



بررسی اثرات آبشویی در کاهش شوری و سدیمی قسمتی از اراضی حاشیه کویر بجستان

• حسین رحیمی، کارشناس ارشد خاکشناسی، ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی گناباد
• حسن احمد نژاد، کارشناس مرتع آبخیزداری، ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی گناباد

تاریخ دریافت: مرداد ماه ۱۳۸۳ تاریخ پذیرش: خرداد ماه ۱۳۸۴

E-mail: hossienrahimi@yahoo.com

چکیده

شور و سدیک بودن (قلیا بودن) اراضی در حاشیه کویر نمک بجستان از عمده ترین عوامل محدود کننده کشاورزی در منطقه می باشد. به منظور بررسی چگونگی اصلاح این خاک ها طرح تحقیقاتی مذکور در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با پنج تیمار آبشویی ۲۵، ۵۰، ۷۵، ۱۰۰ سانتیمتر آب و شاهد در چهار تکرار انجام شد. ابتدا در کرت های چهار متر مربعی بر اساس نقشه آزمایش و تیمار مربوطه آبشویی انجام و پس از آنکه رطوبت خاک به حد ظرفیت مزرعه رسید نمونه خاک جهت تجزیه و تحلیل تغییر میزان املاح موجود در خاک تهیه گردید. از نتایج تجزیه خاک قبل و بعد از آزمایش، چنین استنباط می گردد که کلاس خاک قبل از آزمایش S۴A۴ بوده و پس از کاربرد یک متر آب آبشویی به کلاس S۲A۲ تغییر یافته است. تعیین دقیق میزان آب مورد نیاز آبشویی هر عمق خاک از طریق منحنی های شوری و سدیم زدائی تهیه شده مقدور می باشد. میانگین اسیدیته (pH)، میانگین هدایت الکتریکی^۱ (EC) و میانگین درصد سدیم تبادلی^۲ (ESP) عمق یک متری خاک به ترتیب از ۸/۱، ۳۹/۱ dS/m^۲ و ۶۱٪ قبل از آبشویی به ۸/۴، ۱۰/۶ dS/m^۲ و ۲۵٪ بعد از کاربرد یک متر آب آبشویی تغییر یافته است و خاک روند قلیا شدن را در بیش نمی گیرد. با توجه به بافت نسبتاً سبک خاک و املاح دو ظرفیتی محلول در آب آبیاری و خاک می توان چنین نتیجه گیری نمود که برای اصلاح و بهسازی این خاک ها احتیاج به استفاده از ماده اصلاح کننده نیست و اصلاح آنها با استفاده از آب های نسبتاً مناسب امکان پذیر است.

کلمات کلیدی: خاک های شور و سدیمی، کویر نمک، آبشویی، اصلاح خاک.

Pajouhesh & Sazandegi No 66 pp: 88-96

The effects of leaching in decrease saline and sodic land in the margin of Kaveer Namak in Bajestan

By Rahimi, H; Khorasan Agriculture and Natural Resources Research Center, Gonabad Station ; Ahmadnezhad, H; Khorasan Agriculture and Natural Resources Research Center. Gonabad Station, Iran.

Saline-sodic land in the margin of Kaveer Namak in Bajestan is one of the most important factors limiting agriculture in this region. In an attempt to examine the improvement of soil. A research project in the form of a fully random block project with five leaching treatments, 25. 50. 75. 100. cm water and marker in four interactions were performed. First, on four cubic meter plots in accordance with the trial plan the related leaching treatment was performed. After the soil moisture had reached the extent of field capacity, soil sample for analysis of the amount of saline existing in soil was

prepared. From this analysis before and after the experiment, it is understood that soil classification before the trial was S4A4 and after applying various amounts of water it changed into S2A2. Precise determination of water amount for leaching requirement of every depth of soil is only possible through saline curves and dealkalization. Average of acidity (pH), electrical conductivity (EC) and exchange of soil percent (ESP) of the depth of one meter soil was respectively from 8.1, 39.1 ds/m and % 61 before leaching. to 8.4, 10.6 ds/m and %25 after applying one meter of leaching water had changed. and soil doesnot take the process of alkalinization with respect to the relative light texture of soil. and bivalent salts dissolved in irrigation water and soil, It was concluded that for the improvement of these soils, thereis no need to soil conditioning agents and it is possible to improve them through using suitable water.

Key words: Salin and sodic soils, Kaveer Namak, Leaching, Soil improvement

ویژگی‌های منطقه مورد مطالعه

موقعیت جغرافیایی

منطقه مورد مطالعه در فاصله ۶۰ کیلومتری غرب شهر بجستان و در عرض جغرافیایی ۳۴ درجه و ۲۱ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۸ درجه و ۴۲ دقیقه شرقی در حوزه کویر مرکزی ایران قرار دارد. اراضی این دشت از شمال به کویر نمک واز جنوب به ارتفاعات نوبهار و کوه‌های قاسم آباد و از شرق به کوه‌های تخت و اراضی سردق و از غرب به راه کویری جاده مسافر محدود می‌شود

مشخصات اقلیمی

به دلیل عدم وجود ایستگاه هواشناسی در منطقه مذکور، به منظور بررسی پارامترهای اقلیمی از آمار و اطلاعات ایستگاه هواشناسی مجاور و نقشه‌های ایزوبار سازمان هواشناسی کشور استفاده شده است. آمار بارندگی ۲۰ ساله اخیر ایستگاه بجستان نشان می‌دهد که حداکثر بارندگی به میزان ۲۹۳/۸ میلیمتر و حداقل آن به میزان ۶۵ میلیمتر و میانگین آن ۱۶۷/۸۸ میلیمتر گزارش شده است. حداکثر ریزش نزولات مربوط به ماه‌های بهمن، اسفند و فروردین می‌باشد و در سایر ماه‌های سال بارندگی اندک است. به نحوی که دوره خشکی منطقه از اردیبهشت ماه شروع و تا آبان ماه ادامه می‌یابد. متوسط حداقل درجه حرارت سالیانه ۸/۸- درجه سانتیگراد و متوسط حداکثر درجه حرارت سالیانه ۴۱/۳ درجه سانتیگراد و متوسط درجه حرارت سالیانه ۱۶/۴ درجه سانتیگراد تعیین شده است. در نتیجه اقلیم منطقه مورد نظر نیز طبق روش ترانسوا، خشک می‌باشد (۳).

پوشش گیاهی

از نظر پوشش گیاهی نیز منطقه عمدتاً دارای پوشش مناطق خشک و کویری با غالبیت شور *Salsola sp.* و در نزدیک کاسه کویر بدون پوشش است. در اراضی بالا دست درمنه *Artemisia sp.* غالبیت دارد که گیاهان همراه آن عبارتند از: انواع یکساله‌ها، خار شتر *Alhagi cameleron*

مقدمه

خاک مهمترین زیر بنای تمدن هر کشور است. در واقع خاک ماده زندگی ساز است و بدون آن زندگی بشر غیر ممکن است. این ماده زندگی ساز گرچه منظری زیبا ندارد و همه از گرد و غبار آن گریزانند ولی زندگی صدها میلیون انسان در رابطه مستقیم با خاک و کشاورزی است و خاک را تنها عامل بقاء و ثروت خود می‌دانند. خاک مهمترین منبع طبیعی پایدار در تولید مواد غذایی برای جمعیت رو به رشد بشر است. همانطور که Simonson اظهار می‌دارد، مفهوم خاک به منزله بستر نمو گیاه تا آینده ای نامعلوم نیز دنبال خواهد شد. از آنجائی که گیاه در خاک رویش می‌یابد خاک مهمترین منبع تأمین کننده غذا، مسکن و پوشاک بشر است. خاک با این همه اهمیت و ارزش در مناطق خشک و نیمه خشک جهان با معضل شوری روبرو است. از خصوصیات بارز اقلیم خشک و نیمه خشک افزون بودن تبخیر و تعرق نسبت به بارش است. تکامل خاک‌ها در این مناطق راهی جز منتهی به شور و سدیمی شدن ندارد و با افزایش شوری و عدم کنترل آن عملکرد گیاهان کاهش عمده‌ای یافته و در صورت افزایش بیش از حد مانع رشد و نمو گیاهان می‌گردد (۱). خاک‌های منطقه مورد مطالعه جزء خاک‌های مناطق خشک محسوب شده و مشکل شور و سدیک بودن را دارند. بنابر این یکی از روش‌های مهم کنترل املاح محلول خاک شستشو می‌باشد. آبشویی خاک‌ها را می‌توان با مرزبندی اطراف زمین و قراردادن عمق قابل ملاحظه‌ای از آب بر روی خاک انجام داد و بدین ترتیب املاح محلول موجود در نیمرخ خاک به طرف اعماق پایین حرکت خواهند کرد. Nath و Raj گزارش دادند که آبشویی املاح محلول در وهله اول به وسیله جریان توده ای صورت می‌گیرد و نتیجه گرفتند که یک واحد حجم آب جهت خروج قسمت اعظم املاح محلول (۹۰ درصد) از نیمرخ خاک کفایت می‌کند (۷). Gardner و Fireman در مطالعات آزمایشگاهی خود روی آبشویی ستون‌های خاک به این نتیجه رسیدند، عمده آبشویی در حالتی صورت می‌گیرد که رطوبت خاک کمتر از رطوبت اشباع باشد (۵). Bigger و Nielson نیز پیشنهاد نمودند برای بالا بودن راندمان آبشویی بهتر است رطوبت خاک کمتر از رطوبت اشباع باشد (۴). Reeve و همکاران مقادیر مختلف آب را با روش آب ایستی در حالیکه رطوبت خاک غیر اشباع بود مقایسه نمودند و نتیجه گرفتند یک واحد عمق آب برای آبشویی همان واحد عمق خاک کفایت می‌کند تا شوری خاک ۸۰ درصد کاهش یابد (۸). Oster و همکاران پی بردند آب ایستی منقطع ۵۰ درصد آب مورد نیاز آبشویی را نسبت به آب ایستی مداوم کاهش می‌دهد (۶). باتعیین مقدار آب مورد نیاز جهت انتقال املاح محلول خاک و کاهش هدایت الکتریکی آنها می‌توان با انتظار عملکرد مناسب اقدام به کشت و زرع نمود. همچنین می‌توان زمان لازم برای آبشویی و ضرورت کاربرد مواد اصلاح کننده را مورد بررسی قرار داد.

سلمه (*Chenopodium album*)، اسپند (*Peganom harmala*)، قیچ (*Zigophillum sp*).

روش تحقیق

این طرح با پنج تیمار در چهار تکرار در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی مطابق نقشه آزمایش در قسمتی از حاشیه کویر نمک بجنستان موسوم به فخرآباد بجنستان اجرا شده است. تیمارهای آزمایش مقادیر ارتفاع آب آبیاری می‌باشند و عبارتند از:

تیمار	ارتفاع آب به سانتیمتر
A	۲۵
B	۵۰
C	۷۵
D	۱۰۰
E	شاهد

قبل از انجام عملیات آبشویی از تیمار E نمونه مورد نظر در کلیه تکرارها تا عمق یک متری و هر ۲۵ سانتیمتر یک نمونه خاک تهیه و به آزمایشگاه ارسال و آزمایش گردید. (جداول ۱ و ۲) همچنین یک پروفیل در محدوده آزمایش به نحوی حفر گردید که پله‌های پروفیل در اعماق ۱۲/۵، ۳۷/۵، ۶۲/۵ و ۸۷/۵ سانتیمتری قرار گرفت و از روی هر پله ۶ نمونه دست نخورده جهت اندازه گیری ظرفیت زراعی^۵ (FC) و وزن مخصوص ظاهری تهیه گردید. از آب چاه موتور مورد استفاده آبشویی، یک نمونه تهیه و تجزیه شیمیایی آن مطابق جدول شماره ۳ انجام شد. لازم به توضیح است اندازه گیری عناصر در عصاره اشباع خاک انجام شده و درصد اشباع بصورت وزنی، گچ از روش هدایت سنجی، آهک به روش تیتراسیون با سود، اسیدیته به کمک دستگاه pH متر، هدایت الکتریکی با دستگاه Conductivity meter، سدیم با فلیم فتومتر، کلسیم و منیزیم به روش

کمپلکسومتری، کلر به روش مور، کربنات و بی‌کربنات به روش تیتراسیون با اسید سولفوریک، سولفات به روش سنجش وزنی، بافت خاک به روش هیدرومتری، وزن مخصوص ظاهری به روش نمونه دست نخورده (استوانه)، نفوذ پذیری به کمک استوانه و درصد سدیم تبدیلی با استفاده از فرمول آزمایشگاه شوری آمریکا تعیین شده است.

جهت اجرای طرح و اعمال تیمارهای آبشویی در روی زمین کرت‌هایی به ابعاد ۲×۲ متر ایجاد و در اطراف کرت‌ها حصاری به ارتفاع و عرض ۳۰ سانتیمتر احداث گردیده و به منظور عدم خروج آب هنگام آبشویی کاملاً کوبیده شدند. کرت‌ها به نحوی تهیه گردید که در هر تکرار ۵ کرت به فاصله ۴ متر از یکدیگر قرار داشته و فاصله هر تکرار با تکرار بعدی نیز ۴ متر در نظر گرفته شد. پس از تهیه کلیه کرت‌ها و چهار چوب آزمایش تیمارهای آبشویی به ترتیب اعمال شد. ابتدا به تمام کرت‌ها به جز کرت‌های E ۲۵ سانتیمتر آب (معادل ۱۰۰۰ لیتر آب در هر کرت ۴ متر مربعی) اضافه و کرت‌ها به منظور جلوگیری از تبخیر با نایلون پوشانده شد. وقتی که رطوبت خاک به حد ظرفیت زراعی رسید از تیمار A (۲۵ سانتیمتر آب آبشویی) در کلیه تکرارها تا عمق یک متری و در فواصل ۲۵ سانتیمتری نمونه خاک تهیه گردید. پس از این مرحله به کلیه تیمارها به استثناء تیمار A و E مجدداً ۲۵ سانتیمتر آب اضافه و دوباره پلاستیک‌ها به نحوی در روی هر کرت قرار گرفت که از تأثیر فرایند تبخیر مصون بماند. پس از رسیدن رطوبت خاک به حد ظرفیت زراعی، از تیمار B در کلیه تکرارها مشابه تیمار A اقدام به نمونه برداری گردید. به همین منوال پس از تهیه نمونه خاک مجدداً ۲۵ سانتیمتر دیگر آب به کلیه تیمارها به جز تیمارهای E، A و B افزوده و پس از رسیدن رطوبت به ظرفیت زراعی، نمونه برداری خاک از تیمار C نیز در کلیه تکرارها انجام پذیرفت و نهایتاً نمونه خاک از تیمار D پس از اضافه کردن ۲۵ سانتیمتر آب (جمعاً ۴۰۰۰ لیتر) و رسیدن رطوبت خاک به ظرفیت زراعی، تهیه شد. بر روی تمام نمونه‌های خاک برداشتی در حین اجرای طرح (۸۰ نمونه خاک) آزمایشات خاک شامل: SAR^۶، SP^۶، EC، pH، Na، Mg، Ca و ESP انجام پذیرفت

جدول شماره ۱ - خصوصیات شیمیایی خاک قبل از آبشویی (ارقام متن جدول میانگین چهار نمونه است)

عمق خاک cm	%SP	گچ meq/l	آهک %	pH	EC dS/m	meq/l							
						CO ₃ ^{۲-}	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ^{۲-}	Sum of anions	Ca ^{۲+} +Mg ^{۲+}	Na ⁺	Sum of cations
۰-۲۵	۳۱/۳	ناجیز	۲۶/۲	۸/۰	۵۴/۷	۲/۶	۵/۱	۹۲۵	۵۷	۹۸۹/۷	۶۲/۲	۹۲۸/۷	۹۹۰/۹
۲۵-۵۰	۳۱/۴	ناجیز	۲۵/۷	۸/۱	۴۲/۹	۱/۸	۴/۵	۶۱۰	۵۰	۶۶۶/۳	۵۵/۷	۶۱۴/۵	۶۷۰/۲
۵۰-۷۵	۳۲/۲	ناجیز	۲۵/۷	۸/۲	۳۳/۷	۱/۷	۴/۱	۵۲۱	۴۱	۵۶۷/۸	۴۶/۲	۵۲۲	۵۶۸/۲
۷۵-۱۰۰	۲۹/۷	ناجیز	۲۶/۵	۸/۱	۲۵/۱	۱/۷	۴/۶	۲۹۱	۳۵	۳۳۲/۳	۳۸	۲۹۶/۵	۳۳۴/۵

(جدول شماره ۴).

تیماها:	E	A	C	D	B
میانگین EC عمق ۵۰-۲۵:	۴۲/۹	۴۳/۳	۸/۱	۹/۶	۱۴/۱

بحث و نتیجه گیری

نتایج حاصل از تغییرات میزان هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک در جدول شماره ۵ درج شده است. جدول شماره ۵ بیانگر این واقعیت است که در عمق یک متری نیمرخ خاک هدایت الکتریکی بطور متوسط برابر ۳۹/۱ دسی زیمنس بر متر بوده که با کاربرد ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ سانتیمتر آب آبخویی مقدار آن به ترتیب به ۳۵/۷، ۱۹/۲، ۱۰/۴ و ۱۰/۶ دسی زیمنس بر متر تغییر یافته است. جدول مذکور نیز بیانگر آن است که میزان متوسط شوری خاک با کاربرد مقادیر مختلف آب آبخویی (از ۲۵ تا ۱۰۰ سانتیمتر) در اعماق ۰-۲۵، ۲۵-۵۰، ۵۰-۷۵ و ۷۵-۱۰۰ سانتیمتری به ترتیب ۸/۷، ۱۸/۸، ۲۲/۴ و ۲۶ دسی زیمنس بر متر می باشد.

تیماها:	E	A	D	C	B
میانگین ESP عمق ۵۰-۲۵:	۶۲/۴	۶۶/۳	۲۴	۳۵	۳۸/۳

معنی دار است و بر اساس آزمون دانکن برای کاهش EC و ESP عمق ۷۵-۵۰ سانتیمتری خاک به حداقل، باید ۷۵ سانتیمتر آب آبخویی بکار ببریم. نهایتاً در عمق ۱۰۰-۷۵ سانتیمتری خاک نیز بین تیمارهای آبخویی اختلاف معنی دار است و با توجه به مقایسه میانگین تیمارها به روش دانکن

نتایج حاصل از تغییرات میزان سدیم تبادل خاک در جدول شماره ۶ ارائه شده است. این نتایج نشان می دهد که در عمق یک متری نیمرخ خاک میزان سدیم تبدالی بطور متوسط برابر ۶۱ درصد بوده که با کاربرد ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ سانتیمتر آب آبخویی مقدار آن به ترتیب به ۵۵/۹، ۴۲/۹، ۳۴ و ۲۵ درصد کاهش یافته است. همچنین میزان سدیم تبدالی با کاربرد مقادیر مختلف آب آبخویی از ۲۵ تا ۱۰۰ سانتیمتر در اعماق ۰-۲۵، ۲۵-۵۰، ۵۰-۷۵ و ۷۵-۱۰۰ سانتیمتری به ترتیب معادل ۲۰/۶، ۴۰/۹، ۴۶/۴ و ۴۹/۷ درصد می باشد.

تیماها:	B	E	A	C	D
میانگین EC عمق ۵۰-۷۵:	۲۳/۸	۳۳/۷	۴۵/۶	۹/۷	۱۰/۴

تیماها:	B	E	A	D	C
میانگین ESP عمق ۷۵-۵۰:	۵۲	۶۱/۸	۶۸/۲	۲۹/۷	۳۵/۷

بر اساس تجزیه واریانس مقادیر EC و ESP (جدول شماره ۷) اعماق مختلف خاک می توان نتیجه گرفت در عمق ۰-۲۵ سانتیمتری خاک بین تیمارها اختلاف معنی داری (سطح ۱ /) وجود دارد و با مقایسه میانگینها به روش آزمون دانکن نتیجه می شود، اختلاف بین تیمار شاهد با سایر تیمارهای آبخویی وجود دارد. سایر تیمارها با همدیگر تفاوت معنی داری ندارند به این معنی که برای به حداقل رساندن EC و ESP خاک در این عمق ۲۵ سانتیمتر ارتفاع آب آبخویی لازم است.

نتیجه می شود اختلاف بین تیمارهای C و D معنی دار نیست یعنی برای کاهش EC و ESP خاک به حداقل ممکن در این عمق به ۷۵ سانتیمتر آب آبخویی نیاز است.

لازم به توضیح است افزایش EC و ESP عمق ۱۰۰-۷۵ سانتیمتری خاک در تیمارهای A و B بدلیل تجمع نمک های شسته شده لایه های فوقانی است.

تیماها:	E	D	C	B	A
میانگین EC عمق ۲۵-۰:	۵۴/۷	۶/۹	۷/۹	۸/۱	۱۲

تیماها:	B	A	D	C	E
میانگین EC عمق ۱۰۰-۷۵:	۳۰/۸	۴۱/۹	۱۴/۵	۱۶/۸	۲۵/۱

تیماها:	E	D	C	B	A
میانگین ESP عمق ۲۵-۰:	۷۰/۷	۱۵/۳	۲۰/۱	۲۱	۲۶/۲

تیماها:	E	B	A	C	D
میانگین ESP عمق ۱۰۰-۷۵:	۴۹/۱	۶۰/۳	۶۲/۹	۳۱/۲	۴۵/۳

در عمق ۵۰-۲۵ سانتیمتری خاک بین تیمارهای آبخویی اختلاف معنی دار است. با مقایسه میانگینها با استفاده از آزمون دانکن نتیجه می شود برای به حداقل رساندن EC و ESP خاک در این عمق ۵۰ سانتیمتر آب آبخویی کفایت می کند. در عمق ۷۵-۵۰ سانتیمتری خاک نیز اختلاف بین تیمارهای آبخویی

با توجه به خصوصیات خاک های شور و قلیا اصلاح و بهسازی این قبیل خاکها در مقایسه با خاک های شور از نظر تکنیکی دشوارتر بوده و احتیاج به اعمال اقدامات خاص دارد زیرا خواص فیزیکی آنها قبل از اقدام به امر آبخویی املاح با خاک های شور تقریباً مشابهت دارد. لیکن به محض آن

جدول شماره ۲ - خصوصیات فیزیکی خاک قبل از آبیاری (ارقام متن جدول میانگین چهار نمونه است)

عمق خاک cm	SAND %	SILT %	CLAY %	بافت خاک	کسر رطوبت خاک H cm	ضخامت لایه خاک D cm	وزن مخصوص ظاهری g/cm ³	رطوبت اولیه %B	ظرفیت مزرعه %A	سرعت نفوذ پذیری mm/h	نفوذ خاک cm
۰-۲۵	۲۵/۶	۶۴	۱۰/۴	Si-L	۲/۸۶	۲۵	۱/۳	۱۱/۳	۲۰/۱	متوسط	۹/۵
۲۵-۵۰	۳۷/۶	۴۹	۱۳/۴	Si-L	۲/۷۷	۲۵	۱/۵	۱۱/۵	۱۸/۹	متوسط	۱۴/۲
۵۰-۷۵	۳۷/۶	۵۰	۱۲/۴	Si-L	۲/۴۶	۲۵	۱/۴۹	۱۱/۸	۱۸/۴	متوسط	۱۳/۳
۷۵-۱۰۰	۳۳/۶	۵۴	۱۲/۴	Si-L	۲/۱	۲۵	۱/۵۵	۱۲/۸	۱۸/۲	متوسط	۱۴/۵

جدول شماره ۳ - کیفیت آب مورد استفاده آبیاری

EC dS/m	pH	TDS mg/l	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	Na ⁺	Ca ⁺⁺ +Mg ⁺⁺	SAR
			meq/l				
۴/۴۴	۷/۶	۲۸۴۲	۴	۳۴/۴	۴۲/۸	۶/۸۸	۲۳

جدول شماره ۴ - نتایج تجزیه شیمیایی خاک قبل و بعد از کاربرد مقادیر مختلف آب آبیاری (ارقام میانگین چهار نمونه است)

پارامتر عمق آب آبیاری (cm)	عمق cm	pH	SP %	EC dS/m	Na ⁺ meq/l	Ca ⁺⁺ +Mg ⁺⁺ meq/l	SAR	ESP %
.	۰ - ۲۵	۸	۳۱/۳	۵۴/۷	۹۲۸/۷	۶۲/۲	۱۶۸/۷	۷۰/۷
	۲۵ - ۵۰	۸/۱	۳۱/۴	۴۲/۹	۶۱۴/۵	۵۵/۷	۱۱۸/۲	۶۲/۴
	۵۰ - ۷۵	۸/۲	۳۲/۲	۳۳/۷	۵۲۲	۴۶/۲	۱۱۱/۵	۶۱/۸
	۷۵ - ۱۰۰	۸/۱	۲۹/۷	۲۵/۱	۲۹۶/۵	۳۸	۶۹/۵	۴۹/۱
۲۵	۰ - ۲۵	۸/۲	۳۴/۵	۱۲	۱۰۷/۱	۳۵/۴	۲۵/۳	۲۶/۲
	۲۵ - ۵۰	۸/۱	۳۰/۶	۴۳/۳	۶۸۸/۲	۴۹/۱	۱۳۹/۳	۶۶/۳
	۵۰ - ۷۵	۸	۲۹/۷	۴۵/۷	۷۷۹	۵۵/۸	۱۴۹/۶	۶۸/۲
	۷۵ - ۱۰۰	۸	۲۹/۵	۴۱/۹	۶۳۸	۵۶/۹	۱۱۹/۱	۶۲/۹
۵۰	۰ - ۲۵	۸/۴	۳۳/۲	۸/۱	۷۳/۲	۲۹/۸	۱۹	۲۱
	۲۵ - ۵۰	۸/۳	۲۹/۵	۱۴/۱	۱۶۸/۷	۲۶/۸	۴۵/۳	۳۸/۳
	۵۰ - ۷۵	۸/۴	۲۸/۹	۲۳/۸	۳۲۰/۳	۳۰/۷	۷۹/۷	۵۲
	۷۵ - ۱۰۰	۸/۳	۲۸/۳	۳۰/۸	۴۱۷/۸	۳۰/۹	۱۰۷/۲	۶۰/۳
۷۵	۰ - ۲۵	۸/۴	۳۲/۵	۶/۹	۷۳/۹	۳۳/۴	۱۸/۱	۲۰/۱
	۲۵ - ۵۰	۸/۴	۳۱/۴	۸/۱	۱۱۰/۳	۱۷/۵	۳۷/۵	۳۵
	۵۰ - ۷۵	۸/۶	۳۰/۷	۹/۷	۱۲۱/۹	۲۰/۵	۳۸/۹	۳۵/۷
	۷۵ - ۱۰۰	۸/۴	۳۰/۶	۱۶/۸	۲۲۳/۵	۳۱/۹	۵۹/۱	۴۵/۳
۱۰۰	۰ - ۲۵	۸/۳	۳۲/۶	۷/۹	۵۸/۶	۳۵/۲	۱۳/۴	۱۵/۳
	۲۵ - ۵۰	۸/۴	۳۳	۹/۶	۷۴/۹	۲۴/۱	۲۳/۴	۲۴
	۵۰ - ۷۵	۸/۵	۳۱/۷	۱۰/۴	۸۸/۳	۲۰/۹	۳۰/۴	۲۹/۷
	۷۵ - ۱۰۰	۸/۴	۳۰/۷	۱۴/۵	۱۱۱/۹	۲۲/۷	۳۴	۳۱/۲

است. این مهم به علت بافت سبک خاک و املاح دو ظرفیتی محلول در آب و خاک است. همچنین با توجه به این موضوع که تغییرات بین مقادیر مختلف آب بکار رفته از نظر آماری قابل ملاحظه است، نتیجه می‌شود مقدار ۷۵ سانتیمتر آب جهت آیشویی مقدماتی اصلاح تا عمق یک متری در اراضی مذکور کافی می‌باشد. تعیین میزان دقیق آب مورد نیاز آیشویی در هر عمق خاک، از طریق منحنی‌های شوری و سدیم زدائی مقدور می‌باشد. دیلاً محاسبات ضروری به منظور ترسیم منحنی‌های شوری و سدیم زدائی خاک منطقه مورد بررسی جهت تعیین دقیق عمق آب آیشویی ارائه می‌گردد. محاسبات با اعمال مقادیر شوری اولیه و نهائی، درصد سدیم تبادلی اولیه و نهائی و همچنین شوری و کلیاتیت تعادلی، با داشتن ویژگی‌های فیزیکی خاک انجام و نتایج حاصله در جدول شماره ۸ درج گردیده است. EC و ESP تعادلی پس از شستشوی خاک با مقادیر بسیار زیاد آب آبیاری به ترتیب ۵/۵ دسی زیمنس بر متر و ۱۲/۲ درصد محاسبه گردید.

۱- AW: ارتفاع ناخالص آب بکار رفته بر حسب سانتیمتر

۲- DX: عمق لایه‌های نیمرخ خاک بر حسب سانتیمتر

۳- DLW: ارتفاع خالص آب مصرفی، این ستون با تفریق کسر رطوبت خاک از ارتفاع ناخالص آب مصرفی حاصل می‌شود

۴- DLW/DX: حاصل تقسیم ارتفاع خالص آب کاربردی بر عمق لایه‌های خاک

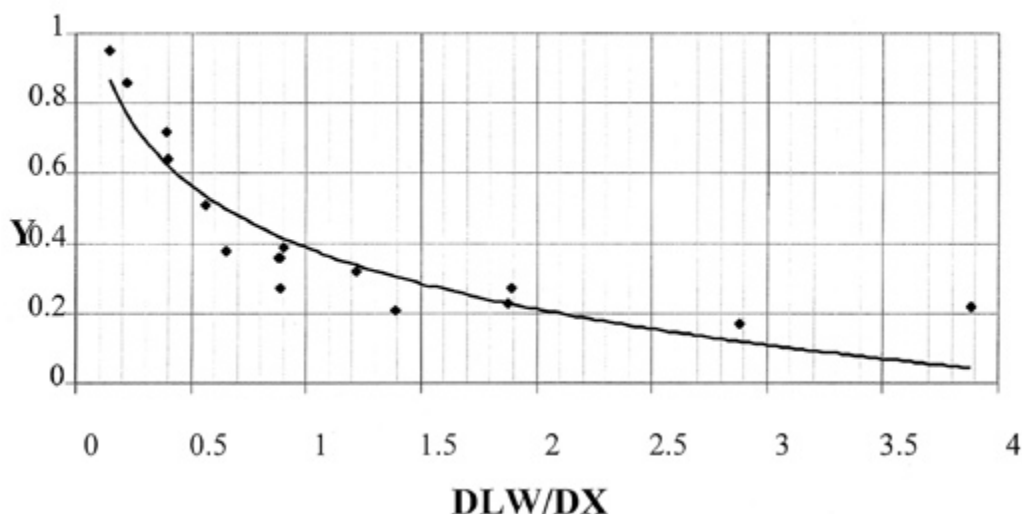
$$5- Y = (EC_f - EC_{eq} / EC_i - EC_{eq})^{1/2}$$



تصویر ۱- منطقه کویر نمک بجنستان

که بخش قابل ملاحظه‌ای از املاح محلول و متراکم شده در خاک در اثر عمل آیشویی از پروفیل خاک خارج گردد اثرات سوء سدیم تبادلی^۱ (EXNa⁺) در اکثر حالات نمودار شده و موجبات گسیختگی خاکدانه‌ها و تخریب ساختمان خاک را ضمن استمرار عملیات آیشویی فراهم می‌آورد (۲). از بررسی نتایج تجزیه خاک قبل و بعد از آیشویی ملاحظه می‌شود خاک مورد نظر روند قلیا شدن را که منجر به تخریب ساختمان فیزیکی خاک و کاهش نفوذپذیری خاک می‌گردد را در پیش نگرفته و بدون استفاده از ماده اصلاح کننده، فقط با آیشویی قابل اصلاح

منحنی شوری زدایی



منحنی شماره ۱: منحنی شوری زدائی قسمتی از اراضی حاشیه کویر بجنستان

جدول شماره ۵ - تغییرات شوری در اعماق مختلف خاک با کاربرد مقادیر مختلف آب (ارقام میانگین چهار نمونه است)

عمق خاک (cm) عمق آب آبشویی (cm)	۰-۲۵	۲۵-۵۰	۵۰-۷۵	۷۵-۱۰۰	میانگین
.	۵۴/۷	۴۲/۹	۳۳/۷	۲۵/۱	۳۹/۱
۲۵	۱۲	۴۳/۳	۴۵/۷	۴۱/۹	۳۵/۷
۵۰	۸/۱	۱۴/۱	۲۳/۸	۳۰/۸	۱۹/۲
۷۵	۶/۹	۸/۱	۹/۷	۱۶/۸	۱۰/۴
۱۰۰	۷/۹	۹/۶	۱۰/۴	۱۴/۵	۱۰/۶
میانگین ارقام پس از آبشویی	۸/۷	۱۸/۸	۲۲/۴	۲۶	

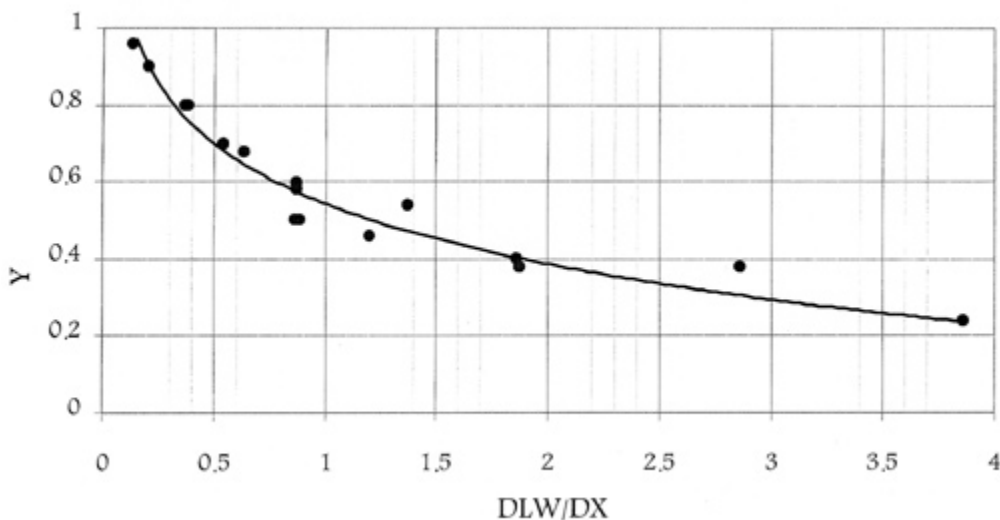
جدول شماره ۶ - تغییرات سدیم تبدیلی در اعماق مختلف خاک با کاربرد مقادیر مختلف آب (ارقام میانگین چهار نمونه است)

عمق خاک (cm) عمق آب آبشویی (cm)	۰-۲۵	۲۵-۵۰	۵۰-۷۵	۷۵-۱۰۰	میانگین
.	۷۰/۷	۶۲/۴	۶۱/۸	۴۹/۱	۶۱
۲۵	۲۶/۲	۶۶/۳	۶۸/۲	۶۲/۹	۵۵/۹
۵۰	۳۱	۳۸/۳	۵۲	۶۰/۳	۴۲/۹
۷۵	۲۰/۱	۳۵	۳۵/۷	۴۵/۳	۳۴
۱۰۰	۱۵/۳	۲۴	۲۹/۷	۳۱/۲	۲۵
میانگین ارقام پس از آبشویی	۲۰/۶	۴۰/۹	۴۶/۴	۴۹/۷	

جدول شماره ۷ - نتایج EC و ESP در اعماق مختلف خاک بر حسب مقادیر مختلف آب آبشویی

عمق خاک	۰-۲۵		۲۵-۵۰		۵۰-۷۵		۷۵-۱۰۰	
	EC	ESP	EC	ESP	EC	ESP	EC	ESP
عوامل مورد بررسی تیمار و تکرار								
E ₁	۶۲/۳	۷۴/۷	۵۱/۲	۶۲	۳۷	۶۱/۳	۲۵	۵۱
E ₂	۵۶/۷	۷۴/۴	۴۴/۱	۶۸/۳	۳۲/۳	۵۸/۱	۲۲	۵۱/۴
E ₃	۵۰/۴	۶۸/۴	۳۷	۶۷/۲	۳۳/۱	۶۶/۲	۲۷/۶	۵۸/۳
E ₄	۴۹/۶	۶۵/۲	۳۹/۴	۵۲/۱	۳۲/۳	۶۱/۵	۲۶	۳۵/۸
A ₁	۱۵/۹	۳۳/۵	۴۷/۸	۷۳/۸	۴۷/۷	۷۴	۳۶/۷	۶۱/۷
A ₂	۱۱/۲	۲۳/۹	۴۷/۹	۶۶/۸	۴۸/۷	۶۷/۲	۵۱/۸	۷۰
A ₃	۱۰/۷	۲۵/۶	۳۳/۵	۶۰/۲	۴۱/۵	۶۵/۳	۳۹/۱	۵۶/۴
A ₄	۱۰/۴	۲۱/۹	۴۳/۹	۶۴/۵	۴۴/۷	۶۶/۴	۴۰/۳	۶۳/۴
B ₁	۷	۱۸/۳	۱۳/۳	۴۳/۸	۲۵/۸	۵۱/۸	۳۰/۵	۵۹/۵
B ₂	۹/۴	۲۲/۴	۲۲	۴۸/۸	۳۳	۶۴/۷	۳۵	۶۸/۸
B ₃	۸/۶	۲۴/۱	۱۲/۵	۳۵/۷	۲۵/۷	۵۲/۲	۳۲	۵۶/۵
B ₄	۷/۴	۱۹/۴	۸/۶	۲۵	۱۰/۹	۳۹/۵	۲۵/۹	۵۶/۵
C ₁	۶/۸	۱۷/۹	۴/۴	۳۳	۹/۵	۳۲/۳	۱۲/۶	۵۲
C ₂	۶/۶	۱۷/۵	۶/۷	۳۵	۹/۲	۴۰/۵	۲۱	۴۹
C ₃	۷/۱	۱۹/۱	۱۰/۷	۳۴/۶	۱۰/۹	۳۱/۹	۲۲/۱	۴۵/۵
C ₄	۷/۲	۲۶/۱	۱۰/۷	۳۷/۵	۹/۲	۳۸/۳	۱۱/۵	۳۴
D ₁	۶/۳	۱۲/۸	۸/۶	۳۶/۲	۷	۳۹/۹	۱۲/۵	۴۶/۲۵
D ₂	۶	۱۳/۷	۸/۶	۲۱/۵	۱۹/۵	۲۵/۷	۳۱	۳۵/۲
D ₃	۱۳/۲	۲۴/۲	۱۳/۱	۱۴/۱	۵	۳۰/۵	۶/۷	۲۱/۶
D ₄	۶/۲	۱۰/۵	۸/۲	۲۴/۵	۱۰/۱	۲۲/۷	۸	۲۱/۴

منحنی سدیم زدایی



منحنی شماره ۲: منحنی سدیم زدایی قسمتی از اراضی حاشیه کویر بجنستان

پاورقی‌ها

- 1 - Acidity
- 2 - Electrical conductivity
- 3- Exchangeable sodium percentage
- 4 - Deci simens / meter
- 5 - Field capacity
- 6 - Saturation percentage
- 7 - Sodium adsorption ratio
- 8- Exchange sodium
- 9 - Statgraf package

منابع مورد استفاده

- ۱- آل یاسین، احمد. ۱۳۷۴، رودخانه‌ها در قلمرو منابع آب و خاک و توسعه پایدار، مجله آب، خاک، ماشین شماره ۹ ص ۳۴-۳۶
- ۲- پذیرا، ابراهیم. ۱۳۷۴، گرایش منابع فیزیکی تولید به شوری. مجله آب، خاک، ماشین شماره ۸ ص ۳۵-۳۸
- ۳- تک جم خراسان، مهندسین مشاور، ۱۳۷۳. طرح جامع مدیریت منابع طبیعی بجنستان، طرح تشریحی پارسل ۳ ص ۱۰-۲۰
- 4- Biggar. J.W. and Nielson. D.R.1967. Misible displacement and

جذر نسبت هدایت الکتریکی نهائی (ECf) به هدایت الکتریکی اولیه (ECi)، میزان هدایت الکتریکی تعادلی (ECeq) از صورت و مخرج کسر تفریق می‌گردد.

$$6- Y = (ESPf - ESPEq / ESPi - ESPEq)^{1/2}$$

جذر نسبت درصد سدیم تبادلی نهائی (ESPf) به درصد سدیم تبادلی اولیه (ESPi)، میزان درصد سدیم تبادلی تعادلی (ESPEq) از صورت و مخرج کسر تفریق می‌گردد.

با استفاده از برنامه رایانه ای برازش و ستون‌های ۴ و ۵ جدول شماره ۸ بر روی محور مختصات منحنی شوری زدائی (منحنی شماره ۱) و ستون‌های ۴ و ۶ جدول مذکور منحنی سدیم زدائی (منحنی شماره ۲) ترسیم گردیده است.

فرمول منحنی‌های شوری و سدیم زدائی به ترتیب معادلات زیر است.

$$Y = 0/355 - 0/304 \ln X$$

$$Y = 0/562 - 0/108 \ln X$$

تشکر و قدردانی

در پایان بر خود لازم می‌دانم از زحمات سرکار خانم دکتر شهلا محمودی و آقایان دکتر ابراهیم پذیرا، مهندس هوشیدر صدیق که در انجام آزمایش راهنمای و همکاری داشته‌اند تشکر و قدردانی نمایم.

جدول شماره ۸- اطلاعات و ارقام آبشویی برای ترسیم منحنی های شوری و سدیم زدائی

(۱) AW	(۲) DX	(۳) DLW	(۴) DLW/DX	(۵) Y sqrt of EC	(۶) Y sqrt of ESP
۲۵	۰-۲۵	۲۲/۱۴	۰/۸۸	۰/۳۶	۰/۴۹
	۰-۵۰	۱۹/۳۷	۰/۳۹	۰/۷۲	۰/۷۹
	۰-۷۵	۱۶/۹۱	۰/۲۲	۰/۸۶	۰/۸۹
	۰-۱۰۰	۱۴/۸۱	۰/۱۵	۰/۹۵	۰/۹۵
۵۰	۰-۲۵	۴۷/۱۴	۱/۸۸	۰/۲۳	۰/۳۹
	۰-۵۰	۴۴/۳۷	۰/۸۹	۰/۳۶	۰/۵۷
	۰-۷۵	۴۱/۹۱	۰/۵۶	۰/۵۱	۰/۶۹
	۰-۱۰۰	۳۹/۸۱	۰/۴	۰/۶۴	۰/۷۹
۷۵	۰-۲۵	۷۲/۱۴	۲/۸۸	۰/۱۷	۰/۳۷
	۰-۵۰	۶۹/۳۷	۱/۳۹	۰/۲۱	۰/۵۳
	۰-۷۵	۶۶/۹۱	۰/۸۹	۰/۲۷	۰/۵۹
	۰-۱۰۰	۶۴/۸۱	۰/۶۵	۰/۳۸	۰/۶۷
۱۰۰	۰-۲۵	۹۷/۱۴	۳/۸۸	۰/۲۲	۰/۲۳
	۰-۵۰	۹۴/۳۷	۱/۸۹	۰/۲۷	۰/۳۷
	۰-۷۵	۹۱/۹۱	۱/۲۲	۰/۳۲	۰/۴۵
	۰-۱۰۰	۸۹/۸۱	۰/۹۰	۰/۳۹	۰/۴۹

ESP_{eq} = ۱۲/۲

EC_{eq} = ۵/۵

A.S.C.E;15:1115-1117.

7- Raj,M.and Nath,j.1980. Leaching of salts as modified by soil texture and quality of leaching water. Trans.Isdt. and Ucds5: 54-59

8- Reeve,M. and R.C. pillsbury, A.F. and wilcox, L.V. 1955. Reclamation of a saline and high boron soil in the coachella valley of California. Univ. Calif. Hilgardia,24:69-91.

leaching phenomena. In. Irrigation of agricultural lands. Agronomy 11.254-274

5- Gardner, W.R. and Fireman.M.1958. Laboratory studies of evaporation from soil columns in the presence of a water table. Soil; 5:244-249

6- Oster,J.D,D; Willardson, L.S. and Hoffman. G.J. 1972. Sprinkling and ponding techniques for reclaiming saline soils. Trans.

