Archive of SID

بررسی امکان افزایش تولید علوفه سورگوم در شرایط شور با استفاده از کربنات کلسیم

مهرداد یارنیا [1]

چکیده

به دلیل اهمیت و گستردگی شوری آب و خاک و افزایش قابل ملاحظه این گونه اراضی، همچنین نیاز روزافزون کشور به علوفه و پتانسیل تولید بالای سورگوم علوفه‌ای، پژوهشی جهت ارزیابی تأثیر سطوح مختلف کربنات کلسیم بر تولید علوفه ارقام سورگوم در شرایط آبیاری با آب شور در گلخانه، تحت شرایط گلدانی و سیستم هیدروپونیک انجام شد. آزمایش با استفاده از طرح فاکتوریل در پایه‌ی طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل ۲ رقم سورگوم علوفه‌ای به نام‌های KFS_3 و Jumbo و پنج سطح شوری آب آبیاری شامل صفر (شاهد)، ۵۰ ، ۱۰۰ ،۱۵۰و۲۰۰ میلی مولار NaCl و ۴ سطح کربنات کلسیم شامل صفر (شاهد)، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار بود. با افزایش میزان شوری، صفات اندازه‌گیری شده شامل ارتفاع بوته، سطح برگ، وزن خشک برگ، ساقه، ریشه و اندام هوایی، بیوماس، نسبت وزن خشک اندام هوایی به ریشه، نسبت وزن برگ و نسبت وزن برگ به ساقه کاهش نشان داده ولی با افزایش میزان کربنات کلسیم در هر سطح شوری، میزان ارتفاع بوته، سطح برگ، نسبت وزن اندام هوایی به ریشه، نسبت وزن برگ به وزن ساقه در هر دو رقم افزایش معنی‌داری نشان داد. همچنین ارقام مورد مطالعه با استفاده از کربنات کلسیم توانستند وزن خشک اندام‌های هوایی و بیوماس بیشتری تولید نمایند. میزان افزایش تمام صفات به‌غیر از ارتفاع بوته و سطح برگ در رقم KFS_3 بیشتر از رقم Jumbo بود. رقم KFS_3 نسبت به رقم Jumbo از توان بهره برداری بیشتری از کلسیم در شرایط بدون شوری برخوردار بود. میزان افزایش عملکرد علوفه در شرایط شور با مصرف کربنات کلسیم نسبت به شرایط بدون مصرف کربنات کلسیم حداقل۷۱/۸٪ در رقم KFS_3 و حداکثر ۱۱۲/۱٪ در رقم Jumbo بود، بدین ترتیب مصرف کربنات کلسیم می‌تواند در بالا بردن تولید علوفه در شرایط شور مؤثر واقع شود.

واژه‌های کلیدی: شوری آب و خاک، کربنات کلسیم، ارقام سورگوم علوفه‌ای

۱- استادیار دانشگاه آزاد اسلامی تبریز

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه و بررسی منابع

گیاهان در طبیعت در طی مراحل زندگی خود ممکن است در معرض انواع تنش های محیطی قرار بگیرند. مقاومت در برابر تنش شامل کاهش تنش یا اجتناب از تنش و تحمل تنش می باشد. این دو همان پاسخ دینامیکی گیاه در برابر تنش می باشند (۱۳). شوری منابع آب و خاک یکی از اساسی ترین مشکلات کشاورزی مخصوصاً در مناطق خشک و نیمه‌خشک است که بیش از ۲۵٪ سطح زمین را مناطق خشک و نیمه‌خشک تشکیل می دهد و بر اساس آمار موجود ۱۶/۸٪ از سطح زمین را کویرها، ۱۶/۹٪ را استپ ها و ۲۳٪ را مرغزارها فرا گرفته اند. آب و هوای خشک و نیمه خشک در تشکیل خاک های شور مناطق مختلف سهیم است (۸).

مناطق شور به‌وسیله حضور غیر طبیعی و مقادیر زیاد نمک های محلول ایجاد شده است. محتوای نمک خاک به وسیله پخش شدن، شسته شدن با آب باران، نمک های حل شده از تخریب و انحلال سنگ بستر و تبخیر از سطح خاک و تعرق گیاهی افزایش می یابد حتی زهکشی ضعیف در مناطق زراعی نیز می تواند موجب بالا آمدن سفره‌های آبی به نزدیک سطح زمین و شور شدن خاک شود (۱۹).

هیدرولوژیست ها مساحت آب های موجود در سطح زمین را ۳۶۱×۱۰^{۶} کیلومتر مربع تخمین زده‌اند که ۹۶/٤ ٪ آن را آب‌های شور تشکیل داده است. استفاده نامناسب از آب‌های شور ۳۰ میلیون هکتار از ۲۳۷ میلیون هکتار اراضی کشاورزی فاریاب را به شدت تخریب کرده و حدود ۸۰ میلیون هکتار را با شدت‌های متفاوت تحت تأثیر خود قرار داده است. آبیاری به‌ندرت با آبی انجام می شود که فاقد بعضی از نمک ها باشد، بنابراین در نهایت این نمک ها تا زمانی که مدیریت سیستم های آبیاری نتواند آن ها را از طریق آب شویی از پروفیل خاک خارج نماید، در خاک تجمع حاصل می نمایند. شور شدگی متناسب با توسعه آبیاری در حال افزایش می باشد. بر اساس گزارش FAO بیش از ٤۰ درصد از اراضی تحت آبیاری ایران در معرض شوری ثانویه قرار دارند (۲۰).

شوری خاک مخصوصاً در نواحی کم بارانی که تبخیر از سطح خاک بیشتر از مقدار باران فرورفته در خاک در طی یک سال می باشد، افزایش می یابد. در بعضی از شرایط حتی در صورت مناسب بودن کیفیت آب، ممکن است آبیاری منجر به تجمع نمک به میزان زیان‌آور برای گیاهان شود (۱۸). از طرف دیگر، به‌علت افزایش سطح زیر کشت، ضرورت هر چه بیشتر استفاده از منابع آب های موجود از جمله آب های شور و غیر شور بیشتر احساس شده و مصرف این گونه آب ها توسط زارعین رایج گردیده است، همچنین منابع عظیمی از آب های سطحی و زیرزمینی شور و نیمه شور وجود دارند که اگرچه در حال حاضر مورد استفاده نیستند احتمالاً در آینده از آن‌ها بهره برداری خواهد شد. رودخانه های جراحی و هندیجان در خوزستان، شاپور و دالکی در استان بوشهر، آجی چای در آذربایجان و بسیاری از منابع آب های زیرزمینی از این جمله می باشند (۱).

مسمومیت ناشی از املاح در نتیجه تنش اسمزی، تنش کمبود مواد غذایی، تخریب غشای سلولی و

www.SID.ir

Archive of SID

یا تغییر در فعالیت آنزیمی و متابولیسمی اتفاق می افتد. اثرات غیر مستقیم تجمع نمک نیز از طریق بهم زدن توازن مواد غذایی خاک، اثر بر میکروارگانیسم ها و تخریب ساختمان فیزیکی خاک است. طبیعتاً کلیه‌ی این عوامل بر رشد گیاه مؤثر است و میزان این تأثیر به درجه حساسیت گیاه بستگی دارد. در مجموع بسیاری از عوامل مربوط به گیاه، خاک و آب و محیط با یکدیگر عمل کرده و برعکس العمل یک گیاه نسبت به شوری اثر می گذارند (۵). گیاهان در شرایط شور مواجه با دو وضعیت خاص می باشند:

۱- لازم است املاح از جمله NaCl را برای تنظیم اسمزی در واکوئل های سلول ها جذب نمایند. در همین زمان بایستی مقدار NaCl سیتوپلاسم را که مسیر حرکت املاح به واکوئل می‌باشد در حد پایین نگه دارند.

۲- باید به صورت کارآمد از جذب کلرور سدیم اضافی موجود در جریان تعرق ممانعت نموده تا از تجمع آن ها در حد خسارت‌زا در سلول‌ها، بافت‌ها و اندام‌های گیاهی جلوگیری نمایند. ورود نمک مخصوصاً به اندام‌های انتهایی یعنی برگ‌ها بایستی کنترل شود. هرگونه نمک موجود در آب وارد شده به برگ‌ها از راه سیستم آوند چوبی یا باید در آنجا باقی بمانند یا از طریق آوند آبکش به ریشه برگردند که سیستم برگشت راندمان چندانی ندارد (۱۰).

غشای سلولی سلول های ریشه نفوذپذیری کمی در برابر سدیم دارد ولی همین سلول ها می‌توانند برخلاف شیب غلظت، پتاسیم را جذب نمایند و ثابت شده است که کلسیم برای نگهداشتن سلامت غشاهای سلولی لازم است (۹). عمده فعالیت کلسیم مربوط به توانایی آن برای پیوند کوردینانس می‌باشد که اتصال پایدار ولی قابل برگشت بین مولکولی را به وجود می آورد. این اعمال در بسیاری از موارد در دیواره های سلولی و غشای پلاسما تحقق می‌یابند (۱۵).

شوری بر روی جذب و انتقال کلسیم تأثیر می گذارد لذا گیاهان علایم کمبود کلسیم را به‌ویژه در ژنوتیپ‌های حساس به‌وضوح نشان می دهند (۹). از آنجایی که Na^+ در غشای پلاسما با Ca^{2+} جایگزین می‌شود بنابراین نسبت بالای Na^+/Ca^{2+} متصل به قسمت آپوپلاستی غشا ممکن است از همان اوایل فیزیولوژی و اعمال غشا را تحت تأثیر قرار دهد. اثرات مرتبط با Na^+ در هموستازی Ca^{2+} می‌تواند از طریق تغییر در سیالیت غشای پلاسما در کل و فعالیت کانال های انتقال، پمپ های Ca^{2+} ATPase، قرار گرفتن در غشای پلاسما و یا از طریق اثر متقابل مستقیم Na^+ و Ca^{2+} در مکان‌های درون سلولی مربوط به جذب بسیار سریع Na^+ درخلال غشای پلاسما قابل توجیه می باشد (۱۷).

اضافه کردن Ca^{2+} به محیط بیشتر از خنثی کردن اثرات اسموتیک مرتبط با تنش شوری، اثرات مخرب نمک را احتمالاً از طریق تخفیف اثرات سمی یون‌های Na^+ کاهش می‌دهد. نسبت Ca^{2+}/Na^+ یا $Ca^{2+}/(Na^+)_2$ در محیط ریشه شاخص واقعی‌تری برای تنش شوری در مقایسه

www.SID.ir

Archive of SID

با غلظت Na^+ به تنهایی می‌باشد. افزودن کلسیم به محیط می‌تواند اثرات Na^+ را در مختل کردن هموستازی کلسیم سلولی بی اثر کند. همچنین اضافه کردن کلسیم از طریق تغییر جذب به نفع K^+ موجب تغییر نسبت K^+/Na^+ می شود. بهبود و انسجام غشاهای سلولی نیز که توسط Ca^{2+} انجام می شود موجب کاهش نشت از سلول‌های ریشه می‌گردد و مجموعه این عوامل K^+/Na^+ را افزایش می دهد (٦).

در مرکبات رشد کرده در شرایط شور، افزایش کلسیم منجر به کاهش جذب سدیم موجود در آب توسط ریشه ها می‌گردد (٤).

هانگ و ردمن (۱۹۹۵) گزارش کردند که اضافه کردن کلسیم در سیستم هیدروپونیک رشد خردل وحشی را بیشتر از کلزا بهبود می بخشد (۱۲).

کرامر و همکاران (۱۹۸٦) طی آزمایشی اعلام کردند که افزایش شوری از منبع NaCl مقدار Ca^{2+} متصل به غشای پلاسما در ریشه‌های موئین پنبه را کاهش داد و از جریان $^{45}Ca^{2+}$ influx در ریشه اصلی پنبه ممانعت به عمل آورد (۷). لینچ و همکاران (۲۰۰۱) نیز در جریان بررسی شوری در ذرت اعلام کردند که شوری مقدار Ca^{2+} متصل به غشای داخلی را در پروتوپلاست ذرت کاهش می دهد. آن‌ها همچنین اعلام کردند که شوری از صدور $^{45}Ca^{2+}$ در جو ممانعت می کند و به احتمال زیاد این امر به مداخله در بارگیری فعال Ca^{2+} در آوند های چوبی مربوط می‌شود (١٤).

مس و گریو (۱۹۸۷) گزارش کردند که در محیط شور، Ca^{2+} می تواند اثرات NaCl را بر گیاه با نسبت Na^+/Ca^{2+} برابر با ۵/۷ اصلاح نماید (١٦). گلن و همکاران (۱۹۹۷) در آزمایشی اثرات کلسیم، منیزیم و NH_4 را روی مقاومت به شوری در گندم بررسی کرده و اعلام کردند که با افزودن $CaSO_4$ و $MgSO_4$ و NH_4، درصد عملکرد نسبت به حالت شاهد (تغذیه با محلول هوگلند) افزایش می یابد. در شرایط وجود غلظت های بالای نمک در محلول، رشد و عملکرد با افزایش غلظت $CaSO_4$ افزایش می‌یابد (۱۰).

تحقیقات یارنیا (١٣٨٤) نشان داد که ارقام متحمل یونجه از توانایی بهتری در استفاده از کلسیم تکمیلی در محیط شور دارند. در ارقام حساس نیز وجود کلسیم تکمیلی در محیط، وضعیت رشـــدی را بهبود بخشیده ولی عکس العمل آن ها نسبت به ارقام متحمل کمتر است. آزمایش او نشان داد که مصرف کربنات کلسیم می تواند در بالا بردن عملکرد در شرایط شور مؤثر واقع شود. او میزان افزایش عملکرد را حداقل ۹/٤٦٪ در رقم گلستان (۲۰۳۱۳) و حداکثر ۳٦/۳۵٪ در رقم فائو (۲۵٦٦) گزارش نمود (۲).

امروزه استقلال سیاسی و اقتصادی کشورها در گرو توانایی آن ها در تولید مواد غذایی است. صحبت از غذا امروزه به‌عنوان یک اسلحه جهانی است. فرآورده‌ها و محصولات کشاورزی روز به روز حالت استراتژیک بیشتری به خود می‌گیرند و در چنین جهانی فکر و برنامه و تلاش و نگاهی نگران با چشم اندازی به وسعت دنیا می طلبد. رشد روز افزون جمعیت و توزیع نامتعادل تولید مواد غذایی قسمت زیادی از دنیا را مواجه با خطر

www.SID.ir

Archive of SID

گرسنگی کرده است. به‌منظور برقراری این توازن اقداماتی از قبیل احیا و اصلاح مراتع، تأمین آب و مهار سیلاب‌ها، استفاده و توسعه گونه‌ها و ارقام مختلف متحمل و سازگار به شرایط محیطی بالاخص خشکی و شوری، غنی سازی مواد خشبی، استفاده از محصولات فرعی صنایع کشاورزی و غذایی و تعیین ارزش غذایی مواد خوراکی برای استفاده صحیح‌تر از آن‌ها و تغذیه دام بر اساس مواد مغذی مورد نیاز و انتخاب گیاه مناسب از اهمیت خاصی برخوردار است (۱).

لذا این پژوهش با هدف بررسی تأثیر مصرف سطوح مختلف کربنات کلسیم بر رشد و عملکرد ارقام سورگوم علوفه‌ای در شرایط آبیاری با آب شور انجام شد. به‌منظور بررسی دقیق اثر تنش شوری و کنترل میزان کلسیم مصرفی بر روی صفات مورد نظر، آزمایش به‌صورت آبکشت با بستر پرلیت انجام شد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی تأثیر مصرف کربنات کلسیم در شرایط شور بر روی رشد و عملکرد سورگوم علوفه‌ای و عکس‌العمل ارقام حساس و متحمل در این شرایط، ۲ رقم سورگوم به‌نام‌های KFS_3 و Jumbo به ترتیب به عنوان ارقام متحمل و حساس به شوری مورد آزمایش قرار گرفتند (۱).

به منظور کاهش اثرات محیطی و جلوگیری از اثرات متقابل عناصر مختلف موجود در بافت خاک بر نتایج آزمایش، بررسی در محیط رشد کنترل شده تحت شرایط آبکشت انجام شد، به این منظور آزمایش در شرایط گلخانه دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی تبریز درمحیطی کنترل شده مجهز به سیستم تهویه اجرا گردید. برای انجام آزمایش گلدان‌هایی یکسان با حجم ۹ لیتر با قطر دهانه ۲۵ و ارتفاع ۳۰ سانتی‌متر و به تعداد پلات های آزمایش انتخاب و تا نزدیک دهانه گلدان‌ها از پرلیت دانه ریز (جهت ایجاد محیطی برای استقرار بوته‌ها) به میزان حدود ۷۰۰ گرم و با ظرفیت مزرعه‌ای ۵۹٪ پر شد.

در شرایط آبکشت از محلول غذایی هوگلند و جهت اعمال تیمارهای شوری در آب آبیاری از NaCl خالص به‌عنوان نمک غالب اکثر خاک‌های شور استفاده گردید. تیمارهای شوری در این آزمایش در ۵ سطح صفر، ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ میلی مولار NaCl تعریف و در محلول هوگلند اعمال شد. تیمار صفر نیز محلول هوگلند فاقد NaCl تعریف شد. جهت بررسی تأثیرکلسیم از ($CaCO_3$) در چهار سطح صفر (شاهد)، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار استفاده گردید. آزمایش بر اساس طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار و به‌صورت فاکتوریل اجرا گردید.

پس از کاشت پلات های آزمایشی (۱۲۰ گلدان)، آبیاری با آب مقطر در تمام تیمارها به منظور جوانه زنی انجام شد. آبیاری با محلول هوگلند در اوایل دوره رشد با فواصل بیشتر و حجم کمتر انجام گرفت که به تدریج از فواصل آبیاری کاسته شده و بر حجم محلول‌های مصرفی اضافه گردید.

در طول دوره آزمایش متوسط آب گلدان ها بین ۸۰ الی ۹۵٪ ظرفیت مزرعه‌ای نگهداری شدند.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول۱- میزان مصرف NaCl و $CaCO_3$ در تیمارهای مختلف

تیمار شوری			NaCl g.lit^{-1}	$CaCO_3$ g.pot^{-1}	تیمار کودی	
S0	شاهد		صفر	صفر	شاهد	C0
S1	NaCl	۵۰ میلی مولار	۲/۹۲۵	۰/۲۵	۵۰کیلوگرم در هکتار	C1
S2	NaCl	۱۰۰ میلی مولار	۵/۸٤٤	۰/۵	۱۰۰ کیلوگرم در هکتار	C2
S3	NaCl	۱۵۰ میلی مولار	۸/۷٦۹	۰/۷۵	۱۵۰ کیلوگرم در هکتار	C3
S4	NaCl	۲۰۰ میلی مولار	۱۱/٦۸۸	-	-	

به منظور کاهش اثرات محیطی بر روی مواد آزمایشی، هر ماه یکبار مکان گلدان ها به صورت دوره‌ای در گلخانه تعویض شد.

با ظهور گل آذین و نشانه‌های آن در تعدادی از گلدان ها که مصادف با ۱۱۳ روز پس از شروع آزمایش بود اقدام به برداشت نهایی بوته ها شد. به منظور تعیین تأثیر کربنات کلسیم بر تحمل به شوری ارقام مورد بررسی، صفات وزن خشک اندام هوایی، وزن خشک ریشه، وزن خشک برگ و ساقه، بیوماس، ارتفاع بوته، سطح برگ، نسبت وزن ریشه به وزن اندام هوایی، نسبت وزن برگ به وزن ساقه و نسبت برگ به اندام هوایی مورد ارزیابی قرار گرفتند. برای مقایسه میانگین صفات و تهیه جداول تجزیه واریانس از نرم افزار MSTATC و برای محاسبات رگرسیونی و همبستگی بین صفات و رسم منحنی ها از نرم افزار HARVARD GRAPH 98 استفاده شد.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس مشاهدات حاصل از صفات مختلف نشان‌دهنده وجود اختلافات معنی‌داری در بین ارقام سورگوم علوفه ای، تیمارهای شوری، سطوح مختلف کربنات کلسیم مصرفی و اثرات متقابل آن‌ها می‌باشد (جدول۲).

مصرف کلسیم در شرایط بدون شوری منجر به افزایش میزان صفات بررسی شده گردید. میزان افزایش تمام صفات به‌غیر از ارتفاع بوته و سطح برگ در رقم KFS_3 بیشتر از رقم Jumbo بود. بنابراین رقم KFS_3 در استفاده از کلسیم در شرایط بدون شوری از توان بهره‌برداری بیشتری نسبت به رقم Jumbo برخوردار است. مصرف کلسیم در شرایط شور منجر به کاهش میزان افت صفات بررسی شده در هر دو رقم نسبت به عدم مصرف آن گردید، با این حال حتی در شرایط مصرف کود، میزان افت صفات بررسی شده دررقم Jumbo به مراتب بیشتر از رقم KFS_3 بود (جدول۲).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول۲- خلاصه‌ی جدول تجزیه واریانس صفات بررسی شده ارقام سورگوم علوفه‌ای

منابع تغییر	درجه آزادی	وزن اندام هوایی	بیوماس	ریشه	ارتفاع	سطح برگ	اندام هوایی/ ریشه	نسبت وزن برگ	ساقه/برگ
تکرار	۲	۱۵/۷۳۸**	۶۳/۸۷۱	۱۶/۲	۲۶۶/۰۶۱*	۲۲۸۵۵/۸۵۰**	۰/۰۱۶	۰/۰۰۰	۰/۰۱۰
رقم	۱	۱۸۱/۰۵۶**	۱۹۰۴/۰۳۳**	۹۱۰/۸۰۳**	۱۹۵۵۰/۸۷۴**	۷۷۷۶۱۳/۹۲۴**	۱/۶۹۰*	۰/۰۳۹**	۱/۰۴۲**
خطای آزمایش	۲	۰/۰۰۰	۶/۴۷۷	۶/۴۱۲	۲۳/۳۳۳	۸/۳۶۰	۰/۰۱۸	۰/۰۰۰	۰/۰۰۱
شوری	۴	۵۹۶/۶۵۵**	۱۱۳۶/۶۳۱**	۸۸/۰۸۷**	۱۷۰۹۶/۲۲۸**	۴۲۶۵۹۵/۱۵۷**	۰/۰۳۵**	۰/۰۰۵**	۰/۱۳۴**
شوری × رقم	۴	۷۶/۸۴۵**	۲۰۸/۸۸۵**	۳۲/۹۱۹**	۴۵۶۰/۳۲۹**	۳۲۳۹۲۷/۰۰۷**	۰/۰۰۲	۰/۰۰۳**	۰/۰۸۲**
کود	۳	۱۷۲/۳۵۲**	۳۳۱/۱۴۵**	۲۵/۸۲۱**	۳۱۰/۲۲۲**	۸۶۳۴۰۲/۰۶۲**	۰/۰۱۴*	۰/۰۰۰*	۰/۰۱۲*
رقم ×کود	۳	۱/۸۸۹**	۷/۸۶۴**	۴/۷۲۸**	۱۲/۴۹۷	۶۵۲۷۶/۶۵۴**	۰/۰۰۴	۰/۰۰۰	۰/۰۱۰
شوری× کود	۱۲	۷/۱۱۶**	۱۶/۱۲۸**	۲/۰۳۱*	۵/۷۶۹	۵۸۰۸۶/۶۳۹**	۰/۰۰۲	۰/۰۰۱**	۰/۰۱۳**
رقم×شوری×کود	۱۲	۰/۴۲۱**	۱/۵۶۴	۰/۸۲۹	۸/۹۸۵	۳۴۰۰/۴۷۸**	۰/۰۰۲	۰/۰۰۰**	۰/۰۱۱**
خطای آزمایش	۷۶	۰/۱۴۸	۱/۳۲۶	۱/۰۹۶	۶۸/۷۵۲	۵۴۷/۹۸۲	۰/۰۰۴	۰/۰۰۰	۰/۰۰۴
CV%		۲/۰۷	۴/۱۳	۱۱/۲۱	۶/۲۳	۳/۳۰	۱۱/۷۷	۲/۲۷	۴/۸۷

* و ** به‌ترتیب اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪

www.SID.ir

Archive of SID

ارتفاع بوته:

افزایش کربنات کلسیم در سطوح مختلف شوری تأثیر غیر معنی‌داری بر روی ارتفاع بوته ارقام سورگوم علوفه ای داشت. مقایسه میانگین ارتفاع بوته ارقام در شوری ها و سطوح مختلف کربنات کلسیم نشان داد که بین سطوح مختلف کربنات کلسیم اختلاف غیر معنی داری وجود دارد. رقم KFS_3 علیرغم دارا بودن ارتفاع کمتر در شرایط شاهد، به‌دلیل افزایش کلسیم در محیط توانسته است بیشترین ارتفاع را ایجاد نماید. افزایش ارتفاع بوته می تواند ناشی از بهبود متابولیسم سلولی و افزایش رشد سلول ها در حضور یون کلسیم باشد. این مطلب توسط آوادا و همکاران (۱۹۹۵) در مورد اثرات یون کلسیم ناشی از منابع مختلف در لوبیا نیز گزارش شده است (۳).

سطح برگ:

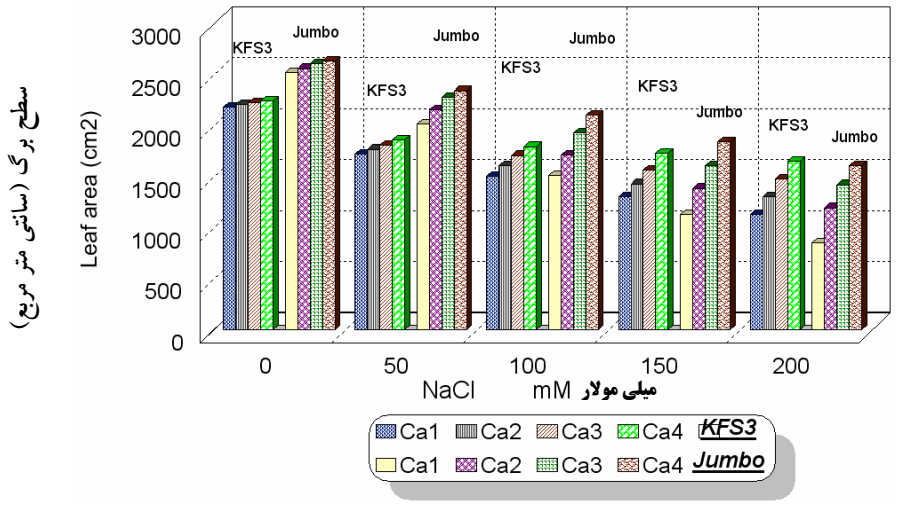
تیمارهای آزمایش بر روی سطح برگ اثرات معنی‌داری نشان دادند. با افزایش شوری از شرایط بدون شوری تا شوری ۲۰۰ میلی مولار NaCl میزان سطح برگ در هر دو رقم سورگوم علوفه‌ای کاهش یافت. میزان کاهش سطح برگ در رقم Jumbo بیشتر از رقم KFS_3 بود، به طوری که این افت برای رقم KFS_3، ٤٨٪ و برای رقم Jumbo ٦٦/١ ٪ بود.

با افزایش میزان کربنات کلسیم در هر سطح شوری، میزان سطح برگ در هر دو رقم افزایش معنی داری نشان داده که این افزایش در رقم Jumbo در تمام سطوح شوری بیشتر از رقم KFS_3 بود. بدین ترتیب با افزایش میزان کربنات کلسیم مصرفی، از افت سطح برگ در اثر افزایش شوری نیز کاسته شد. با این‌حال میزان افت سطح برگ حتی در شرایط مصرف کربنات کلسیم در اثر افزایش شوری در رقم Jumbo بیشتر از رقم KFS_3 بود، به‌طوری‌که میزان افت سطح برگ در شرایط مصرف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کربنات کلسیم در شوری ۲۰۰ میلی‌مولار نسبت به شرایط بدون شوری در رقم Jumbo، ۳۹٪ و در رقم KFS_3 ، ۲٦/۲ ٪ بود.

مصرف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کربنات کلسیم در شرایط بدون شوری باعث افزایش سطح برگ به میزان ۳٪ در رقم KFS_3 و ٤/۳٪ در رقم Jumbo گردید که نشان‌دهنده عکس‌العمل بهتر رقم Jumbo از مصرف کود در شرایط بدون شوری می‌باشد. با افزایش شوری نیز این برتری در بهره برداری از کربنات کلسیم توسط رقم Jumbo حفظ شد به طوری که در شوری ۲۰۰ میلی مولار NaCl، مصرف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کربنات کربنات کلسیم، ٤٦/۷٪ سطح برگ رقم Jumbo و ۳۱/۵٪ سطح برگ رقم KFS_3 را نسبت به عدم مصرف کربنات کلسیم افزایش داد. مصرف کلسیم در محیط شور موجب کاهش لکه‌های کلروزه در برگ‌ها که نشانه بارز کمبود کلسیم به شمار می رود، می شود. بنابراین در شرایط شور به شرط تأمین بودن کلسیم مورد نیاز، کاهش سطح کمتر می‌شود. این موضوع توسط هانگ و ردمن (۱۹۹۵) و مس و گریو (۱۹۸۷) نیز گزارش شده است (۱۲ و ۱٦) (نمودار۱).

www.SID.ir

Archive of SID



نمودار۱- تأثیر کربنات کلسیم بر سطح برگ در شوری‌های مختلف در دو رقم سورگوم علوفه‌ای

(LSD = 50/50)

وزن خشک اندام هوایی:

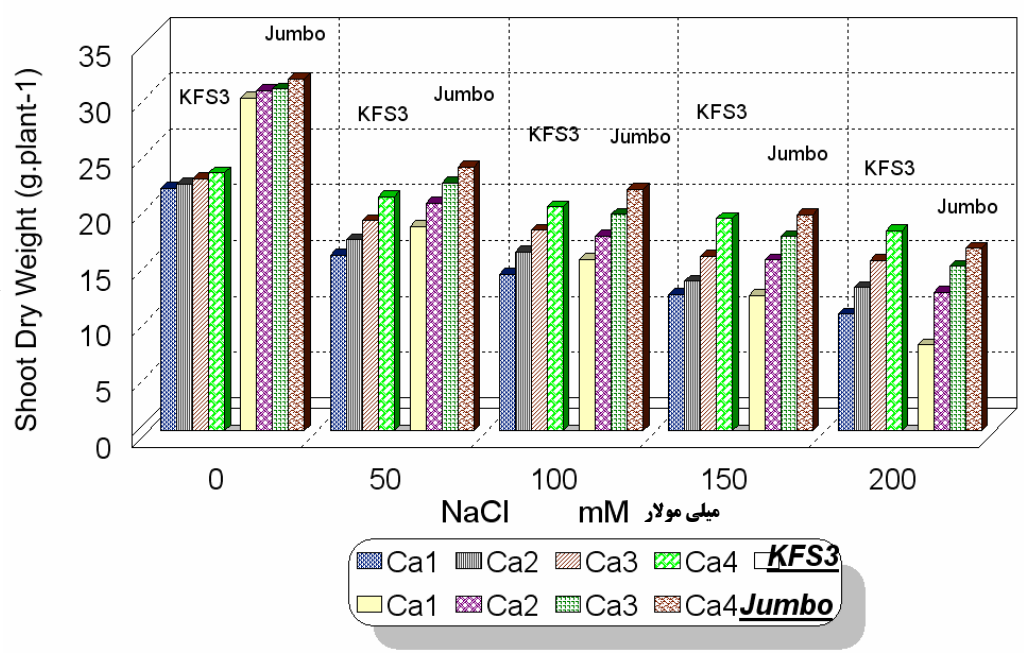
افـزایش کربنات کلسیم در سطوح مختلف شوری تأثیر معنی‌داری بر روی وزن خشک اندام هوایی ارقام سورگوم علوفه‌ای داشت. با افزایش شوری از شرایط بدون شوری تا شوری ۲۰۰ میلی مولار NaCl، میزان وزن خشک اندام هوایی در هر دو رقم سورگوم علوفه ای با اختلاف معنی‌داری کاهش یافت. میزان کاهش وزن خشک اندام هوایی در رقمJumbo بیشتر از رقم KFS_3 بود، به طوری که میزان افت وزن خشک اندام هوایی در رقم KFS_3، ۵۱/۹٪ و در رقم Jumbo ۷٤/۲٪ بود که نشان دهنده تحمل بیشتر رقم KFS_3 در شرایط شور نسبت به رقم Jumbo می باشد. با افزایش شوری در هر دو رقم، میزان بهره برداری از کلسیم مصرفی به منظور افزایش وزن خشک اندام هوایی به طور قابل ملاحظه ای افزایش یافت به طوری که میزان افزایش وزن خشک اندام هوایی در شرایط بدون شوری با مصرف کلسیم در رقم KFS_3 ٦/٤٪ و در رقم Jumbo، ۵/۹٪ بود. به‌همین ترتیب رقم KFS_3 در شوری ۲۰۰ میلی مولار با مصرف ۱۵۰ کیلو گرم در هکتار کربنات کلسیم نسبت به بدون مصرف کلسیم، معـادل ۷۱/۸٪ در وزن خشک اندام هوایی افزایش نشان داد درحالی‌که افزایش در رقم Jumbo معادل ۱۱۲/۱٪ بود.

می‌توان گفت که رقم KFS_3 تا شوری ۱۰۰ میلی مولار، علیرغم افزایش کمتر وزن خشک اندام هوایی، نسبت به رقم Jumbo بهره برداری بیشتری از کلسیم مصرفی نموده ولی در شوری های ۱۵۰ و ۲۰۰ میلی مولار Jumbo ضمن حفظ افزایش بیشتر وزن خشک اندام هوایی نسبت به رقم KFS_3، از کلسیم مصرف شده بهره برداری بیشتری نیز در افزایش وزن خشک اندام هوایی نموده است. نتایج حاصل از بررسی های هانگ و ردمن (۱۹۹۵) نشان داد که ارقام وحشی و زراعی جو نیز عکس العمل های مختلفی در بهره‌برداری از کلسیم در محیط های شور دارند و ارقام زراعی جو پتانسیل استفاده بیشتری از کلسیم را نشان می‌دهند (۱۲)

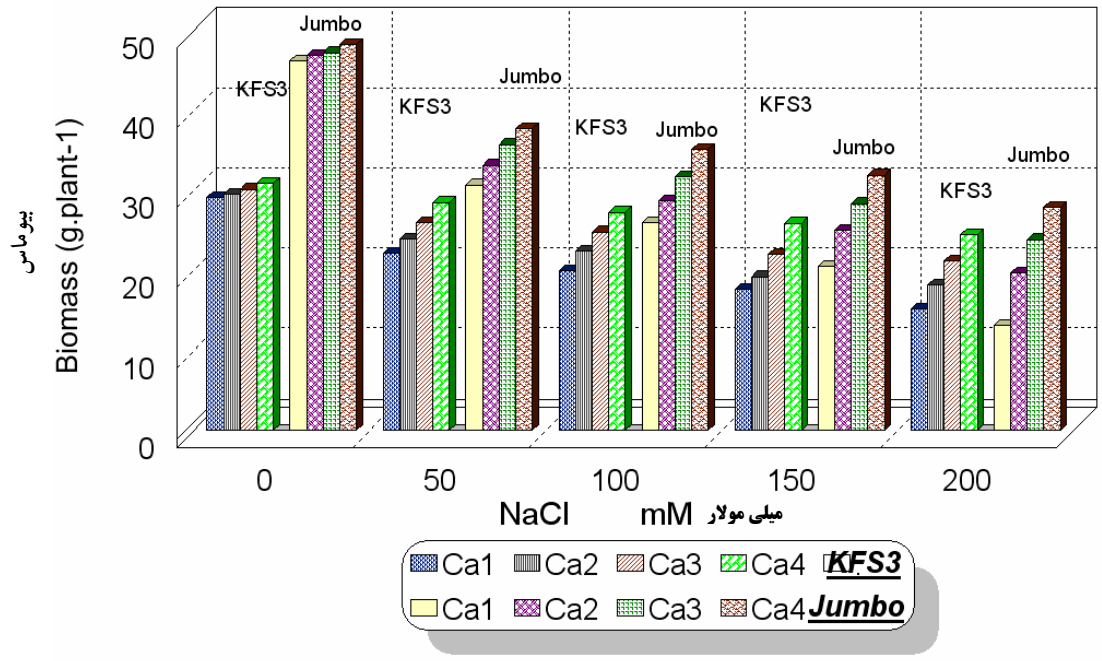
(نمودار۲).

www.SID.ir

Archive of SID



نمودار۲- تاثیر کربنات کلسیم بر وزن خشک اندام هوایی در شوری‌های مختلف در دو رقم سورگوم علوفه‌ای (LSD = 0/8299)



نمودار۳- تأثیر کربنات کلسیم بر بیوماس تولیدی در شوری‌های مختلف در دو رقم سورگوم علوفه‌ای (LSD = 1/556)

بیوماس:

www.SID.ir

Archive of SID

با افزایش مصرف کلسیم در هر سطح شوری، بیوماس تولیدی در هر دو رقم افزایش معنی‌داری نشان داد، لذا میزان بهره‌برداری از کلسیم مصرفی به‌منظور افزایش بیوماس با افزایش شوری در هر دو رقم افزایش یافته است، به طوری که رقم KFS_3 در شوری ۲۰۰ میلی مولار با مصرف کلسیم نسبت به شرایط عدم مصرف کلسیم در بیوماس افزایشی معادل ۱٦/۱٪ نشان داد که این افزایش در رقم Jumbo معادل ۱۱۲/۷٪ بود، در حالی‌که میزان افزایش بیوماس در شرایط بدون شوری با مصرف کلسیم در رقم KFS_3، ٦/۱٪ و در رقم Jumbo ٤/٦٪ بود.

در رقم Jumbo علیرغم افت بیشتر بیوماس در اثر شوری نسبت به رقم KFS3، بیوماس بیشتری نسبت به این رقم مخصوصاً با مصرف کربنات کلسیم تولید شد. افزایش تولید محصول و میزان ماده خشک در ارقام جو با مصرف کلسیم در شرایط شور در گزارشات هانگ و ردمن (۱۹۹۵) نیز وجود دارد (۱۲) (نمودار۳).

وزن خشک ریشه:

با افزایش شوری از شرایط بدون شوری تا شوری ۲۰۰ میلی‌مولار NaCl، وزن خشک ریشه در هر دو رقم سورگوم علوفه ای با اختلاف معنی‌داری کاهش یافت. میزان کاهش وزن خشک ریشه در رقمJumbo به غیر از شرایط بدون شوری در کلیه سطوح شوری بیشتر از رقم KFS_3 بود، افت وزن خشک ریشه با افزایش شوری به ۲۰۰ میلی‌مولار نسبت به شرایط بدون شوری در رقم KFS_3، ۳۵/۸٪ و در رقم Jumbo ٦۷٪ بود.

در هر دو رقم در تمام سطوح شوری مصرف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کلسیم بیشترین وزن خشک ریشه را نسبت به سایر سطوح مصرف کلسیم باعث شد و افزایش وزن خشک ریشه در کلیه سطوح شوری در اثر مصرف کلسیم در رقم Jumbo بیشتر از رقم KFS_3 بود. با افزایش مصرف کلسیم در هر سطح شوری، وزن خشک ریشه در هر دو رقم افزایش معنی‌داری نشان داد و میزان بهره‌برداری از کلسیم مصرفی به‌منظور افزایش وزن خشک ریشه مخصوصاً با افزایش شوری در هر دو رقم افزایش معنی‌داری یافت به طوری که میزان افزایش وزن خشک ریشه در شوری ۲۰۰ میلی‌مولار در اثر مصرف کلسیم در رقم KFS3 ۳۷/۷٪ و در رقم Jumbo ۱۱۳/۵٪ بود، در حالی‌که میزان افزایش وزن خشک ریشه در شرایط بدون شوری با مصرف کلسیم در رقم KFS3، ۵/۳٪ و در رقم Jumbo ۲/۳٪ بود.

در مجموع وزن خشک ریشه رقم Jumbo در کلیه‌ی سطوح شوری به‌مراتب بیشتر از رقم KFS3 بوده و این اختلاف با افزایش مصرف کلسیم بیشتر گردید. البته تغییرات وزن خشک ریشه نسبت به وزن خشک اندام‌های هوایی به مراتب کمتر بود (نمودار٤). نتایج کرامر و همکاران (۱۹۸٦) در ارتباط با کاهش رشد ریشه در شرایط شور و تأثیر مثبت کلسیم بر آن و بانولز و همکاران (۱۹۹۷) در ارتباط با عکس‌العمل‌های رشدی گیاه به شوری نیز این مطالب را تأیید می‌کنند (۷ و ٤).

با افزایش شوری از شرایط بدون شوری تا شوری ۲۰۰ میلی مولار، نسبت وزن خشک ریشه به وزن خشک اندام هوایی در هر دو رقم سورگوم

www.SID.ir

Archive of SID

علوفه ای افزایش یافت. میزان افزایش در رقم KFS_3 نسبت به رقم Jumbo بیشتر بود، به طوری که در رقم KFS_3 این نسبت به میزان ۳۳/۹٪ و در رقم Jumbo به میزان ۲۷/٤٪ افزایش نشان داد.

نسبت وزن ریشه به اندام هوایی:

در تمام سطوح شوری و مصرف کلسیم، نسبت وزن ریشه به اندام هوایی در رقم Jumbo به مراتب بزرگ تر از رقم KFS_3 بود که نشان دهنده داشتن سیستم ریشه‌ای قوی‌تر رقم Jumbo در شرایط ذکر شده نسبت به رقم KFS_3 است. وجود کربنات کلسیم باعث افزایش نسبت وزن ریشه به اندام هوایی در ارقام مورد بررسی شده است که به دلیل پایین بودن درصد افت ریشه نسبت به اندام هوایی می باشد. این افزایش در نسبت وزن ریشه به اندام هوایی به‌مراتب بیشتر از افزایش آن در شرایط شور می‌باشد، چرا که افت وزن ریشه به‌شرط وجود کربنات کلسیم از افت وزن اندام هوایی به مراتب کمتر است. افزایش نسبت وزن ریشه به اندام هوایی در اثر دادن کربنات کلسیم به محیط نشان می‌دهد که کلسیم می تواند تخصیص اسیمیلات را به ریشه در مقایسه با اندام های هوایی تحت شرایط تنش بهبود ببخشد.

در حقیقت می‌توان گفت که شوری به‌همراه کلسیم تکمیلی موجب تسهیم بیشتر مواد فتوسنتزی به ریشه سورگوم علوفه‌ای می‌شود (نمودار۵).

نسبت وزن برگ:

با افزایش شوری از شرایط بدون شوری تا شوری ۲۰۰ میلی مولار میزان نسبت وزن برگ (پربرگی) در هر دو رقم سورگوم علوفه‌ای تغییر معنی داری نیافت. افزایش کلسیم نیز تأثیر معنی داری را بر میزان پربرگی دو رقم ایجاد ننمود، با این حال در شوری های پایین عکس العمل رقم KFS_3 و در شوری های بالا عکس العمل رقم Jumbo به مصرف کلسیم از این نظر بیشتر بود.

نسبت وزن برگ به وزن ساقه:

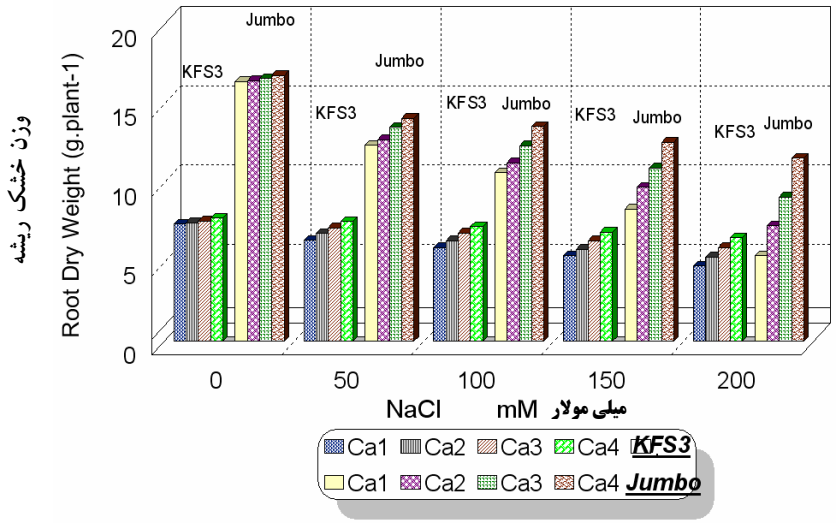
افزایش شوری از شرایط بدون شوری تا شوری ۲۰۰ میلی مولار NaCl، تغییر معنی‌داری را در میزان نسبت وزن برگ به وزن ساقه رقم KFS_3 ایجاد نکرد، در حالی‌که این تغییرات در شوری های بالا در رقم Jumbo معنی‌دار است. افزایش شوری از شرایط بدون شور تا شوری ۲۰۰ میلی‌مولار باعث افزایش این نسبت در رقم KFS_3 و کاهش آن در رقم Jumbo گردید. این موضوع نشان دهنده عکس‌العمل کاملاً متفاوت دو رقم بررسی شده از نظر تغییر آرایش گیاهی در اثر شوری و با مصرف کربنات کلسیم می‌باشد.

با افزایش کربنات کلسیم، خسارات ناشی از Na^+ بر برگ ها از جمله کاهش سطح برگ و ریزش برگ کاهش یافته، در نتیجه میزان افت برگ ها در مقایسه با ساقه کمتر شده است. افزایش نسبت وزن برگ به وزن ساقه در شرایط شور همراه با مصرف کلسیم، نشان دهنده تأثیر بیشتر کلسیم بر روند رشد و تجمع ماده خشک در برگ ها می باشد. افزایش میزان نسبت وزن برگ در رقم KFS_3 و کاهش آن در رقم Jumbo و ایجاد حالت عکس در ارقام با مصرف کلسیم نیز از همین موضوع تبعیت می کند. بنابراین در شرایط شور وجود کلسیم تکمیلی از افت زیاد رشد برگ و در نتیجه از کاهش سطح و

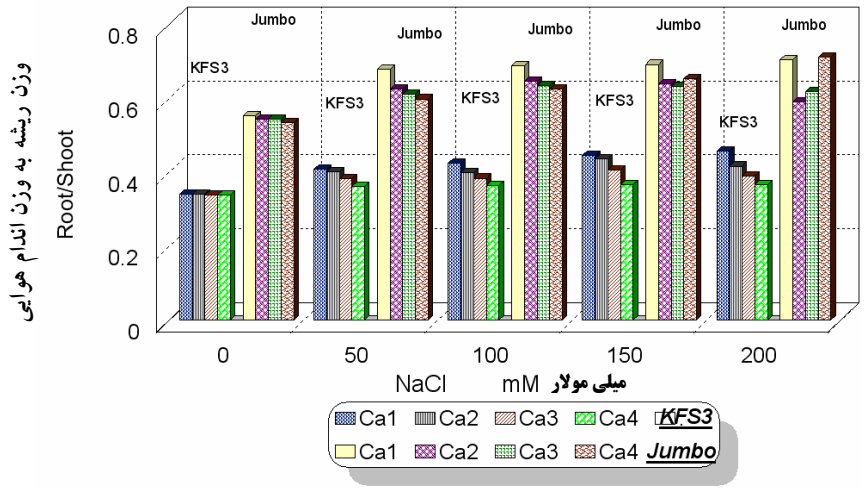
www.SID.ir

Archive of SID

وزن برگ و حتی ریزش برگ جلوگیری می‌کند که باعث افزایش کیفیت علوفه سورگوم می شود. هافمن و همکاران (۱۹۷۵) نیز تغییرات مشابهی را در کیفیت علوفه یونجه در شرایط شور بیان کرده‌اند (۱۱) (نمودار٦).



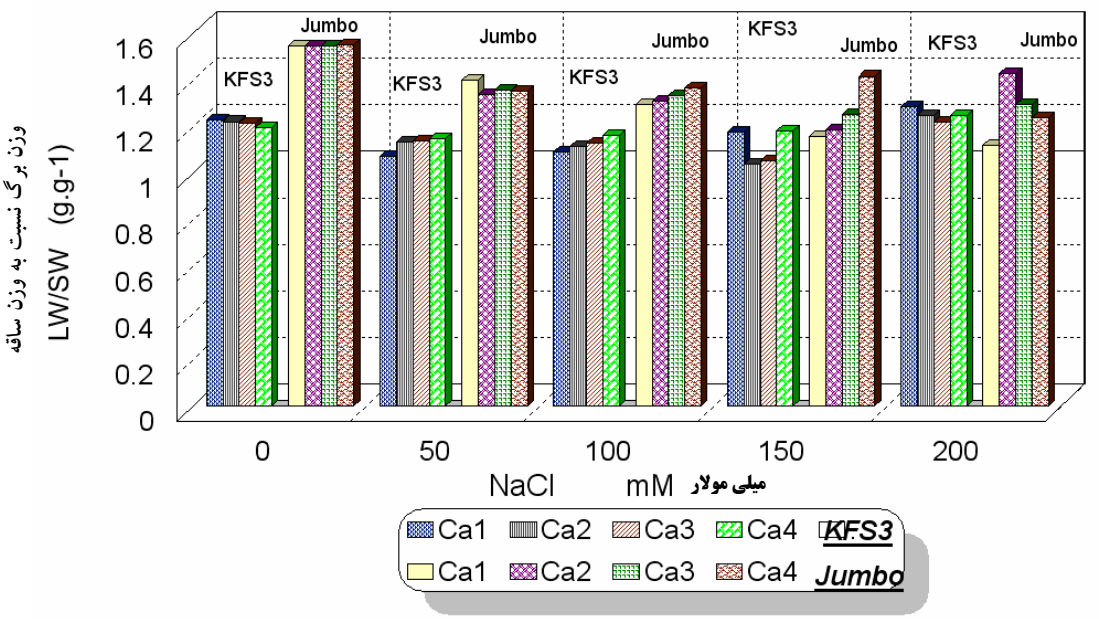
نمودار٤- تأثیر کربنات کلسیم بر وزن خشک ریشه در شوری‌های مختلف (LSD = 1/423)



نمودار٥- تأثیر کربنات کلسیم بر نسبت وزن ریشه بر وزن اندام هوایی در شوری‌های مختلف (LSD = 0/08599)

www.SID.ir

Archive of SID



نمودار٦- منحنی تأثیر کربنات کلسیم بر نسبت وزن برگ به وزن ساقه دو رقم سورگوم علوفه‌ای در شوری‌های مختلف (LSD = 0/1364)

نتیجه گیری کلی

با مصرف کلسیم بیشتر در محیط شور، پتانسیل آبی و اسمزی کاهش یافته و پتانسیل تورگر افزایش پیدا می کند که باعث پایداری غشاهای سلولی در برابر شوری می شود. کلسیم احتمالاً تنظیم اسمزی را نیز القاء می‌کند (۱۰).

در ارقام سورگوم علوفه ای مورد بررسی کاهش مشابهی در صفات اندازه گیری شده در شوری های مختلف مشاهده شد که با افزایش میزان کلسیم در محیط، از شدت کاهش در صفات کاسته شد.

در این آزمایش رقم حساس عکس العمل بهتری در پاسخ به کلسیم تکمیلی در محیط نشان داد. با وجود اینکه درصد افت عملکرد رقم Jumbo در مقایسه با رقم KFS_3 در محیط شور به مراتب بیشتر می باشد، ولی تأثیر پذیری این رقم در اثر استفاده از کلسیم بیشتر بود. به احتمال زیاد اختلاف در واکنش این دو رقم به اختلاف در میزان جذب کلسیم توسط آن ها مربوط می شود. یعنی رقم حساس توانایی بهتری در استفاده از کلسیم تکمیلی در محیط شور دارد. در رقم متحمل نیز وجود کلسیم تکمیلی در محیط وضعیت رشدی را بهبود بخشید ولی عکس العمل رقم حساس بهتر از رقم متحمل بود. براساس این آزمایش رقم KFS_3 در مناطقی با میزان شوری نه چندان بالا و در حضور کود کلسیم‌دار عملکرد قابل قبولی ارایه می دهد ولی رقم Jumbo در مناطقی با شوری حتی بالا توانایی تولید عملکرد مطلوب را به شرط مصرف کلسیم دارد. بنابراین مصرف کلسیم موجب افزایش وزن خشک اندام‌های هوایی و کاهش صدمات ناشی از شوری در سورگوم علوفه ای می شود. عکس

www.SID.ir

Archive of SID

العمل ارقام متحمل و حساس نسبت به مصرف کلسیم متفاوت بود و بیشترین واکنش نسبت به مصرف کلسیم در رقم حساس ملاحظه شد.

منابع

۱- یارنیا، م. ۱۳۸۳. بررسی تأثیر شوری بر جوانه زنی و رشد ارقام سورگوم علوفه ای. طرح پژوهشی. دانشگاه آزاد اسلامی تبریز.

۲- یارنیا، م. ۱۳۸٤. بررسی تأثیر کربنات کلسیم بر مقاومت به شوری ارقام یونجه. مجله دانش نوین کشاورزی. شماره ۲: ۲۱-۹.

3- Awada, S., W. F. Campbel, L. M. Dudley, and J. Jurinak. J. 1995. Interactive effects of sodium chloride, sodium sulfate, calcium sulfate and calcium chloride on snap bean growth, photosynthesis and ion uptake. J. Plant Nutr. 18:889-900.

4- Banuls, J., M. D. Serna, F. Legas, M. Talon, and E. Primo-Milo, 1997. Growth and gas exchange parameters of citrus plants stressed by different salts. J. Plant Physiol. 150:194-199.

5- Chabra, R., S. B. Singh, and I. Abrol. P.1999. Effect of exchangeable sodium percentage on the growth, yield and chemical composition of sunflower. Soil Sci. 167 (4): 242-247.

6- Cramer, G. R., G. J. Alberico, and C. Schmidit. 1994. Salt tolerance is not associated with the sodium accumulation of two maize hybrids. Aust. J. plant Physiol. 21: 675-692.

7- Cramer, G. R., A. Lauchli, and E. Epstein. 1986. Effects of NaCl and CaCl2 ion activities in complex nutrient solutions and root growth of cotton. *Plant Physiol*. 81: 792-797.

8- Dewan, M. L. and J. Famouri. 1984. The soils of Iran. FAO, Rome.

9- Francois, L. E., T. J. Donovan, and E. V. Mass. 2001. Calcium deficiency of artichoke buds in relation to salinity. Hort Sci. 66: 549-553.

10- Glenn, E. P., J. Brown, and M. Jamal-khan. 1997. Mechanisms of salt tolerance in higer plants. The university of Arizona, Pp: 83-110.

11- Hoffman, G. J., E. V. Mass, and S. L. Rawlins. 1975. Salinity ozone interactive effects on alfalfa yield and water relations. J. Environ. 4:326-331.

12- Hung, J. and R. E. Redmann. 1995. Solute adjustment to salinity and calcium supply in cultivated and wild barley. Plant Nutr. 18 (7): 1371-1389.

13- Larcher,W.1995. Physiological plant ecology (3 rd). Pp:390. Springer Publishing.

14- Lynch, J., G. R. Cramer. and A. Lauchli. 2001. Salinity reduces membrane associated calcium in corn root protoplasts. Plant Physiol. 113:390-394.

15- Marschner, H. 1985. Mineral nutrition of higher plants. Academic Press. Pp: 200-255.

16- Mass, E. V. and C. M. Grieve. 1987. Sodium induced calcium deficiency in salt stressed corn. Plant Cell Environ. 10: 559-564.

17- Schroeder, J. I. and P. Thuleau. 1991. Ca channels in higher plant cells. Plant Cell. 3: 555-559.

18- Shalhevet, J. 1996. Plants under water and salt stress. In: L. Fowden,T. Mansfield and J.Stodart (eds), plant adaptation to environmental stresses. Chapman and Hall Press.

19 - Shannon, M. C. 1985. Principles and strategies in breeding for higher salt tolerance. Plant Soil. 89: 227-241.

20- Pessarakli, M. 1991. Dry matter yield, nitrogen-15 absorption, and water uptake by green bean under sodium chloride stress. Crop Sc*i*. 31: 1633-1640.

www.SID.ir

Edited by Foxit PDF Editor
Copyright (c) by Foxit Software Company, 2004
For Evaluation Only.

Archive of SID

www.SID.ir