جهت تهیه فایل WORD این مقاله به سایت DaneshResan.com مراجعه نمایید و عنوان مقاله را جستجو کنید
بیش از ۲ میلیون مقاله فارسی در این سایت موجود میباشد

مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی
جلد پانزدهم، شماره ششم، ۱۳۸۷
www.jasnr.info
www.sid.ir
www.magiran.com/jasnr

بررسی اثر شوری و تغذیه پتاسیم در گیاه سسبانیا آکیولاتا (Sesbania aculeate) در محیط گل‌خانه

همت کریمی[۱]، *احمد عبدل‌زاده[۲] و حمیدرضا صادقی‌پور[۳]

[۱]دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد گروه زیست‌شناسی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، [۲]دانشیار گروه زیست‌شناسی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، [۳]استادیار گروه زیست‌شناسی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

تاریخ دریافت: ۸۷/۲/۱۸ ؛ تاریخ پذیرش: ۸۷/۹/۱۶

چکیده

شوری یکی از مهم‌ترین عوامل کاهش محصولات کشاورزی و نیز کاهش رستنی‌های طبیعی در بسیاری از مناطق دنیا به‌ویژه ایران است. سسبانیا آکیولاتا (از تیره بقولات) گیاهی علوفه‌ای، خوش‌خوراک و نسبتاً مقاوم به شوری است که می‌تواند برای احیای مراتع شور به‌کار برده شود. این پژوهش به‌منظور ارزیابی سطوح مقاومت به شوری این گیاه و نقش تغذیه پتاسیم در تخفیف اثرات شوری انجام شد. دانه‌های سسبانیا در محیط کشت شنی در گل‌خانه با محلول هوگلند کاشته شدند. طرح آزمایش‌ها کاملاً تصادفی و در قالب فاکتوریل بود. فاکتور اول یعنی شوری در دو سطح صفر و ۱۰۰ میلی‌مولار کلرید سدیم و فاکتور دوم یعنی پتاسیم در شش سطح ۱، ۲/۵، ۵، ۱۰، ۲۰ و ۴۰ میلی‌مولار بود. گیاهان بعد از دو ماه تیماردهی برداشت شدند. عوامل اندازه‌گیری شده شامل وزن تر و خشک، غلظت یون‌های سدیم، پتاسیم، کلروفیل a، b و کل، اسیدهای آمینه، قندهای محلول و هم‌چنین فعالیت آنزیم پراکسیداز بود. نتایج این آزمایش‌ها نشان داد که شوری، وزن تر و خشک ریشه، ساقه و برگ و درصد آب نسبی گیاهان را کاهش داد. با افزایش شوری مقدار یون‌های سدیم در گیاه افزایش و مقدار یون پتاسیم کاهش یافت و فعالیت آنزیم پراکسیداز افزایش یافت. تیمارهای پتاسیم بدون شوری را می‌توان به سه دسته با تغذیه بحرانی، مصرف تجملی و سمی تقسیم نمود. در شرایط شاهد رشد بهینه گیاهان در تغذیه پتاسیم ۱ میلی‌مولار به‌دست آمد و در ۴۰ میلی‌مولار پتاسیم سمیت این یون سبب افزایش فعالیت پراکسیداز، کاهش قندهای محلول و افزایش اسیدهای آمینه و در نتیجه کاهش رشد شد. در شرایط شوری در تغذیه پتاسیم بحرانی (۱ میلی‌مولار) سمیت ناشی از یون سدیم موجب تشدید فعالیت پراکسیداز شد که رشد را تا حدودی کم کرد. شوری، سمیت پتاسیم ناشی از ۴۰ میلی مولار را تشدید کرد و باعث کاهش قندهای محلول و افزایش فعالیت پراکسیداز و در نتیجه کاهش شدید رشد شد. در گیاهان تحت شوری بالاترین رشد گیاهان با تغذیه پتاسیم ۲/۵ میلی‌مولار مشاهده شد. بنابراین شوری نیاز گیاه به پتاسیم را در سسبانیا افزایش می‌دهد.

واژه‌های کلیدی: شوری، تغذیه پتاسیم، سسبانیا اکیولاتا، فعالیت پراکسیداز

مقدمه

در حدود ۵۰ درصد زمین‌های زراعی کل دنیا متأثر از شوری است. گیاهان براساس عکس‌العمل رشد آنها به غلظت‌های نمک، به دو گروه عمده شوررُست و شیرین‌رُست تقسیم می‌شوند. شوررُست‌ها گیاهان بومی مناطق شور هستند در حالی‌که شیرین‌رُست‌ها قادر به تحمل شوری نمی‌باشند (مانز و همکاران، ۲۰۰۲؛ گرینوی و مانز، ۱۹۸۵). پاسخ‌های رشد گیاهان به شوری پیچیده و متنوع است که وابسته به‌شدت تنش، رقم و گونه مورد

*- مسئول مکاتبه: ah_ab99@yahoo.com

جهت تهیه فایل WORD این مقاله به سایت DaneshResan.com مراجعه نمایید و عنوان مقاله را جستجو کنید
بیش از ۲ میلیون مقاله فارسی در این سایت موجود میباشد

بررسی، مرحله تکوین گیاه و طول مدت تنش می‌باشد (تستر و دیونپورت، ۲۰۰۳). شوری خاک در محیط ریشه، سبب ایجاد پتانسیل منفی آب خاک و کاهش جذب آب توسط گیاه می‌گردد. از طرف دیگر افزایش غلظت یون‌های سدیم و کلر و به‌هم خوردن توازن یونی در گیاه باعث ایجاد سمیت می‌گردد (مانز، ۱۹۹۳؛ تستر و دیونپورت، ۲۰۰۳). در تنش شوری انواع اکسیژن واکنش‌گر (ROS) افزایش می‌یابد (جانگ‌کلانگ و همکاران، ۲۰۰٤). لذا گیاهانی که مقدار بیشتری از آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانت از نوع ساختاری یا القایی داشته باشند در برابر آسیب‌های اکسیداتیو مقاومت بیشتری را نشان می‌دهند (اشرف و هریس، ۲۰۰٤). برای مثال کاتالاز رادیکال‌های آزاد اکسیژن را با آب به آب اکسیژنه تبدیل می‌کند و آنزیم پراکسیداز تجزیه پراکسید هیدروژن را تجزیه می‌نماید. به‌علاوه اثر مخرب انواع اکسیژن واکنش‌گر در غشاهای زیستی و آنزیم‌ها توسط برخی محلول‌های سازگار خنثی می‌شود (تستر و دیونپورت، ۲۰۰۳). انواع محلول‌های سازگارشامل قندها، اسیدهای آمینه، پروتئین‌های محلول، ترکیبات آمونیوم یا سولفونیوم چهارتایی، پلی‌آمین‌ها و پلی‌یول‌ها می‌باشد که غشاهای سلولی را در برابر غلظت بالای یون‌های غیرآلی و انواع اکسیژن واکنش‌گر حفاظت می‌کند. (اشرف و هریس، ۲۰۰٤).

پتاسیم از عناصر ضروری گیاهان عالی است. به‌علاوه پتاسیم به‌عنوان اسمولیت معدنی عمده، در تنظیم اسمزی و ایجاد فشار تورژسانس محسوب می‌شود، در نتیجه این عنصر در بزرگ شدن یاخته‌ها، رشد گیاه، باز و بسته شدن روزنه‌ها، حرکات برگ و تروپیسم‌ها نقش دارد (مارسنر، ۱۹۹۵). همچنین این عنصر در فعال‌سازی تعداد زیادی از آنزیم‌های فتوسنتزی، ساخت پروتئین، متابولیسم اکسیداتیو و تعادل بار الکتریکی غشاهای یاخته اهمیت دارد (شابالا، ۲۰۰۳).

بخش زیادی از عدم توازن یون‌ها، تحت شوری به‌دلیل تغییر در نسبت K^+/Na^+ است که در نتیجه انباشتگی یون سدیم و کاهش جذب پتاسیم می‌باشد. افزایش غلظت یون پتاسیم در محیط ریشه ممکن است تنش ناشی از یون سدیم را تا حدودی خنثی کند (مازر و همکاران، ۲۰۰۲). گزارش‌های متعددی از تخفیف اثرات زیان‌بار شوری با تغذیه پتاسیم اضافی در برخی گیاهان وجود دارد. تغذیه پتاسیم اضافی توانست تحمل به شوری، گوجه‌فرنگی (ساتی و لوپز، ۱۹۹۹؛ کایا و همکاران، ۲۰۰۱b؛ یورتسون و همکاران، ۲۰۰۵)، فلفل دلمه‌ای و خیار (کایا و همکاران، ۲۰۰۱a) و توت‌فرنگی (کایا و همکاران، ۲۰۰۳) را افزایش دهد.

گیاه سسبانیا آکیولاتا با نام انگلیسی دهینچا[1] از تیره بقولات و جزء گیاهان C_3 بومی افریقا است که تاکنون در کشور ما ناشناخته مانده است. این گیاه بوته‌ای، یک‌ساله و سریع‌الرشد بوده ریشه آن قابلیت تثبیت نیتروژن را دارد و در خاک‌های فرسایش یافته و ضعیف رشد می‌کند. ارزش اقتصادی برجسته آن خوش‌خوراک بودن برای دام‌ها و کود سبز برای حاصل‌خیزی خاک است (حسین و همکاران، ۲۰۰۲). بنابراین درک میزان تحمل به شوری این گیاه می‌تواند به استفاده بهینه از آن در اصلاح مراتع منجر گردد. از طرف دیگر پتاسیم از جمله عناصری است که تغذیه مناسب آن ممکن است در برهم‌کنش با شوری اثرات شوری را تخفیف دهد. این تحقیق با هدف ارزیابی اثرات شوری، تغذیه پتاسیم و تأثیر احتمالی سطوح بهینه تغذیه پتاسیم در تخفیف اثرات شوری در گیاه سسبانیا آکیولاتا طراحی شده است. بنابراین تلاش شده است تا با اندازه‌گیری رشد، میزان املاح و برخی عوامل بیوشیمیایی تأثیرگذار در تحمل شوری مانند میزان کلروفیل، میزان اسیدهای آمینه کل و فعالیت آنزیم پراکسیداز اثرات متقابل دو عامل شوری و تغذیه پتاسیم ارزیابی گردد.

مواد و روش‌ها

بذر گیاه سسبانیا آکیولاتا از مرکز تحقیقات جهاد کشاورزی گرگان تهیه و در محیط کشت شنی در گل‌خانه دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان کشت شد. محلول غذایی هوگلند شامل ۰/۵ میلی‌مولار KH_2PO_4، ۲/۵ میلی‌مولار KNO_3، ۱/۵ میلی‌مولار $Ca(NO_3)_2$ و ۰/۵ میلی‌مولار در لیتر $MgSO_4$ همراه با عناصر ریز

1- Dhaincha

جهت تهیه فایل WORD این مقاله به سایت DaneshResan.com مراجعه نمایید و عنوان مقاله را جستجو کنید
بیش از ۲ میلیون مقاله فارسی در این سایت موجود میباشد

خوراک بود. آبیاری و تغذیه گیاهان تا مرحله دو برگی به‌وسیله محلول غذایی فاقد شوری انجام شد و پس از آن تیمار شوری به‌صورت تدریجی (در طی ۳ شب) اعمال شد تا از شوک اسمزی جلوگیری شود. آزمایش در طرح کاملاً تصادفی در قالب فاکتوریل انجام شد. فاکتور اول شوری در دو سطح صفر و ۱۰۰ میلی‌مولار کلرید سدیم و فاکتور دوم پتاسیم در شش سطح ۱، ۲/۵، ۵، ۱۰، ۲۰ و ۴۰ میلی‌مولار کلریدپتاسیم همراه با چهار تکرار انجام شد. میانگین درجه حرارت حداقل و حداکثر محیط در گل‌خانه به‌ترتیب ۱۹ و ۲۸ درجه سانتی‌گراد و میانگین رطوبت نسبی ۶۸ درصد بود. گیاهان پس از دو ماه تیماردهی برداشت شدند. فاکتورهای اندازه‌گیری شده شامل وزن تر و خشک، درصد آب نسبی، مقدار املاح سدیم، پتاسیم، مقدار کلروفیل، قندهای محلول، اسیدهای آمینه آزاد و فعالیت آنزیم پراکسیداز بود. میزان نسبی آب گیاه براساس وزن خشک از تقسیم نمودن وزن آب گیاه به وزن تر آن محاسبه شد.

برای اندازه‌گیری سدیم و پتاسیم بافت خشک پودر شده گیاهان در کوره در دمای ۵۰۰ درجه سانتی‌گراد سوزانیده شده و خاکستر حاصل در اسید کلریدریک نرمال حل شد. اندازه‌گیری سدیم و پتاسیم با دستگاه فلیم‌فتومتر مدل جینوی[1] انجام شد. مقدار کلروفیل از روش آرنون (۱۹۶۵) اندازه‌گیری شد. عصاره‌گیری از گیاهان برای اندازه‌گیری قندهای محلول و اسیدهای آمینه با روش اوموکولو و همکاران (۱۹۹۶) انجام شد. عصاره گیاهان با بافت تر گیاهان با اتانول ۸۰ درصد استخراج شد و برای حذف کلروفیل از کلروفرم استفاده گردید. برای ایجاد رنگ به عصاره‌های شفاف اتانولی انترون اضافه شده و جذب نور آنها توسط دستگاه اسپکتروفتومتر[2] در طول موج ۶۲۰ نانومتر خوانده شد. برای تهیه استاندارد قندهای محلول از گلوکز استفاده شد (مکردی و همکاران، ۱۹۵۰). اندازه‌گیری اسیدهای آمینه به‌صورت اسپکتروفتومتری با استفاده از روش یم و کوکینگ (۱۹۵۵) در طول موج ۵۷۰ نانومتر انجام شد. برای تهیه استاندارد اسیدهای آمینه از گلیسین استفاده شد.

فعالیت آنزیم پراکسیداز با استفاده از روش شانس و مهلی (۱۹۹۵) پس از عصاره‌گیری با بافر فسفات اندازه‌گیری شد. فعالیت آنزیم در بافر استات سدیم با اسپکتروفتومتر در مد سینتیک در طول موج ۴۷۰ نانومتر اندازه‌گیری و برای محاسبه فعالیت آنزیم از ضریب خاموشی برابر ۲۶/۶ لیتر در میکرومول در سانتی‌متر استفاده گردید.

محاسبه داده‌ها و رسم نمودارها با استفاده از نرم‌افزار اکسل انجام شد. تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌ها براساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد توسط برنامه آماری SAS صورت گرفت.

نتایج

رشد گیاه: جدول تجزیه واریانس‌داده‌ها نشان داد که شوری بر کلیه عوامل رشد شامل وزن تر و خشک ریشه، ساقه و برگ و نیز درصد آب نسبی اثر معنی‌دار داشت (جدول ۱). به‌علاوه تغذیه پتاسیم نیز کلیه عوامل رشد را تحت‌تأثیر قرار داده بود. همچنین اثر متقابل شوری و پتاسیم در وزن تر کل و خشک ریشه، برگ و کل گیاهان معنی‌دار بود.

جدول مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که شوری، وزن تر و خشک گیاه را به طور معنی‌داری کاهش داد، به‌طوری‌که وزن تر و خشک تحت شوری به کمتر از نصف کاهش یافت (جدول ۲). به‌علاوه شوری درصد نسبی آب گیاه را به‌صورت معنی‌داری کاهش داد. گیاهان تغذیه شده با ۱ میلی‌مولار پتاسیم بالاترین میزان رشد را داشتند و تغذیه با پتاسیم بیشتر سبب کاهش معنی‌دار رشد شد. کمترین وزن تر و خشک کل گیاهان در گیاهان تغذیه شده با ۴۰ میلی‌مولار پتاسیم بود. در این تیمار (۴۰ میلی‌مولار پتاسیم) درصد نسبی آب گیاه افزایش یافت.

اثر متقابل شوری و تغذیه پتاسیم در وزن تر و خشک بخش‌های گیاه (شکل ۱) نشان داد که بالاترین میزان رشد در تیمار ۱ میلی‌مولار پتاسیم دیده می‌شود و تغذیه پتاسیم اضافی در گیاهان بدون تیمار شوری سبب کاهش رشد شده و در تیمار ۴۰ میلی‌مولار پتاسیم رشد به‌حداقل خود

1- Model Jenway PFP7
2- Shimadzu UV-120-0

می‌رسد. در مقابل در گیاهان تحت تیمار شوری حداکثر رشد در تیمار پتاسیم ۲/۵ میلی‌مولار مشاهده شد و افزایش بیشتر پتاسیم تا حد ۲۰ میلی‌مولار اثر معنی‌داری را ایجاد نکرد. غلظت ٤٠ میلی‌مولار پتاسیم تحت اثر شوری کمترین میزان وزن تر و خشک کل گیاه را داشت. به‌نظر می‌رسد شوری سبب افزایش نیاز به پتاسیم در گیاهان شده است، به‌طوری‌که حداکثر رشد در گیاهان شاهد با ۱ میلی مولار پتاسیم و در گیاهان تحت تیمار شوری با ۲/۵ میلی‌مولار پتاسیم حاصل شد.

انباشتگی یون‌های سدیم و پتاسیم: جدول ۳ نتایج تجزیه واریانس مربوط به غلظت یون‌ها را در گیاه سسبانیا آکیولاتا نشان می‌دهد. اثر شوری بر تراکم یون سدیم و پتاسیم در ریشه، ساقه و برگ معنی‌دار است. هم‌چنین تغذیه پتاسیم بر میزان سدیم و پتاسیم بخش‌های مختلف گیاه به‌غیر از سدیم ساقه اثر معنی‌دار داشت. اثر متقابل شوری و تغذیه پتاسیم نیز در مقدار سدیم ریشه و ساقه و پتاسیم همه بخش‌های گیاه معنی‌دار بود.

جدول ۱- درجه آزادی و میانگین مربعات صفات رشد رویشی تحت اثر تیمارهای شوری و پتاسیم در گیاه سسبانیا آکیولاتا.

منابع تغییر	درجه آزادی	وزن تر کل	وزن خشک ریشه	وزن خشک ساقه	وزن خشک برگ	وزن خشک کل	درصد آب
شوری	۱	۲٦٦۷۸٦*	۷۱۳۱*	۲۳۱/۷۹*	۳۳۵/۵۸*	۱۷٦۳/۰٦*	۰/۰۰۲۰۰*
پتاسیم	۵	۱۸۷۵۱*	٦/۳۷*	۲۵/۵۷*	۳٤/٦۹*	۱۷۸/۹۸*	۰/۰۰۰۱٦ns
شوری× پتاسیم	۵	۳۹٤۹*	۱/٦۵*	٤/٦٦ns	۷/۱۵*	۳۳/۸۵*	۰/۰۰۰۰۲ns
خطا	٤۷						
کل	۵۸						

*در سطح ۵ درصد معنی‌دار است ns معنی‌دار نیست

جدول ۲- مقایسه میانگین اثر تیمارهای شوری و پتاسیم در رشد رویشی گیاه سسبانیا آکیولاتا.

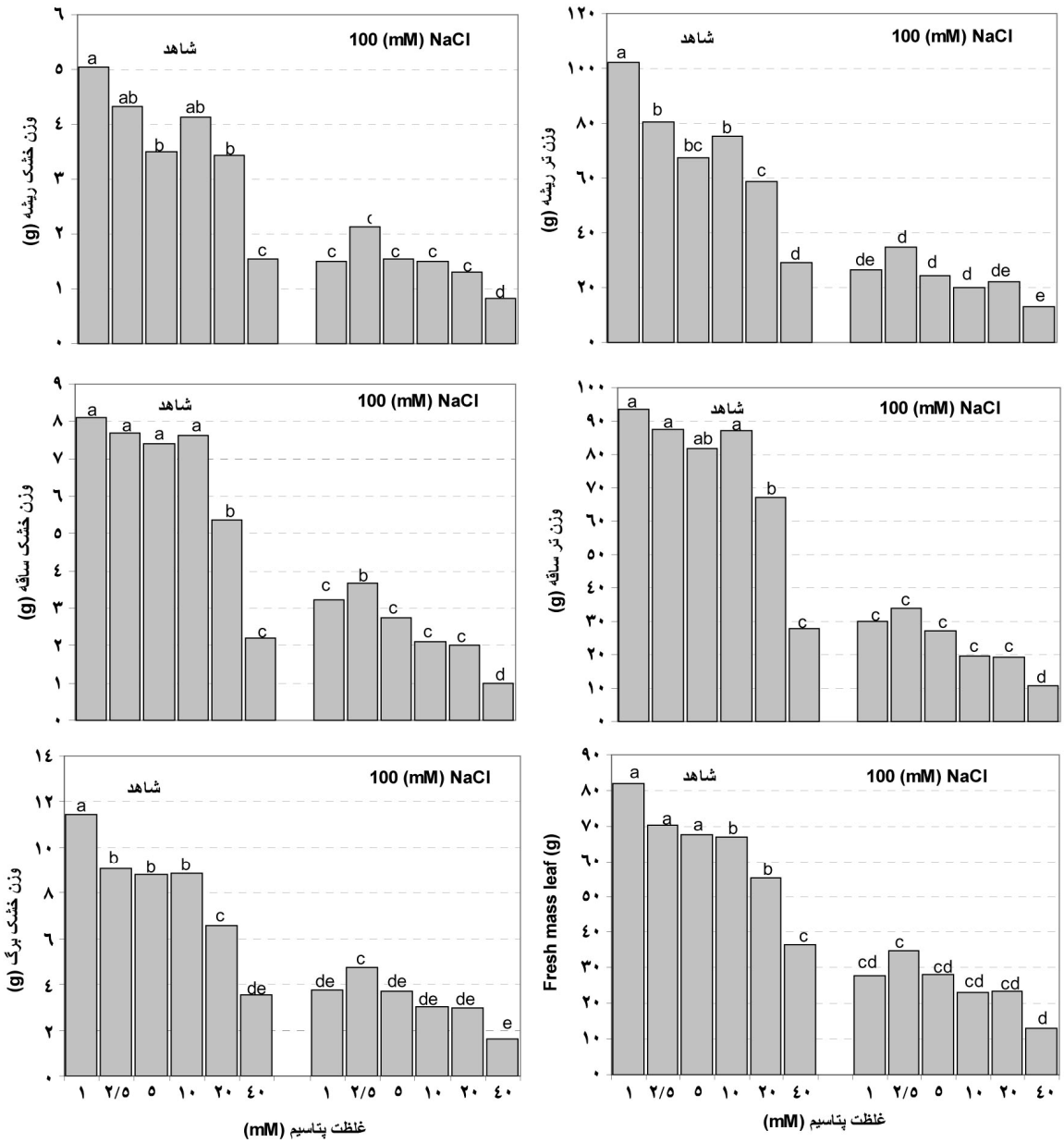
تیمارها	وزن تر کل (گرم)	وزن خشک ریشه (گرم)	وزن خشک ساقه (گرم)	وزن خشک برگ (گرم)	وزن خشک کل	میزان نسبی آب براساس وزن تر
شوری (میلی‌مول)						
۰	۲۰٦/۰۵a	۳/٦٦a	٦/٤۰a	۸/۰٤a	۱۸/۱۰a	۰/۹۱۳a
۱۰۰	۷۱/۵٤b	۱/٤٦b	۲/٤۳b	۳/۲۷b	۷/۱۷b	۰/۹۰۱b
پتاسیم (میلی‌مول)						
۱	۱۹۱/۷۰a	۳/٤٦a	۵/۹۳a	۸/۰۲a	۱۷/٤۲a	۰/۹۰۵b
۲/۵	۱۷۰/۸۸ab	۳/۲۳a	۵/٦۸a	٦/۸۹ab	۱۵/۸۱ab	۰/۹۰۵b
۵	۱٤۸/۱۵bc	۲/۵۱b	۵/۰۷a	٦/۲۵b	۱۳/۸٤bc	۰/۹۰٤b
۱۰	۱٤٦/۰۹bc	۲/۸۰ab	٤۲/۸۷ab	۵/۹۲bc	۱۳/٦۰bc	۰/۹۰۵b
۲۰	۱۲۳/۰۱c	۲/۳۷b	٦۸۳۷۱b	٤/۷٦c	۱۰/۸۲c	۰/۹۰۸ab
٤۰	٦۵/۰۰d	۱/۱۸c	۱/۵۹c	۲/۵٦d	۵/۳٤d	۰/۹۱۵a

میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک باشند طبق آزمون دانکن در سطح ۵ درصد با یکدیگر اختلاف معنی‌دار ندارند.

جدول ۳- درجه آزادی و میانگین مربعات مقدار سدیم و پتاسیم تحت اثر شوری و پتاسیم در گیاه سسبانیا آکیولاتا.

منابع تغییر	درجه آزادی	سدیم ریشه	سدیم ساقه	سدیم برگ	پتاسیم ریشه	پتاسیم ساقه	پتاسیم برگ
شوری	۱	۳۹٦۱/۷*	٤۸۹۳/٦*	۱۲۱۷/۵*	۹۹/٦۹*	۷۸/۳۳*	۳۱/۸۸*
پتاسیم	۵	۳۳۲/۵*	۱۷/۸ns	۱۱۰/٦*	۱۵/٤۲*	۱۷/۳٤*	۲۱/۹۸*
شوری × پتاسیم	۵	۳۷/٤*	۹۱/۷*	۱۰/۸ns	۷/٤۰*	۳/٦۰*	۷/۳٤*
خطا	٤۷						
کل	۵۸						

* در سطح ۵ درصد معنی‌دار است ns معنی‌دار نیست



شکل ۱- اثر شوری و پتاسیم بر وزن تر و خشک ریشه، ساقه و برگ گیاه سسبانیا بعد از ۲ ماه تیماردهی. ستون‌های دارای حرف مشترک با آزمون دانکن در سطح احتمال ۹۵ درصد تفاوت معنی‌دار ندارند.

جدول مقایسه میانگین داده‌ها (جدول ٤) نشان داد که شوری باعث افزایش معنی‌دار در میزان یون سدیم ریشه، ساقه و برگ شد. تغذیه پتاسیم بیشتر باعث کاهش تدریجی میزان سدیم در ریشه گشت. بیشترین این کاهش در غلظت ٤٠ میلی‌مولار پتاسیم بود. هم‌چنین در اثر تغذیه پتاسیم بالاتر از ۱ میلی‌مول میزان سدیم برگ به‌صورت غیریکنواخت کم شد. مقدار سدیم ساقه تحت‌تأثیر تغذیه پتاسیم تغییر معنی‌داری نداشت. شوری باعث کاهش معنی‌دار مقدار پتاسیم ریشه، ساقه و برگ گیاهان شد و این کاهش در ریشه بیشتر از ساقه و برگ می‌باشد. کمترین مقدار غلظت یون پتاسیم در تیمار ۱ میلی‌مولار پتاسیم بود و با افزایش تغذیه پتاسیم، مقدار پتاسیم به‌صورت معنی‌داری افزایش یافت.

جدول ٤- مقایسه میانگین اثر شوری و پتاسیم در غلظت سدیم و پتاسیم (میلی‌گرم در گرم وزن خشک) در گیاه سسبانیا آکیولاتا.

تیمارها	سدیم ریشه	سدیم ساقه	سدیم برگ	پتاسیم ریشه	پتاسیم ساقه	پتاسیم برگ
شوری (میلی‌مول)						
۰	۹/۵۳^{b}	۵/۲۹^{b}	۲/٦۸^{b}	٤/۰۲^{a}	۵/۰۸^{a}	٤/۱۰^{a}
۱۰۰	۲۵/۹۲^{a}	۲۳/۵۱^{a}	۱٤/۳۹^{a}	۱/٤۰^{b}	۲/۷۵^{b}	۲/۱٦^{b}
پتاسیم (میلی‌مولار)						
۱	۲۱/۷۷^{a}	۱٤/۳۲^{a}	۹/۰۷^{a}	۰/۸۳^{d}	۲/٤^{e}	۱/۷۸^{d}
۲/۵	۲۱/٦۰^{a}	۱۳/۰۸^{a}	٦/۱٤^{b}	۱/٤۸^{c}	۳/۰۱^{de}	۲/۷۲^{c}
۵	۱۸/۰۳^{b}	۱۲/۳۳^{a}	۷/٤٦^{ab}	۲/۸۸^{b}	۳/۲۹^{de}	۲/۹۷^{c}
۱۰	۱۲/۸۰^{c}	۱۳/٤۹^{a}	۸/۵۵^{a}	۳/۲۲^{b}	۳/۷۳^{c}	۲/۸۱^{c}
۲۰	۱۰/٤۷^{d}	۱۲/۳۷^{a}	۷/۷۹^{ab}	٤/۰۹^{a}	٤/۵۵^{b}	۳/٦٤^{b}
٤۰	۸/۷۵^{e}	۱۳/۰۵^{a}	۵/۹۱^{b}	۳/۷۰^{a}	٦/۳۰^{a}	٦/۱٦^{a}

میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک باشند طبق آزمون دانکن در سطح ۵ درصد با یکدیگر اختلاف معنی‌دار ندارند.

اثر متقابل شوری و تغذیه پتاسیم بر مقدار سدیم ریشه، ساقه و برگ (شکل ۲) نشان می‌دهد که تغذیه پتاسیم در شرایط بدون شوری سبب کاهش مقدار یون سدیم گیاه شد. در گیاهان تحت شوری حداکثر غلظت سدیم ریشه در تیمار ۱ و ۲/۵ میلی‌مولار بود و با افزایش تغذیه پتاسیم مقدار سدیم ریشه به‌صورت معنی‌دار و تدریجی کاهش یافت، به‌طوری‌که در ٤۰ میلی‌مولار به کمترین مقدار خود رسید. تغذیه پتاسیم در گیاهان تحت شوری در مقدار سدیم ساقه اثر معنی‌دار نداشت. در برگ نیز تغذیه پتاسیم در گیاهان تحت شوری تا ۲۰ میلی‌مولار پتاسیم مقدار یون سدیم برگ تأثیر معنی‌داری نداشت، هر چند غلظت٤۰ میلی‌مولار پتاسیم در شوری سبب کاهش معنی‌دار یون سدیم برگ شد.

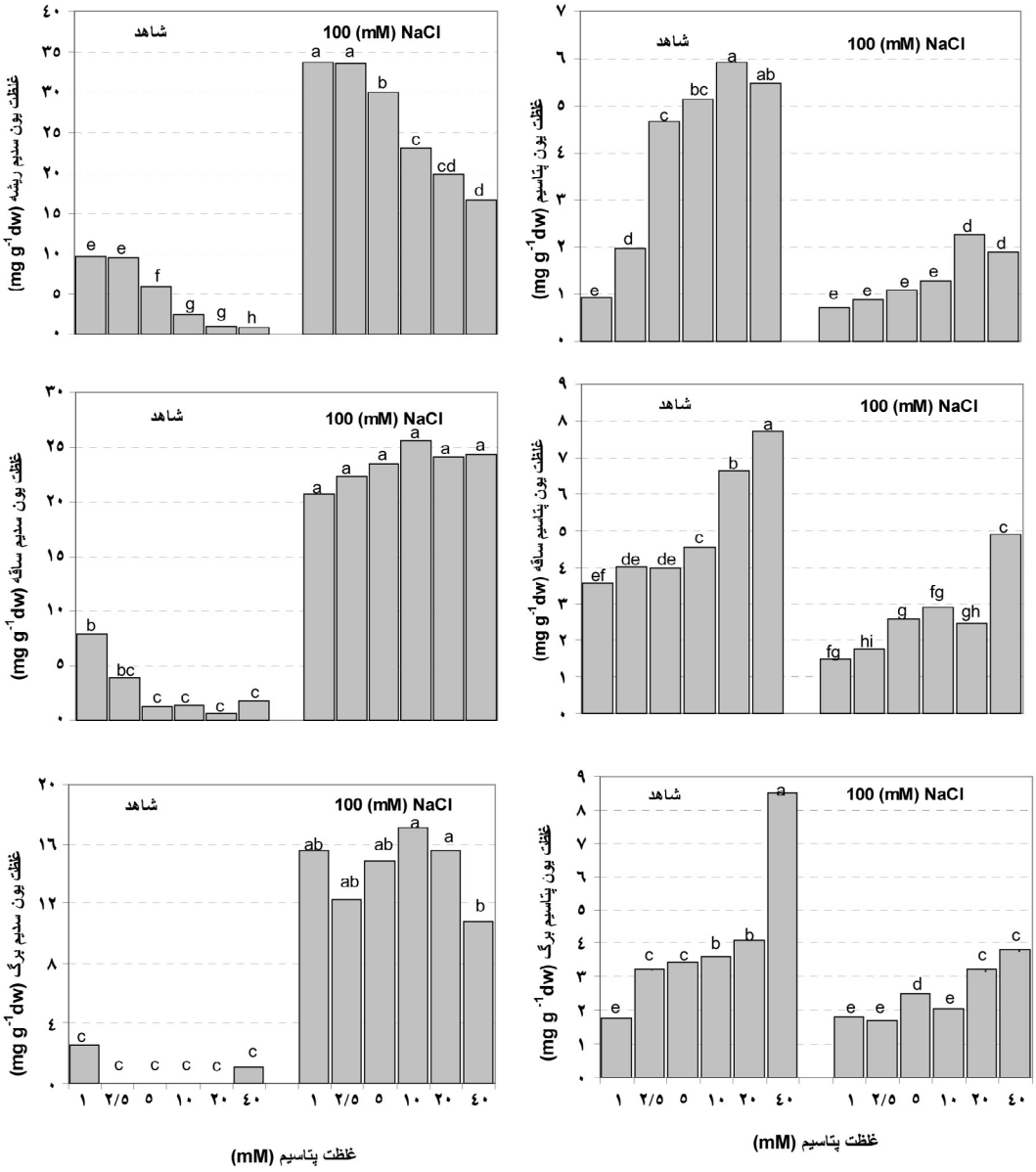
اثر متقابل شوری و تغذیه پتاسیم در ریشه، ساقه و برگ (شکل ۲) نشان می‌دهد که تغذیه پتاسیم در شرایط بدون تیمار شوری افزایش تدریجی مقدار پتاسیم در ریشه ساقه و برگ را سبب شد. تیمارهای پتاسیم در گیاهان تحت شوری نیز افزایش غلظت یون پتاسیم سبب شد. افزایش یون پتاسیم در ریشه، ساقه و برگ تا تیمارهای ۱ تا ۱۰ میلی‌مولار پتاسیم معنی‌دار نبود ولی پس آن سبب افزایش معنی‌دار یون پتاسیم شد.

فعالیت آنزیم پراکسیداز و میزان کلروفیل، اسیدهای آمینه و قندهای محلول: تجزیه واریانس (جدول ۵) نشان داد که شوری و تغذیه پتاسیم در فعالیت آنزیم پراکسیداز اثر معنی‌دار داشت. در حالی‌که اثر شوری در میزان کلروفیل، اسیدهای آمینه و قندهای محلول معنی‌دار نبود. به‌علاوه تغذیه پتاسیم تنها بر مقدار اسیدهای آمینه اثر معنی‌دار داشت. اثر متقابل شوری و پتاسیم نیز تنها بر مقدار اسیدهای آمینه و قندهای محلول معنی‌دار بود.

جدول ۵- درجه آزادی و میانگین مربعات میزان فعالیت پراکسیداز مقدار کلروفیل، اسیدهای آمینه، و قندهای محلول برگ تحت اثر شوری و پتاسیم گیاه سسبانیا آکیولاتا.

منابع تغییر	درجه آزادی	پراکسیداز	کلروفیل a	کلروفیل b	کلروفیل کل	اسیدهای آمینه	قندهای محلول
شوری	۱	۱۸/٦۷*	۱۰/۰۵^{ns}	۰/۰۱^{ns}	۰/۰۲^{ns}	۱۵۱۲^{ns}	۵۳/۱^{ns}
پتاسیم	۵	٤/۳۳*	۰/٦۹^{ns}	۰/۰۷^{ns}	۱/۲۳^{ns}	۱۱۱۲^{ns}	۲۵/۷^{ns}
شوری×پتاسیم	۵	۲/۲٤^{ns}	۰/۳۱^{ns}	۰/۰٤^{ns}	۰/٦۰^{ns}	۲۵۳۹^{ns}	۳۷/۹*
خطا	۲٤						
کل	۳۵						

*در سطح ۵ درصد معنی‌دار است ^{ns} معنی‌دار نیست.



شکل ۲- اثر شوری و پتاسیم در غلظت یون‌های سدیم و پتاسیم ریشه، ساقه و برگ گیاه سسبانیا بعد از ۲ ماه تیماردهی. ستون‌های دارای حرف مشترک با آزمون دانکن در سطح احتمال ۹۵ درصد تفاوت معنی‌دار ندارند.

جدول مقایسه میانگین داده‌ها (جدول ٦) نشان می‌دهد شوری، فعالیت آنزیم پراکسیداز را بیش از ٦ برابر در گیاه افزایش می‌دهد. به‌علاوه فعالیت این آنزیم در غلظت‌های ۱ و ٤٠ میلی‌مولار پتاسیم بیش از ٦ برابر سایر تیمارها بود. شوری تغییر معنی‌داری در مقدار کلروفیل، اسیدهای آمینه و قندهای محلول برگ گیاه سسبانیا ایجاد نکرد، ولی کمبود و زیادی تغذیه پتاسیم در غلظت‌های ۱، ۲۰ و ٤٠ میلی‌مولار سبب کاهش میزان کلروفیل a، b و کل نسبت به غلظت‌های دیگر پتاسیم در گیاه شد به‌طوری‌که کلروفیل کل در تیمار ٤٠ میلی‌مولار نسبت به ۱۰ در حدود ٤٠ درصد کاهش یافت. به‌علاوه مقدار اسیدهای آمینه در تیمارهای ۱ و ۲/۵ میلی‌مولار پتاسیم زیاد بوده و پس از آن در تیمارهای ۵ و ۱۰ میلی‌مولار پتاسیم کاهش یافته و پس از آن مجدداً افزایش یافت. همچنین تغذیه پتاسیم ٤٠ میلی‌مولار میزان قندهای محلول را بیش از ۱۵ درصد کاهش داد.

اثر متقابل شوری و تغذیه پتاسیم نشان می‌دهد که در شرایط بدون تیمار شوری تنها در غلظت ٤٠ میلی‌مولار

پتاسیم میزان فعالیت آنزیم پراکسیداز نسبت به بقیه تیمارها زیاد بود. در شرایط شوری غلظت‌های ۱ و ۴۰ میلی‌مولار پتاسیم فعالیت آنزیم پراکسیداز را نسبت به بقیه تیمارها حدود ۳ برابر افزایش دادند (شکل ۳). مقدار کلروفیل کل گیاه با تغذیه پتاسیم درحد ۴۰ میلی‌مول در شوری یا بدون آن کم شد. مقدار اسیدهای آمینه آزاد در گیاهان بدون تیمار شوری در غلظت‌های ۲۰ و ۴۰ میلی‌مولار پتاسیم نسبت به تیمارهای با پتاسیم کمتر، افزایش بسیاری یافت در حالی‌که در گیاهان تحت تیمار شوری، حداکثر مقدار اسیدهای آمینه آزاد در تیمارهای ۱ و ۲/۵ میلی‌مولار پتاسیم بود و پس از آن میزان اسیدهای آمینه کاهش بسیاری یافت. مقدار قندهای محلول در تیمارهای بدون شوری با افزایش غلظت پتاسیم کاهش یافت و بیش‌ترین این کاهش در غلظت ۴۰ میلی‌مولار بود. در گیاهان تحت شوری نیز تیمارهای ۲۰ و ۴۰ میلی‌مولار پتاسیم باعث کاهش قندهای محلول شدند.

همبستگی صفات بیوشیمیایی با وزن خشک کل نشان داد که مقدار اسیدهای آمینه کل و فعالیت آنزیم پراکسیداز همبستگی منفی معنی‌داری با وزن خشک کل دارد.

جدول ٦- مقایسه میانگین اثر تیمارهای شوری و پتاسیم در میزان فعالیت پراکسیداز، مقدار کلروفیل a، b، و کل، اسیدهای آمینه و قندهای محلول برگ.

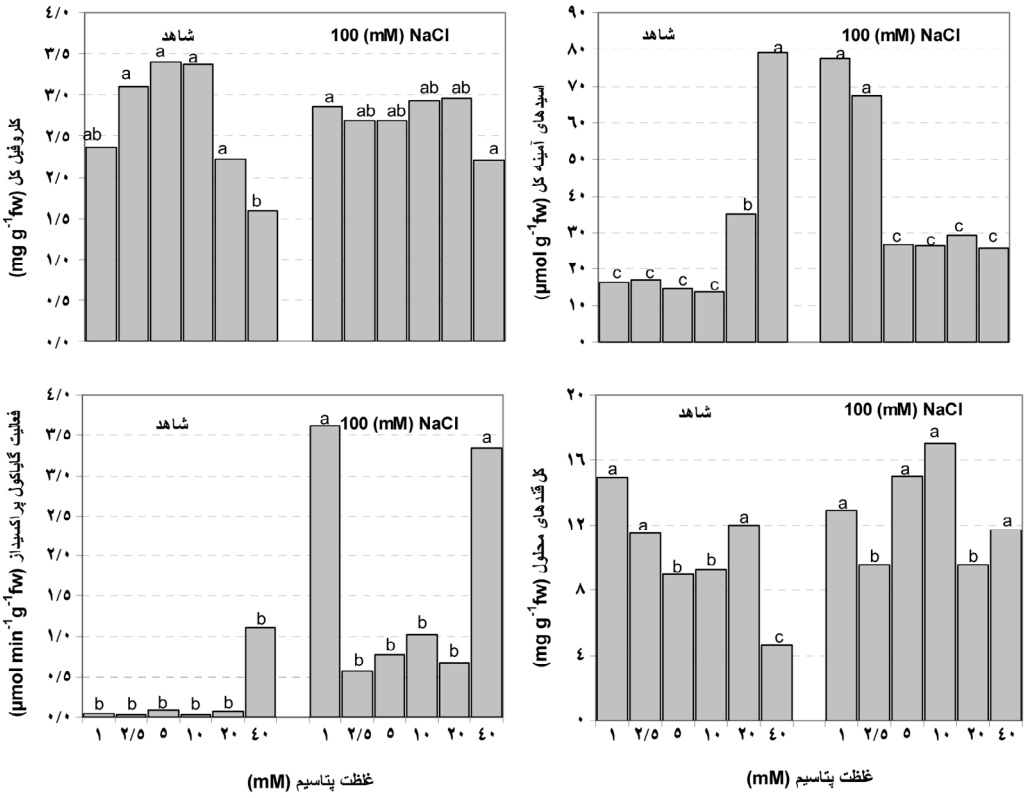
تیمارها	پراکسیداز(میکرو مول در دقیقه در گرم وزن تر)	کلروفیل a (میلی‌گرم در گرم وزن تر)	کلروفیل b (میلی‌گرم در گرم وزن تر)	کلروفیل کل (میلی‌گرم در گرم وزن تر)	اسیدهای آمینه (میکرومول بر گرم وزن تر)	قندهای محلول (میلی‌گرم برگرم وزن تر)
شوری (میلی‌مول)						
۰	۰/۲۲^{b}	۲/۰۰^{a}	۰/٦٧^{a}	۲/٦٧^{a}	۲۹/۲۵^{a}	۱۰/۲۰^{a}
۱۰۰	۱/٦٦^{a}	۲/۰۰^{a}	۰/۷۱^{a}	۲/۷۲^{a}	٤۲/۲۳^{a}	۱۲/٦۳^{a}
پتاسیم (میلی‌مولار)						
۱	۰	۱/۹٤^{ab}	۰/٦٦^{ab}	۲/٦۰^{ab}	٤٤/۸٤^{a}	۱۳/۹۲^{a}
۲/۵	۱۸/۳۰^{b}	۲/۱۵^{a}	۰/۷٤^{a}	۲/۸۹^{a}	٤۱/۹۸^{ab}	۱۰/۵۳^{ab}
۵	۰/٤۲^{b}	۲/۲۵^{a}	۰/۷۹^{a}	۳/۰٤^{a}	۲۰/۸۷^{b}	۱۱/۹٦^{ab}
۱۰	۰/۵۲^{b}	۲/۳۵^{a}	۰/۸۰^{a}	۳/۱۵^{a}	۱۹/۹۷^{b}	۱۳/۱٦^{a}
۲۰	۰/۳۷^{b}	۱/۹۱^{ab}	۰/٦۸^{ab}	۲/۵۹^{ab}	۳۲/۲۳^{ab}	۱۰/۷۹^{ab}
٤۰	۲/۲۲^{a}	۱/٤۰^{b}	۰/٤۹^{b}	۱/۸۹^{b}	۵۲/۵٦^{a}	۸/۱٦^{b}

میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک باشند طبق آزمون دانکن در سطح ۵ درصد با یکدیگر اختلاف معنی‌دار ندارند.

بحث

شوری باعث افزایش یون سدیم در گیاه سسبانیا شد. این نتایج آشکار می‌سازد که بخش زیادی از کاهش رشد حاصل از شوری در نتیجه سمیت یون‌های سدیم و توازن نداشتن یون‌ها است. زمانی‌که غلظت یون سدیم در گیاه افزایش می‌یابد، مقدار یون‌های قابل دسترس به‌ویژه یون پتاسیم در گیاه کم می‌شود. سمیت یون سدیم زمانی رخ می‌دهد که سدیم جایگزین یون پتاسیم در واکنش‌های مختلف شود. با توجه به این‌که سدیم و پتاسیم از نظر شعاع یون هیدراته و بارالکتریکی مشابه می‌باشند، به‌نظر می‌رسد که این امر باعث می‌شود که کانال‌های غشایی در تفکیک و انتقال این دو یون دچار اشتباه شوند. به‌نظر می‌رسد که افزایش بیش از حد سدیم در سیتوپلاسم فعالیت‌های آنزیمی، یک‌پارچگی ساختار و عمل غشاهای سلول را دچار اختلال می‌کند (زاو، ۲۰۰۳). شوری درصد آب نسبی گیاه را کاهش داد. بنابراین بخش دیگری از کاهش رشد ناشی از شوری مربوط به کمبود آب در گیاه بود. کاهش رشد ناشی از کم شدن جذب آب، به‌دلیل پتانسیل آب بسیار منفی محیط ریشه در نتیجه شوری توسط محققان دیگر گزارش شده است (مانز، ۱۹۹۳). از

طرفی نتایج نشان داد که مقدار یون سدیم در بخش‌های هوایی بیشتر از ریشه است که ممکن است حاکی از بخش‌بندی این یون در بخش‌های خاصی از ساقه و یا بخش‌بندی سلولی در واکوئل باشد (تستر و دیونپورت، ۲۰۰۳). به‌عبارت دیگر اثرات مضر شوری نتیجه‌ای از کاهش پتانسیل آب، سمیت یون‌ها، کمبود مواد غذایی یا ترکیبی از این عوامل می‌باشد. در گیاه سسبانیا شوری ۱۰۰ میلی‌مولار بر مقدار کلروفیل اثر معنی‌دار نداشت. این نتایج با نتایجی که جان کلانگ و همکاران (۲۰۰۳) در گیاه سسبانیا به‌دست آوردند، مطابقت دارد. آنها گزارش کردند شوری ۱۵۰ میلی‌مولار فقط در لوبیا باعث کاهش کلروفیل a شد ولی بر سسبانیا تأثیری نداشت. هم‌چنین این غلظت از شوری در سسبانیا نسبت به لوبیا فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان بیشتری را سبب شد. با توجه به نتایج به‌دست آمده، افزایش میزان فعالیت آنزیم گایاکول پراکسیداز در اثر شوری دلیل مهم در مقاومت به شوری گیاه سسبانیا محسوب می‌شود. به‌صورت مشابهی جانگ‌کلانگ و همکاران (۲۰۰٤) گزارش نمودند که در گیاه سسبانیا وجود دائمی یا القا شونده آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانت یکی از دلایل مقاوم بودن سسبانیا به شوری است.



شکل ۳- اثر شوری و پتاسیم در میزان کلروفیل، قندهای محلول، اسیدهای آمینه و فعالیت آنزیم گایاکول پراکسیداز برگ گیاه سسبانیا بعد از ۲ ماه تیماردهی. ستون‌های دارای حرف مشترک با آزمون دانکن در سطح احتمال ۹۵ درصد تفاوت معنی‌دار ندارند.

جدول ۷- همبستگی وزن خشک کل با برخی صفات بیوشیمیایی.

	وزن	قندهای محلول کل	اسیدهای آمینه کل	فعالیت آنزیم پراکسیداز
وزن	۱			
قندهای محلول کل	۰/۰٤	۱		
اسیدهای آمینه کل	-٤۳/۹**	-۰/۰۹	۱	
فعالیت آنزیم پراکسیداز	-٤۹/۳**	-۰/۱۵	-۰/۱۱	۱

در سطح ۱ درصد معنی‌دار است.

تیمارهای پتاسیم بدون شوری به سه دسته با تغذیه بحرانی، تجملی و سمی تقسیم می‌شوند. پتاسیم در غلظت کم (۱ میلی‌مولار) بالاترین رشد گیاهان را سبب شد. غلظت متوسط (۲/۵ تا ۲۰ میلی‌مولار) رشد معمول گیاهان را باعث گردید و در ٤٠ میلی‌مولار پتاسیم کمترین میزان رشد گیاه مشاهده شد. غلظت کم (۱ میلی‌مولار) پتاسیم، بدون شوری با افزایش مقدار قندهای محلول و کاهش مقدار اسیدهای آمینه شرایط رشد بهینه گیاهان را فراهم نمود. به‌نظر می‌رسد که قندهای محلول و یون پتاسیم به‌عنوان تنظیم‌کننده اسمزی نقش دارند و هنگامی‌که پتاسیم کم باشد نیاز به تنظیم اسمزی توسط زیادی قندهای محلول فراهم می‌شود. از طرفی احتمالاً کم‌بودن اسیدهای آمینه و فعالیت آنزیم پراکسیداز نشان‌دهنده شرایط عدم تنش و حداکثر رشد گیاه است که از همبستگی منفی این عوامل با وزن خشک آشکار است. در غلظت متوسط پتاسیم (۲/۵ تا ۲۰) (نسبت به غلظت ۱ میلی‌مولار پتاسیم) میزان قندهای محلول کم شد و به‌نظر می‌رسد که گیاه با ازدیاد پتاسیم توانست تنظیم اسمزی گیاه را برقرار کند. فعالیت اندک آنزیم پراکسیداز و نشان‌دهنده شرایط نرمال گیاه است که در نتیجه رشد نرمال گیاه است. در غلظت زیاد پتاسیم (٤٠ میلی‌مولار) افزایش شدید فعالیت پراکسیداز، افزایش اسیدهای آمینه، کاهش قندهای محلول و کاهش مقدار وزن تر و خشک گیاه مشاهده شد. اسیدهای آمینه و فعالیت آنزیم پراکسیداز از این جهت افزایش یافت تا به‌عنوان اسمولیت سازگار و آنزیم ضد رادیکال‌های آزاد اکسیژن، ضمن محافظت از ماکرو مولکول‌ها و غشاهای سلول، آسیب‌های ناشی از رادیکال‌های آزاد اکسیژن که در اثر ازیاد پتاسیم به‌وجود آمده را خنثی کند. در این غلظت زیادی پتاسیم باعث سمیت یون پتاسیم و کاهش رشد در گیاه می‌شود. افزایش اسیدهای آمینه و آنزیم گایاکول پراکسیداز در شرایط تنش‌های غیرزیستی توسط اشرف (٢٠٠٤) گزارش شده است. در شرایط تنش، رادیکال‌های آزاد اکسیژن به‌وجود می‌آید مانند رادیکال یون سوپراکسید ($O^{\cdot-}_2$) با گرفتن یک الکترون و دو یون هیدروژن به H_2O_2 تبدیل می‌شود. پراکسیدازها، H_2O_2 را تجزیه می‌کنند. میتووا و همکاران (٢٠٠٤) گزارش کردند پراکسیدازها باعث خنثی کردن اثر سمی H_2O_2 می‌شوند. در غلظت‌های ۱ تا ۱۰ میلی‌مولار پتاسیم مقدار کلروفیل a، b و کل روند افزایشی نشان داد. بنابراین پتاسیم در غلظت‌های کم و متوسط با افزایش مقدار کلروفیل باعث افزایش فتوسنتز می‌شود. این نتایج با نتایجی که بوهرا و دورفلینگ (۱۹۹۳) در برنج گزارش کرد هماهنگ است.

نتایج برهم‌کنش شوری و پتاسیم نشان داد که در غلظت ۱ میلی‌مولار پتاسیم در محیط ریشه گیاه، سدیم بیشتری و پتاسیم کمتری وارد بافت‌های گیاهی شده و در نتیجه گیاه دچار تنش شد. این امر احتمالاً افزایش رادیکال‌های آزاد اکسیژن و افزایش فعالیت پراکسیداز را به‌دنبال دارد. به‌نظر می‌رسد در غلظت‌های کم پتاسیم، سدیم از طریق رقابت کردن با پتاسیم برای ورود از طریق ناقل‌های غشایی به سلول موفق عمل می‌کند (زاو، ۲۰۰۳). در شوری ۱۰۰ میلی‌مولار بهترین رشد گیاه در تیمار ۲/۵ میلی‌مولار پتاسیم بود. احتمالاً افزایش مقدار اسیدهای آمینه به‌عنوان محلول‌های سازگار باعث حفاظت بخش‌های مختلف سلول در برابر اثرات تنش شد (تستر و دیونپورت، ۲۰۰۳). کاهش فعالیت پراکسیداز در این تیمار حاکی از کاهش تنش اکسیداتیو است. تغذیه با غلظت‌های بالاتر پتاسیم تحت شوری مقدار یون سدیم را در ریشه کاهش و پتاسیم را افزایش داد. هر چند این امر منجر به افزایش رشد گیاه نشد. باتوجه به نتایج به‌دست آمده مشخص می‌شود گیاه سسبانیا به پتاسیم کمی نیاز دارد و شوری سبب افزایش نیاز گیاه به پتاسیم می‌شود. این داده‌ها با نتایجی که پنگ و همکاران (٢٠٠٤) در پوکسینلیا، و محمود (۱۹۹۸) در سسبانیا روستراتا به‌دست آوردند، مطابقت دارد. در تغذیه با غلظت زیاد پتاسیم (٤٠ میلی‌مولار) تحت شوری، مقدار یون سدیم و پتاسیم در بخش هوایی افزایش بسیاری داشت که این امر باعث سمیت یون‌ها در گیاه شد. به‌عبارتی غلظت زیاد پتاسیم

اثرات تنش شوری را تشدید کرد. به‌نظر می‌رسد افزایش رادیکال‌های آزاد اکسیژن، آنزیم پراکسیداز و اسیدهای آمینه پیامد آن باشد. کاهش مقدار قندهای محلول با توجه به نقش پتاسیم در تنظیم اسمزی قابل توجیه است.

این نتایج آشکار ساخت که گیاه سسبانیا آکیولاتا تحمل به شوری زیادی ندارد و تنها می‌توان از این گیاه برای اصلاح مراتع با شوری کم استفاده کرد. به‌علاوه که گیاه سسبانیا آکیولاتا نیاز کمی به پتاسیم دارد و تغذیه پتاسیم نمی‌تواند اثر زیادی در تخفیف اثرات زیان‌بار ناشی از شوری در این گیاه بگذارد. تغذیه پتاسیم اندکی بیشتر از حد بحرانی در این گیاه می‌تواند بالاترین رشد گیاه تحت شوری را سبب شود. اما پتاسیم زیادتر، نه تنها کاهش تنش شوری را سبب نمی‌شود بلکه خود تنش دیگری به گیاه تحمیل می‌کند که کاهش رشد ناشی از شوری را تشدید می‌نماید.

منابع

1.Arnon, D.I. 1965. Photosynthesis by isolated chloroplast. I.V. Central concept and comparison of three prochemical reaction. Biochem. Biophy. Acta. 20: 440-446.

2.Ashraf, M., and Harris, P.J.C. 2004. Potential biochemical indicators of salinity tolerance in plants. Plant Science. 166: 3-16.

3.Blumwald, E., Aharon, S.G., and Apse, P.M. 2000. Sodium transport in plant cells. Biochimica et Biophysica Acta. 1465: 140-151.

4.Bohera, S.J., and Doerffling, K. 1993. Potassium nutrition of rice (*Oryza sativa* L.) varieties under NaCl salinity. Plant Soil 152: 229-303.

5.Chance, B., and Machly, C.A. 1995. Assay of catalase and peroxidase. Meth. Enzymol. 2: 746-775.

6.Greenway, H., and Munns, R. 1980. Mechanisms of salt tolerance in nonhalophytes. Ann. Rev. Plant Physiol., 31: 149-190.

7.Hossain, M., Focken, R., and Becker, K. 2002. Nutritional evolution of dhaincha (Sesbania aculeate) seeds as dietary protein source for tilapia Oreochromis niloticus. Aqaculture Research. 33: 653-662.

8.Jungklang, J., Suonohara, Y., and Matsumoto, H. 2004. Antioxidative enzymes response to NaCl stress in salt- tolerant *Sesbania rostrata*. Weed Biol. Management 4: 81-85.

9.Jungklang, J., Usui, K., and Matsumoto, H. 2003. Differences in physiological responses to NaCl between salt-tolerant *Sesbania rostrata* Brem. & Oberm. and non-tolerant *Phaseolus vulgaris* L. Weed Biology and Management 3: 21-27.

10.Kaya, C., Kirnak, H., and Higgs, D. 2001a. Effects of supplementary potassium and phosphorus on physiological development and mineral nutrition of cucumber and pepper cultivars grown at high salinity (NaCl). J. Plant Nut. 24: 9. 1457-1471.

11.Kaya, C., Kirnak, H., and Higgs, D. 2001b. Enhancement of growth and normal growth parameters by foliar application of potassium and phosphorus on tomato cultivars grown at high (NaCl) salinity. J. Plant Nut. 24: 2. 357-367.

12.Kaya, C., Erol, B., and Higgs, D. 2003. Response of salt-Stressed strawberry plants to supplementary calcium nitrate and-or potassium. J. Plant Nut, 26: 3. 543-560.

13.Mahmood, K. 1998. Effects of salinity, external K^+/Na^+ ratio and soil moisture on growth and ion content of *Sesbania rostrata*. Biologia Plantarum, 41: 2. 297-302.

14.Marschner, H. 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants. Academic Press. Limited, London. Second edition. 861 p.

15.Maser, P., Gierth, M., and Schroeder, I.J. 2002. Molecular mechanisms of potassium and sodium uptake in plant. Plant and Soil, 247: 43-54.

16.McCready, M.R., Guggolz, J., Silviera, V., and Owens, S.H. 1950. Determination of starch and amylase in vegetables. Analytical chemistry, 22: 1156-1158.

17.Mittova, V., Guy, M., Tah, M., and Volokita, M. 2004. Salinity up-regulates the antioxidative system in root mitochonderia and proxisomes of the wild salt-tolerant tomato species *Lycopersicon pennellii.* J. of Exper. Bot. 55: 1105-1113.

18. Munns, R. 1993. Physiological processes limiting plant growth in saline soil some dogmas and hypotheses. Plant Cell Environ. 16: 15-24
19. Munns, R., Husain, S., Rivelli, R.A., James, A.R., Condon (Tony), A.G., Lindsay, P.M., Lagudah, S.E., Schachtman, P.D., and Hare, A.R. 2002. Avenues for increasing salt tolerance crapsand the role of physiology based selection traits. Plant and Soil. 247: 93-105.
20. Omokolo, N.D., Tsala, N.G., and Djocgoue, P.F. 1996. Changes in carbohydrate, amino acid and phenol content in cocoa pods from three clones after infection with *Phytophthora megakarya* Bra. and Grif. Annal Bot., 77: 2. 153-158.
21. Peng, H.Y., Zhe, F.Y., Mao, Q.Y., Wang, M.S., Su, A.W., and Tang, C.Z. 2004. Alkali grass resists salt stress through high [K^+] and an endodermis barrier to Na^+. J. Exper. Bot. 55: 939-949.
22. Satti, S.M.E., and Lopez, M. 1999. Effect of increasing potassium levels for alleviating sodium chloride stress on the growth and yield of tomato. Communications in Soil Science and Plant Analysis 25: (15, 16). 2807-2823.
23. Shabala, S. 2003. Regulation of potassium transport in leaves: From molecular to tissue level. Annal Bot. 92: 627-634.
24. Tester, M., and Devenport, R. 2003. Na^+ tolerance Na^+ transport in higher plants. Annal Bot. 91: 503-527.
25. Yemm, E., and Cocking, E. 1955. The determination of amino acids with ninhydrin. Analyst. 80: 209-213.
26. Yurtseven, E., Kesmez, G.D., and Nlukara, A.U. 2005. The effects of water salinity and potassium levels on yield, fruit quality and water consumption of a native central Anatolian tomato species (*Lycopersicon esc*ulantum) Agricultural Water Management 78: 128-135.
27. Zhu, K.J. 2003. Regulation of ion homeostasis under salt stress. Current Opinion in Plant Biology. 6: 441-445.

J. Agric. Sci. Natur. Resour.,Vol. 15(6), 2009
www.jasnr.info
www.sid.ir
www.magiran.com/jasnr

Effects of Potassium Nutrition on *Sesbania aculeate* Plants Grown in Greenhouse under Salinity

H. Karimi[1], *A. Abdol Zadeh[2] and H.R. Sadeghipour[3]
[1]Former M.Sc. Student, Dept. of Biology, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Iran, [2]Associate Prof., Dept. of Biology, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Iran, [3]Assistant Prof., Dept. of Biology, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Iran

Abstract

Salinity is one of the most serious threats to yield reduction of crop and resulted to depletion of natural vegetation in many parts of world especially in Iran. *Sesbania aculeata* is moderately salt tolerant and may be utilized as forage crop for reclamation in semi-saline lands. The objective of the present study was evaluation of salt tolerance in *Sesbania aculeata* and investigation of the roles of potassium nutrition in salt effects alleviation. Plants were cultivated in greenhouse with Hoagland nutrient solution in sand culture. The experiment were conducted in completely randomized deign as a factorial. Factor one was salinity treatments including 0 and 100 mM NaCl and factor two was potassium treatments including 1, 2.5, 5, 10, 15, 20 and 40 mM K^+. The plants harvested after 2 months treatments. The identified parameters were included fresh and dry mass, Na^+ and K^+, concentration and biochemical parameters including chlorophyll a and b, soluble sugar, amino acids content and peroxidase activity. The results indicated salinity reduced plants growth and decreased relative water content and imposed ions imbalance in plants tissues. Increase of salinity in root medium resulted to increment of Na^+ and Cl^- concentration and decrease of K^+ and K^+/Na^+ ratio. Also, Salinity induced marked increase in peroxidase activity. Potassium treatments without salinity could be divided to 3 parts including critical, luxury and toxic nutrition. The optimum of plant growth was achieved in 1 mM potassium treatment without salinity and potassium toxicity in 40 mM K^+ treatment caused increase in peroxidase activity and amino acids content and decrease of soluble sugar and consequently resulted to lower growth. In critical potassium nutrition (1 mM K^+), Na^+ and Cl^- toxicity caused increase in peroxidase activity that resulted to relatively the lower growth under salinity. Salinity was intensified potassium toxicity (40 mM K^+), decreased soluble sugar, increased peroxidase activity and consequently induced drastic growth reduction. The highest growth of plants under salinity was observed in 2.5 mM potassium nutrition. The results indicated that salinity enhanced potassium demand in *Sesbania aculeate* up to a threshold.

Keywords: Salinity; Potassium nutrition; *Sesbania aculeate*; peroxidase activity

*- Corresponding Author; Email: ah_ab99@yahoo.com