اثر انواع مالچ بر برخی پارامترهای فتوسنتزی و روابط آبی زیتون رقم مانزانیلا در شرایط تنش آبی

روح اله فرزی[۱] و مهدیه غلامی[۲*]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۶/۷ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۱۱/۱۶)

چکیده

به‌منظور بررسی اثر مالچ و دو سطح آبیاری بر زیتون رقم مانزانیلا، دو آزمایش به اجرا درآمد. در آزمایش اول اثر هفت نوع مالچ در گلدان‌های بدون گیاه بررسی شد و آزمایش دوم در قالب طرح کاملاً تصادفی در چهار تکرار بر روی گیاه زیتون اجرا شد. در این آزمایش فاکتورهای مورد بررسی شامل هفت نوع مالچ شامل سنگریزه، پوسته خرد شده پسته، کاه‌وکلش، تفاله زیتون، هیدروژل، مالچ امولسیونی و شاهد (بدون مالچ) در دو سطح آبیاری (شاهد (آبیاری تا رسیدن به ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی خاک) و تنش آبی (کاهش آبیاری تا رسیدن به ۵۰ درصد ظرفیت زراعی خاک)) بود. نتایج نشان داد که استفاده از مالچ‌ها سرعت تبخیر سطحی را کاهش و مقدار محتوای آب باقی‌مانده را افزایش داد و رطوبت را برای زمان بیشتری درون خاک حفظ کرد و بهترین مالچ‌ها از این نظر، تفاله زیتون و پوسته پسته بود. نتایج آزمایش دوم نشان داد که پتانسیل آب ساقه و شاخص سبزینگی زیتون به‌طور معنی‌داری در تیمار تنش آبی کاهش یافت و کاربرد مالچ پوسته پسته باعث افزایش آن در شرایط تنش شد. اندازه روزنه، نسبت روزنه باز به بسته و تراکم روزنه تحت تأثیر شرایط آبیاری قرار گرفت و کاربرد مالچ‌ها به‌ویژه تفاله زیتون، توانست در شرایط تنش خشکی اثرات خشکی را تقلیل دهد و شرایط برگ را برای انجام فتوسنتز و رشد بهبود بخشد. تمامی مالچ‌های مورد مطالعه در آزمایش باعث افزایش هدایت روزنه‌ای در تیمار تنش آبی (۵۰ درصد ظرفیت زراعی) نسبت به شاهد (۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی) شدند. در کل نتایج نشان داد که کاربرد مالچ‌های پوسته پسته و تفاله زیتون می‌تواند راهکار مناسبی برای کاهش اثرات مخرب تنش خشکی در زیتون باشد.

واژه‌های کلیدی: آبیاری، تنش آبی، خاکپوش، زیتون

۱ و ۲. به‌ترتیب دانش‌آموخته کارشناسی ارشد و استادیار، گروه باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

*: مسئول مکاتبات: پست الکترونیکی: mah.gholami@cc.iut.ac.ir

مقدمه

زیتون گیاهی از جنس *Olea* و از تیره *Oleaceae* است. این تیره ۳۰ تا ۳۵ جنس و حدود ۶۰۰ گونه دارد که اکثراً در مناطق گرمسیری دنیا پراکنده‌اند و به‌صورت درختان زینتی و صنعتی هستند. فقط گونه زیتون *Olea europaea* L. دارای میوه خوراکی است. طبق آمار فائو (۷) وسعت باغ‌های زیتون جهان در حال حاضر ۱۰/۲ میلیون هکتار است. تولید زیتون در ایران ۴۰ هزار تن برآورد شده، درحالی‌که تولید جهانی آن ۱۶/۶ میلیون تن است.

تبخیر فرایندی است که طی آن، آب از حالت مایع به بخار تبدیل می‌شود. این تغییر حالت نیازمند انرژی است. تابش مستقیم خورشید و به‌مقدار کمتر گرمای محیط، این انرژی را تأمین می‌کنند. هنگامی که سطح خاک دارای پوشش گیاهی کامل نیست، تبخیر از سطح خاک بدون پوشش به‌طور مستقیم صورت می‌پذیرد (۹).

اصطلاح مالچ (خاکپوش) از کلمه انگلیسی Mulch منشأ گرفته است که در اصل به معنی پوشش است. مالچ به هر گونه ماده طبیعی یا مصنوعی گفته می‌شود که سطح خاک را در باغ و فضای سبز بهبود ببخشد. مالچ‌ها از نظر تجاری در فرم‌های مختلفی در دسترس هستند. علاوه‌بر کاهش تبخیر، مالچ گیاهی ممکن است گسترش امراض خاک، رشد علف هرز و فرسایش خاک را کاهش دهد، مواد غذایی و آلی را تأمین کرده و به نفوذ آب کمک کند (۲۲).

گیاهان در معرض انواع تنش‌های محیطی‌اند. در بین این تنش‌ها، تنش اسمزی، به‌ویژه ناشی از خشکی و شوری، جدی‌ترین مسأله‌ای است که رشد گیاه و تولید محصول را در کشاورزی محدود می‌کند (۱۲). ویتز (۲۶) خشکی را دوره‌ای که کمبود آب به‌صورت حاد و به‌صورت مزمن رشد گیاه را تحت تأثیر قرار می‌دهد و مانع رشد طبیعی آن می‌شود، تعریف می‌کند. عواملی که موجب تنش خشکی می‌شوند مشتمل بر گرمای زیاد، کمبود آب، رطوبت پایین هوا، تابش آفتاب، شوری و ترکیبی از این عوامل هستند. خشکی به‌عنوان مهم‌ترین عامل محدودکننده عملکرد محصولات است و تقریباً بر کلیه فرایندهای رشد گیاه تأثیرگذار است (۱۴). علائم خشکی با پژمردگی گیاه، کاهش میزان فتوسنتز، هدایت روزنه‌ای، کارایی مصرف آب، محتوای نسبی آب و به‌تدریج کاهش محتوای کلروفیل برگ ظاهر می‌شود. همچنین تنش خشکی به سیستم انتقال الکترون آسیب می‌رساند و منجر به تشکیل اکسیژن فعال (ROS) می‌شود (۱).

مالچ‌ها با توجه به اثری که در حفظ رطوبت خاک دارند، می‌توانند تأثیرات منفی تنش خشکی را کاهش دهند. با توجه به خشکسالی‌های اخیر که در کشور اتفاق افتاده است لزوم توجه به الگوهایی که علاوه‌بر حفظ رطوبت، در جهت کاهش و بهینه‌سازی مصرف آب عمل کنند، از اهمیت به‌سزایی برخوردار است. کاربرد مالچ یکی از روش‌های مناسب برای کاهش تبخیر، کاهش هزینه‌های آبیاری، مبارزه با علف‌های هرز و نگهداری فضای سبز و باغات است. لذا هدف از این پژوهش بررسی اثر انواع مالچ بر کاهش تبخیر و همچنین صفات فیزیولوژیک و مورفولوژیک زیتون رقم مانزانیلا و انتخاب مناسب‌ترین نوع مالچ برای کاهش اثرات خشکی است.

مواد و روش‌ها

زمان و مشخصات محل اجرای آزمایش

این مطالعه در سال ۱۳۹۲ در گلخانه و آزمایشگاه گروه باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان به‌منظور بررسی تأثیر انواع مالچ بر میزان و سرعت تبخیر سطحی از خاک و خصوصیات مورفولوژیک و فیزیولوژیک رقم زیتون مانزانیلا در شرایط تنش آبی طراحی و اجرا شد. دانشگاه صنعتی اصفهان در طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۳۲ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۴۳ دقیقه شمالی در دامنه کوه سید محمد در زمینی به وسعت ۲۳۰۰ هکتار قرار دارد. میانگین حداکثر دمای سالانه ۲۳/۴ درجه سانتی‌گراد، میانگین حداقل دما ۹/۱ درجه سانتی‌گراد و میانگین دراز مدت بارندگی سالانه ۱۲۲/۸ میلی‌متر است.

انتخاب تیمارها و طرح آزمایشی

مرحله اول آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با هشت تیمار مالچی و در چهار تکرار در گلخانه اجرا شد. تیمارهای مورد مطالعه عبارت بودند از: ۱) شاهد (بدون مالچ)، ۲) سنگریزه (مالچ معدنی- تهیه شده از شرکت مهندسی آروین پی‌تا بام- قم- به قطر ۲/۵ سانتی‌متر)، ۳) پوسته سخت خرد شده پسته (مالچ آلی- تهیه شده از شرکت کشت و دام قیام- اصفهان)، ۴) کاه‌وکلش گندم (مالچ آلی - تهیه شده از مزرعه دانشگاه صنعتی اصفهان)، ۵) تفاله زیتون روغن‌کشی شده (مالچ آلی- تهیه شده از شرکت کشت و صنعت ارمغان طوبی- به قطر یک سانتی‌متر)، ۶) چیپس چوب (مالچ آلی - تهیه شده از ضایعات هرس درختان زینتی محوطه دانشگاه صنعتی اصفهان)، ۷) هیدروژل (مالچ شیمیایی- پارسیان هیدروژل، تهیه شده از گروه مواد دانشگاه حکیم سبزواری)، ۸) مالچ امولسیونی (مالچ شیمیایی- مالچ امولسیونی زیست تجزیه‌پذیر پارسیان، تهیه شده از گروه مواد دانشگاه حکیم سبزواری).

بافت خاک مورد استفاده در این آزمایش لوم رسی- شنی (رس: ۲۳ درصد، شن: ۵۱ درصد و سیلت: ۲۶ درصد) بود. مالچ امولسیونی ۱۰ برابر رقیق و بر روی خاک گلدان اسپری شد. هیدروژل در عمق میانی گلدان به‌ازای هر کیلوگرم خاک یک گرم افزوده شد و دیگر مالچ‌ها نیز به ضخامت پنج سانتی‌متر روی گلدان‌ها ریخته شدند. گلدان‌ها از جنس پلاستیک با قطر دهانه و ارتفاع ۳۰ سانتی‌متر و قطر کف ۲۵ سانتی‌متر و حجم ۱۶ کیلوگرم بودند. اعمال تیمار مالچ زمانی صورت گرفت که خاک گلدان‌ها در حالت ظرفیت زراعی قرار داشت. سپس هر روز رأس ساعت معینی گلدان‌ها به کمک ترازوی دیجیتال با دقت ۱۰ گرم توزین و داده‌ها ثبت شد. این کار تا صفر شدن تغییرات وزنی (رسیدن به حداقل مقدار محتوای آب باقی‌مانده (Residual water content)) ادامه پیدا کرد.

آزمایش دوم با همان تیمارهای مالچی به‌استثنای چیپس چوب و همان بافت خاک انجام شد و تیمارهای آبیاری در دو سطح ۱۰۰ درصد و ۵۰ درصد ظرفیت زراعی و براساس منحنی رطوبتی خاک و با استفاده از تانسیومتر صورت گرفت. در زمان آبیاری عدد تانسیومتر قرائت شده و براساس بافت خاک و حجم خاک گلدان‌ها، حد آب مورد نیاز تعیین شده و به گیاهان با رژیم ۱۰۰ درصد نیاز آبی، داده می‌شد و رژیم‌های دیگر نیز با اعمال ضریب ۵۰ درصد مربوطه در این میزان آب، آبیاری می‌شدند. گلدان‌های دارای تانسیومتر به‌طور تصادفی و در میان سایر گلدان‌ها قرار گرفتند. آزمایش بر روی نهال‌های سه ساله زیتون رقم مانزانیلا که از شرکت فدک استان قم خریداری شدند، انجام شد. مدت زمان این آزمایش هفت ماه بود. نهال‌های زیتون در فروردین‌ماه در گلدان‌های اصلی کاشته شدند و هر گلدان تا ارتفاع شش سانتی‌متر از لبه گلدان با خاک مورد نظر پر شد و هر گلدان یک گیاه زیتون داشت. تا شروع آزمایش، آبیاری گیاهان به‌صورت منظم و تا رسیدن به حد ظرفیت زراعی انجام می‌شد. ضخامت مالچ‌ها همچون آزمایش اول درنظر گرفته شد.

صفات مورد بررسی

پتانسیل آب برگ

پتانسیل آب برگ از روش تعادل فشار با استفاده از دستگاه محفظه فشار طبق روش کرامر (۱۱) اندازه‌گیری شد. از لحاظ زمانی، از ساعت ۱۳ تا ۱۵:۳۰ از هر گیاه یک برگ انتخاب و دو ساعت قبل از اندازه‌گیری به‌وسیله پلاستیک و کاغذ آلومنیومی پوشانده شد و بعد میزان پتانسیل آب برگ به محض مشاهده اولین قطره با قرائت مقدار فشار دستگاه اندازه‌گیری شد. این میزان فشار که لازم است به سلول‌های برگ وارد شود تا آب را به آوندها برگرداند، معادل پتانسیل آب سلول‌های برگ در نظر گرفته شد.

چگالی برگ

چگالی برگ براساس رابطه (۱) محاسبه شد:

[۱] ۱۰۰× (وزن تر برگ / وزن خشک برگ) = چگالی برگ

فاکتورهای مربوط به تبادلات گازی

فاکتورهای مربوط به تبادلات گازی برگ شامل هدایت روزنه‌ای و تعرق توسط دستگاه قابل حمل اندازه‌گیری فتوسنتز (مدل LCi ساخت کشور انگلستان) در وسط روز بر روی دو برگ جوان کاملاً توسعه یافته در هر تکرار اندازه‌گیری شد.

اندازه‌گیری فلورسانس کلروفیل

میزان فلورسانس کلروفیل توسط دستگاه کلروفیل فلورسانس(مدل RS 232 ساخت کشور انگلستان) در مرحله تاریکی اندازه‌گیری شد. بدین منظور در روز آخر آزمایش دو برگ بالغ و سالم هر گیاه به کمک گیره‌های مخصوص به‌مدت ۳۰ دقیقه تاریکی داده شد. برای به حداقل رساندن تغییرات روزانه در شدت جریان فوتون فتوسنتز، این اندازه‌گیری بین ساعات ۱۰ تا ۱۳ صورت گرفت (۶).

اندازه‌گیری تعداد و اندازه روزنه

روزنه‌ها در زیتون بیشتر در سطح زیر برگ مستقر هستند (۲۸). برای اندازه‌گیری تعداد و طول روزنه از روش به‌کار برده شده توسط یووی و همکاران (۲۸) استفاده شد. برای این کار، براساس نتایج به‌دست آمده حداکثر باز بودن روزنه‌ها بین ساعت ۱۰-۹ بوده است. بنابراین در بین ساعات ۱۰-۹ قالب‌گیری از برگ‌ها انجام شد. بدین صورت که ابتدا به کمک اسکالپل و چسب نواری، کرک‌های روی اپیدرم زیر برگ با دقت جدا شد، به‌نحوی‌که به اپیدرم آسیبی نرسد. سپس لایه‌ای از لاک شفاف روی برگ مالیده شد، طوری‌که تمام قسمت مورد نظر را بپوشاند. پس از مدتی لاک کاملاً خشک شده و به‌صورت لایه‌ای برجسته شد. به کمک چسب نواری لاک با دقت جدا و روی لام قرار داده شد. نمونه‌ها برای شمارش تعداد روزنه به آزمایشگاه منتقل و تعداد زیر میکروسکوپ نوری نیکون (مدل Eclipse E600) با بزرگ‌نمایی ۴۰ در پنج میدان دید، برای هر نمونه شمارش شد.

اندازه‌گیری شاخص سبزینگی (اسپد)

شاخص سبزینگی برگ که معرف مقدار نسبی کلروفیل برگ‌ها است، با استفاده از دستگاه اسپد اندازه‌گیری شد. برای این شاخص از هر گیاه، چهار برگ انتخاب و میانگین آنها ثبت شد.

درصد نشت یونی

نشت یونی به روش سوبو و همکاران (۲۴) اندازه‌گیری شد. ابتدا به این منظور به کمک دستگاه پانچ از برگ‌ها دیسک تهیه شده، با آب مقطر شستشو و سپس درون لوله‌های آزمایش حاوی ۲۰ میلی‌لیتر آب مقطر قرار داده شد. لوله‌ها در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد و به‌مدت ۲۴ ساعت در دستگاه شیکر تکان داده شدند و پس از آن نشت یونی محلول توسط EC متر اندازه‌گیری شد (L_1). سپس (همان) نمونه‌ها به‌مدت ۲۰ دقیقه در دمای ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد اتوکلاو شدند و در نهایت مجدداً نشت یونی بعد از به تعادل رسیدن با دمای محیط توسط رابطه (۲) اندازه‌گیری شد (L_2).

$$EL(\%) = \left(L_1 / \left(L_1 + L_2\right)\right) \times 100 \qquad [2]$$

اندازه‌گیری مقدار پرولین

برگ‌های کاملاً گسترش یافته و جوان گیاه بلافاصله پس از جمع‌آوری در ازت مایع قرار داده و تا زمان استفاده در فریزر در دمای ۸۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. سپس ۰/۲ گرم از نمونه‌ها وزن شد و در اسید سولفوسالیسیلیک سه درصد، عصاره همگنی به‌دست آمد. دو میلی‌لیتر از عصاره حاصل پس از سانتریفیوژ در لوله آزمایش ریخته و به آن به‌ترتیب دو میلی‌لیتر معرف ناین هیدرین و دو میلی‌لیتر اسید استیک خالص اضافه شد. بعد از بستن درب لوله‌ها، به‌مدت یک ساعت در بن‌ماری با دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند. پس از خارج کردن نمونه‌ها از حمام و سرد شدن آنها، به هر کدام چهار میلی‌لیتر تولوئن اضافه و به‌مدت ۳۰ ثانیه ورتکس شدند. جذب آنها توسط دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۵۲۰ نانومتر اندازه‌گیری شد. میزان پرولین با استفاده از منحنی استاندارد پرولین تعیین شد (۲۴).

محاسبات آماری

داده‌های حاصل از اندازه‌گیری‌های مختلف با استفاده از نرم‌افزار رایانه‌ای SAS مورد تجزیه آماری قرار گرفتند. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد در صورت معنی‌دار بودن اثر عامل آزمایشی انجام گرفت.

نتایج و بحث

نتایج آزمایش اول

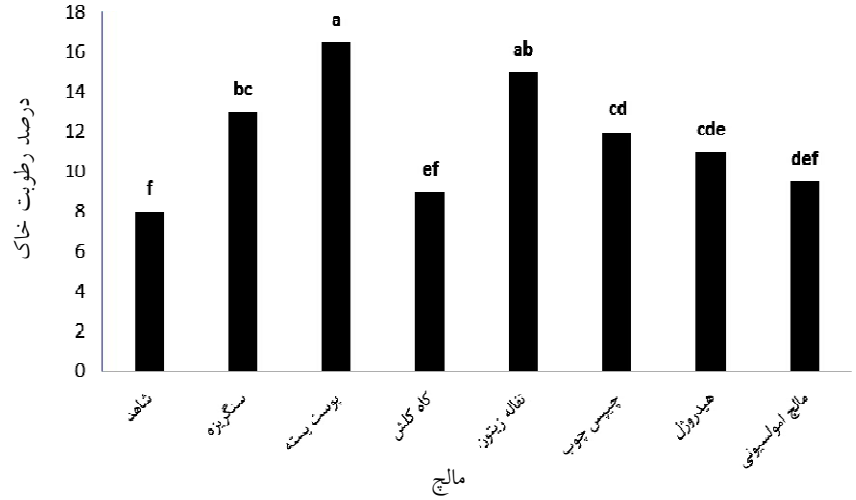
با توجه به نتایج مشخص شد که، پس از پایان دوره ۶۰ روزه، درصد رطوبت باقی‌مانده در خاک بین تیمارهای مختلف تفاوت معنی‌دار دارد. همان‌طورکه مشاهده می‌شود تیمارهایی مثل تفاله زیتون و پوسته پسته قدرت بیشتری در نگهداری آب داشتند، بهتر توانستند مانع از تبخیر خاک شوند و رطوبت را برای مدت زمان بیشتری درون خاک حفظ کنند. درصد رطوبت اولیه خاک در تمام تیمارها، حدود ۲۸ درصد بود و همان‌گونه که مشاهده می‌شود تیمار مالچ پوسته پسته با ۱۶/۵ درصد و تیمار تفاله زیتون با ۱۵ درصد، بیشترین مقدار آب را داخل خاک نگه داشتند. پس از آن تیمار سنگریزه بدون اختلاف معنی‌دار با ۱۳ درصد در رتبه سوم قرار گرفت. از سوی دیگر تیمارهای کاه‌کلش گندم (۹ درصد)، مالچ امولسیونی (۹/۵ درصد)، هیدروژل (۱۱ درصد) و چیپس چوب (۱۲ درصد) با شاهد (۸ درصد) تفاوت معنی‌دار نداشتند (شکل ۱). باید توجه داشت که از نظر در دسترس بودن رطوبت برای گیاه در سیستم‌های مختلف آبیاری با دور آبیاری سه روزه، سه تا هفت روزه و هفت تا پانزده روزه اهمیت ویژه‌ای دارد (۴). لذا با توجه به (شکل ۲) می‌توان نتیجه گرفت که مالچ تفاله زیتون در دور آبیاری سه روزه و هفت تا یازده روزه، بهترین نتیجه را داشته است و مالچ پوسته پسته در دور آبیاری سه تا هفت روزه، عملکرد مطلوب‌تری از خود نشان داده است.

به‌طورکلی نتایج نشان می‌دهد که استفاده از مالچ‌ها سرعت تبخیر سطحی را کاهش و حداقل مقدار محتوای آب باقی‌مانده را افزایش دادند و رطوبت را برای زمان بیشتری درون خاک حفظ کردند، همچنین مشخص شد کاهش تبخیر سطحی ارتباط مستقیمی با نوع مالچ مورد استفاده داشت. به‌دلیل اینکه کاهش آب در اثر استفاده مالچ به‌صورت آهسته انجام می‌شود، گیاه فرصت بیشتری برای استفاده از آب دارد. از طرف دیگر مالچ‌های ارگانیک علاوه‌بر کاهش اثرات تنش خشکی و حفظ رطوبت خاک، هزینه و نیز اثرات مخرب زیست‌محیطی کمتری خواهند داشت، اگرچه اثر سودمند مالچ بر کاهش تبخیر از خاک به‌خوبی مشخص شده است اما تحقیق حاضر نشان می‌دهد که اثر مالچ بر تبخیر از سطح خاک با نوع و کیفیت مالچ متفاوت است.

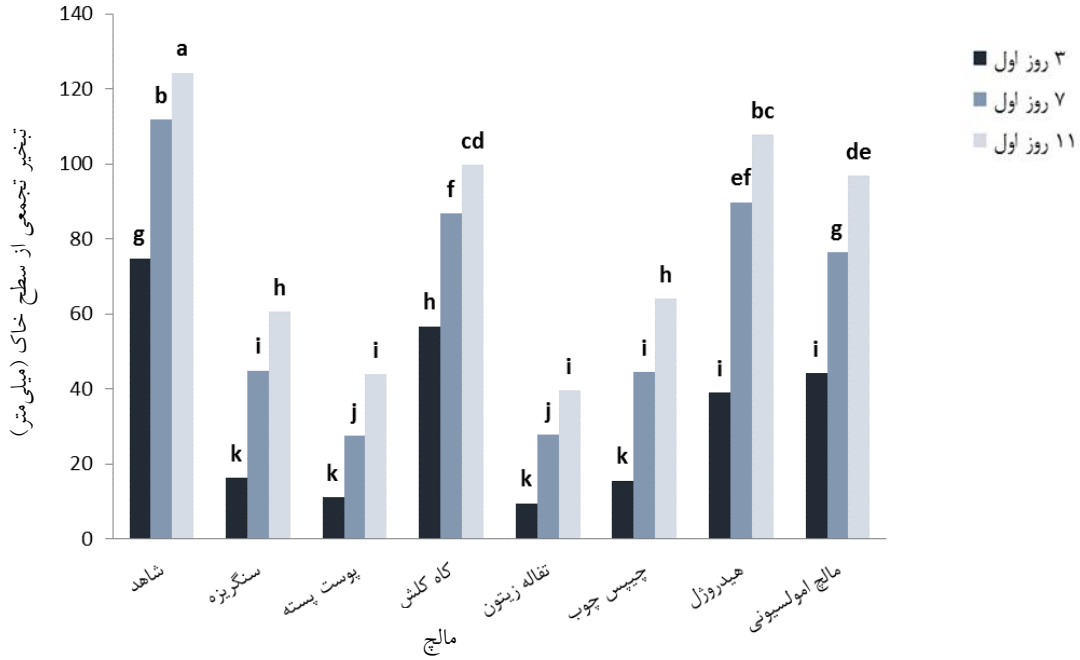
از بین مالچ‌های مورد مطالعه در این آزمایش، تفاله زیتون و پوسته پسته نسبت به سایر مالچ‌ها اثر بیشتری در کاهش سرعت تبخیر و حفظ رطوبت خاک داشتند. اثربخشی مناسب تفاله زیتون و پوسته پسته می‌تواند به‌دلیل بافت ریز این مالچ‌ها باشد. با توجه به عدم آلودگی زیست‌محیطی و هزینه کم، کاربرد چنین موادی به‌عنوان مالچ نسبت به دیگر مالچ‌ها می‌تواند گزینه مناسبی جهت استفاده در موارد مشابه باشد. گزارش شده است که استفاده از پس‌مانده‌های محصولات زراعی به‌عنوان مواد اصلاح‌کننده خاک، باعث حفظ ثبات کل خاک می‌شود. مصرف پس‌مانده‌های آلی و کود دامی سبب افزایش سرعت نفوذ و ظرفیت نگهداری آب در خاک، کاهش چگالی ظاهری خاک، تعدیل دمای خاک، افزایش حجم منافذ خاک، افزایش رشد ریشه‌ها و جذب مواد غذایی به‌وسیله گیاه می‌شود (۲۱).

نتایج آزمایش دوم

با توجه به جدول تجزیه واریانس (جدول ۱) اثر رژیم آبیاری و مالچ‌های مختلف بر پتانسیل آب برگ معنی‌دار بود. پتانسیل آب در تیمار ۵۰ درصد ظرفیت زراعی نسبت به تیمار آبیاری کامل کاهش یافت و با کاربرد مالچ‌های مختلف افزایش معنی‌داری در مقدار پتانسیل آب برگ نسبت به شاهد بدون مالچ مشاهده شد. بیشترین افزایش در تیمار تفاله زیتون روغن‌کشی شده (۳۷ درصد) مشاهده شد (جدول ۲). نتایج اثر متقابل میزان آبیاری و کاربرد مالچ بر چگالی برگ رقم مانزانیلا نشان داد که کاربرد تمامی مالچ‌های مورد مطالعه در آزمایش حاضر، باعث کاهش



شکل ۱. درصد رطوبت خاک در تیمارهای مالچی مختلف در پایان آزمایش. میانگین‌های با حروف مشترک براساس آزمون LSD تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد ندارند.



شکل ۲. تبخیر تجمعی در سه، هفت و یازده روز اول در تیمارهای مالچی مختلف برحسب میلی‌متر بر روز. میانگین‌های با حروف مشترک براساس آزمون LSD تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

چگالی برگ در تیمار ۵۰ درصد ظرفیت زراعی نسبت به تیمار بدون مالچ شد (جدول ۲).

نتایج آنالیز واریانس بیانگر معنی‌دار بودن شاخص Fv/Fm فلورسانس کلروفیل تحت تأثیر رژیم آبیاری، مالچ‌های مختلف و اثر متقابل رژیم آبیاری و مالچ‌های مختلف است (جدول ۱). کاهش معنی‌دار شاخص Fv/Fm در تیمار ۵۰ درصد ظرفیت

جدول ۱. نتایج تجزیه واریانس اثر مالچ‌های مختلف و رژیم آبیاری بر روابط آبی رقم مانزانیلا

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات								
		پتانسیل برگ	چگالی برگ	(Fv/Fm)	شاخص سبزینگی	اندازه روزنه	نسبت روزنه باز به بسته	تراکم روزنه	هدایت روزنه‌ای	تعرق	نشت یونی
آبیاری	۱	۶۵۱/۴۵*	۱۹۵۷۹/۳ns	۰/۰۲۷*	۲/۴۷ns	۱۸۴۹۹۸*	۰/۱۱*	۲۰۱۷۸ns	۳۷۲۱۲۹*	۳۶/۰۰*	۶۶۵/۳۳*
مالچ	۶	۵۳/۷۲*	۱۵۲۱۵/۷*	۰/۰۲۸*	۳/۹۹*	۳۱۰۵۵*	۰/۰۱*	۱۲۲۱۳/۶ns	۳۱۳۸۰*	۱۹/۲۳*	۹۰/۵۴ns
آبیاری × مالچ	۶	۱۴/۳۷ns	۵۷۷۴/۹ns	۰/۰۰۱ns	۷/۵۰ns	۱۲۳۶ns	۰/۰۰۳ns	۵۷۵/۶ns	۲۴۲۳ns	۱/۷۹ns	۳۹/۶۸ns
خطا	۴۲	۶/۹۶	۲۱۲۷/۳	۰/۰۰۰۲	۱/۸۹	۸۳۳	۰/۰۰۰۶	۵۶۹۶/۵	۷۸۹	۰/۳۱	۲۹/۵۵
ضریب تغییرات (٪)		۹/۶۸	۱۰/۰۴	۲/۰۸	۷/۷۲	۱۰/۱۷	۱۶/۴۹	۹/۵۳	۱۱/۹۱	۱۱/۲۴	۱۹/۷۹

** و ns به‌ترتیب نشان‌دهنده معنی‌دار بودن منابع تغییرات در سطح پنج درصد و عدم معنی‌داری است.

جدول ۲. اثر میزان آبیاری و کاربرد مالچ‌های مختلف بر پتانسیل آب ساقه (بار) و چگالی برگ (گرم بر کیلوگرم)

	شاهد	سنگریزه	پوسته پسته	کلش گندم	تفاله زیتون	امولسیون	هیدروژل	میانگین
	پتانسیل آب ساقه (بار)							
۱۰۰ درصد	−۲۵/۷۵^{de}	−۲۴/۵۰^{ef}	−۲۳/۲۵^{ef}	−۲۸/۳۷$^{b-d}$	−۱۹/۲۵^{g}	−۲۴/۰۰^{ef}	−۲۱/۷۵^{fg}	−۲۳/۸۳^{B}
۵۰ درصد	−۳۵/۸۷^{a}	−۲۹/۰۰$^{b-d}$	−۲۹/۷۵^{bc}	−۳۱/۱۲^{b}	−۲۶/۲۵$^{c-e}$	−۳۰/۸۷^{b}	−۳۱/۷۵^{b}	−۳۰/۶۶^{A}
میانگین	−۳۰/۸۱^{A}	−۲۶/۷۵^{C}	−۲۶/۷۵^{C}	−۲۹/۷۵^{AB}	−۲۲/۷۵^{D}	−۲۷/۴۳^{BC}	۲۶/۷۵^{C}	
	چگالی برگ (گرم بر کیلوگرم)							
۱۰۰ درصد	۴۵۵/۹۲$^{b-d}$	۴۳۴/۸۱$^{c-e}$	۴۴۷/۵۹$^{c-e}$	۴۸۳/۲۰$^{b-d}$	۳۸۹/۰۸^{e}	۴۳۹/۷۶$^{c-e}$	۴۳۳/۸۹$^{c-e}$	۴۴۰/۶۱^{B}
۵۰ درصد	۶۰۶/۰۳^{a}	۴۴۹/۳۴$^{c-e}$	۴۵۱/۷۳$^{b-e}$	۵۱۶/۴۹^{b}	۴۱۷/۷۶^{de}	۴۸۶/۴۳^{bc}	۴۱۸/۲۵^{de}	۴۷۸/۰۰^{A}
میانگین	۵۳۰/۹۸^{A}	۴۴۲/۰۷^{CD}	۴۴۹/۶۶^{CD}	۴۹۹/۸۴^{AB}	۴۰۳/۴۲^{D}	۴۶۳/۱۰^{BC}	۴۲۶/۰۷^{CD}	

میانگین‌هایی با حروف مشترک (حروف بزرگ برای اثرات اصلی و حروف کوچک برای اثرات متقابل)، برای هر صفت براساس آزمون LSD تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

جدول ۳. اثر میزان آبیاری و کاربرد مالچ‌های مختلف بر فلورسانس کلروفیل (نسبت F_V/F_M) و شاخص سبزینگی

	شاهد	سنگریزه	پوسته پسته	کلش گندم	تفاله زیتون	امولسیون	هیدروژل	میانگین
	نسبت (F_V/F_M)							
۱۰۰ درصد	۰/۶۵۲^{g}	۰/۷۶۵^{b}	۰/۸۱۷^{a}	۰/۷۳۰^{d}	۰/۸۲۰^{a}	۰/۷۴۵$^{b-d}$	۰/۶۸۷^{ef}	۰/۷۴۵^{A}
۵۰ درصد	۰/۵۹۰^{h}	۰/۷۳۷^{cd}	۰/۷۵۵^{bc}	۰/۶۸۲^{f}	۰/۷۶۰^{b}	۰/۷۰۵^{e}	۰/۶۸۵^{ef}	۰/۷۰۲^{B}
میانگین	۰/۶۲۱^{F}	۰/۷۵۱^{B}	۰/۷۸۶^{A}	۰/۷۰۶^{D}	۰/۷۹۰^{A}	۰/۷۲۵^{C}	۰/۶۸۶^{E}	
	شاخص سبزینگی (اسپد)							
۱۰۰ درصد	۱۳۰/۴^{gh}	۲۰۱/۱^{bc}	۲۴۲/۷^{a}	۱۵۴/۹^{ef}	۲۴۱/۶^{a}	۱۶۹/۰^{de}	۱۷۸/۹^{d}	۱۸۸/۴^{A}
۵۰ درصد	۹۶/۲^{h}	۱۸۸/۵^{cd}	۲۱۸/۸^{b}	۱۲۳/۸^{h}	۲۱۱/۴^{b}	۱۳۶/۶$^{f-h}$	۱۴۶/۶^{fg}	۱۶۱/۰^{B}
میانگین	۱۰۱/۰^{I}	۱۹۴/۸^{B}	۲۳۰/۸^{A}	۱۳۹/۴^{D}	۲۲۶/۵^{A}	۱۵۲/۸^{CD}	۱۶۲/۸^{C}	

میانگین‌هایی با حروف مشترک (حروف بزرگ برای اثرات اصلی و حروف کوچک برای اثرات متقابل)، برای هر صفت براساس آزمون LSD تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

پوسته پسته باعث بیشترین افزایش نسبت Fv/Fm در شرایط تنش نسبت به تیمار شاهد بدون مالچ شد (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که آبیاری براساس ۵۰ درصد ظرفیت زراعی باعث کاهش ۱۴/۵ درصدی کلروفیل نسبی شد. با اعمال تیمار تنش خشکی (۵۰ درصد ظرفیت زراعی)، شاخص سبزینگی در تمام تیمارهای مالچ به‌جز سنگریزه کاهش یافت، با این تفاوت که تیمارهای تفاله زیتون و پوسته پسته بیشترین مقدار شاخص سبزینگی را در شرایط تنش داشتند. همچنین تمام مالچ‌ها باعث افزایش شاخص سبزینگی در تیمار ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی نسبت به شاهد (بدون مالچ) شدند (جدول ۳).

اندازه روزنه نیز به‌طور معنی‌داری در تیمار کم آبیاری کاهش یافت و کاربرد تمامی مالچ‌ها باعث افزایش اندازه روزنه در تیمار ۵۰ درصد ظرفیت زراعی نسبت به شاهد شد. بیشترین اندازه روزنه در تیمار ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی و با کاربرد

جدول ۴. اثر میزان آبیاری و کاربرد مالچ‌های مختلف بر اندازه روزنه (میکرومتر)، نسبت روزنه باز به بسته و تراکم روزنه (در میلی‌متر مربع)

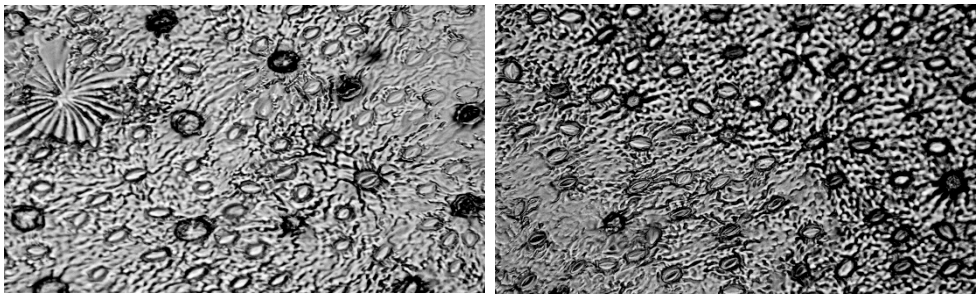
	شاهد	سنگریزه	پوسته پسته	کلش گندم	تفاله زیتون	امولسیون	هیدروژل	میانگین
				اندازه روزنه (میکرومتر)				
۱۰۰ درصد	۲۲۵/۶۹^{ef}	۳۱۸/۳۲^{c}	۴۱۱/۵۴^{ab}	۳۰۸/۹۰^{c}	۴۲۵/۱۷^{a}	۳۲۰/۴۸^{c}	۳۷۹/۱۶^{b}	۳۴۱/۳۲^{A}
۵۰ درصد	۱۱۶/۷۲^{g}	۲۰۴/۶۹^{f}	۲۶۴/۶۹^{de}	۲۰۳/۳۲^{f}	۲۸۵/۳۵^{cd}	۲۴۹/۴۸^{de}	۲۶۰/۳۲^{de}	۲۲۶/۳۷^{B}
میانگین	۱۷۱/۲۱^{D}	۲۶۱/۵۰^{C}	۳۳۸/۱۱^{AB}	۲۵۶/۱۱^{C}	۳۵۵/۲۶^{A}	۲۸۴/۹۸^{C}	۳۱۹/۷۴^{B}	
				نسبت روزنه باز به بسته				
۱۰۰ درصد	۰/۱۰۵^{gh}	۰/۲۲۲^{b}	۰/۲۰۰^{bc}	۰/۱۵۷^{de}	۰/۲۹۵^{a}	۰/۱۸۲^{cd}	۰/۱۶۲^{de}	۰/۱۸۹^{A}
۵۰ درصد	۰/۰۶۵^{i}	۰/۱۲۰^{fg}	۰/۱۵۲^{de}	۰/۰۷۰^{i}	۰/۱۳۷$^{e-g}$	۰/۰۸۲^{hi}	۰/۰۷۰^{i}	۰/۰۹۹^{B}
میانگین	۰/۰۸۵^{D}	۰/۱۷۱^{B}	۰/۱۷۶^{B}	۰/۱۱۳^{C}	۰/۲۱۶^{A}	۰/۱۳۲^{C}	۰/۱۱۶^{C}	
				تراکم روزنه (در میلی‌متر مربع)				
۱۰۰ درصد	۸۲۴/۰^{ab}	۷۵۶/۹$^{a-c}$	۷۵۳/۱^{bc}	۷۹۷/۸$^{a-c}$	۶۹۲/۵^{c}	۸۰۵/۳$^{a-c}$	۷۸۲/۱^{ab}	۷۳۳/۱^{B}
۵۰ درصد	۸۶۱/۵^{a}	۸۰۴/۶^{ab}	۷۷۲/۵$^{a-c}$	۸۲۴/۰^{ab}	۷۵۷/۸$^{a-c}$	۸۲۶/۳^{ab}	۸۳۰/۶^{ab}	۸۱۱/۰^{A}
میانگین	۸۴۲/۸^{A}	۷۸۰/۸$^{A-C}$	۷۶۲/۸^{BC}	۸۱۰/۹^{AB}	۷۲۵/۱^{C}	۸۱۵/۸^{AB}	۸۰۶/۴^{AB}	

میانگین‌هایی با حروف مشترک (حروف بزرگ برای اثرات اصلی و حروف کوچک برای اثرات متقابل) برای هر صفت براساس آزمون LSD تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

تفاله زیتون مشاهده شد (جدول ۴). کاهش معنی‌داری در نسبت روزنه باز به بسته در اثر تنش کم آبیاری براساس ۵۰ درصد ظرفیت زراعی مشاهده شد و کاربرد پوسته پسته، تفاله زیتون و سنگریزه باعث افزایش معنی‌دار نسبت روزنه باز به بسته در مقایسه با تیمار عدم کاربرد مالچ شدند (جدول ۴). افزایش معنی‌داری در تراکم روزنه در اثر تنش کم آبیاری در تیمار ۵۰ درصد ظرفیت زراعی مشاهده شد و کاربرد تفاله زیتون صرف‌نظر از تیمار آبیاری، باعث کاهش معنی‌دار تراکم روزنه در مقایسه با تیمار عدم کاربرد مالچ نسبت به شاهد بدون مالچ شد (جدول ۴). همان‌طورکه در (شکل ۳) نیز مشخص است، اندازه روزنه، نسبت روزنه باز به بسته و تراکم روزنه تحت تأثیر شرایط آبیاری قرار گرفته است و کاربرد مالچ به‌ویژه تفاله زیتون توانسته است در شرایط تنش خشکی اثرات خشکی را تقلیل دهد و شرایط برگ را برای انجام فتوسنتز و رشد فراهم سازد.

هدایت روزنه‌ای در تیمار کم آبیاری براساس ۵۰ درصد ظرفیت زراعی کاهش یافت و تمامی مالچ‌های مورد مطالعه باعث افزایش هدایت روزنه‌ای شدند. همچنین بیشترین هدایت روزنه‌ای برگ در تیمار ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی و با کاربرد تفاله زیتون مشاهده شد (جدول ۵). تعرق در اثر کم آبیاری کاهش یافت و کاربرد تمامی مالچ‌ها باعث افزایش تعرق در هر دو تیمار ۱۰۰ و ۵۰ درصد ظرفیت زراعی شد. بیشترین تأثیر را در شرایط ۵۰ درصد ظرفیت زراعی نسبت به شاهد بدون مالچ، تفاله زیتون از خود برجای گذاشت (جدول ۵).

افزایش (۵۸ درصد) در نشت یونی در تیمار شاهد بدون مالچ در ۵۰ درصد ظرفیت زراعی نسبت به آبیاری کامل مشاهده شد و کاربرد مالچ تفاله زیتون باعث کاهش معنی‌دار نشت یونی شد (جدول ۶). پرولین افزایش معنی‌داری (۵۲ درصد) در تیمار ۵۰ درصد ظرفیت زراعی نسبت به تیمار ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی داشت و تمامی مالچ‌های مورد مطالعه باعث کاهش پرولین در شرایط تنش در مقایسه با تیمار بدون



(ب) (الف)

شکل ۳. مقایسه وضعیت روزنه‌ها: الف) رقم 'مانزانیلا' در شرایط کم آبیاری در شاهد بدون مالچ و ب) رقم 'مانزانیلا' در شرایط تنش خشکی همراه با مالچ تفاله زیتون

جدول ۵. اثر میزان آبیاری و کاربرد مالچ‌های مختلف بر هدایت روزنه‌ای (میلی‌مول بر مترمربع بر ثانیه) و تعرق (میلی‌مول بر مترمربع بر ثانیه)

	شاهد	سنگریزه	پوسته پسته	کلش گندم	تفاله زیتون	امولسیون	هیدروژل	میانگین
	هدایت روزنه‌ای (میلی‌مول بر مترمربع بر ثانیه)							
۱۰۰ درصد	۱۷۶/۰۰^{ef}	۳۰۴/۲۵^{c}	۳۹۳/۷۵^{ab}	۲۹۰/۷۵^{c}	۳۹۸/۲۵^{a}	۳۵۷/۲۵^{b}	۳۰۰/۷۵^{c}	۳۱۷/۲۹^{A}
۵۰ درصد	۷۱/۰۰^{h}	۱۴۲/۰۰^{fg}	۲۰۳/۵۰^{de}	۱۳۲/۷۵^{g}	۲۲۸/۲۵^{d}	۱۴۳/۰۰^{fg}	۱۵۹/۲۵^{fg}	۱۵۴/۲۵^{B}
میانگین	۱۲۳/۵۰^{D}	۲۲۳/۱۳^{BC}	۲۹۸/۶۳^{A}	۲۱۱/۷۵^{C}	۳۱۳/۲۵^{A}	۲۵۰/۱۳^{B}	۲۳۰/۰۰^{BC}	
	تعرق (میلی‌مول بر مترمربع بر ثانیه)							
۱۰۰ درصد	۲/۸۵^{h}	۶/۵۲^{bc}	۶/۹۱^{ab}	۳/۸۱^{g}	۷/۵۰^{a}	۵/۷۸^{cd}	۷/۱۰^{ab}	۵/۷۸^{A}
۵۰ درصد	۱/۴۸^{i}	۴/۰۰^{fg}	۵/۳۹^{de}	۳/۶۴^{gh}	۵/۹۴^{cd}	۴/۷۴^{ef}	۴/۰۵^{fg}	۴/۱۸^{B}
میانگین	۲/۱۶^{E}	۵/۲۶^{C}	۶/۱۵ ^{B}	۳/۷۲^{D}	۶/۷۲^{A}	۵/۲۶^{C}	۵/۵۷^{C}	

میانگین‌هایی با حروف مشترک (حروف بزرگ برای اثرات اصلی و حروف کوچک برای اثرات متقابل)، برای هر صفت براساس آزمون LSD تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

کاربرد مالچ شدند (جدول ۶).

رام و همکاران (۲۰) بیان کردند که کاربرد مالچ باعث کاهش هدرروی آب از خاک از طریق تبخیر و تعرق می‌شود. نتایج آزمایش اول نشان داد که کاربرد مالچ‌های تفاله زیتون روغن‌کشی شده، پوسته پسته و کاه‌وکلش، باعث کاهش تبخیر و تعرق از سطح خاک می‌شود. همچنین ممکن است دلیل افزایش محتوای نسبی آب بافت، کاربرد این مالچ‌ها در شرایط کم آبیاری باشد (۲۱). پورتر و همکاران (۱۸) از پوسته ماکادمیا به‌عنوان مالچ استفاده و مشاهده کردند که این مالچ می‌تواند باعث افزایش رشد، افزایش طول ریشه و تنه بزرگ‌تر درختان شود. می‌توان چنین استنباط کرد که افزایش رشد و افزایش طول ریشه باعث جذب بیشتر آب توسط گیاه و در نتیجه وضعیت آبی گیاه (پتانسیل آب ساقه) خواهد شد.

از جمله عوامل سازگار دهنده گیاهان به تنش خشکی، تنظیم هدایت روزنه‌ای، پتانسیل آب برگ و هدایت هیدرولیکی است. در شرایط کمبود آب، پتانسیل آب یکی از شاخص‌های مهم نشان‌دهنده وضعیت آب در گیاه است و همچنین بین پتانسیل آب برگ و محتوای نسبی آب بافت، رابطه خطی وجود دارد. مطابق با نتایج تحقیق حاضر به‌ترتیب بوسادیا و همکاران (۳) و گومز و همکاران (۸) کاهش محتوای نسبی آب بافت و

جدول ۶. اثر میزان آبیاری و کاربرد مالچ‌های مختلف بر نشت یونی (درصد) و پرولین (میکرومول بر گرم وزن تر)

	شاهد	سنگریزه	پوسته پسته	کلش گندم	تفاله زیتون	امولسیون	هیدروژل	میانگین
				نشت یونی(درصد)				
۱۰۰ درصد	۲۶/۹۴$^{b-d}$	۲۳/۷۵^{cd}	۲۱/۵۰^{d}	۲۶/۴۳$^{b-d}$	۲۲/۰۶^{d}	۲۵/۲۱$^{b-d}$	۲۶/۶۲$^{b-d}$	۲۴/۶۵^{B}
۵۰ درصد	۴۲/۶۱^{a}	۲۶/۹۲$^{b-d}$	۲۴/۷۹$^{b-d}$	۲۹/۶۳^{bc}	۲۳/۷۴^{cd}	۳۰/۳۹^{b}	۲۹/۳۰^{bc}	۲۹/۶۲^{A}
میانگین	۳۴/۷۸^{A}	۲۵/۳۴^{BC}	۲۳/۱۴^{C}	۲۸/۰۳^{B}	۲۲/۹۰^{C}	۲۷/۸۰^{B}	۲۷/۹۶^{B}	
				پرولین (میکرومول بر گرم وزن تر)				
۱۰۰ درصد	۱۰/۲۸^{b}	۴/۷۲$^{g-i}$	۲/۹۶^{e}	۴/۷۴^{de}	۲/۵۷^{i}	۳/۲۵$^{f-i}$	۴/۳۵$^{d-g}$	۴/۴۵^{B}
۵۰ درصد	۱۵/۷۲^{a}	۴/۳۷$^{d-f}$	۳/۶۲$^{e-i}$	۷/۵۱^{c}	۳/۲۹$^{f-i}$	۴/۱۹$^{d-h}$	۵/۰۵^{d}	۶/۲۵^{A}
میانگین	۱۳/۶۰^{A}	۳/۶۳^{D}	۳/۲۹^{D}	۶/۱۳^{B}	۲/۹۳^{D}	۳/۷۲^{CD}	۴/۷۰^{C}	

میانگین‌هایی با حروف مشترک (حروف بزرگ برای اثرات اصلی و حروف کوچک برای اثرات متقابل) برای هر صفت براساس آزمون LSD تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

پتانسیل آب برگ زیتون (رقم 'مسکی' و 'کرونایکی') و نارگیل تحت تأثیر تنش خشکی را گزارش کردند. درخت زیتون از جمله گیاهانی است که در هنگام خشکی با پایین نگه داشتن پتانسیل آب برگ در برابر تنش خشکی مقاومت می‌کند (۲۱). بلاندر و همکاران (۲) بیان کردند که اثر سودمند مالچ در شرایط تنش به‌خاطر حفظ رطوبت خاک توسط کاه‌وکلش و جلوگیری از افزایش دمای خاک است. در تحقیق دیگری مشاهده شد که پتانسیل آب برگ زیتون با کاربرد تفاله زیتون روغن‌کشی شده نسبت به گیاهان کشت شده در شرایط بدون مالچ، افزایش می‌یابد. پتاسیم موجود در مالچ تفاله زیتون باعث بهبود خصوصیات فیزیولوژیکی برگ گیاه از طریق تنظیم اسمزی می‌شود (۲۱). در آزمایش حاضر مشاهده شد که در اثر تنش خشکی، در زیتون چگالی برگ افزایش یافت و کاربرد مالچ باعث کاهش چگالی برگ در شرایط تنش شد. تنش خشکی با کاهش فشار تورژسانس و گسترش سلول منتج به کاهش سطح برگ در وزن یکسان و در نتیجه افزایش چگالی برگ می‌شود (۱۶). برگ‌های با چگالی بیشتر به‌دلیل مقاومت بالاتر به آسیب‌های فیزیکی، پایداری بیشتری در برابر تنش خشکی شدید دارند. همچنین برگ‌های با چگالی بالا نسبت به برگ‌های با چگالی کمتر، مقاومت مکانیکی بالاتری دارند که می‌تواند دلیل اولیه برای طول عمر بیشتر چنین برگ‌هایی باشد (۱۳). دلیل افزایش چگالی در شرایط تنش خشکی می‌تواند پارانشیم اسفنجی نازک‌تر و احتمالاً حجم کم فضای سلولی باشد (۱۵).

نتایج سان و همکاران (۲۵) نشان داد که تنش خشکی کلروفیل فلورسانس گیاه سیب را کاهش می‌دهد. زمانی که گیاه در معرض تنش خشکی قرار می‌گیرد، میزان کلروفیل فلورسانس کاهش می‌یابد که نشان‌دهنده آسیب به فتوسیستم II است. همچنین نتایج تحقیقات پیشین نشان می‌دهد که کلروفیل فلورسانس گیاه زیتون تحت تنش خشکی کاهش می‌یابد (۱۷) که نشان‌دهنده افزایش اتلاف انرژی در فتوسیستم II است. نتایج مشابهی توسط خالقی و همکاران (۱۰) در زیتون رقم دزفول گزارش شد. در آزمایش حاضر کلروفیل فلورسانس تحت تنش تیمار ۵۰ درصد ظرفیت زراعی کاهش یافته و کاربرد مالچ پوسته پسته باعث کاهش اثرات مخرب تنش خشکی بر کلروفیل فلورسانس شد.

بسته شدن روزنه در اثر تنش خشکی به‌دلیل افزایش میزان آبسزیک اسید در برگ است که این هورمون در اثر تنش خشکی افزایش می‌یابد. بسته شدن روزنه سبب کاهش انتقال دی‌اکسید کربن و کاهش نرخ فتوسنتز در گیاه می‌شود (۵).

اندازه روزنه، نسبت روزنه باز به بسته و تراکم روزنه

به‌عنوان شاخص‌های مهمی از مقاومت گیاهان به کم‌آبی هستند که در این آزمایش مشاهده شد، تعداد روزنه‌های بسته برگ زیتون در اثر تنش خشکی نسبت به روزنه‌های باز افزایش یافته است و همچنین تراکم روزنه در شرایط تنش خشکی افزایش و اندازه روزنه کاهش می‌یابد که این نتایج در رقم زیتون مورد مطالعه، مشاهده شد. نتایج تحقیق شیربانی و همکاران (۲۳) نشان داد که بیشترین اندازه روزنه انجیر در تیمار شاهد و کمترین آن در تیمار تنش کم‌آبی است و همچنین بین ارقام مختلف مورد مطالعه در انجیر واکنش‌های مختلفی مشاهده کردند که متأثر از ژنوتیپ و شرایط محیطی گزارش شد. واریک (۲۷) معتقد است که واریته‌های با تعداد روزنه بیشتر و اندازه بزرگ‌تر، آب بیشتری از دست می‌دهند. نتایج تحقیق محمدی و بل‌حسن (۱۴) نیز نشان‌دهنده آن است که واریته‌ای که در برابر کم آبیاری مقاوم‌تر است، طول و عرض روزنه کوچک‌تری دارد. در آزمایش حاضر در رقم مانزانیلا اندازه روزنه تحت تنش خشکی به‌طور معنی‌داری کاهش یافت و کاربرد تفاله زیتون باعث افزایش اندازه روزنه تحت تنش خشکی شد.

در آزمایش حاضر نتایج اثر متقابل دور آبیاری و مالچ نشان داد که کاهش هدایت روزنه‌ای تحت تنش کم آبیاری به‌وسیله کاربرد مالچ بهبود یافت و به‌ترتیب مالچ‌های پوسته خرد شده پسته و تفاله زیتون روغن‌کشی شده سبب افزایش هدایت روزنه‌ای برگ شد. به همین نحو کاربرد مالچ در شرایط تنش کم‌آبیاری باعث بهبود و جبران تعرق در برگ زیتون شد. می‌توان چنین استنباط کرد که کاربرد مالچ با نگهداری آب بیشتر در خود و جبران اثرات کم آبیاری، باعث باز شدن روزنه‌های بسته و در نتیجه بهبود هدایت روزنه‌ای شده است که می‌تواند در نهایت فتوسنتز را افزایش دهد.

افزایش نشت یونی نشان‌دهنده آسیب غشایی است. در تحقیق حاضر مشاهده شد که در اثر تنش کم‌آبیاری در رقم زیتون مورد مطالعه، نشت یونی افزایش می‌یابد. از طرف دیگر نتایج برهم‌کنش میزان آبیاری و کاربرد مالچ نشان داد که نشت یونی تحت تأثیر آبیاری براساس ۵۰ درصد ظرفیت زراعی افزایش می‌یابد و کاربرد مالچ باعث کاهش نشت یونی برگ می‌شود. رحمانی و همکاران (۱۹) گزارش کردند که تنش خشکی به‌علت تأثیر بر غشا سیتوپلاسمی و ایجاد آسیب بر آن، سبب نشت محتویات سلولی به فضای بین سلولی و مرگ سلول می‌شود و از طرف دیگر کاربرد مالچ موجب کاهش آسیب تنش کم‌آبی بر غشا و کاهش نشت یونی می‌شود. مالچ‌های مورد استفاده در آزمایش به‌دلیل حفظ رطوبت خاک و افزایش آب بافت سبب کاهش آسیب به غشا سلولی و در نتیجه کاهش نشت یونی می‌شود. کاربرد پوسته پسته باعث کاهش معنی‌دار نشت یونی رقم زیتون مورد مطالعه تحت تنش خشکی شد. در پژوهش‌های قبل ثابت شده است پرولین در تنش خشکی افزایش می‌یابد. پرولین می‌تواند یکی از تنظیم کننده‌های پتانسیل آب در طی دوره خشکی باشد ولی چون در بافت‌های گیاهان در اثر تنش‌های مختلف تولید می‌شود پس یک شاخص مناسب برای کمبود آب نمی‌تواند باشد. در این پژوهش همان‌طورکه انتظار می‌رفت در اثر تنش خشکی مقدار پرولین افزایش پیدا کرد که با پژوهش‌های قبلی مطابقت دارد.

نتیجه‌گیری

به‌طورکلی براساس نتایج حاصل از آزمایش کاربرد مالچ‌های آلی تفاله زیتون و پوسته پسته از طریق حفظ رطوبت خاک و کاهش میزان تبخیر باعث کاهش اثرات مخرب تنش خشکی در رقم زیتون مورد مطالعه از راه بهبود شاخص‌های فتوسنتزی، روابط آبی و کاهش تولید رادیکال‌های آزاد اکسیژن (ROS) می‌شوند. باتوجه به اینکه مالچ‌های آلی انتخاب شده در این آزمایش (تفاله زیتون و پوسته پسته) از کارخانه‌های روغن‌کشی زیتون و کارگاه‌های پوست‌کَنی پسته تهیه شد، نسبت به سایر مالچ‌ها از نظر برآورد هزینه به صرفه‌تر هستند چرا که جزء ضایعات محسوب می‌شوند و در حال حاضر استفاده خاص دیگری در صنعت ندارند. از طرفی ماندگاری آنها نسبت به سایر مالچ‌های آلی دیگر مثل کاه‌وکلش بسیار بیشتر است. با توجه به اینکه مالچ‌های شیمیایی نتوانستند در حد انتظار تنش آبی زیتون را کاهش دهند، برای استفاده نیاز به بررسی بیشتری دارند.

سپاسگزاری

نویسندگان مقاله از جناب آقای دکتر غلامعلی فرزی جهت تأمین مالچ‌های شیمیایی و جناب آقایان مهندس بلندنظر و طالبی جهت تأمین مواد گیاهی تشکر و قدردانی می‌کنند.

منابع مورد استفاده

1. Arnon, A. and R. K. Sairam. 2002. Oxidative stress and antioxidative systems in plants. *Current Science* 82: 1227-1238.
2. Balwinder-Singh, H., E. Eberbach, P. L. Katupitiya and S. S. Yadvinder-Singh Kukkal. 2011. Growth yield and water productivity of zero till wheat as affected by rice straw mulch and irrigation schedule. *Field Crops Research* 121: 209–225.
3. Boussadia, O., F. B. Mariem, B. Mechri and W. Bousseta. 2008. Response to drought of two olive tree cultivars (cv Koroneki and Meski). *Scientia Horticulturae* 116: 388-393.
4. Burton, M. 2010. Irrigation Management: Principles and Practice: Technology and Engineering. Cabi. London.
5. Chunpeng. 2006. Identification and primary genetic analysis of *Arabidopsis* stomatal mutants in response to multiple stresses. *Chinese Science Bulletin* 51: 2586-2594.
6. Demming-Adams, B., W. W. Adams, D. H. Barker, B. A. Logan, D. R. Bowling and A. S. Verhoven. 1993. Using chlorophyll fluorescence to assess the fraction of absorbed light allocated to thermal dissipation of excess excitation. *Physiologia Plantarum* 98: 253–264.
7. Food and Agriculture Organization. 2012. FAO Statistical Databases. http://faostat.fao.org.
8. Gomes, F. P., M. A. Oliva, M. S. Mielke, A. A. F. Almeida and L. A. Aquino. 2010. Osmotic adjustment, proline accumulation and membrane stability in leaves of *Cocos nuciera* submitted to drought stress. *Scientia Horticulturae* 126: 379- 384.
9. Idso, S. B., R. J. Regintao, R. D. Jackson, B. A. Kimball, and F. S. Nakayama. 1974. The three stages of drying of a field soil. *Soil Science Society of America, Proceedings* 38: 831-837.
10. Khaleghi, E., K. Arzani, N. Moallemi and M. Barzegar. 2012. Evaluation of chlorophyll content and chlorophyll fluorescence parameters and relationships between chlorophyll a, b and chlorophyll content index under water stress in *Olea europaea* cv. Dezful. *World Academy of Science, Engineering and Technology* 6: 8-20.
11. Kramer, D. M. 1983. Crop Reaction to Water and Temperature Stresses in Humid, Temperature Climates, West View Press, Boulder.
12. Liu, M., H. Qi and Z. P. Zhang. 2012. Response of photosynthesis and chlorophyll fluorescence to drought stress in two maize cultivars. *Journal of Agricultural Research* 7: 4157-4760.
13. Mathews, C. R., D. G. Bottrell and M. W. Brown. 2002. A comparison of conventional and alternative understory management practices for apple production: multi-trophic effects. *Applied Soil Ecology* 21: 221–231.
14. Mohammadi, P. and E. Belhassen. 1996. The diversity of drought tolerance adaptation in the wide. PP. 13-26. *In*: E. Belhassen (Ed.), Drought Tolerance in Higher Plant: Genetical, Physiological and Molecular Biological Analysis. Kluwer.
15. Niinemets, U. 2001. Global-scale climatic controls of leaf dry mass per area, density, and thickness in trees and shrubs. *Ecology* 82: 453–469.
16. Pena-Rojas, K., X. Aranda, R. Joffre and I. Fleck. 2005. Leaf morphology, photochemistry and water status changes in resprouting *Quercus ilex* during drought, *Functional Plant Biology* 32: 117-130.
17. Petridis. A., I. Therios, G. Samouris, S. Koundouras and A. Giannakoula. 2012. Effect of water deficit on leaf phenolic composition, gas exchange, oxidative damage and antioxidant activity of four Greek olive (*Olea europaea* L.) cultivars. *Plant Physiology and Biochemistry* 60: 1-11.
18. Porter, G., R. Yost and M. Nagao. 2005. The application of macadamia nut husk and shell mulch to mature *Macadamia integrifolia* to improve yields, increase nutrient utilization, and reduce soil P levels. *Western Nutrient Management Conference* 6: 226-233.
19. Rahmani, M., D. Habibi, A. H. Shirani Rsd, J. daneshian, A. Valad Abadi, M. Mashhadi Akbar Bujar and A. H. Khalatbari. 2010. Effect of super absorbant polymer on yield, antioxidant enzymes and membrane stability in mustard medicinal plants under water deficit stress. *Plants and Ecosystems* 2: 19-38 (In Farsi).
20. Ram, J., V. Dadhwal, K. K. Vashist and H. Kaur. 2013. Grain yield and water use efficiency of wheat (*Triticum aestivum* L.) in relation to irrigation levels and rice straw mulching in North West India. *Agricultural Water Management* 128: 92-101.
21. Salvatore, C. and G. Alessandro Vivaldi. 2011. Short-term effects of de-oiled olive pomace mulching application on

a young super high-density olive orchard. *Scientia Horticulturae* 129: 613-621.
22. Sharifan, H., P. Mokhtari and A. Hezarjaribi. 2013. The effect of super absorbent a200 on the infiltration parameters kostiakov_lewis equation in furrow irrigation. *Journal of Water and Soil* 27: 205-212. (In Farsi).
23. Shirbani, S., G. H. Davari Nezhad and M. Shoor. 2012. A study of the stomatal characteristics in fig cultivars under drought stress conditions. *Iranian Journal of Horticultural Science* 43: 125-133. (In Farsi).
24. Sobo, A., B. Dichio, C. Xiloyannis and A. Masia. 2004. Lipoxygenase activity and proline accumulation in leaves and roots of olive trees in response to drought stress. *Physiologia Plantarum* 121: 58-65.
25. Sun, X. P., X. Yan and Y. Kang. 2013. Growth, gas exchange, and water-use efficiency response of two young apple cultivars to drought stress in two scion-one rootstock grafting system. *Scientia Horticulturae* 51: 404-410.
26. Viets, F. G. 1971. Effect drought control for successful dry land agriculture. PP. 57-79. *In:* K. L. Larson and J. D. Eastin (Eds.). Drought Injury and Resistance in Crops, CSSA. Special Publication. No. 2. Crop Scince Society American. Madison, Wisconsin.
27. Warrick, A. W. 2002. Soil Physics Companion. CRC Press, London.
28. Yuwei, S., K. Yanli, L. Hao, Z. Xiaoliang, W. Pengtao, A. N. Guoyong, Z. Yun, M. Chen, S. Zarco-Tejada, J. R. Miller, G. H. Mohammad, T. L. Noland and P. H. Sampson. 2000. Chlorophyll fluorescence effects on vegetation apparent reflectance. *Remote Sensing of Environment* 74: 596-608.

Journal of Crop Production and Processing
Vol. 8, No. 3, Fall 2018, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran.

The Effect of Different Mulch Types on Some Photosynthesis and Water Relation Parameters of Olive Cultivar '*Manzanilla*' Under Water Stress Conditions

R. Farzi[1] and M. Gholami[2*]

(Received: August 29-2017; Accepted: February 5-2018)

Abstract

To study the effect of mulch and two irrigation levels on olive cultivar '*Manzanila*', two experiments were conducted. The first experiment evaluated the effect of seven types of mulch in plant-less pots; the second one was conducted on olives as a factorial according to a complete randomized design with 4 replications. In this experiment, seven mulch types (gravel mulch, pistachio shell mulch, wheat straw mulch, de-oiled olive pomace mulch, super absorbent polymer, organic-based emulsion polymer, and control (no mulch)) in the presence of two irrigation levels (control: irrigation to reach 100% of field capacity) and water stress (irrigation to reach 50% of field capacity) were investigated. The results showed that mulching decreased surface evaporation rate and improved soil water content, keeping the underneath soil moist longer than bare soil; the best types of mulch for conserving soil water were de-oiled olive pomace mulch and pistachio shell mulch. The results of the second experiment indicated that the shoot water potential and the olive chlorophyll index were decreased significantly in the water stressed treatment; however, using pistachio shell mulch improved the latter traits under stress conditions. The stomatal size and stomatal density were also affected by irrigation conditions; on the other hand, mulch usage, especially de-oiled olive pomace mulch, could decrease drought effects in drought stress conditions, improving leaf conditions for photosynthesis, and growth. All types of mulch in the experiment increased stomatal conductance in the water stress treatment (50% of crop capacity), as compared to the control (100% of crop capacity). Overall, the results showed that the application of pistachio shell mulch and de-oiled olive pomace mulch could be a suitable criterion to reduce the damaging effects of drought stress in olive.

Keywords: Irrigation, Water Stress, Mulch, Olive

1, 2. Former MSc. Student and Assistant Professor, Respectively, Department of Horticulture, College of Agriculture, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran.
*: Corresponding Author, Email: mah.gholami@cc.iut.ac.ir