c	-۱/۰۴۰ ab	-۶/۲۳۳ c	۱۴/۰۶ a	۴۰/۰۵ c	voM
۱۷/۳۵ c	۱۵/۷۰۷ c	-۰/۱۶۸ a	۳/۶۶۷ b	۱۳/۶۵ d	۳۶/۱۱ b	۴/۳۱۶ b	۱۴/۰۹۳ b	-۱/۰۸۰ ab	-۶/۹۸۳ c	۱۲/۲۵ b	۴۱/۹۳ b	Z 25
۱۷/۹۸ c	۱۶/۳۸ bc	۰/۴۳۷ a	۳/۰۸۸ b	۱۵/۷ c	۳۹/۳۷ b	۵/۳۸ b	۱۴/۰۷۱ b	-۱/۰۰۸ ab	-۷/۴۸۶ b	۱۱/۸۹ bc	۴۱/۵۴ b	Z 35
۲۵/۲۸ b	۱۷/۴۶ b	-۰/۱۰۱ a	۳/۷۵۴ b	۱۶/۳۰۸ b	۴۸/۲۵ a	۵/۹۳ b	۱۵/۸۶ a	-۱/۰۱۲ ab	-۷/۹۹۱ ab	۱۰/۹۱ c	۴۲/۹۶ a	Z 45
۲۶/۹۹ b	۲۰/۶۴ a	۰/۳۷۹ a	۵/۱۲۱ a	۱۷/۸۴ a	۴۸/۰۲ a	۷/۰۴۷ a	۱۶/۴۴ a	-۱/۰۱۸ ab	-۸/۰۶۳ a	۱۰/۸۷ c	۴۳/۳۲ a	Z 60
۲۸/۴۴ ab	۲۰/۷۰ a	-۰/۳۰۷ a	۵/۰۲ a	۱۷/۶۵ a	۴۸/۵۳ a	۷/۴۸ a	۱۶/۰۱۷ a	-۰/۹۸۰ ab	-۸/۱۵۱ a	۱۰/۹۵ c	۴۳/۸۷ a	Z 70

در هر ستون مربوط به هر یک از عامل‌ها، میانگین‌هایی که در یک حرف مشترک هستند، در سطح احتمال ۵٪ آزمون دانکن دارای اختلاف معنی دار نیستند.

جدول ۴-۹- نتایج مقایسه میانگین شاخص‌های رنگ برگ و پوست نرم روی میوه در رقم اکبری تحت تاثیر تیمارهای اعمال شده

صفات												
ΔE (میوه)	کروما (میوه)	هیو (میوه)	a (میوه)	b (میوه)	L (میوه)	ΔE (برگ)	کروما (برگ)	هیو (برگ)	a (برگ)	b (برگ)	L (برگ)	منابع تغییرات
۱۹/۲۵ ab	۱۷/۳۶ b	-۰/۲۸۱b	-۰/۷۱۰b	۱۳/۳۱ b	۳۶/۵۰ b	۳/۸۹۹ ab	۱۶/۰۴ b	-۱/۰۱۲ ab	-۸/۶۴ a	۱۳/۶۰ a	۴۳/۲۶ a	زمان ۱ (Time)
۱۹/۷۵ a	۲۱/۶۱ a	۰/۹۹ a	۴/۳۰۴ a	۲۰/۱۴ a	۵۰/۳۸ a	۳/۹۸۳ ab	۲۷/۴۰ a	-۱/۱۰۴ ab	-۷/۵۰۸ b	۱۲/۸۹ ab	۴۲/۲۷ ab	زمان ۲ (Time)
۱۵/۹۱۸ de	۱۵/۷۶۵ d	۰/۱۵۴ c	-۰/۴۸۸ b	۱۵/۱۷۷ c	۴۰/۴۵۶ b	۳/۸۱۲ bc	۱۴/۷۹۱ c	-۱/۱۸۹ b	-۵/۳۸۹ c	۱۴/۱۹۱ a	۳۸/۷۰۲ b	C
۱۷/۰۱۹ d	۱۶/۹۱۱ cd	۰/۱۸۱ c	۰/۴۵۳ b	۱۵/۴۳۲ c	۴۰/۴۹ b	۳/۸۳۶ c	۱۵/۱۲۴ c	-۱/۱۱۱ b	-۵/۵۷۸ c	۱۳/۸۹۳ a	۳۸/۲۲۷ b	Conf
۱۵/۸۶ de	۱۸/۸۷ c	۰/۳۸۶ ab	۰/۵۵۱ b	۱۶/۲۳۹ b	۴۲/۸۷۶ b	۴/۷۲۳ bc	۲۲/۶۵ b	-۱/۲۰۲ b	-۸/۲۴۲ a	۱۳/۴۵۴ a	۳۹/۱۲۷ b	voM
۱۹/۸۶ c	۲۰/۳۵۵ b	۰/۲۹۱ b	۳/۰۴ a	۱۷/۶۵ b	۴۶/۷۶ a	۴/۲۷۵ bc	۲۶/۳۹ b	-۱/۰۳۰ ab	-۸/۴۰۳ a	۱۳/۰۶ a	۴۳/۰۲۴ a	Z 20
۲۱/۸۹ a	۲۰/۲۷ b	۰/۴۸۱ a	۳/۶۸ a	۱۷/۱۴ b	۴۷/۵۹ a	۵/۰۴۳ ab	۲۸/۰۹ a	-۰/۹۱۶ ab	-۸/۹۸ a	۱۲/۹۱ b	۴۳/۵۲ a	Z 30
۲۲/۷۸ a	۲۱/۵۵ a	۰/۷۳۳ a	۳/۵۴ a	۱۸/۷۱ a	۴۸/۴۸ a	۷/۷۵۸ a	۲۹/۳۷ a	-۰/۸۹۸ a	-۸/۳۱۵ a	۱۱/۹۸ b	۴۳/۰۱۵ a	Z 60

در هر ستون مربوط به هر یک از عامل‌ها، میانگین‌هایی که در یک حرف مشترک هستند، در سطح احتمال ۵٪ آزمون دانکن دارای اختلاف معنی دار نیستند.

۴-۱-۵-۱- ارزیابی شاخص های رنگ سنجی در برگ و میوه رقم اوحدی

در میوه رقم اوحدی، نتایج تجزیه واریانس شاخص های رنگ سنجی نشان داد که بیشترین شاخص a^* و کروما در بین ارقام مورد بررسی مربوط به رقم اوحدی بود که در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار بود (جدول ۴-۴). شاخص a^* در زمان های مختلف در محدوده ۲/۴۷۷- تا ۸/۴۲۴ بود و تحت تاثیر تیمارهای گوگرد معدن زرکوه افزایش داشت. بیشترین میزان این شاخص مربوط به تیمار گوگرد معدن زرکوه در غلظت های ۶۰ و ۷۰ کیلوگرم در هزار لیتر آب بود (جدول ۴-۷). شاخص کروما در دو دوره متوالی یک ماهه از ۱۴/۳۴۷ به ۳۵/۴۰۷ افزایش یافت و تحت تاثیر تیمارهای گوگرد معدن زرکوه به ۴۵/۵۷ افزایش داشت (جدول ۴-۷). بالا بودن ویژگی رنگی a (میزان قرمزی) و C (شدت رنگ)، نشان دهنده شدت رنگ قرمز است (آپارا و همکاران، ۲۰۰۹) که با نتایج پژوهش در مقایسه ارقام همخوانی دارد. نتایج همبستگی پیرسون در میوه رقم اوحدی نشان داد که شاخص a^* (میزان قرمزی) با شاخص b^* (زردی) همبستگی منفی ($r = -0.96^{**}$) است و با شاخص L^* (درخشندگی) همبستگی منفی ($r = -0.92^{**}$) داشت. بر اساس نتایج بین شاخص b^* و L^* (درخشندگی) همبستگی مثبت ($r = 0.86^{**}$) بود. بنابراین شاخص درخشندگی در دو دوره متوالی، با افزایش رنگ قرمز در پوست نرم رویی کاهش یافت (جدول ۴-۱۰). بر اساس نتایج شاخص درخشندگی تحت تاثیر تیمارهای گوگرد معدن زرکوه در مقایسه با تیمارهای شاهد، سموم مونتو و کنفیدور افزایش داشت (جدول ۴-۷).

در برگ رقم اوحدی، نتایج تجزیه واریانس شاخص a^* در زمان های مختلف و تیمارهای مختلف معنی دار بود (جدول ۴-۴). تغییرات این شاخص در دو دوره متوالی یک ماهه از ۷/۸۳- به ۶/۵۰- کاهش یافت. این شاخص در تیمارهای گوگرد معدن زرکوه در مقایسه با تیمارهای شاهد، سموم مونتو و کنفیدور منفی و رو به افزایش بود (جدول ۴-۸). تایید همبستگی پیرسون نشان داد که شاخص کروما با شاخص a^* (میزان قرمزی) همبستگی منفی ($r = -0.94^{**}$) است و با شاخص b^* (زردی) همبستگی مثبت ($r = 0.99^{**}$) داشت (جدول ۴-۱۰).

بر اساس نتایج مقایسه میانگین شاخص کروما تحت تاثیر تیمارهای گوگرد معدن زرکوه مقایسه با تیمارهای شاهد، سموم مونتو و کنفیدور افزایش داشت که شاخص a^* منفی رو به افزایش و شاخص b^* (زردی) کاهش یافت.

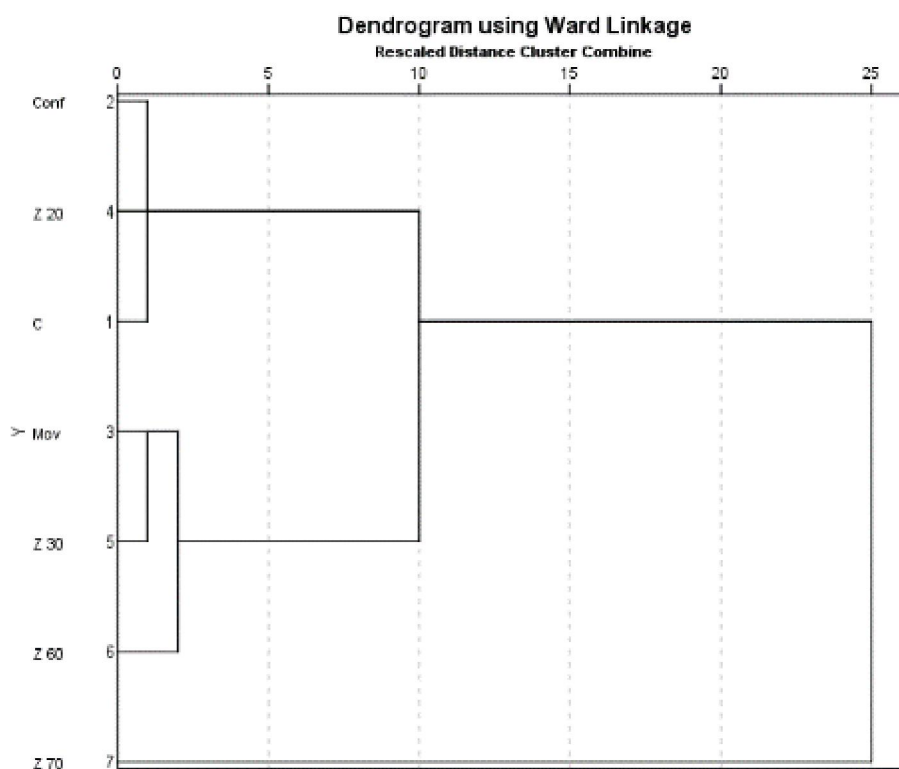
جدول ۴-۱۰- همبستگی ساده بین شاخص‌های رنگ سنجی مورد بررسی در رقم اوحدی

شاخص میوه	b	a	L	Hue	Croma	ΔE	b	a	L	Hue	Croma	ΔE
Fruit index	leaf	leaf	leaf	leaf	leaf	leaf	fruit	fruit	fruit	fruit	fruit	fruit
b leaf	۱											
a leaf	-۰/۹۰***	۱										
L leaf	۰/۷۲	-۰/۵۶۲	۱									
Hue leaf	-۰/۶۳	۰/۲۵۱	-۰/۵۸۲	۱								
Croma leaf	۰/۹۹***	-۰/۹۲***	۰/۶۹۷	-۰/۵۵۹	۱							
ΔE leaf	-۰/۶۶۱	۰/۵۹۱	-۰/۱۶۶	۰/۴۴۳	-۰/۶۵۵	۱						
b fruit	-۰/۹۸***	۰/۸۷۲*	-۰/۶۵۲	۰/۶۵۷	-۰/۹۷۳***	۰/۷۴۴	۱					
a fruit	۰/۹۲۰***	-۰/۹۰۲***	۰/۵۵۸	-۰/۵۰۳	۰/۹۲۷***	-۰/۸۲۰**	-۰/۹۶۷***	۱				
L fruit	-۰/۸۶۸*	۰/۸۴۹*	-۰/۴۵۷	۰/۴۴۷	-۰/۸۷۸***	۰/۸۷۰**	۰/۸۶۹**	-۰/۹۲۷***	۱			
Hue fruit	-۰/۵۰۱	۰/۴۴۷	-۰/۳۰۳	۰/۳۲۲	-۰/۴۹۶	۰/۷۴۲	۰/۴۹۳	-۰/۶۱۶	۰/۷۱۱	۱		
Croma fruit	-۰/۵۲۲	۰/۲۹۷	-۰/۴۹۱	۰/۶۷	-۰/۴۸	-۰/۰۹۳	۰/۴۸۲	-۰/۲۵۵	۰/۱۰۷	-۰/۲۶۳	۱	
ΔE fruit	۰/۴۸۹	-۰/۵۶۷	۰/۲۰۵	-۰/۰۶۲	۰/۵۱۵	-۰/۸۰۶**	-۰/۵۸۵	۰/۷۳۷	-۰/۶۹۴	-۰/۵۳۱	۰/۳۶۶	۱

** و * به ترتیب نشان‌دهنده معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد و پنج درصد.

نتایج حاصل از تحلیل داده‌ها به روش خوشه‌بندی (کلاسترینگ) برای ۷ تیمار مورد ارزیابی در رقم اوحدی

نشان داد که در ۳ گروه اصلی و ۴ زیر گروه شامل گروه اول، شاهد، سم کنفیدور و غلظت ۲۰ کیلوگرم گوگرد معدن زرکوه در هزار لیتر آب است. گروه دوم دارای دو زیر گروه است زیر گروه اول شامل سم مونتو و غلظت ۳۰ کیلوگرم گوگرد معدن زرکوه در هزار لیتر آب (و زیر گروه دوم، غلظت ۶۰ کیلوگرم گوگرد معدن زرکوه در هزار لیتر آب می‌باشند. گروه سوم، غلظت ۷۰ کیلوگرم گوگرد معدن زرکوه در هزار لیتر آب تقسیم شدند. بر مبنای نتایج بدست آمده از تحلیل تک و چند متغیره داده‌ها، غلظت ۷۰ کیلوگرم گوگرد معدن زرکوه در هزار لیتر آب به‌عنوان تاثیر گذارترین تیمار برای شاخص‌های رنگ سنجی رقم اوحدی شناخته شدند (شکل ۴-۷).



شکل ۴-۷- درختواره (دندروگرام) حاصل از گروه‌بندی ۷ تیمار مورد مطالعه روی رقم اوحدی با استفاده از صفات رنگ‌سنجی برگ و پوست نرم روی میوه بر مبنای مربعات فواصل اقلیدسی با روش Ward.

۴-۱-۵-۲- ارزیابی شاخص های رنگ سنجی در برگ و میوه رقم احمدآقایی

در میوه رقم احمدآقایی، نتایج تجزیه واریانس شاخص‌های رنگ سنجی نشان داد که شاخص‌های

رنگ‌سنجی تحت تاثیر تیمارهای مختلف در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۴-۵). شاخص a^* در

زمان‌های مختلف در محدوده ۵/۴۷۷- تا ۷/۵ بود و تحت تاثیر تیمارهای گوگرد معدن زرکوه افزایش داشت.

بیشترین میزان این شاخص مربوط به تیمار گوگرد معدن زرکوه در غلظت های ۶۰ و ۷۰ کیلوگرم در هزار لیتر آب

بود (جدول ۴-۸). شاخص کروما در دو دوره متوالی یک ماهه از ۱۲/۷۹ تا ۱۹/۵۵ افزایش یافت و تحت تاثیر

تیمارهای گوگرد معدن زرکوه به ۲۰/۷ افزایش داشت (جدول ۴-۸). نتایج همبستگی پیرسون در میوه رقم

احمدآقایی نشان داد که شاخص ΔE میوه (تغییر رنگ) با شاخص L^* (درخشندگی) ($r=0/43^{**}$)، شاخص b^*

(زردی) ($r=0/32^{**}$) و کروما ($r=0/23^{**}$) دارای همبستگی مثبت بود (جدول ۴-۱۱).

در برگ رقم احمدآقایی، نتایج تجزیه واریانس شاخص a^* در زمان‌های مختلف و تیمارهای مختلف معنی‌دار بود (جدول ۴-۵). تغییرات این شاخص در دو دوره متوالی یک ماهه از ۷/۸۳ تا ۶/۵۰ کاهش یافت. این شاخص در تیمارهای گوگرد معدن زرکوه در مقایسه با تیمارهای شاهد، سموم مونتو و کنفیدور منفی و رو به افزایش بود (جدول ۴-۸). نتایج همبستگی پیرسون نشان داد که شاخص کروما با شاخص a^* (میزان قرمزی) همبستگی منفی ($r=-0/94^{**}$) است و با شاخص b^* (زردی) همبستگی مثبت ($r=0/99^{**}$) داشت. شاخص ΔE برگ با شاخص b^* (زردی) و کروما دارای همبستگی منفی ($r=-0/29^{**}$) بود (جدول ۴-۱۱). بر اساس نتایج مقایسه میانگین شاخص a^* و کروما تحت تاثیر تیمارهای گوگرد معدن زرکوه مقایسه با تیمارهای شاهد، سموم مونتو و کنفیدور افزایش داشت (جدول ۴-۸).

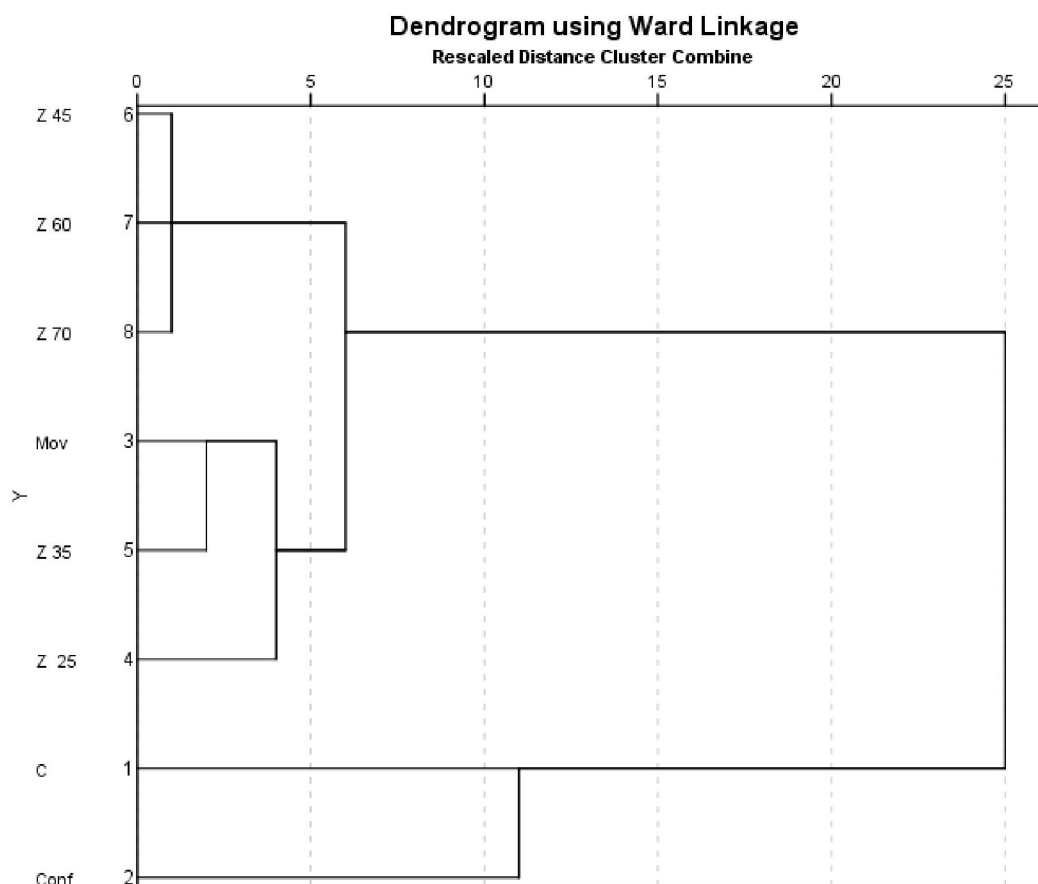
جدول ۴-۱۱- همبستگی ساده بین شاخص‌های رنگ سنجی مورد بررسی در رقم احمدآقایی

شاخص میوه Fruit index	b leaf	a leaf	L leaf	Hue leaf	Croma leaf	ΔE leaf	b friut	a friut	L friut	Hue friut	Croma friut	ΔE friut
b leaf	۱											
a leaf	-۰/۵۷۲**	۱										
L leaf	۰/۵۸۷**	-۰/۳۰۷**	۱									
Hue leaf	-۰/۳۴۷**	-۰/۵۵۶**	-۰/۲۵۲**	۱								
Croma leaf	۰/۹۷۵**	-۰/۷۳۲**	۰/۵۶۱**	-۰/۱۵۳	۱							
ΔE leaf	-۰/۲۹۴**	۰/۲۰۵	-۰/۱۶۷	۰/۰۷۷	-۰/۲۹۳**	۱						
b friut	۰/۰۶۱	۰/۱۲۸	۰/۰۷۶	-۰/۲۱۳	۰/۰۲۰	۰/۰۸۹	۱					
a friut	۰/۰۹۷	۰/۰۱۴	-۰/۲۳۱**	-۰/۰۶۰	۰/۰۵۵	-۰/۱۲۹	۰/۱۵۱	۱				
L friut	۰/۰۳۰	۰/۱۳۵	۰/۱۵۸	-۰/۱۸۶	-۰/۰۱۱	۰/۱۳۶	۰/۹۱۸**	۰/۲۵۱**	۱			
Hue friut	۰/۰۳۷	۰/۰۲۳	-۰/۲۴۵**	-۰/۰۲۱	۰/۰۰۶	-۰/۰۳۷	۰/۲۷۶**	۰/۶۹۹**	۰/۳۱۹**	۱		
Croma friut	۰/۱۰۸	۰/۱۲۱	۰/۰۴۹	-۰/۲۳۲**	۰/۰۵۳	۰/۰۳۱	۰/۸۹۵**	۰/۴۹۶**	۰/۸۸۲**	۰/۳۷۲**	۱	
ΔE friut	۰/۰۸۷	-۰/۰۹۴	-۰/۳۷۳**	۰/۰۳۹	۰/۰۹۵	۰/۱۱۵	۰/۳۱۷**	۰/۱۳۰	۰/۴۳۱**	۰/۰۷۳	۰/۲۳۱**	۱

**و* به ترتیب نشان‌دهنده معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد و پنج درصد.

نتایج حاصل از تحلیل داده‌ها به روش خوشه‌بندی (کلاسترنینگ) برای ۸ تیمار مورد ارزیابی در رقم احمدآقایی نشان داد که در ۳ گروه اصلی و ۴ زیر گروه شامل گروه اول (شاهد و سم کنفیدور)، گروه دوم (زیر گروه اول غلظت ۲۵ کیلوگرم گوگرد معدن زرکوه در هزار لیتر آب و زیر گروه دوم غلظت ۳۵ کیلوگرم گوگرد معدن زرکوه در هزار لیتر آب و سم مونتو) و گروه سوم (غلظت‌های ۴۵، ۶۰ و ۷۰ کیلوگرم گوگرد معدن زرکوه در هزار

لیتر آب) تقسیم شدند (شکل ۴-۸). بر مبنای نتایج، تیمارهای گوگرد معدن زرکوه در غلظت‌های ۴۵، ۶۰ و ۷۰ به‌عنوان تاثیر گذارترین تیمارها برای شاخص‌های رنگ سنجی رقم احمدآقایی شناخته شدند.



شکل ۴-۸- درختواره (دندروگرام) حاصل از گروه‌بندی ۸ تیمار مورد مطالعه روی رقم احمدآقایی با استفاده از صفات رنگ‌سنجی برگ و پوست نرم روی میوه بر مبنای مربعات فواصل اقلیدسی با روش Ward.

۴-۱-۵-۳- ارزیابی شاخص‌های رنگ سنجی در برگ و میوه رقم اکبری

در میوه رقم اکبری، نتایج تجزیه واریانس شاخص‌های رنگ سنجی نشان داد که شاخص‌های رنگ‌سنجی

تحت تاثیر تیمارهای مختلف در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۴-۶). شاخص a^* در زمان‌های مختلف

در محدوده ۰/۷۱- تا ۴/۳۰۴ بود و تحت تاثیر تیمارهای گوگرد معدن زرکوه افزایش داشت. بیشترین میزان این

شاخص مربوط به تیمارهای گوگرد معدن زرکوه بود (جدول ۴-۹). شاخص کروما در دو دوره متوالی یک ماهه از

۱۷/۳۶ تا ۲۱/۶۱ افزایش یافت و تحت تاثیر تیمارهای گوگرد معدن زرکوه به ۲۱/۵۵ افزایش داشت (جدول ۴-۹).

نتایج همبستگی پیرسون در میوه رقم اکبری نشان داد که شاخص b^* (زردی) با شاخص L^* (درخشندگی)

($r=0/94^{**}$)، شاخص کروما ($r=0/71^{**}$) دارای همبستگی مثبت بودند (جدول ۴-۱۲). بین شاخص کروما با L^* (درخشنده گی) ($r=0/62^{**}$) و شاخص b^* (زردی) ($r=0/71^{**}$) همبستگی مثبت بود.

در برگ رقم اکبری، نتایج تجزیه واریانس شاخص a^* در زمان‌های مختلف و تیمارهای مختلف معنی‌دار بود (جدول ۴-۶). تغییرات این شاخص در دو دوره متوالی یک ماهه از ۸/۶۴- تا ۷/۵۰- کاهش یافت. این شاخص در تیمارهای گوگرد معدن زرکوه و سم مونتو در مقایسه با تیمارهای و شاهد سم کنفیدور منفی و رو به افزایش بود (جدول ۴-۹). نتایج همبستگی پیرسون نشان داد که شاخص b^* (زردی) با شاخص a^* (میزان قرمزی) همبستگی منفی ($r=-0/44^{**}$) است و با شاخص L^* (درخشنده گی) همبستگی مثبت ($r=0/29^{**}$) داشت. شاخص ΔE برگ با شاخص ΔE میوه دارای همبستگی منفی ($r=-0/25^{**}$) بود (جدول ۴-۱۲). بر اساس نتایج مقایسه میانگین شاخص a^* و هیو تحت تاثیر تیمارهای گوگرد معدن زرکوه مقایسه با تیمارهای شاهد، سموم مونتو و کنفیدور افزایش داشت (جدول ۴-۹).

جدول ۴-۱۲- همبستگی ساده بین شاخص‌های رنگ سنجی مورد بررسی در رقم اکبری

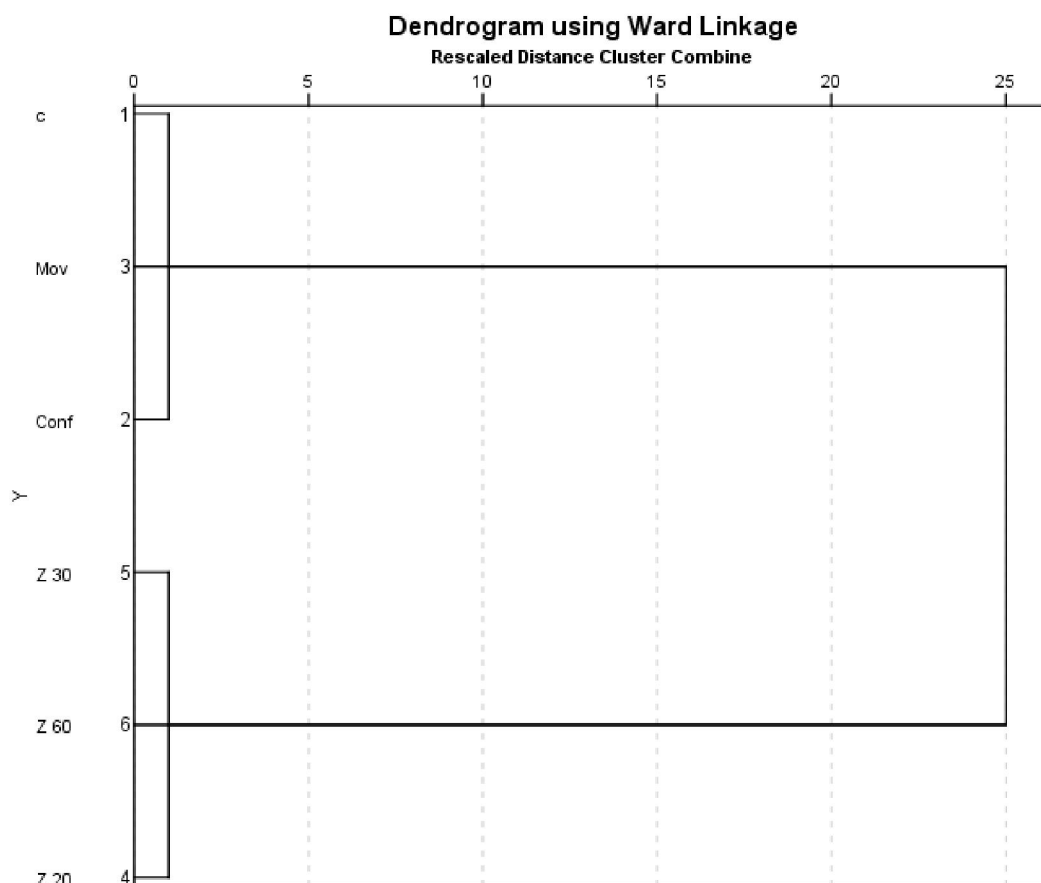
شاخص میوه Fruit index	b leaf	a leaf	L leaf	Hue leaf	Croma leaf	ΔE leaf	b friut	a friut	L friut	Hue friut	Croma friut	ΔE friut
b leaf	۱											
a leaf	-۰/۲۴۷**	۱										
L leaf	۰/۲۹۴*	-۰/۱۱۸	۱									
Hue leaf	-۰/۲۱۲	۰/۲۴۷**	-۰/۲۵۹*	۱								
Croma leaf	۰/۰۲۰	-۰/۰۸۶	۰/۰۳۴	-۰/۵۹۴**	۱							
ΔE leaf	-۰/۰۶۳	۰/۰۷۱	۰/۰۰۱	۰/۰۵۳	-۰/۱۰۲	۱						
b friut	-۰/۱۲۲	۰/۰۶۳	-۰/۲۰۴	-۰/۲۳۴	۰/۴۶۴**	-۰/۰۳۵	۱					
a friut	-۰/۰۸۹	۰/۲۲۹	-۰/۲۱۹	۰/۰۵۶	۰/۱۷۰	-۰/۰۵۷	۰/۰۶۷	۱				
L friut	-۰/۱۹۰	۰/۰۸۹	-۰/۱۱۴	-۰/۲۱۵	۰/۳۹۲**	۰/۰۵۳	۰/۹۴۶**	-۰/۰۲۳	۱			
Hue friut	۰/۰۱۷	۰/۰۹۱	-۰/۱۴۷	-۰/۰۲۳	۰/۱۹۳	-۰/۰۵۶	۰/۱۲۶	۰/۷۱۵**	۰/۰۷۱	۱		
Croma friut	-۰/۱۲۸	۰/۰۱۱	-۰/۳۰۲*	-۰/۴۵۶**	۰/۹۰**	-۰/۰۸۵	۰/۷۱۳**	۰/۲۲۷	۰/۶۲۴**	۰/۲۰۸	۱	
ΔE friut	۰/۰۷۵	-۰/۰۱۷	-۰/۱۲۲	-۰/۱۰۸	۰/۱۹۳	-۰/۲۵۸*	۰/۰۴۰	۰/۱۶۳	-۰/۰۳۸	-۰/۰۰۱	۰/۲۰۷	۱

** و * به ترتیب نشان‌دهنده معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد و پنج درصد.

نتایج حاصل از تحلیل داده‌ها به روش خوشه‌بندی (کلاسترینگ) برای ۶ تیمار مورد ارزیابی در رقم اکبری

نشان داد که در ۲ گروه اصلی شامل گروه اول (تیمارهای شاهد و سموم کنفیدور و کنفیدور)، گروه دوم (غلظت

۲۰، ۳۰ و ۶۰ کیلوگرم گوگرد معدن زرکوه در هزار لیتر آب تقسیم شدند (شکل ۴-۹). بر مبنای نتایج، تیمارهای گوگرد معدن زرکوه در غلظت‌های اعمال شده به‌عنوان تاثیرگذارترین تیمارها برای شاخص‌های رنگ سنجی رقم اکبری شناخته شدند.



شکل ۴-۹- درختواره (دندروگرام) حاصل از گروه‌بندی ۶ تیمار مورد مطالعه روی رقم اکبری با استفاده از صفات رنگ‌سنجی برگ و پوست نرم روی میوه بر مبنای مربعات فواصل اقلیدسی با روش Ward.

۴-۱-۶- ارزیابی درصد تعداد میوه‌های نارس تحت تاثیر تیمارهای اعمال شده

با توجه به شاخص‌های رنگ‌سنجی، درصد تعداد میوه‌های نارس در سه رقم تجاری (اکبری، احمدآقایی و اوحدی) مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که میزان درصد میوه‌های نارس تحت تاثیر تیمارهای اعمال شده در ارقام مورد بررسی دارای اختلاف معنی‌داری بود (جدول ۴-۱۳). نتایج مقایسه

میانگین‌ها نشان داد که تحت تاثیر تیمارهای گوگرد معدن زرکوه، میزان درصد میوه‌های نارس نسبت به تیمار

شاهد و سموم کنفیدور و مونتو کاهش یافت (جدول ۴-۱۴).

جدول ۴-۱۳- تجزیه واریانس حاصل از اندازه‌گیری درصد میوه‌های نارس

میانگین مربعات		
منابع تغییرات	درجه آزادی	میوه نارس (%)
بلوک	۵	۷/۸۲۹ ^{ns}
رقم اوحدی	۶	۲۲/۲۸ *
خطای آزمایشی	۳۵	۱۰/۶۸
%CV	-	۷/۸۲۰
بلوک	۵	۱۲۶/۷۲ ^{ns}
رقم احمدآقایی	۶	۵۹۶/۲۰۵**
خطای آزمایشی	۳۵	۲۰۷/۷۵
%CV	-	۱۳/۹۲۶۱
بلوک	۵	۱۲۱/۸۲ ^{ns}
رقم اکبری	۵	۲۰۲۴/۵۲۷*
خطای آزمایشی	۳۰	۲۰۵/۰۶۸
%CV	-	۱۵/۱۷۶۰

^{ns} تغییرات معنی دار نیست، * معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد و ** معنی دار در سطح احتمال ۱ درصد

جدول ۴-۱۴- نتایج مقایسات میانگین حاصل از اندازه‌گیری درصد میوه‌های نارس تحت تاثیر تیمارهای اعمال شده

میانگین مربعات		
ارقام	تیمارها	میوه نارس (%)
رقم اوحدی	C	۷/۰۲۰ a
	Conf	۷/۵۳۵ a
	Mov	۱/۵۶۹ a
	Z 20	۰/۶۷۱ b
	Z 30	۰/۵۹۸ b
	Z 60	۰ c
	Z 70	۰ c
رقم احمدآقایی	C	۴۱/۶۶۵ a
	Conf	۳۳/۴۹ ab

۲۸/۴۲۷ b	Mov	
۱۹/۸۰۵ c	Z 25	
۱۹/۷۹۱ c	Z 35	
۱۶/۴۳۷ d	Z 45	
۱۰/۲۰۱ de	Z 60	
۱۰/۴۸۳ de	Z 70	
۵۰/۳۸ a	C	
۴۵/۲۱۷ ab	Conf	
۳۰/۰۹۹ bc	Mov	۲
۲۹/۸۴۷ bc	Z 20	۳
۲۱/۰۴۴ cd	Z 30	
۱۵/۵۴ d	Z 60	

در هر ستون مربوط به هر یک از عامل‌ها، میانگین‌هایی که در یک حرف مشترک هستند، در سطح احتمال ۵٪ آزمون دانکن دارای اختلاف معنی‌دار نیستند.

۴-۱-۲- ارزیابی میزان نشت یونی^۱ (EL)، شاخص پایداری غشا^{۱۰} (MSI)، درصد خسارت به غشای سلولی^{۱۱} (I%) و پایداری غشای سلولی^{۱۲} (CMS)

نتایج اندازه‌گیری میزان نشت یونی، شاخص پایداری غشا، درصد خسارت به غشای سلولی و پایداری غشای سلولی نشان داد که شاخص‌های مورد ارزیابی در میوه (جدول ۴-۱۵) به طور معنی‌دار تحت تاثیر قرار گرفت اما در برگ (جدول ۴-۱۴) غیر معنی‌دار بود. نتایج شاخص‌های مرگ سلولی بر اساس علائم خسارت در میوه (خسارت سوختگی میوه، ایجاد لکه‌های قهوه‌ای، خروج شیره) و برگ (نکروزه شدن) مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد که شاخص نشت یونی، شاخص پایداری غشا، درصد خسارت به غشای سلولی و پایداری غشای سلولی میوه در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود. بر اساس نتایج به افزایش شدت خسارت به بالای ۷۵ درصد، شاخص نشت یونی و درصد خسارت به غشای سلولی به ترتیب ۰/۶۳ و ۳۶ درصد افزایش یافت. شاخص پایداری غشا و پایداری غشای سلولی به ترتیب ۳۶/۱۴ و ۵۱/۲۴ درصد کاهش یافت (جدول ۴-۱۶). بر اساس نتایج تجزیه

1-Electrolyte Leakage (EL)

3-Injury Index (I%)

4- Cellular Membrane Stability (CMS)

واریانس ارزیابی شاخص نشت یونی، شاخص پایداری غشا، درصد خسارت به غشای سلولی و پایداری غشا سلولی در برگ معنی دار نبود (جدول ۴-۱۷).

جدول ۴-۱۵- تجزیه واریانس حاصل از اندازه‌گیری شاخص‌های مرگ سلولی در خسارت میوه

میانگین مربعات							منابع تغییرات
pH ₂	pH ₁	CMS	I(%)	MSI	EL	درجه آزادی	
۰/۰۹۹ ^{ns}	۰/۰۰۲ ^{ns}	۱/۷۱۱ ^{ns}	۴/۰۵۲ ^{ns}	۴/۵۹۴ ^{ns}	۰/۰۰۱ ^{ns}	۳	بلوک
۰/۳۶۸ ^{**}	۰/۰۲۴ [*]	۱۴۴۰/۶۸۱ ^{**}	۵۸۲/۵۸۶ ^{**}	۷۱۳/۳ ^{**}	۰/۰۷۱ ^{**}	۳	نوع خسارت
۰/۰۳۴	۰/۰۰۸	۲۲/۸۰۵	۱۹/۹۷۵	۱۲/۸۷۳	۰/۰۰۱	۸	خطای آزمایشی
۶/۷۰۵	۱/۴۶۹	۶/۳	۱/۱۸	۲/۴۳	۳/۳۳	-	%CV

^{ns} تغییرات معنی دار نیست، * معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد و ** معنی دار در سطح احتمال ۱ درصد

جدول ۴-۱۶- مقایسه میانگین حاصل از اندازه‌گیری شاخص‌های مرگ سلولی در خسارت میوه

میانگین مربعات						
pH ₂	pH ₁	CMS (%)	I (%)	MSI (%)	EL	نوع خسارت
۴/۸۹۷c	۷/۵۶a	۱۰۰a	۰c	۷۰/۴۲۸a	۰/۲۹۶c	میوه سالم
۵/۱۸۱bc	۷/۴۳۷ab	۹۵/۰۵۲a	۶/۵۷۴b	۶۶/۹۹۳a	۰/۳۳۰c	خسارت کمتر از ۲۰٪
۵/۲۴fab	۷/۳۸۷b	۸۳/b۰۱۳	۶/۹۱۵b	۵۸/۶۵۷b	۰/۴۱۶b	خسارت ۲۰-۶۰٪
۵/۸۷a	۷/۳۶b	۵۱/۲۴۷c	۳۱/۶۳۱a	۳۶/۱۴۲c	۰/۶۳۹a	خسارت بیشتر از ۶۰٪

در هر ستون مربوط به هر یک از عامل‌ها، میانگین‌هایی که در یک حرف مشترک هستند، در سطح احتمال ۵٪ آزمون دانکن دارای اختلاف معنی دار نیستند.

جدول ۴-۱۷- تجزیه واریانس حاصل از اندازه‌گیری شاخص‌های مرگ سلولی در خسارت برگ

میانگین مربعات					
CMS	I(%)	MSI	EL	درجه آزادی	منابع تغییرات
۱۰۰ ^{ns}	۰/۰۰۰ ^{ns}	۱۸۸/۳ ^{ns}	۰/۰۱۹ ^{ns}	۳	بلوک
۱۰۰ ^{ns}	۰/۰۰۰ ^{ns}	۲۳۵/۳۳ ^{ns}	۰/۰۲۴ ^{ns}	۶	رقم اوحدی
۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۱۱۹/۳۸	۰/۰۱۲	۲۰	خطای آزمایشی
۱۰/۲۸	۱۲/۰۲۲	۱۲/۴۳	۱۰/۵۵	-	%CV
۱۰۰ ^{ns}	۰/۰۰۰ ^{ns}	۱۴۵/۴۳ ^{ns}	۰/۰۱۵ ^{ns}	۳	بلوک
۱۰۰ ^{ns}	۰/۰۰۰ ^{ns}	۳۰۵/۷۵ ^{ns}	۰/۰۳۱ ^{ns}	۷	رقم احمدآقایی

خطای آزمایشی	۲۴	۰/۰۱۱	۹۱/۱۶	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
%CV	-	۹/۸۲	۷/۶۳	۸/۹۱	۱۰/۵۴
بلوک	۳	۰/۰۴۸ ^{ns}	۴۷۰/۹۲ ^{ns}	۰/۰۰۰ ^{ns}	۱۰۰ ^{ns}
رقم اکبری	۵	۰/۰۶۸ ^{ns}	۶۷۹/۹ ^{ns}	۰/۰۰۰ ^{ns}	۱۰۰ ^{ns}
خطای آزمایشی	۱۵	۰/۰۱	۸۰/۵۱۶	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
%CV	-	۱/۴۳	۳/۵۴	۰/۰۴	۰/۰۲۳

^{ns} تغییرات معنی دار نیست، * معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد و ** معنی دار در سطح احتمال ۱ درصد

۴-۱-۷- اندازه گیری میزان مالون دی آلدهید (MDA)

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که شاخص مالون دی آلدهید تحت تاثیر ارقام مورد بررسی و تیمارهای اعمال شده دارای اختلاف معنی داری به ترتیب در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد بود (جدول ۴-۱۸). نتایج مقایسه میانگین‌ها در ارقام مورد بررسی نشان داد که این شاخص در رقم اوحدی در مقایسه با ارقام احمدآقایی و اکبری کمترین میزان بود (جدول ۴-۱۹). نتایج مقایسه میانگین‌ها تحت تاثیر تیمارهای اعمال شده نشان داد که در ارقام احمدآقایی و اکبری شاخص مالون دی آلدهید نسبت به تیمار شاهد و سموم کنفیدور و مونتو کاهش داشت (جدول ۴-۲۰) اما در رقم اوحدی اختلاف معنی دار مشاهده نشد.

جدول ۴-۱۸- تجزیه واریانس حاصل از اندازه گیری میزان مالون دی آلدهید

میانگین مربعات		
منابع تغییرات	درجه آزادی	MDA(μmolg^{-1} FW)
بلوک	۳	۰/۰۰۳ ^{ns}
رقم	۲	۰/۱۱۶ ^{**}
تیمار	۷	۰/۰۰۷ [*]
رقم * تیمار	۱۱	۰/۰۱۴ ^{ns}
خطای آزمایشی	۶۳	۰/۰۰۷
%CV	-	۱۲/۱۱۰

^{ns} تغییرات معنی دار نیست، * معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد و ** معنی دار در سطح احتمال ۱ درصد

جدول ۴-۱۹- مقایسه میانگین حاصل از اندازه گیری میزان مالون دآلدئید در ارقام مورد بررسی

میانگین مربعات	
رقم	MDA(μmolg^{-1} FW)
رقم اوحدی	۰/۱۳۱۶۱۹ b
رقم احمدآقایی	۰/۲۵۹۰۹۲a
رقم اکبری	۰/۲۲۲۴۳۲ a

میانگین هایی که در یک حرف مشترک هستند، در سطح احتمال ۵٪ آزمون دانکن دارای اختلاف معنی دار نیستند.

جدول ۴-۲۰- نتایج مقایسات میانگین حاصل از اندازه گیری میزان مالون دآلدئید تحت تاثیر تیمارهای اعمال شده

میانگین مربعات		
ارقام	تیمارها	MDA(μmolg^{-1} FW)
رقم اوحدی	C	۰/۱۵۰ a
	Conf	۰/۱۳۶ a
	Mov	۰/۱۲۲ a
	Z 20	۰/۰۹۲ a
	Z 30	۰/۱۶۵ a
	Z 60	۰/۱۳۰ a
	Z 70	۰/۱۲۶ a
رقم احمدآقایی	C	۰/۳۲۱ a
	Conf	۰/۲۶۲ ab
	Mov	۰/۲۵۱ ab
	Z 25	۰/۲۷۳ ab
	Z 35	۰/۲۳۱ ab
	Z 45	۰/۲۹۶ ab
	Z 60	۰/۱۷۷ bc
Z 70	۰/۱۶۲ c	
رقم اکبری	C	۰/۲۳۹ ab
	Conf	۰/۳۴۶ a
	Mov	۰/۲۷۰ ab
	Z 20	۰/۲۶۱ ab
	Z 30	۰/۱۸۸ b
Z 60	۰/۱۳۰ b	

در هر رقم، میانگین هایی که در یک حرف مشترک هستند، در سطح احتمال ۵٪ آزمون دانکن دارای اختلاف معنی دار نیستند.

۴-۱-۷- ارزیابی ریزش جوانه‌ها در ارقام مورد بررسی

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که ریزش جوانه تحت تاثیر ارقام مورد بررسی و تیمارهای اعمال شده دارای اختلاف معنی‌داری به ترتیب در سطح احتمال ۱ درصد بود (جدول ۴-۲۱). نتایج مقایسه میانگین‌ها در ارقام مورد بررسی نشان داد که این شاخص در ارقام اوحدی و اکبری در مقایسه با رقم احمدآقایی کمترین میزان بود (جدول ۴-۲۲). نتایج مقایسه میانگین‌ها تحت تاثیر تیمارهای اعمال شده نشان داد که در ارقام احمدآقایی و اکبری، غلظت‌های بالای ۶۰ کیلوگرم گوگرد معدن زرکوه تاثیر معنی‌دار در مقایسه با شاهد وجود داشت (جدول ۴-۲۳).

جدول ۴-۲۱- تجزیه واریانس حاصل از اندازه‌گیری میزان ریزش جوانه

میانگین مربعات		
منابع تغییرات	درجه آزادی	ریزش جوانه
بلوک	۱۱	۲/۶۸۸ ^{ns}
رقم	۲	۲۸۳/۷۷ ^{**}
تیمار	۷	۸/۲۲ ^{**}
رقم*تیمار	۱۱	۴/۳۱ ^{ns}
خطای آزمایشی	۲۲۰	۲/۷
%CV	-	۷/۶۵

^{ns} تغییرات معنی‌دار نیست، * معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و ** معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد

جدول ۴-۲۲- مقایسه میانگین حاصل از اندازه‌گیری میزان ریزش جوانه در ارقام مورد بررسی

میانگین مربعات	
رقم	ریزش جوانه
رقم اوحدی	۱/۴۷ b
رقم احمدآقایی	۴/۱۴a
رقم اکبری	۱/۰۲ b

میانگین‌هایی که در یک حرف مشترک هستند، در سطح احتمال ۵٪ آزمون دانکن دارای اختلاف معنی‌دار نیستند.

جدول ۴-۲۳- نتایج مقایسات میانگین حاصل از اندازه گیری میزان ریزش جوانه تحت تاثیر تیمارهای اعمال شده

میانگین مربعات		
ارقام	تیمارها	ریزش جوانه
رقم اوحدی	شاهد	۲/۷۵ a
	کنفیدور	۱/۹۱ ab
	مونتو	۰/۷۵ b
	گوگرد معدن زرکوه ۲۰	۱/۳۳ b
	گوگرد معدن زرکوه ۳۰	۲ ab
	گوگرد معدن زرکوه ۶۰	۰/۸۳۳ b
	گوگرد معدن زرکوه ۷۰	۰/۷۵۰ b
رقم احمد آقایی	شاهد	۵/۱ a
	کنفیدور	۵/۳۵ a
	مونتو	۳/۶۵ bc
	گوگرد معدن زرکوه ۲۵	۴/۳۳ abc
	گوگرد معدن زرکوه ۳۵	۴/۷۳ abc
	گوگرد معدن زرکوه ۴۵	۴/۲۵ abc
	گوگرد معدن زرکوه ۶۰	۳/۱ bc
رقم اکبری	شاهد	۱/۴۳ a
	کنفیدور	۱/۱۳ a
	مونتو	۰/۴۳ b
	گوگرد معدن زرکوه ۲۰	۱/۵۷ a
	گوگرد معدن زرکوه ۳۰	۱/۲۹ a
	گوگرد معدن زرکوه ۶۰	۰/۳۲ b

در هر رقم، میانگین هایی که در یک حرف مشترک هستند، در سطح احتمال ۵٪ آزمون دانکن دارای اختلاف معنی دار نیستند.

۴-۲- نتایج حاصل از اندازه گیری شاخص های اکوفیزیولوژیکی

جدول تجزیه واریانس اثرات تیمارهای مختلف بر شاخص های اکوفیزیولوژیکی مانند تعرق، هدایت

روزنه، مقاومت روزنه، دمای سطح برگ، تغییرات کلروفیل فلورسنس اولیه (F0)، نسبت کلروفیل فلورسنس متغیر

به ماکزیمم (Fv/Fm) نشان داده شده است که صفات مختلف به تفکیک در ارقام مورد بررسی قرار می گیرد.

جدول ۴-۲۴- تجزیه واریانس صفات حاصل از اندازه گیری شاخص های اکوفیزیولوژیکی تحت تاثیر تیمارهای مختلف در رقم اوحدی

میانگین مربعات											
Fv/Fm	شدت فتوسنتز (molCO ₂ m ⁻² s ⁻¹)	نرخ فتوسنتز خالص (μmol m ⁻² s ⁻¹)	مقاومت روزنه (1/mm ² s ⁻¹)	هدایت روزنه (mm ² s ⁻¹)	میزان تعرق (mm ² s ⁻¹)	دمای سطح برگ (°C)	غلظت CO ₂ بین سلولی (vpm)	محتوی CO ₂ اتمسفر (vpm)	محتوی آب اتمسفر (MBar)	درجه آزادی	منابع تغییرات
۰/۰۰۰ ns	۱۶/۴ ns	۲۵/۵۶ ns	۵/۳۳ ns	۰/۰۰۴ ns	۲/۱۹۶ ns	۱/۵۵۹ ns	۳۸۳۰/۸ ns	۶۶/۵۷ ns	۰/۱۱۸ ns	۹	بلوک
۰/۰۰۰ ns	۴۴/۶۹ *	۵۱۳/۶۸۸ **	۱۵۵/۶۹ **	۰/۶۴ **	۸۲/۰۹۴ **	۱۶۰/۶۶۱ **	۱۳۰۲۴/۴۹ *	۳۹۶/۱۳ **	۱/۲۱۲ **	۶	تیمار
۰/۰۰۰	۱۶/۰۴	۷۲/۸۷	۵/۶۶	۰/۰۰۷	۳/۱۷۳	۰/۷۵۹	۵۷۲۵/۳۸۷	۷۷/۱۵۴	۰/۱۵۶	۶۳	خطای آزمایشی
۰/۱۹۳	۰/۹۸۱	۰/۵۶۲	۰/۹۴۵	۰/۹۴۵	۰/۵۸۷	۰/۷۶۳	۰/۲۲۲	۰/۴۷۶	۰/۵۳۲	-	%CV

ns تغییرات معنی دار نیست، * معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد و ** معنی دار در سطح احتمال ۱ درصد

جدول ۴-۲۵- تجزیه واریانس صفات حاصل از اندازه گیری شاخص های اکوفیزیولوژیکی تحت تاثیر تیمارهای مختلف در رقم احمدآقایی

میانگین مربعات											
Fv/Fm	شدت فتوسنتز (molCO ₂ m ⁻² s ⁻¹)	نرخ فتوسنتز خالص (μmol m ⁻² s ⁻¹)	مقاومت روزنه (1/mm ² s ⁻¹)	هدایت روزنه (mm ² s ⁻¹)	میزان تعرق (mm ² s ⁻¹)	دمای سطح برگ (°C)	غلظت CO ₂ بین سلولی (vpm)	محتوی CO ₂ اتمسفر (vpm)	محتوی آب اتمسفر (MBar)	درجه آزادی	منابع تغییرات
۰/۰۰۴ ns	۲۶/۲۴ ns	۳۱/۳۸ ns	۵/۴۰ ns	۰/۰۰۲ ns	۲/۷ ns	۰/۸۳۱ ns	۱۲۵۸۲/۸ ns	۱۴۸۲/۷ ns	۰/۰۴۹ ns	۹	بلوک
۰/۰۰۲ **	۳۶/۶۱ *	۲۳۰/۹۸۵ *	۱۳/۶۸۷ *	۰/۰۰۶ *	۴۴/۶۱۷ **	۱۰۱/۱۷۳ **	۳۲۲۴۰/۴۶ *	۱۴۴۸۳/۳۷ **	۳/۲۲۳ **	۷	تیمار
۰/۰۰۵	۵/۴۵	۸۵/۵۵۳	۶/۷۲	۰/۰۰۳	۲/۸۴۹	۰/۲۴۸	۱۱۳۶۳/۸۶۸	۱۹۵۶/۴۰	۰/۰۷۳	۶۴	خطای آزمایشی
۰/۱۴	۰/۷۵۱	۰/۳۵۹	۰/۵۲۱	۰/۵۲۱	۰/۵۸۷	۰/۸۸۸	۰/۸۲۱	۰/۶۳۵	۰/۸۴۲	-	%CV

ns تغییرات معنی دار نیست، * معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد و ** معنی دار در سطح احتمال ۱ درصد

جدول ۴-۲۶- تجزیه واریانس صفات حاصل از اندازه‌گیری شاخص‌های اکوفیزیولوژیکی تحت تاثیر تیمارهای مختلف در رقم اکبری

میانگین مربعات											
Fv/Fm	شدت فتوسنتز (molCO ₂ m ⁻² s ⁻¹)	نرخ فتوسنتز خالص (μmol m ⁻² s ⁻¹)	مقاومت روزنه (1/mmolm ⁻² s ⁻¹)	هدایت روزنه (mmolm ⁻² s ⁻¹)	میزان تعرق (mmolm ⁻² s ⁻¹)	دمای سطح برگ (°C)	غلظت CO ₂ بین سلولی (vpm)	محتوی CO ₂ اتمسفر (vpm)	محتوی آب اتمسفر (MBar)	درجه آزادی	منابع تغییرات
۰/۰۰۱ ^{ns}	۳۱/۳۸ ^{ns}	۲۲/۶۴ ^{ns}	۱۱/۴۹ ^{ns}	۰/۰۰۰ ^{ns}	۰/۰۰۲ ^{ns}	۰/۹۶۲ ^{ns}	۵۸۶۲/۳ ^{ns}	۹۵/۷۴ ^{ns}	۰/۲۱۷ ^{ns}	۹	بلوک
۰/۰۰۲ [*]	۲۲/۸۴۱ [*]	۲۳۴/۴۴۴ ^{**}	۱۳۷/۶۳ ^{**}	۰/۰۰۶ ^{**}	۱۰/۲۶۳ ^{**}	۲۹/۷۳ ^{**}	۱۸۷۳۲/۱۲ ^{**}	۳۱۶/۶۶ ^{**}	۱/۴۸ ^{**}	۵	تیمار
۰/۰۰۱	۲/۳۷	۱۲/۸۳۱	۲۱/۰۸۴	۰/۰۰۱	۰/۶۸۱	۰/۴۸۲	۴۶۵۹/۵۶۶	۹۹/۰	۰/۰۹۹	۵۴	خطای آزمایشی
۰/۲۷۱	۳/۲۸۸	۲/۱۵۳	۳/۱۵۳	۳/۱۵۳	۲/۵۸۷	۳/۱۵۳	۱/۲۲۲	۲/۴۷۶	۳/۵۳۲	-	%CV

ns تغییرات معنی دار نیست، * معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد و ** معنی دار در سطح احتمال ۱ درصد

توضیحات علامت شاخص‌ها در دستگاه فتوسنتز متر: e_{ref} (غلظت H₂O اتمسفر)، C_{ref} (غلظت CO₂ اتمسفر)، C_i (غلظت CO₂ بین سلولی)، T_i (درجه حرارت سطح برگ)، E (میزان تعرق)، G_s (هدایت روزنه)، A (نرخ فتوسنتز خالص)، PI (شدت فتوسنتز).

جدول ۴-۲۷- مقایسه میانگین صفات حاصل از اندازه گیری شاخص های اکوفیزیولوژیکی تحت تاثیر تیمارهای مختلف در رقم اوحدی

صفات مورد بررسی										
Fv/Fm	شدت فتوسنتز (molCO ₂ m ⁻² s ⁻¹)	نرخ فتوسنتز خالص (μmol m ⁻² s ⁻¹)	مقاومت روزنه (1/mmolm ⁻² s ⁻¹)	هدایت روزنه (mmolm ⁻² s ⁻¹)	میزان تعرق (mmolm ⁻² s ⁻¹)	دمای سطح برگ (°C)	غلظت CO ₂ بین سلولی (vpm)	محتوی CO ₂ اتمسفر (vpm)	محتوی آب اتمسفر (MBar)	تیمارها
۰/۸۰۲ ab	۱۱/۷ b	۱۵/۷۶۷ d	۴/۰۰۲ b	۰/۲۷۱ ab	۷/۱۳۹ c	۳۹/۸۷ a	۲۴۰/۷ ab	۳۹۸/۳ b	۹/۷۴ bc	C
۰/۸۰۰ ab	۱۰/۸۶۸ b	۱۴/۵۳۱ d	۳/۹۶ b	۰/۲۶۱ ab	۸/۲۸۶ bc	۳۸/۷۵ a	۲۵۰/۴ a	۳۹۷/۲ b	۹/۶۶ c	Conf
۰/۸۰۸ ab	۱۲/۷۰۸ ab	۱۴/۴۶۷ d	۵/۲۶ b	۰/۲۱۲ b	۷/۹۱۸ bc	۳۸/۵۴ a	۲۲۲/۵ abc	۴۰۲/۵ b	۹/۱۲ c	Mov
۰/۸۰۳ ab	۱۲/۰۹۳ ab	۱۵/۸۶۹ cd	۴/۵۳ b	۰/۲۶۲ ab	۸/۴۲۶ b	۳۷/۶۱ ab	۱۶۶/۲ bc	۴۰۲/۶ b	۹/۵۴ c	Z 20
۰/۸۰۵ ab	۱۱/۶۵۳ b	۱۵/۱۸۹ cd	۴/۲۶ b	۰/۲۳۴ b	۹/۲۳۸ b	۳۶/۲۱ b	۱۵۸/۸ c	۴۰۵/۸ b	۹/۹۱ b	Z 30
۰/۸۲۸ a	۲۰/۶۹۷ a	۲۲/۰۳۴ b	۳/۲۶ c	۰/۳۲۰ a	۱۱/۰۲۹ a	۳۳/۸۷ c	۲۲۸/۲ abc	۴۱۶/۲ a	۱۰/۲۴ a	Z 60
۰/۸۲۳ a	۲۰/۷ a	۲۵/۴۴۲ a	۳/۶۵ c	۰/۳۷۶ a	۱۰/۷۳۴ a	۳۳/۹۷ c	۲۱۳/۸ abc	۴۱۵/۹ a	۱۰/۶۹ a	Z 70

میانگین هایی که در یک حرف مشترک هستند، در سطح احتمال ۵٪ آزمون دانکن دارای اختلاف معنی دار نیستند.

جدول ۴-۲۸- مقایسه میانگین صفات حاصل از اندازه گیری شاخص های اکوفیزیولوژیکی تحت تاثیر تیمارهای مختلف در رقم احمدآقایی

صفات مورد بررسی										
Fv/Fm	شدت فتوسنتز (molCO ₂ m ⁻² s ⁻¹)	نرخ فتوسنتز خالص (μmol m ⁻² s ⁻¹)	مقاومت روزنه (1/mmolm ⁻² s ⁻¹)	هدایت روزنه (mmolm ⁻² s ⁻¹)	میزان تعرق (mmolm ⁻² s ⁻¹)	دمای سطح برگ (°C)	غلظت CO ₂ بین سلولی (vpm)	محتوی CO ₂ اتمسفر (vpm)	محتوی آب اتمسفر (MBar)	تیمارها
۰/۷۲۶ c	۹/۴۸ ab	۱۶/۶۶۳ c	۸/۸۱۹ ab	۰/۱۲۰ b	۵/۴۷ cd	۴۴/۴۳۳ a	۱۶۹/۵۵۶ abc	۴۱۲/۳ c	۱۰/۵۳۳ e	C
۰/۷۲۸ c	۸/۵۸ b	۱۴/۴۳۳ cd	۹/۵۹۴ a	۰/۱۱۹ b	۴/۱۸ d	۴۴/۲۵۶ a	۱۶۲/۳۳۳ abc	۴۰۱/۶۶ c	۱۱/۷۵۶ b	Conf
۰/۷۲۸ c	۹/۲۱۸ ab	۱۶/۰۱ c	۷/۲۴۶ ab	۰/۱۳۹ b	۶/۶۳۱ bc	۴۴/۱۵۶ a	۱۹۳/۰ ab	۴۲۹/۴۴ c	۱۲/۳ a	Mov
۰/۷۶۳ b	۹/۱۶۸ ab	۱۷/۱۰۶ c	۸/۷۶۳ ab	۰/۱۳۸ ab	۷/۱۸ bc	۴۱/۳۸۹ b	۸۸/۴۴۴ bc	۴۲۲/۲۲ c	۱۰/۹۸۹ d	Z 25
۰/۷۷۸ ab	۱۰/۶۵۵ ab	۱۷/۵۵۹ c	۸/۵۹۴ ab	۰/۱۴۰ b	۸/۱۲ b	۴۰/۶۶۷ c	۱۹۳/۰ ab	۴۲۹/۳۳ c	۱۱/۷۴۴ b	Z 35
۰/۷۹۵ a	۱۰/۱۵۷ ab	۱۸/۸۴۶ c	۸/۱۰۴ ab	۰/۱۳۸ b	۸/۳۳ b	۳۹/۲۷۸ c	۷۹/۰۱ c	۴۴۰/۴۴۴ bc	۱۱/۲۸۹ c	Z 45
۰/۷۸۵ a	۱۱/۷۵۳ a	۲۲/۲۵ b	۶/۳۵۲ bc	۰/۱۶۲ a	۱۰/۱۸ a	۳۷/۰۶ d	۲۳۵/۵۵ a	۴۷۸/۰ b	۱۱/۴۷۸ c	Z 60
۰/۷۹۳ a	۱۰/۴۸۵ ab	۲۸/۸۰۷ a	۵/۸۱۹ c	۰/۱۹۷ a	۱۱/۴۷ a	۳۷/۰۶۷ d	۷۰/۱۱۳ c	۵۲۴/۲۲۲ a	۱۰/۶۶۷ e	Z 70

میانگین هایی که در یک حرف مشترک هستند، در سطح احتمال ۵٪ آزمون دانکن دارای اختلاف معنی دار نیستند.

جدول ۴-۲۹- مقایسه میانگین صفات حاصل از اندازه‌گیری شاخص‌های اکوفیزیولوژیکی تحت تاثیر تیمارهای مختلف در رقم اکبری

صفات مورد بررسی										
Fv/Fm	شدت فتوسنتز (molCO ₂ m ⁻² s ⁻¹)	نرخ فتوسنتز خالص (μmol m ⁻² s ⁻¹)	مقاومت روزنه (1/mm ² s ⁻¹)	هدایت روزنه (mmolm ⁻² s ⁻¹)	میزان تعرق (mmolm ⁻² s ⁻¹)	دمای سطح برگ (°C)	غلظت CO ₂ بین سلولی (vpm)	محتوی CO ₂ اتمسفر (vpm)	محتوی آب اتمسفر (MBar)	تیمارها
۰/۷۸۵ b	۹/۹۹ c	۱۲/۵۶۱ c	۱۲/۳۶۳ bc	۰/۰۸۶ bc	۴/۵۱۶ b	۳۶/۱۱ b	۲۳۲/۶ a	۳۹۸/۵ bc	۱۱/۵۴ bc	C
۰/۷۵۸ b	۸/۲۴۵ c	۱۲/۸۱۲ c	۱۸/۲۸۳ a	۰/۰۵۳ d	۳/۱۸۹ b	۳۸/۸۱ a	۱۷۳/۳ ab	۴۰۰/۴ bc	۱۱/۱۸ b	Conf
۰/۷۸۸ b	۹/۰۰۳ c	۱۲/۶۳ c	۱۴/۳ c	۰/۰۷۷ c	۳/۱۵۴ b	۳۷/۵۹ b	۱۰۹/۳ b	۴۱۱/۱ a	۱۰/۴۱ d	Mov
۰/۸۱۰ a	۹/۲۲۵ c	۱۲/۰۹۳ c	۱۲/۷ bc	۰/۰۸۳ bc	۴/۸۰۳ b	۳۵/۱۳ b	۱۹۱/۳۳ b	۴۰۰/۳ bc	۱۰/۷۴ c	Z 20
۰/۸۱۵ a	۱۱/۸۲۵ b	۱۳/۳۵۴ bc	۱۰/۱۱۱ bc	۰/۱۰۳ b	۵/۰۱۹ a	۳۶/۶۴ bc	۱۴۸/۴ b	۴۰۵/۲ ab	۱۰/۵۴ bc	Z 30
۰/۸۰۳ a	۱۴/۸۹۸ a	۱۸/۷۴۳ a	۸/۷۶ c	۰/۱۲۸ a	۵/۱۵۹ a	۳۳/۸۳ d	۱۳۸/۰ b	۴۰۳/۱ abc	۱۱/۹۲ a	Z 60

میانگین‌هایی که در یک حرف مشترک هستند، در سطح احتمال ۵٪ آزمون دانکن دارای اختلاف معنی دار نیستند.

۴-۲-۱- نتایج حاصل از اندازه‌گیری شاخص‌های اکوفیزیولوژیکی در رقم اوحدی

نتایج حاصل از تجزیه واریانس در رقم اوحدی نشان داد که شاخص‌های اکوفیزیولوژیکی تحت تاثیر تیمارهای اعمال شده در صفات محتوای آب اتمسفر، محتوای CO_2 بین سلولی، دمای سطح برگ، میزان تعرق، هدایت روزنه و نرخ فتوسنتز خالص دارای اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد بودند و محتوای CO_2 اتمسفر و شدت فتوسنتز (PI) در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود. بر اساس نتایج، شاخص نسبت فلورسانس متغیر به حداکثر (Fv/Fm) اختلاف معنی‌دار مشاهده نشد (جدول ۴-۲۴).

مقایسه میانگین‌ها تحت تاثیر تیمارهای اعمال شده نشان داد که غلظت‌های مختلف تیمار گوگرد معدن زرکوه تاثیر معنی‌داری در کاهش دمای سطح برگ داشتند. کمترین دمای سطح برگ مربوط به غلظت‌های ۶۰ و ۷۰ گوگرد معدن زرکوه بود که به ترتیب ۳۳/۸۷ و ۳۳/۹۷ درجه سانتی‌گراد بودند. اختلاف دمایی آن‌ها در مقایسه با تیمار شاهد (محلول پاشی آب و صابون) تقریباً ۶ درجه سانتی‌گراد بود. بر اساس نتایج، تحت تاثیر افزایش دما، میزان تعرق، محتوای آب اتمسفر و محتوای CO_2 اتمسفر کاهش یافت. در ارتباط با غلظت CO_2 بین سلولی روند تغییرات مشخصی مشاهده نشد (جدول ۴-۲۷).

نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین نرخ فتوسنتز خالص به ترتیب مربوط به تیمار غلظت ۷۰ گوگرد معدن زرکوه و سپس غلظت ۶۰ گوگرد معدن زرکوه بود و بین سایر تیمارها سموم، شاهد و غلظت‌های ۲۰ و ۳۰ گوگرد معدن زرکوه اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. در نتایج شاخص شدت فتوسنتز نیز همین روند مشاهده شد. بر اساس نتایج جدول مقایسه میانگین‌ها، دماهای بالا می‌توانند بر روی شاخص‌های اکوفیزیولوژیکی و کارکرد دستگاه فتوسنتزی تاثیرگذار باشند در عین حال که شاخص تنش (Fv/Fm) معنی‌دار نبود. نتایج این پژوهش نشان داد که غلظت‌های ۶۰ و ۷۰ گوگرد معدن زرکوه در بهبود کارکرد دستگاه فتوسنتزی رقم اوحدی تحت شرایط دماهای بالا موثر بودند (جدول ۴-۲۷).

۴-۲-۲- نتایج حاصل از اندازه‌گیری شاخص‌های اکوفیزیولوژیکی در رقم احمدآقایی

نتایج حاصل از تجزیه واریانس در رقم احمدآقایی نشان داد که شاخص‌های اکوفیزیولوژیکی تحت تاثیر تیمارهای اعمال شده در صفات محتوای آب اتمسفر، محتوای CO₂ اتمسفر، دمای سطح برگ، میزان تعرق و شاخص نسبت فلورسانس متغیر به حداکثر (Fv/Fm) دارای اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد بودند. محتوای CO₂ بین سلولی، هدایت روزنه، مقاومت روزنه، نرخ فتوسنتز خالص و شدت فتوسنتز (PI) دارای اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد بودند (جدول ۴-۲۵).

مقایسه میانگین‌ها تحت تاثیر تیمارهای اعمال شده نشان داد که غلظت‌های مختلف تیمار گوگرد معدن زرکوه تاثیر معنی‌داری در کاهش دمای سطح برگ داشتند. کمترین دمای سطح برگ مربوط به غلظت‌های ۶۰ و ۷۰ گوگرد معدن زرکوه بود که به ترتیب ۳۳/۰۶ و ۳۳/۰۶۷ درجه سانتی‌گراد بودند. اختلاف دمایی آن‌ها در مقایسه با تیمار شاهد (محلول‌پاشی آب و صابون) تقریباً ۷ درجه سانتی‌گراد بود. بر اساس نتایج، تحت تاثیر افزایش دما، میزان تعرق کاهش یافت. تغییرات محتوای آب اتمسفر و محتوای CO₂ اتمسفر نیز بدنبال کاهش تعرق، کاهش یافت. در ارتباط با غلظت CO₂ بین سلولی روند تغییرات مشخصی مشاهده نشد (جدول ۴-۲۸).

نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین نرخ فتوسنتز خالص به ترتیب مربوط به تیمار غلظت ۷۰ گوگرد معدن زرکوه و سپس غلظت ۶۰ گوگرد معدن زرکوه بود و بین سایر تیمارها سموم، شاهد و غلظت‌های ۲۰ و ۳۰ گوگرد معدن زرکوه اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. در نتایج شاخص شدت فتوسنتز تاثیر معنی‌داری مشاهده نشد. بر اساس نتایج جدول مقایسه میانگین‌ها، دماهای بالا بر روی شاخص‌های اکوفیزیولوژیکی، نرخ فتوسنتز خالص و شاخص تنش (Fv/Fm) معنی‌دار بود. نتایج این پژوهش نشان داد که غلظت‌های ۶۰ و ۷۰ گوگرد معدن زرکوه در بهبود شاخص‌های اکوفیزیولوژیکی رقم احمدآقایی تحت شرایط دماهای بالا موثر بودند (جدول ۴-۲۸).

۴-۲-۲- نتایج حاصل از اندازه‌گیری شاخص‌های اکوفیزیولوژیکی در رقم اکبری

نتایج حاصل از تجزیه واریانس در رقم اکبری نشان داد که شاخص‌های اکوفیزیولوژیکی تحت تاثیر تیمارهای اعمال شده در صفات محتوای آب اتمسفر، محتوای CO₂ اتمسفر، محتوای CO₂ بین سلولی، دمای سطح برگ، میزان تعرق، هدایت روزنه، نرخ فتوسنتز خالص دارای اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد بودند. در شدت فتوسنتز (PI) و شاخص نسبت فلورسانس متغیر به حداکثر (Fv/Fm) مقاومت روزنه دارای اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد بودند (جدول ۴-۲۶).

مقایسه میانگین‌ها تحت تاثیر تیمارهای اعمال شده نشان داد که تیمار گوگرد معدن زرکوه در غلظت ۶۰ کیلوگرم در هزار لیتر آب تاثیر تیمارهای اعمال شده را کاهش دهنده دمای سطح برگ داشت. اختلاف دمایی آن‌ها در مقایسه با تیمار شاهد (محلول پاشی آب و صابون) تقریباً ۳ درجه سانتی‌گراد بود. بر اساس نتایج، تحت تاثیر افزایش دما، میزان تعرق و محتوای آب اتمسفر را کاهش داد. اما در محتوای CO₂ اتمسفر و غلظت CO₂ بین سلولی روند تغییرات مشخصی مشاهده نشد (جدول ۴-۲۹).

نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین نرخ فتوسنتز خالص و شدت فتوسنتز مربوط به تیمار گوگرد معدن زرکوه در غلظت ۶۰ کیلوگرم در هزار لیتر آب بود و بین سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. بیشترین میزان تعرق و هدایت روزنه نیز مربوط به تیمار گوگرد معدن زرکوه در غلظت ۶۰ کیلوگرم در هزار لیتر آب بود.

بر اساس نتایج جدول مقایسه میانگین‌ها، دماهای بالا بر روی شاخص‌های اکوفیزیولوژیکی، نرخ فتوسنتز خالص و شاخص تنش (Fv/Fm) معنی‌دار بود. نتایج این پژوهش تحت تاثیر تیمارهای مختلف نشان داد که غلظت‌های ۶۰ کیلوگرم در هزار لیتر آب گوگرد معدن زرکوه در بهبود شاخص‌های اکوفیزیولوژیکی رقم اکبری تحت شرایط دماهای بالا موثر بودند (جدول ۴-۲۹).

فصل پنجم: بحث و نتیجه گیری

۵-۱- اثر تیمارهای اعمال شده بر شاخص‌های مورد بررسی خسارت

نتایج این پژوهش نشان داد که رقم اوحدی کمترین خسارت میوه را در مقایسه با ارقام احمدآقایی و اکبری داشت اما بین ارقام احمدآقایی و اکبری اختلاف معنی‌دار نبود. میزان خسارت گوگردپاشی معدن زرکوه بر روی میوه نیز مورد بررسی قرار گرفت. مشاهدات باغی و میدانی نشان داد که خسارت سوختگی میوه در همه تیمارهای آزمایشی در رقم‌هایی که میوه در قسمت خارجی درخت در معرض تابش مستقیم آفتاب قرار داشت، شدیدتر بود. میزان خسارت وارده از گوگردپاشی معدن زرکوه بر روی برگ نیز مورد بررسی قرار گرفت. عارضه‌های به وجود آمده در ارتباط با خسارت سوختگی میوه در همه تیمارهای آزمایش وجود داشت.

در ارتباط با عارضه‌های به وجود آمده، نتایج نشان داد که بین خسارت گوگرد معدن زرکوه و خسارت ناشی از دماهای بالا (گرمزدگی) ارتباط نزدیکی وجود داشت. به طوری که ردیف‌های شرقی-غربی که بیشترین نور را دریافت کردند عارضه‌ها در میوه‌های قسمت جنوبی درخت و حتی نزدیک سطح زمین بیشتر بود. نتایج بدست آمده از این تحقیق با نتایج گزارشات هواشناسی مطابقت دارد. نمودار هواشناسی سال اخیر (۱۳۹۸) منطقه انار نشان می‌دهد علاوه بر این که افزایش دما در مقایسه با سال قبل وجود داشت، فراوانی تعداد روزهای دارای دماهای بالای ۴۰ درجه سانتی‌گراد در زمان به مغز رفتن و طی زمان رشد مغز مشخص و مشهود می‌باشد. بررسی منابع نشان داده است که اثرات شدت تابش نور خورشید در تابستان، افزایش دما بیش از ۴۰°C درجه سانتی‌گراد، فراوانی تعداد روزهایی با دماهای بیش از ۴۰°C به خصوص در زمان رشد سریع مغز، عارضه خسارت سوختگی را در میوه ایجاد می‌کند (تاج‌آبادی و سلمانی، ۱۳۹۹). در چنین شرایطی میوه‌های خسارت دیده در زمان برداشت، نیم‌مغز و پوک می‌شوند که با نتایج بدست آمده از این تحقیق مطابقت دارد (نمودار ۴-۳).

نتایج لکه‌های سوختگی بر روی برگ پسته نشان داد که در تیمارهای گوگردپاشی لکه‌های سوخته توسعه یافته‌ای مشاهده شد اما در بین غلظت‌های مختلف گوگردپاشی معدن زرکوه در ارقام مورد بررسی اختلاف معنی‌دار نبود. اگر چه نتایج این پژوهش نشان داد دماهایی بالا مهمترین عامل خسارت میوه ارقام مورد بررسی بود، اما به نظر می‌آید محلول‌پاشی غلظت‌های ۶۰ و ۷۰ کیلوگرم در هزار لیتر آب گوگرد معدن زرکوه در ارقام مورد بررسی در کاهش تنش دماهای بالا تاثیرگذار است. بررسی نتایج نشان می‌دهد کاربرد تیمارهای گوگرد معدن زرکوه در غلظت‌های ۶۰ و ۷۰ کیلوگرم در هزار لیتر آب خسارت‌های لکه‌ای ناشی از گرم‌زدگی در میوه را کاهش داد. نتایج درصد خسارت کل به میوه در ارقام اوحدی، احمدآقایی و اکبری به ترتیب ۵۷، ۶۰ و ۶۳ درصد کاهش داد (نمودار ۳-۴). کاهش خسارت دماهای بالا در برگ و عمدتاً در میوه ارقام مورد بررسی نشان دهنده این موضوع است که غلظت‌های بالای ۶۰ کیلوگرم در هزار لیتر آب گوگرد معدن زرکوه با پوشش یکنواخت سفیدرنگ روی سطح کانوبی درختان پسته، در دفع گرما موثر بودند و در این تیمارها شاخص شدت خسارت و درصد خسارت به طور معنی‌دار کاهش یافت.

بر اساس نتایج جدول تجزیه واریانس، شاخص درخشندگی (L^*) پوست نرم میوه و برگ تحت تأثیر تیمارهای اعمال شده معنی‌دار بود. مقایسه میانگین بین تیمارها نشان داد که با افزایش غلظت گوگرد معدن زرکوه، شاخص درخشندگی افزایش یافت که به ویژگی گوگرد معدن زرکوه در ایجاد رنگ سفید و پوشش یکنواخت بر روی برگ و میوه مربوط بود. افزایش شاخص درخشندگی، با نتایج حاصل از کاهش شدت خسارت مطابقت دارد.

بنابراین به نظر می‌آید اثربخشی گوگرد معدن زرکوه به عنوان یک ترکیب معدنی با ایجاد یک پوشش یکنواخت سفیدرنگ در کاهش تنش دمایی مشابه ترکیب معدنی کائولین می‌باشد. نتایج این پژوهش در کاربرد گوگرد معدن زرکوه در کاهش تنش دمایی هم‌راستا با بررسی منابع مربوط به تاثیرات ترکیب معدنی کائولین در کاهش گرم‌زدگی می‌باشد.

بررسی منابع در ارتباط با ترکیبات پوششی کاهش دهنده تنش‌های گرمایی درختان عمدتاً مربوط به ترکیبات معدنی کائولین ($Al_4Si_4O_{10}(OH)_8$) می‌باشد که به دلیل رنگ سفید و ریز بودن ذرات (کمتر از ۲ میکرومتر)، پوشش یکنواخت بدون اختلال در تبادلات گازی با محدودیت در عبور پرتوهای فروسرخ و فرابنفش در کاهش تنش‌های گرمایی موثر است (جلمن و پوترکا، ۲۰۰۵؛ مظفری فرد و همکاران، ۱۳۹۶). تاثیرات کاربرد کائولین در کاهش تنش‌های دمایی در درختان میوه مرکبات (جیفون و سیورسن، ۲۰۰۳؛ میراندا و همکاران، ۲۰۰۷)، سیب (جلمن و همکاران، ۲۰۰۱؛ جلمن و همکاران، ۲۰۰۲؛ جلمن و پوترکا، ۲۰۰۵)، گریپ فروت (جیفون و سیورسن، ۲۰۰۱؛ جیفون و سیورسن، ۲۰۰۳)، زیتون (برمه و همکاران، ۱۳۹۰)، انار (ملگارجو و همکاران، ۲۰۰۴؛ وانس و همکاران، ۲۰۰۴)، گردو (روستایی و همکاران، ۲۰۰۶) و گوجه فرنگی (کانتور و همکاران، ۲۰۰۹) گزارش شده است. کدخدا و شمشیری (۱۳۹۸) اثر محلول پاشی کائولین، فسفر و پتاسیم بر فتوسنتز و برخی شاخص‌های آن در درختان پسته رقم کله قوچی مورد بررسی قرار دادند و اینطور نتیجه گیری کردند که کاربرد این ترکیب در تیرماه، شرایط تنش (گرما و تشعشع) کاهش داد و بهره‌وری فتوسنتزی درختان افزایش یافت. عزیززی و همکاران (۲۰۱۳) تاثیر کائولین در درختان پسته رقم اوحدی مورد بررسی قرار دادند. نتایج پژوهش آن‌ها نشان داد که کائولین سبب افزایش وزن تر محصول، اونس و کاهش پوکی و عارضه زودخندانی گردید. نتایج پژوهش آن‌ها هم‌راستا با نتایج هاشمی نسب و همکاران (۱۳۹۹) در ارتباط با کاربرد گوگرد معدن زرکوه در عملکرد کمی و کیفی محصول سه رقم تجاری احمدآقایی، اوحدی و اکبری بود. آن‌ها این‌طور نتیجه گیری کردند که غلظت‌های بالای گوگرد معدن زرکوه باعث کاهش معنی‌دار تعداد میوه در هر واحد اونس و افزایش معنی‌دار درصد عیار مغز در رقم احمدآقایی؛ افزایش معنی‌دار درصد خندانی و کاهش معنی‌دار درصد دهان بست در دو رقم احمدآقایی و اوحدی در مقایسه با تیمارهای شاهد و سموم گردید.

۵-۲- اثر تیمارهای اعمال شده بر شاخص‌های مورد بررسی رنگ سنجی

شاخص رنگ سنجی، یکی از شاخص‌های ارزیابی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی محصول می‌باشد که می‌تواند به صورت کمی نیز مورد ارزیابی قرار گیرد. اندازه‌گیری کمی رنگ توسط ابزاری ویژه به نام رنگ‌سنج (Colorimeter) براساس میزان نور منعکس شده از سطح جسم یا نور عبوری از جسم انجام می‌شود و مکمل اندازه‌گیری‌های کیفی باشد (پاتاره و همکاران، ۲۰۱۳). در نهایت تغییرات آن به غلظت رنگیزه‌ها نسبت داده شود. به عنوان مثال شاخص رنگ L^* در محور عمودی ارتباط مستقیمی با روشنایی یا درخشندگی میوه در محدوده ۰ (سیاه) تا ۱۰۰ (سفید) دارد و کاهش آن به معنی تیره‌تر بودن رنگ میوه است که می‌تواند ناشی از قهوه‌ای شدن یا افزایش مقدار رنگیزه‌ها باشد. در ارزیابی شاخص a در برگ منفی (نشانگر سبزی) و در میوه مثبت (نشانگر مقدار قرمزی) است. شاخص b^* در مقادیر مثبت بیانگر رنگ زرد است (آزادشهرکی و کفاشان، ۱۳۹۶). فرناندرز-وازکوئیر (۲۰۱۱) روابط معنی‌داری بین ویژگی‌های رنگ و روشنایی، خلوص با خواص کیفیت محصول در پرتقال گزارش دادند. نتایج ارتباط شاخص‌های رنگ با ویژگی‌های شیمیایی میوه در ارقام سیب گوشت قرمز و سفید نشان داد که شاخص قرمزی با مقدار آنتوسیانین میوه، شاخص طعم میوه با هیو پوست، مقدار روشنایی با زردی پوست میوه و هدایت الکتریکی با مقدار قند میوه در ارتباط بود. شاخص زردی (b^*) با آنتوسیانین پوست و گوشت ارتباط منفی معنی‌دار داشت. نتایج تحقیق آن‌ها نشان داد که تفاوت‌های معنی‌داری در شاخص‌های رنگ بین ارقام سیب وجود داشت (جباری و همکاران، ۱۳۹۸).

در ارتباط با محصول پسته تغییرات رنگ پوست نرم روی میوه در زمان رسیدن، بسته به رقم از سبز به سفید عاجی یا گلی تا قرمز و ارغوانی یا کرم رنگ تغییر رنگ می‌یابد. از آنجا که رنگ میوه تحت تأثیر شرایط محیطی، نوع و رقم میوه می‌باشد و همچنین یکی از شاخص‌های رسیدن محصول نیز می‌باشد (انصاری و محمدی، ۲۰۱۲) بنابراین عواملی که بر رنگ برگ و پوست میوه تأثیرگذار باشند باعث تغییر شاخص‌های رنگ

می‌شوند (میردهقان و همکاران، ۲۰۱۲). نتایج ارزیابی رنگ‌سنجی این پژوهش در ارقام مختلف طی دو زمان نمونه‌برداری نشان داده است که شاخص a در برگ منفی (نشانگر سبزی) و در میوه مثبت (نشانگر مقدار قرمزی) بود. نتایج ارزیابی رنگ‌سنجی در میوه نشان داد که بیشترین شاخص a^* و کروما به ترتیب مربوط به رقم اوحدی (۸، ۳۵/۴)، احمدآقایی (۷/۵، ۱۹/۵) و اکبری (۴، ۲۱/۶) بود. بالا بودن ویژگی رنگی a (میزان قرمزی) و C (شدت رنگ)، نشان دهنده شدت رنگ قرمز است که با نتایج پژوهشی آپارا و همکاران (۲۰۰۹) و وانگ و همکاران (۲۰۱۵) مطابقت دارد. این شاخص برای تیمارهای کاربرد گوگرد معدن زرکوه در رقم اوحدی افزایش داشت. مشخص شده است که عوامل ژنوتیپی (نوع رقم)، فیزیولوژیکی و محیطی (دما و نور) در تولید آنتوسیانین نقش دارند (جباری و همکاران، ۱۳۹۸؛ قربانی و بخشی، ۲۰۱۲). بر اساس نتایج، شاخص درخشندگی پوست نرم روی میوه در ارقام مورد بررسی طی دو دوره متوالی تحت تاثیر تیمارهای گوگرد معدن زرکوه در مقایسه با تیمارهای شاهد، سموم موتو و کنفیدور، با افزایش کروما افزایش یافت.

نتایج همبستگی پیرسون در شاخص رنگ‌سنجی میوه ارقام تجاری مورد بررسی نشان داد که بیشترین میزان تغییر رنگ تحت تاثیر تیمارهای گوگرد معدن زرکوه در رقم احمدآقایی بود. در این رقم، میزان تغییر رنگ در زمان رسیدن میوه تحت تاثیر میزان زردی، درخشندگی و کروما بود. بر اساس نتایج تیمارهای گوگرد معدن زرکوه باعث افزایش معنی‌دار در این شاخص‌ها گردید. نتایج بدست آمده از شاخص رنگ‌سنجی با نتایج بدست آمده از تجزیه واریانس و مقایسه میانگین حاصل از اندازه‌گیری درصد میوه‌های نارس مطابقت داشت. بر اساس نتایج این جدول، نشان داد که تحت تاثیر تیمارهای اعمال شده درصد محصول رسیده در تیمارهای ۶۰ و ۷۰ کیلوگرم در هزار لیتر آب ۳۱ درصد و در تیمار ۴۰ کیلوگرم در هزار لیتر آب ۲۵ درصد در مقایسه با شاهد (تیمار آب پاشی و صابون) افزایش داشت. چنانچه نتایج مربوط به روش خوشه‌بندی (کلاسترینگ) برای ۸ تیمار این رقم نشان داد که غلظت‌های ۴۵، ۶۰ و ۷۰ کیلوگرم در هزار لیتر آب گوگرد معدن زرکوه به‌عنوان تاثیرگذارترین تیمارها در رقم احمدآقایی بودند.

نتایج همبستگی پیرسون در میوه رقم اوحدی نشان داد که میزان قرمزی میوه در ارتباط با شاخص هیو بود. نتایج تجزیه واریانس و مقایسه میانگین حاصل از اندازه گیری درصد میوه های نارس نشان داد که تحت تاثیر تیمارهای اعمال شده گوگرد معدن زرکوه درصد محصول رسیده در مقایسه با شاهد (تیمار آب پاشی و صابون) افزایش داشت. نتایج مربوط به روش خوشه بندی (کلاسترینگ) برای ۷ تیمار این رقم نشان داد که غلظت های ۶۰ و ۷۰ کیلوگرم در هزار لیتر آب گوگرد معدن زرکوه به عنوان تاثیر گذارترین تیمارها بودند.

نتایج همبستگی پیرسون در میوه رقم اکبری نشان داد که میزان زردی میوه در ارتباط با شاخص درخشندگی بود. نتایج تجزیه واریانس و مقایسه میانگین حاصل از اندازه گیری درصد میوه های نارس نشان داد که تحت تاثیر تیمارهای اعمال شده درصد محصول رسیده ۳۵، ۲۹ و ۲۱ درصد در مقایسه با شاهد (تیمار آب پاشی و صابون) افزایش داشت. نتایج مربوط به روش خوشه بندی (کلاسترینگ) برای ۶ تیمار این رقم نشان داد که غلظت های ۳۰، ۶۰ و ۷۰ کیلوگرم در هزار لیتر آب گوگرد معدن زرکوه به عنوان تاثیر گذارترین تیمارها بودند.

بر اساس نتایج رنگ سنجی می توان اینطور نتیجه گیری کرد که اگرچه رنگ پوست یکی از شاخص های رسیدن میوه است اما به نظر می آید که گوگرد معدن زرکوه در مراحل فنولوژی رشد و نمو میوه تاثیر گذار بوده است. نتایج بدست آمده با نتایج هاشمی نسب و همکاران (۱۳۹۹) مطابقت دارد که استفاده از گوگرد معدن زرکوه در غلظت های بالا به ویژه ۶۰ و ۷۰ کیلوگرم موجب تسریع در زمان آغاز پرشدن مغز و رسیدگی میوه و افزایش کمیت و کیفیت محصول پسته ارقام تجاری احمدآقایی، اکبری و اوحدی گردید.

نتایج شاخص رنگ سنجی برگ ارقام تجاری اوحدی، احمدآقایی و اکبری نشان داد که شاخص کروما تحت تاثیر تیمارهای گوگرد معدن زرکوه در مقایسه با تیمارهای شاهد، سموم مونتو و کنفیدور افزایش داشت و شاخص a^* منفی رو به افزایش و شاخص b^* (زردی) کاهش یافت. بنابراین می توان اینطور نتیجه گیری کرد که گوگرد معدن زرکوه تاثیر معنی داری در شاخص a^* داشت که نشان دهنده افزایش اشباع رنگی میزان سبزینگی در برگ بود.

رنگ سبز به واسطه وجود کلروفیل می‌باشد و زایل شدن رنگ سبز در نتیجه فرسایشی ساختار کلروفیل صورت می‌گیرد. عوامل اصلی فرسایشی کلروفیل، تغییرات (pH به علت نشت اسیدهای آلی از واکنش)، سیستم‌های اکسیدکننده و کلروفیلازها می‌باشند. بنابراین زایل شدن رنگ سبز بستگی عواملی دارد که سبب تخریب کلروفیل می‌شوند (واحد و همکاران، ۲۰۰۷).

نتایج تاثیر گوگرد معدن زرکوه در غلظت‌های بالا به ویژه ۶۰ و ۷۰ کیلوگرم در هزار لیتر آب در افزایش سلامت و ماندگاری برگ‌ها و به دنبال آن بهبود فرآیند فتوسنتز در گزارش‌های نسبی و همکاران نیز آورده شده است که با نتایج این پژوهش در ارتباط با سلامت برگ مطابقت دارد.

مطالعه امامی (۱۳۹۹) در پروژه دیگر از این طرح پژوهشی نشان داد که غلظت‌های بالای گوگرد معدن زرکوه بر کنترل جمعیت پسیل کارایی بیشتری نشان داده‌اند. از آنجا که تغذیه پوره‌های پسیل موجب زردی و رنگ پریدگی برگ‌ها می‌شود، کنترل پسیل توسط گوگرد معدن زرکوه می‌تواند یکی از عوامل سلامت و بهبود شرایط برگ باشد که با نتایج این پژوهش در ارتباط با سلامت برگ مطابقت دارد.

به نظر می‌آید بهبود سلامت برگ طی دوره رشد زایشی محصول مربوط به نوع ترکیبات موجود در آن نیز باشد. بر اساس گواهینامه ثبت مواد کودی به شماره ۲۴۳/۸۵۳۶ گوگرد معدن زرکوه از وزارت جهاد کشاورزی و از موسسه تحقیقات خاک و آب، این ترکیب دارای مواد آلی (۱۵ درصد)، کلسیم محلول در آب (۳/۱ درصد)، گوگرد عنصری (۱۴/۵ درصد)، گوگرد محلول (۸/۲ درصد)، گوگرد کل (۲۲/۷ درصد)، حلالیت (۳/۵ درصد) با شوری پایین (۱/۱ دسی‌متر) است. گوگرد به عنوان ماده معدنی ضروری (چهارمین عنصر پرنیاز غذایی اصلی بعد از نیتروژن) است. نود درصد گوگرد موجود در گیاه در سنتز آمینو حاوی گوگرد که جزء اصلی پروتئین‌ها در گیاه استفاده می‌شود. گوگرد مهمترین عنصر آنزیم‌های متابولیسم نیتروژن مانند نترات ردوکتاز (NR) است. کمبود گوگرد باعث کاهش جذب نیتروژن و تاثیر آن بر محتوای پروتئین می‌شود (یانگ و همکاران، ۲۰۰۷؛ زی و همکاران، ۲۰۱۷). نتایج بدست آمده با نتایج تو و همکاران (۲۰۱۷) در ارتباط با تاثیرات گوگرد معدن زرکوه در

کاهش تنش دمایی بالا و تاثیرات آن در عملکرد و کیفیت محصول نیز مطابقت دارد. تاثیر عناصر ماکرو در فعالیتهای آنزیمی و همچنین فرایندهای فیزیولوژیکی از جمله فتوسنتز و بهبود رشد و عملکرد درختان نیز ثابت شده است (خان و همکاران، ۲۰۰۹). کدخدا و شمشیری (۱۳۹۹) تاثیر محلول پاشی کائولین به همراه عناصر غذایی بر شاخصهای فتوسنتزی رقم کله قوچی را مورد بررسی قرار دادند. نتایج پژوهش آنها نشان داد که محلول پاشی توأم کائولین با عناصر غذایی باعث افزایش قابل توجهی در مقدار کلروفیل a برگ در تمام زمانهای نمونه گیری شد که طی مرحله چهارم نمونه گیری، بیشترین مقدار کلروفیل a برگ مشاهده گردید.

۵-۳- اثر تیمارهای اعمال شده بر شاخصهای مورد بررسی فتوسنتزی

نتایج تجزیه واریانس صفات حاصل از اندازه گیری شاخصهای اکوفیزیولوژیکی تحت تاثیر تیمارهای مختلف در ارقام مورد بررسی نشان داد که تغییرات فتوسنتز، هدایت روزنه‌ای و تعرق در سطح برگ در ارتباط با نوسانات دمای برگ، کسر فشار بخار و غلظت CO₂ بود. نتایج این پژوهش نشان داد که تحت تاثیر دماهای بالا، هدایت روزنه‌ای در تیمار شاهد و سموم مونتو و کنفیدور کاهش داشت. براساس نتایج جدول تجزیه واریانس، گوگردپاشی معدن زرکوه در ارقام مورد بررسی، تأثیر معنی داری بر نرخ فتوسنتز، تعرق، پارامترهای فتوسنتزی نظیر تبادلات گازی، هدایت روزنه‌ای و همچنین تعرق داشت. این موضوع می‌تواند نشان دهنده این باشد که گوگردپاشی معدن زرکوه، تبادلات گازی را مختل نمی‌کند و روزنه‌ها را نمی‌بندد. بر اساس نتایج در غلظت‌های بالا گوگردپاشی معدن زرکوه (۶۰ کیلوگرم در هزار لیتر آب)، محتوای آب اتمسفر، محتوای CO₂ اتمسفر، هدایت روزنه‌ای، تعرق تحت تأثیر قرار گرفت و افزایش یافت. نتایج دمای سطح برگ نیز نشان داد که گوگردپاشی معدن زرکوه در غلظت‌های بالا تأثیر معنی داری در کاهش دمای سطح برگ داشت. بنابراین بهبود شدت فتوسنتز، هدایت روزنه‌ای و تعرق تحت تأثیر تیمارهای گوگردپاشی معدن زرکوه در غلظت ۶۰ و ۷۰

می‌تواند به دلیل بهبود تنش گرمایی، کاهش دمای سطح برگ و افزایش هدایت روزنه نسبت داد که با نتایج روزبان و همکاران (۱۳۸۸) مطابقت دارد.

روزبان و همکاران (۱۳۸۸) گزارش دادند هدایت روزنه‌ای ارقام تحت تاثیر افزایش محیطی دما، کاهش می‌یابد و بین ارقام نیز متغیر است. هدایت روزنه‌ای برگ‌های رقم پسته بادامی اساساً توسط کسر فشار بخار بالاتر از ۳/۵ کیلوپاسکال و دمای بالاتر از ۳۲ درجه سانتی‌گراد و در رقم قزوینی توسط کسر فشار بخار بالاتر از ۳/۵ کیلوپاسکال و دمای بالاتر از ۳۳ درجه سانتی‌گراد محدود گردید. کاهش هدایت روزنه‌ای در اثر بسته شدن جزئی روزنه‌ها به دلیل افزایش کسر فشار بخار برگ به هوا و هدررفت کربن تثبیت شده به دلیل تنفس نوری ایجاد شده در اثر افزایش دمای هوا و برگ، عنوان عوامل اصلی کاهش دهنده نرخ فتوسنتز خالص ژنوتیپ‌های پسته ذکر شده است که با نتایج بدست آمده از این پژوهش مطابقت دارد.

هدایت روزنه‌ای عمدتاً تحت تأثیر ساختار ژنتیکی و نوع رقم است. معمولاً ساختار آناتومی گیاه سبب حفظ ظرفیت فتوسنتزی تحت تاثیر تنش می‌گردد. (جیو و همکاران، ۲۰۱۶). افزایش دما به عنوان عامل محدودکننده، از طریق بسته شدن روزنه‌ها و کاهش تبادلات گازی تحت تاثیر قرار می‌دهد (ورایت، ۲۰۰۰؛ لی و همکاران، ۲۰۱۳؛ دناکسا و همکاران، ۲۰۱۲؛ بوشنر و همکاران، ۲۰۱۵). تنظیم تعرق برگ از طریق بسته شدن روزنه‌ها ممکن است به عنوان سازوکار مقاومت به تنش باشد، اما با کاهش فتوسنتز به مصرف نشدن CO₂ و افزایش غلظت آن منجر می‌شود (اشرف و هریس، ۲۰۱۳) که با نتایج بدست آمده از این پژوهش مطابقت دارد. کاهش غلظت CO₂ درون سلولی (Ci) در شرایط تنش ملایم و افزایش آن در تنش‌های شدید در گیاهان مختلف گزارش شده است. در شرایط تنش ملایم عامل محدودکننده فتوسنتز، روزنه‌ها می‌باشند. در این شرایط بسته شدن روزنه‌ها و کاهش ورود CO₂، کاهش فتوسنتز خالص را به دنبال دارد. بنابراین مقادیر پایین غلظت CO₂ درون سلولی (Ci) نشان دهنده این موضوع است که هنوز ظرفیت فتوسنتزی کلروپلاست‌ها تحت تأثیر تنش قرار نگرفته است و کاهش هدایت روزنه‌ای منجر به کاهش Ci شده است. ضمن این که با افزایش

فتوستنتز میزان C_i کاهش می‌یابد. در تنش بالا، فتوستنتز خالص و هدایت روزنه‌ای در برگ تا حد زیادی متوقف می‌شود. بنابراین با کاهش ظرفیت فتوستنتزی کلروپلاست‌ها و یا کاهش بازده کربوکسیلاسیون، C_i حداکثر مقدار خود می‌رسد (احمدی و بیکر، ۱۳۷۹؛ سی‌وسه‌مرده و همکاران، ۱۳۸۳؛ باقری و همکاران، ۱۳۹۳). بر اساس نتایج این پژوهش، غلظت دی‌اکسید کربن زیر روزنه‌ای تحت تأثیر تیمارهای اعمال شده قرار نگرفت. بر اساس بررسی منابع در گیاهانی که هدایت مزوفیلی بیش از هدایت روزنه‌ای باشد، حتی با وجود کاهش هدایت روزنه‌ای و محدود شدن ورود CO_2 به داخل روزنه‌ها به علت افت کارآیی کربوکسیلاسیون و کاهش مصرف CO_2 ، غلظت آن در زیر اتاقک روزنه‌ای افزایش می‌یابد (سی‌وسه‌مرده و همکاران، ۲۰۰۵؛ یاموری و همکاران، ۲۰۱۳). بنابراین اگر کاهش فتوستنتز با افزایش یا ثبات غلظت CO_2 درون روزنه‌ای همراه باشد می‌توان گفت که عوامل غیرروزنه‌ای، محدودکننده فتوستنتز می‌باشند (سی‌وسه‌مرده و همکاران، ۲۰۰۵). بر اساس بررسی منابع، تولید پایدار را مستلزم تعرق، هدایت روزنه‌ای و هدایت مزوفیلی بالا در شرایط تنش می‌دانند (اومی و همکاران، ۲۰۰۷). گزارش روزبان و همکاران (۱۳۸۸) در ارتباط با الگوی روزانه تبادلات گازی برگ نیز نشان داد که اُفت نرخ فتوستنتز خالص طی افزایش دما تا حدود زیادی تحت تأثیر عوامل روزنه‌ای بودند، هرچند که عوامل غیر روزنه‌ای نیز در این پدیده دخالت داشته‌اند.

محدودیت‌های غیرروزنه‌ای نرخ جذب CO_2 به افزایش فعالیت اکسیژنازی روبیسکوو به چرخه کلونین نسبت داد که در اثر افزایش دمای برگ تحریک می‌گردد (تیاژ و زیگر، ۲۰۰۲). بنابراین با افزایش دما، میل ترکیبی روبیسکوو با CO_2 کاهش می‌یابد و در مقابل، تنفس نوری افزایش می‌یابد. در نتیجه هزینه تثبیت خالص CO_2 بالا می‌رود و بنابراین به صورت کاهش عملکرد کوانتومی تثبیت کربن در دماهای بالا نمایان می‌شود (تیاژ و زیگر، ۲۰۰۲).

ارقام پسته عمدتاً سازگاری قابل توجهی با شرایط خشکی دارند و در مناطقی با دمای بالای و رطوبت پایین رشد می‌کنند. اما در گونه‌های اهلی پسته در شرایط کسر پایین فشار بخار، کنترل قدرتمند عوامل

روزنه‌ای در مصرف آب وجود ندارد (ال صغیر و پورتر، ۲۰۰۵ و ۲۰۰۶). اما کارائی بالای اکوفیزیولوژیکی آن‌ها به عنوان پاسخ سازگاری برای رسیدن به مقادیر بالای جذب کربن در ازای هر واحد آب از دست رفته، تلقی می‌شود (دپالما، ۱۹۹۸).

درجه حرارت به علت نقش فراگیری که در تنظیم نرخ واکنش‌های بیوشیمیایی و تبادل انرژی و گاز CO₂ میان گیاه و اتمسفر دارد و بر فتوسنتز تأثیر گذار است (دا سیلوا، ۲۰۱۳). در شدت نور بالا یا پایین، میزان انتشار CO₂ از هوا به روزنه، عامل اصلی جذب CO₂ است (منگیستو و همکاران، ۲۰۱۱؛ تیاژ و همکاران، ۲۰۱۵). بر اساس نتایج این پژوهش گوگرد معدن زرکوه در غلظت‌های بالا (۶۰ و ۷۰ کیلوگرم در هزار لیتر آب) تأثیر معنی‌داری در افزایش محتوای CO₂ اتمسفر داشت که نشان دهنده بهبود فتوسنتز در این شرایط می‌باشد.

نرخ خالص فتوسنتز تحت تأثیر نوع گونه گیاهی، دما، و شرایط محیطی است (مهرج و همکاران، ۲۰۱۴). با افزایش فرآیند فتوسنتز، دی‌اکسید کربن موجود در فضای بین سلولی به شدت کاهش می‌یابد. به این صورت که CO₂ موجود در فضای بین سلول‌های اسفنجی مزوفیل، وارد سلول‌ها و در نتیجه وارد پلاست‌های موجود در سلول‌ها می‌شود. بنابراین یک شیب کاهش غلظت CO₂ در فضای بین سلولی ایجاد می‌گردد. به دنبال این شیب کاهش، هدایت روزنه‌ای همگام با افزایش شدت نور، افزایش می‌یابد. بنابراین، مقدار بیشتری از CO₂ وارد فضای بین سلولی شده و از طرفی به دلیل افزایش شدت تشعشع اعمال شده، نیاز به خنک شدن و دفع بخار آب موجود در فضای بین سلولی، توسط گیاه احساس می‌گردد. با افزایش شدت نور تاییده شده بر سطح برگ، هدایت روزنه‌ای CO₂ برگ و نیز تبخیر و تعرق سطح برگ افزایش یافته به طوری که دو خصوصیت فیزیولوژیکی مزبور به حداکثر می‌رسد جایی که حداکثر نرخ فتوسنتز نیز مشاهده می‌گردد (کرونیک، ۲۰۰۰).

کاهش میزان فتوسنتز تحت تأثیر تنش‌های دمایی عمدتاً مربوط به بسته شدن روزنه‌ها (کاهش دسترسی کلروپلاست را به CO₂) و کاهش پتانسیل آب و تأثیر مستقیم آن بر ساختمان اجزای دخیل در فرآیند فتوسنتز دارد (راماچاندری و همکاران، ۲۰۰۴؛ کرونیک، ۲۰۰۰). در نتیجه بسته شدن روزنه و کاهش ورود دی‌اکسید کربن

به درون برگ، فتوستنتر خالص کاهش می‌یابد (آندالیسی، ۲۰۰۹). نتایج این پژوهش نیز نشان داد که با افزایش دما نرخ خالص فتوستنتر کاهش می‌یابد. بالا بودن نرخ خالص فتوستنتر در این پژوهش تحت تأثیر تیمارهای گوگرد معدن زرکوه در غلظت‌های بالا (۶۰ و ۷۰ کیلوگرم در هزار لیتر آب)، نشان‌دهنده تأثیر مثبت این تیمارها در افزایش ظرفیت فتوستنتری برگ بود.

تبادلات گازی و فلورسانس کلروفیل بخش جدایی ناپذیر فرایند فتوستنتر در برگ هستند. طی واکنش‌های نوری، رنگدانه‌های فتوستنتری انرژی نورانی را از طریق فتوسیستم یک و دو جذب کرده و آن را به انرژی شیمیایی تبدیل می‌نمایند که این انرژی برای تثبیت دی‌اکسید کربن در واکنش‌های تاریکی به کار گرفته می‌شود. در صورتی که میزان جذب انرژی نورانی فراتر از فرایند‌های فتوشیمیایی تثبیت دی‌اکسید کربن باشد بازتابش به صورت گرما و فلورسانس کلروفیل است. افزایش استفاده از انرژی نورانی جذب‌شده در واکنش‌های تاریکی باعث کاهش فلورسانس کلروفیل می‌گردد (ساین و ردی، ۲۰۱۴).

نتایج این پروژه نشان داد که کاربرد گوگردپاشی معدن زرکوه سبب افزایش نسبت فلورسانس متغیر به حداکثر و بهبود کارایی دستگاه فتوستنتری گردید. بر اساس نتایج این پژوهش تیمارهای گوگرد معدن زرکوه تأثیر معنی‌داری در بهبود وضعیت رنگدانه‌ها و فرایند فتوستنتری برگ درختان پسته تیمار شده داشته‌اند. بر اساس نتایج کارایی دستگاه فتوستنتری (PI) و نسبت فلورسانس متغیر به حداکثر (Fv/Fm) در تیمارهای کاربرد گوگرد معدن زرکوه در غلظت‌های بالای ۶۰ کیلوگرم در هزار لیتر آب بیشتر بود. بنابراین می‌توان اینطور نتیجه‌گیری کرد که گوگرد معدن زرکوه در غلظت‌های ۶۰ کیلوگرم در هزار لیتر به بالا با تعدیل شرایط تنش (گرما و تشعشع) سبب کاهش تجزیه کلروفیل و بهبود فرایند فتوستنتر موثر است. نتایج این پژوهش با نتایج محققین دیگر در ارتباط با نقش ترکیبات تعدیل‌کننده دما مطابقت دارد (وینبوم و همکاران، ۲۰۰۱؛ ژاوا و همکاران، ۲۰۰۱؛ مارشنر و همکاران، ۲۰۱۱؛ خالقی و همکاران، ۲۰۱۵؛ بوسادیا و همکاران، ۲۰۰۱).

بر اساس نتایج روزبان و همکاران (۱۳۸۸) تاثیرات افزایش دمای برگ بر عملکرد کوانتومی تثبیت کربن تا رسیدن به دمای 24°C افزایشی بود اما طی افزایش دما به محدوده 40°C درجه سانتی گراد دارای سیر نزولی بود این نتایج مربوط به ارقام پسته بادامی و قزوینی بود. این موضوع نشان دهنده تاثیرات تنش گرما بر کارکرد دستگاه فتوسنتزی می باشد. در این پژوهش افزایش کارایی دستگاه فتوسنتزی (PI) و نسبت فلورسانس متغیر به حداکثر (F_v/F_m) تحت تأثیر گوگرد معدن زرکوه در غلظت‌های بالا، نشان‌دهنده تأثیر مثبت این تیمارها بر ظرفیت فتوسنتزی برگ است.

۵-۴- سایر خسارت‌های احتمالی گوگرد معدن زرکوه از طریق پرسشنامه

به طور کلی شرایط آب و هوایی به ویژه دما در گوگردپاشی معدن زرکوه حائز اهمیت است. سم پاشی و یا محلول پاشی در ساعات گرم و آفتابی عارضه سوختگی را تشدید می کند، وجود قطرات آب بر روی میوه در زمان تابش شدید نور خورشید باعث تمرکز نور خورشید بر روی قمس‌های خاصی از میوه شده و به دلیل گرمای زیاد تولید شده سلولهای بافت پوست سبز از بین رفته و ایجاد لکه‌هایی را روی میوه و برگ می کند. بنابراین محلول پاشی در دماهای بالا به خصوص در عصر منجر به تشدید خسارت گردید. توجه این موضوع بر اساس بررسی منابع این بود که عمدتاً واکنش گیاه زمانی که در دماهای بالا قرار می گیرد مربوط به فرایند تعریق است که منجر به دفع انرژی خورشیدی جذب شده توسط برگ‌ها می گردد و از این طریق در کاهش دمای کانوپی درختان تأثیرگذار است. اما تحت شرایط تنش دمایی به دلیل اینکه روزنه‌ها در اثر کمبود آب بسته می شوند، طی فرایند محلول پاشی، فرایند تبخیر در خنک شدن برگ‌ها تأثیر ندارد. در چنین شرایطی عمده تلفات گرمایی از طریق تلفات محسوس گرمایی است که کارآیی چندانی در خنک کردن برگ‌ها ندارد و در نتیجه دمای کانوپی افزایش می یابد. افزایش دمای کانوپی و افزایش تنش گرمایی طی محلول پاشی ساعات گرم روز در سایر درختان نیز تأیید شده است (اردم و همکاران، ۲۰۰۶). بهترین زمان گوگردپاشی معدن زرکوه زمانی است که درجه

حرارت از ۸۰ درجه فارنهایت (۲۶ درجه سانتی گراد) کمتر باشد، باد وجود نداشته باشد و بارندگی هم پیش بینی نشده باشد. بر اساس بررسی منابع محلول پاشی با منابع آبی که محتوی املاح می باشند می توانند از راه شوری باعث خسارت به سایبان درخت گردند (ملگاریجو و همکاران، ۲۰۰۴) که با نتایج مطالعات میدانی مربوط به خسارت های احتمالی در این پروژه مطابقت دارد. استفاده از ترکیبات همراه جهت افزایش تعلیق نیز مهم می باشند. نوع ترکیبات، اگر سبب تغییر ضخامت لایه واکسی در کوتیکول و حتی ساختار فیزیکی آن را در سطح برگ گردند می توانند آسیب های جبران ناپذیری به قسمت های مختلف درختان از جمله برگ و محصول وارد نمایند.



شکل ۵-۱- کاربرد ترکیبات همراه نامناسب در سوسپانسیون گوگردی (خسارت برگ و خسارت محصول)
 تاثیرپذیری گوگرد معدن زرکوه در کنترل پسیل به نحوه کاربرد آن بر می گردد. بنابراین شیوه نامناسب نحوه سم پاشی در غلظت های توصیه شده می تواند خسارت ناشی از عدم کنترل پسیل را از جمله برگریزی افزایش دهد. با توجه به اینکه فرم گوگرد سوسپانسیون است. بنابراین استفاده از همزن هیدرولیکی قوی جهت ایجاد پوشش یکنواخت ضروری است. تکنیک های اصولی می توانند مهمترین عوامل موثر در کاهش این صدمات گردند. کالیبراسیون سم پاش به منظور یکنواختی انتقال سم در سطح باغ حائز اهمیت است. همچنین نوع نازل یا افشانک، سرعت پیشروی تراکتور و فشار پمپ عوامل مهمی در موفقیت سم پاشی می باشند. در صورتی که در هنگام پاشش، فشار و سرعت بالا باشد، علاوه بر عدم یکنواختی پوشش در سطح برگ به دلیل ضربه مکانیکی می تواند میزان خسارت به سطح برگ و میوه ها را افزایش دهد. بنابراین در زمان شروع پاشش، حتما سر سرلانس روی زمین قرار

گيرد تا مقداری محلول خارج شود و بعد از آن با در نظر گرفتن موارد ذکر شده، به حالت مه پاشی درختان شستشو گردند. عمده خسارت‌ها معمولاً در شروع محلول‌پاشی در چند ردیف اول یا چند ردیف آخر که در زمان اتمام آب مخزن باشد، مشهود و مشخص می‌باشد به خصوص زمانی که همزن با کارکرد صحیح در مخزن نباشد. بنابراین به نظر می‌آید مخازن به طول بیشتر و عرض کمتر که دارای همزن هیدرولیکی قوی می‌باشند بهترین کارایی کاربرد گوگردپاشی یا ترکیبات سوسپانسونی دارند.



شکل ۵-۲- خسارت ضربه مکانیکی در میوه ناشی از فشار یا سرعت بالای انتقال سوسپانسیون عوامل مدیریتی تشدید کننده خسارت از جمله هرس نابهنگام و شدید در تابستان، خشکیدگی سرشاخه در اثر ضعف درخت و بیماری‌ها با از بین رفتن شاخ و برگ، تنش آبیاری، تنش آفات (خسارت سن) و تنش بیماری (نماتد، گموز) به دلیل کاهش سطح و تعداد برگ، تنش‌های تغذیه‌ای از جمله کمبود کلسیم می‌توانند از عوامل تشدید کننده خسارت باشند. در باغات سنتی و قدیمی که فاصله درختان نزدیک به هم است و امکان ورود باد به باغ و جابجایی هوای بسیار گرم وجود ندارد در چنین شرایطی اگر دو یا سه روز متوالی دماهای بالا وجود داشته باشد خسارت می‌تواند کل شاخه حاوی میوه رو در برگیرد. در مناطقی با بافت خاک سبک و شنی به دلیل پایین بودن ذخیره رطوبتی و انعکاس نور خورشید خسارت بیشتر است. در خاک شنی عارضه‌ها شدیدتر

است. در خاک شور به علت براق و سفید رنگ بودن سطح خاک بازتابش نورمی تواند تشدید کننده خسارت در قسمت‌های انتهایی درخت باشد. کم بودن پوشش گیاهی در سطح باغ در رطوبت نسبی محیط تاثیر گذار است.

نتیجه‌گیری

۱. عارضه‌های موجود در باغ پسته بر روی میوه پسته شامل ۱- سوختگی سطح میوه، ۲- ایجاد لکه‌های قهوه‌ای در پوست سطحی و ۳- خروج شیره از پوست روئی میوه پسته بودند. نتایج نشان داد دماهایی بالا مهمترین عامل خسارت میوه در ارقام مورد بررسی بودند.
۲. رقم اوحدی کمترین خسارت میوه را در مقایسه با ارقام احمدقایی و اکبری داشت.
۳. نتایج بررسی وضعیت تشکیل مغز در عارضه‌های مشاهده شده حاکی از آن بود که درصد تشکیل مغز در خسارت لکه‌ای ۸۰ درصد و در خسارت سوختگی ۶۰ درصد می باشد.
۴. اثرات خسارت در سلامت جوانه و ریزش آن مشاهده نشد.
۵. تیمارهای گوگرد معدن زرکوه در غلظت‌های بالا ۶۰ و ۷۰ کیلوگرم در هزار لیتر آب با پوشش یکنواخت سفیدرنگ روی سطح کانوپی درختان پسته، در دفع گرما موثر بودند و به طور معنی‌داری شاخص شدت خسارت و درصد خسارت ناشی از دماهای بالا را کاهش دادند.
۶. تیمارهای گوگرد معدن زرکوه در غلظت‌های ۶۰ و ۷۰ کیلوگرم در هزار لیتر آب تاثیر معنی‌داری در وضعیت رشد مغز و زمان رسیدن محصول داشتند.
۷. نتایج حاصل از رنگ‌سنجی پوست نرم رویی میوه پسته نشان داد که کاربرد گوگرد در غلظت‌های ۶۰ و ۷۰ کیلوگرم در هزار لیتر آب در تسریع مراحل فنولوژی رشد و نمو میوه پسته در سه رقم تجاری پسته تاثیر گذار بوده است.
۸. تیمارهای گوگرد معدن زرکوه در غلظت‌های ۶۰ و ۷۰ کیلوگرم در هزار لیتر آب، تاثیر معنی‌داری در بهبود شرایط فتوسنتز و کارکرد دستگاه فتوسنتزی داشتند. این موضوع می‌تواند نشان‌دهنده این باشد که محلول‌پاشی گوگرد معدن زرکوه، تبدلات گازی را مختل نمی‌کند و روزنه‌ها را نمی‌بندد.
۹. گوگرد معدن زرکوه در غلظت‌های ۶۰ و ۷۰ کیلوگرم در هزار لیتر آب تاثیر معنی‌داری در افزایش اشباع رنگی میزان سبزی‌نگی در برگ داشت. رنگ سبز به واسطه وجود کلروفیل می‌باشد و زایل شدن رنگ سبز در نتیجه از بین رفتن ساختار کلروفیل می‌باشد.
۱۰. نتایج مطالعات میدانی بر اساس پرسشنامه در ارتباط با خسارت‌های احتمالی گوگرد معدن زرکوه نیز نشان داد که شرایط آب و هوایی به ویژه دما در گوگردپاشی معدن زرکوه حائز اهمیت است و سایر

خسارت‌ها مربوط به نحوه پاشش گوگرد می باشند که ضمن خسارت ناشی از عدم کنترل موثر آفت (احتمالا برگریزی)، باعث خسارت در برگ به صورت نقاط نکروزه پراکنده و در میوه به صورت جزئی می شود.

طبق بررسی های انجام شده گوگرد معدن زرکوه در غلظت های ۶۰ و ۷۰ کیلوگرم در هزار لیتر آب، درصد و شدت خسارت ناشی از تنش های دمایی را کاهش دادند. بنابراین توصیه می شود که زمان گوگردپاشی معدن زرکوه قبل از تنش های دمایی باشد زمانی که باد وجود نداشته باشد و بارندگی هم پیش بینی نشده باشد. این موضوع علاوه بر یکنواختی پوشش سفید رنگ می تواند در کاهش خسارت گرمادگی تاثیرگذار باشند.

بر اساس نتایج آزمایشگاهی موسسه آب و خاک کشور، گوگرد معدن زرکوه حاوی ترکیبات عناصر غذایی ضروری گیاه از جمله مواد آلی ۱۵ درصد، کلسیم محلول در آب ۳/۱ درصد، گوگرد عنصری ۱۴/۵ درصد، گوگرد محلول ۸/۲ درصد، گوگرد کل ۲۲/۷ درصد، حلالیت ۳/۵ درصد و شوری پایین (۱/۱ دسیزیمنس در متر) می باشد که می تواند یکی از عوامل تاثیرگذار در مراحل رشد و تکامل مغز و فنولوژی محصول باشد.

فهرست منابع

امامی، س. ی. (۱۳۹۹). بررسی اثر حشره کشی گوگرد معدن زرکوه به منظور کنترل پسیل معمولی پسته (*Agonoscena pistaciae* Bur. & Lau) و اثرات جنبی آن بر روی دو گونه از دشمنان طبیعی این آفت در استان کرمان. پژوهشکده پسته. گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی موسسه تحقیقات علوم باغبانی.

بی نام. (۱۳۹۶). کاربرد گوگرد در مبارزه با پسیل. ماهنامه انجمن پسته ایران. ۱۶.

باقری، ح.، عندلیبی، ب.، عظیمی مقدم، م. ر. (۱۳۹۳). اثر محلول پاشی آترازین بر عوامل روزنه‌ای و غیرروزنه‌ای کنترل کننده فتوسنتز در گلرنگ در شرایط تنش خشکی. مجله پژوهش‌های گیاهی (مجله زیست شناسی ایران). ۲۷ (۲): ۱۶۸-۱۷۹.

برمه، ل. ن. ا. معلمی، و س. م. ح. مرتضوی. ۱۳۹۰. بررسی اثر ضد تعرقی کائولین بر برخی ویژگی‌های فیزیولوژیک چهار رقم زیتون. مجله تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی، ۱: ۱۱-۲۳.

وزارت صنعت، معدن و تجارت. (۱۳۹۶). گزارش تحلیل صادرات کالاهای غیرنفتی کشور طی دوازده ماهه سال ۹۵. معاونت توسعه صادرات. ۹۳ صفحه.

تاج‌آبادی، ع. و سلمانی، ح. (۱۳۹۹). گرم‌زدگی درختان پسته، آثار آن و راهکارهای کاهش تنش. مجله دنیای پسته. ۵ (۴۸): ۱۴-۱۵.

مهرنژاد، م. ر. (۱۳۸۱). پسیل پسته و سایر پسیل‌های مهم ایران. سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی، تهران.

مظفری فرد، م.، راحمی م. و اصل مشتاقی، ا. (۱۳۹۶). اثر کائولین بر برخی ویژگی‌های فیزیولوژیک و آفتاب سوختگی پرتقال رقم واشنگتن ناول. مجله علوم و فنون باغبانی ایران جلد ۱۸ (۱): ۶۷-۸۰.

آزادشهرکی، ف.، کفاشان، ج. (۱۳۹۶). شاخص‌های کیفی محصولات باغی و روش‌های اندازه‌گیری آن‌ها. مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، دفتر شبکه دانش و رسانه‌های ترویجی. ۲۵ ص.

جباری، م.، شریفانی، م. م. و یامچی، ا. (۱۳۹۸). ارتباط شاخص‌های رنگ با ویژگی‌های شیمیایی میوه در ارقام سیب گوشت قرمز و سفید. تولیدات گیاهی (مجله علمی کشاورزی). ۴۲ (۳): ۳۶۰-۳۷۲.

کدخداه. وشمشیری، م. ح. (۱۳۹۹). تأثیر محلول پاشی کائولین، فسفر و پتاسیم بر میزان فتوسنتز و برخی

شاخص های آن در گیاه پسته رقم کله قوچی. فرآیند و کارکرد گیاهی، ۹(۳۵): ۳۰۴-۳۱۵.

روزبان، م. ر.، ارزانی، ک.، و میرلطیفی، س. م. (۱۳۸۸). تغییرات روزانه تبادلات گازی فتوسنتزی در دو رقم

پسته (*Pistacia vera* L.). مجله به زراعی نهال و بذر. ۲۵-۲(۳): ۲۸۵-۳۰۰.

احمدی، ع. و بیکر، د. (۱۳۷۹). عوامل روزنه ای و غیر روزنه ای محدود کننده فتوسنتز در گندم در شرایط

تنش خشکی. مجله علوم کشاورزی ایران. ۳۱(۴): ۸۱۳-۸۲۵.

سی و سه مرده، ع.، احمدی، ع.، پوستینی، ک. و ابراهیم زاده، ح. (۱۳۸۳). عوامل روزنه ای و غیرروزنه ای

کنترل کننده فتوسنتز و ارتباط آن با مقاومت به خشکی در ارقام گندم. مجله علوم کشاورزی ایران. ۳۵

(۱): ۹۳-۱۰۶.

هاشمی نسب، ح. (۱۳۹۹). بررسی تاثیر گوگرد معدن زرکوه بر خصوصیات رویشی و عملکرد کمی و کیفی ارقام

تجاری پسته (*Pistacia vera* L.). گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی موسسه تحقیقات علوم باغبانی.

Afrousheh, M., Ardalan, M. and Hokmabadi, H. (2010). Nutrient deficiency disorders in *Pistacia vera* seedling rootstock in relation to ecophysiological, biochemical characteristics and uptake pattern of nutrients. *Scientia Horticulturae*, 124(2), 141-148.

Alikhani-Koupaei, M., Mazlumzadeh, M., Sharifani, M. and Adibian, M. (2014). Enhancing stability of essential oils by microencapsulation for preservation of button mushroom during postharvest. *Food Science and Nutrition*, 2: 526-533.

Al-Saghir, M. G. and Porter, D. M. (2005). Stomatal distribution in *Pistacia* sp. (Anacardiaceae). *International Journal of Botany*, 1: 183-187.

Al-Saghir, M. G., Porter, D. M. and Nilsen, E. T. (2006). Leaf anatomy of *Pistacia* species (Anacardiaceae). *International Journal of Botany*, 6: 242-244.

- Andalibi, B. (2009). Changes of essential oil and its composition in Iranian dill (*Anethum graveolens* L.) during growth and development under limited irrigation conditions. PhD thesis, University of Tabriz, Tabriz, Iran (in Persian).
- Ansari, K. and Mahmodi, A. (2012). *Color management in displays*. Tehran: Publisher Naghshe Bayan. [In Farsi].
- Ashraf, M. and Harris, P. J. C. (2013). Photosynthesis under stressful environments: an overview. *Photosynthetica*, 51(2): 163-190.
- Azizi, A., Hokmabadi, H. Piri.S. and Rabie, V. (2013). Effect of Kaolin Application on Water Stress in Pistachio cv. "Ohadi". *Journal of Nuts*, 4(4):9 -14
- Baninasab, B., Rahemi, M., and Kholdebarin, B. (2007). Seasonal variations in photosynthetic activities of pistachio trees: a comparison between fruiting (on) and non-fruiting (off) trees. *International Journal of Agricultural Research*, 2: 43-52
- Boussadia, O., Steppe, K., Van Labeke, M. C., Lemeur, R. and Braham, M. (2015). Effects of nitrogen deficiency on leaf chlorophyll fluorescence parameters in two olive tree cultivars 'Meski' and 'Koroneiki'. *Journal of Plant Nutrition*, 38: 2230-2246.
- Cantore, V., B. Pace and R. Albrizio. (2009). Kaolin-based particle film technology affects tomato physiology, yield and quality. *Environmental and Experimental Botany*, 66:279-288.
- Christenhusz, MJM. and Byng JW. (2016). The number of known plants species in the world and its annual increase. *Phytotaxa*. Magnolia Press. 261(3): 201–217.
- Cornic, G. (2000). Drought stress inhibits photosynthesis by decreasing stomatal aperture- not by affecting ATP synthesis. *Trends in Plant Science* 5: 187-198.
- Cuevas, E., Baez, P. and Lissarrague, J. R. (2006). Variation in stomatal behavior and gas exchange between mid-morning and mid-afternoon of north-south oriented grapevines (*Vitis vinifera* L. cv. Tempranillo) at different levels of soil water availability. *Scientia Horticulture*, 108: 173–180.
- da Silva, J.B., Ferreira, P.A., Pires, L.C., Pereira, E.G., Carneiro, J.E. (2013). Influences of two CO₂ concentrations and water availability on bean crop. *Engenharia Agrícola*, 33(4), 730–738.

- Das, K. and Roychoudhury, A. (2014). Reactive oxygen species (ROS) and response of antioxidants as ROS-scavengers during environmental stress in plants. *Frontiers in Environmental Science*, 2: 53.
- David, W. (2002). Limitation to photosynthesis in water stressed leaves: stomata vs. metabolism and the role of ATP. *Annual Botany*, 89, 871-885.
- De Palma L. (1998). Photosynthetic characteristics of six Pistachio genotypes. *CIHEAM - Options Mediterranean*, 33: 45-49.
- Erdem, Y., Shirali, S., Erdem, T. and Kenar, D. (2006). Determination of crop water stress index for irrigation scheduling of Bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 30: 195-202.
- Esturk, O., Arslan, M., Soysal, Y., Uremis, I. and Ayhan, Z. (2011). Drying of sage (*Salvia officinalis* L.) inflorescences by intermittent and continuous microwave-convective air combination. *Research on Crops*, 12: 607-615.
- Falade, K. O., Igbeka, J. C. and Ayanwuyi, F. A. (2007). Kinetics of mass transfer, and colour changes during osmotic dehydration of watermelon. *Journal of Food Engineering*, 80: 979-985.
- Faust, M. (1989). *Physiology of Temperate Zone Fruit Trees*. John Willey & Sons, Inc. Toronto, Canada.
- Fernandez-Vazquez, R., Stinco, C. M., Melendez-Martinez, A. J., Heredia, F. J. and Vicario, I. M. (2011). Visual and instrumental evaluation of orange juice color: A consumers' preference study. *Journal of Sensory Studies*, 26(6), 436-444.
- Flexas, J., Gulias, J., Jonasson, S., Medrano, H., Mus, M. (2001). Seasonal patterns and control of gas exchange in local populations of the Mediterranean evergreen shrub *Pistacia lentiscus* L. *acta oecologica*, 22, 33-43.
- Ghaderi, N and Siosemardeh, A. (2011). Response to drought stress of two strawberry cultivars (cv. Kurdistan and Selva). *Horticulture, Environment and Biotechnology*, 52: 6-12.
- Glenn, D.M. and G.J. Puterka. (2005). Particle films: a new technology for agriculture. *Horticulture Reviews*, 31:1-44.

- 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., G.J. Puterka, S.R. Drake, T.R. Unruh, A.L. Knight, P. Baherle, E. Prado and T.A. Baugher. (2001). Particle film application influences apple leaf physiology, fruit yield, and fruit quality. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 126:175-181.
- Ghorbani, E., and Bakhshi, D. (2012). Evaluation of content of chlorogenic acid, flavonoids and antioxidant potential of 13 native and foreign apple cultivars. *Plant Production Technology*, 11(2): 53-62.
- Jifon, J. and J. Syvertsen. (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 J.P. Syvertsen. (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.
- Jifon, J.L. and J.P. Syvertsen. (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.
- Jin, J., Ningwei, Sh., Jinhe, B. and Junping, G. (2006). Regulation of ascorbate peroxidase at the transcript level is involved in tolerance to postharvest water deficit stress in the cut Rose (*Rose hybrida* L.) CV. Samantha. *Journal Postharvest Biology and Technology*, 40: 236-243.
- Kavas, M., Baloğlu, M. C., Akça, O., Köse, F. S. and Gokcay, D. (2013). Effect of drought stress on oxidative damage and antioxidant enzyme activity in melon seedlings. *Turkish Journal of Biology*, 37: 491-498.
- Khaleghi, E., K. Arzani, N. Moallemi and M. Barzegar. (2015). The efficacy of kaolin particle film on oil quality indices of olive trees (*Olea europaea* L.) cv. Zard' grown under warm and semi-arid region of Iran. *Food Chemiatry*, 166:35-41.

- Khan, M. S., Zaidi, A. and Wani, P. A. (2009). Role of phosphate solubilizing microorganisms in sustainable agriculture-a review. *Sustainable agriculture*, 551-570.
- Kole, C. (2011). *Wild Crop Relatives: Genomic and Breeding Resources*. Springer Heidelberg Dordrecht London New York. 247 pp.
- Manera, F.J., Legua, P., Melgarejo, P., Brotons, J.M., Hernandez, F. and Martinez, J.J. 2013. Determination of a colour index for fruit of pomegranate varietal group "Mollar de Elche". *Scientia Horticulturae*, 150: 360-364.
- Marschner, H. (2011). *Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants*. Academic Press.
- Maxwell, K. and Johnson, G. N. (2000). Chlorophyll fluorescence- a practical guide. *Journal of Experimental Botany*, 51, 659-668.
- Mehraj, H., Chanda, T., Billah, A.M., Jahan, F. and Uddin, A.J. (2014). Green Global Foundation. *International Journal of Sustainable Crop Production*, 9(3), 35-40.
- Melgarejo, P., J. Martinez, F. Hernández, R. Martínez-Font, P. Barrows, and A. Erez. (2004). Kaolin treatment to reduce pomegranate sunburn. *Sci. Hort.* 100:349-353.
- Melgarejo, P., J. Martinez, F. Hernández, R. Martínez-Font, P. Barrows, and A. Erez. (2004). Kaolin treatment to reduce pomegranate sunburn. *Sci. Hort.* 100:349-353.
- Mengistu, T., Sterck, F.J., Fetene, M., Tadesse, W., Bongers, F., 2011. Leaf gas exchange in the frankincense tree (*Boswellia papyrifera*) of African dry woodlands. *Tree physiology*, 31(7), 740-750.
- Mengistu, T., Sterck, F.J., Fetene, M., Tadesse, W., Bongers, F. (2011). Leaf gas exchange in the frankincense tree (*Boswellia papyrifera*) of African dry woodlands. *Tree physiology*, 31(7), 740-750.
- Miranda, C., Arzo, E., Santesteban, L., Laquidain, M., González, J. and Royo, J. (2007). Efecto de la aplicación de caolín sobre la temperatura de las hojas en naranjo (*Citrus sinensis*) y peral (*Pyrus communis*). *Acta Horticulturae*, 48:434-437.
- Mirdehghan, S. H., Khanamani, Z., Shamshiri, M. H. and Hokmabadi, H. (2012). Preharvest foliar application of putrescine and spermine on postharvest quality of fresh pistachio. In VII International Postharvest Symposium, 1012(3): 299-303.

- Omea, H., Kumar, A., Kashiwaba, K. and Shon, M. (2007). Assessing drought tolerance of snap bean (*Phaseolus vulgaris*) from genotype difference in leaf water relation, shoot growth and photosynthetic parameters. *Plant Production Science*, 10(1): 8-35.
- Pathare, P. B, Opara, L. U. and Al-Said, A. F. (2013). Colour measurement and analysis in fresh and processed food: A review. *Food Bioprocess Technology*, 6(1), 36-60.
- Piskolczi, M., Varga, C. and Racskó, J. (2004). A review of the meteorological causes of sunburn injury on the surface of apple fruit (*Malus domestica* Borkh). *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research*, 12:245-252.
- Ramachandra Reddy, A., Choityana, K. V. and Ivekanadan, R. (2004) Drought induced response of photosynthesis and antioxidant metabolism in higher plant. *Journal of Plant Physiology*, 161: 1189-1202.
- Ranjbar-Fordoei, A. (2019). The Study of Different Water Regimes on Photosynthetic Performance and Leaf Water Status of Pistachio Trees (*Pistacia vera* L.) *Journal of Nuts*, 10(1): 25-34
- Rosati, A., S. Metcalf, R. Buchner, A. Fulton and B. Lampinen. (2006). Physiological effects of kaolin applications in well-irrigated and water-stressed walnut and almond trees. *Annual of Botany*, 98:267-275.
- Singh, S. K. and Reddy, V. R. (2014) Combined effects of phosphorus nutrition and elevated carbon dioxide concentration on chlorophyll fluorescence, photosynthesis, and nutrient efficiency of cotton. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 177: 892-902.
- Siosemardeh, A., Ahmadi, A. and Poustini, K. (2005) Stomatal and nonstomatal factors controlling photosynthesis and its relation to drought resistance in wheat cultivars. *Iranian Journal of Agricultural Science*, 35: 93-106 (in Persian).
- Taiz L., Zeiger E., Møller I.M. and Murphy, A. (2015). *Plant Physiology and Development*. 6th Edition, Sinauer Associates publisher, 761 pp.
- Taiz, L. and Zeiger, E. (2002). Photosynthesis: Physiological and ecological considerations. In: Taiz, L. and Zeiger (ed.) *Plant Physiology*. Sinauer Associates, Inc. Pp. 171-192.

- U.S. Environmental Protection Agency. May (1991). Reregistration Eligibility Document Facts: Sulfur. US EPA, Pesticides and Toxic Substances, Washington, DC.
- U.S. Environmental Protection Agency. Spray Sulfur. (2009). EPA Registration No. 2935-92.
- Wahid, A., Gelani, S., Ashraf, M., Foolad, M.R. (2007). Heat tolerance in plants: an overview, *Environmental and Experimental Botany*, 61 199–223.
- Weinbaum, S. A., Brown, P. H. and Johnson, R. S. (2001). Application of selected macronutrients (N, K) in deciduous orchards: physiological and agrotechnical perspectives. In *International Symposium on Foliar Nutrition of Perennial Fruit Plants*, 594: 59-64.
- Wünsche, J., Lombardini, L. and Greer, D. (2004). Surround particle film application effects on whole canopy physiology of apple. *Acta Horticulturae*, 636:565-571.
- Xie, Y.X., Zhang, H., Zhu, Y.J., Zhao, L., Yang, J.H., Cha, F.N., Liu, C., Wang, C.Y., Guo, T.C. (2017). Grain yield and water use of winter wheat as affected by water and sulfur supply in the North China Plain, *Journal of Integrative Agriculture*, 16: 614–625.
- Yang, G.M., Zhao G.C., Liu, L.H. and Yang, Y.S. (2007). Sulphur effect on protein components and grain yield of wheat, *Chinese Journal of Soil Science*, 38: 89–92 (in Chinese with English abstract).
- Yamori, M., Hikosaka, K. and Way, D. A. (2013) Temperature response of photosynthesis in C3, C4, and CAM plants: temperature acclimation and temperature adaptation. *Photosynthesis Research* , 13(98): 74-76.
- Lu Yu, Wenli Wang, Xin Zhang, Wengang Zheng. (2015). A Review on Leaf Temperature Sensor: Measurement Methods and Application. 9th International Conference on Computer and Computing Technologies in Agriculture (CCTA), Sep, Beijing, China. pp. 216-230, [ff1010.1007/978-3-319-48357-3_21](https://doi.org/10.1007/978-3-319-48357-3_21)ff. [ffhal-01557850f](https://doi.org/10.1007/978-3-319-48357-3_21)
- Zhao, D., Oosterhuis, D. M. and Bednarz, C. W. (2001). Influence of potassium deficiency on photosynthesis, chlorophyll content, and chloroplast ultrastructure of cotton plants. *Photosynthetica*, 39: 103-109.

The effect of the foliar application of Zarkooh Mine Sulfur in pistachio orchards on leaf and fruit possible damage

Abstract

Common pistachio psylla, *Agonoscena pistaciae*, is one of the key pests of pistachio orchards in Iran, which causes irreparable damage to the crop by feeding on vegetable sap. One of the ways to control psyllids in recent years is to use sulfur. This study aimed to evaluate the use of Zarkooh mine sulfur (base on mineral) in possible damage to leaves, fruits, and buds. This project was conducted on foliar application of Zarkooh Mine Sulfur in concentrations of 25, 35, 45, 60, and 70 kg in one thousand liters of water for Ahmad Aghaei; 20, 30, 60, and 70 kg in one thousand liters of water for Owhadi and 20, 30 and 60 kg in one thousand liters of water for Akbari along with three treatments including Confidor and Movento pesticides 0.5 liters in one thousand liters of water and control (water and soap spray) in a randomized complete block design (RCBD) with five replications during 2019-2020 in Anar city (Khair Abad and Rasoul Abad orchards). Zarkooh Mine Sulfur spraying was carried out in Zarkooh Mine Sulfur to control psyllids in three stages. According to the results, no damages were observed in buds, but the possible damage on the fruit included burning of the fruit surface, brown spots, and leakage of sap, which was evident in all experimental treatments. The results showed that there was a close relationship between Zarkooh Mine Sulfur damage and high-temperature damage caused by high-temperature stress. So that the east-west rows received the most light had more complications in the fruits of the southern part of the tree and even near the ground. In general, the severity of damage was low and in Owhadi cultivar the severity of complications was lower compared to other cultivars. In this study, the use of Zarkooh Mine Sulfur Spray in high concentrations (60 and 70 kg / thousand liters) with more effective control of psylla pest and consequently maintaining the health and longevity of leaves was effective in reducing heat damage. The result of the kernel growth status in various complications showed that fruit formation was observed in the spotted damage. The results of the kernel growth status in different treatments at two sampling times showed that the state of lens formation and the onset of kernel growth was earlier in the Zarkooh Mine Sulfur treatment, which was consistent with the results of fruit colorimetry. In this project, fruit color-changing indices such as brightness (L), the total color difference (ΔE), chroma (C), and hue angle (H) in two consecutive stages of one month before the harvest was analyzed using a colorimeter. The results of this study concerning fruit soft skin colorimetry showed that color changes in the fruit had the most effective in Ahmad Aghaei among cultivars and Zarkooh Mine Sulfur treatment at concentrations of 60 and 70 kg per thousand liters among treatments. Based on the results of colorimetry, although skin color is one of the indicators of fruit ripening, it seems that Zarkooh Mine Sulfur has been influential in the stages of fruit development. The results of this study also showed that with increasing temperature, the net rate of photosynthesis decreases. In this study, the net rate of leaf photosynthesis increased in Zarkuh Mine Sulfur treatments 60 and 70 kg per thousand liters of water. Finally, it can be concluded that the efficiency of using Zarkooh Mine Sulfur treatment 60 kg per thousand liters of water were the greatest in using Zarkooh Mine Sulfur in concentrations of 60 and 70 kg per thousand liters of water is higher in all three commercial cultivars. The results of field studies based on the questionnaire about the possible damages of the foliar application of Zarkooh Mine Sulfur also showed that climatic conditions, especially temperature, and the spraying method were important.

Keywords: Pistachio, Commercial cultivars, Common Pistachio Psylla, Zarkooh Mine Sulfur, Damage Aspects.

Agricultural Research, Education and Extension Organization
Horticultural Sciences Research Institute
Pistachio Research Center

Project Title:

The effect of the foliar application of Zarkooh Mine Sulfur in pistachio orchards on leaf and fruit possible damage

Project NO: 124-06-33-064-98015-980535

Researchers:

Maryam Afrousheh, Member of Scientific Board of Pistachio Research Center

COWORKERS:

Fatemeh Nazoori, Member of Scientific Board of Pistachio Research Center

Hojjat Hasheminasab, Member of Scientific Board of Pistachio Research Center

Mojdeh Heydari salehabadi, Expert of Pistachio Research Center

Hasan Arab, Expert of Pistachio Research Center

Hasan Ebrahimi pourkani, Technician of Pistachio Research Center

Abbas Mehran, Ministry of Jihad-e-Agriculture in Anar city

Location: Kerman Province, Anar city, two areas (Kheir Abad and Rasoul Abab orchards)

Start Day: 01/03/2019

Duration: 2 Year

Publisher: Pistachio Research Center

Tirage:

Date of Issue: 2020

Ministry of Jihad-e-Agriculture
Agricultural Research, Education and Extension Organization
Horticultural Sciences Research Institute
Pistachio Research Center

Final Report of Project

The effect of the foliar application of Zarkooh Mine Sulfur in pistachio orchards on leaf and
fruit possible damage

Maryam Afrousheh

Register NO.

Ministry of Jihad-e-Agriculture
Agricultural Research, Education and Extension Organization
Horticultural Sciences Research Institute
Pistachio Research Center

Final Report of Project

The effect of the foliar application of Zarkooh Mine Sulfur in pistachio orchards on leaf and
fruit possible damage

Maryam Afrousheh