مقاله پژوهشی

اثر اسپری زمستانه روغن ولک بر فتوسنتز، تبادلات گازی و شاخص‌های فیزیولوژیکی دو رقم زیتون

سارا داودی[۱]، شهره زیودار[۲]* و اسمعیل خالقی[۳]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۲/۲۴- تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۲/۱)

چکیده

این مطالعه به منظور بررسی اثر محلول‌پاشی زمستانه روغن ولک (صفر، ۱، ۳ و ۵ درصد) بر شاخص‌های فیزیولوژیکی، فتوسنتز و تبادلات گازی دو رقم زیتون (مانزانیلا و خضیری) به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با ۴ تکرار در شرایط آب و هوایی اهواز طی سال ۹۸-۱۳۹۷ انجام شد. نتایج نشان داد روغن ولک ۵ درصد باعث کاهش فتوسنتز در رقم خضیری و مانزانیلا به میزان ۴۰ و ۵۲/۴ درصد نسبت به تیمار شاهد در هفته دوم پس از محلول‌پاشی شد و پس از آن فتوسنتز افزایش یافت. در رقم خضیری و مانزانیلا کاربرد هر سه غلظت روغن ولک باعث افزایش میزان تعرق نسبت به تیمار شاهد شد. میزان هدایت روزنه‌ای در رقم خضیری بیشتر از مانزانیلا بود و بیشترین میزان هدایت روزنه‌ای ۴۵ روز پس از تیمار مشاهده شد. کمترین و بیشترین دمای برگ به ترتیب در تیمار شاهد و تیمار ۳ درصد روغن ولک با میانگین ۲۹/۳۴ و ۳۲/۱۷ درجه سانتی‌گراد ثبت شد. در هر دو رقم با مصرف روغن ولک کارایی مصرف نور کاهش یافت و در رقم مانزانیلا درصد ریزش برگ به میزان بالایی (۵۹/۰۵ درصد) مشاهده شد. در نتیجه جهت کاربرد مقادیر بالای روغن ولک برای درختان زیتون، با توجه به کاهش مقطعی فتوسنتز و افزایش دمای برگ در هر دو رقم و نیز میزان بالای ریزش برگ در رقم مانزانیلا با احتیاط بیشتری باید عمل کرد.

کلمات کلیدی: اسید فولیک، اسید هیومیک، عملکرد، کود حیوانی، ماده خشک

۱- دانشجوی کارشناسی‌ارشد میوه‌کاری، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران.

۲- استادیار، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران.

۳- دانشیار، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران.

* پست الکترونیک: zivdar_s@scu.ac.ir

مقدمه

روغن‌های معدنی در سالیان اخیر برای رسیدن به اهداف مختلفی توسط باغداران و محققان به کار گرفته شده‌اند. گزارش‌های متعددی مبنی بر استفاده از این روغن‌ها و از جمله روغن معدنی ولک جهت تکمیل نیاز سرمایی درختان و برطرف کننده رکود جوانه‌ها، کنترل آفات و بیماری‌های درختان میوه، مکمل غذایی جهت افزایش کارایی جذب عناصر مغذی وجود دارد. روغن ولک به صورت اسپری زمستانه در درختان میوه به عنوان برطرف کننده بخشی از نیاز سرمایی در درختان زیتون (داودی و همکاران، ۱۳۹۹) و پسته (جوانشاه و علی‌پور[1]، ۲۰۰۳)، رفع رکود جوانه‌های انگور (عشقی و همکاران، ۱۳۹۴) شکوفا شدن جوانه‌ها در درختان سیب، گلابی، هلو و زردآلو (بید و فرگوسن[2]، ۲۰۰۱) استفاده شده است. همچنین از روغن‌های معدنی به همراه مکمل‌های غذایی به منظور افزایش جذب عناصر غذایی، تسریع در گلدهی و افزایش کمیت و کیفیت پسته (حکم‌آبادی و جوانشاه، ۱۳۸۵؛ بید[3] و همکاران، ۲۰۰۰) کاهش ریزش جوانه گل در بادام (بابادایی[4] و همکاران، ۲۰۱۶) کنترل کنه، شته، بیماری سفیدک در مرکبات و انگور (بید و فرگوسن، ۲۰۰۲؛ ارز[5]، ۲۰۰۰) استفاده شده است.

به موازات اثرات مثبتی که در مورد کاربرد روغن‌های معدنی در صنعت باغداری دنیا گزارش شده است، نگرانی‌هایی نیز در ارتباط با اثرات منفی کاربرد این روغن‌ها بر درختان و عملکرد فیزیولوژیک آن‌ها وجود دارد. استفاده از روغن‌های معدنی با غلظت‌های بالا سبب کاهش اکسیژن در بافت‌های گیاهی، تخمیر و صدمه به گیاه شده و میزان آسیب‌ها بر اساس شرایط باغ و اقلیم هر منطقه متفاوت بوده است، به گونه‌ای که میزان نیاز سرمایی دریافت شده توسط گیاهان، دمای پس از تیمار مرحله نموی جوانه‌ها و وضعیت تغذیه درختان در بروز پاسخ به روغن‌های معدنی موثر بوده است. این اثرات به صورت‌های گوناگونی مانند تأخیر در تشکیل برگ، کلروز و نکروز برگ، ایجاد مسمومیت در گیاه و اختلال در تبادلات گازی در گیاهان مختلف مشاهده و گزارش شده است (شیرازی، ۲۰۰۳؛ باتی[6] و همکاران، ۲۰۰۶؛ علیپور و غفاری‌موفق، ۱۳۸۹). کاهش عملکرد و نشانه‌های مسمومیت در مرکبات در اثر کاربرد روغن‌های معدنی، خشک شدن شاخه‌ها و خارج شدن شیره آوندی درختان پسته (جوانشاه و علی‌پور، ۲۰۰۳)، کاهش فتوسنتز و افزایش تنفس در اثر کاربرد روغن ولک (وود و پین[7]، ۱۹۸۶)، کندشدن رشد رویشی، تأخیر در تجمع قند و بلوغ میوه، کاهش وزن خوشه و تأثیر منفی بر عملکرد و کیفیت انگور (نورتاور و هومیر[8]، ۱۹۹۸) در گزارش‌ها دیده شده است. نتایج این پژوهش‌ها نشان داده است که ترکیبات و میزان روغن، شرایط محیطی و ارقام و گونه‌های گیاهی، در ایجاد پاسخ‌های متفاوت به کاربرد روغن‌های معدنی نقش عمده‌ای داشته‌اند.

در راستای توسعه کشت زیتون در سال‌های گذشته، کلکسیونی از درختان زیتون مشتمل بر ۲۰ رقم در دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز تأسیس شد. شرایط آب و هوایی در زمستان‌های معتدل اهواز به گونه‌ای است که تأمین‌کننده نیاز سرمایی جوانه‌های درختان میوه نمی‌باشد و وقوع دماهای گرم در پاییز و زمستان می‌تواند به عنوان عامل خنثی کننده نیاز سرمایی جوانه‌ها و یکی از علل تأخیر در شکستن رکود جوانه‌ها مطرح باشد. در این شرایط کاربرد روغن‌های معدنی از جمله راهکارهایی است که برای تکمیل نیاز سرمایی درختان زیتون در این منطقه توصیه شده است. با توجه به نگرانی‌های مذکور در ارتباط با اثرات منفی کاربرد این گونه مواد بر گیاهان، این پژوهش در راستای بررسی پاسخ‌های فیزیولوژیکی دو رقم زیتون (مانزانیلا و خضیری) به محلول‌پاشی زمستانه روغن معدنی ولک و بررسی تبادلات گازی، فتوسنتز و برخی شاخص‌های فیزیولوژیکی در این ارقام قبل از ورود به فصل گلدهی پرداخته است.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال ۱۳۹۸-۱۳۹۷ در باغ مجموعه ارقام زیتون واقع در ساحل غربی رودخانه کارون و بر روی درختان ۱۷ ساله زیتون، در سال بارده انجام شد. خاک باغ دارای بافت رسی‌لومی با ۰/۴۵٪ مواد آلی، هدایت

1. Javanshah and Alipour
2. Beede and Ferguson
3. Beede
4. Babadaei
5. Erez
6. Bhatti
7. Wood and Payne
8. Northover and Homeyer

الکتریکی ۴/۰۵ دسی‌زیمنس بر متر و pH برابر با ۷/۹ بود. میانگین حداقل و حداکثر دمای ماهانه و رطوبت نسبی هوا طی دوره آزمایش در جدول ۱ آمده است. آبیاری درختان یکبار در هفته و به روش قطره‌ای و تغذیه درختان به صورت سالانه با کاربرد ۵۰۰ گرم نیتروژن (اوره)، ۲۵۰ گرم فسفر (سوپرفسفات) و ۵۰۰ گرم پتاسیم (سولفات پتاسیم) به صورت خاک کاربرد برای هر درخت انجام شد. در آزمایش حاضر، تأثیر کاربرد برگی روغن معدنی ولک بر شاخص‌های فیزیولوژیکی، فتوسنتزی و تبادلات گازی دو رقم زیتون مورد بررسی قرار گرفت. طرح آزمایشی، کرت‌های خرد شده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار انجام شد. ارقام زیتون (مانزانیلا و خضیری) به عنوان فاکتور اصلی و غلظت روغن معدنی ولک (صفر، ۱، ۳ و ۵ درصد)، به عنوان فاکتور فرعی در نظر گرفته شدند. در این تحقیق از روغن معدنی ولک (تهیه شده از شرکت بهاوران) استفاده شد. محلول‌پاشی درختان زیتون در اول بهمن ماه و با استفاده از سمپاش موتوری اتومایزر (۱۵ لیتری) انجام شد. میزان محلول مصرفی برای هر درخت به طور متوسط ۱۵ لیتر بود.

برای اندازه‌گیری شاخص‌ها، از هر درخت ۵ شاخه یکساله در جهات مختلف و با فاصله دو متر از سطح زمین انتخاب و در هر شاخه سه برگ کاملا بالغ و توسعه یافته علامت‌گذاری شدند. شاخص‌های نرخ فتوسنتز خالص، تعرق، هدایت‌روزنه‌ای، دمای برگ و کارایی مصرف نور، در چهار مرحله یعنی ۱۵، ۳۰، ۴۵ و ۶۰ روز پس از محلول‌پاشی با روغن ولک اندازه‌گیری شدند. برای اندازه‌گیری تبادلات گازی از دستگاه پرتابل اندازه‌گیری فتوسنتز و تبادلات گازی مدل (ADC Co. Ltd., LCi-SD Hoddesdon, UK) مجهز به حس‌گرهای دما و تراکم جریان فوتونی استفاده شد. اندازه‌گیری‌ها در بازهٔ زمانی ۱۰ تا ۱۱ صبح، با دامنه شدت اشباع نور فتوسنتزی معادل ۱۳۲۷/۵- ۱۷۲۰/۳۸ میکرومول فوتون بر مترمربع در ثانیه و دمای ۳۵-۲۵ درجه سانتی‌گراد انجام شد و کارایی مصرف نور از تقسیم نرخ فتوسنتز خالص بر میزان نور دریافتی محاسبه گردید.

برای اندازه‌گیری میزان ریزش برگ‌ها، در ۵ شاخه انتخاب شده، تعداد برگ‌ها شمارش شد و دو ماه پس از اعمال تیمار، تعداد برگ‌های باقی مانده، شمارش و درصد ریزش برگ محاسبه شد. جهت اندازه‌گیری محتوای نسبی آب برگ از روش ریچی[1] و همکاران (۱۹۹۰) استفاده شد. پس از نمونه‌گیری و انتقال برگ‌ها به آزمایشگاه یک گرم از بافت تر برگ را جدا کرده و به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد در تاریکی و در آب مقطر قرار گرفتند و پس از این مدت مجددا توزین شدند (وزن تورژسانس)، سپس نمونه‌ها به مدت ۴۸ ساعت در آون در دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد خشک شدند و سپس وزن آن‌ها اندازه‌گیری شد (وزن خشک) و با توجه به رابطه زیر محتوای نسبی آب برگ محاسبه گردید. در این رابطه F_w، وزن تر برگ، D_w، وزن خشک برگ و S_w، وزن اشباع برگ است.

$$RWC= F_w – D_w / S_w –D_w \times 100$$

برای تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها از نرم‌افزار SAS (نسخه ۹/۱) و برای مقایسه میانگین داده‌ها از آزمون چنددامنه‌ای دانکن و نرم‌افزار MSTATC در سطح احتمال یک و پنج درصد استفاده شد. نمودارها با استفاده از نرم‌افزار Excel ترسیم شد.

نتایج و بحث

فتوسنتز

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲) نشان داد که اثر رقم، روغن ولک و اثر متقابل روغن ولک و رقم بر نرخ فتوسنتز در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. همچنین بین میزان فتوسنتز ارقام مختلف و غلظت‌های مختلف روغن ولک نیز در طول زمان نیز اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد وجود داشت (جدول ۲).

با بررسی روند تغییرات نرخ فتوسنتز خالص در ارقام مورد مطالعه (جدول ۳)، استنباط شد که در رقم خضیری کاربرد روغن ولک یک درصد سبب کاهش فتوسنتز در طی زمان گردید. کاربرد روغن ولک با غلظت ۳ درصد سبب افزایش نرخ فتوسنتز خالص در زمان‌های ۳۰ و ۴۵ روز پس از اندازه‌گیری (۸/۱۵ و ۷/۷۲ میکرومول دی اکسیدکربن بر مترمربع در ثانیه) نسبت به اولین اندازه‌گیری نرخ فتوسنتز (۶/۰۴ میکرومول دی اکسیدکربن بر مترمربع در ثانیه) در روز ۱۵ام پس از تیمار شد. همچنین کاربرد ۵ درصد روغن ولک سبب کاهش معنی‌دار نرخ فتوسنتز (۴/۱۹ میکرومول دی‌اکسیدکربن بر مترمربع در ثانیه) نسبت به شاهد (۶/۹۹ میکرومول

1. Ritchie

جدول ۱- میانگین حداقل و حداکثر دما و رطوبت نسبی هوا در طی دوره آزمایش در اهواز

ماه	حداقل دما (°C)		حداکثر دما (°C)		رطوبت نسبی (٪)	
	سال ۹۸-۱۳۹۷	میانگین ۱۰ ساله	سال ۹۸-۱۳۹۷	میانگین ۱۰ ساله	سال ۹۸-۱۳۹۷	میانگین ۱۰ ساله
دی	۹/۸۵	۸	۲۱/۸	۲۰/۱	۵۱/۲	۶۴/۷۳
بهمن	۱۰/۲۷	۹/۴۷	۲۴/۳	۲۱/۹۸	۴۹/۹	۵۹/۰۱
اسفند	۱۵/۲۱	۱۳	۲۸/۷	۲۷	۴۶	۴۸/۸۶
فروردین	۱۸/۴۵	۱۷/۱۸	۳۴/۱	۳۲/۴	۴۳/۴	۴۴/۱
اردیبهشت	۲۳/۴	۲۳/۱۳	۳۷/۶	۴۰	۳۷/۵	۳۲/۸

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس اثر روغن ولک و رقم بر شاخص های فیزیولوژیک برگ زیتون در طی دوره آزمایش

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات (MS)					
		نرخ فتوسنتز	هدایت روزنه‌ای	دمای برگ	نرخ تعرق	کارایی مصرف آب	کارایی مصرف نور
اثرات بین گروهی							
بلوک	۳	۰/۰۵۷ ns	۰/۰۰۰۶ ns	۵۳/۳۱۶**	۱/۱۷۴ ns	۰/۱۸۰ ns	۰/۰۱۶ns
رقم	۱	۱۳/۷۱۵**	۰/۰۰۷۹**	۲۶/۴۱۷ ns	۶/۳۳۶*	۱۶/۴۰۲**	۹/۳۸۴**
خطای نوع اول	۳	۰/۱۶۳	۰/۰۰۰۳	۱۴/۰۴۵	۱/۷۲۲	۰/۰۴۷	۰/۱۷۵
روغن ولک	۳	۷/۹۳۲**	۰/۰۰۱۸ ns	۵۵/۳۹۴**	۲۳/۹۷۱**	۱۲/۲۰۹**	۸/۱۸۶**
رقم × روغن	۳	۴۲/۱۱۹**	۰/۰۰۰۴ ns	۶/۰۵۰ ns	۱۹/۲۶۶**	۲/۴۷۷**	۳۴/۲۶۴**
خطای نوع دوم	۱۸	۰/۱۶۳	۰/۰۰۰۶	۹/۵۲۱	۱/۱۹۰	۰/۰۹۹	۰/۱۵۸
اثرات درون گروهی							
زمان	۳	۱۵/۹۵۲**	۰/۰۰۳۲**	۳۱۲/۵۹۱**	۲/۶۳۴ ns	۳/۲۳۲**	۲۸/۵۸۶**
زمان × بلوک	۹	۰/۱۵۴ ns	۰/۰۰۰۹ ns	۱۱/۴۷۶ ns	۰/۹۷۱ ns	۰/۱۵۸ ns	۰/۱۵۸ ns
زمان × رقم	۳	۰/۳۴۶*	۰/۰۰۰۵ ns	۲۲/۳۴۸ ns	۶/۵۲۰**	۴/۹۴۳*	۳/۷۵۲**
زمان × رقم × بلوک	۹	۰/۰۶۸ ns	۰/۰۰۱۳*	۱۸/۱۳۱ ns	۱/۴۰۹ ns	۰/۱۹۴ ns	۰/۰۶۴ ns
زمان × ولک	۹	۱۵/۱۸۰**	۰/۰۰۰۸ ns	۶/۲۷۱ ns	۴/۲۲۴**	۳/۰۵۶*	۱۱/۱۵۱**
زمان × رقم× روغن	۹	۹/۹۰۹**	۰/۰۰۰۹ ns	۱۶/۷۶۳ ns	۲/۳۷۶*	۵/۱۸۲ ns	۱۱/۷۵۶**
خطا	۵۴	۰/۰۸۴	۰/۰۰۰۵	۱۴/۱۶۰	۱/۱۴۲	۰/۱۵۸	۰/۰۷۸

*، **، ns : به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد و غیرمعنی‌دار

دی‌اکسیدکربن بر مترمربع در ثانیه) شد و در طی زمان نیز تنها در زمان اندازه‌گیری ۴۵ روز پس از تیمار نرخ فتوسنتز (۵/۳۳ میکرومول دی‌اکسیدکربن بر مترمربع در ثانیه) افزایش معنی‌داری نسبت به سایر زمان‌های اندازه‌گیری نشان داد. در رقم مانزانیلا، تیمار غلظت‌های ۱ و ۳ درصد روغن ولک، روند کاهشی در میزان فتوسنتز را نشان دادند، اما این میزان کاهش تفاوت معنی‌داری نسبت به شاهد نداشت. در این رقم، کاربرد غلظت ۵ درصد روغن معدنی ولک سبب کاهش معنی‌دار در نرخ فتوسنتز خالص درختان زیتون (۴/۶۱ میکرومول دی‌اکسیدکربن بر مترمربع در ثانیه) نسبت به شاهد (۹/۶۹ میکرومول دی اکسیدکربن بر مترمربع در ثانیه) به ویژه در دو هفته پس از تیمار شد، در حالی که این تیمار در طی زمان و اندازه‌گیری‌های بعدی سبب افزایش معنی‌دار نرخ فتوسنتز برگ‌ها در ۳۰ ، ۴۵ و ۶۰ روز (به ترتیب ۱۱/۲۸، ۹/۸۲ و ۸/۱۸۰ دی‌اکسیدکربن بر مترمربع در ثانیه) گردید (جدول ۳).

در این تحقیق ارقام خضیری و مانزانیلا نسبت به کاربرد غلظت‌های مختلف روغن ولک پاسخ‌های متفاوتی در اندازه‌گیری‌ها نشان دادند. در سایر تحقیقات مشابه نیز به تفاوت و نوع ارقام و گونه‌های گیاهی در ایجاد پاسخ متفاوت به کاربرد روغن‌های معدنی اشاره شده است (بید و فرگوسن، ۲۰۰۱؛ بیکر[1]، ۱۹۷۰) در پژوهشی بر روی درختان پسته بکارگیری روغن ولک موجب کاهش فتوسنتز نسبت به درختان شاهد شد (علیپور و غفاری موفق، ۱۳۸۹). در بسیاری از تحقیقات در ارتباط با اثر روغن‌های معدنی بر میزان فتوسنتز به کاهش میزان فتوسنتز به ویژه در روزهای اول پس از کاربرد اشاره شده

1. Baker

است (فینگر[1] و همکاران، ۲۰۰۲). در این پژوهش در اندازه‌گیری اول کاهش نرخ فتوسنتز در رقم خضیری برای غلظت ۵ درصد و در رقم مانزانیلا در همه غلظت‌های اسپری روغن ولک مشاهده شد، اما در اندازه‌گیری‌های بعدی و در طی زمان شاهد افزایش نرخ فتوسنتز درختان رقم خضیری با کاربرد ۳ درصد روغن تا ۴۵ روز پس از تیمار و برای رقم مانزانیلا با تیمار ۵ درصد تا دو ماه پس از اعمال تیمارها ثبت شد. روغن‌ها احتمالاً در روزهای اول پس از کاربرد با مسدود کردن روزنه‌ها و نفوذ به فضاهای بین سلولی، میزان تبادلات گازی و فتوسنتز را کاهش داده‌اند. اما این اثرات در تغییر نرخ فتوسنتز و تبادلات گازی دائمی نیست و معمولا با گذشت زمان برطرف شده است.

در تحقیقات اشاره شده است که کاربرد روغن های معدنی بر روی درختان، مانند اعمال یک تنش ملایم است که ابتدا تبادلات گازی در گیاه به دلیل انسداد روزنه‌ها کاهش می‌یابد و سپس گیاه برای تنفس بهتر، سوخت و ساز را افزایش داده تا روغن را تجزیه کند (بید و فرگوسن، ۲۰۰۱). روغن‌ها احتمالاً با دخالت فیزیکی مانع از انتقال گازها می‌شوند، اما شدت اثرات فوق به ترکیبات و میزان روغن، شرایط محیطی و گونه‌ها و ارقام گیاهی بستگی دارد (بیکر، ۱۹۷۰).

تعرق

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۲) نشان داد که اثر رقم در سطح احتمال ۵ درصد، اثر روغن ولک و نیز اثر متقابل روغن ولک و رقم بر نرخ تعرق در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. همچنین بررسی‌ها نشان داد که بین میزان تعرق ارقام مختلف تحت تأثیر غلظت‌های مختلف روغن ولک در طی زمان اندازه‌گیری نیز تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد وجود داشت (جدول ۲). با بررسی اثر غلظت‌های مختلف روغن ولک بر نرخ تعرق برگ ارقام زیتون در طول آزمایش (جدول ۲) مشخص گردید که در رقم خضیری تنها در ۱۵ روز پس از اعمال تیمار، غلظت ۵ درصد روغن ولک سبب کاهش معنی‌دار (۲/۶۵ میلی‌مول آب بر مترمربع در ثانیه) نسبت به برگ درختان شاهد (۴/۸۵ میلی‌مول آب بر مترمربع در ثانیه) شد.

در سایر زمان‌های اندازه‌گیری، کاربرد روغن معدنی ولک با غلظت‌های مختلف، گرچه سبب تغییراتی در میزان نرخ تعرق در این رقم شد، اما این تأثیر از لحاظ آماری معنی‌دار نبود. در نتایج تحقیقات دیگر نیز کاهش تعرق در انگور و موز پس از کاربرد روغن‌های معدنی گزارش شده است (فینگر و همکاران، ۲۰۰۲؛ کالپوزوس[2]، ۱۹۶۶). روغن‌ها احتمالاً با بستن منفذ روزنه‌ها و فضاهای بین سلولی میزان تعرق را کاهش می‌دهند (بیکر، ۱۹۷۰). در رقم مانزانیلا کاربرد روغن ولک با غلظت ۵ درصد سبب افزایش معنی‌دار تعرق (۵/۷۲ میلی‌مول آب بر مترمربع در ثانیه) در روز پانزدهم پس از تیمار نسبت به درختان شاهد (۱/۳۴ میلی‌مول آب بر مترمربع در ثانیه) و همچنین افزایش معنی‌دار میزان تعرق در ۶۰ روز پس از اعمال تیمار (۷/۷۳ میلی‌مول آب بر مترمربع در ثانیه) نسبت به نرخ تعرق برگ در درختان شاهد (۲/۶۳ میلی‌مول آب بر مترمربع در ثانیه) گردید. در سایر زمان‌های اندازه‌گیری، کاربرد غلظت‌های مختلف روغن معدنی ولک بر نرخ تعرق اثرمعنی داری نداشت (جدول ۳).

در درختان پسته، کاربرد روغن ولک تأثیر معنی‌داری بر میزان تعرق برگ درختان تیمارشده نداشت (علیپور و غفاری‌موفق، ۱۳۸۹). در شرایط سرما معمولا میزان تعرق درختان نیز کاهش پیدا می‌کند تا بافت‌های گیاه با حفظ آب خود بتوانند فعالیت‌های حیاتی را در دوران رکود ادامه دهد، اما با توجه به نتایج بدست آمده به نظر می‌رسد در صفت میزان تعرق پاسخ ارقام خضیری و مانزانیلا به کاربرد روغن ولک در طی زمان متفاوت بوده است.

کارایی مصرف نور

نتایج جدول ۲ نشان داد که اثر ساده رقم و روغن معدنی ولک و نیز اثر متقابل رقم و روغن ولک بر کارایی مصرف نور تأثیر معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد داشت. علاوه بر این اثر متقابل رقم و غلظت روغن ولک و زمان اندازه‌گیری نیز بر کارایی مصرف نور در سطح احتمال ۱ درصد مؤثر بود (جدول ۲).

با بررسی کارایی مصرف نور در درختان رقم مانزانیلا تیمار شده با روغن ولک یک درصد، مشخص شد که این صفت تا ۴۵ روز پس از اعمال تیمار، تغییر معنی‌داری نداشت و در آخرین اندازه‌گیری (۶۰ روز پس از تیمار) به کمترین

1. Finger

2. Calpouzos

جدول ۳- اثر غلظت‌های مختلف روغن ولک بر فتوسنتز، تعرق و کارایی مصرف نور ارقام مختلف زیتون در طول آزمایش

زمان اندازه‌گیری (روز پس از تیمار)	رقم	روغن ولک (درصد)	فتوسنتز ($\mu mol\ CO_2/m^2/s$)	تعرق ($mmol\ H_2O/m^2/s$)	کارایی مصرف نور ($\mu mol\ CO_2/\mu mol\ photon$)
۱۵	خضیری	شاهد (۰)	۶/۹۹۵ ^{fg}	۴/۸۵۰ $^{a-f}$	۶/۸۰۶ ^{de}
		۱	۶/۳۷۳ $^{g-i}$	۵/۰۳۳ $^{a-d}$	۵/۸۴۰ $^{f-k}$
		۳	۶/۰۴۳ $^{h-l}$	۵/۶۰۰ $^{a-c}$	۶/۳۲۸ $^{e-i}$
		۵	۴/۱۹۳ $^{p-r}$	۲/۶۵۸ $^{e-g}$	۴/۲۸۸ ^{qr}
	مانزانیلا	شاهد (۰)	۹/۶۹۵ ^{bc}	۱/۳۴۵ ^{g}	۹/۴۰۴ ^{b}
		۱	۵/۸۵۵ $^{i-m}$	۳/۸۴۳ $^{b-g}$	۵/۴۲۵ $^{j-p}$
		۳	۶/۰۶۰ $^{h-k}$	۳/۰۲۵ $^{b-g}$	۶/۷۸۱ ^{de}
		۵	۴/۶۱۰ $^{o-q}$	۵/۷۲۵ ^{ab}	۵/۵۳۲ $^{i-n}$
۳۰	خضیری	شاهد (۰)	۶/۷۷۰ ^{gh}	۳/۲۳۸ $^{b-g}$	۶/۴۸۶ $^{e-h}$
		۱	۵/۹۵۵ $^{h-l}$	۴/۹۹۰ $^{a-c}$	۶/۸۰۶ $^{g-l}$
		۳	۸/۱۵۵ ^{cd}	۴/۷۶۰ $^{a-f}$	۸/۴۴۱ ^{c}
		۵	۴/۱۴۵ $^{p-r}$	۳/۹۸۰ $^{b-g}$	۴/۲۲۰ ^{rs}
	مانزانیلا	شاهد (۰)	۵/۸۱۳ $^{i-m}$	۱/۸۹۳ ^{fg}	۵/۴۸۱ $^{i-o}$
		۱	۶/۱۹۵ $^{g-j}$	۳/۲۲۰ $^{b-g}$	۶/۰۵۵ $^{e-j}$
		۳	۴/۷۳۵ $^{o-q}$	۲/۱۰۸ $^{d-g}$	۴/۸۸۷ $^{m-r}$
		۵	۱۱/۲۸۰ ^{a}	۴/۲۸۸ $^{b-g}$	۱۲/۸۸۰ ^{a}
۴۵	خضیری	شاهد (۰)	۴/۸۵۳ $^{n-p}$	۳/۰۰ $^{b-h}$	۴/۴۷۶ $^{q-s}$
		۱	۵/۱۷۳ $^{k-o}$	۴/۰۴۳ $^{b-g}$	۴/۷۵۹ $^{n-r}$
		۳	۷/۷۲۳ $^{e-f}$	۴/۰۰ $^{b-g}$	۷/۴۱۰ ^{d}
		۵	۵/۳۳۸ $^{j-o}$	۳/۴۱۳ $^{b-g}$	۵/۳۳۸ $^{j-q}$
	مانزانیلا	شاهد (۰)	۳/۵۰۳ ^{r}	۲/۲۵۸ $^{d-g}$	۳/۳۱۳ ^{t}
		۱	۵/۸۶۸ $^{h-m}$	۳/۶۴۸ $^{b-g}$	۵/۶۹۲ $^{h-m}$
		۳	۵/۶۹۰ $^{i-n}$	۳/۶۱۳ $^{b-g}$	۴/۶۰۶ $^{o-s}$
		۵	۹/۸۲۵ ^{b}	۴/۴۷۵ $^{b-f}$	۶/۷۱۹ $^{d-f}$
۶۰	خضیری	شاهد (۰)	۵/۱۵۰ $^{l-o}$	۲/۸۰۳ $^{c-g}$	۴/۹۶۶ $^{k-r}$
		۱	۳/۳۵۵ ^{r}	۴/۴۱۸ $^{b-f}$	۳/۲۵۴ ^{t}
		۳	۴/۹۸۸ $^{m-p}$	۲/۸۴۳ $^{c-g}$	۴/۹۲۵ $^{l-r}$
		۵	۴/۷۷۵ $^{p-r}$	۴/۷۵۵ $^{a-f}$	۴/۵۹۲ $^{p-s}$
	مانزانیلا	شاهد (۰)	۵/۱۴۸ $^{l-o}$	۲/۶۳۰ $^{c-g}$	۵/۱۸۹ $^{j-q}$
		۱	۳/۹۳۸ ^{qr}	۴/۰۹۸ $^{b-g}$	۳/۸۰۵ st
		۳	۴/۷۶۳ $^{p-r}$	۲/۳۶۵ $^{d-g}$	۴/۲۱۲ ^{rs}
		۵	۸/۱۸۰ ^{de}	۷/۷۳۵ ^{a}	۶/۶۴۹ $^{d-g}$

حروف غیرمشترک در ستون نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار آماری در سطح ۵ درصد است

میزان (۳/۸۰ میکرومول دی‌اکسیدکربن بر میکرومول فوتون) رسید. کاربرد روغن ولک به میزان ۳ درصد در این رقم اگرچه باعث کاهش معنی‌دار کارایی مصرف نور (۶/۷۸ میکرومول دی‌اکسیدکربن بر میکرومول فوتون) نسبت به درختان شاهد (۹/۴۰ میکرومول دی‌اکسیدکربن بر میکرومول فوتون) شد، اما مقایسه کارایی مصرف نور در رقم مانزانیلا تیمار شده با ۳ درصد روغن بین زمان‌های مختلف (۱۵، ۳۰، ۴۵ و ۶۰ روز) نشان داد که بیشترین میزان این صفت در اولین اندازه‌گیری ثبت شد و در اندازه‌گیری‌های بعدی کاهش معنی‌داری در میزان کارایی مصرف نور مشاهده شد. کاربرد روغن ولک ۵ درصد تنها در اندازه‌گیری اول، باعث کاهش میزان کارایی مصرف نور در رقم مانزانیلا نسبت به شاهد شد و در سایر زمان‌های اندازه‌گیری افزایش معنی‌داری نشان داد به طوری‌که بیشترین میزان کارایی مصرف نور در این رقم (۱۲/۸۸ میکرومول دی‌اکسیدکربن بر میکرومول فوتون) در دومین اندازه‌گیری ثبت شد و با سایر تیمارها و سایر زمان‌های اندازه‌گیری از لحاظ این صفت تفاوت معنی‌داری داشت (جدول ۳).

با گذشت مدت زمان آزمایش، کارایی مصرف نور در رقم

خضیری با کاربرد یک درصد روغن ولک کاهش یافت و در پایان دوره آزمایش و آخرین اندازه‌گیری به کمترین میزان خود (۳/۲۵ میکرومول دی‌اکسیدکربن بر میکرومول فوتون) رسید، در حالی‌که تیمار ۳ درصد روغن ولک در این رقم باعث افزایش معنی‌دار کارایی مصرف نور در ۳۰ روز (۸/۴۴ میکرومول دی‌اکسیدکربن بر میکرومول فوتون) و ۴۵ روز (۷/۴۱ میکرومول دی‌اکسیدکربن بر میکرومول فوتون) پس از اعمال تیمار شد و با سایر زمان‌های اندازه‌گیری تفاوت معنی‌داری نشان داد. درختان رقم خضیری تیمار شده با روغن ولک ۵ درصد در طی زمان‌های مختلف اندازه‌گیری از لحاظ کارایی مصرف نور اختلاف معنی‌داری را نشان ندادند (جدول ۳).

با توجه به مطالب ذکر شده در هر دو رقم خضیری و مانزانیلا به نظر می‌رسد در اندازه‌گیری اول، روغن ولک با ایجاد لایه پوششی بر روی سطح برگ سبب کاهش نور دریافتی توسط برگ گردیده است و برآیند میزان فعالیت فتوسنتزی گیاه و میزان فوتون نور دریافتی به گونه‌ای بوده است که میزان کارایی مصرف نور در ارقام خضیری و مانزانیلا کاهش پیدا کرده است. اما با گذشت زمان و در اندازه‌گیری‌های بعدی، افزایش کارایی مصرف نور احتمالا به دلیل برطرف شدن مانع فیزیکی روغن از روی سطح برگ‌ها و انجام تبادلات گازی و افزایش دریافت نور بوده است (فینگر و همکاران، ۲۰۰۲).

هدایت روزنه‌ای

نتایج جدول ۲ حاکی از آن بود که اگرچه بین هدایت روزنه‌ای ارقام خضیری و مانزانیلا تفاوت معنی‌داری در سطح ۱ درصد وجود داشت، اما غلظت‌های مختلف روغن زیتون نتوانست بر این صفت تأثیر معنی‌داری داشته باشد. همچنین بین میزان هدایت روزنه‌ای زیتون در طول زمان نمونه‌برداری نیز تفاوت معنی‌داری مشاهده شد ($P\leq ۰/۰۱$) (جدول ۲).

با توجه به شکل ۱، رقم خضیری میزان هدایت روزنه‌ای بالاتری (۰/۰۴۴ میکرومول دی‌اکسیدکربن بر مترمربع در ثانیه) نسبت به رقم مانزانیلا (۰/۰۲۸ میکرومول دی اکسیدکربن بر مترمربع در ثانیه) داشت. همچنین نتایج نشان داد که هدایت روزنه‌ای در طول زمان آزمایش تغییرات قابل توجهی داشت و بالاترین میزان هدایت روزنه‌ای در ۴۵ روز پس از اعمال تیمار (۰/۰۴۹ میکرومول دی‌اکسیدکربن بر مترمربع در ثانیه) مشاهده شد. این در حالی بود که بعد از آن هدایت روزنه‌ای به صورت معنی‌داری کاهش یافت (شکل ۲). با توجه به مطالب ذکر شده، رقم خضیری از قدرت هدایت روزنه‌ای بالاتری نسبت به رقم مانزانیلا برخوردار است که به نوعی می‌توان آن را از جمله تفاوت‌های بین ارقام زیتون برشمرد. همچنین بررسی نوسانات مقادیر هدایت روزنه‌ای در بازه‌های مختلف نشان داد در ۱۵ و ۴۵ روز پس از اعمال تیمار، دو پیک هدایت روزنه‌ای در هر دو رقم رخ داد و بیشترین میزان هدایت روزنه‌ای ۴۵ روز پس از کاربرد روغن ولک به وقوع پیوست که می‌تواند به دلیل افزایش دمای هوا در آخر اسفند و کاهش میزان رطوبت نسبی (جدول ۱) در این منطقه و نیاز گیاه به هدایت روزنه‌ای بیشتر باشد.

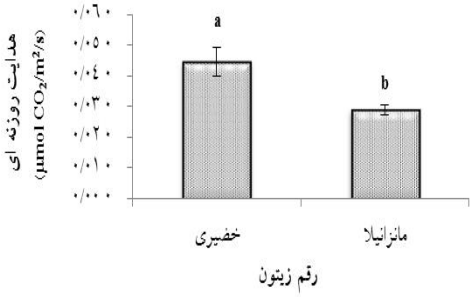
در تحقیق مشابه دیگری، اسپری تیمارهای ۲ تا ۴ درصد روغن‌های نفتی سبب کاهش کوتاه مدت هدایت روزنه‌ای برگ‌ها در درختان گریپ‌فروت شد و سپس هدایت روزنه‌ای به وضعیت قبل رسید (سایورتسن و سالیانی[1]، ۱۹۹۱). روغن‌های باغبانی میزان هدایت روزنه‌ای برگ انگور را کاهش دادند و پاسخ گیاهان به حجم کاربرد روغن بستگی داشت و علت این امر تغییر در ماهیت و عملکرد روزنه‌ها بیان شد (فینگر و همکاران، ۲۰۰۲). در مورد درختان پسته کاربرد روغن ولک تأثیر معنی‌داری بر هدایت روزنه‌ای برگ‌ها نداشت (علیپور و غفاری‌موفق، ۱۳۸۹).

دمای برگ

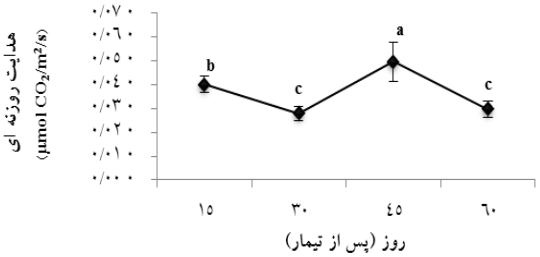
در بررسی میزان دمای برگ ارقام مختلف زیتون مشخص شد که دمای برگ تحت تأثیر غلظت‌های مختلف روغن ولک قرار گرفت ($P\leq ۰/۰۱$) و نیز میزان دمای برگ زیتون در چهار زمان نمونه‌برداری تفاوت معنی‌داری در سطح ۱ درصد داشت، اما بین ارقام و همچنین اثر متقابل رقم و روغن ولک اختلاف آماری معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۲).

نتایج نشان داد که در درختان شاهد کمترین دمای برگ با میانگین ۲۹/۳۴ درجه سانتی‌گراد ثبت شد. همه تیمارهای روغن ولک باعث افزایش معنی‌دار دمای برگ نسبت به تیمار شاهد شدند. دمای برگ زیتون تحت تأثیر تیمار ۳ درصد روغن ولک به ۳۲/۱۷ درجه سانتی‌گراد رسید که تفاوت معنی‌داری با دمای برگ در تیمارهای ۱ و

1 - Syvertsen and Salyani



شکل ۱- اثر رقم زیتون بر هدایت روزنه‌ای برگ



شکل ۲- تغییرات هدایت روزنه‌ای برگ زیتون در دوره آزمایش

حروف مشابه نشان‌دهنده عدم معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد بر اساس آزمون دانکن می‌باشد.

۵ درصد از لحاظ آماری وجود نداشت (شکل ۳). همچنین دمای برگ در پایان آزمایش نسبت به اولین اندازه‌گیری (۱۵ روز پس از اعمال تیمار) ۱۷/۸۰ درصد افزایش یافت (شکل ۴).

با نگاهی به نتایج بدست آمده به نظر می‌رسد روغن ولک به دلیل ایجاد یک لایه پوششی بر روی سطح برگ‌ها سبب افزایش دمای برگ‌ها در درخت زیتون گردیده است. کاربرد روغن سویا جهت کنترل سفیدک پودری در درختان انگور نیز سبب افزایش معنی‌دار دمای برگ گردید (فینگر و همکاران، ۲۰۰۲). در درختان لیمو و پرتقال هرگونه کاهش در تبخیر، تعرق و عوامل خنک‌کننده برگ، دلیل افزایش دمای برگ گزارش شده است (جونز[1] و همکاران، ۱۹۸۳). بررسی تغییرات دما در طول زمان بیانگر افزایش میزان دمای برگ به مرور زمان می‌باشد که احتمالاً به دلیل به اتمام رسیدن فصل زمستان و آغاز بهار است به گونه‌ای که پس از گذشت ۶۰ روز از محلول‌پاشی درختان با روغن ولک، میزان دمای برگ به حداکثر میزان خود در مقایسه با سایر زمان‌ها رسید.

محتوای نسبی آب برگ

نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۴) نشان داد که اثر ساده رقم زیتون و غلظت‌های مختلف روغن ولک و همچنین اثر متقابل آن‌ها بر محتوای نسبی آب برگ تاثیر معنی‌داری از نظر آماری نداشت (جدول ۴). نتایج آزمایش حاضر نشان داد که محتوای نسبی آب برگ از ثبات بیشتری در مقایسه با سایر پارامترهای وضعیت آبی نظیر تعرق و هدایت روزنه‌ای برگ زیتون برخوردار است. در تأیید تحقیق حاضر، درتحقیقی دیگر، بررسی وضعیت آبی درختان زیتون رقم کالامون، نتایج نشان داد محتوای نسبی آب برگ شاخص محافظه کارانه‌تری از وضعیت آبی گیاه نسبت به سایر شاخص‌ها است و تغییرات چندانی را در طی زمان نشان نمی‌دهد (جیوریو[2] و همکاران، ۱۹۹۹).

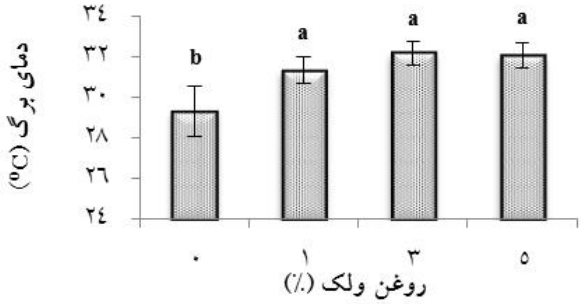
ریزش برگ

با توجه به نتایج جدول ۴، بین ارقام مختلف زیتون از نظر درصد ریزش برگ تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد وجود داشت. همچنین، اثر ساده روغن ولک و اثر متقابل بین ارقام زیتون و غلظت‌های مختلف روغن ولک نیز بر درصد ریزش برگ از نظر آماری در سطح احتمال ۱ درصد تأثیر معنی‌داری داشت. با توجه به شکل ۵، تیمار ۵ درصد روغن ولک، بیشترین (۵۹/۰۵ درصد) و کمترین (۵/۱۵ درصد) ریزش برگ به ترتیب در ارقام مانزانیلا و خضیری مشاهده شد. با توجه به نتایج حاصل، در رقم خضیری کاربرد روغن ولک تا غلظت ۳ درصد، اثر معنی‌داری بر میزان ریزش برگ‌ها نداشت، اما در رقم مانزانیلا، با افزایش غلظت روغن ولک تا ۵ درصد، درصد ریزش برگ‌ها نیز افزایش یافت.

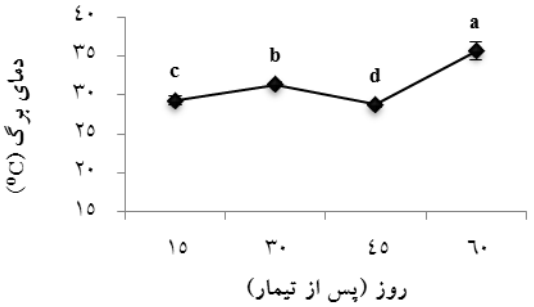
پاسخ رقم مانزانیلا به غلظت‌های یک و سه درصد روغن ولک می‌تواند به نوعی نشان‌دهنده القاء نقش سرما توسط روغن باشد. در تحقیقات موجود، بیشترین استفاده از روغن‌های معدنی در مورد گیاهان خزان‌کننده و در زمان خفتگی و رکود گیاهان و قبل از شروع رشد برگ‌های جدید، گزارش شده است. در این شرایط معمولا گیاهان برگ ندارند و خسارات ناشی از کاربرد روغن به حداقل می‌رسد. در برخی تحقیقات کاربرد روغن‌های نفتی باعث خسارت و ریزش برگ‌های انگور (نورتاور و اشنایدر[3]، ۱۹۹۶) کلروز و نکروز برگ‌ها (باتی و همکاران، ۲۰۰۶؛ شیرازی، ۲۰۰۳)، کلروز شدید و ریزش در برگ‌های مرکبات و پرتقال والنسیا (فورنس[4]، ۱۹۸۱) و ایجاد آسیب

1. Jones

2. Giorio
3. Northover and Schneider
4. Furness



شکل ۳- اثر غلظت‌های مختلف روغن ولک بر دمای برگ زیتون



شکل ۴- تغییرات دمای برگ زیتون در دوره آزمایش

حروف مشابه نشان‌دهنده عدم معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد بر اساس آزمون دانکن می‌باشد.

جدول ۴- نتایج تجزیه واریانس اثر روغن ولک و رقم بر درصد ریزش برگ و محتوای نسبی آب برگ

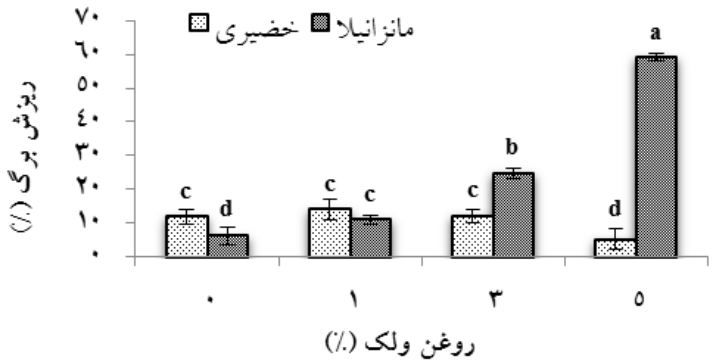
منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات (MS)	
		درصد ریزش برگ	میزان نسبی آب برگ
بلوک	۳	۴۴/۳۹*	۶/۳۰ ns
رقم	۱	۱۶۵۸/۹۴**	۱۵/۷۲ ns
خطای نوع اول	۳	۶۸/۷۱ ns	۴/۰۱ ns
روغن ولک	۳	۸۲۵/۰۲**	۳۶/۷۴ ns
رقم × روغن ولک	۳	۱۵۷۱/۷۰**	۱۸/۷۷ ns
خطای نوع دوم	۱۸	۹/۲۸	۱۲/۷۳
%CV	-	۱۶/۹۰	۴/۰۴

*، **، ns : به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد و غیرمعنی‌دار

برگی در درختان موز (کالپوزوس، ۱۹۶۶) شد و در برخی تحقیقات، هیچ‌گونه آثاری از کلروز و نکروز و خسارت برگی مشاهده نشد (فینگر و همکاران، ۲۰۰۲).

نتیجه‌گیری کلی

نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد هریک از رقم‌های زیتون مورد مطالعه، پاسخ‌های فیزیولوژیکی متفاوتی به کاربرد تیمارهای روغن ولک در طی زمان نشان دادند. اما به طور کلی روغن ولک در ارقام مورد بررسی باعث کاهش فتوسنتز به ویژه در هفته‌های اول پس از محلول‌پاشی شد و پس از آن مجددا میزان فتوسنتز افزایش یافت. در هر دو رقم خضیری و مانزانیلا میزان تعرق با کاربرد روغن ولک در هر سه غلظت نسبت به شاهد افزایش پیدا کرد اما دارای روند مشخصی نبود. میزان هدایت روزنه‌ای در رقم خضیری بیشتر از رقم مانزانیلا بود و بیشترین میزان هدایت روزنه‌ای ۴۵ روز پس از اعمال تیمار رخ داد. میزان دمای برگ با کاربرد روغن ولک افزایش پیدا کرد و و این افزایش دمای برگ تا دو ماه پس از اعمال تیمار ادامه داشت. در هر دو رقم کاهش میزان کارایی مصرف نور در پاسخ به روغن ولک رخ داد و نیز درصد ریزش برگ به میزان بالایی در رقم مانزانیلا مشاهده شد. در نتیجه برای کاربرد روغن معدنی ولک برای ارقام زیتون با توجه به کاهش مقطعی فتوسنتز و افزایش دمای برگ در هر دو رقم و نیز ریزش برگ به میزان بالا در رقم مانزانیلا با احتیاط بیشتری باید عمل کرد و با انجام تحقیقات گسترده‌تر در ارتباط با تغییر مقدار مصرف، نوع روغن و زمان استفاده از این نوع ترکیبات، اثر آنها را بر گلدهی و عملکرد درختان زیتون در ارقام مختلف مورد ارزیابی قرار داد.



شکل ۵- اثر تیمار روغن ولک بر ریزش برگ ارقام زیتون. حروف مشابه نشان‌دهنده عدم معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد بر اساس آزمون دانکن می‌باشد.

منابع

حکم‌آبادی، ح. و جوانشاه، ا. ۱۳۸۵. تأمین نیاز سرمایی و اهمیت آن در پسته. انتشارات مرکز تحقیقات پسته ایران. ۴۴ ص.

داودی، س.، زیودار، ش. و خالقی، ا. ۱۳۹۹. بررسی اثر روغن ولک بر برخی خصوصیات گلدهی، فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی دو رقم زیتون مانزانیلا و خضیری در شرایط آب و هوایی اهواز. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز، ۱۲۶ ص.

عشقی، س.، راحمی، م. و پنداشته‌خادمی. ا. ۱۳۹۴. اثر دورمکس، روغن ولک و عصاره سیر بر شکفتن جوانه‌ها در انگور یاقوتی، نهمین کنگره علوم باغبانی ایران، اهواز.

علی‌پور، ح. و غفاری‌موفق، ف. ۱۳۸۹. تأثیر کاربرد بهاره روغن ولک و ترکیب آن با عناصر غذایی بر صفات فیزیولوژیک، عملکرد و کیفیت میوه پسته. مجله علوم باغبانی ایران، ۴۱(۳): ۲۷۵-۲۸۱.

Babadaei, S.R., Honarvar, M. and Javid, A.R. 2016. Effect of Copper Oxychloride and Volck Mineral Oil on Blooming Time, Frost Resistance and Yield in Almond cv. "Mamaei". Journal of Nuts, 7(1): 59-66.

Baker, J.M. 1970. The effects of oils on plants. Environmental Pollution, 1(1): 27-44.

Beede, R.H. and Ferguson, L. 2001. Effect of rootstock and treatment date on the response of pistachio to dormant applied horticultural mineral oil. In III International Symposium on Pistachios and Almonds, 591: 53-56.

Beede, R.H., Padillia, J. and Gomes, N. 2000. The effect of oil weight on the response of pistachio to dormant applied horticultural mineral oil. Annual Report, 87-91.

Bhatti, J.S., Lai, R., Apps, M.J. and Price, M.A. 2006. Climate change and managed ecosystem. TF-CRC: 464.

Calpouzos, L. 1966a. Action of oil in the control of plant disease. Annual Review of Phytopathology, 4(1): 369-390.

Erez, A. 2000. Bud dormancy: Phenomenon, problems and solutions in the tropics and subtropics. In: Proceedings of Temperate Fruit Crops in Warm Climates. Kluwer Academic Publishers. Boston, London, 17-48.

Finger, S.A., Wolf, T.K. and Baudoin, A.B. 2002. Effects of horticultural oils on the photosynthesis, fruit maturity, and crop yield of winegrapes. American Journal of Enology and Viticulture, 53(2): 116-124.

Furness, G.O. 1981. The phytotoxicity of narrow distillation range petroleum spraying oils to Valencia orange trees in South Australia. H. The influence of distillation temperature and spray timing on fruit quality. Pesticide Science, 12: 603-608.

Giorio, P., Sorrentino, G. and d'Andria, R., 1999. Stomatal behaviour, leaf water status and photosynthetic response in field-grown olive trees under water deficit. Environmental and Experimental Botany, 42(2: 95-104.

Javanshah, A. and Alipour, H. 2003. Compensation of chilling requirement using chemical treatments on pistachio trees. In: Proceedings of 7th international symposium of TZFTS, Solan1.

Jones, V.P., Youngman, R.R. and Parrella, M.P., 1983. Effect of selected acaricides on photosynthetic rates of lemon and orange leaves in California. Journal of economic entomology, 76(5): 1178-1180.

Northover, J. and Homeyer. C.A. 1998. Efficacy of petroleum oil against powdery mildew and botrytis bunch rot and its depression of total soluble solids in juice of Canadian-grown grapes. Phytopathology, 88: S67-S68.

Northover, J. and Schneider, K.E. 1996. Physical modes of action of petroleum and plant oils on powdery and downy mildews of grapevines. Plant Diseases, 80(5): 544-550.

Ritchie, S.W., Nguyen, H.T. and Holaday, A.S., 1990. Leaf water content and gas-exchange parameters of two wheat genotypes differing in drought resistance. Crop science, 30(1): 105-111.

Shirazi, A.M. 2003. Standardizing methods for evaluation the chilling requirements to break dormancy in seeds and buds (Including geophytes). HortScience, 38(3): 333-335.

Syvertsen, J.P. and Salyani, M. 1991. Petroleum spray oil effects on net gas exchange of grapefruit leaves at various vapor pressures. HortScience, 26(2): 168-170.

Wood, B.W. and Payne, J.A., 1986. Suppression of pecan net photosynthesis by crop oils. Journal of Entomological Science, 21(3): 201-205.