تأثیر تغذیه روی بر ویژگی‌های رشدی، غلظت سدیم و پتاسیم و کسر مولی کلسیم ریشه و برگ دو رقم زیتون در سطوح مختلف شوری

محمدرضا نائینی[1*]، محمود اثنی‌عشری[2]، امیرحسین خوشگفتارمنش[3]، سوسن بلندنظر[4] و محمدهادی میرزاپور[5]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۸/۲۰؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۴/۲۴)

چکیده

به‌منظور بررسی تأثیر تغذیه بر تحمل نسبی نهال‌های زیتون (*Olea europea* L.) به شوری، یک آزمایش گلدانی، به‌صورت فاکتوریل، در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار، در پاییز ۱۳۹۲ انجام شد. نهال‌های یک‌ساله دو رقم زیتون (Conservolea and Frontoio) در گلدان‌های پلاستیکی ۱۰ لیتری محتوی ماسه و پرلیت با نسبت ۱:۱ کشت شده و با محلول‌های غذایی حاوی سطوح مختلف کلرید سدیم (صفر، ۴۰، ۸۰ و ۱۲۰ میلی‌مولار) و روی (صفر، ۱ و ۵ میکرومولار از منبع سولفات روی) تیمار شدند. نتایج نشان داد که شوری سبب کاهش وزن خشک برگ، ریشه، ارتفاع نهال، تعداد برگ، نسبت K/Na ریشه و برگ و کسر مولی کلسیم در ریشه و برگ هر دو رقم شد. با افزایش روی تا سطح ۵ میکرومولار، تمام ویژگی‌های رشدی در هر دو رقم افزایش معنی‌داری داشتند. همین روند برای پتاسیم برگ و نسبت K/Na ریشه و برگ مشاهده شد. برهم‌کنش روی×رقم و شوری×رقم، تنها برای وزن خشک ریشه معنی‌دار شد. رقم فرانتویو دارای بیشترین وزن خشک ریشه در تمامی سطوح شوری بود. مصرف روی، اثر مثبت و معنی‌داری بر وزن خشک ریشه و برگ داشت. برهم‌کنش روی×شوری و روی×رقم بر وزن خشک برگ معنی‌دار نشد. رقم فرانتویو با داشتن بیشترین وزن خشک ریشه و برگ و نیز سایر ویژگی‌های مورد بررسی، رقم متحمل‌تری نسبت به شوری بود. مصرف روی توانست علاوه بر افزایش شاخص های رشد، سبب افزایش جذب پتاسیم، نسبت K/Na و کسر مولی کلسیم شود. همین امر باعث بهبود شرایط تغذیه‌ای و در نتیجه افزایش ماده خشک برگ و ریشه شده است. کسر مولی کلسیم شاخص بهتری در مقایسه با K/Na برای تعیین تحمل به شوری نهال‌های زیتون است.

کلمات کلیدی: عناصر کم‌مصرف، تحمل به شوری، تنش محیطی، نسبت K/Na، کسر مولی کلسیم

مقدمه

زیتون (*Olea europea* L.) یکی از محصولات باارزش باغبانی، با سابقه طولانی و سطح زیر کشت حدود ۱۰۲ هزار هکتار است (۱). با توجه به تحمل نسبی زیتون به تنش شوری، کشت این

۱. بخش تحقیقات زراعی باغی، مرکزتحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی قم، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران
۲. گروه باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا همدان
۳. محقق شرکت دانش‌بنیان زیست فناوران نوین قم
۴. محقق مزرعه فدک سراج قم
۵. عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی قم
*مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: naeini2000@yahoo.com

www.SID.ir

گیاه در مناطق شور گسترش یافته است. منع ورود نمک و پیکره‌بندی (Compartmentation) نمک در سطح ریشه، فرایند کلیدی است که در غیرشورپسندها، مانند زیتون، تجمع یون‌های سمّی در شاخه را محدود کرده و منجر به ایجاد شیب کاهشی در محتوای سدیم و کلر (بر اساس وزن خشک) از ریشه به بخش‌های هوایی گیاه زیتون می‌شود (۱۵). شوری سبب عدم تعادل یون‌های موجود در محلول خاک (عدم تعادل تغذیه‌ای) و در نتیجه اختلال در جذب و انتقال سایر عناصر ضروری مانند کلسیم، پتاسیم و منیزیم از خاک به گیاه می‌شود (۶). شوری، ویژگی‌هایی مانند پتانسیل آب برگ، پتانسیل اسمزی سلول، شدت تعرق، دمای برگ، محتوای نسبی آب برگ، غلظت کلروفیل و کاروتنوئیدها را تغییر می‌دهد که مقدار این تغییرات بسته به شدت و مدت زمان تنش و گونه گیاهی دارد (۹).

اطلاعات موجود در ارتباط با اثر شوری بر زیتون نشان می دهد که شاخص‌های رشد مانند سطح برگ، طول شاخه و وزن خشک و تازه اندام هوایی در شوری‌های بیشتر از ۴/۶ دسی زیمنس بر متر کاهش می‌یابد (۱۵). بر این اساس، غلظت سدیم برگ‌های جوان و بالغ در شاخه و ریشه‌ی کلیه ارقام زیتون مورد مطالعه، به‌ترتیب ۱۴، ۱۸، ۱۱ و ۱۶ برابر افزایش یافته و غلظت پتاسیم همه اندام‌ها کاهش یافت. بانجی و لورتو (۹) و علائی و تفضلی (۶) نشان دادند که تنش شوری باعث انباشتگی یون‌های سدیم و کلر در برگ‌های زیتون شده و از این طریق سبب کاهش رشد و ایجاد تغییرات فتوسنتزی و تغییرشکل برگ‌ها شد. هیملر و همکاران (۱۶) نیز کاهش غلظت پتاسیم برگ ارقام زیتون لچینو (Leccino) و فرانتویو (Frontoio) را با افزایش سطح شوری تا ۱۵۰ میلی‌مولار گزارش کردند؛ اگرچه این کاهش در رقم فرانتویو به‌نسبت لچینو بیشتر بود. کریمی و همکاران (۱۸) کاهش وزن خشک بخش هوایی و ریشه را تحت تأثیر شوری در دو رقم پسته (بادامی و قزوینی) گزارش کردند. دوران زوازو و همکاران (۱۴) مشاهده کردند که غلظت پتاسیم ریشه گیاه انبه به‌دلیل رقابت در جذب با سدیم، با افزایش شوری، کاهش یافت.

در سال‌های اخیر، توجه خاصی به کشت زیتون در خاک‌های شور نواحی خشک و نیمه‌خشک شده است. یکی از راه‌های کاهش اثر شوری بر گیاه، بهبود وضعیت تغذیه‌ای آن است. روی، یکی از عناصر غذایی کم‌نیاز بوده که نقش به‌سزایی در کاهش آثار منفی شوری بر برخی گیاهان از جمله گندم (۲) داشته است. از طرفی، کمبود روی در بیشتر خاک‌های شور مناطق خشک به‌دلیل pH قلیایی، کمبود ماده آلی و درصد زیاد آهک گسترش دارد (۲۲، ۲۳ و ۲۸). کمبود روی سبب اختلال در فرایندهای سلولی و در نتیجه کاهش رشد و نمو گیاه می‌شود. همچنین، آثار نامطلوب کمبود روی در بافت‌های مریستمی ظاهر می‌شود. در چنین مواقعی، بافت‌های مریستمی، به‌ویژه برای ساخت پروتئین، نیاز زیادی به روی دارند (۴). ورما و نو (۲۷) گزارش کردند که مصرف روی تا ۱۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک موجب کاهش غلظت سدیم و افزایش غلظت پتاسیم در رقم‌های حساس به شوری برنج شد؛ ولی بر غلظت سدیم و پتاسیم رقم‌های متحمل به شوری تأثیری نداشت. از این‌رو، به‌نظر می‌رسد که تأثیر تغذیه روی بر رشد و عملکرد ارقام مختلف برنج در شرایط شور به درجه تحمل به شوری آنها بستگی داشته باشد. افزایش نفوذپذیری غشاء سلولی گیاه در شرایط کمبود روی ممکن است جذب و انباشت سدیم را از محیط‌های شور افزایش دهد. نورول و ولچ (۲۱) گزارش کردند که تغذیه روی در کنترل جذب سدیم توسط ریشه و انتقال آن به شاخساره گیاه نقش دارد. افزودن روی در شرایط تنش شوری، با افزایش غلظت کلروفیل a و b، هدایت روزنه‌ای، کارایی مزوفیل و تعرق سبب افزایش معنی‌دار فتوسنتز خالص نهال‌های پسته شد (۲۶). نتایج صالح و مفتون (۲۴) نشان داد که شوری، وزن خشک شاخه، سطح برگ و غلظت کلروفیل برنج را کاهش داد؛ درحالی که استفاده از روی به‌طور معنی‌داری این شاخص‌های رشدی را افزایش داد. به‌طور کلی، بیشتر نتایج پژوهش‌ها نشان‌دهنده تأثیر مثبت کاربرد روی در کاهش خسارت ناشی از سطوح کم تا متوسط شوری بر گیاه بوده، درحالی که در سطوح زیاد شوری، کاربرد روی تأثیر معنی‌داری

www.SID.ir

Archive of SID

بر گیاه نداشته است. شارما و همکاران (۲۵) گزارش کردند که روی با تأثیر بر سوخت و ساز کربوهیدرات‌ها، ضمن افزایش میزان قند و نشاسته، باعث افزایش ماده خشک می‌شود. در پژوهشی که توسط مظفری (۷) روی دانهال‌های پسته انجام گرفت مشخص شد که با مصرف ۱۰ میلی‌گرم روی، شدت فتوسنتز تا حدود ۴٪ نسبت به شاهد (بدون تیمار روی) افزایش یافت. از سوی دیگر، شوری موجب کاهش معنی‌دار نسبت K/Na اندام هوایی گیاه پسته شد. اما کاربرد روی نتوانست تأثیر معنی‌داری بر این نسبت در شوری‌های بیشتر از ۳۰ میلی‌مولار کلرید سدیم داشته باشد و مصرف روی، تنها در سطوح پایین‌تر شوری تأثیرگذار بود (۵).

اگرچه نقش مثبت کاربرد روی در کاهش خسارت شوری روی گیاهان مختلف بررسی شده است، ولی اطلاعاتی پیرامون تأثیر این عنصر بر رشد و عملکرد زیتون در شرایط شور وجود ندارد. هدف از اجرای این پژوهش، بررسی اثر تغذیه روی در کاهش خسارت ناشی از شوری در دو رقم زیتون فرانتویو (Frontoio، یک رقم روغنی) و کنسروالیا (Conservolea، به‌عنوان رقمی کنسروی) بود.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی تأثیر کاربرد مقادیر مختلف روی بر برخی شاخص‌های رشدی و غلظت عناصر معدنی سدیم و پتاسیم و نسبت آنها و کسر مولی کلسیم در دو رقم زیتون (فرانتویو و کنسروالیا) در شرایط شور، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل، با سه فاکتور، در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار، در گلخانه مزرعه فدک سراج قم، در پاییز ۱۳۹۲ انجام شد. نهال های یک‌ساله این دو رقم زیتون در معرض چهار سطح شوری (صفر، ۴۰، ۸۰ و ۱۲۰ میلی‌مولار کلرید سدیم) و سه غلظت روی (صفر، ۱ و ۵ میکرومولار از منبع سولفات روی آب‌دار ($ZnSO_4.7H_2O$)) قرار گرفتند. هر تیمار شامل سه تکرار و هر تکرار شامل ۵ گلدان بود و در هر گلدان یک نهال کشت شد. پس از شستشوی ریشه نهال‌ها با آب مقطر، این نهال‌ها به بستر کشت (گلدان‌های پلاستیکی ۱۰ لیتری محتوی ماسه و پرلیت با قطر ذرات ۴ میلی‌متر با نسبت ۱:۱) در داخل گلخانه پلاستیکی با دمای روز و شب به‌ترتیب ۲۵ و ۲۰ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۸۵٪ انتقال داده شدند. برای استقرار، نهال‌ها تا دو هفته پس از کشت و پیش از شروع اعمال تنش شوری، با محلول غذایی نصف هوگلند (۱۷) تغذیه شدند. پس از استقرار نهال‌ها، اعمال تنش شوری آغاز شد. آبیاری نهال‌ها با استفاده از آب مقطر و در نظر گرفتن ۱۰٪ برخه آب‌شویی انجام شد. به‌منظور جلوگیری از تنش اسمزی، تیمارهای شوری به‌طور تدریجی و در خلال ۱۰ روز تا رسیدن به غلظت مورد نظر به محلول غذایی اعمال شد. پس از رسیدن به سطح نهایی شوری هر یک از تیمارها، گیاهان در همین شرایط به‌مدت دو ماه پرورش یافته و در پایان آزمایش، ویژگی‌های وزن تازه و خشک ریشه و برگ‌ها، ارتفاع و نیز تعداد برگ در شاخه‌های اصلی و فرعی اندازه‌گیری شدند. برای اندازه‌گیری وزن خشک ریشه و برگ ابتدا ریشه و برگ به‌طور جداگانه برداشت شده و با آب مقطر شستشو داده شده و به‌مدت ۴۸ ساعت در دمای ۶۵ درجه سلسیوس تا رسیدن به وزن ثابت در خشک‌کن برقی قرار گرفتند. سپس، وزن خشک ریشه و برگ محاسبه شد. یک گرم از بافت گیاهی پودر شده (ریشه و برگ) در دمای ۵۰۰ درجه سلسیوس کوره الکتریکی خاکستر شده و سپس عصاره‌گیری با استفاده از اسید کلریدریک ۲ نرمال انجام شد (۳). غلظت سدیم و پتاسیم در عصاره‌های به‌دست آمده با استفاده از دستگاه شعله‌سنج عقربه‌ای (مدل 405 G شرکت فاطر الکتریک) اندازه‌گیری شد (۱۰). کلسیم و منیزیم با استفاده از دستگاه ICP (مدل GBC, integra XL) اندازه‌گیری شد (۱۳). کسر مولی کلسیم از تقسیم غلظت کلسیم بر مجموع غلظت یون‌های کلسیم، منیزیم، سدیم و پتاسیم به‌دست آمد. تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم افزار MSTATC انجام شده و میانگین ویژگی‌های مورد بررسی با استفاده از آزمون دانکن در سطح ۵٪ آماری مقایسه شدند.

www.SID.ir

جدول ۱. نتایج تجزیه واریانس اثر سطوح مختلف کلرید سدیم و روی بر برخی ویژگی‌های مورد بررسی در دو رقم زیتون فرانتویو و کنسروالیا

منابع تغییرات	df	میانگین مربعات					
		وزن خشک برگ	وزن خشک ریشه	ارتفاع نهال	تعداد برگ	سدیم ریشه	پتاسیم ریشه
رقم	۱	۰/۰۰۰۱**	۳۲۵**	۵۸۶۴**	۲۴۶۴**	۰/۲۲۹*	۱/۳۴**
روی	۲	۰/۰۰۱**	۲۱/۵**	۴۸۲/۶**	۱۰۹/۸**	۰/۰۳۲^{ns}	۰/۲۷**
رقم × روی	۲	۰/۰۰۰۱^{ns}	۱۲/۶**	۶۸/۷^{ns}	۰/۰۳۱^{ns}	۰/۰۵۱^{ns}	۰/۰۲۸^{ns}
شوری	۳	۰/۰۰۲**	۲۶/۳**	۲۵۹۳**	۱۶۴۳**	۱/۹۱**	۰/۰۴۷*
رقم × شوری	۳	۰/۰۰۰۱^{ns}	۲/۷۲*	۵۳۱**	۳۹۰/۵**	۰/۱۶۹*	۰/۱۳۵**
روی × شوری	۶	۰/۰۰۰۱^{ns}	۱/۷*	۷۷/۲۶**	۲۴/۶۵^{ns}	۰/۰۶۶^{ns}	۰/۰۱۰^{ns}
رقم × روی × شوری	۶	۰/۰۰۰۱^{ns}	۰/۵۱^{ns}	۱۹/۴۵^{ns}	۱۷/۱۱^{ns}	۰/۰۹۹*	۰/۰۲۷^{ns}
اشتباه آزمایشی	۴۸	۰/۰۰۰۱	۰/۸۱	۲۲/۳۱	۱۹/۹	۰/۰۴۲	۰/۰۱۵
ضریب تغییرات (٪)		۸/۹	۲۳/۰	۱۳/۳	۱۶/۶	۱۳/۴	۱۵/۳

**، * و ns به‌ترتیب بیان‌گر اثر معنی‌دار در سطوح احتمال ۱٪ و ۵٪ و بدون اثر معنی‌دار است.

ادامه جدول ۱.

منابع تغییرات	df	میانگین مربعات					
		ریشه K/Na	سدیم برگ	پتاسیم برگ	برگ K/Na	کسرمولی کلسیم ریشه	کسر مولی کلسیم برگ
رقم	۱	۰/۲۷۹**	۰/۲۲۷**	۰/۴۰۷**	۰/۰۰۲^{ns}	۰/۱۴۲**	۰/۰۵۱**
روی	۲	۰/۰۸۶**	۰/۲۱۳**	۰/۰۶۴*	۰/۵۶۳**	۰/۰۲۱**	۰/۰۰۴*
رقم × روی	۲	۰/۰۲۴*	۰/۰۲۳^{ns}	۰/۰۱۱^{ns}	۰/۱۹۳*	۰/۰۰۳^{ns}	۰/۰۰۱^{ns}
شوری	۳	۰/۳۸**	۰/۷۳**	۰/۳۸۶**	۳/۶۹**	۰/۰۸۴**	۰/۰۱۴
رقم × شوری	۳	۰/۰۸۲**	۰/۰۸۰*	۰/۰۳۶^{ns}	۰/۱۵۳*	۰/۰۰۱^{ns}	۰/۰۰۳*
روی × شوری	۶	۰/۰۲۸**	۰/۰۴۲^{ns}	۰/۰۴۱*	۰/۰۵۸^{ns}	۰/۰۰۳*	۰/۰۰۱^{ns}
رقم × روی × شوری	۶	۰/۰۱۷*	۰/۰۳۹^{ns}	۰/۰۳۴^{ns}	۰/۰۴۹^{ns}	۰/۰۰۱^{ns}	۰/۰۰۱^{ns}
اشتباه آزمایشی	۴۸	۰/۰۰۷	۰/۰۲	۰/۰۱۷	۰/۰۴۲	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱
ضریب تغییرات (٪)		۱۴/۸	۱۵/۸	۱۴/۸	۱۹/۰	۷/۳	۶/۹

**، * و ns به‌ترتیب بیان‌گر اثر معنی‌دار در سطوح احتمال ۱٪ و ۵٪ و بدون اثر معنی‌دار است.

نتایج

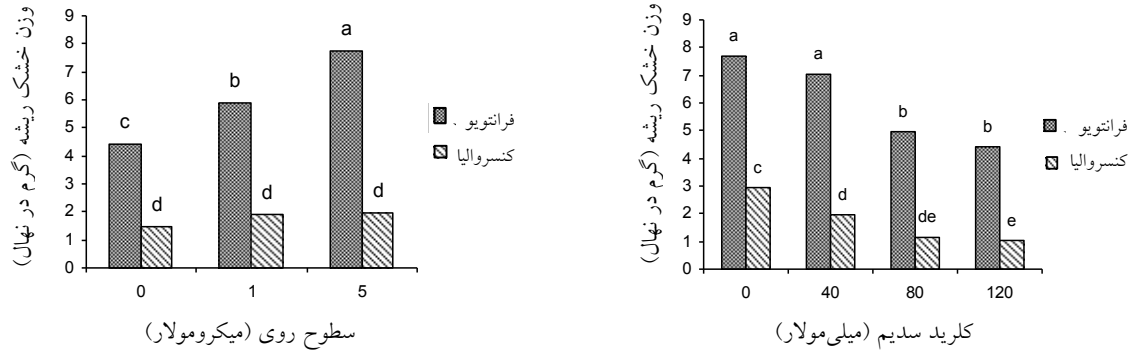
وزن خشک ریشه و برگ

نتایج تجزیه واریانس داده‌های آزمایش (جدول ۱) نشان داد که اثر رقم، روی، شوری و برهمکنش رقم×روی، رقم×شوری و روی×شوری بر وزن خشک ریشه معنی‌دار شد. همچنین، تنها اثر رقم، روی و شوری بر وزن خشک برگ معنی‌دار شد.

نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد (شکل ۱- الف) که در واریته فرانتویو، با افزایش سطح روی از صفر (شاهد) به ۱ و ۵ میکرومولار روی، وزن خشک ریشه به‌ترتیب ۲۵ و ۴۳ درصد نسبت به شاهد افزایش یافته است؛ درحالی که وزن خشک

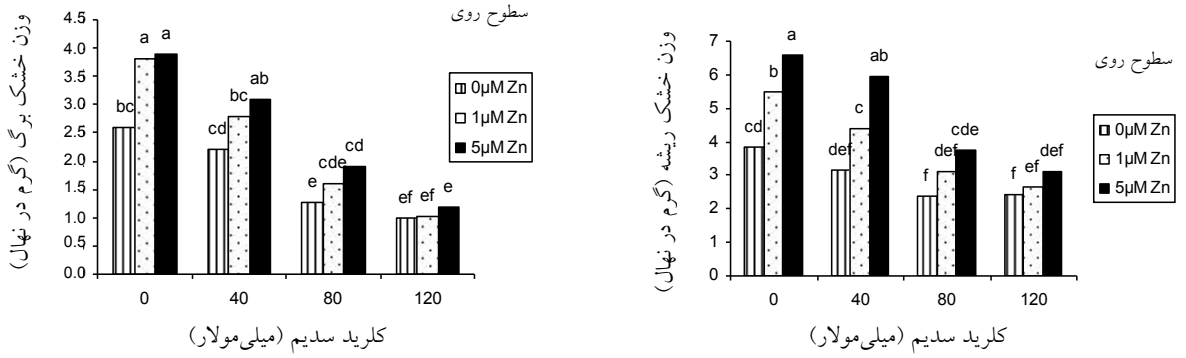
www.SID.ir

Archive of SID



(الف) (ب)

شکل ۱. مقایسه میانگین تأثیر برهم‌کنش الف) کلرید سدیم و رقم و ب) روی و رقم بر وزن خشک ریشه زیتون. ستون‌های دارای حروف یکسان، اختلاف معنی‌داری در سطح ۵٪ آزمون دانکن ندارند.



(الف) (ب)

شکل ۲. مقایسه میانگین تاثیر روی بر الف) وزن خشک ریشه و ب) وزن خشک برگ در سطوح مختلف کلرید سدیم. ستون‌های دارای حروف یکسان، اختلاف معنی‌داری در سطح ۵٪ آزمون دانکن ندارند.

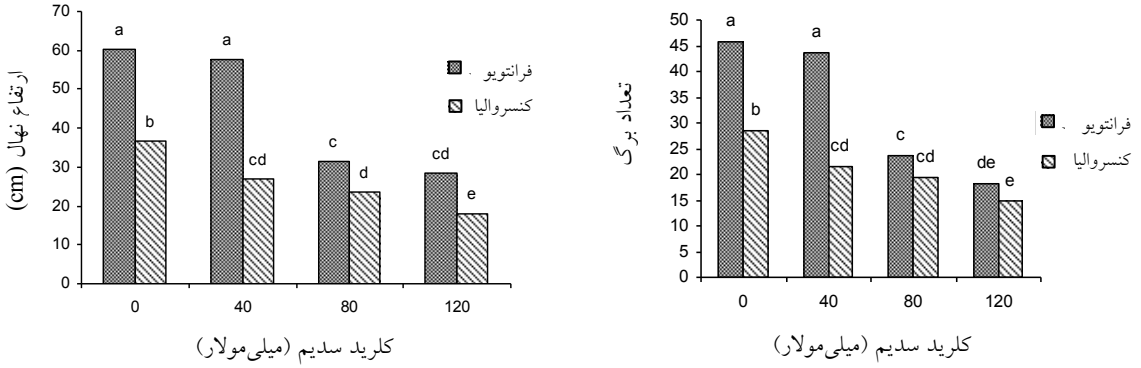
ریشه واریته کنسروالیا افزایش معنی‌داری نیافت.

همان‌گونه که در شکل (۱–ب) نیز مشاهده می‌شود، با افزایش شوری متناسب با غلظت کلرید سدیم، وزن خشک ریشه زیتون کاهش یافته است. اگرچه شدت تأثیر سطوح شوری بر وزن خشک ریشه دو رقم مورد مطالعه متفاوت بوده است. در رقم فرانتویو، افزایش شوری تا سطح ۴۰ میلی‌مولار تأثیر معنی‌داری بر وزن خشک ریشه نداشته، درحالی که کاهش معنی‌دار وزن خشک ریشه رقم کنسروالیا در تیمار ۴۰ میلی‌مولار در مقایسه با شرایط غیرشور مشاهده می‌شود.

بر اساس شکل (۲– الف)، با افزایش شوری، وزن خشک ریشه کاهش یافته است. در ضمن، با افزایش سطح روی از صفر به ۱ و ۵ میکرومولار، در تمام سطوح شوری، وزن خشک ریشه افزایش یافته، که این افزایش تا سطح ۸۰ میلی‌مولار کلرید سدیم معنی‌دار بوده است. همچنین، با افزایش شوری، وزن خشک برگ کاهش یافت. ضمن آن که با افزایش سطح روی از صفر به ۱ و ۵ میکرومولار، در تمام سطوح شوری، وزن خشک برگ افزایش نشان داد، که این افزایش تا سطح ۸۰ میلی‌مولار کلرید سدیم معنی‌دار بود (شکل ۲–ب).

www.SID.ir

Archive of SID



(الف) (ب)

شکل ۳. مقایسه میانگین تأثیر برهم‌کنش کلرید سدیم و رقم بر الف) تعداد برگ و ب) ارتفاع نهال زیتون. ستون‌های دارای حروف یکسان اختلاف معنی‌داری در سطح ۵٪ آزمون دانکن ندارند.

ارتفاع نهال و تعداد برگ

نتایج تجزیه واریانس داده‌های آزمایش (جدول ۱) نشان‌دهنده اثر معنی‌دار رقم، روی، شوری و نیز برهم‌کنش رقم×شوری در سطح احتمال ۱٪ بر ارتفاع نهال و تعداد برگ در نهال بود. همچنین، برهمکنش روی×شوری تنها بر ارتفاع نهال معنی‌دار شد (در سطح احتمال ۵٪). نتایج مقایسه میانگین‌ها (شکل ۳- الف) نشان داد که با افزایش شوری متناسب با غلظت کلرید سدیم، ارتفاع نهال زیتون کاهش یافته است؛ اگرچه شدت تأثیر سطوح شوری بر ارتفاع نهال دو رقم مورد مطالعه متفاوت بوده است. در رقم فرانتویو، افزایش شوری تا سطح ۴۰ میلی‌مولار تأثیر معنی‌داری بر ارتفاع نهال نداشته، درحالی که کاهش معنی‌دار ارتفاع نهال رقم کنسروالیا در تیمار ۴۰ میلی‌مولار در مقایسه با شرایط غیرشور مشاهده می‌شود. نتایج تعداد برگ (شکل ۳- ب) نیز نشان داد که با افزایش شوری، تعداد برگ نهال‌های زیتون کاهش یافت؛ اگرچه شدت تأثیر شوری بر تعداد برگ دو رقم مورد مطالعه متفاوت بود. در رقم فرانتویو، افزایش شوری تا سطح ۴۰ میلی‌مولار تأثیر معنی‌داری بر تعداد برگ نداشت؛ درحالی که سبب کاهش معنی‌دار تعداد برگ رقم کنسروالیا شد.

نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که با افزایش سطح روی از صفر به ۱ میکرو مولار در کلیه سطوح شوری، ارتفاع نهال افزایش یافته است (شکل ۴). افزایش سطح روی تا ۵ میکرومولار تأثیر معنی‌داری بر ارتفاع نهال نداشته است.

در هر دو رقم فرانتویو و کنسروالیا، در تمام سطوح روی، با افزایش شوری، ارتفاع نهال کاهش یافته است (شکل ۵). لازم به‌ذکر است که در رقم فرانتویو، با افزایش شوری تا ۴۰ میلی‌مولار، ارتفاع نهال کاهش معنی‌داری نیافته است. درحالی که در رقم کنسروالیا، با افزایش شوری تا ۴۰ میلی‌مولار، ارتفاع نهال کاهش معنی‌داری یافته است (شکل ۵).

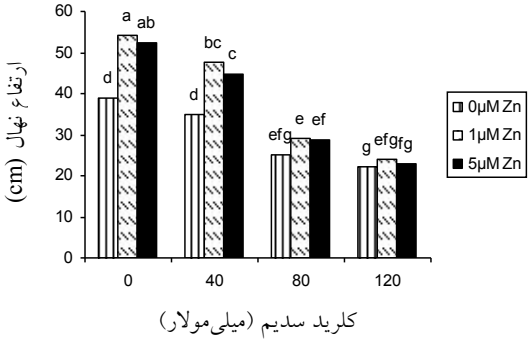
غلظت سدیم ریشه و برگ

نتایج تجزیه واریانس آزمایش (جدول ۱) بیانگر تأثیر معنی‌دار رقم، شوری و نیز برهم‌کنش رقم×شوری و رقم×روی×شوری در سطح احتمال ۵٪ بر غلظت سدیم ریشه بود. همین نتایج در مورد غلظت سدیم برگ نیز مشاهده شد؛ اگرچه اثر روی و برهم‌کنش رقم×روی×شوری بر غلظت سدیم برگ معنی‌دار نبود.

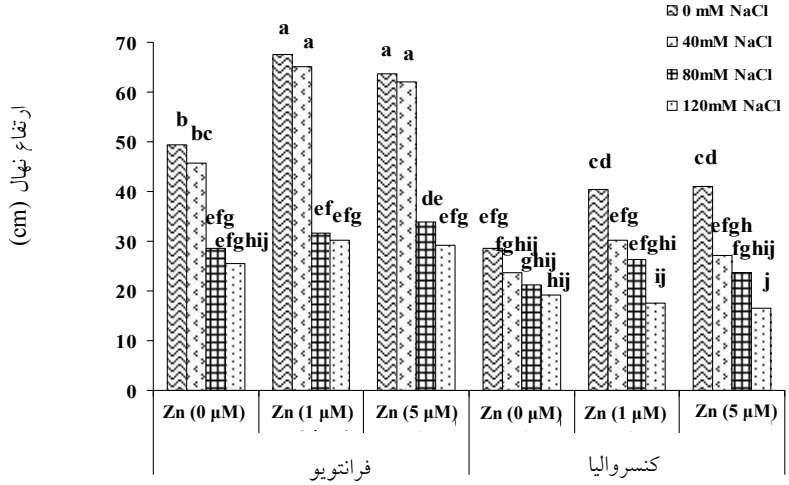
نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که با افزایش شوری متناسب با غلظت کلرید سدیم، غلظت سدیم برگ افزایش یافته است؛ اگرچه شدت تأثیر سطوح شوری بر سدیم برگ دو رقم

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۴. مقایسه میانگین تأثیر روی بر ارتفاع نهال زیتون در سطوح مختلف کلرید سدیم، ستون‌های دارای حروف یکسان اختلاف معنی‌داری در سطح ۵٪ آزمون دانکن ندارند.



شکل ۵. مقایسه میانگین تأثیر روی بر ارتفاع نهال در سطوح مختلف کلرید سدیم در دو رقم زیتون. ستون‌های دارای حروف یکسان، اختلاف معنی‌داری در سطح ۵٪ آزمون دانکن ندارند.

مورد مطالعه متفاوت بوده است (شکل ۶-الف). در رقم فرانتویو، افزایش شوری تا سطح ۴۰ میلی‌مولار تأثیر معنی‌داری بر غلظت سدیم برگ نداشته است؛ درحالی که افزایش معنی‌دار غلظت سدیم برگ رقم کنسروالیا در مقایسه با شرایط غیرشور مشاهده شد. همین نتایج در مورد سدیم ریشه صادق بود (شکل ۶- ب).

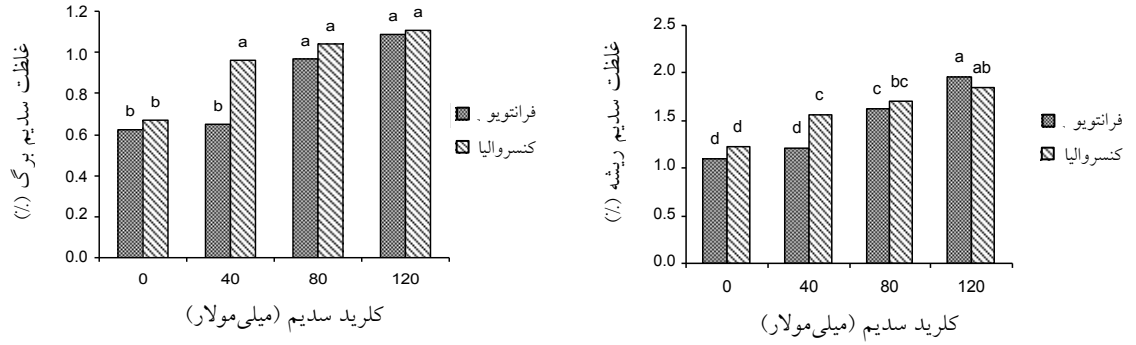
نتایج مقایسه میانگین‌ها در شکل (۷) نشان داد که با افزایش شوری، در تمام سطوح روی، غلظت سدیم ریشه در هر دو رقم زیتون افزایش یافت. لازم به‌ذکر است که در رقم فرانتویو، با افزایش سطح روی تا ۱ میکرومولار، غلظت سدیم ریشه تا سطح ۴۰ میلی‌مولار کلرید سدیم کاهش یافت. درحالی که در رقم کنسروالیا، با افزایش سطح روی، غلظت سدیم ریشه در سطوح مختلف شوری افزایش یافت.

غلظت پتاسیم ریشه و برگ

بر اساس نتایج تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۱) اثر رقم، روی و شوری بر پتاسیم ریشه و برگ زیتون معنی‌دار بود. در خصوص غلظت پتاسیم ریشه و برگ به‌ترتیب تنها برهم‌کنش رقم×شوری و روی×شوری معنی‌دار شد (جدول ۱).

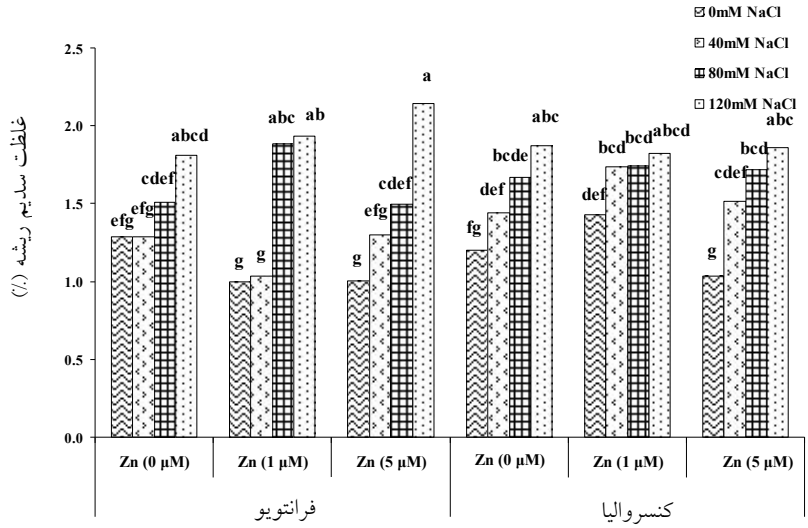
نتایج مقایسه میانگین‌ها (شکل ۸- الف) نشان داد که در رقم

www.SID.ir



(الف) (ب)

شکل ۶. مقایسه میانگین تأثیر برهم‌کنش کلرید سدیم و رقم بر الف) غلظت سدیم ریشه و ب) غلظت سدیم برگ زیتون. ستون‌های دارای حروف یکسان، اختلاف معنی‌داری در سطح ۵٪ آزمون دانکن ندارند.



شکل ۷. مقایسه میانگین تأثیر روی بر غلظت سدیم ریشه در سطوح مختلف کلرید سدیم در دو رقم زیتون. ستون‌های دارای حروف یکسان، اختلاف معنی‌داری در سطح ۵٪ آزمون دانکن ندارند.

کنسروالیا، با افزایش شوری، غلظت پتاسیم ریشه به‌طور معنی‌داری کاهش یافته است. این درحالی است که در رقم فرانتویو، تغییر خاصی مشاهده نمی‌شود. نتایج شکل (۸- ب) نشان داد که با افزایش سطوح شوری، غلظت پتاسیم برگ کاهش یافته است. کاربرد روی تنها در سطح شوری ۴۰ میلی‌مولار کلرید سدیم باعث افزایش غلظت پتاسیم برگ شده است و در سطوح بالاتر شوری، کاربرد روی تأثیری بر غلظت پتاسیم برگ نداشته است.

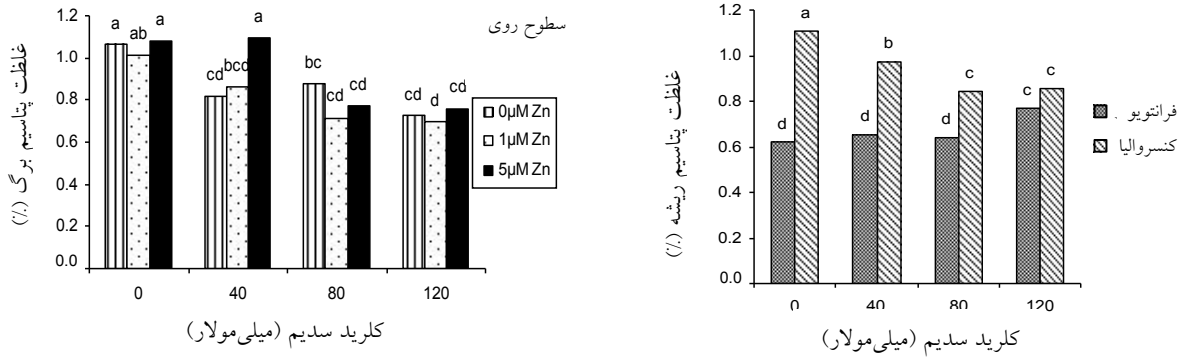
نسبت K/Na ریشه و برگ

بر اساس نتایج تجزیه واریانس آزمایش (جدول ۱) اثر رقم، روی، شوری و نیز برهم‌کنش روی×شوری، رقم×شوری و نیز رقم×روی×شوری بر نسبت K/Na ریشه معنی‌دار بود. این درحالی است که به‌غیر از اثر رقم، روی×شوری و رقم×روی×شوری سایر منابع تغییرات بر نسبت فوق در برگ اثر معنی‌داری داشتند (جدول ۱).

نتایج مقایسه میانگین‌ها (شکل ۹-الف) نشان داد که در

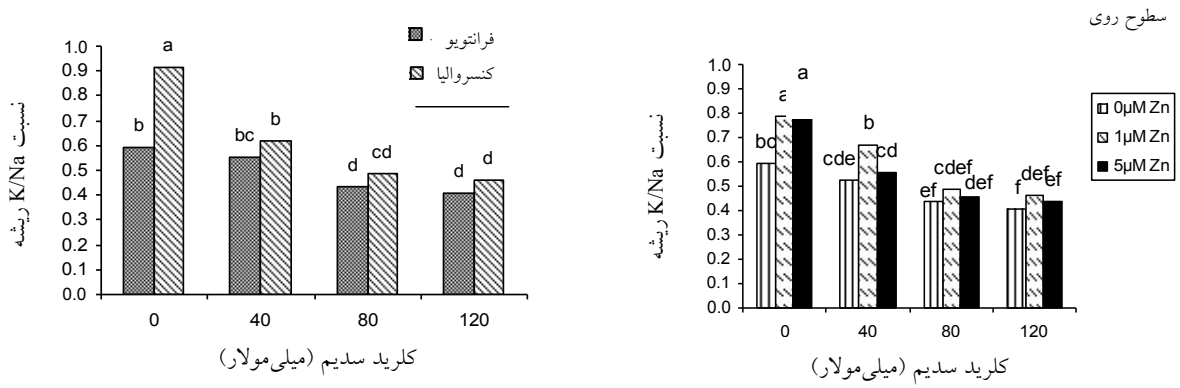
www.SID.ir

Archive of SID



(الف) (ب)

شکل ۸. مقایسه میانگین الف) تأثیر کلرید سدیم بر غلظت پتاسیم ریشه و ب) تأثیر روی بر غلظت پتاسیم برگ در سطوح مختلف کلرید سدیم زیتون. ستون‌های دارای حروف یکسان، اختلاف معنی‌داری در سطح ۵٪ آزمون دانکن ندارند.



(الف) (ب)

شکل ۹. مقایسه میانگین الف) تأثیر روی بر نسبت K/Na ریشه در سطوح مختلف کلرید سدیم و ب) تأثیر کلرید سدیم بر نسبت K/Na ریشه در رقم‌های زیتون. ستون‌های دارای حروف یکسان، اختلاف معنی‌داری در سطح ۵٪ آزمون دانکن ندارند.

سطح شوری ۴۰ میلی‌مولار کلرید سدیم، با افزایش سطح روی از صفر به ۱ میکرومولار، نسبت K/Na ریشه افزایش یافته است. اما با افزایش سطح روی در تیمارهای ۸۰ و ۱۲۰ میلی‌مولار کلرید سدیم، این نسبت افزایش معنی‌داری نیافته است. در ضمن، شکل (۹- ب) نشان داده که با افزایش سطح شوری در هر دو رقم فرانتویو و کنسروالیا، نسبت K/Na ریشه کاهش معنی‌داری یافته است.

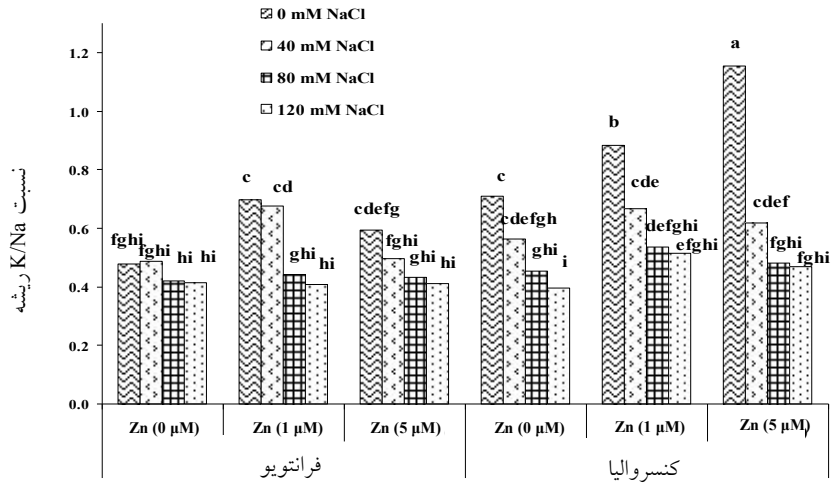
نتایج مقایسه میانگین برهم‌کنش رقم×روی×شوری نشان داد که مصرف روی در سطوح پایین شوری اثر معنی‌دار و مثبتی بر نسبت K/Na ریشه ارقام کنسروالیا و فرانتویو داشت (شکل ۱۰).

در شکل (۱۱-الف) نشان داده شده که با افزایش سطح روی، نسبت K/Na برگ زیتون افزایش یافته است. البته، این افزایش در رقم فرانتویو معنی‌دار بوده است. بر اساس نتایج شکل (۱۱-ب)، در هر دو رقم فرانتویو و کنسروالیا، با افزایش سطح شوری، نسبت K/Na برگ کاهش معنی‌داری یافته است.

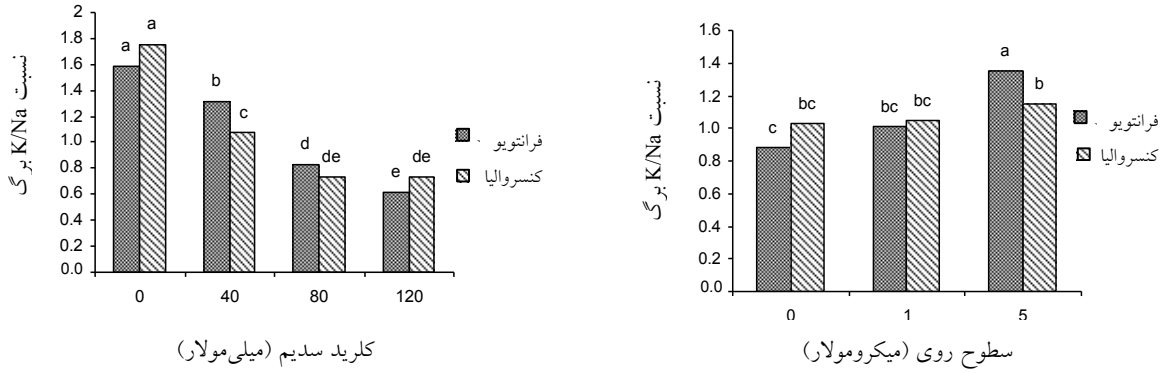
کسر مولی کلسیم ریشه و برگ

بررسی کسر مولی ریشه و برگ داده‌های آزمایش نشان داد که بین ارقام و سطوح مختلف روی و شوری در خصوص صفات مورد بررسی اختلاف معنی‌داری در سطح ۱٪ وجود دارد.

www.SID.ir



شکل ۱۰. مقایسه میانگین تأثیر روی بر نسبت K/Na ریشه در سطوح مختلف کلرید سدیم در دو رقم زیتون. ستون‌های دارای حروف یکسان، اختلاف معنی‌داری در سطح ۵٪ آزمون دانکن ندارند.



(ب) (الف)

شکل ۱۱. مقایسه میانگین الف) تأثیر برهم‌کنش روی و رقم بر نسبت K/Na برگ و ب) تأثیر برهم‌کنش کلرید سدیم و رقم بر نسبت K/Na برگ زیتون. ستون‌های دارای حروف یکسان، اختلاف معنی‌داری در سطح ۵٪ آزمون دانکن ندارند.

همچنین، تنها در برهمکنش روی×شوری بر کسر مولی ریشه و برهمکنش رقم×شوری بر کسر مولی برگ اختلاف معنی‌داری مشاهده شد (جدول ۱).

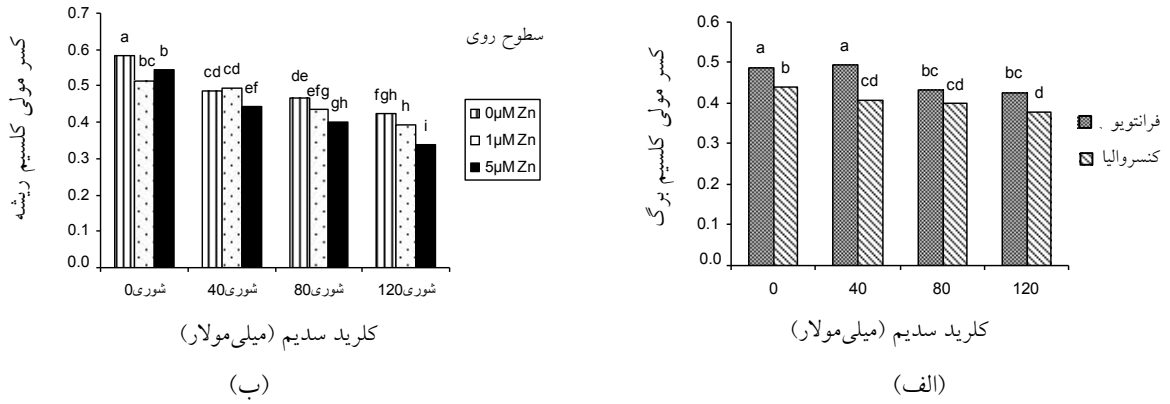
نتایج برهمکنش رقم×شوری (شکل ۱۲- الف) نشان داد که با افزایش سطح شوری، کسر مولی کلسیم برگ در هر دو رقم کاهش معنی‌داری یافت. به‌علاوه، رقم فرانتویو در تمام سطوح شوری دارای کسر مولی کلسیم برگ بیشتری در مقایسه با رقم کنسروالیا بود. نتایج برهم‌کنش روی×شوری بر کسر مولی کلسیم ریشه (شکل ۱۲- ب) نشان داد که با افزایش سطح شوری، کسر مولی کلسیم ریشه کاهش یافت. افزایش سطح روی تأثیری بر این نسبت در سطوح مختلف شوری نداشته است.

بحث

بر اساس نتایج پژوهش حاضر، با افزایش سطح شوری، وزن خشک برگ و ریشه زیتون کاهش معنی‌داری یافت. نتایج پژوهش‌های مختلف نشان داده که شوری با ایجاد اختلال در جذب عناصر غذایی و جذب بیش از حد سدیم می‌تواند رشد

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱۲. مقایسه میانگین الف) تأثیر برهم‌کنش کلرید سدیم و رقم بر کسر مولی کلسیم برگ و ب) تأثیر روی بر کسر مولی کلسیم ریشه در سطوح مختلف کلرید سدیم زیتون. ستون‌های دارای حروف یکسان، اختلاف معنی‌داری در سطح ۵٪ آزمون دانکن ندارند.

گیاه را مختل کند (۸). بررسی غلظت سدیم و پتاسیم در برگ و ریشه‌های زیتون نشان‌دهنده همین واقعیت بود. به‌گونه‌ای که با افزایش سطح کلرید سدیم، غلظت سدیم ریشه و برگ به‌طور معنی‌داری افزایش یافت (شکل ۶). از سوی دیگر، غلظت پتاسیم نیز به‌طور معنی‌داری کاهش نشان داد (شکل ۸). این روند افزایشی و کاهشی در هر دو رقم زیتون مشاهده شد؛ اگر چه این تغییرات در رقم کنسروالیا بارزتر بود. مشاهده شده که سدیم بر رشد و ماده خشک گیاهی تأثیر منفی دارد. در شرایط شور، سدیم جانشین کلسیم در غشاء سلول‌های ریشه می‌شود و این جانشینی سبب از بین رفتن انتخاب‌پذیری این سلول‌ها شده که پی‌آمد آن جذب شدید سدیم و کلر توسط گیاه و انتقال آنها به اندام‌های هوایی است. سدیم منتقل‌شده به اندام‌های هوایی، بر خلاف پتاسیم، قابلیت بازگشت به ریشه را نداشته و لذا در این اندام‌ها ذخیره می‌شود و در نتیجه غلظت سدیم به حد سمیّت برای گیاه می‌رسد؛ ضمن آن که سدیم قادر به انجام وظایف پتاسیم در گیاه نیست. با مصرف روی، در تمامی سطوح شوری، وزن خشک ریشه و برگ زیتون به‌طور معنی‌داری افزایش یافت (شکل ۲). مشاهده شده که در شرایط کمبود روی، به‌علت کاهش سطح کلروفیل، تخریب کلروپلاست و اختلال در فعالیت برخی آنزیم‌های فتوسنتزی، کاهش ظرفیت فتوسنتزی در گیاه رخ می‌دهد. در چنین شرایطی، مصرف روی باعث افزایش چشمگیر فتوسنتز خالص و هدایت روزنه‌ای و نیز بهبود کارایی مزوفیل و تعرق در گیاه می‌شود (۲۶). بررسی غلظت کلروفیل برگ‌ها در تیمارهای مصرف روی در آزمایش این موضوع را تأیید کرد (نتایج ارائه نشده است). در شرایط تنش شوری، اختلال در فعالیت آنزیم‌ها، افزایش فعالیت اکسیژن فعال و پراکسیداسیون چربی رخ می‌دهد که این امر سبب خسارت به غشای سلولی و تخریب رنگدانه‌هایی مانند کلروفیل می‌شود (۱۹)؛ در نتیجه، میزان کلرفیل برگ کاهش می‌یابد. در این شرایط، روی، علاوه بر افزایش کلروفیل برگ، باعث افزایش فعالیت آنزیم کربونیک آنهیدراز می‌شود. این آنزیم، که دارای روی است، نقش مهمی در تسهیل انتقال دی‌اکسید کربن و پروتون‌ها در فضاهای درون و برون سلولی و زیستی داشته که در نهایت به افزایش فتوسنتز و ساخت مواد لازم برای رشد گیاه می‌انجامد (۲۶). نتایج پژوهش‌های حاضر با نتایج سایر پژوهشگران (۹، ۲۵ و ۲۶) همخوانی دارد.

بر اساس نتایج پژوهش حاضر، افزایش سطح شوری باعث کاهش معنی‌دار تعداد برگ، ارتفاع نهال و وزن خشک برگ در رقم فرانتویو نسبت به سطح صفر آن در مقایسه با رقم کنسروالیا شد. این درحالی است که روند کاهش وزن خشک ریشه بر عکس بود. از آنجا که ریشه محل جذب عناصر و آب است، لذا، کاهش بیشتر وزن ریشه در رقم کنسروالیا می‌تواند در

www.SID.ir

کاهش رشد این رقم مؤثر باشد. اما بررسی تعداد برگ و ارتفاع کنسروالیا نشان داد که با افزایش سطح کلرید سدیم، کاهش این ویژگی‌ها نسبت به فرانتویو کمتر بود، که احتمالاً نشان‌دهنده آن است که در رقم فرانتویو، اندام هوایی، به‌ویژه برگ‌ها، و نیز ارتفاع گیاه، به نفع ریشه‌ها کاهش یافته تا گیاه بتواند به جذب خود ادامه داده و شرایط تنش شوری را بهتر تحمل کند. این نتایج با بررسی میزان گروه‌های سولفیدریل و نشت یونی پتاسیم و روی نیز همخوانی دارد (نتایج ارائه نشده است). به‌گونه‌ای که مقدار گروه های سولفیدریل در رقم کنسروالیا کمتر از فرانتویو بوده و از طرف دیگر نشت یونی ریشه در رقم کنسروالیا بیشتر از رقم فرانتویو بود. مصرف روی اثر مثبت و معنی‌داری بر ویژگی‌های رویشی مورد بررسی در دو رقم زیتون داشت. به گونه‌ای که در رقم فرانتویو، تا شوری ۴۰ میلی‌مولار کلرید سدیم، مصرف ۵ میکرومولار روی باعث افزایش وزن خشک ریشه، وزن خشک برگ، ارتفاع نهال و تعداد برگ‌ها شد. درحالی که در خصوص رقم کنسروالیا، تنها وزن خشک ریشه و برگ تا سطح ۴۰ میلی‌مولار کلرید سدیم، مصرف ۵ میکرومولار روی بر این ویژگی‌ها اثرگذار بوده و ارتفاع نهال و تعداد برگ از مصرف روی متأثر نشد. به‌نظر می‌رسد که اختلاف این تأثیرپذیری از روی می‌تواند به جنبه‌های اختلاف ژنتیکی دو رقم مربوط باشد. به‌گونه‌ای که رقم فرانتویو توانایی جذب روی و به‌کارگیری آن در آنزیم‌های مهارکننده رادیکال های آزاد تولیدشده در شرایط تنش شوری را دارا بوده، درحالی که رقم کنسروالیا فاقد این توانایی بوده است.

ضریب انتخاب‌پذیری (K/Na) ریشه به‌عنوان شاخص تحمل گیاه به شوری مطرح شده است (۱۱). به‌گونه‌ای که افزایش این ضریب باعث افزایش تحمل گیاه نسبت به شوری می‌شود. در پژوهش حاضر، با افزایش سطح کلرید سدیم، ضریب فوق در هر دو رقم زیتون کاهش معنی‌داری یافت (شکل ۹). به‌علاوه، مقادیر فوق در رقم کنسروالیا بیشتر از رقم فرانتویو بود (شکل ۹). مشاهده شده که توانایی یک واریته گیاهی در جذب بیشتر پتاسیم نسبت به سدیم می‌تواند توانایی گیاه در مقابله با غلظت زیاد سدیم را افزایش دهد. بنابراین، واریته‌ای که بتواند پتاسیم بیشتری جذب کند، متحمل‌تر به شرایط شوری خواهد بود که این موارد با نتایج پژوهش حاضر هم‌خوانی ندارد. بررسی همبستگی K/Na ریشه با ویژگی‌های مورد مطالعه در این پژوهش نشان داد که این ضریب تنها با وزن خشک برگ همبستگی قوی معنی‌داری (R^2= ۰/۶۷) دارد (جدول ۲). مصرف روی تا سطح ۱ میکرومولار، تأثیر مثبت و معنی‌داری بر ضریب انتخاب‌پذیری ریشه در هر دو واریته زیتون داشت. ولی این روند افزایشی تا سطح ۵ میکرومولار در واریته کنسروالیا ادامه یافت. یافته‌های ورما و نو (۲۷) نیز نشان‌دهنده آن است که مصرف روی باعث کاهش غلظت سدیم و افزایش غلظت پتاسیم در رقم‌های حساس به شوری برنج می‌شود. ولی بر غلظت سدیم و پتاسیم در ارقام مقاوم به شوری بی‌تأثیر است که خود می‌تواند به جنبه‌های ژنتیکی این گیاهان در جذب این عناصر مربوط باشد. از سوی دیگر، روند ضریب انتخاب‌پذیری برگ‌ها در دو رقم مورد مطالعه نیز مشابه روند ضریب فوق در ریشه‌ها بود. به‌گونه‌ای که با افزایش سطح کلرید سدیم، این ضریب کاهش و با مصرف روی، ضریب فوق افزایش یافت (شکل ۱۱). این افزایش در رقم فرانتویو معنی‌دار ولی در رقم کنسروالیا معنی‌دار نبود. مقایسه ضریب انتخاب پذیری پتاسیم به سدیم برگ در مقایسه با ریشه در هر دو رقم نشان‌دهنده بیشتربودن این نسبت در برگ‌ها بود. به‌نظر می‌رسد که خروج املاح و نیز پیکره‌بندی این املاح در سطح ریشه‌ها سبب ممانعت از انتقال املاح به اندام‌های هوایی می‌شود. این عامل باعث ایجاد شیبی کاهشی در غلظت سدیم و کلر از ریشه‌ها به اندام هوایی می‌شود. کاهش انتقال سدیم از ریشه به شاخه و انتخاب‌پذیری پتاسیم نسبت به سدیم، سازوکار عمده‌ی تنظیم تجمع املاح در گیاه است. لذا نسبت K/Na برگ در مقایسه با K/Na ریشه بیشتر است (۱۹).

مقایسه کسر مولی کلسیم ریشه بیان‌گر این واقعیت است که با افزایش سطح کلرید سدیم، کسر مولی کلسیم ریشه در هر دو واریته کاهش معنی‌داری یافت؛ اگرچه این کاهش در رقم

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲. ضرایب همبستگی صفات مورد بررسی در اثر مصرف روی در سطوح مختلف شوری در دو رقم زیتون کنسروالیا و فرانتویو

	وزن خشک برگ	وزن خشک ریشه	ارتفاع نهال	تعداد برگ	K/Na برگ	K/Na ریشه	کسرمولی کلسیم برگ	کسرمولی کلسیم ریشه
وزن خشک ریشه	۰/۲۶*							
ارتفاع نهال	۰/۴۶**	۰/۸۰**						
تعداد برگ	۰/۴۷**	۰/۷۳**	۰/۹۵**					
K/Na برگ	۰/۶۸**	۰/۵۰**	۰/۶۱**	۰/۹۵**				
K/Na ریشه	۰/۶۷**	۰/۰۲ns	۰/۲۹*	۰/۳*	۰/۶۲**			
کسر مولی کلسیم برگ	۰/۳۴**	۰/۶۸**	۰/۷۵*	۰/۷۴**	۰/۴۸*	۰/۲۴*		
کسر مولی کلسیم ریشه	۰/۲۷*	۰/۶۰**	۰/۷۳**	۰/۷۳**	۰/۵۴**	۰/۲۹*	۰/۵۷**	

* و ** به‌ترتیب بیان‌گر معنی‌داری ضرایب در سطوح احتمال ۵٪ و ۱٪ است.

کنسروالیا بیشتر بود (شکل ۱۲). بررسی‌ها نشان داده که در شرایط شور، علی‌رغم وجود کلسیم در محیط، جذب این عنصر مختل می‌شود. بنابراین، کاهش کسر مولی کلسیم (نسبت کلسیم به مجموع کلسیم، منیزیم، سدیم و پتاسیم) می‌تواند رشد ریشه و گیاه را تحت تأثیر قرار دهد. در این ارتباط، کرتین و همکاران (۱۲) از کسر مولی کلسیم به‌عنوان شاخصی برای بیان شرایط تغذیه‌ای کلسیم و تحمل به شوری گیاه یاد کرده‌اند (۱۲). بررسی ضرایب همبستگی (جدول ۲) ویژگی‌های وزن خشک برگ، وزن خشک ریشه و ارتفاع نهال با کسر مولی کلسیم ریشه نشان‌دهنده وجود رابطه‌ای مثبت و معنی‌دار بین آنها است. این درحالی است که اگرچه همبستگی بین ضریب انتخاب‌پذیری پتاسیم به سدیم ریشه با ویژگی‌های مورد بررسی مثبت و معنی‌دار بوده (به‌جز وزن خشک ریشه)، ولی ضرایب همبستگی آنها در مقایسه با کسر مولی کلسیم کمتر است. به‌نظر می‌رسد که جانشین‌شدن سدیم به‌جای کلسیم در دیواره سلول‌های ریشه عامل مهمی در تخریب این سلول‌ها و جذب بدون قاعده عناصر سمّی سدیم و کلر در این شرایط باشد (۱۲). در این میان، کاهش غلظت کلسیم و افزایش نشت یونی رقم کنسروالیا به‌طور معنی‌داری بیشتر از رقم فرانتویو بوده (اطلاعات ارائه نشده است) که تأییدکننده این موضوع است.

نتیجه‌گیری

در مجموع، نتایج این پژوهش نشان داد که شوری سبب کاهش وزن خشک برگ و ریشه، ارتفاع نهال، تعداد برگ در نهال، نسبت K/Na و کسر مولی کلسیم در ریشه و برگ می‌شود. رقم فرانتویو در مقایسه با رقم کنسروالیا با توجه به ویژگی‌های رشد و غلظت برخی عناصر غذایی، نسبت به شوری تحمل بیشتری داشت. مصرف روی سبب کاهش اثر منفی شوری بر صفات مورد بررسی در هر دو رقم زیتون شد؛ اگرچه این تأثیر در رقم فرانتویو بیشتر بود.

بر اساس نتایج پژوهش حاضر، اگرچه نسبت K/Na در پژوهش‌های مختلف در شرایط شور به‌عنوان ضریب انتخاب پذیری پتاسیم و شاخصی برای بیان تحمل به شوری معرفی شده، اما در مورد زیتون، کسر مولی کلسیم، شاخص بهتری برای این منظور است. بر این اساس، پیشنهاد می‌شود در تعیین تحمل ارقام گیاهی، به‌جای استفاده از نسبت K/Na، از کسر مولی کلسیم استفاده شود.

www.SID.ir

Archive of SID

منابع مورد استفاده

۱. آمارنامه کشاورزی. ۱۳۹۲. محصولات زراعی و باغی سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱. جلد اول، دفتر آمار و فناوری اطلاعات، معاونت برنامه‌ریزی و امور اقتصاد، وزارت جهاد کشاورزی، ۳۸۵ صفحه.

۲. احمدی، م.، ع. آستارایی، پ. کشاورز و م. نصیری محلاتی. ۱۳۸۵. تأثیر شوری آب آبیاری و کود روی بر عملکرد و ترکیب شیمیایی گندم. مجله بیابان ۱۱(۱): ۱۲۹-۱۴۱.

۳. امامی، ع. ۱۳۷۵. روش‌های تجزیه گیاه. جلد اول، نشریه ۹۸۲، مؤسسه تحقیقات خاک و آب، ۱۲۰ صفحه.

۴. خوشگفتارمنش، ا. ح. ۱۳۸۶. مبانی تغذیه گیاه. انتشارات دانشگاه صنعتی اصفهان، ۴۶۳ صفحه.

۵. طالبی، م.، و. مظفری و ا. تاج آبادی پور. ۱۳۸۸. پاسخ دانهال‌های پسته رقم قزوینی به سطوح مختلف روی و کلرید سدیم. مجله پژوهش‌های خاک (علوم خاک و آب) ۲۳(۲): ۱۴۹-۱۶۱.

۶. علائی، ش. و ع. تفضلی. ۱۳۹۱. بررسی اثر شوری و تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی کینتین و سایکوسل بر تجمع عناصر (K, Na) زیتون رقم روغنی. نشریه علوم باغبانی ۲۶(۲): ۱۲۳-۱۳۱.

۷. مظفری، و. ۱۳۸۴. بررسی نقش پتاسیم، کلسیم و روی در کنترل عارضه سرخشکیدگی پسته. رساله دکتری، بخش خاک‌شناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس.

۸. همایی، م. ۱۳۸۱. واکنش گیاهان به شوری. انتشارات کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران، تهران، ۹۷ صفحه.

9. Bongi, G. and F. Loreto. 1989. Gas-exchange properties of salt stressed olive leaves. Plant Physiol. 90: 533–545.
10. Chapman, H.D. and P.F. Pratt. 1982. Methods of Analysis for Soils, Plant and Water. Div. of Agric., Univ. of Calif., Berkeley, CA, 4034 p.
11. Cramer, G.R., A. Lauchli and E. Epstein.1986. Effects of NaCl and $CaCl_2$ on ion activities in complex nutrient solutions and root growth of cotton. Plant Physiol. 81: 792–797.
12. Curtin, D., H. Steppuhn and F. Selles. 1993. Plant responses to sulfate and chloride salinity: Growth and ionic relations. Soil Sci. Soc. Am. J. 57: 1304–1310.
13. Degueldre, C., P.Y. Favarger and C. Bitea. 2004. Zirconia colloid analysis by single particle inductively coupled plasma-mass spectrometry. Anal. Chim. Acta 518: 137–142.
14. Duran Zuazo, V.H., A. Martinez-Raya, J. Aguila Ruiz and D. Franco Tarifa. 2004. Impact of salinity on macro- and micronutrient uptake in mango (*Mangifera indica* L. cv. Osteen) with different rootstocks. Spanish J. Agric. Res. 2(1): 121–133.
15. Gucci, R. and M. Tattini. 1997. Salinity tolerance in olive. Hort. Rev. 21: 177–213.
16. Heimler, D., M. Tattini, S. Picci, M.A. Coradeschi, and M.L. Praversi. 1995. Growth, ion accumulation, and lipid composition of two olive genotypes under salinity. J. Plant Nutr. 18: 1723–1734.
17. Hoagland, D.R. and D.I. Arnon. 1950. The water-culture method for growing plants without soil. University of California, College of Agriculture, Agricultural Experiment Station, Berkeley, California, 347 p.
18. Karimi, S., M. Rahemi, M. Maftoun and V. Tavallali. 2009. Effect of long-term salinity on growth and performance of two pistachio (*Pistacia vera* L.) rootstocks. J. Basic Appl. Sci. 3(3): 1630–1639.
19. Locy, R.D., C.C. Chang, B.L. Neilson and N.K. Singh. 1996. Photosynthesis in salt-adapted heterotrophic tobacco cells and regenerated plants. Plant Physiol. 110: 321–328.
20. Loupassaki, M.H., K. Chartzoulakis, N. Digalaki and I. Roulakis. 2002. Effects of salt stress on concentration of nitrogen, phosphorus, K, calcium, magnesium and sodium in leaves, shoots and roots of six olive cultivars. J. Plant Nutr. 25: 2457–2482.
21. Norvell, W.A. and R.M. Welch. 1993. Growth and nutrient uptake by barley (*Hordeum vulgare* L. cv. Herta): Studies using an N-(2-hydroxyethyl) ethylenedinitrilotriacetic acid-buffered nutrient solution technique. I. Zinc ion requirements. Plant Physiol. 101: 619–625.
22. Rafique, E., A. Rashid, J. Ryan and A.U. Bhatti. 2006. Zinc deficiency in rainfed wheat in Pakistan: Magnitude, spatial variability, and management and plant analysis diagnostic norms. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 37: 181–197.
23. Rashid, A. and J. Ryan, 2004. Micronutrients constraints to crop production in soils with Mediterranean-type characteristics: A review. J. Plant Nutr. 27: 959–975.

www.SID.ir

Archive of SID

24. Saleh, J. and M. Maftoun. 2008. Interactive effects of NaCl levels and zinc sources and levels on the growth and mineral composition of rice J. Agric. Sci. Technol. 10: 325–336.
25. Sharma, K.D., N. Singh and M.S. Kuhad. 1992. Possible role of potassium in drought tolerance in Brassica. J. Potassium Res. 8: 320–-327.
26. Tavallali, V., M. Rahemi, M. Maftoun, B. Panahi, S. Karimi, A. Ramezanian and M. Vaezpour. 2009. Zinc influence and salt stress on photosynthesis, water relations and carbonic anhydrase activity in pistachio. Sci. Hort. 123: 272–279.
27. Verma, T.S. and H.U. Neue. 1984. Effect of soil salinity level and zinc application on growth, yield and nutrient composition of rice. Plant Soil 82: 3–14.
28. White, J.G. and R.J. Zasoski. 1999. Mapping soil micronutrients. Field Crops Res. 60: 11–26.

www.SID.ir

Archive of SID

Effect of Zinc Nutrition on Growth Traits, Sodium and Potassium Concentrations and Calcium Molarity Ratio of Roots and Leaves in Two Olive Cultivars under Different Salinity Levels

M. R. Naeini[1*], M. Asna Ashari[2], A. H. Khoshgoftarmanesh[3], S. Bolandnazar[4] and M. H. Mirzapour[5]

(Received: 11 Noveber 2014 ; Accepted : 15 July 2015)

Abstract

In order to study the effect of zinc (Zn) nutrition on relative tolerance of olive (*Olea europea* L.) seedlings to salinity, a factorial pot experiment was conducted, based on completely randomized design with three replications, during fall 2013. One-year seedlings of two olive cultivars ('Frontoio' and 'Conservolea') were planted in 10-litre plastic pots containing sand and perlite (1:1 ratio) and treated with nutrient solutions having different levels of sodium chloride (0, 40, 80 and 120 mM) and Zn (0, 1 and 5 µM zinc sulfate). Results showed that salinity reduced root and leaf dry weight, seedling height, number of leaves, potassium/sodium (K/Na) ratio of roots and leaves, and calcium (Ca) molarity ratio in roots and leaves of both cultivars. With increasing Zn content to 5 µM, all the growth traits of the two cultivars were increased significantly. This trend was observed in the leaf K content and K/Na ratio of roots and leaves as well. Interaction of Zn×cultivar and salinity×cultivar was significant only on root dry weight. The Frontoio cultivar had maximum root dry weight at all salinity levels. The Zn had a positive and significant effect on root and leaf dry weight. Interactions of Zn×salinity and Zn×cultivar were not significant on leaf dry weight. Frontoio cultivar was more tolerant cultivar to salinity according to the maximum root and leaf dry weight, as well as other studied traits. Application of Zn not only raised growth indices, but also increased K absorption, K/Na ratio, and Ca molarity ratio. This role led to improved nutrition conditions and finally increased dry leaf and root weights. In general, Ca molarity ratio is more proper index in comparison with K/Na ratio to determine tolerance to salinity in the olive seedlings.

Keywords: Microelements, Tolerance to salinity, Environmental stress, K/Na ratio, Ca molarity ratio.

1. Horticulture Crops Research Department. Qom Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran.
2. Dept. of Hort., Faculty of Agric., Bu-Ali Sina Univ., Hamadan, Iran.
3. Researcher at Zist Fanavaran Novin Knowledge-based Company, Qom, Iran.
4. Researcher at Fadak Seraj Farm, Qom, Iran.
5. Faculty member, Agric. and Nat. Resour. Res. Center, Qom, Iran.
* Corresponding Author, Email: naeini2000@yahoo.com

www.SID.ir