تأثیر تیمار سایکوسل بر برخی ویژگی‌های فیزیولوژیکی دو رقم زیتون (ماری و میشن) تحت شرایط تنش خشکی

وحید اکبری[۱*]، رسول جلیلی‌مرندی[۱] و ناصر عباسپور[۲]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۸/۳ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۱/۲۱)

چکیده

در مناطق خشک و نیمه خشک، آب مهم‌ترین عامل محدود کننده تولید محصولات کشاورزی بوده و زیتون یکی از مهم‌ترین درختان میوه رشد یافته در این مناطق است. به منظور بررسی اثر تیمار سایکوسل بر برخی ویژگی‌های فیزیولوژیکی دو رقم زیتون (ماری و میشن) در شرایط تنش خشکی، آزمایشی گلخانه‌ای به صورت فاکتوریل سه عامله در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار و در مدت نهایی چهار ماه انجام شد. فاکتورهای آزمایش شامل سایکوسل (در سه سطح؛ صفر، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر)، تنش خشکی (در سه سطح فواصل آبیاری ۵ ، ۱۰ و ۱۵ روزه) و دو رقم زیتون (ماری و میشن) بود. نتایج نشان داد که افزایش سطوح خشکی موجب افزایش تعداد روزنه‌ها در واحد سطح برگ و کاهش سطوح فتوسنتز، تعرق، هدایت روزنه‌ای، وزن خشک برگ، ساقه و ریشه در هر دو رقم شد. هم‌چنین نتایج نشان داد که تیمارهای سایکوسل موجب افزایش؛ تعداد روزنه‌ها در واحد سطح برگ، افزایش فتوسنتز، تعرق، هدایت روزنه‌ای و وزن خشک برگ در مقایسه با شاهد شد ولی تأثیر معنی‌داری بر وزن خشک ساقه و ریشه نشان نداد. بر اساس صفات مورد ارزیابی، رقم میشن نسبت به رقم ماری مقاومت بیشتری به خشکی نشان داد. به طور کلی نتایج نشان داد که استفاده از سایکوسل می‌تواند موجب بهبود فتوسنتز در شرایط تنش خشکی شود.

واژه‌های کلیدی: زیتون، تنش خشکی، سایکوسل، فتوسنتز، هدایت روزنه‌ای، وزن خشک گیاه

۱. گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه

۲. گروه زیست شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه ارومیه

* : مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: rasuljalili@ yahoo.com

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

کمبود آب یکی از مهم‌ترین عوامل محدود کننده رشد، فتوسنتز و بقاء گیاهان در مناطق خشک و نیمه خشک است (۴). راه حل این بحران، استفاده از ارقام مقاوم و به‌کارگیری مکانیسم‌هایی است که بتواند مقاومت گیاهان را نسبت به کمبود آب در مناطق خشک و نیمه خشک افزایش دهد (۹). زیتون درختی همیشه سبز با سرعت رشد پایین بوده که در اقلیم‌های نیمه‌گرمسیری دنیا با عرض‌های جغرافیایی ۳۰ تا ۴۵ درجه پرورش می‌یابد و یک محصول مهم برای اکثر کشورهای مدیترانه‌ای محسوب می‌شود (۱۹). زیتون از جمله درختان مقاوم به خشکی می‌باشد.

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 سیستم آنتی اکسیدانی، تجمع موسیلاژ و دیگر متابولیت‌های ثانویه است (۵). اولین واکنش گیاهان در برابر تنش خشکی، کاهش رشد رویشی آنهاست. تنش خشکی خصوصیات رویشی درختان زیتون را تحت تأثیر قرار می‌دهد از جمله این خصوصیات، ارتفاع، وزن تر و خشک اندام‌ها، تعداد و سطح برگ‌ها را می‌توان نام برد (۹). فتوسنتز، مهم‌ترین فرآیند فیزیولوژیکی گیاه است که نقش محوری در تثبیت کربن و تولید مواد آلی دارد (۲۲). تنش خشکی نفوذپذیری غشاء سلولی را در گیاهان افزایش داده و منجر به کاهش فتوسنتز، تعرق و هدایت روزنه‌ای تحت تأثیر پتانسیل پایین آب برگ می‌گردد (۲۳). ارتباط نزدیکی بین رفتار روزنه‌ای و توانایی زنده ماندن گیاه تحت شرایط تنش خشکی وجود دارد، بسته شدن روزنه‌ها به طور معنی‌داری سرعت تعرق را کاهش داده و با ذخیره‌ی آب منجر به حفاظت گیاه در برابر تنش خشکی می‌شود (۵). عوامل محدود کنندهٔ فتوسنتز در شرایط تنش آبی در دو گروه قرار دارند: اول عوامل محدود کننده روزنه‌ای، بدین صورت که با بسته شدن روزنه‌ها در شرایط تنش خشکی غلظت دی اکسید کربن داخل برگ و انتقال آن به کلروپلاست کاهش می‌یابد و فتوسنتز محدود می‌گردد. دوم عوامل محدود کننده غیر روزنه‌ای که شامل عوامل زیست شیمیایی فتوسنتز مانند مقدار کلروفیل، مقدار فعالیت آنزیم رابیسکو(Rubisco) ، سیستم انتقال الکترون فتوسنتزی، فسفریلاسیون نوری و متابولیت‌هایی نظیر قندها (بویژه مونوساکاریدها) می‌باشند (۲۵). مقدار فتوسنتز در بیشتر گیاهان هنگامی‌که در معرض خشکی قرار می‌گیرند کاهش می‌یابد، در حالی‌که زیتون در طی دوره‌های تنش بلند مدت از فتوسنتز بیشتری برخوردار است که حاکی از تحمل بالای زیتون به خشکی است (۱۰). گرچه زیتون از درختان مقاوم در برابر خشکی شناخته شده است ولی در طی سال‌های اولیه پس از کاشت نیاز آبی نهال‌های آن بالا است (۷)، هم‌چنین نیاز آبی درختان زیتون بستگی به رقم و مرحله‌ی رشد آنها دارد و ارقام مختلف پاسخ‌های متفاوت نشان می‌دهند (۶). کلرمکوات کلراید(Chlormequat chloride) یا سایکوسل(Cycocel) از گروه ترکیبات اونیومی(Oniome compounds) و از پر مصرف‌ترین کند کننده‌های رشد گیاهی(Plant growth retardants) بوده و امروزه جهت کنترل رشد رویشی گیاهان کاربرد فراوانی پیدا کرده است (۱۲).

گزارش شده است که تیمار با سایکوسل موجب افزایش مقاومت گیاهان مختلف نسبت به تنش خشکی می‌شود (۱۱ و ۲۴). سایکوسل با اختلال در مسیر چرخه بیوسنتز جیبرلین، مانع از سنتز آنزیم انت کائورن سینتاز(ent- kaurene synthase) شده و از طویل شدن و رشد سلول‌ها جلوگیری می‌کند (۳۲) که این امر موجب کاهش سطح تعرق و مقاومت گیاه به تنش می‌گردد. 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 می‌شود (۸). استفاده از سایکوسل موجب کاهش طول و عرض روزنه‌ها، هم‌چنین بسته شدن نسبی روزنه‌ها، افزایش محتوای نسبی آب برگ و افزایش فتوسنتز تحت شرایط تنش رطوبتی در بادمجان شده است (۳۲). محلول‌پاشی سایکوسل

Archive of SID

www.SID.ir

موجب کاهش؛ طول ساقه، سطح برگ، مقدار کلروفیل، وزن تر و خشک گیاه و افزایش؛ مقدار پرولین، مقدار قندهای محلول، تعداد و وزن خوشه، تعداد و وزن حبه، بدون تأثیر بر میزان اسیدهای آلی تحت شرایط تنش خشکی در انگور رقم بارانی(Barrani) شده است (۱). آثار سایکوسل روی گیاهان مختلف و هم‌چنین ارقام یک گونه متفاوت است و گونه‌های گیاهی در پاسخ به ماده مذکور پاسخ‌های متفاوتی از خود نشان می‌دهند (۲۰).

امروزه با توجه به کاهش نزولات آسمانی و شرایط نیمه خشک ایران رقابت برای تهیه آب بین بخش‌های شهری، کشاورزی و صنعتی رو به افزایش است، این امر ایجاب می‌نماید که مصرف بهینه آب و صرفه‌جویی در مصرف آب مدنظر قرار گیرد. یکی از راه‌های جلوگیری از مصرف نامناسب آب و صرفه جویی در منابع آب موجود برای کشاورزی استفاده از گیاهان مقاوم به کمبود آب در مناطق خشک و نیمه خشک است. هدف از این پژوهش در راستای انتخاب رقم مقاوم به خشکی به منظور توسعهٔ کشت باغات زیتون در مناطق خشک و نیمه خشک کشور، اثر تنش خشکی بر خصوصیات فتوسنتزی و وزن خشک 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 کندکننده رشد سایکوسل بر تنش خشکی در دو رقم زیتون (ماری و میشن)، آزمایشی در سال ۹۰-۱۳۸۹ در گلخانه‌ی گروه علوم باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. فاکتورهای مورد آزمایش شامل رقم با دو سطح (ماری و میشن)، دورهای مختلف آبیاری در سه سطح شامل دور آبیاری ۵ روز یک بار به عنوان شاهد (سطح آبیاری مطلوب)، دور آبیاری ۱۰ روز (تنش خشکی ملایم) و دور آبیاری ۱۵ روز (تنش خشکی شدید) و فاکتور سوم غلظت‌های مختلف محلول‌پاشی سایکوسل بود که در سه سطح (صفر، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر) اعمال شد. برای هر تکرار دو گلدان و در مجموع ۵۴ گلدان (گیاه)، از هر رقم زیتون استفاده شد. در این پژوهش از نهال‌های دو ساله ارقام ماری و میشن زیتون که از نهالستان نجفی واقع در ساوه تولید شده بود، استفاده شد. در طول مدت آزمایش دمای حداقل و حداکثر گلخانه به طور متوسط ۱۸/۷ و ۳۷/۲ درجه سانتی‌گراد بود. مخلوط خاکی به کار رفته در گلدان نهال‌ها شامل ۲/۴ خاک معمولی، ۱/۴ قسمت خاکبرگ و ۱/۴ ماسه بود. برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده در جدول ۱ ارائه شده است. در نیمه 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 (مقدار ۱/۵ لیتر آب در هر مرحله آبیاری برای هر نهال)، تیمارهای سایکوسل به صورت محلول‌پاشی دستی در چهار مرحله و با فاصله‌ی ۲۵ روز یکبار صورت گرفت (میزان محلول‌پاشی در هر مرحله به ازای هر گیاه ۵۵ سی سی بود)، هم‌چنین به جای سایکوسل صفر (شاهد) محلول‌پاشی با آب صورت گرفت.

صفات مورد بررسی و روش اندازه‌گیری آنها

در پایان آزمایش (۱۲۰ روز بعد از آغاز اعمال تیمارها)، صفات مورد ارزیابی قرار گرفتند. برای تعیین تعداد روزنه در واحد سطح برگ، در پایان آزمایش از هر نهال یک برگ برداشت شد. کرک‌های روی سطح زیرین برگ با استفاده از چسب نواری برداشت شدند. سپس لایه زیرین برگ با لایه نازکی از لاک پلاستیکی آغشته شده و در دمای محیط خشک گردید. سپس نوار چسب روی سطح برگ چسبانده شده و توسط پنس از آن جدا و روی لام قرار گرفت و با استفاده از میکروسکوپ نوری با بزرگنمایی ۴۰۰ ملاحظه شد. برای شمارش تعداد روزنه‌ها، از هر نمونه پنج میدان دید انتخاب و تعداد روزنه‌های

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱. خصوصیات خاک مورد آزمایش

خصوصیات خاک مورد آزمایش	مقدار موجود در خاک
شن (درصد)	۵۴
رس (درصد)	۲۰/۵
سیلت (درصد)	۲۵/۵
ازت کل (درصد)	۰/۱
کربنات کلسیم (درصد)	۱۶/۱
فسفر (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	۴۳
پتاسیم (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	۶۳۴
EC (دسی‌زیمنس بر متر)	۲/۶
pH	۷/۶
بافت خاک	شنی لومی

موجود در آنها شمارش شد. در نهایت تعداد روزنه‌ها برحسب تعداد در میلی‌متر مربع گزارش گردید (۳۳). میزان فتوسنتز خالص، هدایت روزنه‌ای برگ‌ها و میزان تعرق هر یک از نهال‌ها بین ساعت ۱۲-۱۰ و برای هر نمونه حداکثر تا مدت ۱۰ دقیقه و با شدت نور ۱۸۰۰ میکرومول بر متر مربع در ثانیه با استفاده از دستگاه اندازه‌گیری فتوسنتز مدل (Walz, hcm-1000) محاسبه گردید. بر این اساس فتوسنتز خالص با محاسبه‌ی میزان گازهای تبادل یافته (CO_2, H_2O) تخمین و اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری وزن خشک برگ، ساقه و ریشه، ابتدا نهال از خاک بیرون آورده شد و به سه قسمت برگ، ساقه و ریشه تقسیم شد و پس از شستشوی سیستم ریشه‌ای و خشک شدن، نمونه‌ها به مدت ۷۲ ساعت در آون با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند و پس از خارج کردن نمونه‌ها از آون، وزن خشک آنها به کمک ترازوی دیجیتالی (با دقت ۰/۰۰۰۱ گرم) تعیین شد.

تجزیه داده‌های با استفاده از نرم افزار SAS (Version 9.1) و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام گرفت.

نتایج و بحث

تعداد روزنه‌ها

نتایج تجزیه آماری داده‌های آزمایش نشان می‌دهد که رقم، سطوح مختلف آبیاری، تیمار سایکوسل و اثر برهمکنش رقم در خشکی تأثیر معنی‌داری در تعداد روزنه در واحد سطح برگ داشته‌اند (جدول۲). بر اساس جدول مقایسه میانگین‌ها مربوط به سطوح مختلف خشکی، کمترین تعداد روزنه در تیمار شاهد و بیشترین تعداد روزنه در تیمار خشکی شدید دیده شد (جدول۳). نتایج مقایسه میانگین‌های مربوط به محلول‌پاشی سایکوسل نشان می‌دهد که تعداد روزنه‌های گیاهان شاهد در مقایسه با گیاهان تیمار شده دارای اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد بود و با افزایش غلظت سایکوسل بر تراکم روزنه‌ها افزوده شده است (جدول۴). در مطالعه اثر رقم بر تعداد روزنه‌ها، رقم میشن در مقایسه با رقم ماری تعداد روزنه بیشتری داشت (جدول۵). هم‌چنین در بررسی اثر برهمکنش رقم در خشکی، چنانچه در شکل ۱ مشاهده می‌شود رقم میشن تحت سطوح مختلف خشکی از تعداد روزنه بیشتری نسبت به رقم ماری برخوردار بود. روزنه‌ها در زیتون فقط در سطح زیرین برگ قرار دارند که ممکن است اهمیت خاصی در کنترل

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۲. جدول تجزیه واریانس آزمایش اثر تیمار سایکوسل بر برخی ویژگی‌های فیزیولوژیکی دو رقم زیتون تحت شرایط تنش خشکی.

منابع تغییرا ت	درجه آزادی	میانگین مربعات							
		تعداد روزنه‌ها	فتوسنتز خالص	هدایت روزنه‌ای	تعرق	وزن خشک برگ	وزن خشک ساقه	وزن خشک ریشه
بلوک	۲	۶۸/۱۲**	۹/۴۷**	۷۹/۵۳*	۰/۰۷^{ns}	۱/۲۶^{ns}	۵۲/۱۵^{ns}	۹/۵۰^{ns}
خشکی	۲	۲۴۴/۰۱**	۱۲۲/۹۶**	۲۴۱۵/۲۲**	۴/۱۱**	۲۰۶۲/۹۵**	۳۶۱۶/۷۷**	۴۸۵/۱۷۴**
سایکوسل	۲	۵۳/۰۱**	۱۹/۷۷**	۲۰۶/۲۵**	۲/۳۶**	۳۵/۷۸*	۳۷/۷۷^{ns}	۴۸/۸۷^{ns}
رقم	۱	۷۵/۸۵**	۰/۹۲^{ns}	۵۸/۵۱^{ns}	۰/۰۲^{ns}	۴۶/۶۳**	۲۱۲/۲۵*	۳۴/۴۶^{ns}
رقم × خشکی	۲	۱۳/۱۸**	۹/۶۸**	۹۴/۸۷*	۱/۴۲**	۱۱/۰۷^{ns}	۱۳/۷۹^{ns}	۵/۰۸^{ns}
رقم × سایکوسل	۲	۱/۲۲^{ns}	۰/۶۵^{ns}	۰/۶۵^{ns}	۰/۰۰^{ns}	۱/۳۷^{ns}	۷/۶۸^{ns}	۳۰/۵۶^{ns}
خشکی × سایکوسل	۴	۱/۵۴^{ns}	۲/۳۸*	۱۴/۴۸^{ns}	۰/۱۶^{ns}	۱۲/۳۳^{ns}	۲۶/۸۲^{ns}	۳۱/۶۸^{ns}
رقم × خشکی × سایکوسل	۴	۰/۴۹^{ns}	۰/۷۲^{ns}	۱/۰۰^{ns}	۰/۱۴^{ns}	۱۶/۴۵*	۵۲/۹۰^{ns}	۱۵/۸۶^{ns}
خطای آزمایشی	۳۴	۰/۸۳	۰/۶۵	۱۸/۴۵	۰/۱۷	۶/۰۹	۴۰/۷۹	۳۸/۸۸
ضریب تغییرات (٪)		۰/۷۵	۱۷/۹۶	۲۷/۳۱	۲۵/۲۲	۷/۳۸	۱۱/۸۷	۱۹/۴۸

**معنی‌دار در سطح ۱ درصد *: معنی‌دار در سطح ۵ درصد و ns: غیر معنی‌دار

جدول ۳. نتایج مقایسه میانگین اثر اصلی سطوح مختلف خشکی بر صفات مورد ارزیابی در دو رقم زیتون.

تیماردور آبیاری	تعداد روزنه‌ها (mm^2)	فتوسنتز خالص ($\mu mol\ CO_2\ m^{-2}\ s^{-1}$)	هدایت روزنه‌ای ($mmol\ H_2O\ m^{-2}\ s^{-1}$)	تعرق ($mmol\ H_2O\ m^{-2}\ s^{-1}$)	وزن خشک برگ (g)	وزن خشک ساقه (g)	وزن خشک ریشه (g)
۵ روز (شاهد)	۱۱۶/۷^{c}	۷/۵^{a}	۲۹/۰^{a}	۱/۶^{a}	۴۴/۸^{a}	۶۹/۲^{a}	۵۰/۷^{a}
۱۰ روز (تنش ملایم)	۱۲۰/۲^{b}	۳/۲^{b}	۹/۴^{b}	۰/۸^{b}	۳۱/۷^{b}	۵۰/۸^{b}	۲۵/۳^{b}
۱۵ روز (تنش شدید)	۱۲۳/۸^{a}	۲/۷^{c}	۸/۶^{b}	۰/۷^{b}	۲۳/۶^{c}	۴۱/۳^{c}	۱۹/۹^{c}

میانگین‌هایی که دارای حروف مشابه در هر ستون می‌باشند، اختلاف معنی‌داری نسبت به یکدیگر بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ نشان نمی‌دهند.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۴. نتایج مقایسه میانگین اثر اصلی سطوح سایکوسل بر صفات مورد ارزیابی در دو رقم زیتون

تیمار سایکوسل (میلی گرم در لیتر)	تعداد روزنه‌ها (mm^2)	فتوسنتز خالص ($\mu mol\ CO_2\ m^{-2}\ s^{-1}$)	هدایت روزنه‌ای ($mmol\ H_2O\ m^{-2}\ s^{-1}$)	تعرق ($mmol\ H_2O\ m^{-2}\ s^{-1}$)	وزن خشک برگ (g)	وزن خشک ساقه (g)	وزن خشک ریشه (g)
۰	۱۱۸/۴^{c}	۳/۳^{c}	۱۱/۹^{b}	۰/۶^{b}	۳۲/۰^{b}	۵۳/۸^{a}	۳۱/۰^{a}
۵۰۰	۱۲۰/۶^{b}	۴/۷^{b}	۱۶/۹^{a}	۱/۱^{a}	۳۳/۳^{ab}	۵۲/۳^{a}	۳۱/۰^{a}
۱۰۰۰	۱۲۱/۸^{a}	۵/۳^{a}	۱۸/۳^{a}	۱/۳^{a}	۳۴/۸^{a}	۵۵/۲^{a}	۳۳/۹^{a}

میانگین‌هایی که دارای حروف مشابه در هر ستون می‌باشند اختلاف معنی‌داری نسبت به یکدیگر بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ نشان نمی‌دهند.

جدول ۵. نتایج مقایسه میانگین اثر اصلی رقم بر صفات مورد ارزیابی در دو رقم زیتون

رقم	تعداد روزنه‌ها (mm^2)	فتوسنتز خالص ($\mu mol\ CO_2\ m^{-2}\ s^{-1}$)	هدایت روزنه‌ای ($mmol\ H_2O\ m^{-2}\ s^{-1}$)	تعرق ($mmol\ H_2O\ m^{-2}\ s^{-1}$)	وزن خشک برگ (g)	وزن خشک ساقه (g)	وزن خشک ریشه (g)
میشن	۱۲۱/۴^{a}	۴/۶^{a}	۱۶/۷^{a}	۱/۰^{a}	۳۴/۳^{a}	۵۵/۷^{a}	۳۲/۸^{a}
ماری	۱۱۹/۱^{b}	۴/۳^{a}	۱۴/۶^{a}	۱/۰^{a}	۳۲/۵^{b}	۵۱/۸^{b}	۳۱/۲^{a}

میانگین‌هایی که دارای حروف مشابه در هر ستون می‌باشند اختلاف معنی‌داری نسبت به یکدیگر بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ نشان نمی‌دهند.

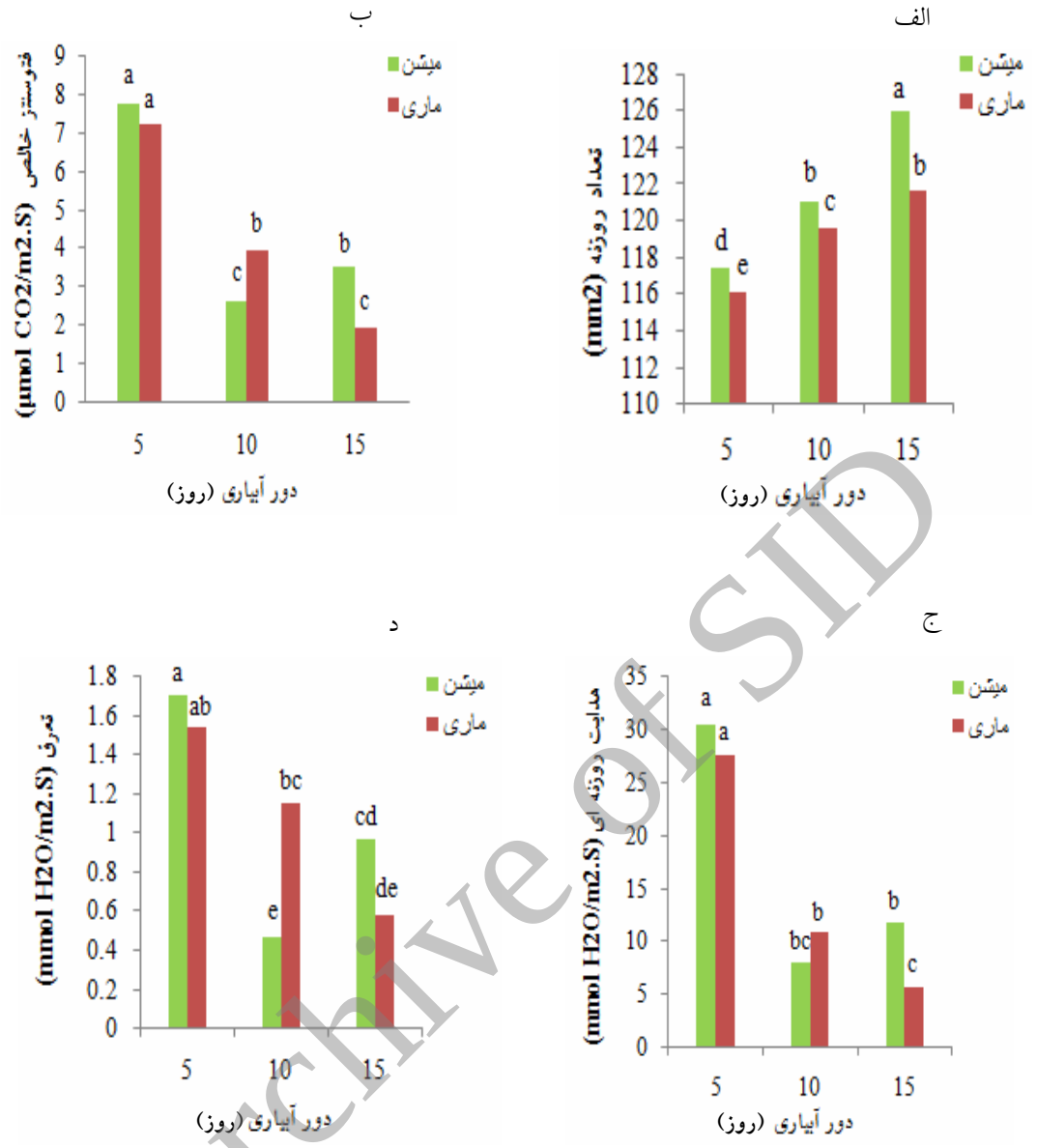
حفظ آب برگ داشته باشند. دلیل افزایش تراکم روزنه‌ها در شرایط تنش خشکی کوچک شدن اندازه سلول‌هاست که باعث می‌شود، تعداد بیشتری روزنه در واحد سطح قرار گیرد (۵). ایناژه و همکاران (۱۳) اظهار داشتند که اعمال تنش خشکی موجب افزایش تعداد روزنه‌ها در دو رقم زیتون شده است، این افزایش در رقم شملالی(Chemlali) نسبت به رقم مسکی(Meski) بیشتر بود. هم‌چنین در آزمایشی در اثر تنش خشکی، تراکم روزنه‌ها در ارقام ماستودیس(Mastoids) و کورونایکی(Koroneiki) به ترتیب ۴۴/۹ و ۵۵/۲ درصد افزایش یافت (۵). افزایش تعداد روزنه‌ها در اثر تیمار سایکوسل را می‌توان به افزایش تراکم سلول‌ها در واحد سطح برگ، در نتیجه‌ی تأثیر سایکوسل در جلوگیری از سنتز جیبرلین و کاهش رشد و اندازه‌ی سلول‌ها نسبت داد (۳۲). گزارش‌های مشابهی در رابطه با تأثیر سایکوسل در افزایش تعداد روزنه‌ها در دو رقم گندم تحت شرایط تنش خشکی منتشر شده است (۲۹).

میزان فتوسنتز

نتایج تجزیه واریانس بیانگر تأثیر معنی‌دار سطوح مختلف آبیاری، تیمار سایکوسل و برهمکنش بین رقم در خشکی در سطح احتمال ۱ درصد و برهمکنش بین خشکی در سایکوسل در سطح احتمال ۵ درصد بر میزان فتوسنتز می‌باشد (جدول۲). نتایج مقایسه میانگین‌های مربوط به سطوح مختلف آبیاری نشان داد که با افزایش فواصل آبیاری میزان فتوسنتز به طور معنی‌داری کاهش می‌یابد به طوری‌که کمترین میزان فتوسنتز در تیمار خشکی شدید مشاهده شد (جدول۳). در بررسی مقایسه میانگین‌های مربوط به محلول‌پاشی سایکوسل مشاهده گردید

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۱. مقایسه میانگین اثر برهمکنش بین رقم و خشکی بر تعداد روزنه (الف)، فتوسنتز خالص (ب)، هدایت روزنه‌ای (ج) و تعرق (د) دو رقم زیتون. میانگین‌هایی که دارای حروف مشابه هستند، اختلاف معنی‌داری نسبت به یکدیگر بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ نشان نمی‌دهند.

که بیشترین و کمترین میزان فتوسنتز به ترتیب به غلظت ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر و شاهد (بدون سایکوسل) تعلق داشت (جدول۴). طبق نتایج اثر برهمکنش بین رقم در خشکی (شکل ۱)، در شرایط بدون تنش اختلافی بین دو رقم از نظر میزان فتوسنتز نیست ولی در شرایط تنش ملایم خشکی رقم ماری فتوسنتز بیشتری دارد و برعکس در تیمار خشکی شدید رقم میشن از میزان فتوسنتز بیشتری برخوردار است. فتوسنتز رقم میشن در شرایط تنش خشکی شدید به طور معنی‌داری در مقایسه با تنش ملایم افزایش یافت، در حالی که فتوسنتز رقم ماری در شرایط تنش خشکی شدید به طور معنی‌داری در مقایسه با تنش ملایم کاهش یافت. هم‌چنین با توجه به نتایج شکل ۲، در شرایط رطوبتی مناسب

Archive of SID

www.SID.ir

(شاهد) و تنش ملایم خشکی غلظت‌های مختلف سایکوسل به طور معنی‌داری موجب افزایش فتوسنتز نسبت به شاهد شدند ولی در تنش خشکی شدید غلظت بیشتر سایکوسل دارای فتوسنتز بالاتری بوده و حتی اختلاف معنی‌داری با فتوسنتز تنش ملایم نشان می‌دهد که این نتایج اهمیت تیمار سایکوسل در حفظ مناسب فتوسنتز با افزایش تنش را نشان می‌دهد. محدودیت‌های روزنه‌ای و غیر روزنه‌ای عموماً به عنوان مهم‌ترین عوامل در کاهش فتوسنتز تحت شرایط تنش خشکی شناخته شده‌اند (۱۴). یاردانوف و همکاران (۳۸) اظهار نمودند کاهش در میزان فتوسنتز به علت تنش خشکی بیشتر ناشی از کاهش هدایت روزنه‌ای است. نتایج ما با سایر گزارش‌های کاهش فتوسنتز در اثر تنش خشکی در ارقام زیتون (۴)، بادام (۱۸)، سیب رقم فوجی(Fugi) (۳۹) و بادمجان (۳۱) هماهنگ است.

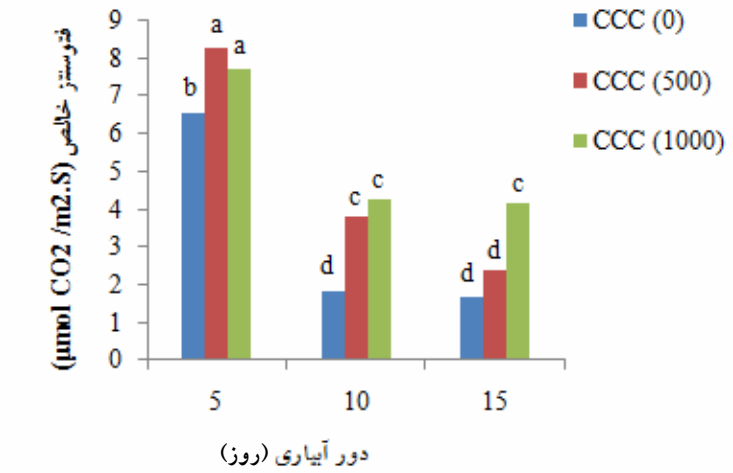
به نظر می‌رسد دلیل افزایش فتوسنتز در اثر استفاده از سایکوسل، تعداد زیادتر روزنه در واحد سطح برگ و در نتیجه افزایش جذب دی اکسید کربن باشد. وانگ و آیو (۳۷) گزارش کردند که تیمار گیاهان با سایکوسل به دلیل افزایش تعداد کلروپلاست، افزایش غلظت کلروفیل و کاروتنوئیدها و تحریک فرآیندهای فسفریلاسیون نوری موجب افزایش فتوسنتز می‌شود. پژوهشگران نتایج مشابهی در رابطه با تأثیر سایکوسل در افزایش فتوسنتز تحت شرایط تنش خشکی در توت سفید (۲۸)، بادمجان (۳۱) و گندم (۲۹) ارائه کرده‌اند. با توجه به نتایج برهمکنش بین رقم در خشکی، می‌توان این‌گونه بیان کرد که رقم میشن مقاوم به خشکی است چرا که در شرایط تنش شدید دارای فتوسنتز بالاتری است که این امر به نظر می‌رسد به دلیل تعداد بیشتر روزنه در واحد سطح در این رقم و توانایی آن در باز نگه داشتن روزنه در شرایط تنش باشد که منجر به جذب دی‌اکسید کربن و در نتیجه افزایش کارایی فتوسنتز می‌گردد. بالاتر بودن فتوسنتز این رقم در شرایط تنش شدید در مقایسه با تنش ملایم نیز می‌تواند به افزایش تعداد روزنه در شرایط تنش شدید نسبت به تنش ملایم ارتباط داده شود.

هدایت روزنه‌ای

نتایج تجزیه واریانس حاکی از تأثیر معنی‌دار سطوح مختلف آبیاری و تیمار سایکوسل بر هدایت روزنه‌ای داشت (جدول۲). نتایج مقایسه میانگین‌های مربوط به سطوح مختلف آبیاری نشان می‌دهد که هر دو تیمار تنش ملایم و تنش خشکی شدید به طور معنی‌داری دارای هدایت روزنه‌ای کمتری در مقایسه با شاهد می‌باشند و اختلافی نیز نسبت به یکدیگر از نظر هدایت روزنه‌ای نشان نمی‌دهند (جدول۳). در بررسی مقایسه میانگین‌های مربوط به محلول‌پاشی سایکوسل مشاهده گردید که غلظت‌های ۵۰۰ و ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر سایکوسل، بدون اختلاف بین یکدیگر، به طور معنی‌داری موجب افزایش هدایت روزنه‌ای نسبت به شاهد شدند (جدول۴). اختلاف بین ارقام به سطح خشکی به کار برده شده بستگی داشت به طوری‌که در تنش‌های شاهد و خشکی ملایم اختلاف معنی‌داری بین دو رقم از نظر هدایت روزنه‌ای دیده نشد ولی در شرایط تنش شدید رقم میشن دارای هدایت روزنه‌ای بیشتری در مقایسه با رقم ماری بود، از طرفی هدایت روزنه‌ای رقم ماری در تنش شدید در مقایسه با تنش ملایم کاهش یافت در حالی‌که هدایت روزنه‌ای رقم میشن تغییر نیافت (شکل۱)، که می‌تواند ناشی از تعداد روزنه بیشتر در رقم میشن تحت شرایط تنش خشکی شدید در مقایسه با رقم ماری باشد. گیاهانی که هدایت روزنه‌ای و فتوسنتز بهتری در شرایط تنش شدید داشته باشند میزان آب نسبی برگ آنها نیز بیشتر است (۱۵)، براساس مشاهدات ظاهری در زمان تنش خشکی شدید لوله‌ای شدن و پیچیده شدن برگ‌ها در رقم حساس به خشکی ماری خیلی بیشتر از رقم میشن مشهود بود هم‌چنین ریزش برگ به مقدار کم فقط در رقم ماری اتفاق افتاد. کاهش هدایت روزنه‌ای در اثر تنش خشکی به دلیل بسته شدن روزنه‌ها می‌باشد، که با

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۲. مقایسه میانگین اثر برهمکنش بین خشکی و سایکوسل بر فتوسنتز خالص. میانگین‌هایی که دارای حروف مشابه می‌باشند اختلاف معنی‌داری نسبت به یکدیگر براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ نشان نمی‌دهند.

تغییرات در تبادل گاز به طور مستقیم بر سرعت فتوسنتز و فرآیندهای بیوشیمیایی تأثیر می‌گذارد (۲۶). نتایج پژوهش ما با گزارشات سوفو و همکاران (۳۶) در زیتون مطابقت دارد. طبق نتایج سایر محققین، میزان هدایت روزنه‌ای در رقم مقاوم به خشکی شملالی (۵۵ درصد) و در رقم حساس به خشکی چیتویی(Chetoui) (۶۷ درصد) در اثر خشکی کاهش پیدا کرد، به‌علاوه رقم شملالی کاهش کمتری در نرخ تبادل دی اکسید کربن به میزان (۶۷ درصد) در مقایسه با چیتویی (۷۳ درصد) داشت (۱۷). رابطهٔ بالایی که بین فتوسنتز و هدایت روزنه‌ای در آزمایش حاضر مشاهده شد در بادام (۳۴) و انگور (۱۶) گزارش شده است. افزایش هدایت روزنه‌ای در اثر تیمار سایکوسل با افزایش تعداد روزنه‌ها در واحد سطح برگ هماهنگ می‌باشد. استفاده از سایکوسل موجب افزایش هدایت روزنه‌ای در سیب زمینی (۳۷) در شرایط بدون تنش و گندم (۲۹) تحت شرایط تنش خشکی شده است. نتایج هدایت روزنه ای با نتایج فتوسنتز هماهنگ بوده و هر اندازه هدایت روزنه‌ای کاهش می‌یابد فتوسنتز نیز کاهش یافته است.

تعرق

تأثیر سطوح مختلف آبیاری و تیمار سایکوسل بر میزان تعرق در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول۲). همان‌گونه که نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان می‌دهد شدت تعرق در تیمارهای تنش خشکی ملایم و تنش خشکی شدید بدون اختلاف معنی‌دار نسبت به یکدیگر به نصف مقدار آن در شاهد تقلیل یافت (جدول۳). در بررسی مقایسه میانگین‌های مربوط به محلول‌پاشی سایکوسل مشاهده گردید که غلظت‌های ۵۰۰ و ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر به طور معنی‌داری موجب افزایش تعرق نسبت به شاهد شدند (جدول۴). اختلاف بین ارقام در میزان تعرق به سطح تنش خشکی بستگی داشت به طوری‌که در تنش‌های شاهد و خشکی شدید اختلاف معنی‌داری بین دو رقم از نظر میزان تعرق دیده نشد ولی در شرایط تنش ملایم رقم ماری دارای تعرق بیشتری در مقایسه با رقم میشن بود. هم‌چنین تعرق رقم ماری در شرایط تنش شدید در مقایسه با تنش ملایم کاهش یافت در حالی که تعرق رقم میشن در شرایط تنش شدید در مقایسه با تنش ملایم افزایش یافت (شکل۱). بر اساس مطالعهٔ محسن زاده و همکاران (۲۹) بر روی دو رقم گندم، رقم سرداری از طریق بستن سریع روزنه‌ها در برابر تنش ملایم و دارا بودن محتوای نسبی آب برگ و فتوسنتز بیشتر در شرایط تنش شدید مقاوم‌تر نسبت به تنش خشکی در مقایسه با رقم زرین شناخته شد ولی رقم زرین در شرایط رطوبتی مناسب رشد و فتوسنتز بهتری داشت.

Archive of SID

www.SID.ir

بررسی‌های پژوهشگران نشان می‌دهد که بسته شدن روزنه‌ها و کاهش تعرق در نتیجه‌ی تنش خشکی به دلیل افزایش تولید و انتقال اسید آبسیزیک از ریشه به برگ است (۲). نتایج تعرق با نتایج فتوسنتز نیز هماهنگ است و هر اندازه تعرق بالاتر فتوسنتز نیز بالاتر بوده است. غالباً همواره به دنبال تنش آبی همزمان با کاهش تعرق، میزان فتوسنتز نیز افت می‌کند. جذب دی اکسید کربن و تعرق به طور معمول به هم وابسته هستند. دی اکسیدکربن در ورود به برگ مسیری را که برای تعرق لازم است طی می‌کند اما جهت آن خلاف جهت حرکت بخار آب است. هم‌چنین انرژی لازم برای تعرق (گرمای لازم برای بخار شدن آب) که معمولاً از تابش آفتاب تأمین می‌شود به عنوان منبع انرژی برای فتوسنتز نیز عمل می‌کند. بنابراین اثرات تنش آبی بر گیاه می‌تواند به صورت مشابهی روی هر دو فرایند اثر بگذارد و جای تعجب نیست که مکانیسم‌هایی که گیاه طی تنش آبی برای کنترل تعرق و اجتناب از اتلاف آب به کار می‌گیرد موجب کاهش جذب دی‌اکسیدکربن نیز می‌شود (۲۷). پژوهشگران نتایج مشابهی با پژوهش ما در رابطه با کاهش تعرق در زیتون (۳ و ۳۶) و سیب (۳۵) تحت شرایط تنش خشکی گزارش کرده‌اند. در توجیه افزایش میزان تعرق در اثر تیمار سایکوسل می‌توان این‌گونه استنباط نمود که سایکوسل به دلیل افزایش تعداد روزنه‌ها در واحد سطح برگ موجب افزایش تعرق شده است. وانگ و آیو (۳۷) گزارش کردند که استفاده از سایکوسل به دلیل افزایش میزان زآتین به اسید آبسیزیک موجب باز شدن روزنه‌ها و به تبع آن افزایش تعرق در سیب زمینی شده است. سایر محققین نیز افزایش میزان تعرق در نتیجه‌ی تیمار سایکوسل تحت شرایط تنش خشکی را در دو رقم گندم گزارش کرده‌اند (۲۹).

وزن خشک برگ، ساقه و ریشه

سطوح مختلف آبیاری تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد بر وزن خشک برگ، ساقه و ریشه داشت (جدول۲). بیشترین مقدار صفات مذکور در تیمار شاهد (سطح آبیاری مطلوب) و کمترین آن در تیمار خشکی شدید مشاهده شد، اختلاف بین دو تنش خشکی ملایم و شدید نیز از نظر شاخص‌های وزن خشک برگ، ساقه و ریشه معنی‌دار شد (جدول۳). سایکوسل تأثیر معنی‌داری بر وزن خشک برگ بر خلاف وزن خشک ساقه و ریشه داشت (جدول۲). طبق جدول مقایسه میانگین‌ها، وزن خشک برگ با استفاده از غلظت ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر سایکوسل به طور معنی‌داری در مقایسه با شاهد افزایش پیدا کرد (جدول۴). بین ارقام مورد آزمایش از نظر وزن خشک برگ و وزن خشک ساقه اختلاف معنی‌داری مشاهده شد ولی از نظر وزن خشک ریشه اختلافی معنی‌داری وجود نداشت (جدول۲). رقم میشن وزن خشک برگ و ساقه‌ی بیشتری در مقایسه با رقم ماری داشت (جدول۵)، که کارآیی بیشتر فتوسنتز در ماده سازی رقم میشن تحت شرایط تنش خشکی شدید را نشان می‌دهد. تأثیر تنش خشکی بر کاهش ماده خشک گیاهان را می‌توان این‌گونه بیان داشت که به طور کلی کمبود آب در هر مرحله از رشد گیاه، جذب، انتقال و مصرف عناصر غذایی را کاهش می‌دهد (۲۱).

هم‌چنین تنش خشکی باعث کاهش فتوسنتز و هدایت روزنه‌ای در مراحل اولیه‌ی تنش می‌شود که پیامد آن کم شدن ذخیره کربن و کاهش ماده‌ی خشک می‌باشد (۳۸). نتایج مشابهی در رابطه با تأثیر تنش خشکی در کاهش وزن خشک برگ، ساقه و ریشه در سایر ارقام زیتون گزارش شده است (۳۰). به نظر می‌رسد سایکوسل به دلیل افزایش فتوسنتز، موجب افزایش وزن خشک برگ شده است. نتایج مشابهی در رابطه با تأثیر سایکوسل در افزایش وزن خشک برگ تحت شرایط تنش خشکی، در توت سفید گزارش شده است (۲۸). به نظر می‌رسد دلیل عدم تأثیر سایکوسل بر وزن خشک ساقه، کاهش جیبرلین و در نتیجه کاهش رشد نهال‌های تیمار شده نسبت به شاهد باشد (۳۲). در بیشتر موارد کندکننده‌های رشد از جمله سایکوسل موجب افزایش وزن خشک ریشه می‌شوند (۱ و ۲۹) نتایج پژوهش ما در رابطه با عدم تأثیر معنی‌دار سایکوسل بر وزن خشک ریشه بر خلاف نتایج به‌دست آمده توسط سایر محققان می‌باشد.

Archive of SID

www.SID.ir

نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج به‌دست آمده در این پژوهش می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که طولانی‌شدن فواصل آبیاری موجب افزایش تعداد روزنه‌ها و کاهش هدایت روزنه‌ای، تعرق، فتوسنتز و به تبع آن کاهش وزن خشک نهال‌های زیتون شده است. در این آزمایش رابطه معکوس بین تعداد روزنه با هدایت روزنه‌ای و تعرق و هم‌چنین رابطه مستقیم بین هدایت روزنه‌ای و تعرق با فتوسنتز در سطوح مختلف خشکی دیده شد که نشان دهنده‌ی محدودیت روزنه‌ای در ممانعت از فتوسنتز تحت شرایط تنش می‌باشد. بر طبق نتایج به‌دست آمده، در شرایط تنش ملایم خشکی رقم ماری فتوسنتز بهتری دارد اما در تنش خشکی شدید رقم میشن متحمل‌تر است به طوری‌که از وزن خشک برگ و فتوسنتز بیشتری برخوردار است. مکانیسم تحمل به خشکی رقم میشن در مقایسه با رقم ماری، تعداد بیشتر روزنه در واحد سطح و بالاتر بودن هدایت روزنه‌ای در مواجهه با تنش خشکی می‌باشد که این امر می‌تواند منجر به افزایش فتوسنتز در طی دوره‌های تنش بلند مدت شود. هم‌چنین بر اساس این آزمایش جهت بهبود فتوسنتز و مقابله با تنش خشکی می‌توان از کندکننده رشد سایکوسل به خصوص در غلظت بالا استفاده نمود. برای دستیابی به نتایج بیشتر، انجام پژوهش‌های مشابهی با سایر ارقام داخلی و خارجی پیشنهاد می‌شود.

سپاسگزاری

از آقای مهندس تقی‌لو کارشناس آزمایشگاه گروه علوم باغبانی دانشگاه ارومیه به جهت همکاری در این پژوهش تشکر و قدردانی می‌شود.

منابع مورد استفاده

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: 704-711.
2. Abrisqueta, J. M., O. Mounzer, S. Alvarez, W. Conejero, Y. Garcia-orellana, L. M. Tapia, J. Vera, I. Abrisqueta and M. C. Ruiz-sanchez. 2008. Root dynamics of peach trees submitted to partial root zone drying and continuous deficit irrigation. *Agricultural Water Management* 95: 959-967.
3. Bacelar, E. A., J. M. Moutinho-pereira, B. C. Goncalves, H. F. Ferreira and C. M. Correia. 2007. Changes in growth, gas exchange, xylem hydraulic properties and water use efficiency of three olive cultivars under contrasting water availability regimes. *Environmental and Experimental Botany* 60: 183-192.
4. Bacelar, E. A., J. M. Moutinho-Pereira, B. C. Gonçalves, J. I. Lopes and C. M .Correia. 2009. Physiological responses of different olive genotypes to drought conditions. *Acta Physiologia Plantarum* 31: 611-621.
5. Bosabalidis, A. M. and G. Kofidis. 2002. Comparative effects of drought on leaf anatomy of two olive cultivars. *Pakistan Journal of Biological Science* 163: 375-379.
6. Chartzoulakis, K., A. Patakas and A. M. Bosabalidis .1999. Change in water relations, photosynthesis and leaf anatomy induced by intermittent drought in tow olive cultivars. *Environmental and Experimental Botany* 42: 113-120.
7. Connor, D. J. 2005. Adaptation of olive (*Olea europaea* L.) to water limited environments. *Australian Journal of Agricultural Research* 56: 1181–1189.
8. Cycon, M., A. Lewandowska and Z. Piotrowska-seget. 2012. Mineralization of dynamics of chlormequat chloride (CCC) in soils of different textures. *Polish Journal of Enviromental Studies* 21: 595-602.
9. Dichio, B., M. Romano, V. Nuzzu and C. Xiloyannis. 2002. Soil water availability and relationship between canopy and roots in young olive trees cv. Coratana. *Acta Horticulturae* 586: 419-422.
10. Dichio, B., A. Sofo and C .Xiloyannis. 2004. Drought resistance mechanism in olive trees. *Plant and Soil* 257: 381-389.
11. Elfving, D. 1988. Economic effects of excessive vegetative growth in deciduous fruit trees. *Horticultural Science* 233: 461-463.
12. Emam, Y. and G. R. Moaied. 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.

Archive of SID

www.SID.ir

13. Ennajeh, M., A. M. Vadel, H. Cochard and H. Khemira. 2010. Comparative impacts of water stress on the leaf anatomy of a drought-resistant and a drought-sensitive olive cultivar .*Journal of Horticultural Science and Biotechnology* 85(4): 289–294.
14. Farooq, M., A. Wahid, N. Kobayashi, D. Fujita and S. M. A. Basra. 2009. Plant drought stress: effects, mechanisms and management. *Agron Sustain* 29: 185–212.
15. Flexas, J., J. Bota, F. Loreto, G. Cornic, T. D. Sharkey. 2004. Diffusive and metabolic limitations to photosynthesis under drought and salinity in C_3 plants. *Plant Biology* 6: 269-279.
16. Flexas, J., B. Josefina, C. Josep, M. E. Jose, G. Jeroni, G. Javier, L. El-Kadri, F. M. C. Sara, T. M. Maria, R .C. Miquel, R. Diego, S. Bartolome and M. Hipolito. 2004. Understanding down-regulation of photosynthesis under water stress: future prospects and searching for physiology tools for irrigation management. *Annual Applied Biology* 144: 273-283.
17. Guerfel, M., Y. Ouni, D. Boujnah and M. Zarrouk. 2009. Photosynthesis parameters activities of enzymes of oxidative stress in two young 'Chemlali' and 'Chetoui' olive trees under water deficit. *Photosynthetica* 47: 340-346.
18. Gomes, L. J., J. P. Coutinho, V. Galhano and V. Cordeiro. 2006. Responses of five almond cultivars to irrigation: photosynthesis and leaf water potential. *Agricultural Water Management* 83: 261-265.
19. Hagidimitrio, M. and M. A. Pontikis. 2004. Seasonal changes on CO_2 assimilation in leaves of five major Greek olive cultivars. *Scientia Horticulturae* 104: 11-24.
20. Harper, F. R. and B. Berkenkamp. 1975. Revised growth-stage key for *Brassica campestris* and *Brassica napus*. *Canadian Journal of Plant Science* 55: 657- 658.
21. Hu, Y. and U. Schmidhalter. 2005. Drought and salinity: A comparison of their effects on mineral nutrition of plants. *Plant Nutrition* 168: 541-549.
22. Huang, L. F., J. H. Zheng, Y. Y. Zhang, W. H. Hu, W. H. Ma, Y. H. Zhou and J. Q. Yu. 2006. Diurnal variations in gas exchange, chlorophyll fluorescence quenching and light allocation in soybean leaves: the cause for midday depression in CO_2 assimilation. *Scientia Horticulture* 110: 214–218.
23. Hura, T., K. Hura, M. Grzesiak and A. Rezepka. 2007. Effect of long-term drought stress on leaf gas exchange and fluorescence parameters in C_3 and C_4 plants. *Acta Physiology Plantarum* 29: 103-113.
24. Jaana, L., R. Rikala and P. J. Aphalo. 2002. Effect of CCC and daminozide on growth of silver birch container seedlings during three years after spraying. *New Forests* 23: 71-80.
25. Jalili Marandi, R. 2012. Physiology of Environmental Stress and Resistance Mechanisms in Horticultural Plants. Jehad -e- Daneshgahi, Urmia. (In Farsi).
26. Madhava Roa, K. V., A. S. Raghavendra and K. Janardhan Reddy. 2006. Physiology and Molecular Biology of Stress Tolerance in Plants (Eds.), Springer Pub., Printed in Netherland.
27. Maracchi, G., F. Pittalis, M. Bindi and B. Sillari. 1994. Olive production and meterological factor: a preliminary study. *Olivae* 52: 30-37.
28. Misra, A. K., B. K. Das, J. K. Datta and G. C. De. 2009. Influence of antitranspirants on photosynthesis, leaf dry wt., nitrate reductase activity and leaf yield of mulberry (*Morus alba* L.) under water stress condition. *Indian Journal of Agricultural Research* 43: 144-147.
29. Mohsenzadeh, S., S. F. Aschtiani, M. A. Malboobi and F. Ghanati. 2005. Effects of drought and chlorocholine chloride on seedling growth and photosynthesis of tow cultivars of wheat (*Triticum aestivum* L.). *Pajouhesh and Sazandegi* 60: 56-64. (In Farsi).
30. Nejadsahebi, M., N. Moallemi and A. Landi. 2010. Effects of cycocel and irrigation regimes on some physiological parameters of three olive cultivars. *American Journal of Applied Sciences* 7: 459-465.
31. Prakash, M. and K. Ramachandra. 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.
32. Rademacher, W., K. E. Temple-smit, D. L. Griggs and P. Hedden. 2000. Growth retardants: Effect on gibberellins biosynthesis and other metabolic pathways. *Annual Review of Plant Physiology and Molecular Biology* 51: 501-531.
33. Roselli, G., G. Benelli and D. Morelli. 1989. Relationship between stomatal density and winter hardiness in olive (*Olea europaea* L.). *Journal of Horticultural Science* 64: 199-203.
34. Rouhi, V., R. Samson, R. Lemeur and P. Van Damme. 2007. Photosynthetic gas exchange characteristics in three different almond species during drought stress and subsequent recovery. *Environmental and Experimental Botany* 59: 117-129.
35. Sircelj, H., M. Tausz, D. Grill and F. Batic. 2007. Detecting different levels of drought stress in apple (*Malus domestica* Borkh.) with selected biochemical and physiological parameters. *Scientia Horticulturae* 113: 362-369.

Archive of SID

www.SID.ir

36. Sofo, A., B. Dichio, C. Xiloyannis and A. Masia. 2004. Effects of different irradiance levels on some antioxidant enzymes and on malondialdehyde content during rewatering in olive tree. *Plant Science* 166: 293–302.
37. Wang, H. and L. Xiao. 2009. Effects of chlorocholine chloride on phytohormones and photosynthetic characteristics in potato (*Solanum tuberosum* L.). *Journal of Plant Growth Regulation* 28: 21–27.
38. Yordanov, I., V. Velikova and T. Tsonev. 2003. Plant responses to drought and stress tolerance. *Plant Physiology* 21: 187-206.
39. Zhang, J., Y. Yuncong, J. G. Streeter and D. C. Ferree. 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.9 EML, a young apple seedling. *African Journal of Biotechnology* 9: 5320-5325.

Archive of SID

www.SID.ir