



## کاهش اثر تنش شوری آب آبیاری توسط محلول پاشی سولفات پتاسیم در پنبه (*Gossypium hirsutum* L.)

مجید جعفرآقایی<sup>۱\*</sup>، ابراهیم زینلی<sup>۲</sup>، افشین سلطانی<sup>۲</sup> و سراله گالشی<sup>۲</sup>

<sup>۱</sup>استادیار، بخش تحقیقات علوم زراعی-باغی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان،

سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اصفهان، ایران،

<sup>۲</sup>گروه زراعت، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۵/۲۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۹/۲۸

### چکیده

**سابقه و هدف:** کمبود آب شیرین، افزایش نیاز به مواد غذایی و وجود آب‌های شور فراوان، کشاورزان را ناچار به استفاده از آب شور نموده است. استفاده از عنصر پتاسیم به صورت محلول پاشی می‌تواند گیاه را در دسترسی سریع عناصر غذایی و کاهش اثرات شوری کمک نماید. استفاده از ارقام موتانت به عنوان گیاهان متحمل به شوری می‌تواند به منظور مدیریت بهتر زراعی در جهت افزایش تولید در شرایط شور مورد استفاده قرار گیرد. لذا این پژوهش به منظور بررسی اثر شوری آب آبیاری و محلول پاشی سولفات پتاسیم بر برخی ویژگی‌های فیزیولوژیک، عملکرد و محتوای یونی دو موتانت پنبه انجام شد.

**مواد و روش‌ها:** آزمایش به صورت کرت‌های خرد شده فاکتوریل در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با چهار تکرار در ایستگاه تحقیقات شوری رودشت اصفهان در طی سال زراعی ۹۳-۹۴ به اجرا درآمد. در این مطالعه کرت‌های اصلی شامل تیمارهای آبیاری با آب دارای هدایت الکتریکی ۴ (شاهد)، هشت و ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر و کرت‌های فرعی شامل تلفیق فاکتوریل سه ژنوتیپ (موتانت ال ام ۱۶۷۳ و ال ام ۱۳۰۳ و ژنوتیپ شاهد شایان) با محلول پاشی چهار سطح سولفات پتاسیم به میزان صفر، دو، چهار و شش کیلوگرم در ۱۰۰۰ لیتر آب در هکتار بود. صفات مورد مطالعه در این آزمایش عبارت بودند از درصد کیل و عملکرد وش و خصوصیات فیزیولوژیک از قبیل محتوای نسبی آب برگ، آب نسبی از دست رفته برگ‌ها، شاخص پایداری غشا و محتوای نسبی کلرفیل برگ.

**یافته‌ها:** عملکرد وش تحت تأثیر آبیاری با آب شور، محلول پاشی با سولفات پتاسیم و ژنوتیپ قرار گرفت، اما اثر متقابل بین عوامل آزمایش بر عملکرد وش معنی‌دار نبود. نتایج حاکی از عدم کاهش عملکرد وش با افزایش سطح شوری آب آبیاری از چهار به هشت دسی‌زیمنس بر متر بود، درحالی‌که هنگام استفاده از آب با هدایت الکتریکی ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر، عملکرد وش ۴۸/۵ درصد نسبت به شاهد (چهار دسی‌زیمنس بر متر) کاهش یافت. عملکرد وش در تیمار محلول پاشی چهار کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم دارای بالاترین مقدار و حدود ۵۵ درصد افزایش عملکرد داشته ولی با تیمارهای کاربرد دو و شش کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم اختلاف معنی‌دار نداشت. در بین ژنوتیپ‌ها بالاترین عملکرد وش در ژنوتیپ ال ام ۱۳۰۳ و به میزان ۳۷۲۱ کیلوگرم در هکتار بود که نسبت به رقم شایان (۳۱۶۵ کیلوگرم در هکتار) اختلاف معنی‌دار داشت. بیشترین محتوای آب نسبی برگ در مرحله اول و در همه سطوح محلول پاشی با سولفات پتاسیم در تیمار شوری هشت دسی‌زیمنس بر متر و حدود ۸۰ درصد به دست آمد و در این سطح شوری بین تیمارهای مختلف محلول پاشی اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد.

\*نویسنده مسئول: majidjafaraghai@yahoo.com

محتوای نسبی کلرفیل نیز در تیمار شاهد ۵۹٪ بود و با افزایش شوری آب آبیاری از میزان آن کاسته شده و در تیمار شوری ۱۲ دسی زیمنس بر متر به ۵۴ درصد رسید.

**نتیجه‌گیری:** نتایج این تحقیق نشان داد که برای دستیابی به حداکثر محصول در شرایط شوری آب آبیاری می‌توان از ژنوتیپ موتانت ال ام ۱۳۰۳ استفاده نمود. همچنین برای کاهش اثرات شوری می‌توان از محلول‌پاشی ۴ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم استفاده کرد.

**واژه‌های کلیدی:** شاخص پایداری غشا، شوری و عملکرد وش

### مقدمه

شوری بر تمام فرآیندهای اصلی مانند رشد، فتوسنتز، سنتز پروتئین، متابولیسم لیپید و انرژی اثر داشته و در نهایت تولید زیست توده و دانه را تحت تاثیر قرار می‌دهد. هنگامی که گیاه در شرایط شور رشد می‌کند، فعالیت فتوسنتزی آن کاهش یافته و در نتیجه میزان رشد، سطح برگ و محتوای سبزیگی کاهش و فلورسانس کلروفیل افزایش می‌یابد. مهم‌ترین علت این موضوع، به‌ویژه در شرایط تنش شدید، کاهش فعالیت آنزیم‌های مؤثر در سنتز کلروفیل (ALA-دهیدروژناز) و تولید آن است (۳۵).

به‌دلیل کمبود آب‌های شیرین در کشور ناگزیر به استفاده از آب‌های شور و نسبتاً شور در سطح اراضی برای آبیاری محصولات متحمل به شوری از قبیل پنبه می‌باشیم. براساس مطالعات انجام شده، شوری آب آبیاری سبب کاهش عملکرد وش در گیاه پنبه شده است و آبیاری متناوب با شوری ۲/۹ و ۶/۳ دسی زیمنس بر متر سبب کاهش عملکرد وش به میزان ۱۳ درصد نسبت به آبیاری دائمی با آب ۲/۹ دسی‌زیمنس بر متر شده است (۱۲). روشنی و همکاران (۲۰۱۵) بیان نمودند که واکنش ژنوتیپ‌های مختلف پنبه به شوری متفاوت بوده و رقم گلستان را به عنوان رقم برتر در شرایط شور معرفی نمودند (۴۰). آبیاری پنبه با آب دارای شوری ۷/۵ دسی زیمنس بر متر سبب کاهش عملکرد ماده خشک و پنبه دانه در گیاه پنبه شده است (۲۸). هانسون و همکاران (۲۰۰۵) نیز در

پنبه (*Gossypium hirsutum* L.) گیاهی چند ساله است که جهت تولید مطلوب محصول به فصل رشد طولانی نیاز دارد (۱۴). پنبه حدود ۳۵ درصد از لیف جهان را تأمین می‌نماید (۴۷). این گیاه در بیش از ۸۰ کشور دنیا کشت شده کشورهای چین، هند و ایالات متحده امریکا حدود دو سوم فیبر تولیدی دنیا را تأمین می‌نمایند (۴۷). پنبه از گیاهان متحمل به شوری بوده (۴۰) و بیان شده است که آستانه تحمل به شوری پنبه حدود ۷/۷ دسی زیمنس بر متر می‌باشد و در شوری ۱۵ دسی زیمنس بر متر، کاهش عملکرد آن به حدود ۵۰ درصد می‌رسد (۳۰).

شوری یکی از تنش‌های محیطی و یک مانع اساسی برای تولید محصول در حد مطلوب می‌باشد. بیش از ۸۰۰ میلیون هکتار زمین در سراسر جهان شور است که حدود ۶ درصد از کل مساحت زمین است. از ۱۵۰۰ میلیون هکتار زمین کشاورزی در مناطق خشک، ۳۲ میلیون هکتار تحت تأثیر درجات مختلف شوری قرار دارد و در حال حاضر از ۲۳۰ میلیون هکتار زمین آبی، ۴۵ میلیون هکتار (۲۰٪) تحت تأثیر شوری قرار دارد (۳۳). خاکی که هدایت الکتریکی بیشتر از چهار دسی زیمنس بر متر داشته باشد را شور و کمتر از این مقدار را غیر شور می‌نامند (۳۳). خاک حاصلخیز دارای هدایت الکتریکی کمتر از یک دسی زیمنس بر متر است (۳).

رشد و نمو طبیعی گیاهان مختلف از جمله پنبه لازم بوده و از این نظر برای تولید مطلوب و ش در این گیاه بسیار مهم می‌باشد (۱۵). بیشترین نیاز پنبه به پتاسیم در مرحله تشکیل غوزه می‌باشد زیرا غوزه‌ها اصلی‌ترین مخازن پتاسیم می‌باشند (۱۴). پتاسیم سبب افزایش تقسیم سلولی، افزایش فعالیت‌های آنزیمی، افزایش میزان مواد تولیدی در فتوسنتز، افزایش تغییر شکل کربوهیدرات‌ها به فرم‌های قابل مصرف و انتقال در گیاه و افزایش انتقال قندها و مواد معدنی در گیاه پنبه می‌گردد (۳۶). پتاسیم یکی از مهم‌ترین عناصر ضروری در جهت نمو الیاف این گیاه بوده که کمبود این عنصر منجر به کاهش کیفیت الیاف و همچنین کاهش عملکرد نهایی می‌گردد و در نهایت برای دستیابی به حداکثر عملکرد و اجزای عملکرد در پنبه از قبیل تعداد و وزن غوزه بایستی عنصر پتاسیم به میزان کافی در اختیار این گیاه قرار گیرد (۲۵).

در بسیاری از مناطق دنیا میزان پتاسیم موجود در خاک و کارایی انتقال این عنصر از خاک به گیاه در جهت تولید مطلوب الیاف با کیفیت، در حد کافی نیست و در حال حاضر کاربرد پتاسیم به صورت کودهای شیمیایی یکی از راه‌های اصلی رفع نیاز پنبه به این عنصر می‌باشد (۴۳). از این رو این تحقیق به منظور بررسی اثر آبیاری با آب شور و محلول‌پاشی با سولفات پتاسیم بر عملکرد، برخی خصوصیات فیزیولوژیکی و محتوای یونی دو ژنوتیپ موتانت پنبه با استفاده از انرژی هسته‌ای انجام شد.

### مواد و روش‌ها

این تحقیق در ایستگاه تحقیقات شوری و اصلاح اراضی رودشت در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان و در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۴ انجام شد. آزمایش به صورت کرت‌های خرد شده فاکتوریل در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با چهار

مطالعه خود بیان نمودند که آبیاری با آب شور سبب کاهش عملکرد دانه و عملکرد وش شده است (۱۸). در پنبه و در شرایطی که محدودیت آبیاری با آب غیر شور وجود دارد کاربرد یک نوبت آبیاری با آب بسیار شور (۲۲/۷ دسی زیمنس بر متر) در مرحله گلدهی و آبیاری‌های دیگر با آب غیر شور مشکل جدی را برای خاک و گیاه به وجود نمی‌آورد (۳۲). در این زمینه نیز محققان بیان نمودند که آبیاری متناوب نسبت به اختلاط آب شور و غیر شور بهتر می‌باشد (۱۶).

مدیریت در جهت کاهش اثرات شوری از اهداف اصلی پژوهشگران مختلف در این زمینه می‌باشد. محلول‌پاشی عناصر مختلف از جمله پتاسیم یکی از این جنبه‌های مدیریتی بوده که تا حدودی سبب تخفیف اثرات شوری در گیاه پنبه می‌گردد (۴۵). در شرایط تنش شوری، ممکن است با وجود غلظت قابل توجه پتاسیم در خاک شرایط جذب مهیا نبوده و یا پتاسیم جذب شده در ریشه‌ها تجمع یابد که نهایتاً کاهش پتاسیم در اندام‌های هوایی را به همراه خواهد داشت (۴۵). محلول‌پاشی پتاسیم در شرایط تنش شوری، موجب کاهش انتقال سدیم از ریشه‌ها به اندام‌های هوایی و حفاظت اندام‌های فتوسنتزی از مضرات یون سدیم می‌گردد (۲). همچنین محلول‌پاشی پتاسیم سبب حفظ نفوذپذیری غشاءهای سلولی و افزایش کارایی فتوسیستم II و همچنین افزایش میزان کلروفیل برگ می‌گردد. محلول‌پاشی پتاسیم در شرایط تنش شوری با افزایش غلظت این عنصر در اندام‌ها نوعی سازگاری به تنش محسوب شده و سازوکارهای ترمیم‌کننده خسارت‌های وارد شده در شرایط تنش را فعال می‌سازد (۲).

پنبه از نظر میزان جذب پتاسیم از خاک نسبت به سایر گیاهان زراعی کارایی بسیار اندکی دارد (۷) و همچنین نسبت به سایر گیاهان زراعی نسبت به کمبود پتاسیم بسیار حساس‌تر می‌باشد (۵). پتاسیم در جهت

۱۰۰۰ لیتر آب در هکتار بودند. تیمارهای شوری آب آبیاری از زمان کاشت و تیمارهای محلول‌پاشی در دو مرحله به فاصله ۷۷ و ۹۲ روز پس از کاشت اعمال شدند. هر پلات اصلی شامل ۳۶ خط کاشت به طول ۲ متر، فاصله بین ردیف ۷۰ سانتی متر و روی ردیف ۲۰ سانتی متر انتخاب شد. خصوصیات فیزیکی خاک قبل از کاشت نیز مشخص شد (جدول ۱).

تکرار انجام شد. در این آزمایش کرت‌های اصلی شامل تیمارهای آبیاری چهار (شاهد)، هشت و ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر و کرت‌های فرعی شامل تلفیق فاکتوریل سه ژنوتیپ ((موتانت‌های ال ام ۱۶۷۳ و ال ام ۱۳۰۳ به وسیله سازمان انرژی اتمی ایران) و ژنوتیپ شایان) با محلول‌پاشی چهار سطح سولفات پتاسیم به میزان صفر (شاهد)، دو، چهار و شش کیلو گرم در

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی خاک محل آزمایش

Table 1. Physical properties of soil of experiment site

رس (درصد) Clay(%)	سیلت (درصد) Silt(%)	شن (درصد) Sand(%)	جرم مخصوص ظاهری خاک (گرم بر سانتی متر مکعب) Special weight (g/cm <sup>3</sup> )	عمق خاک (سانتی متر) Soil texture (cm)	بافت خاک (سانتی متر) texture Soil
39	45	16	1.3	0-30	لومی رسی Loam-Clay
37	42	21	1.35	30-60	لومی رسی Loam-Clay

و منابع طبیعی اصفهان تعیین گردید (K-۱۳۰P-۱۲۰N-۱۴۰N) (جدول ۲).

میزان کود مصرفی بر اساس آزمون خاک توسط بخش تحقیقات خاک و آب مرکز تحقیقات کشاورزی

جدول ۲- خصوصیات شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش

Table 2. Chemical soil property of experiment site

زمان نمونه‌گیری Sampling date	شوری خاک (دسی زیمنس بر متر) Soil salinity (dS.m)	عمق نمونه‌گیری (سانتی متر) Depth of sampling (cm)	فسفر (میلی گرم بر کیلوگرم) P (mg.kg)	کربن آلی (درصد) OC (%)	ازت کل (درصد) Total N (%)	pH اسیدیته	سدیم (میلی اکی والان بر لیتر) Na (mequ.l)	مجموع کلسیم و منیزیم (میلی اکی والان بر لیتر) Ca+Mg (mequ.l)	پتاسیم (میلی گرم بر کیلوگرم) K (mg.kg)
قبل از کاشت Before sowing	4	0-30	12.9	1.28	0.128	7.3	67	24	270
		30-60	9	0.59	0.059	7.45	96	34	220
بعد از کاشت After sowing	4	0-30	11	0.82	0.082	7.66	105	45	260
		30-60	5.4	0.35	0.035	7.59	75	32	220
بعد از کاشت After sowing	8	0-30	12.2	0.82	0.082	7.66	81	33	260
		30-60	5	0.55	0.055	7.62	95	36	290
بعد از کاشت After sowing	12	0-30	14.2	0.9	0.09	7.69	270	117	290
		30-60	5.9	0.3	0.03	7.65	112	65	300

C<sub>2</sub>: هدایت الکتریکی در محیط شاهد در قرائت‌های دوم  
 T<sub>1</sub>: هدایت الکتریکی در محیط تنشی در قرائت اول،  
 T<sub>2</sub>: هدایت الکتریکی در محیط تنشی در قرائت دوم  
 پس از اعمال تیمارهای آزمایشی محتوای نسبی کلرفیل برگ (SPAD) با استفاده از دستگاه کلرفیل متر مدل Minolta502 ساخت کشور ژاپن اندازه‌گیری شد. نمونه‌برداری‌ها برای اندازه‌گیری محتوای نسبی کلرفیل برگ ۱۰۰ روز پس از کاشت (اعمال تنشی شوری) صورت گرفت.  
 داده‌های به‌دست آمده از آزمایش توسط نرم‌افزار SAS تجزیه و تحلیل شد. مقایسه میانگین‌ها نیز با استفاده از نرم‌افزار SAS و با آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

### نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد اثر شوری و ژنوتیپ بر صفت محتوای نسبی آب برگ (RWC) در ۱۱۵ و ۱۴۵ روز پس از کاشت معنی‌دار شد (جدول ۳). در بین تیمارهای شوری بیشترین محتوای نسبی آب برگ در ۱۱۵ روز پس از کاشت مربوط به شوری هشت دسی زیمنس بر متر بود. در سطوح شوری چهار و هشت دسی زیمنس بر متر بین تیمارهای مختلف محلول‌پاشی با سولفات پتاسیم اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. در سطح شوری ۱۲ دسی زیمنس بر متر نیز تیمار محلول‌پاشی با شش کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم دارای کمترین میزان محتوای نسبی آب برگ بوده و بین سایر تیمارهای محلول‌پاشی از این نظر اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (شکل ۱).

برای اندازه‌گیری عملکرد وش از بوته‌های موجود در دو ردیف میانی هر کرت استفاده شد. پس از جدا کردن وش از غوزه‌ها، عملکرد وش اندازه‌گیری شد و درصد کیل نیز تعیین گردید.  
 برای اندازه‌گیری محتوای آب نسبی برگ‌ها (RWC) و آب نسبی از دست رفته برگ‌ها (RWL) دو بار پس از اعمال تیمارهای آبیاری از هر کرت فرعی، از سه بوته و از برگ‌های چهارم و پنجم نمونه برداری‌ها انجام شد. نمونه‌برداری‌ها جهت اندازه‌گیری RWC و RWL در مراحل اول و دوم به ترتیب به فاصله ۱۱۵ و ۱۴۵ روز از کاشت (اعمال تنشی شوری) صورت گرفت. در نهایت مقادیر RWC و RWL با استفاده از روابط زیر محاسبه شدند (۶ و ۱۷):

$$100 \times (\text{وزن خشک} - \text{وزن تورژسانس}) / \text{وزن خشک} -$$

$$\text{وزن تازه} = \text{محتوای آب نسبی} (\%)$$

$$(\text{وزن خشک} - \text{وزن تورژسانس}) / (\text{وزن پژمردگی} - \text{وزن تازه}) = \text{آب نسبی از دست رفته برگ‌ها} (\%)$$

برای اندازه‌گیری میزان خسارت غشا از روش سایرام و همکاران (۲۰۰۲) استفاده شد (۴۲). نمونه‌برداری‌ها جهت اندازه‌گیری شاخص پایداری غشا به فاصله ۱۱۵ روز از کاشت (اعمال تنشی شوری) صورت گرفت. برای این کار از ده عدد برگ کاملاً رسیده و جوان در شرایط عدم تنش و تنش شوری استفاده شد پس از اعمال تیمارهای تنشی و غیر تنشی و با استفاده از رابطه زیر میزان خسارت غشای سلولی تعیین گردید:

$$1 - ((1 -$$

$$T_1/T_2)/(C_1/C_2)) \times 100\%$$

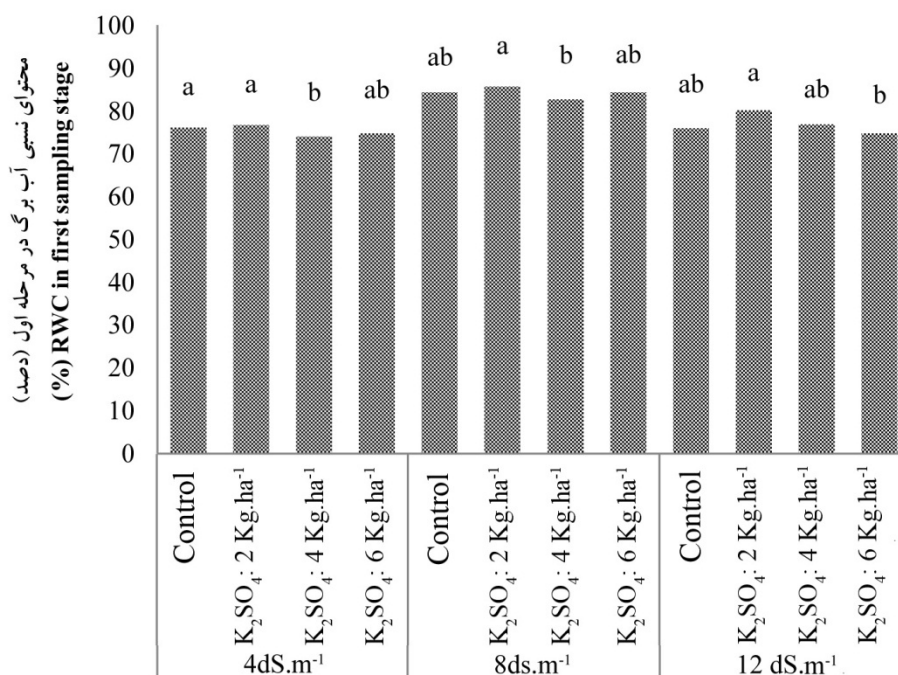
C<sub>1</sub>: هدایت الکتریکی در محیط شاهد در قرائت اول،

جدول ۳- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) عملکرد و برخی خصوصیات فیزیولوژیک ژنوتیپ‌های پنبه تحت اثر آبیاری با آب شور و محلول‌پاشی با سولفات پتاسیم  
 Table 3. Analysis of variance of yield and some physiological characteristics of cotton genotypes under irrigation by saline water and foliar application of potassium sulfate

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	محتوای نسبی کلروفیل SPAD	شاخص پایداری غشا MSI	آب نسبی از دست رفته برگ‌ها در مرحله دو RWL2	آب نسبی از دست رفته برگ‌ها در مرحله یک RWL1	محتوای نسبی آب برگ در مرحله دو RWC2	محتوای نسبی آب برگ در مرحله یک RWC1	کیل ۱ fiber percent1	کیل ۲ fiber percent2	کیل کل Total fiber percent	عملکرد ویش Cottonseed yield
Block	3	12	1196	11	141	78	50	7.02	25.2	3.6	26904522
Salinity	2	306**	1413*	162*	1015**	279**	72*	193.3**	15	72.1**	57701957*
Error <sub>1</sub> خطای اصلی	6	127	301	29	1262	70	150	9.8	5.9	2.6	36307558
Genotype	2	68	170	515**	425*	1194**	1064**	622**	3.72	590.8**	43936454*
محلول پاشی سولفات پتاسیم Foliar application of K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	3	46	34	14	121	45	66*	18.8**	6.3	4.2	424208326*
شوری*ژنوتیپ Salinity*genotype	4	51	1945**	10	236	11	20	2.9	13.5	5	13884171
شوری*محلول پاشی Salinity*foliar	6	40	338	34	121	44	60*	8.4*	20.7	3.2	10488677
ژنوتیپ*محلول پاشی Genotype*foliar	6	5	176	34	58	15	14	4.9	8.8	1.45	15556858
شوری*ژنوتیپ*محلول پاشی Salinity*genotype*foliar	12	13	131	30	62	35	15	4.4	9.4	3.3	20099138
Error <sub>6</sub> خطای فرعی	99	34	399	22	109	31	20.9	3.5	10.2	2.36	15610396
ضریب تغییرات (%) CV (%)	10	22	22	14	13	8.2	5.7	4.5	8.7	3.8	11

\*: معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد، \*\*: معنی دار در سطح احتمال ۱ درصد

\*significant in 5% level of probability, \*\* significant in 1% level of probability



شکل ۱- میانگین‌های مربوط به برهمکنش شوری و محلول‌پاشی سولفات پتاسیم بر محتوای نسبی آب برگ در مرحله اول نمونه برداری ژنوتیپ‌های پنبه

میانگین‌هایی، در هر ستون و برای هر عامل، که دارای حرف مشترک می‌باشند بر اساس آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌دار ندارند.

Figure 1. Means for interaction effect of salinity and foliar application of K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> on RWC in first sampling of cotton genotypes

Means, in each column and for each factor, followed by at least one letter in common are not significantly different at the 5% probability Level-using Least Significant Difference Test

ژنوتیپ‌ها نیز در ۱۱۵ و ۱۴۵ روز پس از کاشت کمترین میزان آب نسبی از دست رفته برگ‌ها در ژنوتیپ ال ام ۱۳۰۳ به دست آمد (جدول ۴).

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد فقط اثر شوری بر محتوای نسبی کلریل برگ در ۱۰۰ روز پس از کاشت معنی‌دار شد و اثر سایر تیمارها بر این صفت معنی‌دار نشد (جدول ۳). با افزایش شدت شوری از محتوای کلریل برگ‌های پنبه کاسته شد به طوری که بیشترین میزان محتوای کلریل در تیمار آبیاری با آب دارای شوری ۴ دسی زیمنس بر متر و کمترین میزان آن نیز در تیمار آبیاری با آب دارای شوری ۱۲ دسی زیمنس بر متر به دست آمد (جدول ۴).

اثر شوری و ژنوتیپ بر میزان آب نسبی از دست رفته برگ‌ها (RWL) در ۱۱۵ و ۱۴۵ روز پس از کاشت معنی‌دار بود. همچنین برهمکنش شوری و محلول‌پاشی بر RWL در ۱۱۵ روز پس از کاشت معنی‌دار شد (جدول ۳). در مورد میزان آب از دست رفته برگ‌ها نیز نتایج نشان داد در بین تیمارهای آبیاری با آب شور بیشترین میزان آب از دست رفته برگ‌ها در ۱۱۵ و ۱۴۵ روز پس از کاشت در تیمار شوری ۱۲ دسی زیمنس بر متر حاصل شد و کمترین میزان آن نیز در ۱۱۵ و ۱۴۵ روز پس از کاشت در تیمار آبیاری ۴ دسی زیمنس بر متر حاصل شد. این نتایج نشان داد با افزایش شدت شوری از میزان آب نسبی از دست رفته برگ‌ها کاسته شد. در بین

جدول ۴- مقایسه میانگین عملکرد و برخی خصوصیات فیزیولوژیک ژنوتیپ‌های پنبه تحت اثر آبیاری با آب شور و محلول‌پاشی با سولفات پتاسیم  
 Table 4. Mean comparisons of yield and some physiological characteristics of cotton genotypes under irrigation by saline water and foliar application of potassium sulfate

تیمارها Treatments	سبزیگی (اسپد) SPAD	شاخص پایداری غشا (درصد) MSI(%)	آب نسبی از دست رفته		کل Total Fiber percent	عملکرد و ش (کیلوگرم در هکتار) Lint yield(kg.ha <sup>-1</sup> )
			برگ‌ها در مرحله دوم (درصد) RWL2(%)	برگ‌ها در مرحله اول (درصد) RWL1(%)		
شوری (dS.m <sup>-1</sup> )						
4	59 <sup>a</sup>	31 <sup>b</sup>	29 <sup>b</sup>	69 <sup>ab</sup>	41 <sup>a</sup>	4174 <sup>a</sup>
8	58 <sup>a</sup>	33 <sup>a</sup>	32 <sup>ab</sup>	70 <sup>a</sup>	39 <sup>b</sup>	3889 <sup>ab</sup>
12	54 <sup>b</sup>	33 <sup>a</sup>	38 <sup>a</sup>	65 <sup>b</sup>	38 <sup>b</sup>	2149 <sup>b</sup>
ژنوتیپ						
(LM1673) ال ام ۶۷۳	56 <sup>a</sup>	35 <sup>a</sup>	33 <sup>a</sup>	66 <sup>b</sup>	37 <sup>b</sup>	3324 <sup>a</sup>
(LM1303) ال ام ۳۰۳	57 <sup>a</sup>	59 <sup>b</sup>	31 <sup>b</sup>	73 <sup>a</sup>	43 <sup>a</sup>	3721 <sup>a</sup>
شایان	58 <sup>a</sup>	34 <sup>a</sup>	34 <sup>a</sup>	64 <sup>b</sup>	37 <sup>b</sup>	3165 <sup>b</sup>
محلول پاشی سولفات پتاسیم Foliar (K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )						
شاهد	57 <sup>a</sup>	32 <sup>a</sup>	31 <sup>a</sup>	66 <sup>a</sup>	39.7 <sup>ab</sup>	2462 <sup>b</sup>
۲ کیلوگرم در هکتار	56 <sup>a</sup>	33 <sup>a</sup>	35 <sup>a</sup>	68 <sup>a</sup>	39.6 <sup>ab</sup>	3569 <sup>ab</sup>
2 kg.ha <sup>-1</sup>						
۴ کیلوگرم در هکتار	57 <sup>a</sup>	33 <sup>a</sup>	33 <sup>a</sup>	68 <sup>a</sup>	40 <sup>a</sup>	4425 <sup>a</sup>
4 kg.ha <sup>-1</sup>						
۶ کیلوگرم در هکتار	59 <sup>a</sup>	33 <sup>a</sup>	31 <sup>a</sup>	69 <sup>a</sup>	39 <sup>b</sup>	3159 <sup>ab</sup>
6 kg.ha <sup>-1</sup>						

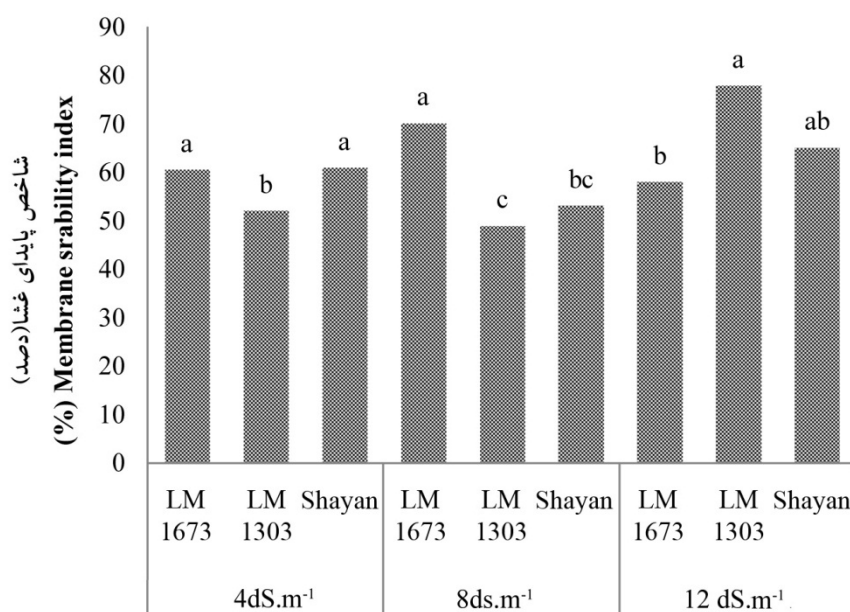
میانگین‌هایی، در هر ستون و برای هر عامل، که دارای حرف مشترک می‌باشند بر اساس آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌دار ندارند.

Means, in each column and for each factor, followed by at least one letter in common are not significantly different at the 5% probability Level-using Least Significant Difference Test



ال ام ۱۶۷۳ به دست آمد و با سایر ژنوتیپ‌ها در این سطح شوری اختلاف معنی‌دار داشت کمترین میزان شاخص پایداری غشا در این سطح شوری مربوط به ژنوتیپ ال ام ۱۳۰۳ بود. در سطح شوری ۱۲ دسی زیمنس بر متر بیشترین میزان شاخص پایداری غشا در ژنوتیپ ال ام ۱۳۰۳ به دست آمد و با ژنوتیپ ال شایان دارای اختلاف معنی‌دار نبود ولی با ژنوتیپ ال ام ۱۶۷۳ دارای اختلاف معنی‌دار بود (شکل ۲).

اثر شوری بر شاخص پایداری غشا در ۱۱۵ روز پس از کاشت معنی‌دار شد. همچنین برهمکنش شوری در ژنوتیپ بر صفت شاخص پایداری غشا معنی‌دار شد (جدول ۳). در سطح شوری چهار دسی زیمنس بر متر ژنوتیپ‌های ال ام ۱۶۷۳ و شایان دارای بالاترین میزان شاخص پایداری غشا بوده ولی بین آن‌ها با ژنوتیپ ال ام ۱۳۰۳ اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. در سطح شوری هشت دسی زیمنس بر متر بیشترین میزان شاخص پایداری غشا در ژنوتیپ



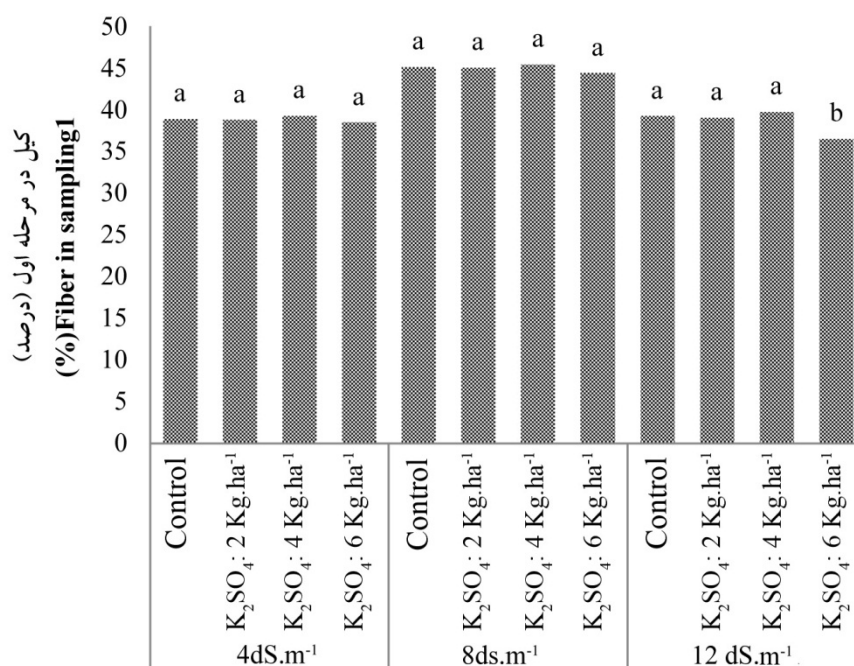
شکل ۲- میانگین‌های مربوط به برهمکنش شوری و ژنوتیپ بر شاخص پایداری غشاء در ژنوتیپ‌های پنبه

میانگین‌هایی، در هر ستون و برای هر عامل، که دارای حرف مشترک می‌باشند بر اساس آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌دار ندارند.

Figure 2. Means for interaction effect of salinity and genotype on MSI of cotton genotypes  
Means, in each column and for each factor, followed by at least one letter in common are not significantly different at the 5% probability Level-using Least Significant Difference Test

تیمار محلول‌پاشی شش کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم حاصل شد. در بین تیمارهای شوری بیشترین درصد کیل در ۱۱۵ روز پس از کاشت محلول‌پاشی مربوط به تیمار شوری هشت دسی زیمنس بر متر بود و در این سطح بین تیمارهای مختلف محلول‌پاشی اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (شکل ۳).

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد اثر شوری، ژنوتیپ، محلول‌پاشی و برهم‌کنش شوری در محلول‌پاشی بر کیل در ۱۱۵ و ۱۴۵ روز پس از کاشت معنی‌دار شد (جدول ۳). در تیمار شوری چهار و ۱۲ دسی زیمنس بر متر بین سطوح محلول‌پاشی صفر، دو و چهار کیلوگرم در هکتار اختلاف معنی‌داری وجود نداشت و کمترین درصد کیل در



شکل ۳- میانگین‌های مربوط به برهمکنش شوری و محلول‌پاشی سولفات پتاسیم بر درصد کیل در مرحله اول نمونه‌برداری ژنوتیپ‌های پنبه میانگین‌هایی، در هر ستون و برای هر عامل، که دارای حرف مشترک می‌باشند بر اساس آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌دار ندارند.

Figure 3. Means for interaction effect of salinity and foliar application of K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> on fiber percent in first sampling of cotton genotypes

Means, in each column and for each factor, followed by at least one letter in common are not significantly different at the 5% probability Level-using Least Significant Difference Test.

اثر شوری، ژنوتیپ و محلول‌پاشی بر عملکرد و ش معنی‌دار شد (جدول ۳). بیشترین میزان عملکرد و ش در تیمار آبیاری با آب دارای شوری چهار دسی‌زیمنس بر متر حاصل شد. پس از این تیمار، آبیاری با آب دارای شوری هشت و ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر از نظر تولید و ش در رده‌های بعدی قرار داشتند. این نتایج نشان‌دهنده کاهش بودن روند تولید و ش با افزایش میزان شوری آب آبیاری می‌باشد. در بین ژنوتیپ‌ها، بیشترین و ش تولیدی در ژنوتیپ ال ام ۱۳۰۳ به‌دست آمد و کمترین آن نیز در ژنوتیپ شایان به‌دست آمد. بین تیمارهای محلول‌پاشی دو، چهار و شش کیلوگرم در هکتار اختلاف معنی‌داری از نظر و ش تولیدی وجود نداشت؛ ولی بیشترین میزان عملکرد و ش در تیمار محلول‌پاشی چهار کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم حاصل شد. از تیمار صفر تا

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد اثر شوری و ژنوتیپ بر صفت کیل کل معنی‌دار شد و اثر سایر تیمارها بر این صفت معنی‌دار نشد (جدول ۳). بیشترین درصد کیل کل در تیمار شوری ۴ دسی‌زیمنس بر متر حاصل شد و با افزایش میزان شوری آب آبیاری از میزان درصد کیل کل کاسته شد به طوری که کمترین میزان درصد کیل کل در تیمار ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر و به میزان ۳۸ درصد حاصل شد. در بین ژنوتیپ‌ها نیز بیشترین میزان درصد کیل کل در ژنوتیپ ال ام ۱۳۰۳ و کمترین آن نیز در ژنوتیپ‌های ال ام ۱۶۷۳ و شایان حاصل شد. در بین تیمارهای محلول‌پاشی نیز بیشترین میزان درصد کیل کل در تیمار محلول‌پاشی چهار کیلوگرم سولفات پتاسیم حاصل شد و کمترین میزان کیل کل در تیمار محلول‌پاشی با شش کیلوگرم سولفات پتاسیم به دست آمد. (جدول ۴).

و در نتیجه کاهش عملکرد می‌شود. در این مطالعه پتاسیم اثری بر محتوای نسبی آب برگ و آب نسبی از دست رفته برگ نداشت ولی به نظر مارشمن (۱۹۹۵) یکی از اثرات مثبت پتاسیم در شرایط تنش خاصیت اسمتیکی آن در واکنش بوده که سبب نگه داری آب سلول در شرایط تنش می‌گردد (۳۱).

میزان شاخص پایداری غشای سلول نیز با افزایش شدت تنش شوری افزایش یافت. نفوذپذیری سلول در نتیجه تغییر غشای سلولی افزایش می‌یابد که این امر باعث تراوش الکترولیت‌ها از سلول می‌شود (۴) و اولین نتیجه تنش آسیب به غشای سلول است (۲۷). یک استراتژی مهم برای تکامل مقاومت به تنش‌های شوری و خشکی در گیاهان حفظ تمامیت غشاء سلولی پس از تحمیل تنش است. افزایش پایداری غشاء سلولی با افزایش شدت تنش شوری نشان‌دهنده افزایش سازگاری غشای سلولی برای جلوگیری از نشت الکترولیت‌ها تحت این شرایط و حفظ محتوای آب درون سلول‌ها است تا بتواند فعالیت‌های متابولیکی خود را ادامه دهد. به گفته کوچوا و جورجیف (۲۰۰۳) در شرایط تنش شوری و خشکی ارقامی که مقاومت بیشتری به تنش دارند غشاء آن‌ها دچار تخریب کمتری می‌شود (۲۴). با وجود اختلاف بین تیمارهای مختلف تنش شوری مشاهده شد که بین ژنوتیپ‌ها و همچنین بین سطوح مختلف کاربرد کود سولفات پتاسیم به صورت محلول‌پاشی از این نظر اختلاف معنی‌داری وجود نداشت که می‌تواند به دلیل واکنش یکسان ژنوتیپ‌ها به کاربرد مقادیر مختلف پتاسیم باشد.

در این مطالعه میزان کلروفیل بر مبنای اندازه‌گیری با اسپد (سبزینگی برگ) تحت شرایط تنش شوری کاهش یافت. ولی بین ژنوتیپ‌ها و محلول‌های مختلف سولفات پتاسیم اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. محققان ثبات غلظت کلروفیل را تحت تنش

چهار کیلوگرم سولفات پتاسیم روند تولید و افزایش یافته و در تیمار شش کیلوگرم دوباره کاهش یافت (جدول ۴).

در بین تیمارهای شوری بیشترین محتوای نسبی آب برگ در ۱۴۵ روز پس از کاشت در تیمار آبیاری با آب دارای شوری هشت دسی زیمنس بر متر حاصل شد که با تیمار چهار دسی زیمنس بر متر اختلاف معنی‌دار نداشت. در بین ژنوتیپ‌ها بیشترین میزان محتوای نسبی آب برگ در ۱۴۵ روز پس از کاشت مربوط به ژنوتیپ ال ام ۱۳۰۳ بود و کمترین میزان آن نیز در ژنوتیپ شایان حاصل شد (جدول ۴).

نتایج این تحقیق نشان داد شدت‌های بالاتر شوری آب آبیاری سبب کاهش محتوای نسبی آب برگ و افزایش میزان آب نسبی از دست‌رفته برگ‌ها شد. با توجه به اینکه تنش شوری مانع جذب آب توسط گیاه می‌گردد، بدیهی است که گیاه جهت مقابله با این تنش مجبور به کاهش محتوای آب برگ‌های خود است. از طرف دیگر میزان آب ازدست‌رفته برگ‌ها نیز با افزایش شوری بیشتر شد. تنش شوری سبب کاهش مقدار RWC می‌گردد و این کاهش نشان‌دهنده کاهش تورگر بوده که منجر به محدود شدن آب در دسترس گیاه جهت پروسه‌های توسعه سلولی می‌گردد (۲۳). ناظری و همکاران (۲۰۰۳) نیز کاهش RWC را در ژنوتیپ‌های تربیت‌کاله در اثر تنش رطوبتی مشاهده کرده و گزارش کردند تحت شرایط تنش کاهش RWC با اثرات منفی بر روی فتوسنتز همراه است (۳۴). چندین محقق نیز اظهار داشته‌اند لاین‌هایی که محتوای نسبی آب (RWC) بالایی داشته و مقدار آب نسبی از دست‌رفته (RWL) کمی داشته باشند می‌توانند مقاوم به تنش‌های رطوبتی باشند که از طریق حفظ پتانسیل اسمزی مقاومت ایجاد می‌کنند (۱۰). پایین بودن مقدار RWL نشان‌دهنده بسته بودن روزنه‌هاست که منجر به کاهش تولید مواد فتوسنتزی

برای ارزیابی تحمل به شوری در گیاهان می باشد. بنابراین کاربرد  $K^+$  می تواند تا حدودی اثرات مخرب شوری بر گیاه را کاهش دهد.

در نتیجه این تحقیق مشخص شد که افزایش شدت شوری آب آبیاری سبب کاهش عملکرد و ش شد. میزان کیل در ۱۱۵ و ۱۴۵ روز پس از کاشت با افزایش شوری کاهش یافت. مطالعات مختلف توسط محققین نشان داد که افزایش میزان شوری آب آبیاری سبب کاهش عملکرد و ش در ژنوتیپ‌های پنبه شده است. در تحقیقی که جعفرآقایی و جلالی (۲۰۱۱) روی ارقام پنبه انجام دادند به این نتیجه رسیدند که سطوح شوری هفت و ۱۰ دسی زیمنس بر متر به ترتیب سبب کاهش ۱۲/۶ و ۹۹ درصدی عملکرد و ش شد (۲۱). در این تحقیق بیشترین میزان کیل در ۱۱۵ و ۱۴۵ روز پس از کاشت و همچنین کیل کل در ژنوتیپ ال ام ۱۳۰۳ به دست آمد. همچنین در پژوهش رازوک و وایتینگتون (۱۹۹۱) مشخص شد که عملکرد کمی پنبه و همچنین درصد لنت پنبه تحت آبیاری با آب دارای شوری ۶/۶ دسی زیمنس بر متر کاهش یافته است (۳۸). در مطالعه حاضر عملکرد کل و ش در سطوح شوری هشت و ۱۲ دسی زیمنس بر متر به ترتیب هشت و ۴۹ درصد نسبت به تیمار شوری ۴ دسی زیمنس بر متر کاهش یافته است. این نتایج بیان می‌دارد که اگر ژنوتیپ‌های پنبه با آب دارای شوری ۱۲ دسی زیمنس بر متر آبیاری شوند میزان عملکرد کل و ش به حدود نصف تیمار شاهد کاهش پیدا خواهد کرد.

کاربرد برگی کود سولفات پتاسیم سبب افزایش میزان و ش در چین اول و دوم و همچنین میزان و ش کل شد. این افزایش در سطوح کاربرد چهار و شش کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم بیشتر از کاربرد دو کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم بود. با افزایش دسترسی گیاه پنبه به پتاسیم از منبع سولفات پتاسیم

به‌عنوان شاخص مقاومت به تنش ذکر کرده‌اند. در مطالعات سی‌وسه مرده (۲۰۰۲) تنش در مرحله گلدهی غلظت کلروفیل را ۳۸ درصد کاهش داد اما بین ارقام اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (۴۴). فرشادفر و همکاران (۲۰۰۸) نیز در بررسی ارقام گندم نان به نتایج مشابهی دست یافتند (۱۱). گزارش شده است که در شرایط شوری مقدار اتیلن افزایش یافته در نتیجه کلروفیل گیاه به دلیل فعالیت آنزیم کلروفیل‌از کاهش چشمگیری پیدا می‌کند (۳۷). همچنین گزارش شده که گونه‌های فعال تولیدشده در تنش شوری از طریق اتیلن باعث تجزیه کلروفیل و کلروپلاست می‌گردد. از دلایل دیگر کاهش کلروفیل در تنش شوری را تأثیر در جذب یون‌هایی مثل  $Fe$ ،  $Mg$  می‌داند که در ساختار کلروپلاست نقش اساسی دارند و بنابراین با کاهش جذب این یون‌ها سنتز کلروفیل کاهش یافته در نتیجه فتوسنتز گیاه هم کاهش پیدا می‌کند (۴۱ و ۴۲). همچنین گزارش شده که تنش شوری باعث باز شدن حلقه‌های پورفیرینی شده و مواد سمی حاصل از این تجزیه به واکوئل منتقل شده، وجود این ترکیبات باعث از بین رفتن رنگ سبز برگ شده است (۳۵). هر چند در این مطالعه اثر محلول‌پاشی پتاسیم بر محتوای کلروفیلی برگ‌ها معنی‌دار نشد ولی بایستی توجه نمود که پتاسیم از عناصری است که سبب افزایش تحمل گیاهان زراعی به شوری می‌گردد (۱). پتاسیم بیش از ۶۰ آنزیم را که در گیاه سبب افزایش پایداری آنها در این شرایط و همچنین پایداری آنزیمی گیاه می‌گردد را فعال نموده که از جمله آنها می‌توان به آنزیم پیرووات کیناز و ADP گلوکز استارچ سینتاز نام برد (۱۳) و به همین دلیل نقش اساسی را در متابولیسم فتوسنتزی و تنفس گیاه بازی می‌کند. به طور کلی تحمل به شوری در گیاهان بستگی به قابلیت انتخاب برای جذب  $K^+$  دارد تا  $Na^+$  و در واقع نسبت  $K^+/Na^+$  یک شاخص مهم

و پتاسیم رقابت ایجاد شده و سبب کاهش میزان جذب پتاسیم در این شرایط می‌گردد (۲۹) و به این ترتیب کاربرد برگی پتاسیم یک راهکار جهت کاهش اثرات منفی سدیم بر جذب پتاسیم می‌باشد. حضور پتاسیم در واکنش‌ها سبب تنظیم استمات‌ها شده و از طریق تنظیم پتانسیل آب سلول و فشار تورگر میزان باز شدن روزنه‌ها را تنظیم و در شرایط تنش شوری و خشکی نقش تنظیم‌کنندگی ایفا می‌نماید (۱۳). نسبت بالای پتاسیم به سدیم در شرایط شوری یکی از موارد مهم افزایش تحمل گیاه به شوری می‌باشد (۲۹). در این تحقیق با توجه به اینکه کاربرد برگی پتاسیم اثر زیادی در بهبود شاخص فیزیولوژیک مورد مطالعه نداشته ولی مشاهده شده که در نهایت عملکرد و ش افزایش یافته که احتمالاً ناشی از بهبود سایر خصوصیات گیاهی بوده که در این تحقیق مورد مطالعه قرار نگرفته‌اند. میزان عملکرد و کیفیت فیبر پنبه تحت تأثیر تغذیه پتاسیم قرار دارد و این بدین دلیل است که پتاسیم ناکافی اثر منفی بر فتوسنتز، سطح برگ و میزان زیست‌توده تولیدی گیاه پنبه دارد (۴۹). ردی و زو (۲۰۰۵) نیز بیان نمود که در شرایط کمبود پتاسیم برای گیاه پنبه میزان تسهیم و توزیع این عنصر در گیاه کاهش یافته که در نهایت منجر به کاهش عملکرد شده است (۳۹). هووارت و همکاران (۲۰۰۷) عنوان نمودند که کاربرد برگی پتاسیم سبب افزایش میزان عملکرد و ش در چین دوم و همچنین افزایش میزان عملکرد کل و ش شده است (۱۹). بر طبق یافته‌های هووارد و همکاران (۱۹۹۸) پاسخ پنبه به کاربرد برگی پتاسیم بستگی به منبع تأمین‌کننده پتاسیم دارد (۲۰). یکی از مهم‌ترین دلایل استفاده برگی عناصر غذایی از جمله پتاسیم این است که این عنصر ممکن است در خاک با سایر عناصر اثر آنتاگونیستی داشته که ممکن است جذب آن‌ها را به‌وسیله‌ی گیاه محدود نماید. ولی در کاربرد برگی

میزان رشد اندام‌های مختلف افزایش و در نهایت سبب افزایش وزن خشک آن‌ها شد. این افزایش رشد سبب افزایش میزان عملکرد و ش در چین اول و دوم و عملکرد کل و ش شد که با گفته‌های دیندسا و همکاران (۱۹۷۵) مطابقت دارد (۹). وو و همکاران (۱۹۹۶) بیان نمودند که افزایش رشد در شرایط تنش شوری با تغذیه پتاسیم با افزایش تمایل گیاه برای جذب پتاسیم افزایش می‌یابد (۴۸) و به دنبال این جذب در رشد و نمو و همچنین افزایش تولید و ش و کیفیت الیاف پنبه نقش مهمی را ایفا می‌نماید (۱۷). به‌رحال برای اینکه لاین‌های مختلف پنبه بتواند به یک عملکرد قابل قبولی برسند بایستی میزان پتاسیم به‌اندازه کافی در اختیار این گیاهان قرار گرفته و تسهیم و توزیع این پتاسیم در داخل گیاه نیز کافی باشد که به نظر می‌رسد در تیمارهای کاربرد مقادیر چهار و شش کیلوگرم سولفات پتاسیم این شرایط برای لاین‌های پنبه فراهم شده و افزایش عملکرد آن‌ها حاصل شده است. تیوپر و همکاران (۱۹۹۶) گزارش کردند که افزایش مصرف کودهای پتاسیم برای شش سال سبب افزایش میزان عملکرد گیاه پنبه شده است (۴۶). به‌رحال زمانی که مقدار بیشتری سولفات پتاسیم مصرف می‌شود، گیاه مقدار بیشتری از این پتاسیم را به سمت غوزه‌ها انتقال داده و در نتیجه میزان وزن خشک افزایش می‌یابد. آن‌ها بیان نمودند که با نزدیک شدن زمان محلول‌پاشی پتاسیم به زمان رسیدگی ممکن است میزان این عملکرد افزایش بیشتری داشته باشد.

بهبود شاخص‌های فیزیولوژیک از قبیل شاخص پایداری غشا، میزان کلرفیل و محتوای آب سلول نقش مهمی را در افزایش پایداری گیاه و افزایش عملکرد تحت شرایط شور بازی می‌کنند. پتاسیم عنصری است که کمبود شدید آن مشکلات جدی را برای گیاهان ایجاد می‌نماید (۲۶). در خاک شور بین جذب سدیم

میزان عملکرد و اجزای عملکرد است. محلول‌پاشی با مقادیر چهار و شش کیلوگرم سولفات پتاسیم منجر به حصول عملکرد بیشتر در این ژنوتیپ‌های موتانت گردید. با توجه به اینکه تیمار آبیاری با آب دارای شوری ۱۲ دسی زیمنس بر متر سبب کاهش عملکرد و ش به میزان ۴۸/۵ شد در شرایطی که کمبود آب مناسب برای آبیاری وجود داشته باشد می‌توان خطر کاهش عملکرد را پذیرفت و از اختلاط آب شور با آب غیر شور برای آبیاری پنبه استفاده نمود.

همچنین نتایج این مطالعه نشان داد در شرایط شور مورد مطالعه ژنوتیپ موتانت ال ام ۱۳۰۳ دارای درصد کیل و عملکرد و ش بالاتری بود و با انجام آزمایشات بیشتر و تأیید این نتایج می‌توان این ژنوتیپ را برای کاشت مناطق شور توصیه نمود و برای دستیابی به عملکرد بالاتر از محلول‌پاشی سولفات پتاسیم نیز استفاده نمود.

#### منابع

- Ahmad, S., Khan, N., Iqbal, M.Z., Hussain, A., and Hassan, M. 2002. Salt tolerance of cotton (*Gossypium hirsutum* L.). Asian J Plant Sci. 1: 715-719
- Akram, M.S. 2006. Influence of exogenously applied K from different sources on Sunflower under salt stress. University of Agric. Faisalabad, Pakistan
- Babaeianejelodar, N., and Ziatabareahmadi, M. 2001. Plant Growth in Saline Lands (translate). Mazandaran University Press. 408 pp. (In Persian).
- Blum, A., and Ebercon, A. 1980. Cell membrane stability as a measure of drought and heat tolerance in wheat. Crop Sci. 21: 43- 47.
- Cassman, K.G., Kerby, T.A., Roberts, B.A., Bryant, D.C., and Higashi, S.L. 1990. Potassium effects on lint yield and fiber quality of Acala cotton. Crop Sci. 30: 672-677.
- Cornic, G. 1994. Drought stress and high light effects on leaf photosynthesis. In 'Photoinhibition of Photosynthesis. From Molecular Mechanisms to the Field'. (Eds

این عناصر، بدون اینکه این اثرات منفی وجود داشته باشد، جذب سریع عناصر رخداده و کارایی استفاده از آن‌ها نیز افزایش خواهد یافت (۲۲). پتاسیم یکی از این عناصر مهم بوده که اهمیت آن بیشتر در دخالت آن در برخی پروسه‌های فیزیولوژیکی از قبیل روابط آبی، فتوسنتز، انتقال آسمیلات‌ها و فعالیت‌های آنزیمی بوده که این پروسه‌ها به‌طور مستقیم بر میزان تولید گیاهی اثر دارند (۸).

#### نتیجه‌گیری

محلول‌پاشی سولفات پتاسیم سبب بهبود رشد و افزایش میزان عملکرد و ش در ژنوتیپ‌های مختلف پنبه شد. بهبود خصوصیات فیزیولوژیکی ژنوتیپ‌های مختلف از جمله محتوای نسبی آب برگ‌ها و محتوای رنگ‌دانه‌ای در شرایط تنش شوری در جهت افزایش

- N.R. Baker and J. R. Bowyer.) pp. 297-313. (BIOS: Oxford)
- David, C., Harper, D.M., Lambert, J.A., Larson, C., and Owen, G. 2012. Potassium carryover dynamics and optimal application policies in cotton production. Agric. Systems. 106: 84-93.
- Dewdar, M.D.H., and Rady, M.M. 2013. Influence of soil and foliar applications of potassium fertilization on growth, yield and fiber quality traits in two *Gossypium barbadense* L. varieties. Afric. J.Agric. Res. 8(19): 2211-2215.
- Dhindsa, R.S., Beasley, C.A. and Ting, I.P. 1975. Osmoregulation in cotton fiber. Plant Physiol. 56: 394-398.
- Farshadfar, E., and Mohamadi, R. 2003. Evaluation of drought tolerance of bread wheat genotypes by use of agronomic and physiological indeces. Sci. J. Agric. 29(1): 87-97. (In Persian)
- Farshadfar, E., Ghasempour, H., and Vaezi, H. 2008. Molecular aspects of drought tolerance in bread wheat (*Triticum aestivum*). Pakistan. J. Biol. Sci. 11(1): 118-121.

12. Feyzi, M. 2008. Economic uses from saline waters in cotton agronomy. *J. Soil and water*. 22(2): 181-188. (In Persian)
13. Glass, A.D.M. 1989. *Plant Nutrition: An Introduction to Current Concepts*. MA, US: Jones & Bartlett Publisher. pp 24–28.
14. Gormus, O., and Yucel C. 2002. Different planting date and potassium fertility effects on cotton yield and fiber properties in the Cukurova region, Turkey. *Field Crop Res*. 78: 141- 149.
15. Gwathmey, C.O., Main, C.L., and Yin, X. 2009. Potassium uptake and partitioning relative to dry matter accumulation in cotton cultivars differing in maturity. *Agron. J*. 101:1479–1488.
16. Hamdy, A. 1993. Saline irrigation practices and management. In: *Towards the rational use of high salinity tolerant plants*. H. Lieth and A. Almasson eds. Klumer Academic Publisher, The Netherlands. 2: 553-570.
17. Hamudi, H., Heydari, R., Nojavan, M., and Zare, S. 1999. Effect of drought stress on biochemical and biophysical traits in sunflower (cv. Record). M.Sc. thesis. Uromia University. 125pp. (In Persian)
18. Hanson, B., Hutmachr, R.B., and D., May. 2006. Drip irrigation of tomato and cotton under shallow saline ground water conditions. *Irrigat. Drain. Systems*. 20: 155-177.
19. Horvath, E., Szalai, G., and Janda, T. 2007. Induction of Abiotic stress tolerance by salicylic acid signaling. *Plant gro. Reg*. 26: 290-300.
20. Howard, D.D., Gwathmey, C.O., and Sams, C.E. 1998. Foliar feeding of cotton: Evaluating potassium sources, potassium solution buffering, and boron. *Agro. J*. 90: 740-746.
21. Jafaraghaei, M., and Jalali, A.H. 2011. Effect of saline irrigated water on yield and water used efficiency of three cotton cultivars. *J. Prod. Technol. Agri. Gar*. 2(5): 97-107. (In Persian)
22. Jamal, Z., Hamayun, M., Ahmed, N., and Chaudhary, M.F. 2006. Effect of soil and foliar application of different concentrations of NPK and foliar application of (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> on different yield parameters in wheat. *Asian. J. Agron*. 5(2):251-256.
23. Katerji, N., Van-Hoorn, J.W., Hamdy, A., Mastrorilli, M., and Mou-Karzel, E., 1997. Osmotic adjustment of sugar beets in response to soil salinity and its influence on stomatal conductance, growth and yield. *Agric. Water Manage*. 34: 57–69.
24. Kocheva, K., and Georgive, G. 2003. Evaluation of the reaction of two contrasting Barley (*Hordeum vulgare* L.) cultivars in response to osmotic stress with PEG600. *Blot. J. Plant Physiol*. 51: 290-294.
25. Kumar, J., Arya, K.C., and Sidduqe, M.Z. 2011. Effect of foliar application of KNO<sub>3</sub> on growth, yield attributes, yield and economics of hirsutum cotton. *J. Cotton. Res. Dev*. 25(1):122-123.
26. Leigh, R.A., and Wyn-Jones, R.G. 1986. *Cellular Compartmentation in Plant Nutrition: Advances in Plant Nutrition*. New York: Praeger Publishers, pp 249–280.
27. Levitt, J. 1980. *Response of Plants to Environmental Stresses*. Vol. II. Water, radiation, salt and other stresses. Academic press. New York. 3- 211.
28. Levy, R., Vulkan, I.R., Mantell, A., and Frenkel, H.F. 1998. Effect of water supply and salinity on pima cotton. *Agri. Water. Manag*. 37: 121-132.
29. Liu, R.G., Wu, M.J., and Lu, F.M. 1998. Study on effects of K fertilizer for crops in coastal saline soil. *Soils*. 30: 222–223 (In Chinese).
30. Maas, E.V. 1986. Salt tolerance of plants. *Appl. Agri. Res.*, 1: 12-26.
31. Marschner, H. 1995. *Mineral Nutrition of Higher Plants*. 2nd ed, Academic Press Inc., San Diego.
32. Moreno, F., Cabrera, F., Fernandez-Boy, E., Giron, I.F., Fernandez, J.E., and Bellido. B. 2001. Irrigation with saline water in the reclaimed marsh soils of south- west spain: Impact on soil properties and cotton and sugar beet crops. *Agric. Water Manag*. 48 (2): 133-150.
33. Munns, R., and Tester, A. 2008. Whole-plant response to salinity. *Aust. J. Plant Physiol*. 13: 60-140.
34. Nazeri, M., Majnoon-Hosseini, N., and Jalal-Kamali, M.R. 2003. Effect of canopy temperature reduction and RWC on yield of Hegzaploide triticales genotypes under

- water crisis. *Iran. Agric. Res.*, 1: 292-303. (In Persian)
35. Parida, A.K., Das, A.B., Mitra, B., and Mohanty, P. 2004. Salt-stress induced alterations in protein profile and protease activity in the mangrove. *Brug. Parv. L. Nat.*, 59: 408-414.
  36. Pettigrew, W.T. 2008. Potassium influences on yield and quality production for maize, wheat, soybean and cotton. *Physiol. Plant.*, 133(4): 670-681.
  37. Prasad, M.N.V. 1996. *Plant Ecophysiology*. John Wiley and Sons, Inc, New York 542 pages :173-206.
  38. Razzouk, S., and Whittington, W.J. 1991. Effects of salinity on cotton yield and quality. *Field Crops Res.* 26: 305-314.
  39. Reddy, K.R., and Zhao, D. 2005. Interactive effects of elevated CO<sub>2</sub> and potassium deficiency on photosynthesis, growth, and biomass partitioning of cotton. *Field Crops Res.* 94:201-213.
  40. Roshani, GH., Gharanjiki, A., and Mirghasemi, S.J. 2015. Evaluation and Comparison of Salinity Tolerance of Several Cotton Genotypes in a Saline Soil. *Iran. J. Cotton. Res.*, 2(2): 13-26. (In Persian)
  41. Sairam, R.K., and Tyagi, A. 2002. Physiology and molecular biology of salinity stress tolerance in plants. *Curr. Sci.*, 86: 407-421.
  42. Sairam, R.K., Deshmukh, P.S., and Saxena, D.C. 1998. Role of antioxidant systems in wheat genotype tolerance to water stresses. *Biol. Plant.* 41(3): 387-394.
  43. Saurbeck, B.C., and Helal, H.M. 1990. Factors affecting the nutrient efficiency of plants. In: Bassam N.E.L, Bassam M., Dambroth B.C., Loughman, eds., *Genetic Aspects of Plant Mineral Nutrition*. Martinus Nijhoff, Dordrecht, the Netherlands. pp. 361-372.
  44. Siosemardeh, A. 2002. Effect of water stress on some physiological and agronomical cases of wheat. Ph.D thesis. Tehran University. 182pp. (In Persian)
  45. Summart, J., Thanonkeo, P., Panichajakul, S., Prathepha, P., and McManse, M.T. 2010. Effect of salt stress on growth, inorganic ion and proline accumulation in Thai aromatic rice, Kaho Dawk Mail 105. *Call. Cult.*, 9(2): 145-152.
  46. Tupper, G.R., Calhoun, D.S., and Ebelhar, M.W. 1996. Sensitivity of earlymaturing varieties to potassium deficiency. p. 625–628. In P. Dugger and D. Richter (ed.) *Proc. Beltwide Cotton Conf.*, Nashville TN. 9–12 Jan. 1996. *Natl. Cotton Council of Am.*, Memphis TN.
  47. United States Department of Agriculture, Economic Research Service (USDA, ERS). 2011. <http://www.ers.usda.gov/Briefing/Cotton/> (accessed 18.07.11).
  48. Wu, S.J., Ding, L., and Zhu, J.K. 1996. SOS1 a genetic locus essential for salt tolerance and potassium acquisition. *Plant Cell.*, 8: 617–627.
  49. Zhao, D., Oosterhuis, D.M., and Bednarz, C.W. 2001. Influence of potassium deficiency on photosynthesis, chlorophyll content, and chloroplast ultrastructure of cotton plants. *Photosyn.* 39:103-109.