نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۷، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۲، ص. ۴۶۹-۴۶۰
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Journal of Horticultural Science
Vol. 27, No. 4, Winter 2014, P. 460-469
ISSN: 2008 - 4730

# اثر سایکوسل بر رشد و رنگیزه‌های فتوسنتزی دو رقم زیتون تحت دورهای مختلف آبیاری

وحید اکبری[۱]- رسول جلیلی مرندی[۲*]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۶/۱۱
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۶/۵

## چکیده

یکی از مشکلات مهم در مناطق خشک کمبود آب است. به منظور بررسی اثر سایکوسل بر جنبه‌های مختلف رشد دو رقم زیتون (ماری و میشن) در شرایط تنش خشکی، آزمایش گلخانه‌ای با سه فاکتور شامل سه سطح سایکوسل (صفر، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر)، سه سطح تنش خشکی (آبیاری نهال‌ها با فواصل ۵ ، ۱۰ و ۱۵ روز یکبار) و دو رقم زیتون (ماری و میشن) به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار و در مدت چهار ماه انجام شد. نتایج نشان داد که تیمارهای سایکوسل موجب کاهش ارتفاع نهال، افزایش طول ریشه و تعداد شاخه‌های جانبی در مقایسه با شاهد شده اما تأثیر معنی‌داری بر قطر ساقه، تعداد برگ، طول شاخه‌های جانبی، وزن تر ساقه و ریشه، کلروفیل b و محتوای کاروتنوئید نداشتند. تیمار غلظت بالای سایکوسل (۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر) موجب افزایش وزن تر برگ و کلروفیل a نسبت به شاهد شد. همچنین نتایج نشان داد که افزایش سطوح خشکی موجب کاهش ارتفاع نهال، قطر ساقه، تعداد برگ، تعداد و طول شاخه‌های جانبی، طول ریشه، وزن تر برگ، وزن تر ساقه و ریشه، افزایش کلروفیل a، کلروفیل b و محتوای کاروتنوئید در هر دو رقم شد. از نظر صفات مورد مطالعه، رقم میشن نسبت به رقم ماری مقاومت بیشتری به خشکی نشان داد. به طور کلی نتایج نشان داد که استفاده از سایکوسل می‌تواند برخی از اثرات منفی ناشی از تنش خشکی در ارقام زیتون ماری و میشن را تعدیل کند.

**واژه‌های کلیدی:** رشد رویشی، وزن تر گیاه، کلروفیل، کاروتنوئید

## مقدمه

در مناطق خشک و نیمه خشک، آب یکی از مهمترین منابع محدود کننده‌ی تولید است (۲). یکی از راهکارهای بهبود عملکرد، استفاده از ارقام مقاوم و به کارگیری مکانیسم‌هایی است که بتوان مقاومت گیاهان را نسبت به کمبود آب در مناطق خشک و نیمه خشک افزایش داد (۱۱). زیتون یک درخت همیشه سبز با سرعت رشد پایین در اقلیم‌های نیمه گرمسیری بوده و در عرض‌های جغرافیایی ۳۰ تا ۴۵ درجه پرورش داده می‌شود و یک محصول مهم برای اکثر کشورهای مدیترانه‌ای محسوب می‌شود (۱۷). زیتون به عنوان یک درخت متحمل به خشکی شناخته شده است. مکانیسم‌های سازگاری درختان زیتون در برابر تنش خشکی شامل کاهش پتانسیل آب برگ، تنظیم اسمزی، بسته شدن نسبی روزنه‌ها، کاهش سطح برگ، پیچیدگی برگ، افزایش ضخامت مزوفیل، تنظیم اسمزی، تجمع پرولین، تنظیم سیستم آنتی اکسیدانی، تجمع موسیلاژ و دیگر متابولیت‌های ثانویه است (۷). تنش آبی به طور موثری باعث کاهش طویل شدن سلول‌ها و تقسیم سلولی و در نتیجه کاهش رشد از طریق کاهش فشار تورژسانس می‌شود (۲۰). اولین واکنش گیاهان در برابر تنش خشکی، کاهش رشد رویشی آنها است. تنش خشکی خصوصیات رویشی درختان زیتون را تحت تاثیر قرار می‌دهد. از جمله این خصوصیات، ارتفاع، وزن تر و خشک اندام‌ها، تعداد و سطح برگ‌ها را می‌توان نام برد (۱۱). پلیز و همکاران (۳۶) تغییرات تراکم ریشه در شرایط بدون تنش و اعمال تنش خشکی بر روی درختان زیتون را مورد بررسی قرار دادند. مطالعات آنها نشان داد که رشد ریشه‌ی زیتون تابع شرایط رطوبتی خاک است. رشد ریشه در تیمارهای آبیاری کامل بین ۷۴ تا ۹۱ درصد بیشتر از تیمار تنش شدید بود. میزان روغن استحصالی نیز در تیمار آبیاری کامل بیشتر از تیمار خشکی بود. تنش خشکی باعث تغییر در میزان کلروفیل a، کلروفیل b و کاروتنوئیدها می‌شود (۳). کاروتنوئیدها مولکول‌های ایزوپرونوئیدی هستند که از جمله آنها می‌توان به لیکوپن، گزانتوفیل و بتاکاروتن اشاره نمود. در شرایط تنش خشکی این رنگیزه‌ها افزایش می‌یابند و به دلیل دارا بودن خاصیت آنتی اکسیدانی موجب حذف رادیکال‌های آزاد اکسیژن و در نتیجه مقاومت گیاه بر علیه تنش

۱ و ۲- به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد و استاد گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه
(*- نویسنده مسئول: Email: rasuljalili@yahoo.com)

Archive of SID
www.SID.ir

می‌شوند (۲۰). گرچه زیتون از درختان مقاوم در برابر خشکی شناخته شده است اما در طی سال‌های اولیه پس از کاشت نیاز آبی آن بالا است (۸).

کلرمکوات کلراید[1] یا سایکوسل[2] از گروه ترکیبات اونیومی[3] بوده و از پر مصرف ترین کند کننده‌های رشد گیاهی به ویژه در اروپا بوده و امروزه جهت کنترل رشد رویشی گیاهان کاربرد فراوانی پیدا کرده است (۱۳). گزارش شده است که تیمار با سایکوسل موجب افزایش مقاومت گیاهان مختلف نسبت به تنش خشکی می‌شود (۱۸ و ۲۷). سایکوسل با اختلال در مسیر چرخه بیوسنتز جیبرلین، مانع از سنتز آنزیم انت کائورن سینتاز[4] شده و با جلوگیری از طویل شدن و رشد سلول‌ها، ارتفاع گیاه را کاهش می‌دهد (۳۸) که این امر موجب کاهش سطح تعرق و مقاومت گیاه به تنش می‌شود. سایکوسل با اثر بر فعالیت آنزیمی برگ‌ها، کاهش تجزیه‌ی پروتئین، افزایش اسیدهای آمینه، افزایش ضخامت برگ، کاهش تعداد روزنه در واحد سطح برگ، در نتیجه کاهش از دست دادن آب و افزایش میزان کلروفیل، موجب مقاومت به تنش می‌شود (۵ و ۲۴). گزارش شده است که سایکوسل موجب افزایش رشد ریشه، تعداد برگ و به تأخیر انداختن پیری می‌شود، همچنین موجب تغییراتی در پارامترهای بیوشیمیایی گیاهان و میوه‌ها از جمله میزان کلروفیل، کاروتنوئیدها و غلظت برخی از ریز مغذی‌ها می‌گردد (۹). محلول‌پاشی سایکوسل موجب کاهش طول ساقه، سطح برگ، کاهش کلروفیل، وزن تر و خشک، افزایش پرولین و قندهای محلول، افزایش تعداد و وزن خوشه، افزایش تعداد و وزن حبه در هر خوشه شده و بر میزان اسیدهای آلی تحت شرایط تنش خشکی در انگور رقم بارانی بی تأثیر بوده است (۱). استفاده از سایکوسل موجب کاهش تعداد روزنه‌ها، همچنین بسته شدن نسبی روزنه‌ها، افزایش محتوای نسبی آب برگ و افزایش فتوسنتز تحت شرایط تنش رطوبتی در بادمجان شده است (۳۷). پیش تیمار بذور ماش با سایکوسل تحت هر دو شرایط تنش خشکی و بدون تنش خشکی موجب افزایش محتوای نسبی آب برگ، کاهش نسبت شاخساره به ریشه، افزایش پرولین، پروتئین، قندهای محلول، میزان کلروفیل و افزایش فعالیت آنزیم پراکسیداز در برگ‌ها شده است (۱۵). بر اساس نتایج پژوهش‌های انجام شده، کاربرد کلرمکوات کلراید با کاهش سطح برگ‌ها، افزایش سبزینگی برگ‌ها، کاهش ارتفاع بوته‌ها، تغلیظ شیره‌ی سلولی، افزایش تعداد شاخه‌های فرعی و افزایش قطر ساقه همراه بوده است (۴ و ۴۰). واکنش گیاهان به تنش به طور قابل ملاحظه‌ای متفاوت بوده، که به شدت و مدت دوره‌ی خشکی و همچنین نوع گونه‌ی گیاهی و مرحله‌ی رشدی گیاه بستگی دارد (۱۹).

در حال حاضر با توجه به محدودیت منابع آبی و توزیع نامناسب بارندگی در فصل رشد و همچنین لزوم گسترش باغات زیتون در مناطق خشک جنوب کشور، کاشت نهال‌های جوان زیتون در سال‌های اول به علت تنش خشکی توأم با کاهش میزان رشد و تلفات است، لذا هدف از این پژوهش، بررسی اثر تنش خشکی بر پارامترهای رشدی و میزان رنگیزه‌های فتوسنتزی نهال‌های دو رقم زیتون مورد آزمایش و همچنین بررسی امکان کاهش اثرات تنش خشکی به وسیله‌ی محلول‌پاشی سایکوسل با غلظت‌های مختلف می‌باشد.

## مواد و روش‌ها

### طرح آزمایشی، مواد گیاهی، شرایط رشد و اعمال تیمارها

به منظور بررسی تأثیر کند کننده‌ی رشد سایکوسل بر کاهش اثرات منفی تنش خشکی در دو رقم زیتون (ماری و میشن)، آزمایشی در سال ۹۰-۱۳۸۹ در گلخانه‌های گروه باغبانی دانشکده‌ی کشاورزی دانشگاه ارومیه به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. در این تحقیق فاکتورهای مورد آزمایش شامل رقم گیاه با دو سطح (ماری و میشن)، دورهای مختلف آبیاری در سه سطح شامل دور آبیاری ۵ روز یکبار به عنوان شاهد (سطح آبیاری مطلوب)، دور آبیاری ۱۰ روز (تنش خشکی ملایم) و دور آبیاری ۱۵ روز (تنش خشکی شدید) اعمال گردید و فاکتور سوم غلظت‌های مختلف سایکوسل بود که در سه سطح (صفر، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر) اعمال شد. بنابراین آزمایش دارای ۱۸ تیمار بود که برای هر تیمار سه تکرار و برای هر تکرار دو گلدان و در مجموع ۱۰۸ گلدان (گیاه)، از دو رقم زیتون به کار برده شد. در این تحقیق از نهال‌های دو ساله‌ی دو رقم زیتون که از نهالستان نجفی واقع در ساوه تولید شده بود استفاده شد. در طول مدت آزمایش در فصل بهار و تابستان دمای حداقل و حداکثر گلخانه به طور متوسط ۱۸/۷ و ۳۷/۲ درجه سانتی‌گراد بود و روشنایی مورد نیاز گیاهان با تابش طبیعی نور آفتاب تأمین گردید. گلدان‌های مورد استفاده جهت کاشت از نوع پلاستیکی سیاه با قطر دهانه‌ی ۲۲ سانتی‌متر و ارتفاع ۲۴ سانتی‌متر بود. سه سوراخ به قطر یک سانتی‌متر در کف گلدان‌ها ایجاد شد و به مقدار مساوی شن درشت جهت انجام زهکشی ریخته شد. مخلوط خاکی به کار رفته در گلدان نهال‌ها شامل ۵۰ درصد خاک معمولی، ۲۵ درصد خاکبرگ و ۲۵ درصد ماسه بود. برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده در جدول ۱ ارائه شده است. در نیمه‌ی اسفند ماه ۱۳۸۹ نهال‌ها در گلدان‌ها کاشته شد و پس از دو ماه استقرار در محیط گلخانه، تیمارهای مورد آزمایش روی آنها اعمال گردید. همزمان با شروع دورهای آبیاری، تیمارهای سایکوسل به صورت محلول‌پاشی دستی تا مرحله‌ی آب چک شدن از برگ‌ها و اندام هوایی، در چهار مرحله و با فاصله‌ی ۲۵ روز صورت گرفت.

1- Chlormequat chloride
2- Cycocel
3- Oniome compounds
4- ent- kaurene synthase

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱- خصوصیات خاک مورد آزمایش

| خصوصیات خاک مورد آزمایش | مقدار موجود در خاک | واحد |
|---|---|---|
| شن | ۵۴ | |
| رس | ۲۰/۵ | درصد |
| سیلت | ۲۵/۵ | درصد |
| ازت کل | ۰/۱۵ | درصد |
| کربنات کلسیم | ۱۶/۱ | درصد |
| فسفر | ۴۳ | درصد |
| پتاسیم | ۶۳۴ | میلی‌گرم بر کیلوگرم |
| EC | ۲/۶ | میلی‌گرم بر کیلوگرم |
| PH | ۷/۶ | دسی زیمنس بر متر |
| بافت خاک | شنی لومی | |

**صفات مورد بررسی و روش اندازه‌گیری آنها**

در ابتدا و انتهای آزمایش (۱۲۰ روز بعد از شروع دورهای آبیاری)، ارتفاع نهال، قطر ساقه، تعداد شاخه‌های جانبی، مجموع طول شاخه‌های جانبی و تعداد برگ در هر دو واحد آزمایشی اندازه‌گیری شد و میزان رشد جدید صفات مذکور در طی دوره‌ی تیماردهی محاسبه شد. (برای نرمال کردن داده‌های صفات ارتفاع نهال و تعداد شاخه‌های جانبی از لگاریتم داده‌ها استفاده شد). صفاتی نظیر طول ریشه، وزن تر برگ، وزن تر ساقه و ریشه، میزان کلروفیل‌های a و b و محتوای کاروتنوئید در پایان آزمایش و از یک واحد آزمایشی اندازه‌گیری شدند. اندازه گیری صفاتی نظیر ارتفاع نهال، طول ریشه و مجموع طول شاخه‌های جانبی (توسط خط‌کش)، قطر ساقه (توسط کولیس دیجیتالی مدل Z 228555)، وزن تر برگ، وزن تر ساقه و ریشه به کمک ترازوی دیجیتالی (با دقت ۰/۰۰۰۱ گرم) صورت گرفت. همچنین تعداد برگ و تعداد شاخه‌های جانبی شمارش شد.

برای اندازه‌گیری رنگیزه‌های کلروفیل و کاروتنوئید از روش لیچتنتلر و ولبرن استفاده شد (۲۶). ۰/۱ گرم از وزن تر برگ به همراه ۵ میلی‌لیتر استون ۱۰۰ درصد در هاون چینی ساییده شد. عصاره‌ی حاصل به مدت ۱۰ دقیقه در ۲۵۰۰ دور، سانتریفیوژ شد. سپس جذب فاز بالایی هر یک از نمونه‌های سانتریفیوژ شده توسط اسپکتروفتومتر (WPA S2100, UK) UV/Vis در طول موج های ۶۶۲ نانومتر، ۶۴۵ نانومتر و ۴۷۰ نانومتر خوانده شد. برای محاسبه‌ی کلروفیل a، کلروفیل b و کاروتنوئیدها از فرمول‌های زیر استفاده شد.

$$Chl = A۱۱/۷۵_{a} - A۲/۳۵۰_{۶۶۲} \quad _{۶۴۵}$$

$$Chl_{b} = A۱۸/۶۱_{۶۴۵} - A۳/۹۶۰_{۶۶۲}$$

$$Car = A۱۰۰۰_{.۴۷۰} - ۲/۲۷۰ Chl_{a} - ۲۲۷Chl_{b} / ۸۱/۴$$

در این رابطه $Chl_{a}$، $Chl_{b}$ و Car به ترتیب غلظت کلروفیل a، کلروفیل b و کاروتنوئید می‌باشد (A میزان جذب خوانده شده در هر طول موج توسط اسپکتروفتومتر می‌باشد). داده‌های بدست آمده از این آزمایش با استفاده از نرم افزار SAS مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن انجام گرفت، همچنین برای رسم نمودارها از نرم افزار Excel استفاده گردید.

## نتایج و بحث

### ارتفاع نهال

نتایج تجزیه‌ی آماری داده‌های آزمایش نشان می‌دهد که سطوح مختلف آبیاری، اثر معنی‌داری بر ارتفاع نهال در سطح ۱ درصد داشته است (جدول ۲). به طوری‌که بیشترین و کمترین میانگین ارتفاع نهال به ترتیب در تیمارهای شاهد (بدون تنش) و تنش خشکی شدید مشاهده شد (جدول ۳). تنش آبی به طور مؤثری باعث کاهش رشد سلول‌ها و تقسیم سلولی و در نتیجه کاهش رشد از طریق کاهش فشار تورژسانس می‌شود (۲۰). همچنین تنش خشکی باعث کاهش فتوسنتز و هدایت روزنه‌ای در مراحل اولیه تنش می‌شود که پیامد آن کم شدن ذخیره کربن و کاهش رشد می‌باشد (۴۶). پژوهشگران گزارش‌های مشابهی منتشر کرده‌اند که اعمال تنش خشکی موجب کاهش طول ساقه در دانهال‌های لیمو، ارقام مختلف زیتون و سیب رقم فوجی شده است (۲، ۴۲ و ۴۷).

تیمار سایکوسل تأثیر معنی‌داری در سطح ۱ درصد بر ارتفاع نهال داشته است (جدول ۲)، طبق نتایج مقایسه‌ی میانگین‌ها (جدول ۴) غلظت‌های مختلف سایکوسل به طور معنی‌داری موجب کاهش ارتفاع نهال در مقایسه با شاهد شدند، به طوری‌که کمترین ارتفاع نهال در غلظت ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر سایکوسل مشاهده شد. علت این کاهش ارتفاع، در نتیجه‌ی تأثیر سایکوسل در جلوگیری از رشد طولی سلول‌ها است و این که سایکوسل از سنتز آنزیم انت کائورن سینتاز در مراحل اولیه بیوسنتز جیبرلین جلوگیری می‌کند (۳۸). استفاده از سایکوسل تحت شرایط تنش خشکی، موجب کاهش رشد در انگور

Archive of SID

www.SID.ir

رقم بارانی شده است (۱). همچنین تیمار سایکوسل موجب کاهش طول ساقه در انگور و سویا در شرایط بدون تنش شده است (۱۲ و ۴۵). در مقایسه بین ارقام از نظر صفت ارتفاع نهال اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید، اما اثر متقابل رقم در خشکی معنی‌دار شد (جدول ۲). چنانچه در شکل ۱ مشاهده می‌شود، در شرایط رطوبتی مناسب و تنش ملایم خشکی اختلاف معنی‌داری بین ارقام وجود نداشت اما در شرایط تنش شدید خشکی، رقم میشن از میزان رشد رویشی بیشتری نسبت به رقم ماری برخوردار بود.

**قطر ساقه**

بر اساس نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲)، تأثیر رژیم‌های مختلف آبیاری بر قطر ساقه در سطح ۱ درصد معنی‌دار بوده است. طبق نتایج مقایسه میانگین‌ها، بیشترین قطر ساقه در تیمار شاهد و کمترین قطر ساقه در تیمار خشکی شدید مشاهده شد (جدول ۳). این نتایج نشان می‌دهد که قطر ساقه نیز مانند ارتفاع تحت تأثیر تقسیم و بزرگ شدن سلولی در شرایط تنش کمبود آب قرار گرفت. کاهش قطر ساقه در پنج رقم زیتون و سیب رقم فوجی تحت تأثیر تنش آبی گزارش شده است (۲۸ و ۴۷) که با نتایج آزمایش حاضر مطابقت دارد. بین ارقام مورد آزمایش اختلاف معنی‌داری وجود داشت، رقم میشن در مقایسه با رقم ماری از قطر ساقه‌ی بیشتری برخوردار بود (جدول ۵). تیمار سایکوسل و اثرات متقابل بین تیمارها معنی‌دار نشد (جدول ۲). در آزمایشی، سایکوسل با غلظت ۵۰۰ و ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر تأثیری بر قطر ساقه در مقایسه با شاهد (بدون سایکوسل) نداشت اما غلظت‌های ۲۰۰۰، ۳۰۰۰ و ۴۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر موجب افزایش قطر ساقه در گیاه *Solidago Canadensis* شده است (۳۵). به نظر می‌رسد در این پژوهش، عدم تاثیر سایکوسل بر افزایش قطر ساقه پایین بودن غلظت‌های کاربردی باشد.

**تعداد برگ**

نتایج تجزیه‌ی واریانس بیانگر تأثیر معنی‌دار سطوح آبیاری بر تعداد برگ‌ها در سطح ۱ درصد می‌باشد (جدول ۲). نتایج مقایسهٔ میانگین‌های مربوط به تعداد برگ (جدول ۳) نشان می‌دهد که با افزایش سطح تنش، تعداد برگ‌ها کاهش یافته و اختلاف بین تیمارها از این نظر معنی‌دار است. گزارش شده است که تحت شرایط تنش خشکی، رشد برگ حساسیت کمتری نسبت به تولید برگ‌های جدید دارد (۳۰). در این بررسی ریزش برگ در گیاهان تحت تنش خشکی مشاهده نشد، ولی لوله‌ای شدن برگ و کم شدن زاویه‌ی برگ‌ها کاملاً مشهود بود. وجود برگ های کوچک و اغلب ضخیم با کوتیکول ضخیم، کرک‌های زیاد، روزنه‌های فرورفته، پیچیدن برگ و غیره از خصوصیات گیاهان خشکی پسند مناطق مدیترانه است (۲۳). گزارش های مشابهی در رابطه با کاهش تعداد برگ در ارقام زیتون و سیب رقم فوجی ارائه شده است (۴۲ و ۴۷). تیمار سایکوسل تأثیر معنی‌داری بر تعداد برگ نداشت (جدول ۲). آزمایش روسنی پینتو و همکاران (۳۹) روی رقم "لی لی پوت" آهار نشان داد تعداد برگ، تحت تأثیر کاربرد سایکوسل قرار نمی‌گیرد و بیان نمودند که چنانچه کند کننده‌ها نتوانند فعالیت مریستم زیر انتهایی را کاهش دهند، آغازیدن برگ تحت تأثیر قرار نمی‌گیرد. از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری بین ارقام مشاهده شد (جدول ۲)، با توجه به نتیجه‌ی مقایسه میانگین‌ها (جدول ۵) رقم میشن تعداد برگ بیشتری نسبت به رقم ماری داشت که کارآیی بیشتر فتوسنتز در ماده سازی رقم میشن را نشان می‌دهد. اثر متقابل بین تیمارها معنی‌دار نشد (جدول ۲).

**جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس اثر سایکوسل و خشکی بر صفات مورد ارزیابی در دو رقم زیتون**

| منابع تغییرا ت | درجه آزادی | میانگین مربعات | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ارتفاع نهال | قطر ساقه | تعداد برگ | تعداد شاخه‌های جانبی | طول شاخه‌های جانبی | طول ریشه |
| بلوک | ۲ | ۰/۱۳۳$^{*}$ | ۱/۷۳۱$^{**}$ | ۲۸۰۱/۲۴۰$^{ns}$ | ۰/۱۳۵$^{*}$ | ۲۵۶۷/۸۴۲$^{ns}$ | ۲۰/۳۵۱$^{ns}$ |
| رقم | ۱ | ۰/۰۶۱$^{ns}$ | ۲/۹۸۶$^{**}$ | ۱۵۴۳۶/۴۶۲$^{**}$ | ۰/۰۲۸$^{ns}$ | ۱۸۱۶۱/۰۰۱$^{**}$ | ۲۰۸/۰۷۴$^{**}$ |
| خشکی | ۲ | ۰/۸۹۱$^{**}$ | ۷/۹۲۷$^{**}$ | ۸۲۷۳۵/۷۹۶$^{**}$ | ۰/۱۸۷$^{*}$ | ۱۶۶۵۶۸/۲۸۶$^{**}$ | ۶۸۸/۱۲۹$^{**}$ |
| سایکوسل | ۲ | ۰/۳۷۴$^{**}$ | ۰/۳۰۰$^{ns}$ | ۱۲۲۶/۱۲۹$^{ns}$ | ۰/۳۳۲$^{**}$ | ۳۱۶۳/۹۰۹$^{ns}$ | ۱۰۵/۶۸۵$^{**}$ |
| رقم × خشکی | ۲ | ۰/۱۱۹$^{**}$ | ۰/۴۵۲$^{ns}$ | ۲۵۹۱/۹۰۷$^{ns}$ | ۰/۰۳۵$^{ns}$ | ۲۴۹۷/۳۹۰$^{ns}$ | ۳۱/۳۵۱$^{ns}$ |
| رقم × سایکوسل | ۲ | ۰/۰۰۱$^{ns}$ | ۰/۰۵۶$^{ns}$ | ۳۷۴/۲۴۰$^{ns}$ | ۰/۰۲۰$^{ns}$ | ۵۳۴/۴۸۵$^{ns}$ | ۲/۷۹۶$^{ns}$ |
| خشکی × سایکوسل | ۴ | ۰/۰۱۰$^{ns}$ | ۰/۳۴۴$^{ns}$ | ۱۱۱۸/۳۵۱$^{ns}$ | ۰/۱۲۴$^{*}$ | ۲۸۴۰/۱۰۹$^{ns}$ | ۱۳/۸۵۱$^{ns}$ |
| رقم × خشکی × سایکوسل | ۴ | ۰/۱۲۸$^{ns}$ | ۰/۱۵۵$^{ns}$ | ۱۱۸۴/۰۱۸$^{ns}$ | ۰/۰۱۷$^{ns}$ | ۳۷۱/۱۴۸$^{ns}$ | ۱۰/۰۷۴$^{ns}$ |
| خطای آزمایشی | ۳۴ | ۰/۰۲۹ | ۰/۲۸۵ | ۱۰۷۵/۹۰۷ | ۰/۰۳۷ | ۱۲۷۹/۹۱۶ | ۸/۳۵۶ |
| ضریب تغییرات (٪) | | ۱۹/۹۸۴ | ۲۷/۴۰۵ | ۲۵/۹۲۲ | ۲۸/۰۴۹ | ۲۵/۶۵۱ | ۱۱/۲۱۴ |

**- معنی‌دار در سطح ۱ درصد، *- معنی‌دار در سطح ۵ درصد و ns: غیر معنی‌دار.

Archive of SID

www.SID.ir

**ادامه جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس اثر سایکوسل و خشکی بر صفات مورد ارزیابی در دو رقم زیتون**

| منابع تغییرا ت | درجه آزادی | میانگین مربعات | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | وزن تر برگ | وزن تر ساقه | وزن تر ریشه | کلروفیل a | کلروفیل b | کاروتنوئید |
| بلوک | ۲ | ۹۹/۳۲۸$^{ns}$ | ۳۰/۳۰۲$^{ns}$ | ۱۲/۶۸۳$^{ns}$ | ۳/۶۴۹$^{ns}$ | ۴/۴۱۵$^{*}$ | ۰/۳۱۸$^{ns}$ |
| رقم | ۱ | ۱۸۴/۳۳۸$^{*}$ | ۳۶۳/۶۸۹$^{*}$ | ۳۷۰/۳۶۳$^{ns}$ | ۳۳/۵۷۵$^{*}$ | ۱/۱۹۲$^{ns}$ | ۱/۰۷۱$^{*}$ |
| خشکی | ۲ | ۷۰۲۶/۱۵۴$^{**}$ | ۷۳۲۲/۶۷۸$^{**}$ | ۶۲۷۵۰/۸۲۴$^{**}$ | ۲۵۲/۵۳۶$^{**}$ | ۳۱/۶۵۸$^{**}$ | ۳/۲۵۰$^{**}$ |
| سایکوسل | ۲ | ۱۱۸/۲۶۵$^{*}$ | ۱۰۷/۰۷۹$^{ns}$ | ۴۲/۶۱۷$^{ns}$ | ۲۶/۹۰۸$^{*}$ | ۱/۰۵۳$^{ns}$ | ۰/۱۷۰$^{ns}$ |
| رقم × خشکی | ۲ | ۰/۶۵۷$^{ns}$ | ۴۱/۴۱۳$^{ns}$ | ۶/۱۵۲$^{ns}$ | ۲۵/۰۱۶$^{*}$ | ۲/۳۰۸$^{ns}$ | ۰/۲۸۲$^{ns}$ |
| رقم × سایکوسل | ۲ | ۱۷/۹۷۵$^{ns}$ | ۵۱/۱۸۰$^{ns}$ | ۱۴۳/۸۵۷$^{ns}$ | ۰/۴۴۱$^{ns}$ | ۰/۰۵۸$^{ns}$ | ۰/۱۰۵$^{ns}$ |
| خشکی × سایکوسل | ۴ | ۳۷/۶۵۴$^{ns}$ | ۲۱/۴۴۴$^{ns}$ | ۲۷۰/۱۹۵$^{ns}$ | ۶/۱۶۹$^{ns}$ | ۰/۰۷۶$^{ns}$ | ۰/۰۴۳$^{ns}$ |
| رقم × خشکی × سایکوسل | ۴ | ۴۲/۹۵۰$^{ns}$ | ۱۰۱/۰۶۱$^{ns}$ | ۹۹/۶۱۱$^{ns}$ | ۱/۲۰۲$^{ns}$ | ۰/۱۹۲$^{ns}$ | ۰/۰۶۲$^{ns}$ |
| خطای آزمایشی | ۳۴ | ۳۵/۰۴۳ | ۵۹/۲۸۱ | ۱۲۴/۵۳۹ | ۵/۳۰۳ | ۰/۹۱۱ | ۰/۲۱۱ |
| ضریب تغییرات (٪) | | ۹/۸۱۵ | ۹/۲۰۸ | ۱۴/۶۴۵ | ۱۸/۷۹۴ | ۲۰/۰۳۵ | ۲۰/۵۴۹ |

**- معنی‌دار در سطح ۱ درصد، * معنی‌دار در سطح ۵ درصد و ns غیر معنی‌دار.

**جدول ۳- نتایج مقایسه میانگین صفات معنی‌دار شده در دورهای مختلف آبیاری**

| تیماردور آبیاری | ارتفاع نهال (cm) | قطر ساقه (mm) | تعداد برگ | تعداد شاخه‌های جانبی | طول شاخه‌های جانبی (cm) | طول ریشه (cm) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ۵ روز (شاهد) | ۱۴/۸۱$^{a}$ | ۲/۶۴$^{a}$ | ۱۹۹/۴۴$^{a}$ | ۶/۸۰$^{a}$ | ۲۴۶/۸۵$^{a}$ | ۳۹/۵۵$^{b}$ |
| ۱۰ روز (تنش ملایم) | ۷/۴۷$^{b}$ | ۱/۸۸$^{b}$ | ۱۱۴/۷۸$^{b}$ | ۵/۴۴$^{b}$ | ۱۱۰/۳۹$^{b}$ | ۴۶/۵۰$^{a}$ |
| ۱۵ روز (تنش شدید) | ۴/۶۶$^{c}$ | ۱/۳۲$^{c}$ | ۶۵/۳۹$^{c}$ | ۴/۴۴$^{b}$ | ۶۱/۱۷$^{c}$ | ۳۴/۱۶$^{c}$ |

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون از نظر آماری در سطح ۵٪ معنی‌دار نمی‌باشند.

**ادامه جدول ۳- نتایج مقایسه میانگین صفات معنی‌دار شده در دورهای مختلف آبیاری**

| تیماردور آبیاری | وزن تر برگ (g) | وزن تر ساقه (g) | وزن تر ریشه (g) | کلروفیل a (µm/g FW) | کلروفیل b (µm/g FW) | کاروتنوئید (µm/g FW) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ۵ روز (شاهد) | ۸۱/۹۴$^{a}$ | ۱۰۶/۳۴$^{a}$ | ۱۴۴/۱۳$^{a}$ | ۱۰/۲۲$^{b}$ | ۴/۳۰$^{b}$ | ۱/۹۶$^{b}$ |
| ۱۰ روز (تنش ملایم) | ۵۵/۷۶$^{b}$ | ۷۶/۶۴$^{b}$ | ۴۷/۱۹$^{b}$ | ۹/۹۶$^{b}$ | ۳/۷۳$^{b}$ | ۲/۰۲$^{b}$ |
| ۱۵ روز (تنش شدید) | ۴۳/۲۲$^{c}$ | ۶۷/۸۵$^{c}$ | ۳۷/۲۶$^{c}$ | ۱۶/۵۷$^{a}$ | ۶/۲۵$^{a}$ | ۲/۷۲$^{a}$ |

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون از نظر آماری در سطح ۵٪ معنی‌دار نمی‌باشند.

**جدول ٤- نتایج مقایسه میانگین صفات معنی‌دار شده در غلظت‌های مختلف سایکوسل**

| تیمار سایکوسل (میلی گرم در لیتر) | ارتفاع نهال (cm) | تعداد شاخه‌های جانبی | طول ریشه (cm) | وزن تر برگ (g) | کلروفیل a (µm/g FW) |
|---|---|---|---|---|---|
| ۰ | ۱۱/۵۳$^{a}$ | ۴/۱۴$^{b}$ | ۳۷/۵۵$^{b}$ | ۵۸/۱۵$^{b}$ | ۱۱/۱۳$^{b}$ |
| ۵۰۰ | ۹/۷۸$^{b}$ | ۶/۰۳$^{a}$ | ۴۰/۲۷$^{a}$ | ۵۹/۶۴$^{b}$ | ۱۲/۰۶$^{ab}$ |
| ۱۰۰۰ | ۵/۶۴$^{c}$ | ۶/۵۳$^{a}$ | ۴۲/۳۸$^{a}$ | ۶۳/۱۴$^{a}$ | ۱۳/۵۶$^{a}$ |

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون از نظر آماری در سطح ۵٪ معنی دار نمی باشند.

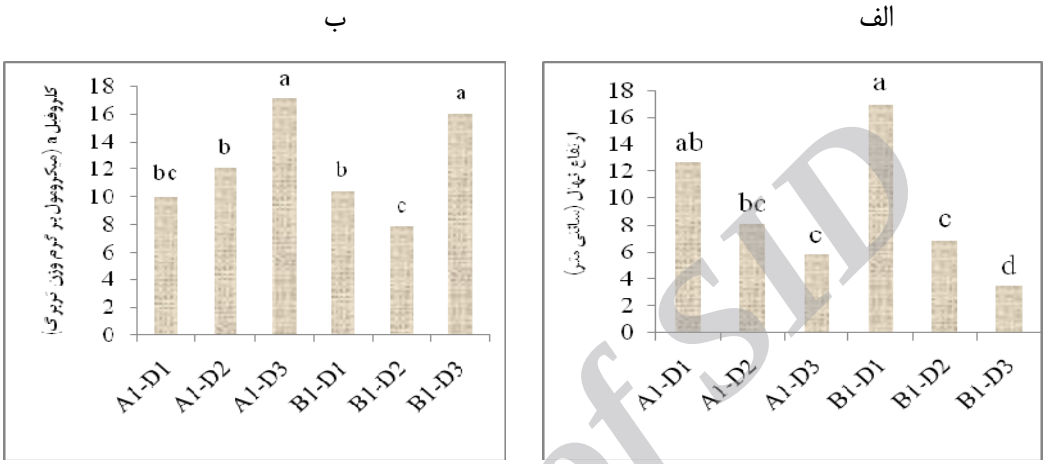
Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۵- نتایج مقایسه میانگین صفات معنی‌دار شده در دو رقم زیتون

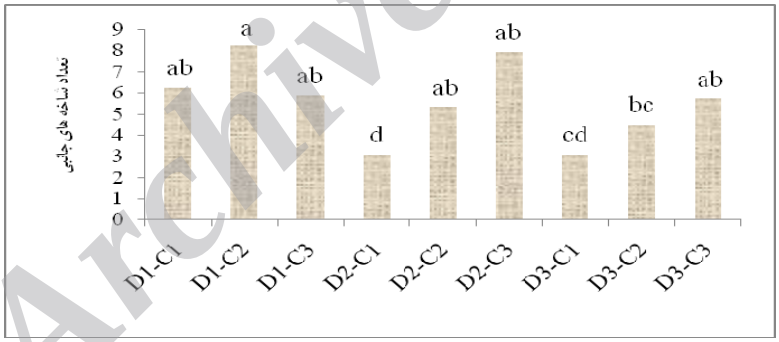
| رقم | قطر ساقه (mm) | تعداد برگ | طول شاخه های جانبی (cm) | طول ریشه (cm) | وزن تر برگ (g) | وزن تر ساقه (g) | کلروفیل a (µm/g FW) | کاروتنوئید (µm/g FW) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| میشن | ۲/۱۸$^{a}$ | ۱۴۳/۴۴$^{a}$ | ۱۵۷/۸۰$^{a}$ | ۴۲/۰۳$^{a}$ | ۶۲/۱۵$^{a}$ | ۸۶/۲۰$^{a}$ | ۱۳/۰۴$^{a}$ | ۲/۳۸$^{a}$ |
| ماری | ۱/۷۱$^{b}$ | ۱۰۹/۶۳$^{b}$ | ۱۲۱/۱۳$^{b}$ | ۳۸/۱۱$^{b}$ | ۵۸/۴۶$^{b}$ | ۸۱/۰۱$^{b}$ | ۱۱/۴۶$^{b}$ | ۲/۰۹$^{b}$ |

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون از نظر آماری در سطح ۵٪ معنی‌دار نمی‌باشند.




**شکل ۱- مقایسه میانگین‌های اثر متقابل رقم در خشکی به ترتیب بر روی ارتفاع نهال (الف) و کلروفیل a (ب)**

(A: رقم میشن و B: رقم ماری. D1: شاهد، D2: تنش ملایم خشکی و D3: تنش شدید خشکی. میانگین‌های با حروف مشابه در سطح احتمال ۵٪ دارای اختلاف معنی‌دار نمی‌باشند)




**شکل ۲- مقایسه میانگین‌های اثر متقابل خشکی و سایکوسل بر تعداد شاخه‌های جانبی**

(A: رقم میشن و B: رقم ماری. C1: تیمار سایکوسل صفر میلی‌گرم در لیتر، C2: ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر و C3: ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر D1: شاهد، D2: تنش ملایم خشکی و D3: تنش شدید خشکی. میانگین‌های با حروف مشابه در سطح احتمال ۵٪ دارای اختلاف معنی‌دار نمی‌باشند)

### تعداد و طول شاخه‌های جانبی

تأثیر سطوح مختلف آبیاری بر تعداد شاخه‌های جانبی در سطح ۵ درصد و همچنین طول شاخه‌های جانبی در سطح ۱ درصد معنی‌دار می‌باشد (جدول ۲). با توجه به نتایج مقایسه میانگین‌ها، کمترین تعداد شاخه‌های جانبی و طول شاخه‌های جانبی تحت تیمار خشکی شدید مشاهده شد (جدول ۳). شاخه‌دهی زیاد تحت شرایط تنش خشکی یک صفت نامطلوب به حساب می‌آید زیرا باعث مصرف بیهوده‌ی رطوبت خاک و اتلاف آن می‌گردد (۳۴). بنابراین کاهش تعداد و طول شاخه‌های جانبی در شرایط کم‌آبی را شاید بتوان به عنوان یک مکانیسم سازگاری برای گیاه زیتون در نظر گرفت. دیچیو و همکاران (۱۱) اظهار داشتند که تنش خشکی طولانی مدت بر روی درخت زیتون باعث می‌شود قسمت تاج درخت به طور تقریبی کاهش یابد که

Archive of SID

www.SID.ir

این را یک مکانیسم تدافعی برای غلبه بر تنش خشکی دانسته‌اند. سیلی (۴۱) نشان داد که خشکی سبب افزایش اسید آبسیزیک و کاهش اکسین و سایتوکینین می‌گردد و در نتیجه منجر به کاهش رشد شاخه‌ها در مقایسه با حالت بدون تنش می‌شود. تأثیر تیمار سایکوسل بر صفت تعداد شاخه‌های جانبی، در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود اما در شاخص طول شاخه‌های جانبی معنی‌دار نبود (جدول ۲).

نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان می‌دهد که غلظت‌های ۵۰۰ و ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر سایکوسل، به طور معنی‌داری موجب افزایش تعداد شاخه‌های جانبی در مقایسه با شاهد شدند (جدول ۴). تأثیر اولیه کند کننده‌های رشد کاهش طول ساقه و رشد گیاه است اما تأثیر ثانویه‌ی آن‌ها افزایش تجمع مواد فتوسنتزی در شاخساره است که منجر به افزایش تعداد انشعابات می‌شود (۱۰). گزارش مشابهی در رابطه با افزایش تعداد شاخه‌های جانبی در انگور با استفاده از سایکوسل منتشر شده است (۱۲). به نظر می‌رسد دلیل عدم تاثیر سایکوسل بر افزایش طول شاخه‌های جانبی، کاهش جیبرلین و در نتیجه کاهش تقسیم و طویل‌شدن سلولی باشد. اختلاف معنی‌داری بین ارقام از نظر صفت طول شاخه‌های جانبی بر خلاف تعداد شاخه‌های جانبی مشاهده شد (جدول ۲). با توجه به جدول مقایسه میانگین‌ها، رقم میشن مجموع طول شاخه‌ی جانبی بیشتری نسبت به رقم ماری داشت (جدول ۵). اثر متقابل خشکی و سایکوسل بر تعداد شاخه‌های جانبی معنی‌دار شد (جدول ۲). تیمار سایکوسل با هر دو غلظت، تحت شرایط تنش ملایم خشکی به طور معنی‌داری موجب افزایش تعداد شاخه‌های جانبی نسبت به شاهد شد، همچنین تحت تیمار خشکی شدید فقط غلظت ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر سایکوسل تعداد شاخه‌های جانبی را در مقایسه با شاهد افزایش داد (شکل ۲).

### طول ریشه

سطوح مختلف آبیاری اثر معنی‌داری در سطح ۱ درصد بر طول ریشه داشته است (جدول ۲). طبق نتایج مقایسه میانگین‌ها، بیشترین میزان رشد ریشه تحت تیمار خشکی ملایم و کمترین رشد ریشه با تیمار خشکی شدید حاصل شد (جدول۳). بررسی‌های پژوهشگران نشان می‌دهد سرعت رشد ریشه به طور مستقیم به میزان آب خاک بستگی دارد (۱۱). توقف رشد در طول شرایط تنش تا حد زیادی بستگی به شدت تنش دارد. تنش اسمزی ملایم سریعاً منجر به توقف رشد برگ‌ها و ساقه‌ها می‌شود. در حالیکه ریشه‌ها ممکن است به رشد خود ادامه دهند (۳۲، ۲۹ و ۴۳). پژوهشگران نتایج مشابهی در رابطه با کاهش طول ریشه تحت تنش خشکی شدید در ارقام زیتون گزارش کرده‌اند همچنین بیان نمودند که طول ریشه یک افزایش ابتدایی با کاهش آب قابل دسترس داشت (۳۱) که با نتایج آزمایش حاضر مطابقت دارد. سایکوسل تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد بر رشد ریشه داشت (جدول ۲). بر همین اساس مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که غلظت‌های ۵۰۰ و ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر سایکوسل از لحاظ آماری در یک گروه قرار گرفتند اما با شاهد تفاوت‌ها معنی‌دار نشان داد (جدول ۴). کند کننده‌های رشد با جلوگیری از سنتز جیبرلین، طویل شدن ساقه را کاهش می‌دهند اما رشد ریشه کمتر تحت تأثیر قرار می‌گیرد (۲۲). گزارش شده است که تفاوت تاثیر سایکوسل در محل های مختلف و احتمالاً کاهش دادن رشد شاخه و قابل دسترس کردن مواد آسیمیلات به ریشه موجب افزایش رشد ریشه زیتون در شرایط کمبود آب می شود. (۳۱). فاکتور رقم و اثرات متقابل بین تیمارها معنی‌دار نشد (جدول ۲).

### وزن تر برگ، ساقه و ریشه

سطوح مختلف آبیاری تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد بر وزن تر برگ، ساقه و ریشه داشت (جدول ۲). بیشترین مقدار صفات مذکور در تیمار شاهد (سطح آبیاری مطلوب) و کمترین آن در تیمار خشکی شدید حاصل شد (جدول ۳). کاهش در وزن تر اندام‌های گیاه تحت تنش آبی می‌تواند در نتیجه عدم دسترسی کافی به آب برای آماس سلول‌ها باشد. نتایج مشابهی در رابطه با تأثیر تنش خشکی در کاهش وزن تر برگ، ساقه و ریشه در ارقام زیتون گزارش شده است (۳۱). در آزمایشی وزن تر و خشک شاخساره در گیاه ماش تحت تأثیر تنش کم آبی کاهش یافت (۱۵). تأثیر تیمار سایکوسل بر وزن تر برگ بر خلاف وزن تر ساقه و ریشه در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). با توجه به نتیجه‌ی مقایسه میانگین‌ها، تیمار ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر سایکوسل به طور معنی‌داری موجب افزایش وزن تر برگ نسبت به دیگر تیمارها شد (جدول ۴). سایکوسل با افزایش رشد ریشه و در نتیجه جذب آب بیشتر موجب افزایش وزن تر برگ شده است. محلول‌پاشی سایکوسل موجب افزایش وزن تر برگ و همچنین محتوای نسبی آب برگ تحت شرایط تنش خشکی در سه رقم زیتون شده است (۳۱). به نظر می‌رسد دلیل عدم تأثیر سایکوسل بر وزن تر ساقه، کاهش جیبرلین و در نتیجه کاهش رشد نهال‌های تیمار شده نسبت به شاهد باشد. بین ارقام مورد آزمایش از نظر وزن تر برگ و وزن تر ساقه اختلاف معنی‌داری مشاهده شد (جدول ۲). رقم میشن وزن تر برگ و ساقه‌ی بیشتری نسبت به رقم ماری داشت (جدول ۵). اثرات متقابل بین تیمارها معنی‌دار نشد (جدول ۲).

### میزان کلروفیل a و b

سطوح مختلف آبیاری تأثیر معنی‌داری در سطح ۱ درصد بر میزان کلروفیل a و b داشت (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان می‌دهد که تیمار خشکی شدید به طور معنی‌داری موجب افزایش کلروفیل a و b در مقایسه با دیگر تیمارها شده است (جدول ۳). رنگیزه‌های فتوسنتزی در بسیاری گیاهان برای جذب نور و عملکرد محصول اهمیت دارند، هر دو کلروفیل a و کلروفیل b تحت تأثیر

Archive of SID

www.SID.ir

تنش خشکی قرار می‌گیرند (۱۴). به نظر می‌رسد افزایش میزان کلروفیل در اثر تنش به دلیل افزایش وزن مخصوص برگ باشد، وقوع تنش میزان سطح برگ را کاهش می‌دهد که ناشی از کاهش اندازه‌ی سلول است بنابراین در طی بروز تنش به دلیل وجود سلول‌های بیشتر در واحد وزن برگ میزان کلروفیل نیز افزایش می‌یابد (۳۳). لی و همکاران (۲۵) دریافتند، اعمال تنش متناوب خشکی در گیاه لوبی باعث کاهش مقدار کلروفیل در ۲۵ روز اول آزمایش شد. در روز ۲۵ این مقدار در شاهد و تیمار تنش تقریباً برابر بود. از روز ۲۵ تا حدود روز ۴۲ کمتر از شاهد و بعد از آن بیشتر از شاهد بود. این نتایج تأثیر زمان نمونه برداری را در مقدار کلروفیل برگ نشان می‌دهد. بررسی‌های پژوهشگران نشان داد که میزان کلروفیل b در گیاه بامیه تحت شرایط تنش خشکی افزایش یافت درحالیکه میزان کلروفیل a بدون تغییر باقی ماند (۲۰). سایکوسل تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد بر میزان کلروفیل a داشت اما کلروفیل b تحت تأثیر تیمار سایکوسل قرار نگرفت (جدول ۲). طبق نتایج مقایسه میانگین‌ها، غلظت ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر سایکوسل به طور معنی‌داری موجب افزایش کلروفیل a در مقایسه با شاهد شد (جدول ۴). به نظر می‌رسد علت افزایش میزان کلروفیل، تأثیر کندکننده‌های رشد بر افزایش سنتز کلروفیل در نتیجه افزایش میزان سایتوکینین باشد (۱۶). تأثیر سایکوسل در افزایش میزان کلروفیل در گیاه ماش تحت شرایط تنش خشکی گزارش شده است (۱۵). در آزمایشی تیمار سایکوسل با غلظت ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر موجب افزایش کلروفیل a و b در سویا شده است (۴۵). بین ارقام نیز اختلاف معنی‌داری از نظر کلروفیل a مشاهده شد، با توجه با نتیجه‌ی مقایسه میانگین‌ها، رقم میشن کلروفیل a بیشتری در مقایسه با رقم ماری داشت (جدول ۵). همچنین اثر متقابل رقم در خشکی نیز بر میزان کلروفیل a معنی‌دار شد (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین‌های اثر متقابل رقم در خشکی نشان می‌دهد که رقم میشن تحت تیمار تنش ملایم خشکی، کلروفیل a بیشتری در مقایسه با رقم ماری داشت (شکل ۱).

### محتوای کاروتنوئید

تأثیر رژیم‌های مختلف آبیاری در سطح ۱ درصد بر محتوای کاروتنوئید معنی‌دار بود (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان می‌دهد که تیمار تنش خشکی شدید به طور معنی‌داری موجب افزایش کاروتنوئیدها نسبت به دیگر تیمارها شد (جدول ۳). از بین رنگدانه‌های فتوسنتزی نشان داده شده است که کاروتنوئیدها در مقاومت بر علیه تنش خشکی در گیاهان مؤثرتر هستند که از جمله نقش‌های آنها جذب و انتقال فوتون‌های نوری و حفاظت بر علیه آسیب‌های اکسیداتیو ایجاد شده توسط خشکی می‌باشد و همچنین به عنوان یک آنتی اکسیدان مؤثر عمل نموده و موجب حذف رادیکال‌های آزاد می‌شوند (۲۰). افزایش مقدار کاروتنوئیدها تحت شرایط تنش خشکی، احتمالاً به دلیل نقش آنتی اکسیدانی آنها در برابر رادیکال‌های آزاد است. کاهش کاروتنوئیدها ممکن است در کاهش غلظت کلروفیل نقش بازی کند، زیرا که کاروتنوئیدها کلروفیل را از تخریب فتواکسیداتیو محافظت می‌کنند (۴۴). بنابراین ارقام زیتون برای کاهش خسارت حاصل از تنش اکسیداتیو، مقدار کاروتنوئیدها را افزایش داده تا بتواند تنش کم آبی را بهتر تحمل نماید. گزارش‌های مشابهی توسط سایر محققین در رابطه با افزایش کاروتنوئیدها تحت شرایط تنش خشکی گزارش شده است (۲۱). از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری بین ارقام مشاهده شد (جدول ۲)، طبق نتیجه مقایسه میانگین‌ها رقم میشن در مقایسه با رقم ماری از محتوای کاروتنوئید بیشتری برخوردار بود (جدول ۵). تیمار سایکوسل و اثرات متقابل بین تیمارها بر محتوای کاروتنوئید معنی‌دار نشد (جدول ۲). سایکوسل با جلوگیری از بیوسنتز جیبرلین موجب سنتز دیگر ترکیبات مسیر ایزوپرونوئیدی از جمله اسید آبسیزیک و سایتوکینین می‌شود (۶). به نظر می‌رسد دلیل عدم تأثیر سایکوسل بر افزایش محتوای کاروتنوئیدها، به علت تغییر مسیر متابولیسمی ایزوپرونوئیدی به واسطه‌ی افزایش در میزان اسید آبسیزیک یا سایتوکینین باشد.

## نتیجه‌گیری کلی

بر اساس نتایج بدست آمده در این پژوهش می‌توان چنین نتیجه گیری کرد که طولانی‌شدن فواصل آبیاری، رشد ارقام زیتون مورد آزمایش را کاهش می‌دهد. در این آزمایش میزان کلروفیل a و b بر خلاف انتظار با افزایش دوره‌ی تنش افزایش پیدا کرد که به نظر می‌رسد ناشی از افزایش تراکم سلول‌ها در واحد سطح برگ باشد. در این پژوهش بین غلظت‌های مختلف سایکوسل تفاوت چندانی مشاهده نشد هر چند که غلظت ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر از عملکرد بهتری برخوردار بود و وزن تر برگ بالاتری را تولید نمود. بر طبق نتایج بدست آمده، رقم میشن در مقایسه با رقم ماری مقاوم تر نسبت به تنش خشکی تشخیص داده شد. زیرا اکثر شاخص‌های رشد نظیر قطر ساقه، تعداد برگ، طول شاخه‌های جانبی، طول ریشه، وزن تر برگ و ساقه از جمله صفاتی بودند که در رقم میشن بیشتر از رقم ماری بود. همچنین رقم میشن از محتوای کاروتنوئید و کلروفیل a بالاتری نسبت به رقم ماری برخوردار بود. همین‌طور این نکته قابل ذکر است که بین دو رقم از لحاظ پاسخ به کند کننده‌ی رشد سایکوسل تفاوتی مشاهده نشد. بنابراین جهت صرفه جویی در مصرف آب با توجه به گسترش روز افزون کم آبی، استفاده از رقم میشن و غلظت ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر سایکوسل که مکانیسم‌های مقاومت به شرایط تنشی را در گیاه ایجاد می‌کند، توصیه می‌گردد.

Archive of SID

www.SID.ir

## منابع


1- Abd El-Rhman I.E. 2010. A study on some treatments which mitigate drought effects on Barrani grapevines cv. Journal of Applied Sciences Research, 6(6): 704-711.
2- Amri E. and Shahsavar A.R. 2010. Response of lime seedlings (*Citrus aurantifolia* L.) to exogenous spermidine treatments under drought stress. Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 4(9): 4483-4489.
3- Anjum F., Yaseen M., Rasul A., Wahid A. and Anjum S. 2003. Water stress in barley (*Hordeum vulgare* L.). II. Effect on chemical composition and chlorophyll contents. Pakistan Journal of Agricultural Sciences, 40: 45-90.
4- Armstrong E.L. and Nicol H.I. 1991. Reducing height and loding in rapessed with growth regulators. Australian Journal of Experimental Agriculture, 31: 245–250.
5- Arteka R.N. 1995. Plant growth substances: principles and applications. Chapman & Hall, New York, 332 p.
6- Bagdi D.L., Afria B.S. and Naagar K.C. 2003. Influence of salinity stress and cycocel on chlorophyll content and yield attributes of barley (*Hordeum vulgare* L.). Agricultural Science Digest, 23(2): 98-100.
7- Bosabalidis A.M. and Kofidis G. 2002. Comparative effects of drought on leaf anatomy of two olive cultivars. Pakistan Journal of Biological Science, 163: 375-379.
8- Connor D.J. 2005. Adaptation of olive (*Olea europaea L.*) to water limited environments. Australian Journal of Agricultural Research, 56: 1181-1189.
9- Cycon M., Lewandowska A. and Piotrowska- Seget Z. 2012. Mineralization of dynamics of chlormequat chloride (CCC) in soils of different textures. Polish Journal of Enviromental Studies, 21(3): 595-602.
10- Dalziel J. and Lawrence D.K. 1984. Biochemical and biological effects of kaurene oxidase inhibitors, such as paclobutrazol. p. 43-57. In: Menhenett R. and Lawrence D.K. (ed.) Biochemical Aspects of Synthetic and Naturally Occurring Plant Growth Regulators. Monograph 11. British Plant Growth Regulator Group, Wantage.
11- Dichio B., Romano M., Nuzzu V. and Xiloyannis C. 2002. Soil water availability and relationship between canopy and roots in young olive trees cv. Coratana. Acta Horticulturae, 586: 419-422.
12- Elman B., Ilknur K. and Demir K. 2009. The relationships between shoot elongation and shoot removal force in some grape cultivars (*V. Vinifera*). World Applied Sciences Journal, 6(6): 1089-1095.
13- Emam Y. and Moaied G.R. 2000. Effect of planting density and chlormequat chloride on morphological characteristics of winter barley (*Hordeum vulgare* L.) cultivar "Valfajr". Journal of Agricultural Science and Technology, 2: 75-83.
14- Farooq M., Wahid A., Kobayashi N., Fujita D. and Basra S.M.A. 2009. Plant drought stress: effects, mechanisms and management. Agronomy for Sustainable Development, 29: 185-212.
15- Farooq U. and Bano A. 2006. Effect of abscisic acid and cholorocholine chloride on nodulation and biochemical content of *Vigna radiata* L. under water stress. Pakistan Journal of Botany, 38(5): 1511-1518.
16- Gopi R., Sridharon R., Somasundaram R., Alagulakshmanan G.M. and Panneerselvam R. 2005. Growth and photosynthetic characteristics as affected by triazols in *Amorphophallus campanulatus*. General and Applied Plant Physiology, 31: 171-180.
17- Hagidimitrio M. and Pontikis M.A. 2004. Seasonal changes on $CO_2$ assimilation in leaves of five major greek olive cultivars. Scientia Horticulturae, 104: 11-24.
18- Jaana L., Rikala R., and Aphalo P.J. 2002. Effect of CCC and daminozide on growth of silver birch container seedlings during three years after spraying. New Forests, 23: 71-80.
19- Jaleel C.A., Manivannan P., Lakshmanan G.M.A., Gomathinayagam M. and Panneerselvam R. 2008. Alterations in morphological parameters and photosynthetic pigment responses of *Catharanthus roseus* under soil water deficits. Colloids and Surfaces B: Biointerfaces, 61: 298-303.
20- Jaleel C.A., Manivannan P., Wahid A., Farooq M., Al-Jubuti H.j., Somaasundrram R. and Panneerselvam R. 2009. Drought Stress in Plants: a review on morphological characteristics and pigments composition. Agriculture Biology, 11: 100-105.
21- Kannan N.D. and Kulandaivelu G. 2011. Drought induced changes in physiological, biochemical and phytochemical properties of *Withania somnifera* Dun. Journal of Medicinal Plants Research, 5(16): 3929-3935.
22- Latimar J.G. 1991. Growth retardants effect landscape performance of zinnia, impatiens, and marigold. HortScience, 26: 557-560.
23- Levitt J. 1980. Resposes of plant to environmental stresses. Part 2. 2nd ed. New York, Academic Press, P. 225-228.
24- Leydovski S.Y. 1974. The effect of C.C.C. on changes in photosynthesis and productivity of tomatoes. Plant Physiology, 50: 271-274.
25- Li S., Pezeshki S.R., and Goodwin S. 2004. Effect of soil moisture regimes on photosynthesis and growth in cattail (*Typha latifoia*). Acta Ecologica, 25: 17-22.
26- Lichtenthaler H.K. and Wellburn A.R. 1985. Determination of total carotenoids and chlorophylls a and b of leaf in different solvents. Biochemical Society Transactions, 11: 591-592.
27- Malash N.M.A.R., and Flowers T.J. 1984. The effect of phenylmercuric acetate on salt tolerance in wheat. Plant


Archive of SID

www.SID.ir

and Soil, 81: 269-279.
28- Magliulo V., Andria R., Morelli G., and Fragnito F. 1999. Growth traits of five young olive cultivars grown under different irrigation regimes. Acta Horticulturae, 474: 395-398.
29- Mian M.A.R., Nafziger E.D., Kolb F.L., and Teyker R.H. 1994. Root size and distribution of field grown wheat genotypes. Crop Science, 34: 810-812.
30- Mohd R., Ismail M., Yusoff K., and Mahmood M. 2004. Growth, water relations, stomata conductance and proline concentration in water stressed banana (*Musa spp*.) plants. Asian Journal of Plant Sciences, 3: 709-713.
31- Nejadsahebi M., Moallemi N. and Landi A. 2010. Effects of cycocel and irrigation regimes on some physiological parameters of three olive cultivars. American Journal of Applied Sciences, 7(4): 459-465.
32- Nonami H. and Boyer J.S. 1990. Primary events regulating stem growth at low water potentials. Plant Physiology, 94: 1601-1609.
33- Nonami H., Wu Y. and Matthewse M.A. 1997. Decreased growth-induced water potential a primary cause of growth inhibition at low water potentials. Plant Physiology, 114: 501-509.
34- Ogbonnaya C.I., Nwalozie M.C., Roy-Macauley H. and Annerose D.J.M. 1998. Growth and water relations of kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) under water deficit on a sandy soil. Industrial Crops and Products, 8: 65-76.
35- Osman A., Sewedan E. and El-Nggar H. 2011. *Solidago Canadensis* "Tara" in response to spacing and cycocel. American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Science, 11(1): 104-110.
36- Palese A.M., Nuzzo V., Dichio B., Cleano G., Romano M. and Xilloyannis C. 2000. The influence of soil water content on root density in young olive tree. Acta Horticulturae, 537: 329-336.
37- Prakash M. and Ramachandra K. 2000. Effects of chemical ameliorants on stomatal frequency and water relation in brinjal (*Solanum melongena* L.) under moisture stress conditions. Journal of Agronomy and Crop Science, 185: 273-239.
38- Rademacher W., Temple-smit K.E., Griggs D.L. and Hedden P. 2000. Growth retardants: Effect on gibberellins biosynthesis and other metabolic pathways. Annual Review of Plant Physiology and Molecular Biology, 51: 501-531.
39- Rossini Pinto A.C., Deleo Rodrigues T.D.J., Leits I.C., and Barbosa J.C. 2005. Growth retardants on development and ornamental quality of potted liliput *Zinnia elegans* Jacq. Agricultural Science, 62: 337-345.
40- Scarisbrick D.H., Daniels R.W. and Noorrawi A.B. 1982. The effect of chlormequat on the yield and yield components of oil – seed rape (*Brassica napus* L.). Journal of Agricultural Science Cambridge, 99: 453-455.
41- Seeley S. 1990. Hormonal transduction of environmental stresses. HortScience, 25: 1369-1376.
42- Shaheen M.A., Hegazi A.A. and Hmmam I.S.A. 2011. Effect of water stress on vegetative characteristics and leaves chemical constituents of some transplants olive cultivars. American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Science, 11(5): 663-670.
43- Sharp R.E., Hsiao T.C. and Silk W.K. 1988. Growth of the maize primary root at low water potentials. I. Spatial distribution of expensive growth. Plant Physiology, 87: 50-57.
44- Singh J. and Patel A.L. 1996. Water statues, gaseous exchange, proline accumulation and yield of wheat in response to water stress. Annual Biology of Ludhiana, 12(1): 77-81.
45- Vyas A.K. Singh M.S., and Singh N.G. 2011. Effect of bioregulatorse on growth, yield and chemical constituents of soybean (*Glycine max*). Journal of Agricultural Science, 3(4): 151-159.
46- Yordanov I., Velikova V., and Tsonev T. 2003. Plant responses to drought and stress tolerance. Plant Physiology, 21: 187-206.
47- Zhang J., Yuncong Y., Streeter J.G. and Ferree D.C. 2010. Influence of soil drought stress on photosynthesis, carbohydrates and the nitrogen and phophorus absorb in different section of leaves and stem of Fugi/M.9EML, a young apple seedling. African Journal of Biotechnology, 9(33): 5320-5325.

Archive of SID

www.SID.ir