Archive of SID

بررسی تحمل به شوری دو ژنوتیپ انتخابی انار (*Punica granatum*) در مقایسه با رقم رباب نیریز

زهرا جماعتی اردکانی، علی مومن پور[۱]*، مریم دهستانی اردکانی و مصطفی شیرمردی

دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه اردکان، اردکان، یزد، ایران.
jamaatiz@yahoo.com
استادیار مرکز ملی تحقیقات شوری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، یزد، ایران.
a.momenpour@areeo.ac.ir
استادیار گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه اردکان، اردکان، یزد، ایران.
mary_dehestani@yahoo.com
استادیار گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه اردکان، اردکان، یزد، ایران.
mos.shirmardi@gmail.com

چکیده

به‌منظور ارزیابی اثر تنش شوری بر برخی از ویژگی‌های رشدی ژنوتیپ‌های انتخاب شده انار از مناطقی با آب و خاک شور، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل با طرح کاملاً تصادفی با دو عامل ژنوتیپ و رقم درسه سطح ('پوست سیاه اردکان'، 'چاه افضل'و 'رباب نیریز') و شوری آب آبیاری درپنج سطح (یک، سه، پنج، هفت و نه دسی‌زیمنس برمتر)، و با چهار تکرار در سال ۱۳۹۷-۱۳۹۶ در سایت مرکز ملی تحقیقات شوریایران انجام شد. نتایج نشان داد که نوع ژنوتیپ و سطوح شوری بر تغییرات صفات مورفولوژیک، فیزیولوژیک و غلظت عناصر غذایی مؤثر است. در تمامی ژنوتیپ‌های مطالعه شده با افزایش سطح شوری، شاخص‌های مورد مطالعه شامل ارتفاع شاخه، قطر شاخه، تعداد برگ کل، درصد برگ‌های سبز، وزن تر و خشک اندام هوایی، محتوی آب نسبی، شاخص کلروفیل، کلروفیل a، b و کل، کاهش و درصد برگ‌های نکروزه کاهش یافت. درحالیکه درصد برگ‌های ریزش یافته، نسبت وزن تر ریشه به وزن تر اندام هوایی، درصد نشت یونی، درصد سدیم، درصد کلر، و نسبت سدیم به پتاسیم برگ‌ها افزایش یافتند، ولی میزان کاهش و افزایش در صفات اندازه‌گیری شده در بین ژنوتیپ‌های مطالعه شده با یکدیگر اختلاف معنی‌داری داشتند. در سطح شوری هفت دسی‌زیمنس برمتر، در ژنوتیپ‌های 'چاه افضل' و 'رباب نیریز به ترتیب برگ‌های نکروزه (۳٪ و ۵/۶٪)، برگ‌های ریزش یافته (۱/۰۵٪ و ۴/۸۳٪)، نشت یونی (۳/۹۵٪ و ۸/۶۰ ٪)، سدیم (۰/۳۱٪ و ۰/۶۷٪)، کلر (۰/۱۳٪ و ۰/۴۳٪)، پتاسیم (۰/۶۴٪ و ۰/۲۷٪)، و نسبت سدیم به پتاسیم (۰/۱۲ و ۰/۶۴ واحد) نسبت به گیاهان شاهد (سطح شوری ۱ دسی‌زیمنس بر متر) افزایش یافتند. درحالیکه، برگ‌های سبز (۴/۰۶٪ و ۱۰/۴۳٪)، تعداد برگ کل (۲/۶۲٪ و ۱۲/۴٪)، رطوبت نسبی (۵/۶۸٪ و ۹/۷۷٪) و کلروفیل کل (۵/۱۳٪ و ۱۴/۵۶٪) به ترتیب در ژنوتیپ‌های 'چاه افضل' و ' رباب نیریز ' نسبت به گیاهان سطح شوری یک دسی‌زیمنس بر متر (شاهد) کاهش یافتند. دراین تحقیق در مجموع، ژنوتیپ‌های 'چاه افضل' و ' رباب نیریز ' به‌ترتیب به‌عنوان متحمل‌ترین و حساس‌ترین ژنوتیپ‌ها به شوری انتخاب شدند. ژنوتیپ چاه افضل با حفظ خصوصیات رشدی خود و افزایش جذب پتاسیم در مقابل سدیم توانست به خوبی شوری تا هفت دسی‌زیمنس بر متر را تحمل نماید.

واژه‌های کلیدی: آب شور، نسبت سدیم به پتاسیم، پایه، ژنوتیپ 'پوست سیاه اردکان'

---

۱ آدرس نویسنده مسئول: یزد، مرکز ملی تحقیقات شوری.

۲- دریافت: خرداد ۱۳۹۸ و پذیرش: مرداد ۱۳۹۸

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

شوری آب و خاک یکی از اساسی‌ترین مشکلات کشاورزی در مناطق خشک و نیمه‌خشک است و شور شدن تدریجی خاک یکی از مسائل بسیار مهم در بسیاری از مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان از جمله ایران می‌باشد (حیدری شریف‌آباد، ۱۳۸۰). موقعیت جغرافیایی، کمبود نزولات آسمانی، زیاد بودن میزان تبخیر از سطح خاک از دلایل اصلی پتانسیل بالای شوری در این مناطق از لحاظ عوامل طبیعی می‌باشد (ولی‌پور و همکاران، ۱۳۸۷). در نتیجه در مناطق خشک و نیمه‌خشک، شوری خاک و آب و کمبود آب به عنوان عوامل اصلی کاهش رشد و عملکرد گیاهان به شمار می‌روند؛ بنابراین استفاده از آب‌های شور به‌منظورتولید محصولات کشاورزی، غیرقابل اجتناب است. در کل با افزایش شوری آب آبیاری بر شوری خاک نیز اضافه می‌شود که آن نیز عوامل دیگری را در رابطه با آب و گیاه تحت تأثیر قرار می‌دهد (اسکیزبرا و همکاران، ۲۰۰۹). یکی از موثرترین راهکارها برای بهره‌برداری بهتر از منابع خاک و آب شور، شناسایی و انتخاب ارقام متحمل به شوری و استفاده از آن‌ها در مناطق شور است (مانس و تستر، ۲۰۰۸)

تحقیقات نشان داده است، آستانه تحمل به شوری آب آبیاری و خاک برای درختان انار به‌ترتیب ۱/۸ و ۲/۷ دسی‌زیمنس بر متر می‌باشد به‌طوری‌که در شوری ۵/۴ دسی‌زیمنس بر متر آب آبیاری و ۸/۴ دسی‌زیمنس بر متر محلول خاک به میزان ۵۰ درصد از عملکرد آن کاسته می‌شود (ماس و هافمن، ۱۹۷۷؛ فیپس، ۲۰۰۳). بنابراین، در انار نیز همانند سایر درختان میوه، انتخاب پایه و پیوندک‌های متحمل، راهبرد بسیار مناسبی به منظور کاهش عوارض ناشی از شوری به‌ویژه در نواحی خشک کشور می‌باشد. پژوهش‌های انجام یافته نشان می‌دهند که شاخص‌های مورفولوژیک انار و سایر درختان میوه از جمله رشد طولی شاخساره، قطر تنه، ضخامت برگ‌ها و حوزه گسترش ریشه‌ها با افزایش شوری، کاهش می‌یابند که علت این کاهش رشد و عملکرد را معمولاً مربوط به سمیت یونی و تنش خشکی ناشی از افزایش پتانسیل اسمزی محلول خاک دانسته‌اند (نایینی و همکاران، ۲۰۰۵؛ مومن پور و همکاران، ۱۳۹۴؛ مومن پور و ایمانی، ۲۰۱۸؛ مومن پور و همکاران، ۲۰۱۸). در پژوهشی میزان تحمل چند رقم انار به شوری آب آبیاری با هدایت الکتریکی ۴، ۷ و ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر بررسی و گزارش شد که ارقام انار عکس‌العمل متفاوتی به سطوح مختلف شوری نشان دادند. در این تحقیق انارهای 'ملس یزدی' و 'تب و لرز' تحمل نسبتاً خوبی از خود نشان دادند به‌طوری‌که توانستند شوری هفت دسی‌زیمنس بر متر را تحمل نمایند (اخوتیان اردکانی و همکاران، ۲۰۱۰). در تحقیق دیگری اثر تنش شوری بر خصوصیات مورفولوژیک برخی از ژنوتیپ‌های انتخابی بادام (*Prunus dulcis*) پیوند شده روی پایه GF_{677} بررسی و گزارش شد، با اعمال تنش شوری و افزایش غلظت آن، شاخص‌های رشدی شامل ارتفاع شاخه، قطر شاخه، تعداد برگ کل، تعداد برگ‌های سبز، تراکم برگ روی شاخه اصلی، سطح برگ و نسبت سطح برگ، وزن تر و خشک برگ، وزن تر و خشک اندام هوایی، وزن تر و خشک ریشه، در تمامی ژنوتیپ‌های مطالعه شده، کاهش یافتند.

در مجموع، نتایج به دست آمده از این تحقیق نشان داد که نوع ژنوتیپ پیوندی، در افزایش تحمل شوری بسیار مؤثر است. در این تحقیق، رقم شاهرود ۱۲ و سهند به‌ترتیب به‌عنوان متحمل‌ترین و حساس‌ترین ارقام نسبت به تنش شوری تشخیص داده شد (مومن پور و همکاران، ۱۳۹۳). مقایسه تحمل به شوری ارقام و گونه‌های وحشی بادام نشان داده است که با افزایش سطوح شوری تا ۶۰ میلی‌مولار در لیتر، نشانه سوختگی در حاشیه برگ ارقام بادام به تدریج ظاهر و با حالت پیش رونده در طول زمان، باعث پژمردگی و در نهایت ریزش کامل برگ‌ها شد، در حالیکه گونه‌های بادام وحشی چنین علائمی را بروز ندادند (رحمانی و همکاران، ۲۰۰۳). بروز سوختگی حاشیه‌ای در برگ‌های ارقام حساس به شوری به کاهش محتوای نسبی آب و پتانسیل اسمزی و تجمع یون‌های سمی از قبیل کلر

www.SID.ir

Archive of SID

و سدیم نسبت داده شده است (کاراکاس و همکاران، ۲۰۰۰).

بررسی‌ها نشان داده که شوری علاوه بر تأثیر بر خصوصیات مورفولوژیکی، بر شاخص‌های فیزیولوژیکی گیاهان نیز تأثیرگذار است (شیبلی و همکاران، ۲۰۰۳؛ ماسایی و همکاران، ۲۰۰۴؛ مومن پور و همکاران، ۲۰۱۸؛ لیو و همکاران، ۲۰۱۸).

شیبلی و همکاران (۲۰۰۳)، با بررسی اثر شوری بر روابط آبی و محتوای یونی بادام تلخ گزارش کردند که پتانسیل اسمزی شیره یاخته‌ای برگ از منفی ۰/۴ بار در شاهد تا منفی ۱۱/۱ بار در تیمار ۱۰۰ میلی مول بر لیتر نمک کلرید سدیم افزایش یافت. ماسایی و همکاران (۲۰۰۴)، با مطالعه اثر سطوح مختلف نمک کلرید سدیم بر هلوی رقم آرمکینگ پیوند شده روی پایه‌های میروبالان Mr.S2/5 و GF_{677} نشان دادند که با افزایش غلظت نمک، محتوای نسبی آب و پتانسیل اسمزی در حالت آماس کامل در برگ‌های ترکیب پیوندی 'Arm' /'GF_{677}' کمتر از ترکیب پیوندی Arm/Mr.S2/5 کاهشیافت. این محققان علت این امر را افزایش تدریجی یون‌های سدیم با افزایش سطح شوری حتی تا دو برابر نسبت به شاهد در تیمار ۱۲۰ میلی‌مول در لیتر در ترکیب پیوندی اخیر بیان نمودند. بررسی‌ها نشان می‌دهد که شوری باعث تخریب ساختار کلروپلاست‌ها، کاهش میزان کلروفیل و عدم پایداری ترکیب‌های رنگیزه-پروتئین می‌شود (حیدری شریف آباد، ۱۳۸۰). اثر شوری بر خصوصیات فیزیولوژیک نهال‌های انار رقم Tunisia بررسی و گزارش شد با افزایش شوری محتوی کلروفیل a، b و (a+b) به‌طور معنی‌داری کاهش و نسبت کلروفیل a/b افزایش نشان داد (لیو و همکاران، ۲۰۱۸).

مکانیسم‌های مختلفی در جهت تحمل شوری وجود دارند که از جمله آن‌ها می‌توان به توزیع یکنواخت یون‌های نمکی سمی در داخل واکوئل‌های سلول، تجمع یون‌های متعادل کننده اسمزی در داخل سیتوپلاسم، قابلیت کاهش جذب کلر یا سدیم توسط ریشه‌ها و عدم انتقال کلر یا سدیم به قسمت‌های هوایی اشاره کرد (ماهاجان و توتنجا، ۲۰۰۵؛ اسکیزربا و همکاران، ۲۰۰۸؛ اسکیزربا و همکاران، ۲۰۰۹). ماستروگیانیدو و همکاران (۲۰۱۶)، پاسخ انار 'Wonderful' را به شوری ایجاد شده توسط نمک‌های NaCl، KCl و Na_2SO_4 بررسی و گزارش کردند، مقادیر بالای نمک منجر به کاهش معنی‌دار مقدار نیتروژن و پتاسیم در برگ گیاهان شد. ابراهیم (۲۰۱۶)، به‌منظور بررسی اثر شوری بر رشد و ترکیبات شیمیایی برگ انار، آزمایشی در سیستم هیدروپونیک روی نهال‌های دو ساله دو رقم Wonderful و Manfalouty در شرایط گلخانه انجام داد. در این آزمایش 'Wonderful' نسبت به 'Manfalouty' تحمل بیشتری نسبت به شوری نشان داد. آنالیز شیمیایی برگ‌های بالغ دو رقم انار نشان داد که 'Wonderful' نسبت به 'Manfalouty' دارای مقادیر بالاتری N، K، Mg، Fe و Zn بود. در آزمایش دیگری اثر تنش شوری ناشی از کلرور سدیم بر غلظت و توزیع یون‌ها در قلمه‌های ریشه‌دار شده سه رقم تجاری انار به نام‌های 'آلک ترش'، 'ملس ترش' و 'ملس شیرین' مورد مطالعه قرار گرفت، نتایج نشان داد با افزایش غلظت کلرور سدیم، غلظت‌های سدیم، کلر و پتاسیم در بافت‌ها افزایش ولی غلظت کلسیم، منیزیم و نیتروژن کاهش یافت. بر اساس نتایج این آزمایش، قلمه‌های انار تا سطح ۴۰ میلی‌مولار، سدیم را در سلول‌های ریشه انباشته کرده و از انتقال آن به بخش‌های هوایی گیاه ممانعت کردند. با این وجود در شوری‌های بالاتر، به علت اشباع شدن ظرفیت سلول‌های ریشه از سدیم، انتقال این عنصر از ریشه به سمت اندام‌های هوایی صورت گرفت (نایینی و همکاران، ۲۰۰۵).

علی رغم وجود اطلاعاتی در زمینه تأثیر تنش شوری بر خصوصیات مورفولوژیک، فیزیولوژیک، بیوشیمیایی و تغییرات غلظت عناصر غذایی انار، ارقام و ژنوتیپ‌های فراوانی وجود دارند که هنوز مورد بررسی قرار نگرفته‌اند، لذا لازم است که ارقام و ژنوتیپ‌های بیشتری در جهت تحمل به شوری مورد بررسی قرار گیرند تا در نهایت اطلاعات حاصل از مجموع تحقیقات انجام شده منجر به

www.SID.ir

Archive of SID

معرفی متحمل‌ترین ارقام و ژنوتیپ‌ها به شوری شود. لذا تحقیق حاضر با هدف بررسی اثر تنش شوری بر خصوصیات رشدی دو ژنوتیپ انتخاب شده انار از مناطقی با آب و خاک شور در مقایسه با رقم تجاری رباب نیریز و انتخاب متحمل‌ترین ژنوتیپ(ها) به شوری برای استفاده احتمالی به عنوان پایه در تحقیقات آتی انجام شد.

مواد و روش‌ها

تهیه موادگیاهی و شرایط آزمایش

این تحقیق در قالب یک آزمایش فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی با دو فاکتور ژنوتیپ در سه سطح و شوری آب آبیاری در پنج سطح و با چهار تکرار در سال ۱۳۹۷-۱۳۹۶ در سایت مرکز ملی تحقیقات شوری انجام شد. ژنوتیپ‌های مورد مطالعه شامل 'پوست سیاه اردکان'، 'چاه افضل' و 'رباب نیریز' و شوری آب آبیاری شامل یک، سه، پنج، هفت و نه دسی‌زیمنس بر متر، بودند. به‌منظور انجام این تحقیق، ابتدا از گیاهان مادری (پوست سیاه اردکان و رباب نیریز) واقع در کلکسیون ذخایر ژنتیکی انار در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان یزد، قلمه‌های خشبی به طول ۳±۲۷ سانتی‌متر و قطر ۱±۱۰ میلی‌متر در دهه سوم بهمن ماه ۱۳۹۶ تهیه شد. همچنین به منظور تکثیر ژنوتیپ چاه افضل، قلمه‌گیری از یکی از درختان شناسایی شده در این منطقه که تحت شرایط آب و خاک شور رشد کرده بود و دارای وضعیت مطلوبی از نظر رشد رویشی و کمیت و کیفیت میوه داشت، هم‌زمان با سایر ژنوتیپ‌های مطالعه شده انجام شد. سپس قلمه‌ها به مدت پنج ثانیه در محلول ایندول بوتریک اسید با غلظت ۲۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر قرار گرفتند و در کیسه‌های پلاستیکی حاوی ماسه کشت و در داخل گلخانه ریشه‌دار شدند. سپس قلمه‌های ریشه‌دار شده یکنواخت و یک اندازه از نظر طول و قطر انتخاب و در اوایل اردیبهشت ماه ۱۳۹۷ در داخل گلدان‌های ۱۵ کیلویی حاوی خاکی با بافت لوم بازکشت شدند (جدول ۱). پس از رشد کافی گیاهان و از اوایل تیرماه (جدول ۲)، تیمار شوری آغاز شد و به مدت سه ماه (۱۳ هفته) ادامه یافت (اخوتیان اردکانی و همکاران، ۲۰۱۰؛ مومن پور و همکاران، ۱۳۹۴).

جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده

ویژگی	نماد	مقدار	ویژگی	نماد	مقدار
رطوبت اشباع (درصد)	S.P	۳۸/۰۵	شن (درصد)	Sand	۴۷
رطوبت ظرفیت زراعی (درصد)	FC	۲۶/۳	سیلت (درصد)	Silt	۳۵
رطوبت نقطه پژمردگی (درصد)	PWP	۱۳/۵۰	رس (درصد)	Clay	۱۸
شوری (دسی‌زیمنس بر متر)	ECe	۶/۴۸*	بافت	Texture	لوم
واکنش خاک	pH	۷/۷۷	پتاسیم قابل جذب (میلی‌گرم در کیلوگرم خاک)	$K_{avr.}$	۲۲۷
نیتروژن (درصد)	N	۰/۱۰	فسفر قابل جذب (میلی‌گرم در کیلوگرم خاک)	$P_{avr.}$	۱۴/۴۹
کربن آلی (درصد)	O.C	۱/۰۱			

*: قبل از انتقال گیاهان به گلدان‌ها، خاک مورد استفاده با آب شهری (۰/۶ دسی‌زیمنس بر متر) سه مرتبه آبشویی شد و هدایت الکتریکی اولیه خاک به کمتر از ۱ دسی‌زیمنس بر متر، کاهش یافت

جدول ۲- وضعیت رشدی ژنوتیپ‌های مورد مطالعه انار در شروع اعمال تنش شوری

ارقام	ارتفاع شاخه اصلی (سانتی‌متر)	قطر شاخه اصلی (میلی‌متر)	تعداد انشعابات	تعداد برگ
پوست سیاه اردکان	۲۲/۸۵	۲/۹۲	۲	۴۶/۷
چاه افضل	۳۳/۸	۲/۸۵	۳/۲	۷۴/۲
رباب نیریز	۲۷/۹۵	۲/۲۷	۱/۸	۶۴/۰۵

www.SID.ir

Archive of SID

اعمال تیمار تنش شوری

به‌منظور اعمال تیمارهای شوری یک، سه، پنج، هفت و نه دسی‌زیمنس‌برمتر، از آب بسیار شور منطقه عقدا، استفاده شد که ترکیب رقیق شده آن در جدول ۳ ارائه شده است. همچنین، برای اجتناب از ایجاد شوک ناگهانی و پلاسمولیز، افزودن نمک‌ها به‌صورت تدریجی انجام و در مدت یک هفته به غلظت نهایی رسانده شد. بدین منظور، ابتدا گیاهان با تیمارهای یک، سه و پنج دسی‌زیمنس بر متر، آبیاری شدند و برای اعمال تیمارهای شوری با غلظت‌های هفت و نه دسی‌زیمنس بر متر، در مرتبه دوم گیاهان با تیمار هفت دسی‌زیمنس بر متر آبیاری شدند و در نهایت در مرتبه سوم گیاهانی که قرار بود با تیمار نه دسی‌زیمنس‌برمتر تیمار شوند، با این غلظت از نمک موجود در آب، آبیاری شدند. میزان رطوبت خاک گلدان‌ها در سطح ظرفیت مزرعه[1]، قبل از انتقال گیاهان به گلدان، به کمک دستگاه صفحه فشار مدل (F1, USA) تعیین شد. آبیاری گلدان‌ها با توجه به تغییرات وزن آن‌ها و نیاز آبشویی، انجام می‌شد. برای این منظور، ابتدا وزن خاک خشک گلدان‌ها، نقطه ظرفیت زراعی، نقطه پژمردگی تعیین شد (جدول ۱). سپس میزان آب مورد نیاز برای رسیدن خاک مورد آزمایش به حد ظرفیت زراعی محاسبه شد (مانس و تستر، ۲۰۰۸). زمانی که ۵۰ درصد آب قابل استفاده گیاه مصرف شده بود، مجدداً آبیاری انجام می‌شد و در هر مرتبه آبیاری حدود ۰/۱±۲/۱ لیتر آب به گلدان‌ها داده می‌شد به‌طوری‌که در طی دوره آزمایش (۹۱ روز)، تیمارهای شوری یک و سه دسی-زیمنس بر متر ۲۵ نوبت، تیمار شوری پنج دسی‌زیمنس بر متر ۲۴ نوبت، تیمار شوری هفت دسی‌زیمنس بر متر ۲۳ نوبت و تیمار شوری نه دسی‌زیمنس بر متر ۲۲ نوبت آبیاری شدند. تعداد دفعات کمتر آبیاری در سطوح پنج، هفت و نه دسی‌زیمنس بر متر ر به دلیل کاهش سرعت رشد گیاهان و کاهش تبخیر و تعرق توسط آن‌ها از یک طرف و وجود نمک بیشتر در خاک این گلدان‌ها بود. این شرایط باعث حفظ رطوبت به مدت بیشتری شده و فاصله زمان بین دو آبیاری در این تیمارها را افزایش می‌داد و در نتیجه تعداد دفعات آبیاری در تیمارهای شوری با غلظت‌های بالاتر در طول دوره آزمایش نسبت به گیاهان شاهد، کاهش یافت. به‌منظور اطمینان از انجام نیاز آبشویی خاک گلدان‌ها، پس از هرنوبت آبیاری، هدایت الکتریکی و حجم زه آب خروجی ۳۳ درصد گلدان‌ها (یک تکرار از هر رقم در هر تیمار) اندازه‌گیری می‌شد. همچنین به‌منظور کنترل بیشتر رعایت آبشویی، در طول آزمایش (هر ۳۰ روز یک‌مرتبه) و در پایان آزمایش نیز نمونه خاک، از هر یک از سطوح اعمال تیمار شوری تهیه و هدایت الکتریکی و pH آن‌ها اندازه‌گیری شدند (جدول ۴). در مجموع در طول مدت این آزمایش، کسر آبشویی به طور میانگین ۳± ۲۱٪ بود.

جدول ۳- ویژگی‌های کیفی آب بسیار شور منطقه عقدا پس از رقیق شدن به نسبت ۱ به ۲۰ با آب شهری

هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)	واکنش آب (pH)	سدیم (میلی‌گرم در لیتر)	کلر (میلی‌گرم در لیتر)	کلسیم (میلی‌گرم در لیتر)	منیزیم (میلی‌گرم در لیتر)	بی‌کربنات (میلی‌گرم درلیتر)	کربنات (میلی‌گرم درلیتر)	سولفات (میلی‌گرم درلیتر)
۲۵/۱	۷/۹۱	۲۱۱/۳	۲۲۳/۱۱	۲۲/۰۵	۲۹/۵۲	۲/۷۷	۰	۱۹/۵

جدول ۴- میانگین مقادیر شوری و واکنش خاک مورد استفاده در گلدان‌ها پس از اعمال تنش شوری باسطوح مختلف

تیمارهای شوری آب (دسی‌زیمنس بر متر)	شوری خاک (دسی‌زیمنس بر متر)	واکنش خاک (pH)
۱	۱/۵۱	۷/۵۷
۳	۳/۷۷	۷/۵۶
۵	۶/۱۵	۷/۶۰
۷	۹/۲۹	۷/۶۹
۹	۱۲/۵۹	۷/۷۷

[1] Field capacity

www.SID.ir

Archive of SID

اندازه‌گیری صفات

به‌منظور ثبت میزان تغییرات قطر، ارتفاع، تعداد برگ سبز و تعداد انشعابات گیاهان مورد نظر، قبل از شروع اعمال تیمار شوری، قطر و ارتفاع آنها اندازه گیری شد و تعداد انشعابات و تعداد برگ‌های سبز آن‌ها یاداشت گردید و مجدداً صفات مورد نظر در پایان آزمایش اندازه‌گیری شدند و مقادیر افزایش یافته محاسبه گردید (مومن پور و همکاران، ۱۳۹۳). به‌منظور اندازه‌گیری درصد برگ‌های نکروزه، در پایان آزمایش تعداد برگ‌های نکروزه شمارش و بر تعداد کل برگ‌ها تقسیم شدند. همچنین به منظور اندازه‌گیری درصد برگ‌های ریزش یافته، در طول مدت آزمایش، تعداد برگ‌های ریزش یافته تا پایان آزمایش یادداشت و بر تعداد کل برگ‌ها تقسیم شدند. درصد برگ-های سبز گیاهان از طریق تفاضل درصد کل برگ‌ها از (درصد برگ‌های ریزش یافته + درصد برگ‌های نکروزه) محاسبه شدند (مومن پور و همکاران، ۲۰۱۸).

به منظور اندازه‌گیری وزن تر و خشک برگ‌ها، شاخه اصلی و انشعابات شاخه اصلی، این قسمت‌هادر پایان آزمایش از گیاهان جدا و وزن شدند و سپس به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۵ درجه سانتی گراد قرار داده شدند و وزن خشک آن‌ها محاسبه شد. به منظور اندازه‌گیری وزن تر و خشک ریشه، پس از خارج نمودن آن‌ها از داخل خاک، ریشه‌ها از محل اتصال آن‌ها به شاخه جدا و کاملاً با آب مقطر شست و شو داده شدند و بعد از حذف رطوبت اضافی، وزن تر آن‌ها اندازه‌گیری شد. سپس به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند و وزن خشک ریشه‌ها محاسبه شد (مومن پور و ایمانی، ۲۰۱۸). به منظور اندازه‌گیری سطح برگ گیاهان، هشت برگ از قسمت بالایی شاخه، (واقع در گره‌های پنجم و ششم انتهای شاخه اصلی)، انتخاب و سطح آن‌ها در پایان آزمایش با استفاده از دستگاه سنجش سطح برگ مدل (LI-Cor, Li 1300, USA)، اندازه‌گیری شد (مومن پور و همکاران، ۲۰۱۸).

شاخص کلروفیل با استفاده از کلروفیل‌متر مدل (Spad 502 Minolota) اندازه‌گیری شد. به منظور اندازه‌گیری میزان کلروفیل های a، b و کل، ۰/۲ گرم از بافت تازه برگ-های شاخه اصلی توزین و در هاون چینی توسط استون ۸۰ درصد عصاره‌گیری شد. از محلول فوقانی حاصل پس از عمل سانتریفیوژ برای اندازه‌گیری کلروفیل استفاده شد و میزان جذب نور برای کلروفیل a و b به ترتیب در طول موج‌های ۶۶۳ و ۶۴۵ نانومتر توسط دستگاه اسپکتروفتومتر (مدل DR2000)، اندازه‌گیری شد (آرنون، ۱۹۴۹).

به منظور اندازه‌گیری محتوی نسبی آب برگ (RWC)، در پایان آزمایش، از هر گیاه چهار برگ کامل از قسمت بالایی شاخه (واقع در گره‌های پنجم و ششم انتهای شاخه اصلی)، انتخاب شدند. پس از اندازه‌گیری وزن تر (FW)، به مدت ۲۴ ساعت در دمای چهار درجه سانتی‌گراد در داخل آب مقطر در شرایط تاریکی قرار داده شدند تا آماس نمایند. بعد از خارج کردن برگ‌ها از آب مقطر و حذف رطوبت اضافی، وزن آماس آنها اندازه‌گیری شد (TW). سپس نمونه‌ها به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند تا وزن خشک (DW) آن‌ها اندازه‌گیری شوند. در نهایت میزان نسبی آب برگ از طریق رابطه زیر محاسبه شد (رابطه ۱)، (یاماساکی و دلینبرگ، ۱۹۹۹).

$$RWC= [(FW-DW) / (TW-DW)] \times 100 \quad (۱)$$

به‌منظور اندازه‌گیری نشت یونی نسبی، در پایان آزمایش، ۰/۵ گرم برگ از هر رقم جداگانه وزن و در داخل ویال‌های شیشه‌ای ریخته شدند و ۲۵ میلی‌لیتر آب مقطر به آن‌ها اضافه شد. نمونه‌ها به مدت ۲۴ ساعت درون شیکر با دمای ۲۴ درجه سانتی‌گراد و با سرعت ۱۲۰ دور در دقیقه قرار داده شدند و پس از ۲۴ ساعت میزان هدایت الکتریکی اولیه (LT)، آن‌ها به وسیله دستگاه EC متر دیجیتالی (مدل Metrohm 644) اندازه‌گیری شدند. سپس نمونه‌ها به مدت یک ساعت در حمام بن ماری در دمای ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند و مجدداً به مدت دو ساعت شیکر شدند و میزان هدایت الکتریکی نهایی (LO) آن‌ها

www.SID.ir

Archive of SID

اندازه‌گیری شد و در نهایت درصد نشت یونی طبق فرمول (LT/LO)×۱۰۰ محاسبه شد (لوتس و همکاران، ۱۹۹۹۵). به‌منظور اندازه‌گیری عناصر غذایی، پس از اتمام دوره آزمایش، برگ‌ها جدا شدند و پس از شستشوی دقیق، به مدت ۴۸ ساعت در آون با دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند. پس از خشک شدن برگ‌ها، نمونه‌ها با آسیاب برقی به صورت پودر شدند. پس از تهیه خاکستر از مواد گیاهی در دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد، عصاره‌گیری با استفاده از ۱۰ میلی لیتر کلریدریک اسید دو نرمال و آب مقطر و رساندن به حجم ۵۰ میلی‌لیتر انجام شد. در نهایت غلظت سدیم و پتاسیم در عصاره با دستگاه فلیم‌فتومتر (Jenway, PFP7, England) اندازه‌گیری شدند (امامی، ۱۹۹۶).

به منظور اندازه‌گیری کلر، ۰/۱ گرم از برگ‌های خشک‌شده در آون با استفاده از ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۰۱ گرم وزن و سپس به ارلن مایر ۵۰ میلی‌لیتری منتقل شدند. به نمونه‌ها ۲۵ میلی‌لیتر آب مقطر جوش اضافه‌شد و سپس به مدت یک ساعت روی شیکر با ۱۲۰ دور در دقیقه قرار گرفتند و عصاره‌ها در چند مرحله کاملاً صاف شدند و با آب مقطر به حجم رسانده شدند. ۱۰ میلی‌لیتر از عصاره‌ها برداشته شدند و چهار قطره دی‌کرومات پتاسیم به آن‌ها اضافه شد و با محلول نیترات نقره ۰/۰۵ نرمال تا ظهور رنگ قرمزآجری تیتر شدند. مقدار نیترات نقره مصرفی برای نمونه‌ها یادداشت و درصد کلر با استفاده از فرمول زیر محاسبه شد (رابطه ۲)، (کریمی و حسن پور، ۲۰۱۴).

$$\text{کلر درصد} = \frac{\text{مصرفی نقره نیترات} \times \text{نقره نیترات نرمالیته} \times ۵/۳۵ \times ۱۰۰ \times \text{کل حجم}}{\text{نمونه وزن} \times \text{عصاره حجم} \times ۱۰۰} \quad (۲)$$

تجزیه آماری

تجزیه و تحلیل داده‌های آماری، با استفاده از نرم-افزار SAS (نسخه ۹/۱)، انجام و مقایسه میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن و نرم‌افزار MSTATC (ورژن ۱۰. ۲)، صورت گرفت.

نتایج و بحث

اثر برهمکنش شوری و ژنوتیپ بر صفات مورفولوژیک اندازه‌گیری شده

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد، برهمکنش شوری و ژنوتیپ بر ارتفاع نهایی شاخه، میزان ارتفاع افزایش یافته، قطر نهایی شاخه و میزان قطر افزایش یافته در سطح احتمال پنج درصد، معنی‌دار بود (جدول ۵). بر اساس نتایج به‌دست آمده (جدول ۵)، میزان قطر نهایی شاخه و میزان افزایش آن در طی دوره اعمال تیمارها، با افزایش غلظت شوری آب آبیاری، در تمامی ژنوتیپ‌ها کاهش یافت به‌طوریکه کمترین قطر شاخه در تمامی ژنوتیپ‌های مطالعه شده در تیمار نه دسی‌زیمنس بر متر، مشاهده شد. میزان تغییرات قطر شاخه در ژنوتیپ‌های 'چاه افضل' و 'پوست سیاه اردکان' معنی‌دار نبود و تنها تغییر قطر در رقم رباب نیریز که با تیمار نه دسی‌زیمنس بر متر آبیاری شده بودند، معنی‌دار بود. در طی دوره اعمال تیمارها، در این ژنوتیپ و در سطح شوری نه دسی‌زیمنس بر متر قطر شاخه اصلی تنها ۰/۴۶ میلی‌متر افزایش یافته بود. نتایج نشان داد میزان ارتفاع نهایی شاخه اصلی و میزان افزایش آن در طی دوره اعمال تیمارها، با افزایش شوری آب آبیاری در تمامی ژنوتیپ‌ها کاهش یافت. میزان تغییرات ارتفاع در ژنوتیپ‌ها با یکدیگر اختلاف معنی‌داری را نشان داد. تغییر ارتفاع شاخه اصلی در ژنوتیپ پوست سیاه اردکان و رقم رباب نیریز در سطح شوری هفت دسی‌زیمنس بر متر و در ژنوتیپ چاه افضل در سطح شوری نه دسی‌زیمنس بر متر نسبت به شاهد معنی‌دار بود (جدول ۵). در ژنوتیپ پوست سیاه اردکان و رقم رباب نیریز میزان تغییر ارتفاع شاخه اصلی در سطوح شوری هفت و نه دسی‌زیمنس بر متر نسبت به گیاهان شاهد معنی‌دار بود اما میزان تغییر ارتفاع شاخه اصلی در طی دوره اعمال تنش شوری در ژنوتیپ چاه افضل معنی‌دار نبود. ارتفاع شاخه اصلی در ژنوتیپ چاه افضل در سطح شوری نه دسی‌زیمنس بر متر، ۱۰/۸۱ سانتی‌متر افزایش یافته بود در حالیکه میزان افزایش ارتفاع شاخه اصلی در این سطح از شوری در'رباب نیریز' تنها

www.SID.ir

Archive of SID

۵/۰۱ سانتی‌متر بود. از آن جا که پدیده رشد حاصل فعالیت-های حیاتی در شرایطی است که گیاه بایستی آب کافی در اختیار داشته باشد، در صورت عدم تأمین آب مورد نیاز به دلیل کاهش فشار تورژسانس در سلول‌های در حال رشد و اثر بر طول سلول‌ها، ارتفاع گیاه کمتر افزایش می‌یابد (مانس و تستر، ۲۰۰۸). تنش اسمزی در مرحله اول تنش شوری موجب کاهش محتوای آب سلول‌ها شده و طویل شدن آن‌ها را با مشکل روبه رو می‌کند و حتی پس از ایجاد تعادل اسمزی و تأمین فشار اسمزی مجدد سلول‌ها، گسترش و طویل شدن آن‌ها به کندی صورت می‌گیرد (مانس و تستر، ۲۰۰۸).

جدول ۵- مقایسه میانگین برهمکنش ژنوتیپ و تنش شوری بر خصوصیات مورفولوژیک گیاهان انار مورد بررسی

رقم	سطوح شوری (دسی-زیمنس‌برمتر)	ارتفاع نهایی (سانتیمتر)	افزایش ارتفاع پیوندک (سانتیمتر)	تعداد انشعابات نهایی	تعداد انشعابات افزایش یافته	قطر نهایی شاخه اصلی (میلیمتر)	افزایش قطر شاخه اصلی (میلیمتر)
Pr > F	-	۰/۰۳۲۳>	۰/۰۲۲۸>	۰/۰۶۴۸>	۰/۰۶۶۸>	۰/۰۴۴۱>	۰/۰۴۴۶>
رباب نیریز	۱	۳۸/۸۲ e	۱۰/۷۵ bc	۵/۷۵ a-d	۳/۷۵ ab	۳/۵۹ a-c	۱/۱۰ a-c
رباب نیریز	۳	۳۸/۸۷ e	۱۰/۶۵ c	۶/۲۵ a-c	۴/۲۵ a	۳/۴۵ a-c	۱/۱۱ a-c
رباب نیریز	۵	۳۷/۵۲ e	۹/۰۳ cd	۵/۵۰ a-d	۳/۵ a-c	۳/۳۴ bc	۱/۰۵ a-d
رباب نیریز	۷	۳۵/۵۵ f	۶/۸۷ f	۵/۰۰ a-d	۳/۲۵ a-d	۳/۲۱ c	۰/۸۰ cd
رباب نیریز	۹	۳۰/۳۷ h	۵/۰۱ g	۴/۰۰ cd	۲/۵۰ b-d	۲/۰۹ d	۰/۴۶ d
چاه افضل	۱	۴۸/۸۵ ab	۱۴/۹۰ a	۷/۰۰ ab	۴/۰۰ ab	۳/۹۵ a-c	۱/۰۴a-d
چاه افضل	۳	۴۹/۹۵ a	۱۴/۹۲ a	۷/۲۵ a	۴/۰۰ ab	۳/۸۵ a-c	۱/۰۴ a-d
چاه افضل	۵	۴۷/۹۶ b	۱۴/۰۹ a	۷/۲۳ a	۳/۷۰ ab	۳/۹۰ a-c	۱/۰۱ a-d
چاه افضل	۷	۴۵/۷۵ bc	۱۲/۰۸ ab	۶/۷۵ ab	۳/۵۰ a-c	۳/۸۳ a-c	۰/۹۹ a-d
چاه افضل	۹	۴۲/۲۸ d	۱۰/۸۱ bc	۶/۲۵ a-c	۳/۳۰ a-d	۳/۶۵ a-c	۰/۸۷ b-d
پوست سیاه اردکان	۱	۳۳/۹۷ fg	۱۰/۱۰ cd	۴/۷۵ b-d	۲/۷۵ a-d	۴/۴۸ a	۱/۵۲ a
پوست سیاه اردکان	۳	۳۴/۷۲ fg	۱۰/۲۲ cd	۴/۹۷ a-d	۲/۷۷ a-d	۴/۴۳ ab	۱/۵۰ ab
پوست سیاه اردکان	۵	۳۳/۵۲ g	۹/۷۸ c-e	۴/۶۰ b-d	۲/۵۰ b-d	۴/۳۸ ab	۱/۴۸ ab
پوست سیاه اردکان	۷	۳۰/۵۳ h	۸/۸۳ e	۴/۲۵ cd	۲/۰۰ cd	۴/۱۷ a-c	۱/۲۵ a-c
پوست سیاه اردکان	۹	۲۶/۵۵ i	۶/۷۷ f	۳/۳۵ d	۱/۸۰ d	۳/۸۷ a-c	۰/۹۹ a-d

میانگین‌هایی که در هر ستون و برای هر صفت دارای حروف مشابه هستند، بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد، برهمکنش شوری و ژنوتیپ بر درصد برگ‌های نکروزه، ریزش یافته و سبز در سطح احتمال یک درصد و بر تعداد برگ گل، تعداد برگ افزایش یافته در طی دوره اعمال تنش شوری و سطح برگ کل در سطح احتمال پنج درصد، معنی‌دار بود.

نتایج حاصل از بررسی تعداد برگ کل تحت اعمال تنش شوری نشان داد که تعداد برگ‌های گیاهان با افزایش غلظت شوری کاهش یافت ولی میزان کاهش در تعداد برگ‌ها در بین ژنوتیپ‌های مختلف با یکدیگر اختلاف معنی‌داری را نشان داد. بیشترین میزان برگ در گیاهان شاهد ژنوتیپ 'چاه افضل' (۲۱۹/۲۵ برگ) و کمترین مقدار آن در رقم 'رباب نیریز' تحت تیمار نه دسی‌زیمنس بر متر (۱۵۳/۵۰ برگ) مشاهده شد. میزان کاهش در تعداد برگ کل تنها در رقم 'رباب نیریز' و در سطح شوری نه دسی-زیمنس بر متر نسبت به گیاهان شاهد معنی‌دار بود (جدول ۶). در این رقم در سطح شوری نه دسی‌زیمنس بر متر در طی دوره اعمال تنش شوری تعداد برگ‌ها ۸/۵۰ عدد افزایش یافته بود در حالیکه در ژنوتیپ‌های 'چاه افضل' و 'پوست سیاه اردکان' تعداد برگ‌ها به‌ترتیب ۱۵/۸۰ و ۱۱/۲۰ عدد افزایش یافته بود. پژوهش‌های انجام یافته، نشان می‌دهند که شاخص‌های مورفولوژیک انار و سایر درختان با افزایش شوری، کاهش می‌یابند. تنش شوری همانند خشکی به دلیل دخالت سازوکار اسمزی، سبب محدودیت دسترسی به آب شده و به سرعت باعث کاهش روند رشد

www.SID.ir

Archive of SID

گیاه همراه با تغییرات متابولیکی می شود که شبیه به تاثیرات تنش خشکی است (نایینی و همکاران، ۲۰۰۵؛ ابراهیم، ۲۰۱۶؛ طاوسی و همکاران، ۲۰۱۶؛ مومن پور و همکاران، ۲۰۱۸؛ مومن پور و ایمانی، ۲۰۱۸).

نتایج حاصل از بررسی برهمکنش ژنوتیپ و تنش شوری بر درصد برگ‌های سبز، برگ‌های نکروزه و برگ-های ریزش یافته نشان داد که با اعمال تنش شوری و افزایش غلظت آن، در تمامی ژنوتیپ‌های مورد مطالعه، درصد برگ‌های سبز کاهش و درصد برگ‌های نکروزه و ریزش یافته، افزایش یافت (جدول ۶). درصد برگ‌های ریزش یافته و نکروزه شده در رقم 'رباب نیریز' در سطح شوری نه دسی‌زیمنس بر متر به ترتیب (۷/۸۵ و ۸/۲۰ درصد) بود به‌طوریکه در پایان آزمایش ۸۴/۹۳ درصد از برگ‌ها سبز بودند. در ژنوتیپ 'پوست سیاه اردکان' (۹۱/۱۲ درصد) از برگ‌ها سبز بودند. بیشترین درصد برگ‌های سبز در سطوح شوری هفت و نه دسی‌زیمنس بر متر به‌ترتیب به میزان (۹۵/۹۴ و ۹۳/۷۷ درصد) در ژنوتیپ 'چاه افضل' مشاهده شد. در این ژنوتیپ درصد برگ‌های سبز تنها در سطح شوری نه دسی‌زیمنس بر متر به‌طور معنی‌داری نسبت به گیاهان شاهد کاهش یافته بود (جدول ۶). با توجه به میزان آسیب‌های ظاهری، ژنوتیپ 'چاه افضل' داری وضعیت مطلوبتری نسبت به سایر ژنوتیپ‌های بررسی شده در این تحقیق بود به‌طوریکه در این ژنوتیپ، میزان ریزش برگ در سطوح بالای شوری نسبت به گیاهان شاهد معنی‌دار نبود. این نتایج با نتایج راحمی و همکاران (۲۰۰۸) و مومن پور و همکاران (۲۰۱۸)، مطابقت داشت. صدمات اصلی سدیم در ارتباط با انباشت یون سدیم در بافت برگ می باشد و نتیجه‌اش نکروزه و پیر شدن برگ‌ها در نوک و حاشیه آن‌هاست که پس از مدتی در تمامی سطح برگ ادامه می‌یابد و کاهش رشد محصول در مدت زمان کوتاهی اتفاق می‌افتد. وقتی گیاهان در مدت زمان بیشتری در معرض شوری باشند، صدمات ویژه سدیم، بسته به میزان انباشت این یون، آشکار می‌شود که علاوه بر صدمات اسمزی در گیاهان می‌باشد (مانس، ۲۰۰۲).

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد، برهمکنش شوری و ژنوتیپ بر وزن تر و خشک اندام هوایی و نسبت وزن تر ریشه به وزن تر اندام هوایی در سطح احتمال پنج درصد، معنی‌دار بود. افزایش وزن تر و خشک اندام هوایی در تمامی ژنوتیپ‌های مورد مطالعه، با اعمال تنش شوری و افزایش غلظت آن، کاهش یافت. این کاهش در افزایش وزن تر و خشک اندام هوایی تنها در'رباب نیریز' و در سطح شوری نه دسی‌زیمنس بر متر نسبت به گیاهان شاهد معنی-دار بود. کاهش در افزایش وزن تر و خشک اندام هوایی در ژنوتیپ‌های چاه افضل و پوست سیاه اردکان نسبت به گیاهان شاهد معنی‌دار نبود (جدول ۷). این نتایج حاکی از آن است که ژنوتیپ‌های چاه افضل و پوست سیاه اردکان در شرایط اعمال تنش شوری خصوصیات رشدی خود را بهتر حفظ کردند و تحمل آنها نسبت به تنش شوری از'رباب نیریز'، بیشتر بود. این نتایج با نتایج اخوتیان اردکانی و همکاران (۲۰۱۰) مطابقت داشت. در مطالعه آنها نیز به عکس‌العمل متفاوت ارقام مختلف انار نسبت به تنش شوری، اشاره شده است.

نسبت وزن تر ریشه به وزن تر اندام هوایی با اعمال تنش شوری و افزایش غلظت آن در تمامی ژنوتیپ-های بررسی شده، افزایش یافت. بیشترین نسبت وزن تر ریشه به وزن تر اندام هوایی در گیاهانی که با شوری نه دسی‌زیمنس بر متر آبیاری شده بودند، مشاهده شد. گزارش شده است، در شرایط تنش شوری، میزان فتوسنتز در گیاهان به طور معنی‌داری کاهش می یابد که منتج به کاهش در ماده سازی و میزان رشد اندام هوایی می‌شود. از طرفی تأثیر تنش شوری بر میزان کاهش در رشد ریشه معمولاً کمتر از رشد ساقه می باشد (رویز سانچز و همکاران، ۲۰۱۰؛ مومن پور و ایمانی، ۲۰۱۸).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۶-مقایسه میانگین برهمکنش ژنوتیپ و تنش شوری بر خصوصیات مورفولوژیک و آسیب‌های ظاهری گیاهان انار مورد بررسی

رقم	سطوح شوری (دسی‌زیمنس-برمتر)	تعداد برگ کل	تعداد برگ افزایش یافته شاخه اصلی	برگ‌های نکروزه (٪)	برگ‌های ریزش یافته (٪)	برگ‌های سبز (٪)	سطح برگ کل (سانتیمترمربع)
Pr > F	-	۰/۰۴۹۱>	۰/۰۴۴۴>	۰/۰۰۰۱>	۰/۰۰۰۱>	۰/۰۰۰۱>	۰/۰۴۵۵>
رباب نیریز	۱	۱۹۳/۵۰ ab	۲۰/۲۵ ab	۰/۰۰ f	۰/۰۰ e	۱۰۰/۰۰ a	۶/۳۱ ab
رباب نیریز	۳	۱۹۲/۰۰ ab	۲۰/۷۵ ab	۰/۰۰ f	۰/۰۰ e	۱۰۰/۰۰ a	۶/۱۶ ab
رباب نیریز	۵	۱۸۸/۷۵ a-c	۱۸/۰۰ a-c	۳/۱۴ de	۲/۳۴ c	۹۴/۵۲ cd	۵/۹۲ a-c
رباب نیریز	۷	۱۶۹/۵۰ a-c	۱۴/۲۰ b-d	۵/۶۰ bc	۴/۸۳ b	۸۹/۵۷ f	۵/۲۴ a-c
رباب نیریز	۹	۱۵۳/۵۰ cd	۸/۵۰ d	۸/۲۰ a	۷/۸۵ a	۸۴/۹۳ g	۴/۰۰ c
چاه افضل	۱	۲۱۹/۲۵ a	۲۴/۵۰ a	۰/۰۰ f	۰/۰۰ e	۱۰۰/۰۰ a	۶/۹۷ a
چاه افضل	۳	۲۲۱/۷۵ a	۲۵/۳ a	۰/۰۰ f	۰/۰۰ e	۱۰۰/۰۰ a	۷/۰۶ a
چاه افضل	۵	۲۱۸/۵۰ a	۲۴/۴ a	۲/۲۸ ef	۰/۰۰ e	۹۷/۷۲ ab	۷/۰۱ a
چاه افضل	۷	۲۱۳/۵۰ ab	۲۰/۸ ab	۳/۰۱ de	۱/۰۵ c-e	۹۵/۹۴ a-d	۶/۵۹ ab
چاه افضل	۹	۱۹۹/۲۵ab	۱۵/۸ a-d	۵/۱۰ b-d	۱/۱۳ c-e	۹۳/۷۷ c-e	۶/۰۷ ab
پوست سیاه اردکان	۱	۱۵۴/۲۵ cd	۱۹/۲۵ a-c	۰/۰۰ f	۰/۰۰ e	۱۰۰/۰۰ a	۴/۹۵ bc
پوست سیاه اردکان	۳	۱۵۶/۵۰ cd	۱۹/۰۰ a-c	۰/۰۰ f	۰/۰۰ e	۱۰۰/۰۰ a	۵/۰۵ a-c
پوست سیاه اردکان	۵	۱۵۲/۵۴ cd	۱۸/۲ a-c	۳/۳۶ de	۰/۶۷ de	۹۵/۹۷ a-c	۴/۸۵ bc
پوست سیاه اردکان	۷	۱۴۶/۷۰ cd	۱۵/۱ b-d	۵/۵۵ bc	۱/۹۲ c	۹۲/۵۳ de	۴/۲۰ c
پوست سیاه اردکان	۹	۱۳۰/۵۰ d	۱۱/۲ cd	۶/۸۷ ab	۲/۰۱ c	۹۱/۱۲ ef	۳/۹ c

میانگین‌هایی که در هر ستون و برای هر صفت دارای حروف متفاوت هستند، بر اساس آزمون دانکن، در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری با یکدیگر دارند

جدول ۷-مقایسه میانگین برهمکنش ژنوتیپ و تنش شوری بر تغیرات وزن اندام‌های هوایی و ریشه گیاهان انار

رقم	سطوح شوری (دسی‌زیمنس-برمتر)	وزن تر اندام هوایی (گرم)	وزن خشک اندام هوایی (گرم)	وزن تر ریشه (گرم)	وزن خشک ریشه (گرم)	نسبت وزن تر ریشه به وزن تر اندام هوایی
Pr > F	-	۰/۰۴۷۹>	۰/۰۴۶۹>	۰/۰۴۷۶>	۰/۰۴۸۵>	۰/۰۴۳۵>
رباب نیریز	۱	۵۱/۶۵ a-c	۲۹/۱۹ bc	۱۰/۵۵ a-e	۵/۰۷ b-f	۰/۲۰ b
رباب نیریز	۳	۵۰/۹۸ a-c	۲۹/۰۱ bc	۱۰/۶۸ a-e	۵/۱۲ b-f	۰/۲۱ ab
رباب نیریز	۵	۴۸/۷۶ bc	۲۸/۴۰ bc	۱۰/۵۳ a-e	۵/۰۱ b-f	۰/۲۲ ab
رباب نیریز	۷	۴۶/۳۷ cd	۲۷/۶۰ cd	۱۰/۱۰ b-e	۴/۹۳ c-f	۰/۲۲ ab
رباب نیریز	۹	۴۲/۱۲ d	۲۶/۰۰ de	۹/۵۰ de	۴/۴۰ f	۰/۲۳ a
چاه افضل	۱	۶۰/۴۱ a	۳۴/۲۳ a	۱۳/۱۹ ab	۶/۶۶ ab	۰/۲۲ ab
چاه افضل	۳	۶۰/۶۵ a	۳۴/۳۶ a	۱۳/۶۲ a	۶/۸۱ a	۰/۲۲ ab
چاه افضل	۵	۵۹/۶۱ ab	۳۴/۰۵ a	۱۲/۸۱ a-c	۶/۵۰ a-c	۰/۲۲ ab
چاه افضل	۷	۵۷/۴۲ ab	۳۳/۳۵ ab	۱۲/۵۰ a-d	۶/۳۷ a-d	۰/۲۳ a
چاه افضل	۹	۵۵/۱۰ ab	۳۲/۱۲ ab	۱۲/۴۴ a-d	۶/۳۳ a-e	۰/۲۳ a
پوست سیاه اردکان	۱	۴۷/۸۲ b-d	۲۶/۷۳ de	۹/۸۳ c-e	۴/۹۲ c-f	۰/۲۰ b
پوست سیاه اردکان	۳	۴۷/۸۵ b-d	۲۶/۷۴ de	۹/۷۸ c-e	۴/۹۰ c-f	۰/۲۰ b
پوست سیاه اردکان	۵	۴۶/۶۸ cd	۲۶/۳۰ de	۹/۵۳ de	۴/۸۰ c-f	۰/۲۰ b
پوست سیاه اردکان	۷	۴۴/۸۱ cd	۲۵/۷۰ de	۹/۲۳ de	۴/۶۹ d-f	۰/۲۱ ab
پوست سیاه اردکان	۹	۴۲/۰۱ d	۲۴/۶۱ e	۹/۰۷ e	۴/۶۳ ef	۰/۲۲ ab

میانگین‌هایی که در هر ستون و برای هر صفت دارای حروف متفاوت هستند، بر اساس آزمون دانکن، در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری با یکدیگر دارند

www.SID.ir

Archive of SID

اثر برهمکنش شوری و ژنوتیپ بر صفات فیزیولوژیک اندازه‌گیری شده در گیاهان انار

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد، برهمکنش شوری و ژنوتیپ بر محتوی کلروفیل a، b و کل، درصد نشت یونی نسبی و درصد رطوبت نسبی برگ در سطح احتمال ۱ درصد، و بر شاخص کلروفیل در سطح احتمال پنج درصد، معنی‌دار بود. محتوی رطوبت نسبی برگ‌ها با اعمال تنش شوری به طور معنی‌داری کاهش یافت. محتوی رطوبت نسبی برگ‌ها از ۹۰/۷۲ درصد در برگ‌های گیاهان شاهد ژنوتیپ چاه افضل تا ۷۰/۰۴ درصد در برگ‌های 'رباب نیریز' که با شوری نه دسی‌زیمنس بر متر تیمار شده بودند، کاهش یافت. در مجموع، بیشترین میزان کاهش در محتوی رطوبت نسبی به ترتیب در 'رباب نیریز' و ژنوتیپ پوست سیاه اردکان مشاهده شد. ژنوتیپ چاه افضل کمترین میزان کاهش در محتوی رطوبت نسبی برگ را نشان داد. نتایج به دست آمده با نتایج شیبلی و همکاران (۲۰۰۳) و ماسایی و همکاران (۲۰۰۴)، مطابقت داشت. شوری از طریق انباشت تدریجی یون‌های سدیم باعث کاهش محتوای نسبی آب و پتانسیل اسمزی شیره یاخته‌ای برگ در حالت آماس کامل می‌شود.

بر اساس نتایج به دست آمده، درصد نشت یونی نسبی در برگ‌های تمامی ژنوتیپ‌های مطالعه شده، با افزایش غلظت نمک، افزایش یافت. میزان افزایش درصد نشت یونی نسبی در بین ژنوتیپ‌های بررسی شده با یکدیگر اختلاف معنی‌داری را نشان داد. بیشترین درصد نشت یونی نسبی در برگ‌های 'رباب نیریز' و تحت تیمار نه دسی‌زیمنس بر متر (۳۲/۴۵ درصد)، مشاهده شد. درصد نشت یونی نسبی در برگ‌های 'رباب نیریز' در سطوح شوری پنج، هفت و نه دسی‌زیمنس بر متر به‌طور معنی‌داری نسبت به گیاهان شاهد افزایش یافته بود در حالیکه میزان افزایش درصد نشت یونی نسبی در ژنوتیپ پوست سیاه اردکان در سطوح شوری هفت و نه دسی‌زیمنس بر متر و در ژنوتیپ چاه افضل تنها در در سطح شوری نه دسی-زیمنس بر متر نسبت به گیاهان شاهد معنی‌دار بود (جدول ۸).

همانطور که از جدول ۸ مشاهده می‌شود، محتوی کلروفیل a، b و کل و شاخص کلروفیل، در برگ‌های ژنوتیپ‌های مطالعه شده، با افزایش سطوح شوری کاهش یافت. محتوی کلروفیل a در 'رباب نیریز' با افزایش سطح شوری به هفت دسی‌زیمنس بر متر و بالاتر از آن به‌طور معنی‌داری نسبت به گیاهان شاهد کاهش یافت در حالیکه کاهش در محتوی کلروفیل a در ژنوتیپ‌های پوست سیاه اردکان و چاه افضل تنها در سطح شوری نه دسی‌زیمنس بر متر نسبت به گیاهان شاهد، معنی‌دار بود. محتوی کلروفیل کل در تمامی ژنوتیپ‌های مطالعه شده در سطوح شوری هفت و نه دسی‌زیمنس بر متر نسبت به گیاهان شاهد به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. در سطح شوری نه دسی‌زیمنس بر متر، محتوی کلروفیل کل در 'رباب نیریز'، ژنوتیپ‌های پوست سیاه اردکان و چاه افضل به‌ترتیب ۳۰/۰۱، ۱۵/۳۰ و ۱۱/۹۰ درصد نسبت به گیاهان شاهد کاهش یافته بود. نتایج حاصل از این بخش با نتایج ابراهیم (۲۰۱۶)، مطابقت داشت. هموستازی یونی در محیط‌های تحت تنش شوری، به دلیل فزونی سدیم و کلر به عنوان یون‌های سمیت‌زا و حلالیت شدید آن‌ها در آب، جذب سریع و انتقال آن‌ها با جریان تعرق است که باعث بازدارندگی از رشد و فتوسنتز و سایر فرآیندهای گیاهی می‌شود. همچنین، می‌توان کاهش کلروفیل و به طور کلی فتوسنتز را به کمبود یون پتاسیم در سلو لهای برگ فتوسنتز کننده نسبت داد (گوئو و تانگ، ۱۹۹۹). در اثر تنش شوری، میزان کلروفیل کاهش می‌یابد که دلیل آن فعالیت بیشتر آنزیم کلروفیلاز گزارش شده است. برخی تنظیم کننده‌های رشد مانند اسید آبسیزیک و اتیلن موجب تحریک این آنزیم می‌شوند و در اثر تنش غلظت این مواد افزایش می‌یابد (مانس و تستر، ۲۰۰۸؛ ماهاجان و توتجا، ۲۰۰۵).

www.SID.ir

Archive of SID

اثر برهمکنش شوری و ژنوتیپ بر غلظت عناصر در گیاهان انار بررسی شده

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد، برهمکنش شوری و ژنوتیپ بر درصد سدیم، پتاسیم، کلر و نسبت سدیم به پتاسیم برگ در سطح احتمال یک درصد، معنی‌دار بود. نتایج حاصل از مقایسه میانگین داده‌ها (جدول ۹) نشان داد که در تمامی ژنوتیپ‌های مطالعه شده، با افزایش غلظت شوری، مقدار سدیم برگ به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. بر اساس نتایج به دست آمده، بیشترین غلظت سدیم در برگ‌های 'رباب نیریز' و در تیمار شوری نه دسی‌زیمنس بر متر، مشاهده شد. غلظت سدیم در برگ‌های 'رباب نیریز' در تیمارهای شوری هفت و نه دسی‌زیمنس بر متر به‌طور معنی‌داری از سایر ژنوتیپ‌های مطالعه شده بیشتر بود. مقدار سدیم در برگ‌های 'رباب نیریز'، ژنوتیپ‌های پوست سیاه اردکان و چاه افضل در سطح شوری نه دسی‌زیمنس بر متر به ترتیب (۱/۱۴، ۰/۹۵ و ۰/۹۰ درصد) بود. این نتایج با یافته‌های حاصل از بررسی صفات مورفولوژیک گیاهان مطابقت داشت. انار 'رباب نیریز' که بیشترین تجمع سدیم در برگ را داشت، بیشترین درصد نکروزه شدگی و ریزش برگ را نیز دارا بود، بطوریکه در پایان آزمایش در این ژنوتیپ تنها ۸۴/۹۳ درصد از برگ‌ها سبز بودند (جدول ۹). در تحقیقات انجام شده روی گیاهان مختلف تحت شرایط تنش شوری نشان داده شده است که سدیم، باعث عدم تعادل اسمزی، تخریب غشاهای سلولی، کاهش رشد و جلوگیری از تقسیم و بزرگ‌شدن سلول‌ها می‌شود (اسکیزربا و همکاران، ۲۰۰۸؛ اسکیزربا و همکاران، ۲۰۰۹).

بر اساس نتایج به دست آمده، ژنوتیپ‌های مطالعه شده، پاسخ‌های متفاوتی در ارتباط با تنش شوری از خود نشان دادند. با افزایش شوری، غلظت پتاسیم در برگ‌های تمامی ژنوتیپ‌های مطالعه شده تا سطح شوری نه دسی-زیمنس بر متر به‌طور معنی‌داری نسبت به گیاهان شاهد افزایش نشان داد؛ اما روند افزایش غلظت پتاسیم در بین ژنوتیپ‌های مطالعه شده با یک دیگر اختلاف داشت. میزان افزایش در غلظت پتاسیم برگ‌های 'رباب نیریز' و ژنوتیپ پوست سیاه اردکان در سطح شوری نه دسی‌زیمنس بر متر نسبت به سطح شوری هفت دسی‌زیمنس بر متر معنی‌دار نبود در حالیکه میزان افزایش غلظت پتاسیم در برگ‌های ژنوتیپ چاه افضل در سطح شوری نه دسی‌زیمنس بر متر نسبت به سطح شوری هفت دسی‌زیمنس بر متر معنی‌دار بود. در مجموع در سطح شوری نه دسی‌ریمنس بر متر غلظت پتاسیم در برگ‌های 'رباب نیریز'، ژنوتیپ‌های پوست سیاه اردکان و چاه افضل به‌ترتیب ۴۰/۰۰، ۷۲/۵۰ و ۱۳۱/۶۵ درصد نسبت به گیاهان شاهد افزایش یافته بود. این نتایج نشان می‌دهد که ژنوتیپ چاه افضل و پس از آن، ژنوتیپ پوست سیاه اردکان از طریق افزایش مقدار پتاسیم در سطوح بالاتر شوری می‌توانند با اثرات منفی و مخرب سدیم مقابله کنند (جدول ۹). این نتایج با نتایج حاصل از بررسی صفات مورفولوژیک نیز مطابقت داشت. ژنوتیپ چاه افضل که بیشترین تجمع پتاسیم در برگ را داشت، کمترین درصد نکروزه شدگی و ریزش برگ را نیز دارا بود بطوریکه در پایان آزمایش در این ژنوتیپ ۹۳/۷۷ درصد از برگ‌ها سبز بودند (جدول ۹). گزارش شده است که پتاسیم در حفظ تعادل اسمزی و باز و بسته شدن روزنه‌ها مؤثر می‌باشد و اثرات مخرب سدیم را کاهش می‌دهد (اسکیزربا و همکاران، ۲۰۰۸؛ اسکیزربا و همکاران، ۲۰۰۹). پتاسیم علاوه بر ایفای نقش اساسی در متابولیسم‌های حیاتی، در شرایط تنش شوری بسیار با اهمیت جلوه می‌کند به نحوی که مدیریت کارآمد پتاسیم در مقابل سدیم در گیاه در بقای آن در شرایط شوری اساسی است (کریمی و حسن‌پور، ۲۰۱۴). برخی گیاهان توانایی این را دارند که سیتوپلاسم سلول‌های خود را از کاهش شدید مقادیر پتاسیم محافظت کرده و از واکوئل‌ها به عنوان مخزنی برای بافر کردن یون پتاسیم بهره ببرند. در همین رابطه گیاهان متحمل توانایی آن را دارند که مقادیر پتاسیم سیتوسولی خود را در حضور کلرید سدیم بهتر حفظ نمایند (کریمی و حسن‌پور، ۲۰۱۴).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۸- مقایسه میانگین برهمکنش ژنوتیپ و تنش شوری بر تغیرات برخی از صفات فیزیولوژیک در ارقام انار

رقم	سطوح شوری (دسی‌زیمنس-برمتر)	شاخص کلروفیل	کلروفیل a (میلی گرم بر گرم)	کلروفیل b (میلی گرم بر گرم)	کلروفیل کل (میلی گرم بر گرم)	محتوی آب نسبی (٪)	محتوی نشت یونی (٪)
Pr > F	-	۰/۰۲۰۱>	۰/۰۰۰۱>	۰/۰۰۰۱>	۰/۰۰۰۱>	۰/۰۳۰۲>	۰/۰۰۰۱>
رباب نیریز	۱	۲۰/۳۷ d	۰/۸۲ c	۰/۲۱ de	۱/۰۳ de	۸۷/۶۱ a	۱۸/۰۵ d
رباب نیریز	۳	۲۰/۲۵ d	۰/۸۴ c	۰/۲۰ ef	۱/۰۴ d	۸۷/۳۲ ab	۱۸/۶۰ d
رباب نیریز	۵	۱۸/۵۲ e	۰/۸۱ c	۰/۲۰ ef	۱/۰۱ de	۸۱/۳۵ cd	۲۲/۶۰ c
رباب نیریز	۷	۱۵/۷۷ f	۰/۷۲ d	۰/۱۶ h	۰/۸۸ f	۷۷/۸۴ d	۲۶/۶۵ b
رباب نیریز	۹	۱۳/۳۸ g	۰/۶۰ e	۰/۱۲ i	۰/۷۲ g	۷۰/۰۴ e	۳۲/۴۵ a
چاه افضل	۱	۲۵/۱۰ ab	۰/۹۳ ab	۰/۲۴ ab	۱/۱۷ a	۹۰/۷۲ a	۱۷/۸۷ d
چاه افضل	۳	۲۵/۸۲ ab	۰/۹۴ ab	۰/۲۵ a	۱/۱۹ a	۹۰/۵۶ a	۱۷/۹۰ d
چاه افضل	۵	۲۴/۳۸ b	۰/۹۲ ab	۰/۲۳ bc	۱/۱۵ ab	۸۸/۱۲ ab	۱۸/۱۰ d
چاه افضل	۷	۲۱/۹۲ c	۰/۹۰ b	۰/۲۱ de	۱/۱۱ c	۸۵/۰۴ a-c	۲۱/۸۲ cd
چاه افضل	۹	۱۹/۷۵ e	۰/۸۵ c	۰/۱۸ g	۱/۰۳ de	۸۲/۱۳ cd	۲۵/۲۰ b
پوست سیاه اردکان	۱	۲۵/۵۷ ab	۰/۹۵ a	۰/۲۲ cd	۱/۱۷ a	۹۰/۵۳ a	۱۸/۱۰ d
پوست سیاه اردکان	۳	۲۶/۱۵ a	۰/۹۶ a	۰/۲۲ cd	۱/۱۸ a	۹۰/۲۳ a	۱۸/۳۲ d
پوست سیاه اردکان	۵	۲۵/۴۳ ab	۰/۹۳ ab	۰/۲۱ de	۱/۱۴ ab	۸۹/۵۰ ab	۱۹/۱۵ d
پوست سیاه اردکان	۷	۲۲/۴۰ c	۰/۹۰ b	۰/۱۹ fg	۱/۰۹ c	۸۵/۶۰ a-c	۲۲/۸۰ c
پوست سیاه اردکان	۹	۱۹/۷۰ de	۰/۸۳ c	۰/۱۶ h	۰/۹۹ e	۸۱/۱۷ cd	۲۶/۳۵ b

میانگین‌هایی که در هر ستون و برای هر صفت دارای حروف متفاوت هستند، بر اساس آزمون دانکن، در سطح احتمال یک درصد اختلاف معنی‌داری با یکدیگر دارند

جدول ۹- مقایسه میانگین برهمکنش ژنوتیپ و تنش شوری بر تغییرات درصد سدیم، پتاسیم و کلر برگ انار

رقم	سطوح شوری (دسی‌زیمنس-برمتر)	سدیم (٪)	پتاسیم (٪)	کلر (٪)	نسبت سدیم به پتاسیم
Pr > F	-	۰/۰۰۰۱>	۰/۰۰۰۱>	۰/۰۰۰۱>	۰/۰۰۰۱>
رباب نیریز	۱	۰/۱۲ h	۰/۷۰ i	۰/۴۴ de	۰/۱۷ g
رباب نیریز	۳	۰/۱۶ gh	۰/۷۶ hi	۰/۵۲ d	۰/۲۱ fg
رباب نیریز	۵	۰/۳۶ e	۰/۸۵ fg	۰/۷۳ c	۰/۴۲ d
رباب نیریز	۷	۰/۷۹ c	۰/۹۷ e	۰/۸۷ b	۰/۸۱ b
رباب نیریز	۹	۱/۱۴ a	۰/۹۸ e	۲/۲۵ a	۱/۱۶ a
چاه افضل	۱	۰/۱۶ gh	۰/۶۰ j	۰/۲۷ g	۰/۲۶ f
چاه افضل	۳	۰/۱۷ gh	۰/۷۱ i	۰/۲۹ g	۰/۲۴ fg
چاه افضل	۵	۰/۲۷ fg	۱/۱۳ d	۰/۳۳ fg	۰/۲۴ f
چاه افضل	۷	۰/۴۷ d	۱/۲۴ c	۰/۴۰ fg	۰/۳۸ ef
چاه افضل	۹	۰/۹۰ b	۱/۳۹ a	۰/۴۸ de	۰/۶۵ c
پوست سیاه اردکان	۱	۰/۱۸ gh	۰/۸۰ gh	۰/۲۷ g	۰/۲۲ fg
پوست سیاه اردکان	۳	۰/۱۹ g	۰/۹۱ ef	۰/۲۸ g	۰/۲۱ fg
پوست سیاه اردکان	۵	۰/۲۹ fg	۱/۳۰ bc	۰/۳۷ fg	۰/۲۲ fg
پوست سیاه اردکان	۷	۰/۴۹ d	۱/۳۶ ab	۰/۴۸ de	۰/۳۶ de
پوست سیاه اردکان	۹	۰/۹۵ b	۱/۳۸ ab	۰/۵۷ d	۰/۶۹ c

میانگین‌هایی که در هر ستون و برای هر صفت دارای حروف متفاوت هستند، بر اساس آزمون دانکن، در سطح احتمال یک درصد اختلاف معنی‌داری با یکدیگر دارند

نتایج حاصل از مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که برهمکنش شوری و ژنوتیپ بر نسبت سدیم به پتاسیم برگ معنی‌دار شد. بر اساس نتایج به دست آمده، در تمامی ژنوتیپ‌های مطالعه شده، با افزایش غلظت شوری، نسبت سدیم به پتاسیم در برگ‌ها افزایش یافت ولی مقدار افزایش آن در بین ژنوتیپ‌های بررسی شده با یکدیگر اختلاف

www.SID.ir

Archive of SID

داشت. افزایش نسبت سدیم به پتاسیم در برگ‌های ژنوتیپ چاه افضل تنها در سطح شوری نه دسی‌زیمنس بر متر نسبت به گیاهان شاهد، معنی‌دار بود. در حالیکه نسبت سدیم به پتاسیم در برگ‌های ژنوتیپ پوست سیاه اردکان در سطوح شوری هفت و نه دسی‌زیمنس بر متر و در رقم رباب نیریز در سطوح شوری پنج، هفت و نه دسی‌زیمنس بر متر نسبت به گیاهان شاهد، معنی‌دار بود. در مجموع، بیشترین نسبت سدیم به پتاسیم در برگ‌های 'رباب نیریز' و در سطح شوری نه دسی‌زیمنس بر متر (۱/۱۶)، مشاهده شد (جدول ۹). جذب پتاسیم در نتیجه افزایش سدیم، فرآیندی رقابتی است و ارتباطی به نوع نمک غالب در خاک ندارد. مقادیر زیاد سدیم در محیط ریشه علاوه بر اینکه در جذب پتاسیم مداخله می‌کند، بر عمل غشاء ریشه نیز مؤثر بوده و حساسیت گیاه را تغییر می‌دهد (مانس، ۲۰۰۲). حفظ سطح کافی پتاسیم و بقای گیاه در محیط‌های شور ضروری است. پتاسیم، برجسته‌ترین عنصر محلول برای پایین نگه‌داشتن پتانسیل اسمزی سلول‌های ریشه و پیش نیاز برای تورژسانس سلول‌هاست. تحت شرایط شور و قلیا، زیاد بودن غلظت سدیم نه تنها در جذب پتاسیم توسط ریشه اختلال ایجاد می‌کند، بلکه غشای سلول‌های ریشه و خاصیت انتخابی آن را نیز تحت تأثیر قرار می‌دهد (مانس و تستر، ۲۰۰۸). در این تحقیق، افزایش نسبت سدیم به پتاسیم در برگ‌های ژنوتیپ چاه افضل از طریق ممانعت در جذب سدیم توسط ریشه‌ها و انتقال آن به اندام‌های هوایی از یک سو و توانایی در افزایش جذب پتاسیم توسط ریشه‌ها و انتقال آن به برگ‌ها تنها در سطح شوری نه دسی‌زیمنس بر متر نسبت به گیاهان شاهد، معنی‌دار بود (جدول ۹). نتایج حاصل از مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که در تمامی ژنوتیپ‌های مطالعه شده، با افزایش غلظت شوری، مقدار کلر افزایش یافت و مقدار افزایش و تجمع کلر در برگ ژنوتیپ‌های مورد مطالعه با یکدیگر اختلاف معنی‌داری داشت. بر اساس نتایج به دست آمده، بیشترین غلظت کلر در تمامی ژنوتیپ‌های مطالعه شده، در سطح شوری نه دسی‌زیمنس بر متر مشاهده شد. مقدار کلر در برگ‌های 'رباب نیریز'، 'پوست سیاه اردکان' و 'چاه افضل' در سطح شوری نه دسی‌زیمنس بر متر به ترتیب (۲/۲۵، ۰/۵۷ و ۰/۴۸ درصد)، بود. این نتایج با نتایج حاصل از بررسی صفات مورفولوژیک و فیزیولوژیک مطابقت داشت. اختلال در رشد و فتوسنتز تا حد زیادی به تجمع کلر در برگ‌ها مربوط است. تحمل به شوری به میزان جذب و انتقال یون‌ها از ریشه به شاخه بستگی دارد. گیاهانی که قابلیت بیشتری برای تحمل یون‌های سدیم و کلر دارند، این عناصر را بیشتر در بافت ریشه خود ذخیره می‌کنند و به قسمت های هوایی کمتر انتقال می‌دهند (مومن پور و همکاران، ۲۰۱۸).

نتیجه‌گیری کلی

نتایج نشان داد که نوع ژنوتیپ و سطح شوری بر تغییرات صفات مورفولوژیک، فیزیولوژیک و غلظت عناصر غذایی مؤثر است. در سه ژنوتیپ انار مورد مطالعه، میزان تغییرات در صفات اندازه‌گیری شده در سطح شوری سه دسی‌زیمنس بر متر نسبت به گیاهان شاهد (یک دسی‌زیمنس بر متر) معنی‌دار نبود که نشان می‌دهد تمامی ژنوتیپ‌های مورد مطالعه توانسته‌اند این سطح از شوری را به‌خوبی تحمل نمایند. با افزایش بیشتر شوری و در سطح پنج دسی‌زیمنس بر متر، میزان کاهش رشد در رقم رباب نیریز نسبت به گیاهان شاهد معنی‌دار بود که نشان می‌دهد این ژنوتیپ توانایی تحمل این سطح از شوری را نداشته است اما سایر ژنوتیپ‌ها توانستند این مقدار از شوری را تحمل نمایند. در سطح شوری نه دسی‌زیمنس بر متر، بیشترین و کمترین درصد برگ‌های سبز (۹۳/۷۷ و ۸۴/۹۳)، درصد رطوبت نسبی (۸۲/۱۳ و ۷۰/۰۴)، کلروفیل کل (۱/۰۳ و ۰/۷۲)، درصد پتاسیم (۱/۳۸ و ۰/۹۸) و کمترین و بیشترین درصد برگ‌های نکروزه (۵/۱۰ و ۸/۲۰)، درصد برگ‌های ریزش یافته (۱/۱۳ و ۷/۸۵)، درصد نشت یونی (۲۵/۲۰ و ۳۲/۴۵)، درصد سدیم (۰/۹۰ و ۱/۱۴)، درصد کلر (۰/۴۸ و ۲/۲۵) و نسبت سدیم به پتاسیم (۰/۶۵ و ۱/۱۵) به ترتیب در ژنوتیپ‌های چاه افضل و رقم رباب

www.SID.ir

Archive of SID

نیریز مشاهده شدند. در این تحقیق در مجموع، ژنوتیپ چاه افضل به عنوان متحمل‌ترین ژنوتیپ به تنش شوری انتخاب شد. این ژنوتیپ توانست از طریق حفظ خصوصیات رشدی خود و افزایش جذب پتاسیم در مقابل سدیم، به خوبی شوری تا هفت دسی‌زیمنس بر متر را تحمل نماید. پس از آن ژنوتیپ پوست سیاه اردکان تحمل خوبی به شوری از خود نشان داد. در نقطه مقابل، رقم رباب نیریز به عنوان حساس‌ترین ژنوتیپ به شوری شناسایی شد. در مجموع و با توجه به نتایج این تحقیق، ژنوتیپ‌های چاه افضل و پوست سیاه اردکان جهت انجام آزمایشات و مطالعات تکمیلی و کاشت به عنوان پایه در ایستگاه چاه افضل مرکز ملی تحقیقات شوری انتخاب شدند.

فهرست منابع

۱. حیدری شریف آباد، ح. ۱۳۸۰. گیاه و شوری. موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع. ۷۶ صفحه.

۲. مومن پور، ع.، د. بخشی، ع. ایمانی، و ح. رضایی. a ۱۳۹۳. اثر تنش شوری بر غلظت عناصر غذایی در رقم های بادام 'شکوفه'، 'سهند' و ژنوتیپ'۴۰-۱۳' پیوند شده روی پایه GF_{677}. مجله علوم باغبانی مشهد، ۲۹ (۲): ۲۵۵-۲۶۸.

۳. مومن پور، ع.، د. بخشی، ع. ایمانی، و ح. رضایی. a ۱۳۹۴. اثر تنش شوری بر خصوصیات رشدی و غلظت عناصر غذایی در رقم‌های بادام 'شاهرود ۱۲'، 'تونو' و ژنوتیپ'۱۶-۱' پیوند شده روی پایه GF_{677} . مجله به‌زراعی کشاورزی ابوریحان ۱۷ (۱): ۲۱۶-۱۹۷.

۴. مومن پور، ع.، د. بخشی، ع. ایمانی، و ح. رضایی. b ۱۳۹۴. اثر تنش شوری بر خصوصیات مورفولوژیک و فیزیولوژیک در برخی از ژنوتیپ‌های انتخابی بادام پیوند شده روی پایه. مجله فنآوری تولیدات گیاهی. ۷ (۲): ۱۵۲-۱۳۷.

۵. مومن پور، ع.، ع. ایمانی، د. بخشی، و ح. رضایی. b۱۳۹۳. ارزیابی تحمل به شوری در برخی از ژنوتیپ‌های بادام پیوند شده روی پایه GF_{677} بر اساس صفات مورفولوژیک و فلورسانس کلروفیل. فرآیند و کارکرد گیاهی. ۳ (۱۰): ۹-۲۸.

۶. ولی‌پور، م.، م. کریمیان اقبال، م. ج. ملکوتی، و ا. ح. خوشگفتارمنش. ۱۳۸۷. روند توسعه شوری و تخریب اراضی کشاورزی در منطقه شمس‌آباد استان قم. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، ۱۲ (۴۶): ۶۹۱-۶۸۳.

7. Arnon, D.I. 1949. Copper enzymes in isolated chloroplast polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. Plant Physiology. 24: 1- 15.
8. Emami, A. 1996. Methods of plant analysis. Agricultural Research and Education Organization. Soil and Water Institute. 130 Pp.
9. Fipps, G. 2003. Irrigation water quality standards and salinity management strategies. Texas Agricultural Extension Service. Pp 1-18.
10. Guo, F.O., and Tang. Z.C. 1999. Reduced Na^+ and K^+ permeability of K^+ channel in plasma membrane isolated from roots of salt tolerant mutant of wheat. Chinese Academy of Sciences. 41 (9): 217-220.
11. Ibrahim, H.I.M. 2016. Tolerance of two pomegranates cultivars (*Punica granatum* L.) to salinity stress under hydroponic culture conditions. Journal of Basic and Applied Scientific Research. 6 (4): 38-46.
12. Karakas. B., Bianco. R.L., and Rieger, M. 2000. Association of marginal leaf scorches with sodium accumulation in salt-stressed peach. Journal of the American Society for Horticultural Science. 35 (1): 83- 84.
13. Karimi, H.R., and Hasanpour, Z. 2014. Effects of salinity and water stress on growth and macro nutrients concentration of pomegranate (*Punica granatum* L.). Journal of Plant Nutrition. 37:1937-1951.

www.SID.ir

Archive of SID

14. Liu, C., Ming, Y., Xianbin, H., and Zhaohe, Y. 2018. Effects of salt stress on growth and physiological characteristics of pomegranate (*Punica granatum* L.) cuttings. Pakistan Journal of Botany. 50 (2): 457-464.
15. Lutts, S., Kinet, J.M., and Bouharmont, J. 1995. Changes in plant response to NaCl during development of rice (*Oryza sativa* L.) varieties differing in salinity resistance. Journal of Experimental Botany. 46: 1843–1852.
16. Maas, E.V, and G.J, Hoffman. 1977. Crop salt tolerance: Current assessment. Journal of Irrigation and Drainage Engineering. 103: 115- 134.
17. Mahajan, Sh., and Tuteja, N. 2005. Cold, salinity and drought stresses: An overview. Archives of Biochemistry and Biophysics. 444: 139-158.
18. Massai, R., Remorni, D., and Tattini, M. 2004. Gas exchange, water relations and osmotic adjustment in two scion/rootstock combinations of *Prunus* under various salinity concentrations. Journal of Plant and Soil Science. 259:153-162.
19. Mastrogiannidou, E., Chatzissavvidis, C., Antonopoulou, C., Tsabardoukas, V., Giannakoula, A., and Therios, I. 2016. Response of pomegranate cv. wonderful plants to salinity. Journal of Soil Science and Plant Nutrition. 16 (3): 621-636.
20. Momenpour, A., and Imani, A. 2018. Evaluation of salinity tolerance in fourteen selected pistachio (*Pistacia Vera* L.) cultivars. Advances in Horticultural Science. 32 (2): 249-264.
21. Momenpour, A., Imani, A., Bakhshi, D., and Akbarpour, E. 2018. Evaluation of salinity tolerance of some selected almond genotypes budded on GF_{677} rootstock. International Journal of Fruit Science. 18 (4): 410-435.
22. Munns, R. 2002. Comparative physiology of salt and water stress. Plant, Cell and Environment. 25: 239-250.
23. Munns, R., and M. Tester. 2008 Mechanisms of salinity tolerance. Annual Review of Plant Biology. 59: 651–681.
24. Naeini, M. R., Khoshgoftarmanesh, A.H., Lessani, H., and Fallahi, E. 2005. Effects of sodium chloride-induced salinity on mineral nutrients and soluble sugars in three commercial cultivars of pomegranate. Journal of Plant Nutrition. 27 (8): 1319-1326.
25. Okhovatian-Ardakani, A.R., Mehrabanian, M., Dehghani, F., and Akbarzadeh, A. 2010. Salt tolerance evaluation and relative comparison in cuttings of different pomegranate cultivars. Plant, Soil and Environment. 56 (4): 176-185.
26. Rahemi, M., Nagafian, Sh. and Tavallaie, V. 2008. Growth and chemical composition of hybrid GF_{677} influenced by salinity levels of irrigation water. Plant Sciences. 7 (3): 309-313.
27. Rahmani, A., Daneshvar, H.A., and Sardabi, H. 2003. Effect of salinity on growth of two wild almond species and two genotypes of the cultivated almond species (*P. dulcis*). Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 11 (1): 202-208.
28. Ruiz-Sanchez, M., Domingo, R., and Castel, G. 2010. Review: Deficit irrigation in fruit trees and vines in Spain. Spanish Journal of Agricultural Research. 8 (2): 5-20.
29. Shibli, R.A., Shatnawi, M.A., and Swaidat, I.Q. 2003. Growth, osmotic adjustment and nutrient acquisition of bitter almond under induced sodium chloride salinity *in vitro*. Communications in Soil Science and Plant Analysis. 34: 1969-1979.
30. Szczerba, M.W., D. T. Britto, and H. J. Kronzucker. 2009. K^+ transport in plants: Physiology and molecular biology. Plant Physiology. 166: 447-466.
31. Szczerba, M.W., Britto, DT., Balkos, KD. And Kronzucker, H.J. 2008. $NH4^+$ stimulated and -inhibited components of K^+ transport in rice (*Oryza sativa* L.). Experimental Botany. 59: 3415–3423.
32. Tavousi, M., Kaveh, F., Alizadeh, A., Babazadeh, H., and Tehranifar, A. 2016. Effect of salinity and deficit irrigation on quantity and quality of pomegranate (*Punica granatum* L.). Iranian Journal of Irrigation and Drainage .4 (10): 499-507.
33. Yamasaki, S., and Dillenburg, L.C. 1999. Measurements of leaf relative water content in *Araucaria angustifolia*. Revista Brasilian Fisiologia Vegetal. 11: 69-75.

www.SID.ir