مجله ترویجی شورورزی
دوره اول، شماره دوم، پاییز و زمستان ۱۴۰۲

بهبود صفات رشدی درختان انار با کاربرد نیترات‌کلسیم در شرایط شور

علی مؤمن‌پور*[۱]، اعظم جعفری[۲]، ساره صباحی[۳] و حسین بیرامی[٤]

۱. استادیار مرکز ملی تحقیقات شوری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، یزد، ایران.

۲. استادیار گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه اردکان، اردکان، یزد، ایران

۳. دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه اردکان، اردکان، یزد، ایران

٤. استادیار مرکز ملی تحقیقات شوری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، یزد، ایران.

*. نویسنده مسئول: علی مؤمن‌پور، پست الکترونیک: a.momenpour@areeo.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰٦/۲۷ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۲/۱۹

چکیده

با توجه به شور شدن منابع خاک و آب در مناطق خشک و نیمه خشک، استفاده از آب‌های شور به‌منظور تولید محصولات کشاورزی، غیرقابل اجتناب است. کلسیم نقش مهمی در تحمل گیاهان به تنش شوری دارد. در این پژوهش کاربرد نیترات کلسیم (به عنوان منبع کلسیم) در سه سطح (شاهد ۰)، ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار بر ویژگی‌های رشدی ژنوتیپ‌های انتخاب شده انار سه ساله شامل پوست سیاه اردکان، چاه افضل، نرک لاسجرد سمنان، وحشی بابلسر، ملس یزدی و رباب نیریز در شوری ثابت آب آبیاری ۹/۵ دسی‌زیمنس بر متر در سال ۱۳۹۹–۱۳۹۸ مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد بیشترین و کمترین درصد نکروزه (۱۲ و ۲ درصد) و محتوی پتاسیم (۰/۳۷۸ و ۰/۳۲۲ درصد) و کمترین و بیشترین محتوی سدیم (۱/۸۸ و ۲/۷۵ درصد) و نسبت سدیم به پتاسیم (۰/۱۱۸ و ۰/۱۹۷) به ترتیب در ژنوتیپ چاه افضل با کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیترات کلسیم و رقم رباب نیریز بدون کاربرد نیترات کلسیم مشاهده شد. کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار از نیترات کلسیم در ابتدای فصل رشد به طور معنی‌داری موجب بهبود خصوصیات رشدی و کاهش اثرات مخرب سدیم در تمامی ژنوتیپ‌های مورد مطالعه شد. لذا کاربرد آن با توجه به میزان شوری آب و خاک باغات در ابتدای فصل رشد توصیه می‌گردد.

واژه‌گان کلیدی: آب‌های شور، نیترات کلسیم، آب اول، سدیم و پتاسیم.

بیان مسئله

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 (۳). 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 (۳). در نتیجه در مناطق خشک و نیمه‌خشک، شوری خاک و آب و کمبود آب به‌عنوان عوامل اصلی کاهش رشد و عملکرد گیاهان به شمار می‌روند. بنابراین استفاده از آب‌های شور به‌منظورتولید محصولات کشاورزی، غیرقابل اجتناب است (۱۵). یکی از موثرترین راهکارها برای بهره برداری بهتر از منابع خاک و آب شور، شناسایی و انتخاب ارقام متحمل به شوری و استفاده از آن‌ها در مناطق شور است (۱۲). 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 ٥/٤ دسی‌زیمنس بر متر آب آبیاری و ۸/٤ دسی‌زیمنس بر متر خاک به میزان ۵۰ درصد از عملکرد آن کاسته می‌شود (۸). 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. علاوه بر نقش نوع پایه و رقم انتخابی در افزایش تحمل به شرایط نامناسب خاک و آب‌های نامتعارف و شور، کلسیم از جمله عناصری است که در بهبود و اصلاح اثرات مخرب سدیم بر رشد نقش به‌سزایی دارد (٤). گزارش شده است، جذب انتخابی یون‌هایی مانند پتاسیم، آهن و روی (Zn) توسط ریشه گیاهان، در صورت وجود میزان مناسبی از کلسیم بهبود یافته و به مقدار بیشتری جذب ریشه گیاه می‌شوند (٤). همچنین گیاهان حساس به شوری مانند گوجه‌فرنگی و لوبیا به مقدار زیادی به کلسیم نیاز دارند و در صورت وجود غلظت مناسبی از آن، تحمل این گیاهان به شوری بیشتر شده و افزایش در عملکرد آن‌ها مشاهده می‌گردد. زیرا وجود کلسیم در خاک از تجمع سدیم در گیاه جلوگیری می‌کند (٤). برای حصول نتیجه، انتخاب مناسب نمک کلسیم حائز اهمیت می‌باشد. در بیشتر تحقیقات از کلرید، سولفات و نیترات کلسیم برای مقابله با شوری استفاده شده است. نمک‌های کلسیم از دو جنبه با هم تفاوت دارند: ۱- میزان حلالیت این نمک‌ها در آب که غلظت‌های متفاوتی از یون کلسیم را در محلول غذایی گیاه فراهم می‌کند. این ویژگی با pH و دما تغییر می‌کند. ۲- تفاوت در آنیون آن‌ها که با تأثیر کلسیم بر گیاه تحت تنش ارتباط دارد (٤). این پژوهش در ادامه تحقیقات قبلی (۲) و با هدف بررسی خصوصیات رشدی ٦ ژنوتیپ انتخابی انار شامل چاه افضل، پوست سیاه اردکان، نرک لاسجرد سمنان و وحشی بابلسر به عنوان پایه و ارقام ملس یزدی و رباب نیریز به عنوان شاهد در شرایط آب و خاک شور و با ارزیابی کاربرد غلظت‌های مختلف نیترات کلسیم بر ویژگی‌های رشدی آن‌ها انجام پذیرفت.

معرفی دستاورد

به‌منظور ارزیابی کاربرد نیترات کلسیم بر برخی از ویژگی‌های رشدی ژنوتیپ‌های انتخاب شده انار، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک کامل تصادفی با دو عامل ژنوتیپ و رقم در شش سطح (پوست سیاه اردکان، چاه افضل، نرک لاسجرد سمنان، وحشی بابلسر، ملس یزدی و رباب نیریز) و تیمار نیترات کلسیم در سه سطح ۰ (شاهد)، ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار (به‌ترتیب ۳۰ و ٦۰ گرم به ازای هر درخت)، در سه بلوک و در هر بلوک با ۳ تکرار و در مجموع با ۱٦۲ درخت در شوری ثابت آب آبیاری ۹/۵ دسی‌زیمنس برمتر در سال ۱۳۹۸-۱۳۹۹ در ایستگاه چاه افضل مرکز ملی تحقیقات شوری، انجام شد. به‌منظور انجام این تحقیق، ابتدا از گیاهان مادری واقع در کلکسیون ذخایر ژنتیکی انار در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان یزد، قلمه-های خشبی به طول ۳±۲۷ سانتی‌متر و قطر ۱±۱۰ میلی-متر در دهه سوم بهمن ماه ۱۳۹٦ 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 پس از آن نهال‌های یک ساله ریشه‌دار شده کاملا یکنواخت و یک اندازه از نظر طول و قطر انتخاب و در اوایل بهمن ماه ۱۳۹۷به مزرعه انتقال داده شدند و با فاصله کشت ۳×۲ (۲ متر روی ردیف و ۳ متر بین ردیف‌ها) کشت شدند (شکل ۹). از هر ژنوتیپ ۳۶ نهال در مزرعه کشت گردید که از بین آنها ۲۷ نهال دو ساله برای هر ژنوتیپ که دارای وضعیت رشدی مناسبتری بودند، جهت اعمال تیمارها و یادداشت برداری انتخاب شدند. در تمامی مدت این آزمایش، تمامی درختان با آب چاه با شوری ۹/۵ دسی‌زیمنس برمتر و به صورت غرقابی آبیاری شدند (جدول ۱). به منظور جلوگیری از تجمع نمک در طول آزمایش، کسر آبشویی ۳۰ درصد و دور آبیاری ثابت ۱۲ روز در نظر گرفته شد. در هر دور آبیاری هر کرت به مدت ۲۳±۲/۵ دقیقه آبیاری می‌شد. به منظور کنترل شوری در طول دوره آزمایش نمونه‌های خاک از عمق توسعه ریشه تهیه و هدایت الکتریکی آن اندازه گیری می‌شد. متوسط شوری و **pH** خاک در طول دوره آزمایش در عمق توسعه ریشه به ترتیب ۹/۵ دسی‌زیمنس بر متر و ۷/۳۶ بود.

جدول ۱- ویژگی‌های کیفی آب چاه مورد استفاده

شوری	pH	کلسیم	منیزیم	سدیم	کربنات	بی کربنات	کلر	سولفات
(دسی‌زیمنس بر متر)		(میلی‌اکی والان بر لیتر)						
۹/۵	۷/۹۵	۱۷/۹٤	۱۷/۷۰	٦٦/۹۰	۰	٤/٦۰	٦٦/۳٦	٤۰/۲۷

جدول۲-ویژگی‌های فیزیکی وشیمیایی خاک مزرعه قبل از شروع آزمایش.

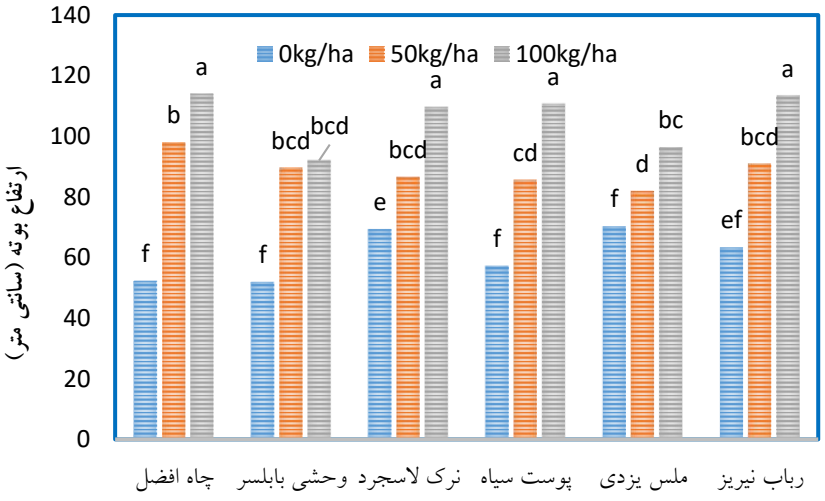
ویژگی	نماد	مقدار	ویژگی	نماد	مقدار
شوری (دسی‌زیمنسبر متر)	EC	۱۰/۹۰	بی کربنات (میلی‌اکی والان بر لیتر)	HCO_3^-	۳/٦٤
واکنش خاک	pH	۷/٤۱	سولفات (میلی‌اکی والان بر لیتر)	SO_4^{2-}	٤۰/۱۹
سدیم(میلی‌اکی والان بر لیتر)	Na^+	٦۸/۹۸	شن (درصد)	Sand	٥٤/٥
منیزیم (میلی‌اکی والان بر لیتر)	Mg^{2+}	۱۷/۱۸	سیلت (درصد)	Silt	٤٥
کلسیم (میلی‌اکی والان بر لیتر)	Ca^{2+}	۲۳/۲٤	رس (درصد)	Clay	۰/٥
کلر(میلی‌اکی والان بر لیتر)	Cl^-	٥۹/۳۹	بافت	Texture	سیلتی لوم
کربنات (میلی‌اکی والان بر لیتر)	CO_3^{2-}	۰			

در شروع فصل رشد (اوایل اسفند ماه ۱۳۹۸) و در اولین دور آبیاری درختان، تیمار نیترات کلسیم به صورت کود آبیاری و در یک نوبت و با غلظت‌های۰ (شاهد)، ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار (به‌ترتیب ۳۰ و ٦۰ گرم به ازای هر درخت)، اعمال شد (شکل ۱۰). در این کود، حداقل نیتروژن کل ۱۵/۵ درصد و حداقل میزان کلسیم محلول در آب به صورت کلسیم ۱۹ درصد، بود.

به‌منظور اندازه‌گیری درصد برگ‌های نکروزه، در طول آزمایش تا پایان مدت آزمایش تعداد برگ‌های نکروزه شمارش و بر تعداد کل برگ‌ها تقسیم شدند (۱۰). به‌منظور اندازه‌گیری عناصر غذایی، برگ‌ها از نهال‌ها در اوسط شهریور ماه جدا شدند و پس از شستشوی دقیق، به مدت ٤۸ 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 ۲ 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. همچنین عناصر کلسیم و منیزیم نیز به روش تیتراسیون اندازه‌گیری شدند (۵).

بر اساس نتایج به‌دست آمده، بیش‌ترین ارتفاع بوته با میانگین ۱۱٤ سانتی‌متر مربوط به ژنوتیپ چاه افضل و با کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیترات کلسیم بود که فاقد اختلاف معنی‌دار با ژنوتیپ‌های پوست سیاه، نرک لاسجرد و رباب نیریز در این تیمار بود. در نقطه مقابل، کمترین میزان ارتفاع در ژنوتیپ وحشی بابلسر، چاه افضل و پوست سیاه و بدون مصرف نیترات کلسیم مشاهده شد (شکل ۱). از آن جا که پدیده رشد حاصل فعالیت‌های 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 (۱۲). 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 (۱۲). حفظ فراهمی کلسیم در محلول خاک شور یک فاکتور مهم در کنترل شدت سمیت یون ویژه است، به‌خصوص در محصولاتی که به آسیب سدیم و کلر حساس هستند (۱۲). کاربرد مناسب یون کلسیم، حساسیت گیاهان به شوری را پایین آورده و پارامترهای رشدی را به خوبی بهبود می‌بخشد. بنابراین کاربرد کلسیم در گیاهان زراعی و باغی می‌تواند به کاهش هزینه‌های اقتصادی در مقابل شوری کمک کند (۱).

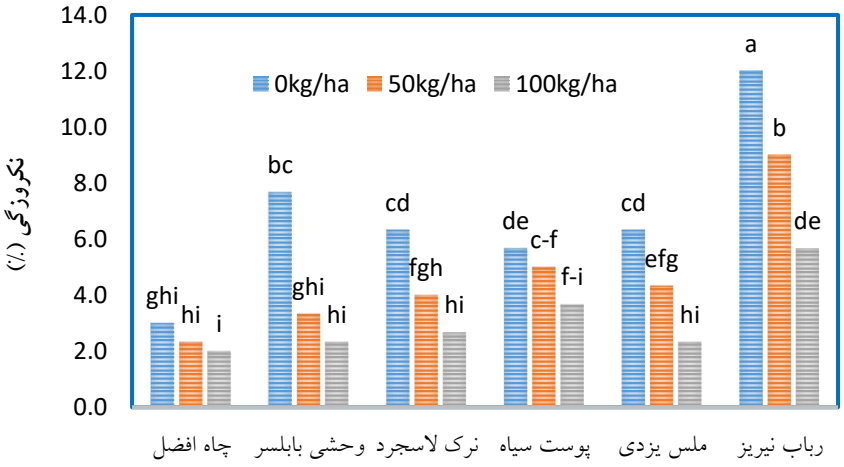


شکل ۱- اثر متقابل ژنوتیپ و نیترات کلسیم بر ارتفاع ژنوتیپ های انار مورد بررسی در شرایط شور

(میانگین‌هایی که دارای حروف مشابه هستند، بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد فاقد اختلاف معنی‌دار با یکدیگر هستند)

بر اساس نتایج به‌دست آمده، بیش‌ترین میزان نکروزه با میانگین ۱۲ درصد مربوط به رقم رباب نیریز و در شرایط عدم کاربرد نیترات کلسیم بود و کمترین میزان نیز با میانگین ۲ درصد مربوط به ژنوتیپ چاه افضل و در شرایط کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیترات کلسیم بود (شکل ۲). با توجه به میزان آسیب‌های ظاهری، ژنوتیپ چاه افضل داری وضعیت مطلوب‌تری نسبت به سایر ژنوتیپ‌های بررسی شده در این تحقیق بود. نتایج مشابهی

توسط دیگران گزارش شده است (۹، ۱۰ و ۱۳). 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 آن‌ها است 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 (۱۱).



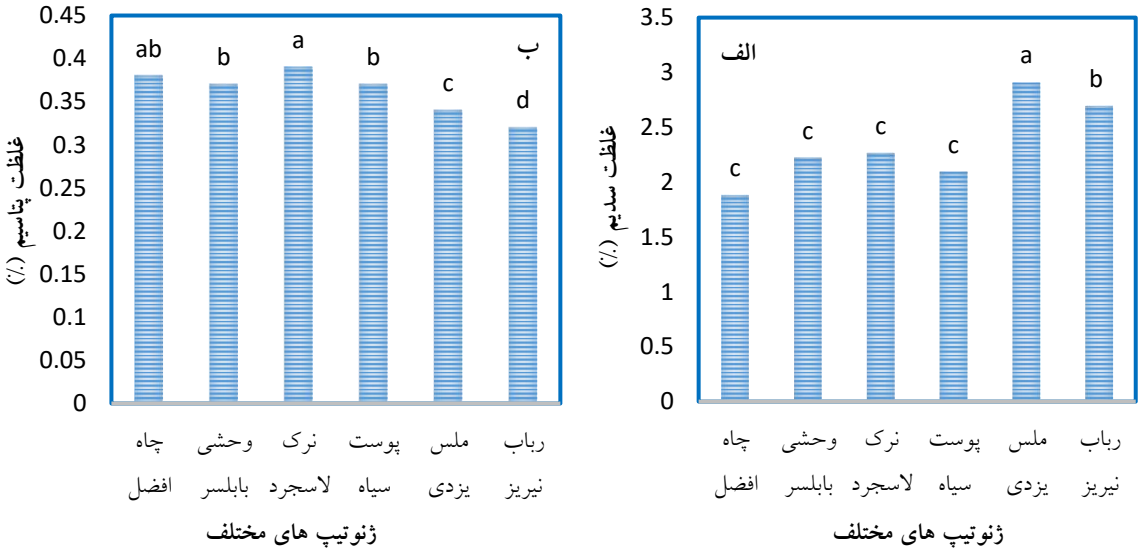
شکل ۲- اثرمتقابل ژنوتیپ و نیترات کلسیم بر درصد نکروزه ژنوتیپ‌های انار مورد بررسی در شرایط شور

(میانگین‌هایی که دارای حروف مشابه هستند، بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند).

بیش‌ترین غلظت سدیم در رقم ملس یزدی (۲/۹۰ درصد) و رباب نیریز (۲/۷۵ درصد) مشاهده شد. در نقطهٔ مقابل، کمترین غلظت سدیم در ژنوتیپ چاه افضل (۱/۸۸ درصد) مشاهده شد که با ژنوتیپ‌های وحشی بابلسر (۲/۲۲ درصد)، نرک لاسجرد سمنان (۲/۲۶ درصد)، پوست سیاه اردکان (۲/۰۹ درصد) اختلاف معنی‌داری نداشتند (شکل ۳-الف). این نتایج با یافته‌های حاصل از بررسی صفات مورفولوژیک گیاهان مطابقت داشت. ارقام انار ملس یزدی و رباب نیریز که بیشترین تجمع سدیم در برگ را داشتند، بیشترین درصد نکروزه را نیز دارا بودند. 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 (۱۵).

همانطور که از شکل (۳-ب)، مشاهده شود، بیش‌ترین غلظت پتاسیم در ژنوتیپ نرک لاسجرد سمنان (۰/۳۸۶ درصد) مشاهده شد که فاقد اختلاف معنی‌دار با ژنوتیپ چاه افضل (۰/۳۷۸ درصد) بود. همچنین کم‌ترین غلظت پتاسیم به‌ترتیب در ارقام رباب نی‌ریز (۰/۳۲۲ درصد) و ملس یزدی (۰/۳۳۷ درصد) مشاهده شد. غلظت پتاسیم در برگ‌های ژنوتیپ‌های وحشی بابلسر و پوست سیاه اردکان به ترتیب (۰/۳۶۹ و ۰/۳۷ درصد) بود. این نتایج نشان می‌دهد که ژنوتیپ‌های نرک لاسجرد سمنان و چاه افضل از طریق افزایش مقدار پتاسیم تحت شرایط تنش شوری می‌توانند با اثرات منفی و مخرب سدیم مقابله کنند. 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 را نیز دارا بود. گزارش شده است که پتاسیم در حفظ تعادل اسمزی، و باز و بسته شدن روزنه‌ها مؤثر می‌باشد و اثرات مخرب سدیم را کاهش می‌دهد (۱۵). 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 (٦).



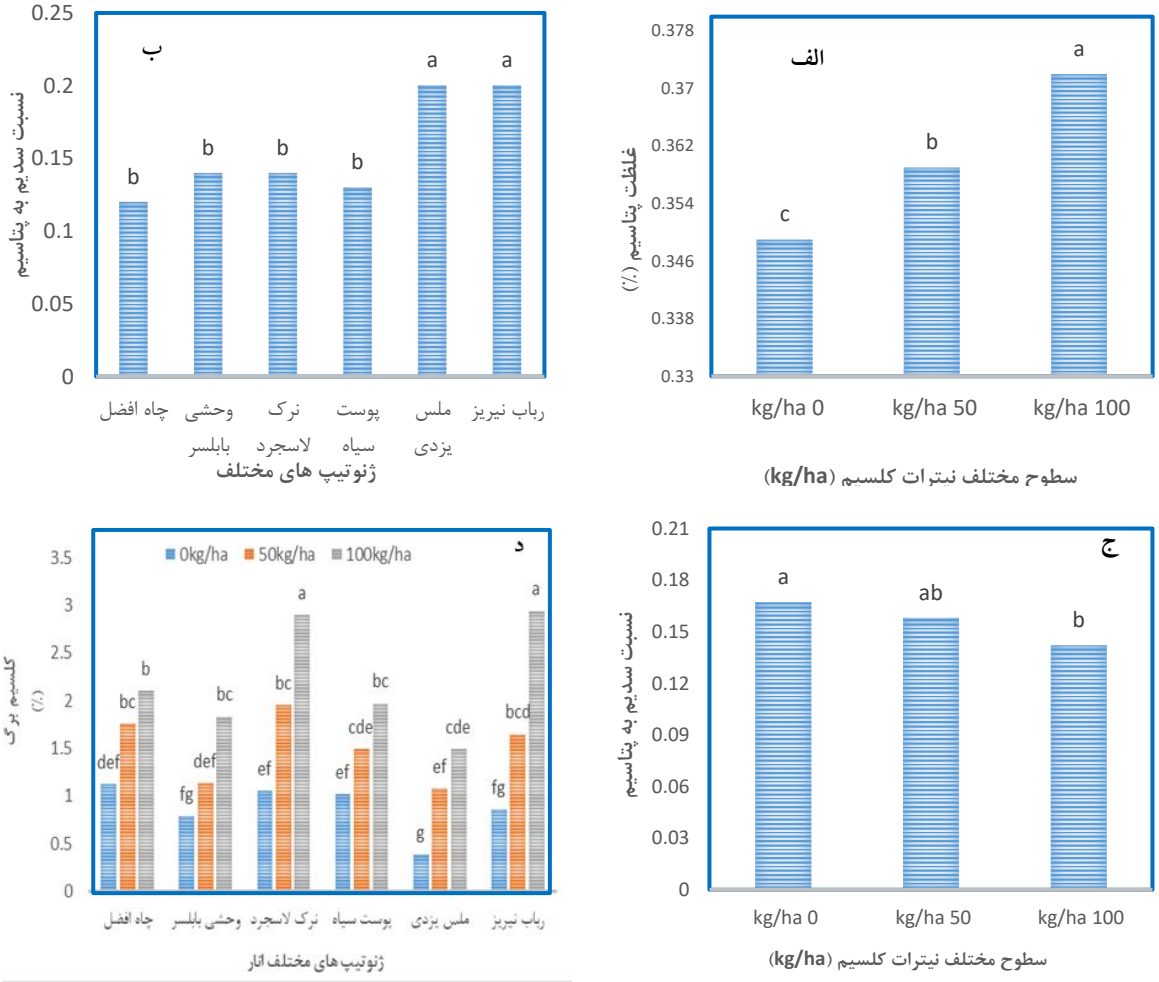
شکل ۳- اثر ژنوتیپ بر غلظت سدیم (الف) و اثر ژنوتیپ بر غلظت پتاسیم (ب) در ژنوتیپ های انار مورد بررسی

بر اساس نتایج به دست آمده (شکل ٤-الف)، با کاربرد نیترات کلسیم محتوی پتاسیم در برگ ژنوتیپ‌های مورد مطالعه افزایش یافت. بیش‌ترین و کمترین محتوی پتاسیم به ترتیب در تیمارهای ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیترات کلسیم و شاهد (۰/۳۷۲ و ۰/۳٤۹ درصد)، مشاهده شد. گزارش شده است که جذب انتخابی یون‌هایی مانند پتاسیم، آهن و روی (Zn) در ریشه گیاه تحت تنش شوری مورد بررسی قرار گرفته است. تحقیقات نشان می‌دهد که در صورت وجود میزان مناسبی از کلسیم در محیط رشد ریشه، جذب انتخابی این عناصر توسط ریشه بهبود یافته و در نتیجه عناصری مانند پتاسیم بهتر جذب ریشه گیاه می‌شود (۷).

بر اساس نتایج یه دست آمده، بیش‌ترین نسبت سدیم به پتاسیم در رقم ملس یزدی (۰/۲۰۲) مشاهده شد که فاقد اختلاف معنی‌دار با رقم رباب نی‌ریز (۰/۱۹۷) بود. در نقطهٔ مقابل، کم‌ترین نسبت سدیم به پتاسیم در ژنوتیپ چاه افضل (۰/۱۱۸) حاصل شد که با ژنوتیپ‌های وحشی بابلسر (۰/۱٤۲)، نرک لاسجرد سمنان (۰/۱٤) و پوست سیاه اردکان (۰/۱۳٤) اختلاف معنی‌داری نداشتند (شکل ٤-ب).

بر اساس نتایج به دست آمده (شکل ٤-د)، بیشترین درصد کلسیم برگ با میانگین ۲/۹٤ درصد در رقم رباب نیریز و در شرایط کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیترات کلسیم مشاهده شد. پس از این رقم بیشترین درصد کلسیم در برگ‌های ژنوتیپ نرک لاسجرد سمنان مشاهده شد که اختلاف معنی داری با درصد کلسیم موجود در برگ‌های رقم رباب نیریز نداشت. کمترین درصد کلسیم برگ نیز در رقم ملس یزدی و بدون مصرف نیترات کلسیم (۰/۳۸ درصد)، مشاهده شد که با مقدار کلسیم موجود در برگ‌های رقم رباب نیریز و ژنوتیپ وحشی بابلسر تحت این تیمار اختلاف معنی‌داری نداشتند. با توجه به اینکه این رقم به همراه رقم رباب نیریز از سایر ژنوتیپ‌های مطالعه شده در این تحقیق، دارای تحمل کمتری به شوری بودند، نشان می‌دهد که ریشه‌های این رقم قابلیت جذب کلسیم کمتری در شرایط شور نسبت به سایر ژنوتیپ‌های مطالعه شده داشتند و به همین دلیل

دارای کلسیم پایینتری در برگ‌های خود بودند. کلسیم یکی از عناصر پر مصرف است که برای رشد و توسعه طبیعی گیاه مورد نیاز است. کلسیم در تنظیم تعدادی از فرآیندهای بنیادی شامل جریان سیتوپلاسم، تقسیم سلولی، قطبیت سلول، استحکام غشاء و ساختار دیواره نقش داشته و به‌عنوان پیغام‌بر ثانویه در زمان تنش عمل می‌کند (۱٤).



شکل ٤-اثر نیترات کلسیم بر غلظت پتاسیم (الف)، اثر ژنوتیپ بر نسبت سدیم به پتاسیم (ب)، اثر نیترات کلسیم بر نسبت سدیم به پتاسیم (ج) و اثر متقابل ژنوتیپ و نیترات کلسیم بر کلسیم برگ گیاهان انار مورد بررسی در شرایط شور

به طور کلی نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد، که نوع ژنوتیپ و سطح نیترات کلسیم بر تغییرات صفات مورفولوژیک، فیزیولوژیک و غلظت عناصر غذایی مؤثر است. بررسی خصوصیات رشدی شش ژنوتیپ انتخابی انار مورد مطالعه در این تحقیق در سطح شوری ۹/۵ دسی‌زیمنس بر متر، نشان داد، بیشترین و کمترین درصد نکروزه (۱۲ و ۲ درصد)، محتوی پتاسیم (۰/۳۷۸ و ۰/۳۲۲ درصد) و کمترین و بیشترین محتوی سدیم (۱/۸۸ و ۲/۷۵ درصد) و نسبت سدیم به پتاسیم (۰/۱۱۸ و ۰/۱۹۷) به ترتیب در ژنوتیپ های چاه افضل و با کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیترات کلسیم و رقم رباب نیریز بدون کاربرد نیترات کلسیم مشاهده شد. ژنوتیپ چاه افضل از طریق حفظ خصوصیات رشدی خود و افزایش جذب پتاسیم در مقابل سدیم، شرایط رشدی مناسبتری نسبت به سایر ژنوتیپ های مطالعه شده در این تحقیق از خود نشان داد. پس از این ژنوتیپ، ژنوتیپ های نرک لاسجرد سمنان و وحشی بابلسر دارای وضعیت رشدی مناسبتری نسبت به سایر ژنوتیپ‌های مورد مطالعه بودند.

همچنین نتایج نشان داد که کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار از نیترات کلسیم در ابتدای فصل رشد به طور معنی‌داری موجب بهبود خصوصیات رشدی تمامی ژنوتیپ‌های مورد مطالعه شد. ضمن اینکه کاربرد کلسیم به صورت کودآبیاری در ابتدای فصل رشد به طور موثری موجب کاهش اثرات مخرب سدیم می‌شود.

توصیه ترویجی

به منظور کاربرد ترکیب فوق طبق دستورالعمل زیر عمل نمایید:

– ابتدا به ازای هر هکتار ۱۰۰ کیلوگرم کود نیترات کلسیم تهیه گردد.

– با توجه به ابعاد کرت‌ها و طول جوی‌ها در هر باغ مقدار مناسبی از کود نیترات کلسیم (۶۰ گرم به ازای هر درخت) در بشکه‌ای شیردار حل گردد.

– در ۱/۳ پایانی زمان آبیاری در هر کرت یا جوی، شیر بشکه به اندازه‌ای باز گردد تا قبل از اتمام زمان آبیاری محلول موجود در بشکه به اتمام رشد.

– کود مورد نظر در زمان شروع فصل رشد و در آب اول استفاده گردد.

شکل ۵- نمایی از سایت تحقیقاتی (سمت راست) و ژنوتیپ چاه افضل (سمت چپ)

منابع

۱. مظفری، ح.، و منوچهری کلانتری، خ. (۱۳۸۳). نقش کلسیم در کاهش اثرات شوری در گیاه خاکشیر *Descurainia Sophia*. پژوهش و سازندگی، زراعت و باغبانی، ۶۵: ۹۹- ۱۰۳.

۲. مومن پور، ع.، سلطانی گردفرامرزی، و.، راد، م. ه.، وظیفه شناس، م. ر.، آناقلی، ا.، احمدی، ف.، و جماعتی اردکانی، ز. (۱۳۹۹). تعیین آستانه تحمل شوری ژنوتیپ های مختلف انار. پژوهش های آب در علوم کشاورزی ۳۴ (۱): ۱-۱۴.

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

4. Bayuelo-Jiménez, J.S., Debouck, D.G., & Lynch, J.P. (2003). Growth, gas exchange, water relations, and ion composition of Phaseolus species grown under saline conditions. Field Crops Research. 80 (3): 207-222.

5. Emami, A. (1996). Methods of plant analysis. Agricultural Research and Education Organization. Soil and Water Institute. 130 Pp.

6. Karimi, H.R., & 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.

7. 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.

8. Maas, E.V., and Hoffman, G.J. (1977). Crop salt tolerance: Current assessment. Journal of Irrigation and Drainage Engineering. 103: 115- 134.

9. Momenpour, A., Imani, A., Bakhshi, D., and Akbarpour, E. (2018). Evaluation of salinity tolerance of some selected almond genotypes budded on GF677 rootstock. International Journal of Fruit Science. 18 (4): 410-435.

10. Momenpour, A., Dehestani Ardakani, M., Shirmardi, M., Gholamnezhad, J. Ahmadi, F. and Jamaati, Z. (2022). Salinity tolerance evaluation of twelve selected pomegranate (*Punica granatum*) genotypes to achieve tolerant cultivars and rootstocks. Journal of Horticultural and Postharvest Resarch. 5 (4): 363-378.

11. Munns, R. (2002) . Comparative physiology of salt and water stress. Plant, cell & environment. 25 (2): 239- 250.

12. Munns, R., & Tester. M. (2008). Mechanisms of salinity tolerance. Annual Review of Plant Biology. 59: 651–681.

13. Rahemi, M., Nagafian, Sh., & Tavallaie, V. (2008). Growth and chemical composition of hybrid GF677 influenced by salinity levels of irrigation water. Plant Sciences. 7 (3): 309-313.

14. Shao, H. B. Song, W. Y. & Chu, L. Y. (2008). Advances of calcium signals involved in plant anti-drought. Comptes rendus biologies. 331 (8): 587- 596.

15. Szczerba, M.W., Britto, D.T., Balkos, K.D., & Kronzucker, H.J. (2008). NH_4^+ stimulated and -inhibited components of K^+ transport in rice (*Oryza sativa* L.). Experimental Botany. 59: 3415–3423.