اثر تنش شوری بر برخی شاخص‌های تبادلات گازی برگ در چهار رقم زیتون

فرزانه علیایی، بهرام بانی نسب* و سیروس قبادی

گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان

(تاریخ دریافت: ۹۲/۰۸/۲۹، تاریخ پذیرش نهایی: ۱۳۹۳/۱۰/۰۷)

چکیده:

افزایش شوری و کاهش کیفیت آب آبیاری در برخی مناطق ایران سبب کاهش کشت و گسترش درختان زیتون شده است. شناسایی ژنوتیپ‌ها و ارقام زیتون متحمل به شوری از طریق تعیین پارامترهای فتوسنتزی، کارایی آب برگ و میزان کلروفیل نسبی برگ اهمیت زیادی در برنامه‌های گسترش کشت درختان زیتون دارد. به همین دلیل به منظور بررسی تحمل به شوری چهار رقم زیتون (آمیگدال، دکل، شیراز و زرد) به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی گلخانه‌ای در چهار سطح شوری (۰، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ میلی مولار کلرید سدیم) انجام گرفت. نتایج نشان داد که با افزایش شوری فتوسنتز، هدایت روزنه‌ای، میزان تعرق،کارایی آب برگ، میزان کلروفیل نسبی برگ به طور معنی داری کاهش و میزان دی-اکسیدکربن زیر روزنه‌ای افزایش یافت. مقایسه میانگین‌ها همچنین نشان داد تفاوت معنی‌داری بین ارقام در فاکتورهای اندازه‌گیری شده وجود دارد. در مجموع یافته‌های تحقیق بیانگر این بود که ارقام زرد و شیراز نسبت به دکل و آمیگدال مقاومت بیشتری به غلظت‌های بالای کلرید سدیم داشتند.

کلمات کلیدی: زیتون، شوری، پارامترهای فتوسنتزی، کارایی آب برگ.

مقدمه:

بسیاری از فاکتورهای محیطی، رشد و نمو و عملکرد نهایی گیاهان را به طور منفی تحت تاثیر قرار می‌دهند (Ashraf, 1994 a,b). خشکی، شوری، عدم تعادل عناصر غذایی (سمیت و کمبود) و دماهای بحرانی از مهم‌ترین محدود کننده‌های محیطی تولید محصول در سراسر جهان هستند. برآورد شده است که تقریبا ۱۵ درصد از اراضی ایران، معادل ۲۵ میلیون هکتار، با درجات مختلفی از شوری مواجه است (برزگر، ۱۳۷۹). در تنش شوری کاهش رشد و تثبیت دی اکسیدکربن با کاهش هدایت روزنه‌ای، آهنگ انتقال الکترون، پتانسیل آب برگ، فلورسنس کلروفیل، پتانسیل اسمزی و افزایش غلظت یون‌های سدیم و کلر برگ مرتبط است (Medrano *et al*., 2002; Winicov and Button, 1991). اگر چه محدودیت رشد گیاه در تنش شوری را نمی‌توان فقط به تغییر فرآیندهای فیزیولوژیکی خاص نسبت داد اما فرآیند فیزیولوژیکی مؤثرغالب، فتوسنتز است. شوری با اختلال در فرآیندهای فیزیولوژیک به ویژه فتوسنتز باعث کاهش رشد و عملکرد گیاه می‌شود (Sudhir and Murthy, 2004) که شدت این تأثیر به میزان شوری و مدت زمان اعمال آن بستگی دارد (Chaves *et al*., 2009). گزارش‌ها نشان می‌دهد کاهش پتانسیل آب برگ منجر به بسته شدن روزنه‌ها (Kaya *et al*., 2002)، اختلال در تامین دی‌اکسیدکربن مورد نیاز گیاه (Munns *et al*., 2006) و در نهایت کاهش فتوسنتز (Flexas and Medrano, 2002; Iyengar and Reddy, 1996) می‌شود. احتمالاً بسته شدن روزنه‌ها اولین سیستم دفاعی گیاه در مقابل هدر رفت آب و مهمترین عامل برای تاثیر بر میزان تثبیت کربن است (Da Silva *et al*., 2008). بررسی‌های انجام شده در سال‌های اخیر نشان داد که زیتون گیاهی نسبتاً مقاوم به شوری است

*نویسنده مسؤل، نشانی پست الکترونیکی: bbanin@cc.iut.ac.ir

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-07-19]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1394.4.12.3.3]

(Burman *et al*., 2003) اما خشکسالی‌های اخیر و کاهش کیفیت آب آبیاری سبب کاهش عملکرد این گیاه به خصوص در مناطق خشک و نیمه خشک کشور شده است. درخت زیتون به دلیل مقاومت به کم آبی، سازگاری با خاک‌های کم بازده و فقیر و تولید محصول با ارزش و کم هزینه از نظر اقتصادی بسیار حائز اهمیت بوده به گونه‌ای که به محصول ثروتمند خاک‌های فقیر مشهور است (مقصودی، ۱۳۸۷). در سال‌های اخیر فعالیت‌های گسترده‌ای برای افزایش عملکرد و سطح زیرکشت زیتون در ایران صورت گرفته است در حالی که یکی از ضروریات توسعه‌ی کشت این محصول معرفی ارقام مناسب و سازگار با شرایط اقلیمی هر منطقه است. چرا که بین گونه‌ها و حتی ارقام درون یک گونه تفاوت‌های ژنتیکی منجر به فعالیت‌های متفاوت فتوسنتزی شده است. علاوه بر این، ثابت شده است که پارامترهای فتوسنتزی می‌تواند از جمله معیارهای گزینش مفید در تعیین مقاومت به شوری گونه‌های گیاهی باشد (Tattini *et al*., 1997). به این منظور پژوهش حاضر با هدف بررسی تاثیر غلظت‌های مختلف کلرید سدیم بر پارامترهای تبادلات گازی، کارایی آب برگ و میزان کلروفیل نسبی چهار رقم زیتون و انتخاب ارقام متحمل به شوری انجام شد.

مواد و روش‌ها:

این پژوهش روی چهار رقم زیتون آمیگدال، شیراز، دکل و زرد در گلخانه آموزشی- پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان با متوسط دمای روزانه ۳۵ و شبانه ۱۹ درجه سانتی‌گراد در سال‌های ۱۳۸۹-۱۳۹۰ انجام شد. قلمه‌های یکساله ریشه‌دار شده ارقام مذکور پس از تهیه، به گلدان‌های ۷ کیلو گرمی حاوی خاک ضد عفونی شده توسط متام سدیم یک درصد انتقال و پس از استقرار، با آب مقطر به عنوان شاهد و غلظت‌های۱۰۰، ۱۵۰ و۲۰۰ میلی مولار کلرید سدیم (Merck با درجه خلوص ۹۹/۵ درصد) که به ترتیب هدایت الکتریکی ۰/۰۰۳، ۱۰/۵۲، ۱۵/٤۳ و ۱۹/۵۵ دسی زیمنس بر متر را دارا بودند آبیاری شدند. تیمارهای شوری با توجه به دمای گلخانه هر هفته دو نوبت و هر نوبت به مقدار یک لیتر به ازای هر گلدان و به مدت ۳ ماه تا ظهور علائم ناشی از تنش که شامل کلروز و نکروزه شدن برگ ها بود ادامه یافت. به منظور جلوگیری از وارد آمدن تنش‌های ناگهانی به گیاهان، غلظت های مختلف شوری به تدریج اعمال گردید. به این منظور در مرحله نخست غلظت ۱۰۰ میلی مولار به تمامی گلدان‌ها به جز گلدان‌های تیمار شاهد داده شد. پس از آن در نوبت بعدی گیاهان تیمارهای شاهد و ۱۰۰ میلی مولار غلظت های نمک مربوط به خود را دریافت کردند، در حالی که به گیاهان در سایر تیمارها محلول ۱۵۰ میلی مولار نمک اضافه گردید. پس از این در نوبت بعدی هر کدام از تیمارها غلظت‌های نمک مربوط به خود را دریافت نمودند. همچنین با توجه به وجود زهکش، تیمارهای شوری به گونه‌ای اعمال گردید که مقدار یک سوم آب از طریق زهکش گلدان خارج شود تا از تجمع نمک در گلدان‌ها ممانعت شود. آزمایش به صورت فاکتوریل با چهار سطح شوری و چهار رقم در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی در چهار تکرار انجام شد. در پایان آزمایش صفات مربوط به تبادلات گازی شامل میزان فتوسنتز، هدایت روزنه‌ای، دی‌اکسیدکربن زیر روزنه‌ای و تعرق توسط دستگاه قابل حمل فتوسنتز (مدل LCi ساخت شرکت ADC Bioscientific Ltd، انگلستان) بر روی جوان‌ترین برگ بالغ (دارای سطح برگ حدود حداقل ۸۰ درصد برگ کامل- ششمین تا هشتمین برگ از راس ساقه) و در حالت اتصال به گیاه در یک روز صاف و آفتابی، بین ساعات ۹/۳۰ تا ١٤ بعد از ظهر انجام شد (Bastam *et al*., 2013a). در طول اندازه‌گیری، دمای سطح برگ بین۲۷ تا ۳۵ درجه‌ی سانتیگراد بود. میزان کلروفیل نسبی برگ نیز توسط دستگاه کلروفیل سنج (ساخت شرکت Hansatech instruments Ltd، انگلستان) بر روی برگ فوق محاسبه شد. میزان کارایی لحظه‌ای مصرف آب برگ توسط فرمول زیر محاسبه شد:

تعرق/ میزان فتوسنتز = میزان کارایی لحظه ای مصرف آب برگ

مقایسه میانگین‌ها بر اساس آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال ۵ درصد و توسط نرم افزارهای آماری SAS 9.1، Statistix 8 وExcel 2007 انجام شد.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-07-19]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1394.4.12.3.3]

نتایج و بحث:

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اگر چه رقم، شوری و همچنین اثرات متقابل رقم و شوری اثر معنی-داری بر میزان فتوسنتز، دی‌اکسیدکربن زیر روزنه‌ای، میزان تعرق، کارایی آب برگ و محتوای کلروفیل نسبی برگ ارقام دکل، شیراز، زرد و آمیگدال زیتون داشت، اما در فاکتور هدایت روزنه‌ای برهمکنش رقم و شوری معنی‌دار نبود (جدول تجزیه واریانس ارائه نشده است).

نتایج حاصل از آزمایش نشان دهنده وجود تفاوت معنی‌دار اثر شوری بر میزان فتوسنتز ارقام زیتون بود (جدول ۱).

به طوری که بیشترین میزان فتوسنتز مربوط به تیمار شاهد (صفر میلی مولار کلرید سدیم) بود و با افزایش شوری از میزان فتوسنتز کاسته شد، به گونه‌ای که کمترین میزان فتوسنتز مربوط به تیمار۲۰۰ میلی مولار کلرید سدیم (۰/۹۲ میکرومول بر مترمربع برثانیه) بود که منجر به کاهش ۹٤/۵۰ درصدی نسبت به تیمار شاهد (۱٦/۷۰ میکرومول بر مترمربع بر ثانیه) گردید (جدول ۱). نتایج همچنین نشان داد که بیشترین میزان فتوسنتز مربوط به رقم زرد (۹/۳۱ میکرومول بر مترمربع‌برثانیه) بود که به طور معنی‌داری نسبت به سایر ارقام بیشتر بود (جدول ۱). اثرات متقابل شوری و رقم نیز نشان داد اگرچه در تیمارهای صفر، ۱۰۰ و۱۵۰ میلی مولار کلرید سدیم میزان فتوسنتز رقم زرد (به ترتیب ۱۸/٤۹، ۱۲/۰۲ و ۵/۳۰ میکرومول بر متر مربع بر ثانیه) به طور معنی‌داری بیشتر ار ارقام آمیگدال و زرد بود، اما در بالاترین غلظت شوری تفاوت معنی‌داری بین ارقام مشاهده نشد (جدول ۱). بسیاری از مطالعات فیزیولوژیکی، ممانعت از رشد گیاه به وسیله شوری را به کاهش فتوسنتز نسبت داده است که این عامل دلالت بر ارتباط نزدیک بین فتوسنتز و رشد در شرایط شور دارد (Khoshbakht *et al*., 2014; Stoeva and Kaymakanova, 2008). ثابت شده است کاهش فتوسنتز ناشی از تنش شوری به دلیل عوامل متعددی نظیر پساییدگی سلول و متعاقب آن کاهش نفوذپذیری نسبت به دی‌اکسیدکربن، سمیت ناشی از تجمع عناصر سدیم و کلر، کاهش میزان دی‌اکسیدکربن به دلیل بسته شدن روزنه‌ها، تسریع در فرآیند پیری به علت تجمع نمک (ریزش برگ)، تغییر فعالیت آنزیم‌ها به دلیل تغییرات ساختاری در سیتوپلاسم و عدم مصرف آسمیلات‌ها به دلیل کاهش رشد می‌باشد (Tattini *et al.,* 1997; Jaleel *et al*., 2007). البته تنوع ژنتیکی بین گیاهان باعث تفاوت در میزان فتوسنتز گونه‌های مختلف و حتی ارقام درون یک گونه شده است (Bongi and Loreto, 1989).

نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد که با افزایش شوری میزان هدایت روزنه‌ای برگ ارقام زیتون کاهش یافت، به طوری که کمترین میزان هدایت روزنه‌ای برگ مربوط به غلظت ۲۰۰ میلی مولار کلرید سدیم (۰/۰۲ میکرومول بر مترمربع برثانیه) بود که منجر به کاهش ۹۱ درصدی نسبت به تیمار شاهد (۰/۲۲ میکرو مول بر مترمربع بر ثانیه) گردید (جدول ۱). مقایسه میانگین‌ها نیز نشان داد که درارقام مختلف زیتون، میزان هدایت روزنه‌ای متفاوت بود، به گونه‌ای که بیشترین هدایت روزنه‌ای مربوط به رقم زرد (۰/۱۱ میکرومول بر مترمربع بر ثانیه) بود که تفاوت معنی‌داری با رقم شیراز (۰/۰۹ میکرومول بر مترمربع بر ثانیه) نداشت، ولی نسبت به رقم آمیگدال (۰/۰٦ میکرو مول بر مترمربع بر ثانیه) افزایش ۸۳/۳۳ درصدی نشان داد (جدول ۱). بررسی‌های محققان نیز ثابت کرده است که تنش شوری میزان هدایت روزنه‌ای را به طور معنی‌داری کاهش می‌دهد. به نظر می‌رسد انسداد روزنه ها تحت شرایط تنش شدید، در کاهش هدایت روزنه‌ای دخیل است (Bastam *et al*., 2013b; Robinson *et al*., 1983). همچنین نتایج نشان داده است کاهش سنتز مواد عمدتاً به علت کاهش هدایت روزنه‌ای است ولی اثر غلظت‌های بالای نمک به طور مشخص روی کارایی کربوکسیلاسیون و نقطه جبران دی‌اکسیدکربن در این زمینه نباید نادیده گرفته شود (Bongi and Loreto, 1989). بررسی‌های انجام گرفته روی تبادلات گازی دو رقم زیتون ثابت کرده است که کاهش تثبیت دی اکسیدکربن و هدایت روزنه‌ای، در رقم مقاوم به شوری "Frantoio" نسبت به رقم حساس به شوری "Leccino " کمتر است (Tattini *et al*., 1997) که با نتایج حاصل از آزمایش

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-07-19]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1394.4.12.3.3]

جدول ١– اثر شوری، رقم و بر همکنش آنها بر فتوسنتز، هدایت روزنه‌ای، غلظت دی‌اکسیدکربن زیر روزنه‌ای و تعرق قلمه‌های یک ساله زیتون

کلرید سدیم (میلی مولار)	رقم				میانگین
	آمیگدال	دکل	شیراز	زرد	
	فتوسنتز (میکرو مول بر مترمربع بر ثانیه)				
٠	١٤/٦٧^{b†}	١٥/٦٢^{b}	١٨/٠٣^{a}	١٨/٤٩^{a}	١٦/٧٠^{A}
١٠٠	٧/٤٢^{e}	٧/٦٨^{e}	١٠/٨٢^{d}	١٢/٠٢^{c}	٩/٤٨^{B}
١٥٠	٢/٤٢^{gh}	٣/٢٠^{g}	٤/٩٦^{f}	٥/٣٠^{f}	٣/٩٧^{C}
٢٠٠	٠/٤٤^{i}	٠/٦٦^{i}	١/١٨^{i}	١/٤١^{hi}	٠/٩٢^{D}
میانگین	٦/٢٤^{C}	٦/٧٩^{C}	٨/٧٥^{B}	٩/٣١^{A}	
	هدایت روزنه‌ای (میکرومول بر مترمربع بر ثانیه)				
٠	٠/١٨^{b}	٠/١٨^{b}	٠/٢٥^{a}	٠/٢٧^{a}	٠/٢٢^{A}
١٠٠	٠/٠٤^{a}	٠/٠٤^{a}	٠/٠٥^{a}	٠/٠٨^{a}	٠/٠٥^{B}
١٥٠	٠/٠٣^{a}	٠/٠٣^{a}	٠/٠٣^{a}	٠/٠٥^{a}	٠/٠٤^{BC}
٢٠٠	٠/٠١^{a}	٠/٠٢^{a}	٠/٠٢^{a}	٠/٠٣^{a}	٠/٠٢^{C}
میانگین	٠/٠٦^{B}	٠/٠٧^{B}	٠/٠٩^{A}	٠/١١^{A}	
	دی‌اکسیدکربن زیر روزنه‌ای (میکرومول بر مترمربع ثانیه)				
٠	٦٣/٥٠^{i}	١١٠/٠٠^{fg}	٥٢/٢٥^{i}	٨٤/٧٥^{h}	٧٧/٦٣^{D}
١٠٠	١٦٩/٥٠^{d}	١٦٢/٧٥^{d}	١١٠/٥٠^{fg}	١٠٧/٠٠^{g}	١٣٧/٤٤^{C}
١٥٠	٢١٨/٧٥^{c}	٢٣٠/٠٠^{c}	١٣١/٢٥^{e}	١٢٥/٢٥^{ef}	١٧٦/٣١^{B}
٢٠٠	٣٢٨/٠٠^{a}	٣٠٥/٥٠^{b}	٣١٣/٥٠^{c}	٢٢٧/٢٥^{c}	٢٨٦/٥٦^{A}
میانگین	١٩٤/٩٤^{A}	٢٠٢/٠٦^{A}	١٢٦/٨٨^{C}	١٣٦/٠٦^{B}	
	تعرق (میلی‌مول بر مترمربع بر ثانیه)				
٠	١/٤٥^{c}	١/٤٦^{c}	١/٦٢^{b}	١/٧٢^{a}	١/٥٦^{A}
١٠٠	١/٠١^{ef}	١/١٠^{e}	١/٢١^{d}	١/٢٢^{d}	١/١٤^{B}
١٥٠	٠/٤٢^{h}	٠/٦٨^{g}	٠/٩٨^{f}	١/٠١^{ef}	٠/٧٧^{C}
٢٠٠	٠/٢٨^{i}	٠/٤٥^{h}	٠/٦٥^{g}	٠/٧١^{g}	٠/٥٢^{D}
میانگین	٠/٧٩^{D}	٠/٩٢^{C}	١/١٢^{B}	١/١٦^{A}	

†برای هر فاکتور، میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند بر اساس آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال ٥٪ از نظر آماری فاقد تفاوت معنی‌دار هستند

حاضر مطابقت دارد. مطالعات انجام شده توسط Qui و همکاران (٢٠٠٧) نشان داد که در *Kandelia candel* کاهش هدایت روزنه ای در شرایط تنش می‌تواند مربوط به کاهش تعداد و تراکم روزنه‌ای برگ‌های گیاه باشد. همچنین این محققین ابراز داشتند که سلول‌های مزوفیلی در گیاهان تحت تنش شوری در مقایسه با شاهد کوچکتر و متراکم‌تر هستند، به طوری که کاهش توزیع دی‌اکسیدکربن را به این تغییر فیزیولوژیکی و آناتومیکی نسبت داده‌اند. کاهش هدایت روزنه ای راه اصلی کاهش هدر رفت آب از برگ‌ها در مواجهه با تنش است که این همراه با کاهش ورود دی‌اکسیدکربن به درون برگ‌ها و متعاقبا کاهش فتوسنتز است. عامل دیگری که می تواند توزیع دی‌اکسیدکربن را به سمت محل‌های تثبیت آن

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-07-19]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1394.4.12.3.3]

جدول ۲- همبستگی بین صفات ارقام زیتون در شرایط تنش شوری

	۱	۲	۳	٤	٥	٦
۱	۱					
۲	۰/۸۷**	۱				
۳	-۰/۸٦**	-۰/۷۰**	۱			
٤	۰/۹٥**	۰/۸۲**	-۰/۹۲**	۱		
٥	۰/۹٥**	۰/۷٦**	-۰/۸۷**	۰/۸۸**	۱	
٦	۰/۸٦**	۰/٦۸**	-۰/۹۲**	۰/۹۳**	۰/۸٦**	۱

**معنی دار بودن در سطح احتمال ۱٪

(کلروپلاست ها) محدود کند، هدایت مزوفیلی است که در شرایط تنش به ویژه در پاسخ به تنش شوری کاهش می‌یابد که این عدم انتقال دی‌اکسیدکربن به سایت‌های تثبیت کننده کربن منجر به کاهش فتوسنتز و کاهش هدایت روزنه‌ای می‌شود (Bongi and Loreto, 1989). همچنین بررسی‌های انجام گرفته در رابطه با اثر تنش شوری روی پایه‌ی رنگ پور لایم مرکبات نیز نشان داد که در شرایط تنش شوری میزان هدایت روزنه‌ای و فتوسنتز کاهش می‌یابد (Melgar *et al*., 2008) که با یافته های پژوهش حاضر مطابقت داشت.

همان طور که در جدول ۱ مشاهده می‌شود، با افزایش غلظت کلرید سدیم، میزان دی‌اکسیدکربن زیر روزنه‌ای ارقام زیتون به طور معنی‌داری افزایش یافت، به گونه‌ای که بیشترین دی‌اکسیدکربن زیر روزنه‌ای مربوط به بالاترین غلظت کلرید سدیم بود که منجر به افزایش تقریبا ۳/۷ برابری نسبت به تیمار شاهد گردید (جدول ۱). نتایج همچنین بیانگر اثر معنی‌داری رقم بر دی‌اکسیدکربن زیر روزنه‌ای بود به گونه‌ای که در رقم شیراز (۱۲٦/۸۸ میکرومول بر مترمربع بر ثانیه) نسبت به رقم دکل (۲۰۲/۰٦ میکرومول بر مترمربع بر ثانیه) کاهش ۳۷/۲۱ درصدی در میزان دی‌اکسیدکربن زیر روزنه‌ای مشاهده شد (جدول ۱). اثرات متقابل شوری و رقم نیز نشان داد که گرچه در حضورکلرید سدیم کمترین میزان دی‌اکسیدکربن زیر روزنه‌ای مربوط به رقم زرد بود ولی در شرایط بدون تنش (شاهد) کمترین میزان دی‌اکسیدکربن زیر روزنه‌ای در رقم شیراز مشاهده شد (جدول۱). بررسی انجام گرفته روی برخی گیاهان نشان داده است که دی اکسید کربن زیر روزنه‌ای کمتر باید همراه با هدایت روزنه‌ای پایین‌تر نیز باشد. با این حال در آفتابگردان پس از اعمال تیمار شوری هدایت روزنه‌ای کمتر بود در حالی که مقدار دی اکسید کربن زیر روزنه‌ای تغییر معنی‌داری را نشان نداد (Rivelli *et al*., 2002). این در حالی است که در تحقیق حاضر با افزایش غلظت کلرید سدیم میزان هدایت روزنه-ای کاهش یافت ولی میزان دی‌اکسیدکربن زیر روزنه‌ای روندی افزایشی نشان داد و همبستگی میان آنها نیز منفی و معنی‌دار بود (جدول ۲). بنابراین می‌توان انتظار داشت علاوه بر کاهش هدایت روزنه ایی برخی محدودیت های غیر روزنه‌ایی همچون آسیب های احتمالی وارده به سیستم های نوری نیز در کاهش فتوسنتز تحت شرایط شوری دخالت داشته باشد (Proietti, 2000).

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که شوری بر میزان تعرق نهال ارقام زیتون اثر معنی‌داری داشت. با افزایش شوری، میزان تعرق کاهش یافت، به طوری که کمترین میزان آن مربوط به بالاترین غلظت نمک بود که منجر به کاهش ٦٦/٦٦ درصدی نسبت به تیمار شاهد گردید (جدول ۱). نتایج همچنین نشان داد که در ارقام مختلف، میزان تـعرق به طور معنی‌داری متفاوت بود، به گونه‌ای که در ارقام زرد (۱/۱٦ میلی‌مول بر مترمربع بر ثانیه) و شیراز (۱/۱۲ میلی‌مول بر مترمربع بر ثانیه) میزان تعرق به ترتیب ٤۹/۸٤ و ٤۱/۷۷ درصد نسبت به رقم آمیگدال (۰/۷۹ میلی‌مول بر مترمربع بر ثانیه) بیشتر بود (جدول۱). اثرات متقابل شوری و رقم نیز نشان داد که اگرچه در تیمارهای مختلف شوری بیشترین میزان تعرق بدون تفاوت

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-07-19]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1394.4.12.3.3]

معنی‌داری نسبت به یکدیگر به ارقام شیراز و زرد تعلق داشت، ولی در شرایط بدون تنش (شاهد)، بیشترین میزان تعرق مربوط به رقم زرد بود که با دیگر ارقام اختلاف معنی‌داری داشت (جدول ١). مظفری (١٣٨٤) نیز ثابت کرد که با افزایش شوری، تعرق نهال‌های پسته کاهش یافت. همچنین یافته‌های ثابت تیموری و همکاران (١٣٨٦) و اطلسی پاک و همکاران (١٣٨٩) نیز نتایج فوق را تأیید می‌نماید. مطالعات Tattini و همکاران (١٩٩٧) نشان داد شوری پارامترهای تبادل گازی را در دو رقم حساس و مقاوم زیتون کاهش داد به گونه‌ای که کاهش تعرق و تبادلات گازی رقم حساس سریع‌تر از رقم مقاوم بود که این تغییرات به تفاوت‌های ژنتیکی بین ارقام زیتون مرتبط است. بر اساس یافته‌های Sivritepe و همکاران (٢٠١٠)، تنش شوری با کاهش پتانسیل اسمزی محلول خاک، میزان جذب آب توسط گیاه و متعاقبا تعرق و رشد گیاه را کاهش داده و تداوم تنش شوری منجر به نابودی گیاه به علت تجمع یون‌های سدیم و کلر در برگ‌ها می‌شود. همچنین Osmond و همکاران (١٩٨٠) نشان دادند که گیاهان، کارایی مصرف آب خود را در پاسخ به غلظت‌های مختلف کلرید سدیم از طریق پایین آوردن هدایت روزنه‌ای و متعاقبا تعرق افزایش می‌دهند.

همان طور که در جدول ٣ مشاهده می‌شود با افزایش غلظت کلرید سدیم، میزان کارایی آب برگ به طور معنی‌داری کاهش یافت و در غلظت‌های بالای نمک به کمترین مقدار خود رسید (جدول ٣). واکنش ارقام مختلف زیتون به این پارامتر نیز متفاوت بود، به گونه‌ای که رقم شیراز بیشترین مقدار را به خود اختصاص داد که البته تفاوت معنی‌داری با رقم زرد نداشت (جدول٣). اثرات متقابل شوری و رقم بر این فاکتور نیز نشان داد که هر چند تیمار شاهد و غلظت های ١٥٠ و ٢٠٠ میلی‌مولار کلرید سدیم تفاوت معنی‌داری بین ارقام نداشت، ولی در تیمار ١٠٠ میلی مولار کلرید سدیم، میزان تعرق در رقم زرد به طور معنی‌داری بیشتر از ارقام آمیگدال و دکل بود (جدول ٣). در تایید نتایج حاضر نیز بررسی اثر شوری در برخی از گیاهان نشان داد که با افزایش غلظت نمک کارایی آب برگ کاهش یافت اما میزان کاهش در ارقام مختلف متفاوت بود (Ghazi, 2000). همچنین در بررسی‌های انجام شده روی میزان مقاومت ارقام زیتون به شرایط تنش، گزارش شده است که احتمالا دلایل چندی در تایید ارتباط بین کارایی فتوسیستم II و وضعیت آب برگ گیاه وجود دارد، به طوری که ارقامی که محتوای آب برگ آنها در شرایط تنش بیشتر بود، کارایی فتوسیستم II (Fv/Fm) آنها بالاتر و اختلالات کمتری در کارایی عملکرد فتوسیستم II آنها رخ داده بود. علاوه بر این ثابت شده است که در اکثر گونه‌ها، زمانی که محتوای آب نسبی برگ به ٦٠ تا ٧٠ درصد می‌رسد، فتوسنتز به طور برگشت ناپذیری کاهش می‌یابد (Lawlor and Cornic, 2002).

نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که شوری، رقم و اثرات متقابل این دو بر کلروفیل نسبی برگ ارقام زیتون اثر معنی‌داری داشت، به طوری که با افزایش غلظت کلرید سدیم، میزان کلروفیل نسبی برگ به طور معنی‌داری کاهش یافت (جدول٣). کمترین میزان کلروفیل نسبی برگ مربوط به بالاترین غلظت نمک بود که سبب کاهش٦٦/٨٠ درصدی میزان کلروفیل نسبی برگ نسبت به تیمار شاهد شد (جدول ٣). ارقام زیتون نیز اثر معنی‌داری بر میزان کلروفیل نسبی برگ داشتند، به گونه‌ای که کمترین مقدار کلروفیل مربوط به رقم آمیگدال بود که کاهش ٢٩/٨٩ درصدی نسبت به رقم زرد داشت (جدول ٣). به طور کلی در غلظت‌های مختلف کلرید سدیم، بیشترین و کمترین میزان کلروفیل نسبی برگ به ترتیب در رقم زرد و آمیگدال زیتون مشاهده گردید (جدول ٣). تحقیقات ثابت کرده است که اگر چه کاهش هدایت روزنه‌ای می‌تواند منجر به کاهش میزان فتوسنتز در واحد سطح برگ شود، اما در برخی گیاهان عواملی غیر از هدایت روزنه‌ای نظیر کاهش میزان کلروفیل در واحد سطح برگ، عامل کاهش میزان فتوسنتز است (دادخواه، ١٣٨٥). مطالعات El-Hariri و همکاران (٢٠١٠) نیز این مطلب را تایید کرده است، به گونه‌ای که شوری منجر به کاهش محتوی کلروفیل و نهایتا فتوسنتز در گیاه می‌شود. بررسی‌ها نشان داده است که مقدار کلروفیل در رقم حساس زیتون در شرایط تنش مقدار کاهش بیشتری را نسبت به رقم مقاوم زیتون نشان داد که این امر با میزان مقاومت ارقام نسبت به تنش مرتبط است (Younis *et al.*, 2000). از طرفی کاهش کلروفیل به علت کاهش پتانسیل آب برگ می‌تواند

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-07-19]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1394.4.12.3.3]

جدول ۳– اثر شوری، رقم و بر همکنش آنها بر کارایی آب برگ و محتوای کلروفیل نسبی برگ قلمه‌های یک ساله زیتون

کلرید سدیم (میلی مولار)	رقم				میانگین
	آمیگدال	دکل	شیراز	زرد	
کارایی مصرف آب برگ (میکرومول برمترمربع بر ثانیه/ میلی‌مول بر مترمربع بر ثانیه)					
۰	۱۰/۱۱^{ab†}	۱۰/۷٤^{ab}	۱۱/۱۵^{b}	۱۰/۷۹^{ab}	۱۰/۷^{A}
۱۰۰	۷/۳٤^{d}	۷/۰۷^{d}	۸/۹٤^{c}	۹/۸٤^{bc}	۸/۳^{B}
۱۵۰	۵/۸۳^{e}	٤/۷۱^{f}	۵/۰۸^{ef}	۵/۲۸^{ef}	۵/۲^{C}
۲۰۰	۱/٦٦^{g}	۱/٤۹^{g}	۱/۸٤^{g}	۱/۹٦^{g}	۱/۷^{D}
میانگین	٦/۲۰^{BC}	٦/۰۰^{C}	٦/۹۰^{A}	٦/۷۰^{AB}	
محتوای کلروفیل نسبی برگ					
۰	۲۰۷/۱۰^{a}	۲۰۱/٦۷^{a}	۲۱۳/۱۰^{a}	۲۱۳/۹۲^{a}	۲۰۸/۹۵^{A}
۱۰۰	۱٦۲/۵۰^{bc}	۱۷٦/٦۰^{a}	۱۹۹/۳۸^{a}	۲۰٦/۸۸^{a}	۱۸٦/۳٤^{B}
۱۵۰	۷۷/۵۰^{e}	۱۰۱/٦۵^{d}	۱۵۳/۷۵^{c}	۱۵٤/۳۸^{c}	۱۲۱/۸۲^{C}
۲۰۰	۳۰/٦۳^{f}	٤۳/۸۳^{f}	۹٦/۹۵^{de}	۱۰٦/۱۵^{d}	٦۹/۳۹^{D}
میانگین	۱۱۹/٤۳^{C}	۱۳۰/۹٤^{B}	۱٦۵/۷۹^{A}	۱۷۰/۳۳^{A}	

†برای هر فاکتور، میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند بر اساس آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال ۵٪ از نظر آماری فاقد تفاوت معنی‌دار هستند.

مربوط به حساسیت این رنگدانه به افزایش تنش‌های محیطی به ویژه شوری و خشکی باشد (Younis *et al*., 2000). بررسی برخی دیگر از ارقام مقاوم و حساس گیاهان این مطلب را تایید کرد که مقدار کلروفیل با افزایش غلظت نمک در هر دو گروه ارقام مقاوم و حساس کاهش یافت اما میزان کاهش با میزان مقاومت آنها در ارتباط بود (Lu *et al*., 2009) که با نتایج پژوهش اخیر نیز همخوانی دارد.

بررسی جدول همبستگی بین صفات نشان داد که میان پارامترهای تبادلات گازی، به استثنای دی‌اکسیدکربن زیر روزنه ای ارقام زیتون (دکل، شیراز، زرد و آمیگدال) همبستگی مثبت و معنی‌داری در سطح ۱ درصد وجود داشت (جدول ۲). همچنین همبستگی مثبت و معنی‌داری در سطح ۱ درصد میان فتوسنتز و محتوای کلروفیل نسبی برگ گیاه زیتون مشاهده شد. علاوه بر این، همبستگی میان فتوسنتز و کارایی آب برگ گیاه مثبت و معنی‌دار بود که احتمالاً نشان دهنده این است که شوری با آسیب به میزان کلروفیل و کاهش تعداد و تراکم آنها در برگ منجر به کاهش فتوسنتز شده و رشد گیاه را مختل کرده است (جدول ۲).

نتیجه‌گیری کلی:

یافته‌های حاصل از این پژوهش نشان داد که رقم آمیگدال زیتون در مقایسه با سایر ارقام، حساس‌ترین رقم به شوری و رقم زرد و شیراز، مقاوم‌ترین ارقام در بررسی حاضر بودند. همچنین رقم دکل وضعیت بهتری نسبت به رقم آمیگدال در مقاومت به شرایط شور داشت.

سپاسگزاری:

از جناب آقای دکتر رستمی به دلیل تامین نمونه‌های گیاهی مورد نیاز این پژوهش صمیمانه سپاسگزاری می‌شود. امکانات مالی و تجهیزات لازم برای انجام این پژوهش توسط دانشگاه صنعتی اصفهان فراهم گردیده است که بدینوسیله تشکر و قدردانی می‌شود.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-07-19]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1394.4.12.3.3]

منابع:

اطلسی پاک، و. نبی پور، م. و مسکرباشی. م. (۱۳۸۹) مقایسه واکنش های فیزیولوژیک ژنوتیپ های کلزا (*Brassica napus*) به سطوح مختلف شوری، علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، علوم آب و خاک ۵۱: ۱۸۲-۱۷۱.

برزگر، ع. (۱۳۷۹) خاک‌های شور و سدیمی: شناخت و بهره-وری. انتشارات دانشگاه شهید چمران، اهواز.

ثابت تیموری، م. خزاعی، ح. ر. نظامی، ا. و نصیری محلاتی، م. (۱۳۸٦) تاثیر سطوح مختلف شوری بر میزان آنزیم‌های آنتی اکسیدانی برگ و خصوصیات فیزیولوژیکی گیاه کنجد (*Sesamum indicum L.*). پژوهش کشاورزی ۷: ۱۱۹-۱۰۹.

دادخواه، ع. (۱۳۸۵) تاثیر تنش شوری بر رشد، ظرفیت فتوسنتزی و هدایت روزنه‌ای برگ در گیاه چغندرقند (*Beta vulgaris L.*). مجله دانش کشاورزی، ٦: ۲٤-۱۵.

مظفری، و. (۱۳۸٤) بررسی نقش پتاسیم، کلسیم و روی در کنترل عارضه سرخشکیدگی پسته. پایان نامه دکتری، بخش خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

مقصودی، ش. (۱۳۸۷) تکنولوژی زیتون و فرآورده‌های آن. انتشارات علم کشاورزی ایران، تهران.

Ashraf, M. (1994a) Breeding for salinity tolerance in plants. Critical Review in Plant Science 13: 17-42.

Ashraf, M. (1994b) Organic substances responsible for salt tolerance in *Eruca sativa*. Biologia Plantarum 36: 255-259.

Bastam, N., Baninasab, B. and Ghobadi, C. (2013a). Improving salt tolerance by exogenous application of salicylic acid in seedlings of pistachio. Plant Growth Regulation 69: 275-284.

Bastam, N., Baninasab, B. and Ghobadi, C. (2013b) Interactive effects of ascorbic acid and salinity stress on the growth and photosynthetic capacity of pistachio seedlings. Journal of Horticultural Science and Bioetecnology 88: 610-616.

Bongi, F. and Loreto, F. (1989) Gas-exchange properties of salt-stressed olive (*Olea europaea* L.) leaves. Plant Physiology 90: 1408-1416.

Burman, U., Garg, B. K. and Kathju, S. (2003) Water relations, photosynthesis and nitrogen metabolism of Indian mustard (*Brassica juncea* Czern. and Coss.) grown under salt and water stress. Journal of Plant Biology 30: 55-60.

Chaves, M. M., Flexas, J. and Pinheiro, C. (2009) Photosynthesis under drought and salt stress: regulation mechanisms from whole plant to cell. Annals of Botany 103: 551-560.

Da Silva, E. C., Nogueira, R. J. M. C., De Araujo, F. P., De Melo, N. F. and Neto, A. D. A. (2008) Physiological responses to salt stress in young umbu plants. Environmental and Experimental Botany 63: 147-157.

El-Hariri, D. M., Sadak, M. S. and El-Bassiouny, H. M. S. (2010) Response of flax cultivars to ascorbic acid and Atocopherol under salinity stress conditions. International Journal of Academic Research 6: 101-109.

Flexas, J. and Medrano, H. (2002) Drought inhibition of photosynthesis in C3 plants: stomatal and nonstomatal limitation revisited. Annals of Botany 89: 183-189.

Ghazi, N. A. K. (2000) Growth, water use efficiency and sodium and potassium acquistion by tomato cultivars grown under salt stress. Journal of Plant Nutrition 23: 1-8.

Jaleel, C. A., Gopi, R., Manivannan, P. and Panneerselvam, R. (2007) Responses of antioxidant defense system of *Catharanthus roseus* (L.) G. Don. to paclobutrazol treatment under salinity. Acta Physiologiae Plantarum 29: 205-209.

Khoshbakht, D., Ghorbani, A., Baninasab, B., Naseri, L.N. and Mirzaei, M. (2014) Effect of supplementary potassium nitrate on growth and gas-exchange characteristics of salt-stressed citrus seedlings. Photosynthetica 52: 589-596.

Lawlor, D. W. and Cornic, G. (2002) Photosynthetic carbon assimilation and associated metabolism in relation to water deficits in higher plants. Plant Cell and Environment 25: 275-294.

Lu, K. X., Cao, B. H., Feng, X. P., He, Y. and Jiang, D. A. (2009) Photosynthetic response of salt-tolerant and sensitive soybean varieties. Photosynthetica 47: 381-387.

Iyengar, E. R. R. and Reddy, M. P. (1996) Photosynthesis in highly salt-tolerant plants. In: Handbook of Photosynthesis (ed. Pesserkali, M.) Pp. 897-909. Marshal Dekar, Baten Rose.

Kaya, C., Higgs, D. and Murillo-Amador, B. (2002) Influence of foliar applied calcium nitrate on strawberry plants grown under salt stress conditions. Australian Journal of Experimental Agriculture 42: 631-636.

Medrano, H., Escalona, J. M., Bota, J., Gulias, J. and Flexas, J. (2002) Regulation of photosynthesis of C_3 plants in response to progressive drought: Stomatal conductance as a reference parameter. Annals of Botany 89: 895-905.

Melgar, J. C., Syvertsen, J. P., Martinez, V. and Garcia-Sanchez, F. (2008) Leaf gas exchange, water relations, nutrient content and growth in citrus and olive seedlings under salinity. Biologia Plantarum 52: 385-390.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-07-19]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1394.4.12.3.3]

Effects of scion and rootstock genotypes. Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca 38: 193-201.

Stoeva, N. and Kaymakanova, M. (2008) Effect of salt stress on the growth and photosynthesis rate of bean plants (*Phaseolus vulgaris* L.). Journal of Central European Agriculture 9: 385-392.

Sudhir, P. and Murthy, S. D. S. (2004) Effects of salt stress on basic processes of photosynthesis. Photosynthetica 42: 481-486.

Tattini, M., Lombardini, L. and Gucci, R. (1997) The effect of NaCl stress and relief on gas exchange properties of two olive cultivars differing in tolerance to salinity. Plant and Soil 197: 87-93.

Winicov, I. and Button, J. D. (1991) Accumulation of photosynthesis gene transcripts in response to sodium chloride by salt tolerant alfalfa cells. Planta 183: 478-483.

Younis, M. E., El-Shahaby, O. A., Abo-Hamed, S. A, Ibrahim, A. H. (2000) Effects of water stress on growth, pigments and $^{14}CO_2$ assimilation in three sorghum cultivars. Agronomy and Crop Science 185: 73-82.

Munns, R., James, R. A. and Lauchli, A. (2006) Approaches to increasing the salt tolerance of wheat and other cereals. Journal of Experimental Botany 57: 1025-1043.

Osmond, C. B., Bjorkman, O. and Anderson, D. J. (1980) Physiological processes in plant ecology: Toward a synthesis with atriplex. Springer Verlag, Berlin.

Proietti, P. (2000) Effect of fruiting on leaf gas exchange in olive (*Olea europea* L.). Photosynthetica 38: 397-402.

Qiu, D. L., Lin, P. and Guo, S. Z. (2007) Effects of salinity on Leaf characteristics and CO_2/H_2O exchange of *Kandelia candel* (L.) druce seedlings. Forest Science 53: 13-19.

Rivelli, A. R., Lovelli, S. and Perniola, M. (2002) Effects of salinity on gas exchange, water relations and growth of sunflower (*Helianthus annuus*). Functional Plant Biology 29: 1405-1415.

Robinson, S. P., Downton, W. J. S. and Millhouse, J. A. (1983) Photosynthesis and ion content of leaves and isolate chloroplast of salt-stress spinach. Plant Physiology 73: 238-242.

Sivritepe, N., Sivritepe, H. O., Celik, H. and Katkat, A. V. (2010) Salinity responses of grafted grapevines:

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-07-19]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1394.4.12.3.3]