Archive of SID

مجله دانشگاه علوم پزشکی تربت حیدریه
دوره ۹. شماره ۱. بهار ۱۴۰۰

مقاله پژوهشی

تصفیه زیستی پسابهای شور با استفاده از گیاه کینوا در مقیاس آزمایشگاهی

سپیده حسینی[۱]، سید مهدی برقعی[۲*]، رکسانا موگوئی[۳]، زهرا عابدی[۴]، مهدی رمضانی[۵]

۱. دانشجوی دکتری مدیریت محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران
۲. استاد گروه مهندسی شیمی و نفت، دانشکده مهندسی شیمی دانشگاه صنعتی شریف، تهران، ایران
۳. دانشیار گروه برنامه ریزی، مدیریت و آموزش محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال
۴. استادیار گروه اقتصاد محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران
۵. گروه تخصصی منابع طبیعی- علوم محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران

چکیده

زمینه و هدف: نیاز روزافزون به استفاده از منابع آب شیرین دانشمندان را به استفاده از آب و پسابهای شور سوق داده است. یکی از روش‌های موثر و کم هزینه استفاده از گیاهان مقاوم به شوری جهت تصفیه پساب‌های شور می باشد. مطالعه حاضر باهدف بررسی تصفیه زیستی پساب شور با استفاده از گیاه کینوا و تاثیر تنش شوری بر آن در شرایط کشت هیدروپونیک انجام شد.

روش‌ها: در این مطالعه در محیط هیدروپونیک، آزمایشات برروی گیاه با ۳ تکرار در ۴ مداخله با سطوح شوری شاهد (آب شهر)، ۵، ۱۰ و ۱۵ ds/m و به مدت ۲۸ روز در pH ۵/۵ – ۶ انجام شد. در نهایت مشخصات مهم مورفولوژیکی و میزان جذب عناصر مهم در بخشهای مختلف گیاه و رفتار گیاهان در برابر شوری اندازه گیری گردید.

نتایج: از بین صفات مورفولوژیک اندازه گیری شده برای گیاه کینوا، شاخص های وزن خشک برگ، وزن خشک ساقه و وزن خشک پانیکول در سطوح مختلف شوری آب تفاوت معنی داری داشتند ($p<۰/۰۵$). همچنین تفاوت معنی‌داری بین میزان عناصر مورد مطالعه (کلسیم، سدیم، پتاسیم، کلر و منیزیم) موجود در برگ، ساقه، ریشه، پانیکول و کل گیاه کینوا با سطوح شوری وجود داشت ($p<۰/۰۵$)، به گونه ای که با افزایش سطح شوری آب میزان عناصر کلسیم و پتاسیم جذب شده در اندام‌های مختلف گیاه کینوا در بیشتر موارد به طور معنی‌داری کاهش و در عین حال میزان جذب عناصر سدیم، کلر و منیزیم افزایش یافت.

نتیجه‌گیری: بر طبق نتایج بدست آمده می توان نتیجه گرفت که گیاه کینوا یک گیاه مقاوم در برابر شوری می باشد که می توان از آن جهت تصفیه آبها و پساب های حاوی مقادیر بالای شوری استفاده نمود.

کلید واژه‌ها:
تصفیه زیستی، تنش شوری، کینوا، کشت هیدروپونیک، پساب شور

تمامی حقوق نشر برای دانشگاه علوم پزشکی تربت حیدریه محفوظ است.

مقدمه

رشد روز افزون جمعیت و متعاقب آن نیاز به افزایش تولید محصولات غذایی از یک سو و محدودیت منابع آبی با کیفیت در کشور سبب توجه بیش از پیش به استفاده از منابع نامتعارف آبی (فاضلاب‌ها) جهت استفاده در بخش‌های مختلف کشاورزی شده است (۱). تنش‌های گوناگون محیطی از جمله شوری منابع آب از مهمترین عواملی هستند که همواره خسارات گسترده ای به وجود می آورند. شوری منابع آب نه تنها آسیب‌های جدی به

*آدرس نویسنده مسئول: تهران، دانشگاه صنعتی شریف، دانشکده مهندسی شیمی
آدرس پست الکترونیک: mborghei@sharif.edu

www.SID.ir

Archive of SID

بخش کشاورزی وارد می نماید، بلکه مشکلات متعدد جسمی به همراه دارد (۲, ۳).

در بخش کشاورزی نیز شوری آب مصرفی زمینه ساز کاهش رشد، عملکرد و تولید گیاهان را فراهم می نماید (٤-٦). حدود ۱۵٪ از اراضی کشور را اراضی شور تشکیل می دهند (۲). عمده این اراضی در مناطق خشک و نیمه خشک واقع شده اند که کمبود بارندگی، تبخیر زیاد و زهکشی نامناسب باعث تجمع نمک در نواحی ریشه گیاهان و ایجاد تنش شوری در آنها می گردد (۷).

با توجه به کمبود منابع‌آبی و لزوم استفاده از پسابها در کشاورزی، مطالعه روش‌های مختلف کاهش شوری فاضلاب بسیار حائز اهمیت است. یکی از راهکارهای عملی برای دستیابی به گزینه های مناسب و مقاوم در برابر شوری، مطالعه گیاهان هالوفیت و گونه های گیاهی دارای تحمل ذاتی به شوری (۸) و استفاده از آنها برای تصفیه جریان‌های فاضلاب حاوی بارآلی، مواد مغذی و بالاخص شور شده است (۹).

کینوا یک گیاه هالوفیت اختیاری است که می تواند تنش شوری را تا محدوده آب دریا تحمل کند. این گیاه یک گیاه دارویی از خانواده اسفناجیان با ارزش غذایی بالاست که توانایی رشد در اراضی با قابلیت حاصلخیزی کم، دمای پایین، خشکی و شوری را دارد (۱, ۱۰). دانه‌های کینوا بیضی شکل بوده و معمولا به رنگ زرد، صورتی، سفید و سیاه است. گیاه کینوا در بسیاری از کشورهای آسیایی، اروپایی و آمریکای جنوبی کشت می شود. این گیاه توانایی تنظیم پتانسیل آب برگ از طریق تجمع یونهای مسبب شوری در بافت‌های خود را دارد که سبب کاهش تعرق در شرایط شور می‌گردد (۱۰-۱۲).

در بحران کمبود منابع آبی، آبیاری به روش هیدروپونیک می توانند راهکار مناسبی برای مبارزه با مشکلات کمبود منابع آبی کافی و باکیفیت مناسب باشند. در سیستم هیدروپونیک حفظ و نگهداری بهتر آب امکان پذیر می شود و میزان آب مورد استفاده در مقایسه با کشت خاکی کاهش می یابد. استفاده بهینه از حداکثر آب و امکان تولید در شرایط کم آبی از سایر مزایای استفاده از سیستم های هیدروپونیک است، به همین دلیل استفاده از این سیستم در کشور به عنوان راهکار مناسب مطرح می باشد (۱۳, ١٤). با توجه به مطالب پیشگفت، مطالعه حاضر با هدف تصفیه زیستی پساب های شور و بررسی تاثیر تنش شوری بر ویژگی‌های مورفولوژیکی و میزان جذب عناصر در گیاه کینوا تحت کشت هیدروپونیک انجام گردید.

روش‌ها

به منظور ارزیابی قابلیت تصفیه زیستی پساب‌های شور با استفاده از گیاه کینوا و ارزیابی اثر تنش شوری بر رشد آن، بذرهای گیاه مذکور از مرکز ملی تحقیقات شوری ایران تهیه شد. در ابتدای کار بذرها درون ظروف کشت (به طور متوسط ۱۰ عدد بذر در هر ظرف) قرار داده شد. بذر گیاهان در ظرف کشت، بر روی کاغذ صافی مرطوب قرار داده شد و دما و رطوبت ظروف نیز بطور ساعتی کنترل شد. پس از جوانه‌زنی و رشد، گیاهان به گلدان های حاوی خاک کوکوپیت و پرلیت منتقل شده و در همان محل به مدت ۲-۳ ماه آبیاری گردید. در مورد بذرهایی که بدلایل نداشتن قوه نامیه، بذرهای آسیب دیده و یا بذرهای با جوانه‌های ضعیف کشت مجدد با بذرهای جدید انجام شد.

همزمان با کشت بذرها، مراحل ساخت پایلوت آزمایشگاهی نیز آغاز شد. هدف از ساخت پایلوت، ایجاد بستر مناسبی مشابه تالاب مصنوعی و راکتورهای متعدد به منظور اعمال سطوح شوری متفاوت و مقایسه عملکرد کاهش شوری بین راکتورهای حاوی گیاه و راکتورهای شاهد بود. به علت پیوسته نبودن جریان ورودی و خروجی در طول انجام آزمایش و جهت اختلاط کامل محلول درون راکتور و انجام تهویه در ناحیه ریشه، برای هر راکتور هوادهی نیز در نظر گرفته شد.

به منظور استفاده بومی از نتایج تحقیق، تیمارهای شوری با استفاده از آب دریاچه نمک واقع در جاده عقدا، اردکان استان یزد تهیه شد. سپس نمونه آب به آزمایشگاه مرکز ملی تحقیقات شوری منتقل گردید و محلول های مورد نیاز آزمایش در ٤

www.SID.ir

Archive of SID

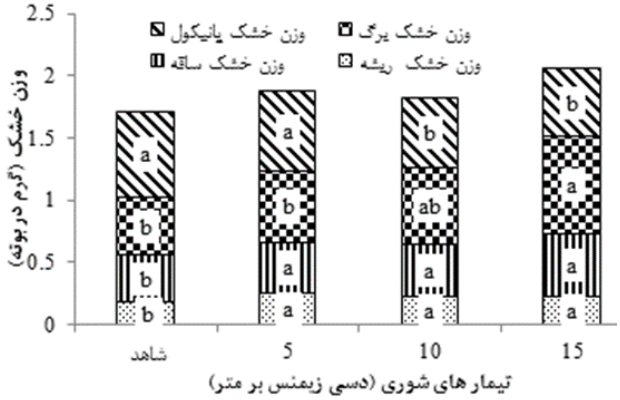
سطح شوری ۰، ۵، ۱۰ و ۱۵ ds/m از طریق رقیق سازی نمونه آب مذکور تهیه شد.

پس از ٦٠ روز از شروع کشت، گیاهان به داخل محیط کشت هیدروپونیک حاوی محلول هوگلند منتقل شدند. ١٤ روز بعد گیاهان از محلول هوگلند خارج و به همراه ۳ تکرار در ٤ مداخله با سطوح شوری شاهد (آب شهر)، ۵، ۱۰ و ۱۵ ds/m و به مدت ۲۸ روز در pH ٥/٥ – ٦ قرار گرفتند. در این مرحله کنترل دما و pH پساب با توالی دو بار در روز انجام شد. جهت تنظیم pH از اسید استیک ۰/۱ نرمال ساخت شرکت مرک آلمان استفاده گردید. همچنین در طول دوره پالایش هنگام جذب پساب توسط گیاهان و کاهش سطح پساب، روزانه سطح آن با آب مقطر تا سطح اولیه تنظیم می‌گردید. در پایان دوره آزمایش یعنی سه هفته بعد از اعمال مداخلات شوری، گیاهان از محیط کشت خارج شده و جهت تحلیل رفتار گیاهان در برابر شوری، برخی مشخصات مهم مورفولوژیکی ازجمله میانگین سطح برگ، وزن خشک، طول ریشه، حجم ریشه، و طول ساقه و همچنین میزان عناصر سدیم، پتاسیم، کلسیم، کلر و منیزیم در بخشهای مختلف گیاه اندازه گیری شد. در نهایت داده‌های حاصل با استفاده از نرم افزارهای SPSS تحلیل گردید.

نتایج

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که از بین صفات مورفولوژیک اندازه گیری شده برای گیاه کینوا، شاخص های وزن خشک برگ، وزن خشک ساقه ($p<۰/۰۵$) و وزن خشک پانیکول ($p<۰/۰۱$) در سطوح مختلف شوری آب تفاوت معنی‌دار داشتند، اما شاخص های طول ساقه، طول ریشه، حجم ریشه و سطح برگ و وزن کل بوته برای این گیاه معنی دار نبودند (جدول ۱).

همچنین مقایسه میانگین وزن اندام های مختلف گیاه کینوا تحت تأثیر سطوح شوری آب نشان داد که در گروهها با میزان شوری بیشتر وزن خشک پانیکول کینوا کمتر (شکل ۱) و وزن خشک دیگر اندام هوای هوایی و زیر زمینی کینوا بیشتر است. بدین صورت که با افزایش میزان شوری از مداخله شاهد (صفر) به ۵، ۱۰ و ۱۵ دسی زیمنس بر متر، وزن خشک برگ به ترتیب ۲۲/٤٥، ۳۱/۹۸ و ۸۱ /٦٤٪، وزن خشک ساقه به ترتیب ۸/۱۹، ۱۱/۱۰ و ۳٤/۲۷٪ و وزن خشک ریشه به ترتیب با ٤١/١٨، ۲۷/۸۰ و ۲۷/۰٤٪ افزایش یافت. از طرفی با افزایش میزان شوری از مداخله شاهد به ۵، ۱۰ و ۱۵ دسی زیمنس بر متر، وزن خشک پانیکول کینوا به ترتیب به میزان ۵/۷۵، ۲۰/۰۳ و ۲۰/۵۷٪ کاهش یافت. نتایج تجزیه واریانس در خصوص میزان جذب عناصر کلسیم، پتاسیم، کلر و منیزیم در بخشهای مختلف گیاه کینوا در شرایط کشت هیدروپونیک در سطوح مختلف شوری پساب نشان داد که میزان تمامی عناصر مورد مطالعه (کلسیم، سدیم، پتاسیم، کلر و منیزیم) موجود در برگ، ساقه، ریشه، پانیکول و کل گیاه کینوا تفاوت معنی داری داشتند ($p<۰/۰۱$) (جدول ۱).



شکل ۱. مقایسه میانگین وزن اندام های مختلف گیاه کینوا تحت تأثیر سطوح شوری آب

نتایج مقایسه میانگین نشان داد که با افزایش سطح شوری آب میزان عناصر کلسیم و پتاسیم در اندام های گیاه کینوا به طور معنی داری کاهش و فقط مقدار پتاسیم ذخیره شده در پانیکول با افزایش میزان شوری روند افزایشی داشت. بر خلاف دو عنصر کلسیم و پتاسیم، نتایج مقایسه میانگین جذب عناصر سدیم، کلر و منیزیم (جدول ۲)، نشان داد که با افزایش میزان شوری آب از صفر به ۵، ۱۰ و ۱۵ دسی زیمنس بر متر، مقادیر این عناصر در اندامهای مختلف گیاه کینوا، افزایش می یابد. شکل (۲) درصد تغییرات هریک از عناصر را در اندامهای مختلف گیاه کینوا نشان می دهد.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱. نتایج تجزیه واریانس صفات رویشی کینوا تحت تأثیر سطوح شوری آب

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات							
		طول ساقه	سطح برگ	طول ریشه	حجم ریشه	وزن خشک برگ	وزن خشک ساقه	وزن خشک ریشه	وزن خشک پانیکول	وزن خشک کل
بلوک	۲	۷/۸۱۲	۱۱۵۲/۵۲	۱۵/۵۶۵	۰/۳۸۵	۰/۰۰۲۲	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۲۷
مداخله	۳	۱۴/۴۹۰ns	۲۵۰/۶۷ns	۸/۱۵۴ns	۰/۳۶۲ns	۰/۰۴۷۷*	۰/۰۰۹۷*	۰/۰۰۲۷*	۰/۰۱۵۱	۰/۰۶۱۰
خطا	۶	۱۲/۸۸۶	۲۲۵/۲۱۷	۲/۱۵۵	۰/۳۳۱	۰/۰۰۶۶	۰/۰۰۱۱	۰/۰۰۰۴	۰/۰۰۱	۰/۰۱۷
ضریب تغیرات	–	۹/۸۸	۱۰/۸۹	۶/۶۲	۱۷/۰۹	۱۳/۴۰	۷/۷۳	۹/۹۸	۶/۱۰	۷/۱۳

*، ** و ns به ترتیب نشان دهنده معنی داری در سطح احتمال پنج، یک و عدم معنی داری می باشد.

نتایج مقایسه میانگین نشان داد که با افزایش شوری از صفر به ۵، ۱۰، ۱۵ دسی زیمنس بر متر، میزان کلسیم آب به ترتیب در مداخله شاهد قبل از انتقال گیاه از ۳/۵۴ به ۳/۷۴، ۳/۹۴ و ۴/۱۴ میلی گرم بر لیتر رسید. در این تحقیق پس از ۱۴ روز از انتقال کینوا به نمونه های مورد بررسی (مداخلات آزمایش) میزان کلسیم آب با افزایش شوری از صفر به ۵، ۱۰ و ۱۵ دسی زیمنس بر متر به ترتیب به میزان ۲/۸۴، ۲/۹۰، ۳/۲۸ و ۳/۴۳ میلی گرم بر لیتر کاهش داشت. با افزایش دوره رشد کینوا در سطوح شوری مختلف، گیاه با رشد بیشتر توانایی جذب بیشتر کلسیم از آب را داشت و میزان کلسیم آب در مداخله شاهد در ۲۸ روز پس ازانتقال کینوا به سطوح شوری مورد مطالعه به میزان ۲/۱۷ میلی گرم بر لیتر رسید. نتایج همچنین نشان داد که با افزایش میزان شوری، کارایی جذب کلسیم به میزان قابل ملاحظه ای کاهش یافته است به طوریکه بیشترین میزان کارایی جذب کلسیم از آب در مداخله شاهد به میزان ۴۳/۸٪ و کمترین میزان کارای جذب کلسیم از آب به میزان ۲۳/۷٪ رسید.

همچنین نتایج نشان داد که هر چه دوره رشد گیاه در نمونه های مورد بررسی (مداخلات آزمایش) بیشتر باشد جذب کلسیم از آب نیز بیشتر صورت خواهد گرفت. به طوری کلی بیشترین کارایی جذب کلسیم از آب در مداخله شاهد در ۲۸ روز پس از انتقال کینوا به میزان ۶۳٪ مشاهده شد. از طرفی نتایج مقایسه میانگین نشان داد که با افزایش شوری از صفر به ۵، ۱۰، ۱۵ دسی زیمنس بر متر میزان پتاسیم آب به ترتیب در مداخله شاهد قبل از انتقال گیاه معادل ۰/۰۷۹، ۰/۱۵۶، ۰/۲۷۸ و ۰/۳۸۵ میلی گرم بر لیتر بود. همچنین اثر متقابل بین سطوح شوری و زمان نمونه برداری برای کارایی جذب پتاسیم از آب معنی دار بود ($p<0/05$).

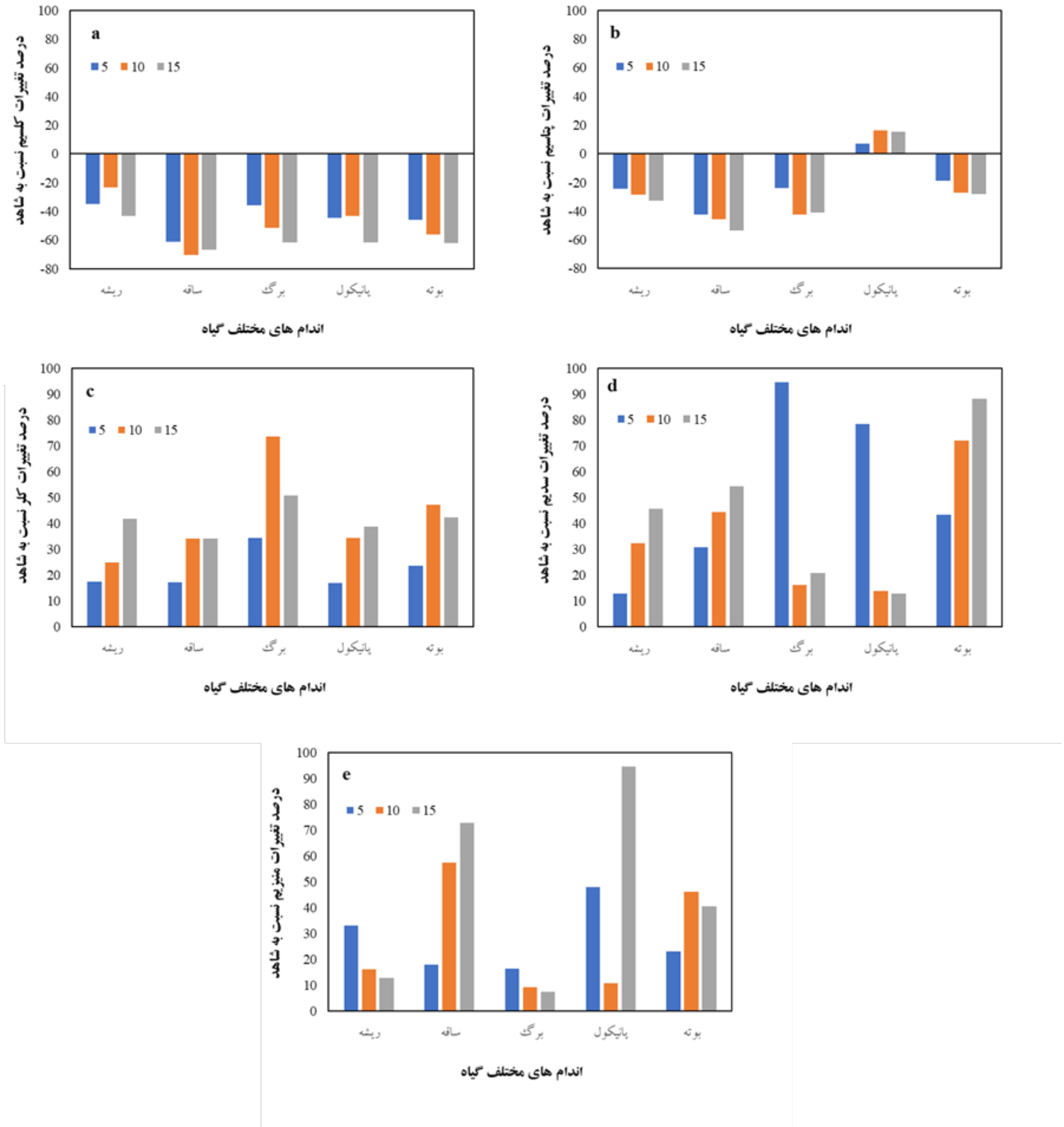
نتایج تجزیه واریانس پیرامون تغییرات غلظت عناصر موجود در پساب و کارایی جذب عناصر از پساب توسط گیاه کینوا نشان داد که میزان عناصر آب پس از انتقال کینوا و میزان کارائی جذب عناصر از آب، تحت تأثیر سطوح شوری و زمان نمونه برداری و اثر متقابل بین سطوح شوری و زمان نمونه برداری قرار می گیرد ($p<0/05$). همچنین نتایج حاصله نشان داد که پس از ۲۸ روز از انتقال کینوا به سطوح شوری مختلف، میزان پتاسیم آب کاهش معنی داری داشته است، اما این کاهش با افزایش میزان شوری از صفر به ۱۵ دسی زیمنس با میزان کمتری مشاهده شد. با افزایش شوری از صفر به ۵، ۱۰ و ۱۵ دسی زیمنس بر متر طی ۲۸ روز پس از انتقال گیاه کینوا به آب، میزان پتاسیم آب به ترتیب به میزان ۰/۰۵۵، ۰/۱۲۷، ۰/۲۴، ۰/۳۴۵ میلی گرم بر لیتر کاهش یافت.

نتایج نشان داد که با افزایش میزان شوری، کارایی جذب کلسیم به میزان معنی داری کاهش یافته و کارایی جذب پتاسیم از آب

www.SID.ir

Archive of SID

توسط گیاه کینوا در مداخله شاهد بیش از دیگر سطوح شوری بود. بیشترین و کمترین میزان کارایی جذب پتاسیم از آب توسط گیاه کینوا در شوری شاهد در ۲۸ روز پس از انتقال گیاه به آب و در شوری ۱۵ دسی زیمنس بر متر در ۱۴ روز پس انتقال مشاهده شد. به طور کلی میزان کارایی جذب پتاسیم از آب توسط گیاه در شوری شاهد، ۵، ۱۰ و ۱۵ دسی زیمنس بر متر به ترتیب به میزان ۳۰/۲۵، ۱۴/۹۲، ۱۴/۳۹ و ۸/۲۰٪ بود. علاوه بر این نتایج مشابهی در مورد میزان سدیم آب پس از انتقال کینوا مشاهده شد.



شکل ۲. درصد تغییرات عناصر کلسیم (a)، پتاسیم (b)، کلر (c)، سدیم (d) و منیزیم (e) با افزایش میزان شوری آب از ۰ تا ۱۵ دسی زیمنس بر متر در اندامهای مختلف گیاه کینوا

www.SID.ir

Archive of SID

نتایج مقایسه میانگین نشان داد که در این تحقیق پس از ۱۴ روز از انتقال کینوا به نمونه های مورد بررسی، میزان سدیم آب با افزایش شوری از صفر به ۵، ۱۰ و ۱۵ دسی زیمنس بر متر به ترتیب به میزان ۱/۸۶، ۴۳/۵۷، ۸۶/۴۱ و ۱۲۵/۸۴ میلی گرم بر لیتر کاهش داشت. پس از ۱۴ روز از انتقال کینوا به سطوح شوری مختلف، میزان کارایی جذب سدیم از آب در مداخلات شاهد، ۵، ۱۰ و ۱۵ دسی زیمنس بر متر به میزان ۰/۹۷، ۴/۶۵، ۴/۳۰ و ۸/۳۸٪ بود. با افزایش میزان حضور کینوا در سطوح شوری مورد مطالعه، میزان کارایی جذب سدیم در شوری ۱۵ دسی زیمنس به ۲۰٪ رسید که نسبت به نمونه شاهد و دیگر سطوح شوری تفاوت بسیار معنی داری داشت (جدول ۳). همچنین نتایج نشان داد که میزان کارایی جذب سدیم در ۱۴ و ۲۸ روز پس از انتقال کینوا به سطوح شوری مورد مطالعه برابر با ۴/۵۷ و ۲۳/۱۲٪ بود. به طور کلی در شوری شاهد، ۵، ۱۰ و ۱۵ دسی زیمنس بر متر، کارایی جذب سدیم از آب توسط کینوا به میزان ۷/۷۹، ۱۳/۸۵، ۱۳/۶۶ و ۲۰/۱۰٪ حاصل گردید.

بحث

بر اساس نتایج، از بین صفات مورفولوژیک اندازه گیری شده برای گیاه کینوا سطوح شوری آب بر شاخص های وزن خشک برگ، ساقه و پانیکول موثر بود، اما شاخص های طول ساقه، ریشه، حجم ریشه و سطح برگ و وزن کل بوته برای این گیاه تحت تأثیر سطوح شوری قرار نگرفت. نتایج حاصل از مطالعه ارچنگی و همکاران که به بررسی اثر تنش شوری بر خصوصیات مورفولوژیک گیاه شنبلیله در شرایط کشت هیدروپونیک پرداختند، نیز نتایج مشابهی از تاثیر تنش شوری بر کاهش ارتفاع بوته، طول ریشه و تعداد برگ های گیاه گزارش شده است (۱۵). این یافته با نتایج سایر مطالعات همراستا (۱, ۱۶–۱۸).

ساز و کارهای افزایش تحمل به شوری در گیاهان مختلف موجب تغییراتی در شاخص های مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی گیاه می گردد که تحت تاثیر گونه گیاهی، مرحله رشد و عوامل خارجی از قبیل خاک، نوع نمک و شرایط آب و هوایی قرار دارد (۱۸). کاهش سطح برگ یکی از اولین پاسخ های مورفولوژیکی در برابر تنش شوری است و چنین به نظر می رسد که گیاه با این مکانیسم سعی در حفظ آب در بافت‌های خود دارد. همچنین براساس مطالعات انجام شده، کاهش رشد و عملکرد گیاه بستگی به غلظت نمک دارد. هرچه غلظت نمک بیشتر باشد، کاهش رشد محسوس تر بوده و سرعت توسعه برگ تحت تاثیر میزان سدیم و کلر قرار می گیرد که می تواند شاخص مناسبی برای تعیین مقاومت به شوری باشد (۱۹).

اگر چه در این تحقیق وزن خشک کل بوته کینوا تحت تأثیر مداخلات شوری قرار نگرفت اما در مقایسه نتایج حاصل از اثربخشی قسمتهای مختلف گیاه مشخص شد، با قرارگیری گیاه در سطوح مختلف شوری، وزن خشک آن افزایش می یابد. گیاهان با جذب یون، پتانسیل آبی خود را در سطح پایین تری حفظ می نمایند که این عمل به سازگاری، افزایش رشد و افزایش محتوی آب گیاهان کمک می کند.در برخی مطالعات، افزایش وزن تر و خشک اندام هوایی تحت تنش شوری بوده است (۲۰). همچنین جمالی و همکاران در مطالعه ای به بررسی تاثیر سطوح مختلف شوری بر جوانه زنی و شاخص های رشد دو رقم گیاه کینوا پرداختند که نتایج مطالعه آنان با یافته های مطالعه حاضر همراستا است.

در مطالعه دیگری، اثر سطوح شوری بر وزن خشک گیاهچه موثر گزارش شده است. بیشترین وزن خشک گیاهچه مربوط به مداخله شوری حاصل از اختلاف ۴۵٪ آب دریای خزر با آب معمولی و کمترین وزن خشک گیاهچه مربوط به مداخله شوری حاصل از اختلاط ۱۵٪ آب دریای خزر با آب معمولی بود (۱). همچنین با توجه به افزایش میزان سدیم در بخشهای مختلف گیاه، کاهش مقادیر کلسیم و پتاسیم دور از انتظار نیست. در مطالعه حاسنی و همکاران، میزان عناصر پتاسیم و کلسیم در اندام هوایی در غلظت ۲۰۰ میلی مولار نمک کاهش داشت (۲۱). ارچنگی و همکاران نیز به نتایج مشابهی را در مورد میزان عناصر سدیم، پتاسیم و سدیم در گیاه شنبلیله دست یافتند (۱۵).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲. میانگین میزان کلسیم، پتاسیم، سدیم و کلر اندام های مختلف کینوا

	کلسیم				پتاسیم				سدیم				کلر			
مداخله	ریشه	ساقه	برگ	پانیکول	کل بوته	ریشه	ساقه	برگ	پانیکول	کل بوته	ریشه	ساقه	برگ	پانیکول	کل بوته	ریشه	ساقه	برگ	پانیکول	کل بوته
شاهد	۰/۴۳a	۲/۰۷a	۲/۶۳a	۰/۲۹a	۵/۴۵a	۱/۷۴a	۱/۱۸a	۶/۵۱a	۲/۸۲b	۹۶۸/۸۱	۰/۴۰d	۰/۸۹c	۰/۴۰c	۰/۰۶۶b	۱/۷۷d	۰/۴۶c	۱/۰۱c	۱/۱۱d	۰/۴۷c	۳/۰۸
۵ dS/m	۰/۲۸c	۰/۸۰b	۱/۶۹b	۰/۱۶b	۲/۹۴b	۱/۳۱b	۰/۶۸a	۴/۹۴b	۳/۰۲b	۹/۹۶b	۰/۹۱c	۳/۶۴b	۴/۲۸b	۰/۰۹a	۹/۴۴c	۱/۲۸b	۲/۸۲b	۴/۹۸c	۱/۳۰b	۱۰/۴۰
10 dS/m	۰/۳۳b	۰/۶۱b	۱/۲۷c	۰/۱۶b	۲/۴۰c	۱/۲۴b	۰/۶۴a	۳/۷۰c	۳/۲۸a	۸/۹۳b	۰/۷۱b	۴/۸۸ab	۷/۱۶a	۰/۹۷۰a	۱۴/۷۳b	۱/۶۳b	۴/۴۹a	۹/۳۰a	۲/۲۷a	۱۷/۷۰
15 dS/m	۰/۲۴d	۰/۶۸b	۱/۰۱d	۰/۱۱c	۲/۰۶c	۱/۱۷b	۰/۵۵a	۳/۸۳c	۳/۲۰a	۸/۸۱b	۲/۲۰a	۵/۷۲a	۸/۶۸a	۰/۸۸a	۱۷/۵۳a	۲/۴۲a	۴/۵۶a	۶/۷۸b	۲/۳۳a	۱۶/۰۹

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳. نتایج تجریه واریانس میزان عناصر آب و کارایی جذب عناصر از آب توسط کینوا تحت تأثیر تنش شوری

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات								
		کلسیم آب	پتاسیم آب	سدیم آب	کلر آب	منیزم آب	کارایی جذب کلسیم	کارایی جذب پتاسیم	کارایی جذب سدیم	کارایی جذب کلر	کارایی جذب منیزیم
بلوک	۲	۰/۰۸۲٤*	۰/۰۰۰۰٥	۲٤/٥۰۷	۱۱/۰۷۳**	۰/۰۱۳۲	۱۷۲/۲۳۷*	۱۳/٤۲۰	۲۰/٤۹۰	۲۸/۸۲۸*	۳۷/٤۱٥*
مرحله (A)	۱	۰/٦٦٥۱**	۰/۰۰۲**	٦٦۹/۸۹**	۲٤۰/۰۸۲**	۱۹/۹۸٥**	۱٦٤۹/٤۸**	۱۲۰۸/۳**	۲۰٦٤/۸٦**	٥۸۹/۷۹**	۲۳٤۱/٥۳**
مداخله (B)	۳	۰/۸۲٤۲**	۰/۱۰۰٤**	۱٤۳۱۳/۷**	۱٦٦/٤۸٥**	۹٤۹/۷۹**	٤۹٥/۲٥**	٥۲۸/۱۲**	۱٥۱/۸۳**	۱۲۰/٤۰**	٥۹/٤٥۲**
A*B	۳	۰/۰۸۲*	۰/۰۰۰۳	۱۳٤/۹۲**	٥۱/۹۹٥**	۱۲/۸۲۹٥*	۳۳۳/۹۸**	۹۲/٦۰*	۲٤/۱۳	۷/٤۲۰	٥٥/۷۸٥**
خطا	۱٤	۰/۰۱٥٥	۰/۰۰۰٤	۱۰/۸٦٦	۱/٤٤۲	۰/۸۷۲	۳۲/٦۳	۲۲/٦٦	۱٤/۰۹	٤/۹٦	٦/٥۰۰
ضریب تغییرات	–	٤/۲۳	۳/۱٤	٥/٥۷	۱/۸۷	۲/۷۱	۱۷/۸۲	۲۸/۰۹	۲۷/۰۹	۲۳/۰۷	۱۷/۰۸

*: معنی داری در سطح ٥ درصد، **: معنی داری در سطح ٥ درصد، و ns غیر معنی دار

www.SID.ir

Archive of SID

اختلاط نسبت های یونی در گیاه تحت شرایط شوری آب، حاصل تداخل جذب سدیم با پتاسیم است. تشابه بین شعاع یون هیدراته سدیم و پتاسیم، عمل تمایز بین دو یون مذکور را برای پروتئین های ناقل مشکل ساخته و بدین ترتیب سمیت سدیم فراهم می گردد (۱۵).

نتیجه‌گیری

براساس نتایج، از بین صفات مورفولوژیک، شاخص‌های وزن خشک برگ، ساقه و پانیکول تحت تاثیر شوری آب قرار گرفتند، در حالی که شوری آب بر شاخص های طول ساقه، ریشه، حجم ریشه و سطح برگ و وزن کل بوته تاثیری نداشت. همچنین سطوح شوری آب بر تمامی عناصر کلسیم، سدیم، پتاسیم، کلر و منیزیم موجود در برگ، ساقه، ریشه، پانیکول و کل گیاه کینوا موثر بود؛ به گونه ای که با افزایش شوری آب میزان جذب عناصر کلسیم و پتاسیم در اندام های مختلف گیاه کینوا کاهش و میزان جذب عناصر سدیم، کلر و منیزیم افزایش یافت. بطور کلی، گیاه کینوا یک گیاه مقاوم در برابر شوری می باشد که می توان از آن جهت تصفیه آبها و پساب های حاوی مقادیر بالای شوری استفاده نمود.

تشکر و قدردانی

بدینوسیله نویسندگان از کلیه افرادی که در مراحل نگارش این مقاله همکاری کردند، کمال تشکر و قدردانی را دارند.

تضاد منافع

در این پژوهش هیچ گونه تعارض منافعی توسط نویسندگان گزارش نشده است.

مشارکت نویسندگان:

(۱) مفهوم پردازی و طراحی مطالعه، یا جمع آوری داده ها، یا تجزیه و تحلیل و تفسیر داده ها: سپیده حسینی، سید مهدی برقعی، رکسانا موگوئی، زهرا عابدی، مهدی رمضانی

(۲) تهیه پیش نویس مقاله یا بازبینی آن جهت تدوین محتوای اندیشمندانه: سپیده حسینی، سید مهدی برقعی، رکسانا موگوئی، زهرا عابدی، مهدی رمضانی

(۳) تأیید نهایی دست‌نوشته پس از ارسال به مجله: سپیده حسینی، سید مهدی برقعی، رکسانا موگوئی

www.SID.ir

Archive of SID

References

1. Jamali S, Sharifan H, Hezarjaribi A, Sepahvand N, The effect of different levels of salinity on germination and growth indices of two cultivars of -Quinoa, 6(1), 2016: 87-98.

2. Zare M, Fakheri B, Farokhzadeh S, Effect of Salt Stress on Morphological Traits of Lettuce Genotypes (Lactuca Sativa L.). Journal of Horticultural Science, 30(3), 2016: 457-468.

3. Safari Mohamadiyeh Z, Moghaddam M, Abedy B, Samiei L. Effects of salinity stress on some yield parameters and morphological characteristics of spearmint (Mentha spicata L.) in hydroponic conditions . Journal of Soil and Plant Interactions Isfahan University of Technology. 6(3), 2015: 97-107

4. Kerepesi I, Galiba G. Osmotic and salt stress-induced alteration in soluble carbohydrate content in wheat seedlings. Crop science. 2000;40(2):482-7.

5. Nourani Azad H, Hagjibagheri R, Effects of Salinity stress on some physiologic characteristics of dill, Anethum Gravelens L. Agroecology Journal, 4(12), 2008: 93-100

6. Munns R, Schachtman DP. Plant responses to salinity: significance in relation to time. International Crop Science I. 1993:741-5.

7. Fazeli Kakhki F, Nezami A, Parsa M, Kafi M. Evaluation of yield and yield components of 43 Sesame (Sesamun indicum L.) Lines and Ecotypes under Irrigated with Saline Water. Iranian Journal of Field Crops Research. 2014;12(3):378-86.

8. Talebnejad R, Sepaskhah A. Effect of different saline groundwater depths and irrigation water salinities on yield and water use of quinoa in lysimeter. Agricultural water management. 2015;148:177-88.

9. Brown JJ, Glenn EP, Fitzsimmons KM, Smith SE. Halophytes for the treatment of saline aquaculture effluent. Aquaculture. 1999;175(3-4):255-68.

10. Beyrami H, Rahimian MH, Salehi M, Yazdani-Biouki R, Effect of different levels of irrigation water salinity on quinoa (Chenopodium quinoa) yield and yield components in spring planting, Journal of Crop Production, 12(4), 2019: 111-120.

11. Gómez-Pando LR, Alvarez-Castro R, Eguiluz De La Barra A. Effect of salt stress on Peruvian germplasm of Chenopodium quinoa Willd.: a promising crop. Journal of agronomy and crop science. 2010;196(5):391-6.

12. Jacobsen S, Quispe H, Mujica A. Quinoa: an alternative crop for saline soils in the Andes. Scientist and Farmer-Partners in Research for the 21st Century CIP Program Report. 1999;2000:403-8.

13. Alifar N., Mohammadi Gh, Honarjou N. The Effect growth media on Cucumber yield and its uptake of some nutrients in soiles culture, Journal of Science and technology of Greenhouse culture, 1(1), 2010: 19-24.

14. Gol Mohammadi F, Motamed M, Rakhshanipour G, Application of hydroponics in the face of drought, National Congress of Hydroponics and Greenhouse Products, Isfahan University of Technology. 2009.

15. Archangi A, Khodambashi M, Mohammadkhani A. The effect of salt stress on morphological characteristics and Na+, K+ and Ca+ ion contents in medicinal plant fenugreek (Trigonella foenum graecum L.) under hydroponic culture. Journal of Soil and Plant Interactions Isfahan University of Technology. 2012; 3 (2) :33-41

16. Mohammadi H, Payame Noor W, Nazari J, Atashi S, Evaluation of the effect of salinity

www.SID.ir

Archive of SID

stress and Herban mineral fertilizer on survival, vigor and longitudinal growth of one-year-old bitter olive seedlings (Melia azedarach), 30(2), 2016: 209-216.

17. Pakravan H, Amiri H, Nejad AHR. The effect of salinity and nitrogen on growth and morphological characteristics of Dill. IIOAB Journals. 2016;7:132-139.

18. Harati E, Kashefi B, Matinizadeh M. Investigation of Reducing Detrimantal Effects of Salt Stress on Morphological and Physiological Traits of (Thymus daenensis Celak.) through Salicylic Acid Application. Plant Production Technology, 8(2), 2016: 111-125.

19. Safarnejad A, Sadr S.V.A. Hamidi H. Effect of salinity stress on morphological characters of Nigella sativa A. Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research, 15(1), 2007: 75-84.

20. Pouresmaeil M, Ghorbani M, Khavarinezhad RA. Effect of Salinity on germination fresh and dry mass ion content, proline, soluble sugar and strach content in Suaeda Fruticosa, Desert (BIABAN). 10(2), 2005: 257-266.

21.Hasni I, Ben Ahmed H, Bizid E, Raies A, Samson G, Zid E. Physiological characteristics of salt tolerance in fenugreek (Trigonella foenum graecum L.). 2009..

www.SID.ir

Archive of SID

Journal of Torbat Heydariyeh University of Medical Sciences
2021, Volume 9, No. 1: 65-76.

Original article

Bioremediation of saline effluents by using *Chenopodium quinoa* in laboratory scale

Sepideh Hosseini[1], Seyed Mehdi Borghei[2], Roxana Mogoei[3], Zahra Abedi[4], Mehdi Ramezani[5]

1. Ph.D. Student of Environmental Management, Faculty of Natural Resources and Environment, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

2. Professor, Department of Chemical and Petroleum Engineering, Sharif University of Technology, Tehran, Iran

3. Associate Professor, Department of Environmental Planning, Management and Education, Islamic Azad University, North Tehran Branch, Tehran, Iran

4. Assistant professor, Department of Environmental Economics, Faculty of Natural Resources and Environment, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

5. Assistant professor, Department of Environmental Science, Natural Resources and Environment Faculty, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

Corresponding author: mborghei@sharif.edu

Keywords:
Salinity stress,
Bioremediation,
Quinoa,
Hydroponic culture,
Saline effluent

Abstract

Background & Aim: The demand for freshwater resources has led scientists to use saline water and effluents. One of the cost-effective methods is the use of salinity-resistant plants to bioremediate saline effluents. Quinoa is a medicinal plant with high nutritional value that can control salinity stress in various ways. The present study was conducted with the aim of examining bioremediation of saline effluent using quinoa and the effect of salinity stress on this plant under hydroponic cultivation.

***Methods*:** The experiments were performed in triplicate under hydroponic environment in four salinity levels including 5 (drinking water, control), 10 and 15 ds/m and pH of 5.5-6. Finally, some important morphological characteristics as well as the amount of absorption of important elements in different parts of the plant were measured in order to analyze the behavior of plants against salinity.

***Results*:** The results showed that among the morphological characteristics measured for quinoa leaf dry weight, stem dry weight and panicle dry weight have significant differences in different levels of water salinity ($P<0.05$). There were also a significant differences between the amount of studied elements (calcium, sodium, potassium, chlorine and magnesium) in leaves, stems, roots, panicles and the whole quinoa plant with salinity levels ($P<0.05$). The amount of calcium and potassium absorbed in different organs of quinoa in most cases were significantly decreased with increasing water salinity, while the absorption of sodium, chlorine and magnesium were increased.

***Conclusion*:** According to the results, it can be concluded that quinoa is a salinity resistant plant that can be used to remediate effluents containing high amounts of salinity.

How to Cite this Article: Hosseini S, Borghei SM, Mogoei R, Abedi Z, Ramezani M. Bioremediation of saline effluents using Quinoa as a proposed solution to the crisis of shortage of drinking water resources. Journal of Torbat Heydariyeh University of Medical Sciences. 2021;9(1):65-76.

Copyright © 2020 Journal of Torbat Heydariyeh University of Medical Sciences. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-Noncommercial 4.0 International License (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/) which permits copy and redistribute the material just in noncommercial usages, provided the original work is properly cite.

www.SID.ir