

مقاله پژوهشی

واکنش رشدی، فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی شش رقم تجاری زیتون به محلول پاشی کائولین در شرایط گرم

رحمت اله غلامی^{۱*}، ابوذر هاشم پور^۲، عیسی ارجی^۳ و ابوالمحسن حاجی امیری^۱

^۱ بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی کرمانشاه، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرمانشاه، ^۲ گروه فیزیولوژی و فناوری پس از برداشت، پژوهشکده مرکبات و میوه های نیمه گرمسیری، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رامسر، ^۳ گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده علوم و مهندسی کشاورزی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران
(تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۳/۲۲، تاریخ پذیرش نهایی: ۱۴۰۰/۰۶/۱۳)

چکیده

به منظور بررسی اثرات محلول پاشی کائولین بر ویژگی های رشدی، فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی برخی ارقام زیتون در ایستگاه تحقیقات زیتون دالاهو شهرستان سرپل ذهاب، پژوهشی به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک های کاملاً تصادفی با سه تکرار و دو فاکتور (ارقام زیتون و غلظت های کائولین) در سال باغی ۱۳۹۸ انجام شد. ارقام مورد استفاده شش رقم زیتون شامل آمفی سیس، سویلانا، روغنی، مانزانیلا، کنسروالیا و زرد بود. دو مرحله محلول پاشی کامل درختان زیتون با کائولین در غلظت های صفر به عنوان شاهد (محلول پاشی با آب)، ۲ و ۴ درصد در اواسط تیر و مرداد (با توجه به هوای گرم و خشک در این مدت)، انجام گرفت و اثرات آن بر خصوصیات رشدی، فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی ارقام زیتون مورد ارزیابی قرار گرفت. یادداشت برداری صفات رویشی مورد نظر از قبیل رشد و قطر شاخه سال جاری و نیز مقدار آب نسبی برگ، نشت یونی، میزان پرولین برگ، میزان فنل کل، میزان کل قندهای محلول، میزان کلروفیل و فعالیت آنزیم های کاتالاز و پراکسیداز در تیمارهای مختلف و ارقام مختلف ثبت گردید. نتایج نشان داد که واکنش ارقام زیتون مورد مطالعه به محلول پاشی سطوح مختلف کائولین، متفاوت بود. رقم مانزانیلا با بالاترین محتوای نسبی آب برگ (۷۹/۹۷ درصد) و قندهای محلول (۱۰/۷۸ میلی گرم بر گرم وزن تر) و کم ترین میزان نشت یونی (۹/۰۲ درصد) و مالون دی آلدئید (۱/۴۷ نانومول بر گرم وزن تر) و رقم کنسروالیا با بیش ترین مقدار کلروفیل کل (۱/۵ میلی گرم بر گرم وزن تر) و فعالیت آنزیم های پراکسیداز (۲/۵۷ واحد بر میلی گرم) و کاتالاز (۰/۹۶ واحد بر میلی گرم) بهترین ارقام بودند. محلول پاشی کائولین، صفات رشدی، محتوای آب نسبی برگ و مقدار کلروفیل ارقام زیتون در شرایط گرم را بهبود بخشید. همچنین، کائولین به کاررفته در ارقام زیتون، تجمع مالون دی آلدئید و فنل کل را کاهش داد که با افزایش فعالیت آنزیم های آنتی اکسیدانی در ارتباط بود. به طور کلی، نتایج این تحقیق نشان داد که می توان از محلول پاشی کائولین برای محافظت از باغات زیتون در مناطق گرم استفاده نمود.

کلمات کلیدی: نشت یونی، پرولین، فنل، قندهای محلول، کلروفیل، کاتالاز، پراکسیداز

مقدمه

زیتون (*Olea europaea* L.) گونه‌ای همیشه‌سبز است که به دلیل داشتن خصوصیات سازگاری به دماهای بالا در مناطق نیمه‌گرمسیری و در عرض‌های جغرافیایی بین ۳۰ و ۴۵ درجه شمالی و جنوبی زمین مورد کشت و کار قرار می‌گیرد. وجود تنش‌های حرارتی در این مناطق طی سال‌های اخیر در پی افزایش تدریجی دمای کره زمین رایج بوده است (اجنی و همکاران، ۱۳۹۹). دما از عوامل مهم تأثیرگذار بر رشد و نمو گیاهان است و تنش حرارتی رشد گیاه را توسط تغییر فرآیندهای فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی همچون کاهش فتوسنتز، تغییر نسبت رنگیزه‌های کلروپلاستی، آسیب به غشاهای سیتوپلاسمی و افزایش گونه‌های فعال اکسیژن تحت تأثیر قرار می‌دهد (Hasanuzzaman et al., 2013). فتوسنتز گیاه حساس‌ترین فرآیند فیزیولوژیکی گیاه است که تحت تأثیر تنش حرارتی قرار می‌گیرد (Camejo et al., 2005). کربوهیدرات‌های محلول هم از جمله متابولیت‌های گیاهی هستند که اندازه‌گیری سطح تغییرات آن‌ها از شاخص‌های ارزیابی میزان تأثیر تنش حرارتی بر گیاهان است (امیدی و همکاران، ۱۳۹۹). تجمع پرولین هم به‌عنوان مکانیسمی محافظت‌کننده برای جلوگیری از تجزیه پروتئین و حفظ فعالیت فتوسنتزی نقش مهمی در سازگاری گیاهان تحت شرایط تنش حرارتی بازی می‌کند (Kingston-Smith et al., 1997). بنابراین تنش حرارتی محدودیتی جدی برای رشد گیاه زیتون محسوب می‌شود و به همین جهت در کنار بررسی رقم‌های مقاوم زیتون و اتخاذ روش‌های مناسب مدیریتی، ارزیابی تیمار با مواد مختلفی که سبب کاهش اثرات منفی دمای بالا در گیاهان زیتون می‌شوند از اهمیت بسزایی برخوردار است. مواد مختلفی به‌صورت مصرف خارجی به‌منظور کاهش اثرات منفی تنش حرارتی به‌کار برده می‌شوند، از جمله کاربرد سالیسیلیک اسید در گیاه فندق (Khavari et al., 2021)، پینولین در انگور (Brillante et al., 2016) و گلاسیپین بتائین و آمبول در زیتون (Denaxa et al., 2012) را می‌توان نام برد. از جمله دیگر مواد تعدیل‌کننده درجه حرارت رس کائولین است.

ذرات کائولین سفید به‌کار برده‌شده بر روی سطح برگ باعث افزایش بازتاب تابش خورشیدی، تغییر تابش، تعادل حرارت و کاهش خطر آسیب به برگ و میوه در درجه حرارت بالا می‌شود (Glenn, 2012). استفاده از کائولین باعث افزایش سطح فتوسنتز در زیتون تحت شرایط کمبود آب می‌شود (Denaxa et al., 2012). هدف از این پژوهش بررسی نقش کائولین بر رشد و برخی پاسخ‌های فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی شش رقم زیتون در شرایط مزرعه در ایستگاه تحقیقات زیتون دالاهو شهرستان سرپل‌ذهاب بود.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر در ایستگاه تحقیقات زیتون دالاهو (طول جغرافیایی ۴۵ درجه و ۵۱ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۴ درجه و ۳۰ دقیقه شمالی و ارتفاع از سطح دریا ۵۸۱ متر) واقع در استان کرمانشاه، از اردیبهشت تا آبان سال باغی ۱۳۹۸ انجام گرفت. اقلیم منطقه، گرمسیری با حداکثر مطلق دمای ۴۷/۲۳ درجه سانتی‌گراد، و متوسط دمای سالیانه ۲۱/۱ درجه سانتی‌گراد و نیز متوسط بارندگی ۵۷۸/۱۶ میلی‌متر بود. کیفیت آب آبیاری و مشخصات ارقام مورد مطالعه به‌ترتیب در جداول شماره ۱ و ۲ آورده شده است. بافت خاک لومی شنی با pH ۷/۲ مشخص و اندازه‌گیری شد. در این آزمایش از درختان ۱۵ ساله شش رقم زیتون استفاده شد. چهار رقم برتر و شناخته‌شده خارجی شامل آملی‌سیس، سویلانا، مانزائلا و کنسروالیا و دو رقم برتر ایرانی شامل روغنی و زرد بودند. فاصله کشت درختان ۶×۶ متر بود و عملیات مراقبت و نگهداری از درختان به‌طور یکسان در همه تیمارها اعمال شد. دو مرحله محلول‌پاشی کامل درختان زیتون با کائولین در غلظت‌های صفر به‌عنوان شاهد (محلول‌پاشی با آب)، ۲ و ۴ درصد در اواسط تیر و مرداد (با توجه به هوای گرم و خشک در این مدت)، انجام گرفت.

در انتهای دوره آزمایش، صفات رویشی رشد شاخه سال‌جاری و قطر شاخه سال‌جاری با استفاده از متر نواری و کولیس دیجیتال براساس توصیف‌گر زیتون (I.O.O.C, 2002)

جدول ۱- مشخصات آ (میلی اکسولانت در لیتر) ب محل آزمایش (آزمایشگاه خاک شناسی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمانشاه)

هدایت الکتریکی (میلی - موس بر سانتی متر)	مجموع املاح محلول (میلی گرم در لیتر)	کربنات (میلی اکسولانت در لیتر)	بی کربنات (میلی اکسولانت در لیتر)	کلر (میلی اکسولانت در لیتر)	سولفات (میلی اکسولانت در لیتر)	کلسیم (میلی اکسولانت در لیتر)	سدیم (میلی اکسولانت در لیتر)	اسیدیته
۵۵۰	۳۵۲	۰٫۰	۴/۶۰	۰/۳۰	۱/۹۰	۶/۶۰	۰/۲۰	۷/۲۸

جدول ۲- مشخصات ارقام زیتون مورد پژوهش

رقم	کشور مبدأ	مصرف تجارتي	زمان رسیدن کامل میوه
آمفی سیس	بومی یونان	روغنی	اواسط مهرماه
سویلانا	بومی اسپانیا	کنسروی	اوایل آذرماه
روغنی	بومی ایران	روغنی	اوایل مهرماه
مانزانیلا	بومی اسپانیا	کنسروی	اواخر آبان ماه
کنسروالیا	بومی یونان	کنسروی	اواسط مهرماه
زرد	بومی ایران	دو منظوره	اواسط مهرماه

اندازه گیری شدند. میزان نسبی آب برگ براساس روش (Gucci *et al.*, 1997) اندازه گیری شد. ابتدا برگ ها با ترازوی دیجیتال با خطای ۰/۰۱ گرم توزین شدند و وزن تر (FW) تعیین شد. در ظرفی حاوی آب در تاریکی به مدت ۲۰ ساعت قرار داده شدند سپس وزن اشباع برگ ها (TW) اندازه گیری شد و سپس برگ ها در دمای ۸۰ درجه سانتی گراد به مدت ۴۸ ساعت در آون خشک شدند تا وزن خشک (TW) به دست آید. میزان نسبی آب برگ ها از معادله زیر به دست آمد:

$$RWC = [(FW-DW) / (TW-DW)] \times 100$$

به منظور ارزیابی دوام غشاء سلولی، نشت الکترولیت ها با استفاده از روش (Lutts *et al.*, 1996) اندازه گیری شد. ابتدا برگ ها سه بار با آب مقطر شستشو شدند تا آلودگی سطحی آن ها از بین برود سپس به مدت ۲۴ ساعت در شیکر با دور ۱۵۰ در دقیقه قرار داده شده و هدایت الکتریکی آن ها تعیین شد (EC₁)، نمونه های مشابهی نیز به مدت ۲۰ دقیقه در دمای ۱۲۰ درجه سانتی گراد قرار گرفتند. سپس هدایت الکتریکی آن ها اندازه گیری شد (EC₂) و میزان نشت الکترولیت با تقسیم EC₂ بر EC₁ تعیین شد. اندازه گیری غلظت کلروفیل برگ طبق روش (Dere *et al.*, 1998) صورت گرفت. ابتدا نمونه های

برگی در متانول ۹۶ درصد (۵۰ میلی لیتر برای هر گرم) یکدست شدند و برای عصاره گیری بهتر نمونه ها به مدت ۱۰ دقیقه با دور ۲۵۰۰ در دقیقه سانتریفیوژ شدند. روشناور جداسازی شد و جذب در طول موج ۶۶۲ برای کلروفیل a و ۶۴۶ نانومتر برای کلروفیل b با اسپکتروفتومتر (مدل کری ۱۰۰، واریان، آمریکا) خوانده شد. میزان کلروفیل کل از مجموع کلروفیل a و b به دست آمد. تهیه عصاره و اندازه گیری پرولین آزاد برگ به روش (Bates *et al.*, 1973) انجام شد. ۱/۲۵ گرم ناین هیدرین در ۳۰ میلی لیتر گلاسیال استیک اسید و ۲۰ میلی لیتر فسفریک اسید شش مولار با گرم کردن حل شد. سپس در دمای ۴ درجه سانتی گراد طی ۲۴ ساعت این محلول خنک شد. حدود ۰/۵ گرم از ماده گیاهی در ۱۰ میلی لیتر سولفوریک اسید سه درصد حل و سپس فیلتر شد. آن گاه ۲ میلی لیتر از عصاره با ۲ میلی لیتر ناین هیدرین آماده شده به مدت یک ساعت در دمای ۱۰۰ درجه سانتی گراد قرار داده شد و پس از افزودن چهار میلی لیتر تولوئن و هم زدن با شدت زیاد، میزان جذب در طول موج ۵۲۰ نانومتر خوانده شد. میزان پرولین با استفاده از منحنی استاندارد تعیین شد. استخراج و اندازه گیری میزان کربوهیدرات های محلول برگ طبق روش (Buysse and

(Merckx, 1993) انجام شد. در ابتدا ۶۰ میلی گرم نمونه برگی در اتانول ۸۰ درصد حل شد. به یک میلی لیتر از آن یک میلی لیتر محلول فنولی و ۵ میلی لیتر سولفوریک اسید افزوده شد. آن گاه ظروف ورتکس شدند و ۱۵ دقیقه به آن ها استراحت داده شد، سپس جذب در طول موج ۴۹۰ نانومتر خوانده شد. اندازه گیری میزان فنل کل طبق روش (Singleton and Rossi, 1965) صورت گرفت. آزمون فولین سیوکالتیو برای تعیین مقدار کلی ترکیبات فنولیک مورد استفاده قرار گرفت. ۰/۲ میلی لیتر از عصاره گیاهی با ۰/۴ میلی لیتر از معرف فولین سیوکالتیو ۱۰ درصد مخلوط شد و سپس یک ساعت در دمای اتاق گذاشته شد. جذب در طول موج ۷۲۵ نانومتر با اسپکتروفتومتر خوانده شد. از گالیک اسید برای به دست آوردن منحنی استاندارد استفاده شد. اندازه گیری مقدار مالون دی آلدئید با استفاده از روش (Heath and Parker, 1968) صورت گرفت. نمونه برگی در پنج میلی لیتر آب مقطر عصاره گیری شد و ۰/۵ درصد هم TBA (تیوباربیتوریک اسید) به تری کلرواستیک اسید ۲۰ درصد افزوده شد و محلول حاصل در دمای ۹۵ درجه سانتی گراد برای ۳۰ دقیقه نگهداری شد. سپس نمونه ها در یخ قرار داده شدند. پس از خنک شدن با ۱۰۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۳۰ دقیقه سانتریفیوژ شدند و میزان جذب روشنر در طول موج ۵۳۲ نانومتر خوانده شد. ضریب خاموشی $155 \text{ mM}^{-1}\text{cm}^{-1}$ (Kwon et al., 1965) در نظر گرفته شد. فعالیت آنزیم کاتالاز براساس روش Aebi و همکاران (۱۹۸۴) اندازه گیری شد. به طور خلاصه ۱۰۰ میکرولیتر از عصاره گیاهی با حجمی برابر با الکل به مدت ۳۰ دقیقه در ظرف یخ مخلوط شد پس از این مدت ۱۰ میکرولیتر Triton X-100 به آن اضافه شد. در کووت ۲۰۰ میکرولیتر بافر فسفات، ۵۰ میکرولیتر عصاره بافت و ۲۵۰ میکرولیتر پراکسید هیدروژن ۰/۰۶۶ مولار اضافه شد و کاهش جذب در طول موج ۲۴۰ نانومتر به مدت ۳۰ ثانیه توسط اسپکتروفتومتر خوانده شد. میزان فعالیت آنزیم کاتالاز برحسب واحد در میکرومول هیدروژن پراکسید تجزیه شده در هر دقیقه در هر میلی گرم پروتئین بیان شد. فعالیت آنزیم پراکسیداز براساس روش

Herzog و Fahimi (۱۹۷۳) اندازه گیری شد. در این روش دی آمینوبنزیدین ژلاتین (۲/۹ میلی لیتر) به همراه ۰/۰۵ میلی لیتر HRP (پراکسیداز ریشه خردل) در کووت با هم ترکیب شده و با افزودن ۰/۰۵ میلی لیتر محلول هیدروژن پراکسید واکنش شروع شد. قرائت در طول موج ۴۶۵ نانومتر در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد ثبت شد. این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار و دو فاکتور (ارقام زیتون و غلظت های کائولین) انجام شد. آنالیز آماری و تجزیه واریانس با استفاده از نرم افزار SAS (نسخه ۹/۱ کارولینای شمالی) انجام شد.

نتایج

طول و قطر شاخه سال جاری: طول و قطر شاخه سال جاری تحت تأثیر غلظت کائولین در سطح احتمال یک درصد معنی دار قرار گرفت. با افزایش غلظت کائولین میزان طول و قطر شاخه سال جاری نیز افزایش یافت از نظر میزان رشد و قطر شاخه سال جاری، بیشترین میزان رشد (۱۹/۶۹ سانتی متر) و قطر شاخه سال جاری (۰/۲۸ سانتی متر) مربوط به غلظت کائولین چهار درصد بود (جدول ۳).

محتوای نسبی آب برگ: محتوای نسبی آب برگ تحت تأثیر اثر رقم و سطوح کائولین در سطح احتمال یک درصد معنی دار قرار گرفت. در ارقام زیتون مورد مطالعه، از نظر محتوای نسبی آب برگ، بیشترین مقدار مربوط به رقم کنسروالیا و مانزانلیا (۷۹/۹۷ درصد) و کمترین مقدار مربوط به رقم آمفی سیس (۷۱/۳۸ درصد) بود (جدول ۳). با افزایش غلظت کائولین، میزان محتوای نسبی آب برگ نیز افزایش یافت (جدول ۴).

نشت یونی: اثر رقم و کائولین بر میزان نشت یونی در سطح احتمال یک درصد معنی دار شد. در ارقام زیتون مورد مطالعه، از نظر نشت یونی، بیشترین مقدار مربوط به رقم آمفی سیس (۱۹/۷۳ درصد) و کمترین مقدار مربوط به رقم مانزانلیا (۹/۰۲ درصد) بود. با افزایش غلظت کائولین، میزان نشت یونی نیز کاهش یافت (جدول ۴).

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر رقم و غلظت کائولین بر صفات رویشی ارقام زیتون (سال آخر اجرای آزمایش)

تیمار	طول شاخه سال جاری	قطر شاخه سال جاری
	(سانتی متر)	
ارقام زیتون		
آمفی سیس	۱۹/۱۶ ^a	۰/۲۷ ^a
سویلانا	۱۹/۴۴ ^a	۰/۲۵ ^{ab}
روغنی	۱۷/۸۳ ^{ab}	۰/۲۶ ^{ab}
مانزانیلا	۱۷/۳۳ ^b	۰/۲۴ ^b
کنسروالیا	۱۸/۴۴ ^{ab}	۰/۲۴ ^b
زرد	۱۸/۱۶ ^{ab}	۰/۲۶ ^a
غلظت کائولین		
صفر	۱۷/۱۱ ^c	۰/۲۲ ^c
۲ درصد	۱۸/۳۸ ^b	۰/۲۶ ^b
۴ درصد	۱۹/۶۹ ^a	۰/۲۸ ^a

میانگین‌های دارای حروف یکسان در هر ستون، در سطح ۵ درصد با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن دارای تفاوت معنی‌داری نیستند.

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر رقم و غلظت کائولین بر صفات محتوای نسبی آب برگ، نشت یونی، پرولین، قندهای محلول، مالون دی‌آلدهید، میزان کلروفیل، فنل و فعالیت آنزیم پراکسیداز و کاتالاز ارقام زیتون

تیمار	محتوای نسبی آب برگ	نشت یونی	پرولین (میکروگرم در گرم وزن تر برگ)	قندهای محلول (میلی گرم در گرم وزن تر برگ)	کلروفیل کل (نانومول در گرم وزن تر برگ)	مالون دی‌آلدهید (میلی گرم در صد گرم وزن تر برگ)	فنل کل (میلی گرم در صد گرم وزن تر برگ)	پراکسیداز (واحد بر دقیقه در میلی گرم)	کاتالاز (واحد بر دقیقه در میلی گرم)
ارقام زیتون									
آمفی سیس	۷۱/۳۸ ^c	۱۹/۷۳ ^a	۱۴/۱۴ ^d	۶/۴۸ ^e	۰/۸۱ ^e	۱/۵۸ ^c	۱۱۳/۰۴ ^c	۱/۲۵ ^d	۰/۵۲ ^d
سویلانا	۷۴/۶۳ ^b	۱۵/۹۸ ^b	۱۳/۷۹ ^d	۸/۱۰ ^c	۰/۸۸ ^d	۲/۲۵ ^b	۱۰۱/۳۶ ^d	۲/۴۰ ^{ab}	۰/۸۲ ^b
روغنی	۷۴/۶۹ ^b	۱۲/۳۳ ^d	۱۸/۲۸ ^a	۷/۵۰ ^d	۱/۰۴ ^b	۲/۲۵ ^b	۱۸۲/۲۰ ^a	۱/۹۶ ^c	۰/۵۷ ^{cd}
مانزانیلا	۷۹/۹۷ ^a	۹/۰۲ ^f	۱۶/۱۷ ^c	۱۰/۷۸ ^a	۱/۴۷ ^a	۱/۴۷ ^c	۱۴۳/۲۷ ^b	۲/۳۴ ^{ab}	۰/۷۴ ^b
کنسروالیا	۷۸/۲۴ ^a	۱۰/۳۲ ^e	۱۷/۲۴ ^b	۹/۸۱ ^b	۱/۵۰ ^a	۱/۵۸ ^c	۱۴۹/۸۲ ^b	۲/۵۷ ^a	۰/۹۶ ^a
زرد	۷۵/۲۰ ^b	۱۳/۸۹ ^c	۱۳/۶۹ ^d	۷/۴۴ ^d	۰/۹۵ ^c	۲/۴۵ ^a	۹۷/۴۸ ^e	۲/۲۰ ^{bc}	۰/۶۵ ^c
غلظت کائولین									
صفر	۷۳/۲۹ ^c	۱۵/۱۲ ^a	۱۶/۷۸ ^a	۸/۸۲ ^a	۱/۰۲ ^c	۲/۱۲ ^a	۱۳۴/۱۱ ^a	۱/۵۲ ^c	۰/۵۷ ^c
۲ درصد	۷۵/۴۱ ^b	۱۳/۱۳ ^b	۱۶/۰۲ ^b	۸/۲۹ ^b	۱/۱۱ ^b	۱/۹۵ ^b	۱۲۹/۰۳ ^b	۲/۳۰ ^b	۰/۷۰ ^b
۴ درصد	۷۸/۳۵ ^a	۱۲/۳۷ ^c	۱۳/۸۷ ^c	۷/۹۴ ^c	۱/۱۹ ^a	۱/۷۲ ^c	۱۲۷/۰۳ ^c	۲/۵۴ ^a	۰/۸۶ ^a

میانگین‌های دارای حروف یکسان در هر ستون، در سطح ۵ درصد با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن دارای تفاوت معنی‌داری نیستند.

پرولین و قندهای محلول: میزان پرولین و قندهای محلول تحت تأثیر اثر رقم و سطوح کائولین در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار قرار گرفتند. در ارقام زیتون مورد مطالعه، از نظر میزان پرولین و قندهای محلول، بیش‌ترین مقدار به‌ترتیب

مربوط به رقم روغنی (۱۸/۲۸ میکروگرم بر گرم وزن تر) و مانزانیا (۱۰/۷۸ میلی گرم بر گرم وزن تر) بود. با افزایش غلظت کائولین میزان پرولین و قندهای محلول نیز کاهش یافت (جدول ۴).

مالون دی آلدئید: اثر رقم و کائولین بر مقدار مالون دی آلدئید در سطح احتمال یک درصد معنی دار گردید. در ارقام زیتون مورد مطالعه، از نظر میزان مالون دی آلدئید، بیشترین مقدار مربوط به رقم زرد بود (۲/۴۵ نانومول بر گرم وزن تر). با افزایش غلظت کائولین، میزان مالون دی آلدئید نیز کاهش یافت (جدول ۴).

کلروفیل کل: مقدار کلروفیل کل تحت تأثیر اثر رقم و سطوح مختلف کائولین در سطح احتمال یک درصد معنی دار قرار گرفت. در ارقام زیتون مورد مطالعه، از نظر میزان کلروفیل، بیشترین مقدار مربوط به رقم کنسروالیا و مانزانیا (۱/۵۰ میلی گرم بر گرم وزن تر) بود و کمترین مقدار در رقم آمفی سیس (۰/۸۱ میلی گرم بر گرم وزن تر) مشاهده گردید. با افزایش غلظت کائولین، میزان کلروفیل نیز افزایش یافت (جدول ۴).

مقدار فنل: مقدار فنل تحت تأثیر اثر رقم و سطوح کائولین در سطح احتمال یک درصد معنی دار قرار گرفت. در ارقام زیتون مورد مطالعه، از نظر میزان فنل، بیشترین مقدار مربوط به رقم روغنی بود (۱۸۲/۲۰ میلی گرم در ۱۰۰ گرم وزن تر). با افزایش غلظت کائولین، میزان فنل نیز کاهش یافت (جدول ۴).

فعالیت آنزیم پراکسیداز و کاتالاز: اثر رقم و سطوح کائولین بر میزان فعالیت آنزیم های پراکسیداز و کاتالاز در سطح احتمال یک درصد معنی دار شد. در ارقام زیتون مورد مطالعه، از نظر میزان فعالیت آنزیم پراکسیداز و کاتالاز، بیشترین مقدار مربوط به رقم کنسروالیا بود (به ترتیب ۲/۵۷ و ۰/۹۶ واحد بر میلی گرم). با افزایش غلظت کائولین، میزان فعالیت آنزیم پراکسیداز و کاتالاز نیز افزایش یافت (جدول ۴).

بحث

با توجه به نتایج به دست آمده مقادیر صفات اندازه گیری شده در شش رقم زیتون بسته به نوع رقم با همدیگر متفاوت بودند.

البته تأثیر کائولین بر میوه تحت تأثیر حساسیت رقم، شرایط رشد و نحوه کاربرد آن است (Erez and Glenn, 2004). اثر مثبت کائولین بر رقم مانزانیا در زیتون ممکن است به دلیل اثر حفاظتی این ماده در مقابل دمای بالا و بازتاب تشعشع خورشیدی به خصوص طول موج فرابنفش باشد که سبب کاهش تنش گرما بر برگ ها، افزایش محتوای آب برگ و کاهش تعرق می شود (Glenn and Puterka, 2005). در آزمایش حاضر اثر مثبت رقم به دلیل تولید بیشتر قندهای محلول، کلروفیل کل و محتوای نسبی آب برگ به همراه کمترین نشت یونی مربوط به رقم مانزانیا بود.

اثر مثبت کائولین بر خصوصیات طول و قطر شاخه در زیتون رقم مانزانیا تأیید شده است (Laila et al., 2019). این تأثیر مثبت می تواند به این دلیل باشد که کائولین اثرات مستقیم بر مقاومت گیاه به تنش زنده و غیرزنده مثل خشکی دارد (Glenn et al., 2002). همچنین گزارش شده که کائولین اسیمیلایسون دی اکسید کربن را در دمای بالا بهبود می بخشد. از طرف دیگر محتوای بالاتر آب گیاه رشد گیاه را سبب می شود (Glenn et al., 2002). در این آزمایش کائولین سبب حفظ محتوای نسبی آب برگ شد. کائولین اثر کاهش محتوای نسبی آب را طی خشکی کم می کند و سبب ذخیره آب در شرایط تنش می شود و فواید فیزیولوژیکی متعددی در فرایندهای وابسته به تورژسانس همچون رشد، فعالیت روزنه ها و فتوسنتز دارد (Mullan and Pietragalla, 2011). کائولین از طریق انسداد جزئی روزنه باعث بهبود وضعیت آب گیاه می شود (Boari et al., 2015). در درختان زیتون بهترین محتوای نسبی آب مربوط به نهال های تیمار شده با کائولین بود. در این آزمایش مصرف کائولین باعث افزایش محتوای نسبی آب شد که با نتایج سایر محققان همخوانی داشت.

پرولین و قندهای محلول در این تحقیق با کاربرد کائولین کاهش نشان دادند. پرولین نخستین اسمولیت در فرایند تنظیم اسمزی است که با کاربرد کائولین مقدار آن کم می شود (Cabo et al., 2019). وجود پرولین سد دفاعی در برابر گونه های آزاد اکسیژن است و از صدمات کم آبی بر غشای

کائولین بازتاب نوری کمتری دارند و این باعث افزایش تخریب رنگدانه‌های فتوسنتزی می‌شود. گرما و اشعه ماورابنفش باعث فعال‌شدن کلروفیل‌ها (آنزیم تخریب‌کننده کلروفیل) می‌شود (Glenn *et al.*, 2010)، اما کائولین با ایجاد سایه روی برگ گیاه سبب کاهش دمای سطح برگ (Wand *et al.*, 2006) می‌شود. پایین‌بودن دمای برگ، بالابودن میزان آب و پتانسیل آب برگ در گیاهان اسپری‌شده با کائولین علت افزایش تشکیل کلروفیل و بالارفتن غلظت کلروفیل برگ است. در این آزمایش مصرف کائولین باعث افزایش غلظت کلروفیل شد که با نتایج سایر محققان همخوانی داشت. Khaleghi و همکاران (۲۰۱۵) گزارش کردند که برگ‌های تیمارشده با کائولین محتوای کلروفیل بیشتری نسبت به شاهد دارند. علت آن هم اثر بازتابندگی کائولین در جلوگیری از تخریب کلروفیل در معرض تشعشعات شدید خورشید است. غلظت بیشتر کلروفیل‌ها در گیاهان تیمارشده با کائولین علامتی از تنش اکسیداتیو کم‌تر است که به این گیاهان اجازه می‌دهد از انرژی نورانی با کارایی بیشتری استفاده کنند (Brito *et al.*, 2018).

در تحقیق حاضر کاربرد کائولین از میزان مواد فنولی کاست. در آزمایشی دیگر نیز استفاده از کائولین سبب افزایش فلاونوئیدها و فنولیک کل در برگ‌های درخت زیتون شد (Brito *et al.*, 2018). ترکیبات فنولی متعلق به فلاونوئیدها به لحاظ شیمی برای مهار رادیکال‌های آزاد ایده‌آل هستند، آن هم به دلیل قدرت بالای آن‌ها در جذب الکترون‌ها یا اتم‌های هیدروژن و به همین دلیل یک آنتی‌اکسیدان فعال گیاهی هستند (Mattos and Moretti, 2015). ترکیبات فلاونوئیدی از یک طرف با ایجاد تغییر در بسته‌بندی لیپیدها و تغییر پراکسیداسیون، سیالیت غشا را کم می‌کنند (Arora *et al.*, 2000) و فنل بیش‌تر حفاظت از غشا را بالا برده و نشت یونی را کاهش می‌دهد. گزارش شده است که با افزایش درجه حرارت، نشت الکترولیت در برگ‌های زیتون نیز زیاد می‌شود، درحالی‌که کاربرد کائولین به علت کاهش درجه حرارت باعث کاهش آن در گیاهان تیمارشده با کائولین شد. کائولین به حفظ عملکرد غشای سلول و کاهش نشت یونی کمک می‌کند

سلولی جلوگیری می‌کند (رفیعی‌راد و همکاران، ۱۳۹۸). در آزمایشی اثر کائولین بر پرولین برگ گندم تحت تنش خشکی معنی‌دار شد به‌طوری‌که با افزایش سطح تنش، میزان پرولین با شدت بیشتری تحت اثر کائولین کاهش یافت (Abdallah *et al.*, 2019). بررسی سطوح مختلف کائولین روی زیتون نشان داد که کائولین با کاهش مقدار ترکیبات فعال باربیتوریک اسید و پراکسید هیدروژن مقدار پرولین برگ را کاهش داد (Ben-Rouina and Ben-Ahmed, 2006). در آزمایشی دیگر نیز برگ‌های تیمارشده زیتون با کائولین غلظت بالاتری از قندهای محلول را نشان دادند (Brito *et al.*, 2018). قندهای محلول منبعی از کربن برای حفظ و رشد دوباره بوده و نقش حفاظت‌کننده اسمزی را بازی می‌کنند (Chaves *et al.*, 2002). این مواد محلول، با حفظ تورژسانس سلول، اتلاف آب را کم و شیب لازم برای جذب آب توسط سلول‌ها را فراهم می‌کنند و سبب حفظ محتوای نسبی آب می‌شوند. همچنین این مواد محلول در سمیت‌زدایی و حفظ ثبات ماکرومولکول‌های سلولی نقش مهمی دارند (Lisar *et al.*, 2012).

تجمع مالون دی‌آلدهید با کاربرد کائولین کاهش یافت. گیاهان برای حفاظت از هموستازی سلول در شرایط خشک مالون دی‌آلدهید بیشتری را تجمع می‌دهند. نتایج نشان دادند که درختان فندق تیمارشده با کائولین میزان مقاومت بیشتری در برابر شرایط تنش‌زا از خود نشان می‌دهند (Cabo *et al.*, 2019). در این درختان شرایط تنش‌زا کاهش یافت و به دلیل پرولین و مالون دی‌آلدهید کم‌تر نیاز به تولید ترکیبات آنتی‌اکسیدانی کم‌تر بوده است. تجمع مالون دی‌آلدهید با میزان آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی در ارتباط است به‌گونه‌ای که با افزایش آنتی‌اکسیدان‌ها تحمل تنش در گیاه بهبود یافته و کاهش مالون دی‌آلدهید را در پی دارد (Farooq *et al.*, 2009).

کلروفیل به‌عنوان یک صفت بیوشیمیایی تحت‌تأثیر کاربرد کائولین قرار گرفت و افزایش یافت. Lombardini و همکاران (۲۰۰۵) نیز پس از تیمار با کائولین اثرات مثبتی را بر شاخص کلروفیل مشاهده کردند، این افزایش در کلروفیل ممکن است به این علت باشد که در شرایط تنش گیاهان تیمارنشده با

(Brito et al., 2018).

آزمایش واکنش‌های متفاوتی نسبت به تیمار کائولین داشتند و ارقام کنسروالیا و مانزانلیا عملکرد بهتری از خود نشان دادند. همچنین استفاده از کائولین می‌تواند سبب افزایش میزان رشد رویشی، آب نسبی برگ و میزان کلروفیل و نیز بهبود سیستم آنتی‌اکسیدانی و کاهش تجمع مالون دی‌آلدهید و پرولین بود.

سپاسگزاری

این پژوهش در قالب پروژه تحقیقاتی به شماره مصوب ۹۶۱۰۱-۳۳-۵۵-۲ با استفاده از اعتبارات پژوهشی سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی انجام شد. نویسندگان بر خود لازم می‌دانند از مسئولان و همکاران ایستگاه تحقیقات زیتون دالاهو شهرستان سرپل‌ذهاب به‌ویژه آقایان مهندس نجفی و پیرمادی به خاطر کمک در انجام این پژوهش تشکر و قدردانی نمایند.

در این آزمایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی (کاتالاز و پراکسیداز) در شرایط کاربرد کائولین افزایش پیدا کرد. در آزمایشی دیگر میزان فعالیت آنزیم پراکسیداز در نمونه‌های برگ درخت فندق بالغ در کاربرد کائولین بیش از عدم استفاده از کائولین بود و کائولین سبب تحریک فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی می‌شود (Cabo et al., 2019). در تحقیقی دیگر فعالیت آنزیم‌های پراکسیداز و کاتالاز در گیاهان گندم تیمار شده با کائولین افزایش پیدا کرد (Abdallah et al., 2019). در شرایط تنش به‌دلیل گونه‌های اکسیژن آزاد بیشتر پراکسیداز و کاتالاز سبب تبدیل O_2^- به H_2O_2 شده و آن هم به آب و اکسیژن تبدیل می‌کند (Singh et al., 2012).

نتیجه‌گیری

به‌طور کلی نتایج این تحقیق نشان داد که ارقام زیتون مورد

منابع

- اجنی، ا.، سلیمانی، ع.، زینالو، ع. ا. و سیفی، ا. (۱۳۹۹) بررسی صفات فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی رقم‌های زرد و دیره زیتون تحت تنش حرارتی. علوم باغبانی ایران ۵۱: ۷۸۵-۷۹۵.
- امیدی، م.، خندان میرکوهی، ع.، کافی، م. و زمانی، ذ. (۱۳۹۹) بررسی تأثیر تنش شوری بر برخی از شاخص‌های مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی گل محمدی ژنوتیپ کاشان. علوم باغبانی ایران ۵۱: ۱-۱۷.
- رفیعی‌راد، ز.، گلچین، ا.، ناجور، ی. و فتاحی مقدم، ح. (۱۳۹۸) تأثیر کائولین بر عملکرد، کارایی مصرف آب و پاسخ‌های فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی نارنگی پیچ تحت تنش رطوبتی (*Citrus reticulata*). فرآیند و کارکرد گیاهی ۸: ۴۲۹-۴۱۳.
- Abdallah, M. M. S., El-Bassiouny, H. M. S. and Abou Seeda, M. A. (2019) Potential role of kaolin or potassium sulfate as anti-transpirant on improving physiological, biochemical aspects and yield of wheat plants under different watering regimes. Bulletin of the National Research Centre 43: 134.
- Aebi, H. (1984) Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology 105: 121-126.
- Arora, A., Byrem, T. M., Nair, M. G. and Strasburg, G. M. (2000) Modulation of liposomal membrane fluidity by flavonoids and isoflavonoids. Archives of Biochemistry and Biophysics 373: 102-109.
- Bates, L. S., Waldren, R. P. and Teare, I. D. (1973) Rapid determination of free proline for water-stress studies. Plant and Soil 39: 205-207.
- Ben-Rouina, B. and Ben-Ahmed, C. (2006) Water relations, proline accumulation and photosynthetic activity in olive tree (*Olea europaea* cv. "Chemlali") in response to salt stress. Pakistan Journal of Botany 38: 1397-1406.
- Boari, F., Donadio, A., Schiattone, M. I. and Cantore, V. (2015) Particle film technology: A supplemental tool to save water. Agricultural Water Management 147: 154-162.
- Brillante, L., Belfiore, N., Gaiotti, F., Lovat, L., Sansone, L., Poni, S. and Tomasi, D. (2016) Comparing kaolin and pinolene to improve sustainable grapevine production during drought. PLoS One 11: e0156631.
- Brito, C., Disis, L. T., Ferreira, H., Rocha, L., Pavia, I. and Moutinho-Pereira, J. (2018) Kaolin particle film modulates morphological, physiological and biochemical olive tree responses to drought and rewatering. Plant Physiology and Biochemistry 133: 29-39.
- Buyse, J. and Merckx, R. (1993) An improved colorimetric method to quantify sugar content of plant tissue. Journal of Experimental Botany 44: 1627-1629.

- Cabo, S., Morais, M. C., Aires, A., Carvalho, R., Pascual-Seva, N., Paula Silva, A. and Goncalves, B. (2019) Kaolin and seaweed-based extracts can be used as middle and long-term strategy to mitigate negative effects of climate change in physiological performance of hazelnut tree. *Journal of Agronomy and Crop Science* 206:28-42.
- Camejo, D., Rodriguez, P., Morales, M. A., Dell'Amico, J. M., Torrecillas, A. and Alarcon, J. J. (2005) High temperature effects on photosynthetic activity of two tomato cultivars with different heat susceptibility. *Journal of Plant Physiology* 162: 281-289.
- Chaves, M. M., Pereira, J. S., Maroco, J., Rodrigues, M. L., Ricardo, C. P. P., Osorio, M. L., Carvalho, I., Faria, T. and Pinheiro, C. (2002) How plants cope with water stress in the field? Photosynthesis and growth. *Annals of Botany* 89: 907-916.
- Denaxa, N. K., Roussos, P. A., Damvakaris, T. and Stournaras, V. (2012) Comparative effects of exogenous glycine betaine, kaolin clay particles and Ambiol on photosynthesis, leaf sclerophylly indexes and heat load of olive cv. Chondrolia Chalkidikis under drought. *Scientia Horticulturae* 137: 87-94.
- Dere, S., Gunes, T. and Sivaci, R. (1998) Spectrophotometric determination of chlorophyll a, b and total carotenoid contents of some algae species using different solvents. *Turkish Journal of Botany* 22: 13-17.
- Erez, A. and Glenn, D. M. (2004) The effect of particle film technology on yields and fruit quality. *Acta Horticulturae* 636: 505-507.
- Farooq, M., Wahid, A., Kobayashi, N., Fujita, D. and Basra, S. M. A. (2009) Plant drought stress: Effects, mechanisms and management. *Sustainable Agriculture* 153-188.
- Glenn, D. M., Cooley, N., Walker, R., Clingeffer, P. and Shellie, K. (2010) Impact of kaolin particle film and water deficit on wine grape water use efficiency and plant water relations. *HortScience* 45: 1178-87.
- Glenn, D. M. (2012) The mechanisms of plant stress mitigation by kaolin-based particle films and applications in horticultural and agricultural crops. *HortScience* 47: 710-1.
- Glenn, D. M. and Puterka, G. J. (2005) Particle Films: A New Technology for Agriculture. *Horticultural Reviews* 31: 1-44.
- Glenn, D. M., Prado, E., Erez, A., McFerson, 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*. American Society for Horticultural Science 127:188-193.
- Gucci, R., Lombardini, L. and Tattini, M. (1997) Analysis of leaf water relations in leaves of two olive cultivars differing in tolerance to salinity. *Tree Physiology* 17: 13-21.
- Hasanuzzaman, M., Nahar, K. and Alam, M. M. (2013) Communities of fungal entophytes in tropical forest grasses: Highly diverse host and habitat generalists characterized by strong spatial structure. *Fungal Ecology* 8: 1-11.
- Heath, R. L. and Parker, L. (1968) Photoperoxidation in isolated chloroplasts. I. Kinetics and stoichiometry of fatty acid peroxidation. *Archives of Biochemistry and Biophysics* 125: 189-198.
- Herzog, V. and Fahimi, H. D. (1973) A new sensitive colorimetric assay for peroxidase using 3,3' diaminobenzidine as hydrogen donor. *Analytical Biochemistry* 55: 554-562.
- Khaleghi, E., Arzani, K., Moallemi, N. and Barzegar, M. (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 Chemistry* 166: 35-41.
- Khavari, M., Fatahi, R. and Zamani, Z. (2021) Salicylic acid and Kaoline effects on pomological, physiological and phytochemical characters of hazelnut (*Corylus avellana*) at warm summer condition. *Scientific Reports* 11:4568.
- Kingston-Smith, A. H., Harbinson, J., Williams, J. and Foyer, C. H. (1997) Effect of chilling on carbon assimilation, enzyme activation and photosynthetic electron transport in the absence of photoinhibition in maize leaves. *Plant Physiology* 114: 1039-1046.
- Kwon, T. W., Menzel, D. B. and Olcott, H. S. (1965) Reactivity of malondialdehyde with food constituents. *Journal of Food Science* 30: 808-813.
- Hagagg, Laila, F., Abd-Alhamid, N., Maklad, M. F. and Raslan, M. A. (2019) Effect of kaolin and calcium carbonate on vegetative growth, leaf pigments and mineral content of Kalamata and Manzanillo olive trees. *Middle East Journal of Agriculture Research* 8: 298-310.
- Lisar, S. Y. S., Motafakkerzad, R., Hossain, M. M. and Rahman, I. M. M. (2012) Water stress. In: *Water Stress in Plants: Causes, Effects and Responses*, (Eds. Rahman, I. M. and Hasegawa, H.) Pp. 1-14. In Tech, Rijeka, Croatia.
- Lombardini, L., Harris, M. K. and Glenn, D. M. (2005) Effects of particle film application on leaf gas exchange, water relations, nut yield, and insect populations in mature pecan trees. *HortScience* 40: 1376-1380.
- Lutts, S., Kinet, J. M. and Bouharmont, J. (1996) NaCl-induced senescence in leaves of rice (*Oryza sativa* L.) cultivars differing in salinity resistance. *Annals of Botany* 78: 389-398.
- Mattos, L. M. and Moretti, C. L. (2015) Oxidative stress in plants under drought conditions and the role of different enzymes. *Enzyme Engineering* 5: 136.

- Mullan, D. and Pietragalla, J. (2011) Leaf relative water content. In: Physiological Breeding II: a Field Guide to Wheat Phenotyping. (Eds. Pask, A., Pietragalla, J., Mullan, D. and Reynolds, M.) Pp. 25-27. CIMMYT International Maize and Wheat Improvement Center, Mexico.
- Singh, S. P., Singh, Z. and Swinny, E. E. (2012) Climacteric level during fruit ripening influences lipid peroxidation and enzymatic and non-enzymatic antioxidative systems in Japanese plums (*Prunus salicina* Lindell). Postharvest Biology and Technology 65: 22-32.
- Singleton, V. L. and Rossi, J. R. J. A. (1965) Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic reagents. American Journal of Enology and Viticulture 16: 144-158.
- Wand, J. E., Theron, K. I., Ackerman, J. and Marais, J. (2006) Harvest and post-harvest apple fruit quality following applications of kaolin particle film in South African orchards original. Scientia Horticulturae 107: 271-276.

Growth, physiological and biochemical response of six commercial olive cultivars to kaolin foliar application in warm conditions

Rahmatollah Gholami*¹, AbuzarHashempour,² Issa arji¹ and Aboalmahsan Hadjiamiri¹

¹ Crop and Horticultural Science Research Department, Kermanshah Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Kermanshah, Iran.

² Department of Post-harvest Physiology and Technology, Citrus and Subtropical Fruits Research Center, Horticultural Sciences Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Ramsar, Iran.

³ Department of Production Engineering and Plant Genetics, Campus of Agriculture and Natural Resources, Faculty of Science and Agricultural Engineering, Razi University, Kermanshah, Iran
(Received: 12/06/2021, Accepted: 04/09/2021)

Abstract

In order to investigate the effects of kaolin foliar application on growth, physiological and biochemical characteristics of some olive cultivars in Dalahu Olive Research Station in Sarpolzahab city, a factorial experiment in a randomized complete block design with three replications and two factors (Olive cultivars and kaolin concentrations) was done in 2019. The used six olive cultivars included Amphysis, Sevillana, Roughani, Manzanilla, Konservolia and Zard. Two stages of complete foliar spraying of olive trees with kaolin at zero concentrations as control (foliar spraying), 2 and 4% in mid-July and mid-August (due to hot and dry weather during this period) were carried out and its effects on growth, physiological and biochemical characteristics of olive cultivars were evaluated. The desired vegetative traits such as length and diameter of stem as well as relative leaf water content, ion leakage, leaf proline content, total phenolic contents, total soluble sugars, chlorophyll content and catalase and peroxidase activity were measured in different treatments and cultivars. The results showed that the response of the studied olive cultivars to foliar application of different levels of kaolin was different. Manzanilla cultivar with the highest relative content of leaf water (79.97%) and soluble sugars (10.78 mg.g⁻¹ FW) and the lowest ion leakage rate (9.02%) and malondialdehyde (1.47 nmol.g⁻¹ FW)) and Konservolia cultivar with the highest amount of total chlorophyll (1.5 mg.g⁻¹ FW) and peroxidase (2.57 units.mg⁻¹) and catalase (0.96 units.mg⁻¹) were the best cultivars. Foliar application of kaolin improved growth characteristics, relative water content of leaves and chlorophyll content of olive cultivars in hot conditions. Also, kaolin used in olive cultivars reduced the accumulation of malondialdehyde and total phenol, which was associated with enhanced activity of antioxidant enzymes. Generally, the results of this study showed that kaolin spraying can be used to protect olive in warm regions.

Keywords: Ion leakage, Proline, Phenolic contents, Soluble sugars, Chlorophyll, Catalase, Peroxidase.