نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۰، شماره ۳، مرداد – شهریور ۱۳۹۵، ص. ۸۰۴-۷۹۶

Journal of Water and Soil
Vol. 30, No. 3, Jul.-Agu. 2016, p. 796-804

تأثیر گیاه وتیور در کاهش شوری و املاح خاک

مسعود نوشادی[1*] – حسین ولی زاده[2]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۷/۲۲
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۸/۱۸

چکیده

شوری و سدیم خاک یکی از محدودیت های اصلی کشاورزی در مناطق گرم و خشک بوده و کنترل آن‌ها اهمیت زیادی دارد. گیاه وتیور دارای صفات منحصر به فردی است که می‌تواند در گیاه پالایی مفید واقع گردد. در تحقیق حاضر تاثیرات گیاه وتیور در کنترل شوری خاک و بهسازی اراضی شور بررسی گردید. شوری ها ۰/۶۸ (تیمار شاهد)، ۲، ۴، ۶، ۸ و ۱۰ دسی زیمنس بر متر بودند که به طور مصنوعی از ترکیب کلرید سدیم و کلرید کلسیم ساخته شدند. در این تیمارها مقدار میانگین EC_e در عمق ۹۰-۰ سانتی‌متر بترتیب ۲۵/۰، ۶۰/۴، ۷۹/۲، ۸۷/۵ و ۲۱۲/۵ درصد نسبت به تیمارشاهد افزایش یافت که بسیار کمتر از افزایش شوری آب آبیاری در سطوح مختلف بود. این تفاوت‌ها در سطح ۵ درصد معنی‌دار بودند. در سطوح مختلف شوری بجز بیشترین سطح کاربرد (۱۰dS/m) گیاه وتیور توانست شوری خاک را به خوبی کاهش دهد و مانع تجمع شوری در خاک گردد ولی در شوری dS/m ۱۰ شوری خاک به خوبی کنترل نشد، هر چند که شوری خاک بمراتب از شوری آب آبیاری کمتر بود. مقدار سدیم در برگ گیاه وتیور در شوری ۲ تا ۱۰ دسی زیمنس بر متر به‌ترتیب ۱۴/۳، ۲۸/۶، ۶۴/۳، ۱۰۰/۰، ۱۱۴/۳ درصد و در ریشه وتیور بترتیب ۲۸/۶، ۶۴/۳، ۱۲۵/۰، ۲۱۴/۳، ۲۷۵/۰ درصد بیشتر از تیمار شاهد بود. مقدار کلر برگ در تیمار های ۲ تا ۱۰ دسی زیمنس بر متر بترتیب ۲۲/۹، ۳۵/۶، ۷۴/۵، ۱۰۷/۲، ۱۲۱/۹ درصد و در ریشه به‌ترتیب ۲۷/۰۲، ۵۹/۷، ۱۱۸/۹، ۱۹۵/۰۶، ۲۵۵/۷ درصد بیشتر از تیمار شاهد بود.

واژه‌های کلیدی: بهسازی خاک، سدیم، شوری خاک، کلر

مقدمه

شوری خاک یکی از محدودیت های اصلی کشاورزی در مناطق گرم و خشک می‌باشد. سدیمی شدن خاک نیز باعث تخریب ساختمان خاک و کاهش نفوذپذیری خاک می‌شود. فعالیت‌های انسانی منجر به آلودگی خاک‌ها در سطوح بسیار گسترده شده است و عمدتاً از دهه ۸۰ میلادی به بعد به گسترش این آلودگی‌ها توجه گردید (۱۴). گیاه پالایی یکی از روش‌هایی است که امروزه بسیار مورد توجه قرار گرفته است. گیاه پالایی، تکنولوژی استفاده از گیاه برای پاک کردن محیط زیست از مواد آلاینده می‌باشد. گیاه پالایی به دلیل مقرون بودن از لحاظ اقتصادی، مصرف انرژی کم و سازگاری با محیط مورد توجه می‌باشد. علاوه بر این می‌تواند در مناطق وسیع و برای دامنه گسترده‌ای از مواد آلاینده به کار برده شود (۱۲). گونه گیاهی که برای گیاه پالایی استفده می‌شود باید دارای تحمل زیادی نسبت به آلاینده مورد نظر باشد. تحقیقات کاربردی که بر روی گیاه وتیور انجام شده است نشان داد که صفات منحصر به فرد علف وتیور می‌تواند در گیاه پالایی مفید واقع گردد. این گیاه دارای دامنه تحمل بالا در برابر عناصر سمی، شوری، قلیائیت، سدیم و تعداد زیادی از فلزات سنگین می‌باشد (۲۱).

کاربرد علف وتیور تاکنون نقش حیاتی در مدیریت اراضی کشاورزی ایفا کرده است. از گیاه وتیور برای پایداری شیب‌های تند و کنترل فرسایش، تصفیه هرز آب‌ها، احیای آب‌های آلوده و همچنین برای خاک‌های آلوده و سایر اهداف حفاظت محیط زیست استفاده می‌گردد. استفاده از گیاه وتیور یک روش ساده، اجرایی و ارزان بوده که به نگهداری خیلی کمی احتیاج داشته و در خصوص حفاظت آب و خاک،کنترل رسوب، تثبیت اراضی، نوسازی اراضی و همچنین احیای پوشش گیاهی موثر می‌باشد و در عین حال باعث ارتقاء حفاظت از محیط زیست می‌شود (۲، ۹ و ۱۸). علف وتیور فاقد ریشه ریزومی و استولونی بوده وسیستم ریشه علف وتیور شبکه‌ای ریز و افشان و متراکم است که خیلی سریع و در یک دوره ریشه دوانی می‌تواند در یک سال اول به عمق سه الی چهار متر هم برسد. این سیستم

۱ و ۲- دانشیار و دانشجوی سابق کارشناسی ارشد بخش مهندسی آب، دانشگاه شیراز
(*- نویسنده مسئول: Email: noshadi@shirazu.ac.ir)

ریشه‌ای عمیق به گیاه کمک می‌کند که بتواند بـه راحتـی دوره‌هـای خشکسـالی شـدید را پشـت سـر گذاشـته و تحمـل نمایـد ودر برابـر جریان‌های شدید آب از جا کنده نشود (۲ و ۴). علف وتیور نسـبت بـه خصوصیات و تغییرات اقلیمی و همچنین خشکسالی‌هـای دراز مـدت، سیل، شرایط ماندابی و تنش‌های درجه حرارت بین ۱۴- تا ۵۵ درجـه سانتی گراد مقاوم می‌باشد (۱۱ و ۲۲).

در مجموع سیستم ریشه ای افشان توده‌ای و عمیـق گیـاه وتیـور نظیر یک شبکه توری محکم کالبد خاک را در خود حفظ می کند. این گیاه خصوصیات دیگری نیز دارد مانند توانایی باز پروری و رشد و نمو بسیار سریع بعد از صدمات ناشی از خشـکی، سـرما زدگـی، شـوری و شرایط بد آب و هوایی، دامنه تحمل وسیع در برابر تغییر pH (۲/۳ تـا ۵/ ۱۲) و قابلیت رشـد درخـاک‌هـای قلیایی،شـور و سـدیمی، سـطح مقاومت بالا در برابر سموم کشاورزی، قابلیت زیاد برای جذب عناصـر قابل حل اعم از نیتروژن، فسفر و فلزات سـنگین و سـمی در خـاک و محلول در آب‌های آلوده، دامنه تحمل زیاد نسبت به آلومینیوم، منگنـز و سایر فلزات سنگین مثل روی، ارسنیک، کادمیوم، کرم، نیکل، سرب، جیوه و سلنیم در خاک (۸).

علف وتیور غیر مهاجم بوده و استولون و ریزوم تولید نکرده، بلکـه ریشه افشان تولید می‌کند وقابلیت تولید زیر شاخه‌هایی از ریشه اصلی را دارد. با توجه به این‌که گیاهی که در محیط طبیعـی علـف هـرز بـه حساب می‌آید، نباید برای مهندسی بیولوژی استفاده گردد، بنـابراین از وتیور نازا و نابارور استفاده می‌گـردد. از وتیـور اسـتفاده وسـیعی بـرای حفاظت آب وخاک شده است و کاربرد آن در صنایع قند نیـز بـیش از ۵۰ سال قدمت دارد وهیچ نشانه‌ای از رفتار تهاجمی و علف هرز گونـه آن مشاهده نشده است. از بین بـردن علـف وتیـور بـه راحتـی توسـط پاشیدن علف کش گلی فسفات یا کندن و علف بر کردن گیاه از ریشه و یقه گیاه امکانپذیر است (۴).

تومـار و مینهـاس (۱۵) سـه نـوع علـف وتیـور، لمـون گـراس و پالماروسا را با آب شـور بـا شـوری ۸/۵ دسـی زیمـنس برمتـر مـورد آزمایش قرار دادند و نتیجه گرفتند که بالاترین سطح تحمل به شوری بترتیب مربوط به علف وتیور، لمون گراس و پالما روسا بود.

ترونگ و گردون (۱۶) نشان دادند که علف وتیور قابلیـت تحمـل شوری تا حد ۴۷/۵ دسی زیمنس بر متر را دارد.

سیانجو و همکاران (۱۳) با کاشت علف وتیور و اعمال تیمارهـای شوری آب آبیاری۱۳ و ۱۶ دسی زیمـنس بـر متـر و بررسـی شـوری عصاره اشباع خاک در دو عمق ۳۰ و ۶۰ سانتی‌متری مشاهده نمودنـد که در خاک با اعمال شوری ۱۳ دسی زیمنس بر متر، شوری در عمق ۳۰ سانتیمتری به ۷ دسی زیمنس بر متر و در خاکی دیگـر بـا اعمـال شوری ۱۶ دسی زیمنس بر متر در عمق ۶۰ سانتی‌متری شوری بـه ۹ دسی زیمنس بر متر کاهش یافت.

جایاشری و همکاران (۷) در هندوستان برای اصـلاح خـاکی کـه روی آن پساب کارخانه نساجی تخلیه شده بود از وتیور استفاده کردند. نتایج آن‌ها نشان دادکه وتیور می تواند شوری خاک را به طور متوسط ۳۹ درصد کاهش دهد و از ۱/۱۳ dS/m به ۰/۲۹ dS/m برساند.

اسلام وهمکاران (۵) در زمینه توسعه روستایی در بنگلادش جهت حفاظت خاک، کنترل شوری اراضی و فلزات سنگین ناشی از صـنعتی شدن و پرهیز از روش‌های گران قیمت در زمینـه کنتـرل ایـن مـوارد علف وتیور را پیشنهاد دادند و نشان دادند با توجه به این‌که در بسیاری از قسمت‌های بـنگلادش مشـکل فرسـایش وجـود دارد، گیـاه وتیـور می‌تواند راه حل اقتصادی بـرای حـل ایـن مشـکل نیـز باشـد. آن‌هـا همچنین نشان دادند که وتیور به همـان خـوبی کـه در حـل مشـکل فرسایش عمل می‌کند، می تواند در زمینـه کنتـرل آلـودگی و تصـفیه خاک در مکان‌هـایی کـه بـه خـاک آن‌هـا فلـزات سـنگین ناشـی از پساب‌های صنعتی، کشاورزی و خانگی اضافه می‌شود، نقـش مـوثری ایفا نماید.همچنین عصاره گیری از ریشه گیـاه وتیـور در زمینـه عطـر سازی می تواند توجیه اقتصادی خوبی داشته باشد.

ترونگ و هارت (۱۹) از گیاه وتیور برای تصفیه فاضلاب در خاک استفاده کردند و نشان دادند که با استفاده از آن می‌تـوان فاضـلاب را تصـفیه نمـود و آن را جـایگزین سیسـتم‌هـای گـران قیمـت تصـفیه فاضلاب کرد. برای این منظور علف را در مـدت زمـان ۴ روز تحـت تاثیر فاضلاب قرار دادند و نتیجه گرفتند که نیتروژن کل از ۱۰۰ بـه ۶ میلی‌گرم در لیتر، فسفر کـل از ۱۰ بـه ۱ میلـی‌گـرم در لیتـر، کلیفـرم مدفوعی از بزرگ‌تـر یـا مسـاوی ۱۶۰۰ بـه MPN/100ml ،۹۰۰ E-Coli از بزرگ‌تـر یـا مسـاوی ۱۶۰۰ بـه MPN/100ml ،۱۴۰ EC از ۰/۹۳ بـه dS/m ۰/۴۷ و pH از ۷/۲۶ بـه ۵/۹۸ کـاهش یافـت ولـی اکسیژن محلول از کمتر از ۱ به ۸ میلی‌گرم در لیتر رسید. بـه عبـارت دیگر نیتروژن کل، فسفر کل، کلیفـرم مـدفوعی، E-Coli، EC و pH بترتیب ۹۴/۰، ۹۰/۰، ۹۱/۲، ۴۹/۶ و ۱۷/۶ درصـد کـاهش و اکسـیژن محلول ۸۰۰/۰ درصد افزایش یافت.

وایمالا و کاتاریا (۲۳) با آزمایشی در شمال هندوسـتان بـا کاشـت گیاه و ریزوفرا و آزمایش این دو گیاه در ۵ نوع خاک مختلـف (خـاک کنار جاده، خاک تحت آبیاری، خـاک غیـر حاصـلخیز، خـاک آلـوده و خاک معمولی) نتیجه گرفتند که گیاه ریزوفرا بعد از ۳ ماه از بین رفـت ولی گیاه وتیور در همان شرایط رشد کامل خـود را ادامـه داده و زنـده ماند.

جلالی پور و قائمی (۶) در آزمایشـی گیـاه وتیـور را تحـت تـاثیر آبیاری با شیرابه پساب دفنگاه پسماند شهر شیراز قرار دادنـد و نتیجـه گرفتنـد کـه از وتیـور مـی تـوان در دفنگـاه‌هـای قـدیمی و حاشـیه دفنگاه‌های جوان که فاقد سیستم زهکشی می‌باشد به عنوان پوشـش گیاهی برای پیشگیری از آلودگی، پـالایش و حفاظـت از منـابع آب و خاک به طور موثر استفاده نمود.

وتیور به خـاطر سیسـتم ریشـه‌ای عمیقـی کـه دارد مـی‌توانـد از

قسمت‌های از خاک که شوری زیادی دارد فرار کند و در نتیجه مقاومت مناسبی به شوری دارد. انواع وتیورها مقاومتی متفاوت به شوری دارند. ترونگ و همکاران (۲۰) نشان دادند که حد آستانه شوری عصاره اشباع خاک وتیور مونتو[1] $8 dS/m$ بوده و در شوری‌های عصاره اشباع ۱۰ و dS/m ۱۷/۵ مقدار کاهش عملکرد به ترتیب ۱۰ و ۵۰ درصد می باشد ولی پانگوچیان و همکاران (۱۰) دریافتند که وتیورهای از نوع "زی زا نویدز[2]، " کامفانگ فت[1]" و "کامفانگ فت[3]" مقاومت بیشتری به شوری داشته و در محلول با شوری dS/m ۲۰ نیز می‌تواند رشد کند.

ترونگ (۱۷) نشان داد که وتیور از نوع "زی زانویدز" می‌تواند شوری ۱۸/۲۷ و ۱۸/۰۶دسی زیمنس بر متر را در اعماق خاک به ترتیب ۵-۰ و ۲۰-۱۰ سانتی‌متر به خوبی تحمل کند و در این شرایط پس از ۸ هفته ارتفاع آن به ۶۰ سانتی‌متر برسد.

اخضری و دهقانی بیدگلی (۳) نشان دادند که کم آبی از طریق کاهش فتوسنتز اثر معنی‌داری در فاکتورهای رشد وتیور داشته است. اثر کم آبی و شوری روی وتیور "زنی زانویدز" در شرایط $6bars \times 40 dS/m$- بسیار شدید بوده و در شرایط $10bars \times 40 dS/m$- باعث مرگ وتیور شده است.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثرات آبیاری با شوری‌های مختلف بر روی گیاه وتیور و خاک و تاثیرات این گیاه در کنترل و بهسازی اراضی شور تحقیق حاضر در زمینی به مساحت ۱۷۳ مترمربع در دانشکده کشاورزی شیراز انجام گردید.زمین مذکور شامل ۱۸کرت با ابعاد ۱/۵×۲ متر بود و فاصله بین کرت ها ۱/۵ متر در نظر گرفته شد.

شوری‌های مورد نظر به صورت محلول نمک همراه با آب آبیاری به هر کرت داده شد. نمک‌های مورد استفاده جهت اعمال سطوح شوری مورد نظر نمک‌های کلسیم کلراید وسدیم کلراید بود که با توجه به مقدار رطوبت اندازه‌گیری شده ومقدار نیاز آبی در هر آبیاری مقدار گرم نمک لازم جهت هر سطح شوری در هر آبیاری محاسبه وبه صورت محلول همراه با آب آبیاری به هر کرت داده شد. مقادیر مختلف شوری در این تحقیق ۲ ,۴ ,۶ ,۸ و۱۰ دسی زیمنس بر متر (بترتیب S_1، S_2، S_3، S_4 و S_5) و یک تیمار شاهد شامل آب متعارف باشوری ۰/۶۸ دسی زیمنس بر متر (S_0) بود. طرح آزمایش به صورت بلوک‌های کامل تصادفی شامل ۶ تیمار شوری و ۳ تکرار بود (شکل ۱). عمق خالص آب آبیاری که در هر نوبت آبیاری برابر با مقدار آبی بود که باید به خاک داده می‌شد تا کمبود رطوبت خاک را تا حد ظرفیت زراعی تامین نماید. به این منظور مقدار رطوبت خاک قبل از آبیاری بوسیله نوترون متر در اعماق ۹۰-۰ سانتی‌متری با فواصل ۳۰ سانتی‌متری اندازه‌گیری گردید و مقدار آب جهت آبیاری هر کرت بدست آمد. در کنار اراضی یک لوله انتقال آب قرار داده شد و به وسیله انشعابات گرفته شده آبیاری صورت گرفت. گیاه وتیور ابتدا نشا گردید و سپس به مزرعه انتقال یافت. این گیاه پس از مرحله رسیدن برداشت گردید.

تعیین غلظت سدیم، پتاسیم و کلر در خاک، برگ و ریشه گیاه

برای تعیین غلظت سدیم، پتاسیم و کلر در برگ و ریشه گیاه وتیور، نمونه هایی از ریشه و برگ و تیور در آون قرار گرفت و خشک شد. نمونه های خشک شده آسیاب گردید و پودر آن از الک شماره ۲۰۰ عبور داده شد تا پودر باقیمانده کاملاً یکنواخت باشد. یک گرم از پودر گیاه آسیاب شده به دقت وزن شده و در کروسبیل ریخته، سپس داخل کوره مدل G.S.F _ T.M-1200 و در درجه حرارت ۲۵۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد تا دود آن خارج شود. بعد از خروج دودها حرارت کوره به آهستگی تا ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد افزایش یافته و تا زمانی که نمونه‌ها سفید شدند تحت حرارت قرار گرفتند. پس از خارج کردن نمونه‌ها از کوره ۵ میلی‌لیتر اسید کلریدریک ۲ نرمال به ازای هر گرم پودر گیاهی به آن اضافه شد و پس از عبور از کاغذ صافی به وسیله آب مقطر جوش به حجم ۵۰ سانتی‌متر مکعب رسانده شد. پس از آماده کردن نمونه‌های گیاهی مقدارشوری با دستگاه ECمتر ومقادیر سدیم و پتاسیم در نمونه‌ها با استفاده از دستگاه فلیم فتومتر و کلر بوسیله تیتراسیون اندازه‌گیری گردید.

به‌منظور ارزیابی اعمال تیمار شوری قبل و بعد ازکاشت، عصاره اشباع خاک درهرکرت دراعماق مختلف (۳۰-۰، ۶۰-۳۰و ۹۰-۶۰ سانتی متر) و همچنین مقادیر عناصر سدیم، پتاسیم و کلر درخاک و گیاه اندازه‌گیری شد و نتایج با یکدیگر مقایسه گردید تا تأثیرات گیاه وتیور بر روی این فاکتورها در خاک و گیاه مشخص گردد. قبل از انجام کشت گیاه وتیور از سه منطقه از زمین مورد کشت به طور تصادفی بوسیله آگر در دو عمق ۳۰-۰ و۶۰-۳۰ سانتی‌متر نمونه‌برداری و مقادیر شوری عصاره اشباع خاک، سدیم، پتاسیم و کلر در آن‌ها اندازه‌گیری گردید که نتایج آن در جدول ۱ نشان داده شده است. بر روی نتایج بدست آمده در تیمارهای مختلف شوری مقایسه میانگین داده‌ها طبق آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد در سطوح مختلف شوری بررسی گردید.

نتایج و بحث

شوری عصاره اشباع خاک

شوری عصاره اشباع خاک در تیمارهای مختلف شوری و در سه

1- MontoVetiver
2 -Vetiveriazizanioides
3 -Kamphaengphet

عمق ۳۰-۰، ۶۰-۳۰ و ۹۰-۶۰ سانتی متر در جدول ۲ نشان داده شده است.

شکل ۱- شمای کلی طرح آزمایشی

Figure 1- Experimental design scheme

S_3	S_5	S_1	S_0	S_2	S_4
S_4	S_0	S_2	S_5	S_1	S_3
S_5	S_4	S_0	S_1	S_3	S_2

لوله انتقال آب

Water supply pipe

جدول ۱- مقادیر سدیم، پتاسیم، کلر و شوری عصاره اشباع خاک قبل ازکاشت *

Table 1- The amount of sodium, potassium, chloride and salinity of soil saturation extract before planting

عمق خاک (Soil depth) (cm)	EC_e (dS/m)	K (mgL^{-1})	Na (mgL^{-1})	CL (mgL^{-1})
0-30	0.83*	0.18*	41.3*	61.49*
30-60	0.76*	11.46*	19.8*	29.31*
mean	0.80*	14.73*	30.55*	45.40*

*داده‌های جدول میانگین سه تکرار هستند

*All data are mean of three replications

شوری عصاره اشباع خاک در عمق ۳۰-۰ سانتی‌متر

مقدار EC_e در عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری در تیمارهای S_0، S_1، S_2، S_3، S_4 و S_5 بترتیب ۰/۸۴، ۱/۰۳، ۱/۱۹، ۱/۲۷، ۱/۳۰ و ۲/۱۱ دسی زیمنس بر متر بود که تفاوت تیمار S_5 با شاهد (S_0) در سطح ۵ درصد معنی‌دار بودولی سایر سطوح شوری با شاهد اختلاف معنی‌داری نداشتند (جدول ۲). مقدار EC_e در تیمارهای S_1، S_2، S_3، S_4 و S_5 بترتیب ۲۲/۶، ۴۱/۷، ۵۱/۲، ۵۵/۱ و ۱۵۱/۲ درصد نسبت به تیمار شاهد (S_0) افزایش یافت. حداکثر EC_e در این عمق ۲/۱۱dS/m و متعلق به تیمار شوری S_5 (۱۰ dS/m) بود. بنابراین با توجه به شوری اولیه خاک (۰/۸۳dS/m) و شوری خاک در تیمار شاهد (۰/۸۴dS/m)، افزایش شوری در خاک توسط گیاه وتیور تا سطح شوری(۸ dS/m) S_4 بخوبی کنترل شده ولی با افزایش شوری به ۱۰ dS/m (S_5) گیاه وتیور نتوانسته شوری خاک را به خوبی قبل کنترل نماید. البته در سطح شوری S_5 نیز مقدار EC_e نسبت به شوری آب آبیاری بسیار کمتر بود و ۲۱/۱ درصد شوری آب آبیاری بود. بنابراین در تیمار S_5نیز کنترل شوری نسبت به شوری آب آبیاری مناسب بود.

شوری عصاره اشباع خاک در عمق ۶۰-۳۰ سانتی‌متر

مقدار EC_e در عمق ۶۰-۳۰ سانتی‌متری در تیمارهای S_0، S_1، S_2، S_3، S_4 و S_5 بترتیب ۰/۳۸، ۰/۴۵، ۰/۶۲، ۰/۷۴، ۰/۷۸ و ۱/۷دسی‌زیمنس بر متر بود که تفاوت تیمارهای S_3، S_4 و S_5 با تیمار شاهد (S_0) در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول۲). در تیمارهای S_1، S_2، S_3، S_4 و S_5 مقدار شوری عصاره اشباع خاک بترتیب ۱۸/۴، ۶۳/۲، ۹۴/۷، ۱۰۵/۳ و۳۴۷/۴ درصد بیشتر از تیمار شاهد (S_0) بود. حداکثر EC_e در این عمق ۱/۷dS/m و متعلق به تیمار S_5 بود. بنابراین کنترل شوری در عمق ۶۰-۳۰ سانتی‌متری خاک توسط گیاه وتیور تا سطح شوری S_2 (۴dS/m) بسیار خوب صورت گرفت. افزایش شوری تا سطح شوری S_4 (۸dS/m) زیاد نبود ولی در سطح شوری S_5 (۱۰dS/m)، EC_e افزایش نسبتا زیادی یافت به صورتی‌که شوری خاک در این سطح شوری علاوه بر شاهد، نسبت به دو سطح S_3 و S_4 نیز در سطح ۵ درصد معنی دار شد. بنابراین افزایش شوری خاک تا سطح S_2 (۴dS/m) به خوبی و در سطوح S_3 (۶dS/m) و S_4 (۸dS/m) نیز به صورت نسبتا خوبی توسط گیاه وتیور کنترل شد. ولی مانند عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری خاک، کنترل شوری در سطح شوری S_5 (۱۰dS/m) توسط گیاه وتیور به خوبی انجام نشد و شوری عصاره اشباع خاک تفاوت زیادی با سایر سطوح شوری داشت، هر چند که مقدار آن نسبت به شوری آب آبیاری به‌مراتب کمتر بود. مقدار شوری آب آبیاری در تیمارهای S_1 تا S_5 نسبت به شاهد (S_0) بترتیب ۱/۹۴، ۴/۸۸، ۷/۸۲، ۱۰/۷۶ و ۱/۳۷ برابر افزایش یافت ولی شوری خاک نسبت به تیمار شاهد بترتیب ۱۸/۴، ۶۳/۲، ۹۴/۷، ۱۰۵/۳ و ۳۴۷/۴ درصد افزایش داشت. بنابراین افزایش شوری خاک در برابر افزایش شوری آب آبیاری بسیار اندک بود.

شوری عصاره اشباع خاک در عمق ۹۰-۶۰ سانتی‌متر

مقدار EC_e در عمق۹۰-۶۰ سانتی‌متری در تیمارهای S_0، S_1، S_2، S_3، S_4و S_5 بترتیب ۰/۲۱، ۰/۳۳، ۰/۵۰، ۰/۵۶، ۰/۶۳ و ۰/۷۲ دسی‌زیمنس بر متر بود که تفاوت تیمارهای S_2 تا S_5 با تیمار شاهد (S_0) در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود. (جدول ۲). بنابراین در این عمق تا سطح شوری S_1 (۲dS/m) کنترل شوری بسیار خوب صورت گرفت. در سایر سطوح شوری علیرغم این‌که اختلاف معنی‌داری با شاهد وجود داشت ولی مقدار شوری نسبت به شوری‌های آب آبیاری زیاد نبود. درصد افزایش شوری نسبت به شاهد (S_0) در سطوح شوری S_1، S_2، S_3، S_4 و S_5 بترتیب ۵۷/۱، ۱۳۸/۱، ۱۶۶/۷، ۲۰۰/۰ و ۲۴۲/۸ درصد بود که بسیار کمتر از درصد افزایش شوری آب آبیاری در سطوح شوری S_1 تا S_5 می باشد. حداکثر EC_e در این عمق dS/m ۰/۷۲ و متعلق به تیمار S_5 (۱۰ dS/m) بود.

سدیم، پتاسیم و کلر در ریشه و برگ وتیور

مقدار سدیم تجمع یافته در برگ گیاه وتیور در سطوح شوری S_3، S_4 و S_5 نسبت به تیمار شاهد (S_0) و تیمارهای S_1 و S_2 در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود. مقدار سدیم در ریشه در سطوح شوری S_4 (۸dS/m) وS_5 (۱۰dS/m) نسبت به تیمار شاهد (S_0) در سطح ۵

درصد معنی‌دار بود ولی سایر سطوح شوری اختلاف معنی‌داری با شاهد نداشتند. مقدار افزایش سدیم در سطوح شوری S_1 ، S_2، S_3، S_4و S_5 نسبت به شاهد در برگ بترتیب ۲۲/۲، ۳۳/۳، ۷۰/۴، ۱۰۳/۷ و ۱۲۲/۲ درصد و در ریشه بترتیب ۳۲/۷، ۶۶/۵، ۱۲۹/۳، ۲۱۸/۲ و ۲۸۱/۸ درصد بود. بنابراین تجمع سدیم در ریشه به مراتب از برگ بیشتر بود. مقدار تجمع سدیم در ریشه در سطوح شوری S_1 ، S_2، S_3، S_4و S_5 بترتیب ۱۰۳/۷، ۱۲۱/۲، ۱۵۴/۴، ۱۷۴/۱، ۲۱۸/۲ و ۲۵۰/۰ درصد بیشتر از تجمع سدیم در برگ بود (شکل‌های ۲ و ۳).

مقدار پتاسیم تجمع یافته در برگ و ریشه گیاه وتیور در سطوح شوری مختلف معنی‌دار نبوده ولی هم برگ و هم ریشه پتاسیم زیادی را در خود جمع کرد (شکل‌های ۲ و ۳). مقدار پتاسیم تجمع یافته در برگ وتیور در تیمارهای S_0 تا S_5 بترتیب ۴/۳۸، ۴/۶۴، ۴/۱۸، ۳/۸۹، ۳/۸۲ و ۳/۶۸ میلی‌گرم در گرم و در ریشه بترتیب ۳/۱۲، ۳/۰، ۳/۶۲، ۳/۶۹، ۳/۸۴ و ۳/۶۸ میلی‌گرم در گرم بود. بنابراین درصد تجمع پتاسیم دربرگ بترتیب ۴۰/۶، ۵۴/۷، ۱۵/۵، ۵/۴، ۰/۴- و ۷/۸ درصد نسبت به ریشه تغییر کرده است.

جدول ۲- شوری عصاره اشباع خاک در سطوح مختلف شوری آب آبیاری در نیمرخ خاک*

Table 2- Salinity of soil saturation extract in different irrigation water salinity levels in soil profile*

EC_i (dS/m)	عمق خاک Soil depth (cm) 0-30 EC_e (dS/m)	30-60 EC_e (dS/m)	60-90 EC_e (dS/m)	میانگین mean ECe (dS/m)
0.68 (S_0)	0.84 (f)	0.38 (lm)	0.21 (n)	۰/۴۸
2 (S_1)	1.03 (e)	0.45 (kl)	0.33 (m)	۰/۶۰
4 (S_2)	1.19 (d)	0.62 (i)	0.50 (jk)	۰/۷۷
6 (S_3)	1.27 (cd)	0.74 (gh)	0.56 (ij)	۰/۸۶
8 (S_4)	1.30 (c)	0.78 (fg)	0.63 (hi)	۰/۹۰
10 (S_5)	2.11 (a)	1.70 (b)	0.72 (gh)	1.5

*کلیه داده‌ها میانگین سه تکرار هستند

*All data are mean of three replications

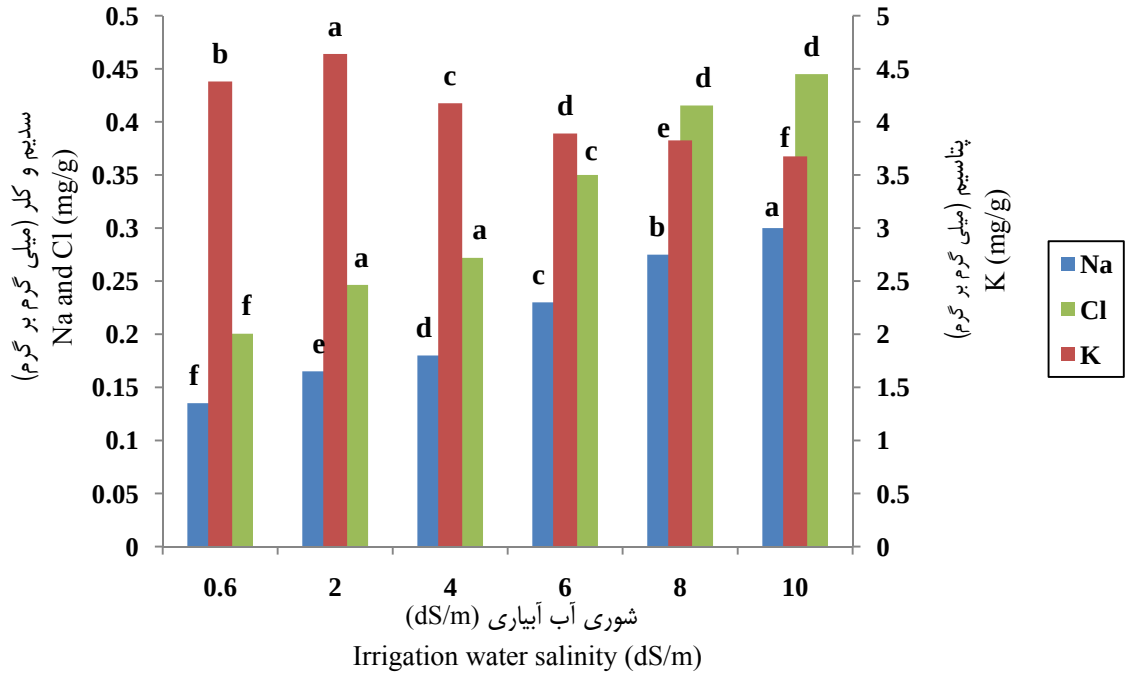
اعداد با حروف مشترک در هر ستون و ردیف دارای اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد نمی‌باشند

Numbers followed by the same letters in each column and row are not significantly different at 5% level of probability

مقدارکلر در برگ و ریشه وتیور در تیمارهای مختلف شوری بیانگر جذب و کنترل کلر بود. مقدار کلر در برگ و ریشه در تیمارهای S_2، S_3، S_4 و S_5 با شاهد در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌داری داشت. بنابراین با افزایش شوری مقدار جذب کلر در برگ و ریشه افزایش داشت. مقدار کلر در برگ در تیمار های S_1 ، S_2، S_3، S_4 و S_5 بترتیب ۲۲/۹، ۳۵/۶، ۷۴/۵، ۱۰۷/۲، ۱۲۱/۹ درصد و در ریشه بترتیب ۲۷/۰۲، ۵۹/۷، ۱۱۸/۹، ۱۹۵/۰۶، ۲۵۵/۷ درصد بیشتر از تیمار شاهد (S_0) بود. مقدار تجمع کلر در ریشه در سطوح شوری S_0 تا S_5 بترتیب ۱۱۲/۲، ۱۱۹/۳، ۱۶۱/۱، ۲۰۲/۲ و ۲۴۰/۱ درصد بیشتر از برگ بود (شکل‌های ۲و۳).

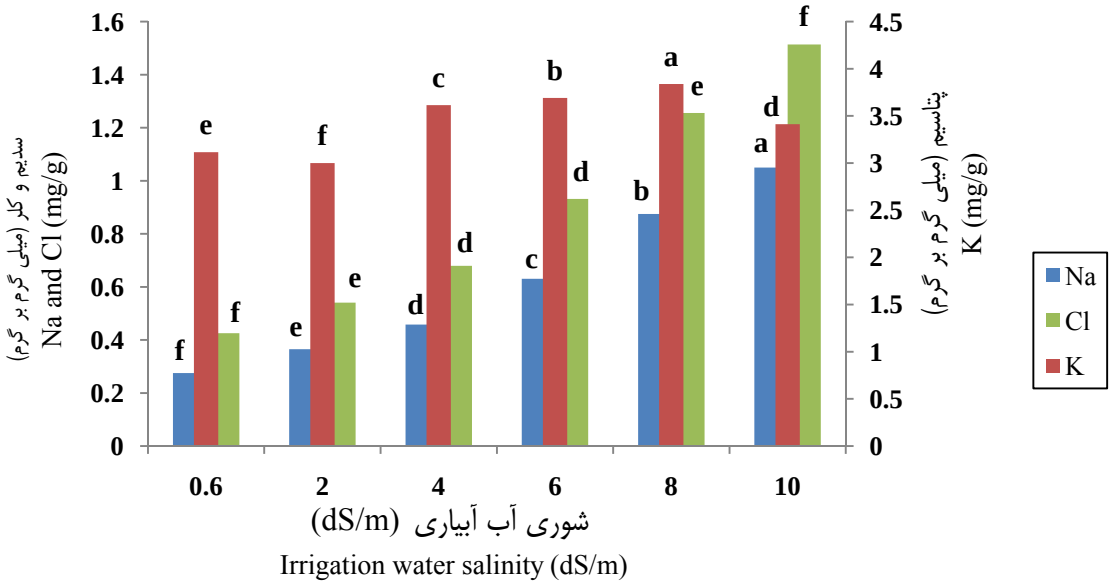
نتایج

نتایج این تحقیق نشان داد که به طور کلی تا سطح شوری S_4 (۸ dS/m) گیاه وتیور توانسته است شوری خاک را در حد بسیار خوبی کنترل کند و مانع تجمع شوری در خاک گردد ولی در سطح شوری S_5 (۱۰ dS/m) شوری خاک به خوبی کنترل نشده است. هر چند که در سطح شوری S_5 نیز نسبت به شوری آب آبیاری، EC_e مقدار اندکی بوده است. مقدار متوسط شوری عصاره اشباع (EC_e) در عمق ۹۰-۰ سانتی‌متری در سطح شوری S_0، S_1، S_2، S_3، S_4 و S_5 بترتیب ۰/۴۸، ۰/۶۰، ۰/۷۷، ۰/۸۶، ۰/۹۰ و ۱/۵ دسی زیمنس بر متر بود. علیرغم این‌که مقدار ECe در یکسری از تیمارها نسبت به شاهد دارای اختلاف معنی‌داری بود ولی در همین تیمارها ECe به مراتب از شوری آب آبیاری کمتر شده بود. مقدار شوری عصاره اشباع خاک در تیمارهای S_0 تا S_5 بترتیب ۲۹/۴، ۷۰/۰، ۸۰/۸، ۸۵/۷، ۸۸/۸ و ۸۵/۰ درصد کمتر از شوری آب آبیاری بود. بنابراین به طور کلی در عمق ۹۰-۰ سانتی‌متری خاک، گیاه وتیور به خوبی توانسته است شوری خاک را حتی در سطح شوری S_5 (۱۰ dS/m) کنترل کند. مقادیر سدیم و کلر تجمع یافته در برگ و ریشه نشان داد که وتیور به خوبی قادر است سدیم و کلر را در خود جذب نماید که این جذب در ریشه به مراتب از برگ بیشتر بود. مقدار متوسط تجمع سدیم و کلر در ریشه در همه سطوح شوری بترتیب ۱۷۰/۳ و ۱۶۴/۱ درصد بیشتر از برگ بود.



شکل ۲- مقادیر پتاسیم، سدیم و کلر در برگ وتیور در شوری‌های مختلف آب آبیاری

Figure 2- The values of potassium, sodium and chlorine in Vetiver leaves in different salinity irrigation water



شکل۳- غلظت پتاسیم، سدیم و کلر درریشه وتیور در شوری‌های مختلف آب آبیاری

Figure 3- The values of potassium, sodium and chlorine in Vetiver roots in different salinity irrigation water

منابع

1- Adams R.P., and Dafforn M.R. 1997. DNA fingerprints (RAPDs) of the pantropical grass, Vetiveriazizanioides L, reveal a single clone, Sunshine," is widely utilised for erosion control. Special Paper, The Vetiver Network, Leesburg Va, USA.

2- Adams R.P., Zhong M., Turuspekov Y., Dafforn M.R., andVeldkamp J.F. 1998. DNA fingerprinting reveals clonal nature of Vetiveriazizanioides (L.) Nash, Gramineae and sources of potential new germplasm. Molecular Ecology, 7:813-818.

3- Akhzari D., and Dehghani Bidgoli R. 2013. Effect of drought and salinity stresses on growth of vetiver grass (VetiveriazizanioidesStapf). World Applied Sciences Journal, 24 (3): 390-394. (in Persian with English abstract)

4- Greenfield J.C. 1989. Vetiver grass: The ideal plant for vegetative soil and moisture conservation. ASTAG - The World Bank, Washington DC, USA.

5- Islam M.P., Khairul Hassan Bhuiyan M.D., and Hossain M.Z. 2008. Vetiver grass as a potential resource for rural development in Bangladesh.

6- Jalalipour H., and Ghaemi A.A. 2010. Study the performance of vetiver grass in the remediation of contaminated soil to municipal solid waste leachate in Shiraz plain. Fourth Environmental Conference. (in Persian with English abstract)

7- Jayashree S., Rathinamala J., and Lakeshm P. 2011 Determination of heavy metal removal efficiency of chrysopogonzizanioides (vetiver) using textile wastewater contaminated soil. Department of Bioseiences, Nehra Arts and Science College, India

8- National Research Council. 1993. Vetiver grass: A thin green line against erosion. Washington, D.C.: National Academy Press,.171 pp.

9- Panchaban S., Phuaphan W., and Ta-oun M. 1992. The use of vetiver to reduce soil erosion and improve water quality of farm pound in salt – affected sandy area of the northland, Thailand, Department of land Resources and Environment faculty of Agriculture, Khonkaen university.

10- Pongvichian P., Uaemkhli P., Phruekapong A. and Phothipan P. 2005. The role of salt on the growth and development ofVetiver. Bhumivarin, 19: 22-26 (in Thai).

11- Purseglove J. W. 1972. Tropical crops: Monocotyledons 1. , New York: John Wiley and Sons.

12- Roongtanakiat N. (2009). Vetiver phytoremediation for heavy metal decontamination. Pacific Rim Vetiver Network *(PRVN) Technical Bulletin*, 2009/1.

13- Sianjeaw P., Vanlada S., and pitayakonL. 2002**.** Study on soil microbiyal biodiversity in rhizosphere of vetiver grass in degradating soil. Soil and Water conservation Division, Land Development Department,Chatuchak Bangkok,Thailand.

14- Stegmann R., Brunner G., Calmano W., and Matz G. 2013. Treatment of contaminated soil: fundamentals, analysis, applications. Springer Science and Business Media.

15- Tomar O. S. and Minhas P. S. 2002. Relative performance of aromatic grasses under saline irrigation Centeral Soil Salinity Research Institute Karnal, Haryana.

16- Truong P., and Gordon L. 1992.Vetiver grass for saline land rehabilitation under tropical and Mediterranean climate.NRM,Queensland.

17- Truong P. N. and Baker D. 1996. Vetiver grass for the stabilisation and rehabilitation of acid sulphate soils. Proc. Second National Conf. Acid Sulphate Soils, Coffs Harbour, Australia.

18- Truong P.N. 1997. Vetiver grass technology for land stabilisation, erosion and sediment control in the Asia Pacific region. Proc. First Asia Pacific Conference on Ground and Water Bioengineering for Erosion Control and Slope Stabilisation. Manila, Philippines.

19- Troung P., and Hart B. 2001. Vetiver system for wastewater treatment. Pacific Rim Vetiver Network Technical Bulletin No. 2001/2. www.vetiver.org/ PRVN wastewater_bul.pdf.

20- Truong P., Gordon I., Armstrong F., and Shepherdson J. 2002. Vetiver grass for saline land rehabilitation under tropical and mediterrranean climate. Productive Use and Rehabilitation of Saline Lands National Conference, Fremantle, Australia, October 2002.

21- Truong P.N., Mason F., Waters D. and Moody P. 2000. Application of vetiver grass technology in off-site pollution control. I Trapping agrochemicals and nutrients in agricultural lands. In Proc. second international. vetiver confonference. Thailand.

22- Veldkamp J.F. 1999. A revision of Chrysopogon Trin. Including Vetiveria Bory (Poaceae) in Thailand and Melanesia with notes on some other species from Africa and Australia. Austrobaileya, 5: 503-533.

23- Vimala V., and Kataria Sanjay K. 2004. Physico-chemical study of vetiver in wetland soil reclamation. Dept of Botany, CCS University, Meerut, UP, India. www.vetiver.org/ICV3-Proceedings/IND_wetland_saline.pdf

Journal of Water and Soil
Vol. 30, No. 3, Jul.-Agu. 2016, p. 796-804

نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۰، شماره ۳، مرداد – شهریور ۱۳۹۵، ص. ۸۰۴-۷۹۶

Effect of Vetiver Grass on Reduction of Soil Salinity and Some Minerals

M. Noshadi[1]* -H. Valizadeh[2]

Received: 14-10-2014
Accepted: 09-11-2015

Introduction: Soil salinity is one of the major limitations of agriculture in the warm and dry regions. Soil sodification also damages soil structure and reduce soil permeability. Therefore, control of soil salinity and sodium is very important. Vetiver grass has unique characteristics that can be useful in phytoremediation.

Materials and Methods: This research was conducted to investigate the effects of irrigation with different salinities on vetiver grass and the effects of this plant on the control of soil salinity and soil reclamation.The experimental design was randomized complete block design. Irrigation water salinities were 0.68(blank), 2, 4, 6, 8 and 10 dS/m, respectively, which artificially were constructed using sodium chloride and calcium chloride. At first, vetiver was transplanted and then moved to the farm. The amount of soil moisture was measured by the neutron probe. Irrigation depth was applied to refill soil water deficit up to field capacity. To evaluate the soil salinity in above salinity treatments, soil was sampled in each plot from 0-30, 30-60 and 60-90 cm depths and for each layer, electrical conductivity of saturated extract (ECe), sodium, potassium and chloride concentrations was measured .To measure the sodium, potassium and chloride concentrations in the leaves and roots of vetiver plant, samples were dried in oven. The dried samples were powdered and passed through the sieve (No. 200) and they were reduced to ash in 250 ◦C. 5 ml HCl was added to one gram of the ash, and after passing through filter paper, the volume of sample was brought to 50 ml by boiled distilled water. After preparing plant samples, the sodium, potassium and chloride concentrations were measured by Flame Photometer.

Reults and discussion: The results showed that the vetiver grass was able to decrease soil salinity at different salinity levels except highest water salinity (10 dS/m) and prevented salt accumulation in the soil. However, in the salinity 10 dS/m, soil salinity was not well controlled, but soil salinity was lower than the irrigation salinity. In these water salinities, the mean EC_es in 0-90 cm soil depth were increased 25.0, 60.4, 79.2, 87.5 and 215.5 percent, respectively, relative to a control treatment, which was much less than the increasing of irrigation water salinities. These increases in EC_e were significant at 5% level of probability. The accumulated values of sodium in vetiver leaves showed significant difference between S0 treatment and the other treatments (S3, S4 and S5) at the 5% level of probability. The sodium contents in vetiver leaves were 22.2, 33.3, 70.4, 103.7 and 122.2% and in vetiver roots were 32.7, 66.5, 129.3, 218.2 and 281.8% higher than the control treatments (S0), respectively. Sodium contents in vetiver roots were 103.7, 121.2, 154.4, 174.1, 218.2 and 250% more than sodium contents in vetiver leaves in S0, S1, S2, S3, S4 and S5 treatments, respectively. Sodium contents were increased 14.3, 28.6, 64.3, 100.0 and 114.3 percent in vetiver leavesand 28.6, 64.3, 125.0, 214.3 and 275.0 percent in the vetiver roots , relative to the control treatment, respectively, at above salinity levels, which indicated an improvement of sodium accumulation in leaves and roots with increasing salinity levels. Chloride concentrations at irrigation water salinities S1, S2, S3, S4 and S5 treatments (2-10 dS/m) were 22.9, 35.6, 74.5, 107.2 and 121.9% in vetiver leaves and 27.02, 59.7, 118.9, 195.06 and 255.7% in vetiver roots more than control treatment, respectively. The mean values of sodium and chloride in all salinity levels in the roots were 170.3 and 164.1 percent more than the leaves, respectively.There were no significant differences in accumulated potassium in vetiver leaves and roots between different treatments, but vetiver leaves and roots absorbed and accumulated high value of potassium. The potassium contents were 4.38, 4.64, 4.18, 3.89, 3.82 and 3.68 mg/g in vetiver leaves and 3.12, 3, 3.62, 3.69, 3.84 and 3.68 mg/g in vetiver roots, in S0, S1, S2, S3, S4 and S5 treatments, respectively.

Conclusion: In general, the results showed that up to irrigation water salinity 8 dS/m, Vetiver grass had very good ability to control soil salinity and prevented the accumulation of salt in the soil, but at the salinity of 10 dS /m, soil salinity was not well controlled. However, in 10 dS /m, soil salinity was much less than water irrigation salinity.

The mean values of soil salinity in layer 3 (60-90 cm) were 0.48, 0.6, 0.77, 0.86, 0.9 and 1.5 dS/m in S0, S1, S2, S3, S4 and S5 treatments, respectively. ECes were 29.4, 70.0, 80.8, 85.7, 88.8 and 85.0 percent lower than

1 And 2- Associate Professor and Former M.SC Student of Water Engineering Departemnt, Shiraz University
(*- Corresponding Author Email: noshadi@shirazu.ac.ir)

irrigation water salinities 0.68, 2, 4, 6, 8 and 10 dS/m, , respectively. Sodium and chloride accumulated in the leaves and roots of vetiver that showed that Vetiver it is well able to absorb these elements. The accumulations of sodium and chloride in roots were170.3 and 164.1 percent more than leaves, respectively.

Keywords: Chloride, Soil reclamation, Salinity, Sodium, Vetiver