

# بررسی اثر شخم در بازده آبشویی خاکهای شور و سنگین بافت دشت تبریز

عباس کریمی

عضو هیأت علمی گروه خاکشناسی دانشگاه تبریز

تاریخ پذیرش مقاله ۷۶/۴/۱۱

## چکیده

عملیات آبشویی در اراضی شور دشت تبریز (قم تپه صوفیان) انجام یافت. اهدافی که در این کار تحقیقاتی دنبال شد عبارت بودند از:

۱- کوتاه نمودن مدت زمان آبشویی در اصلاح خاکهای شور با بافت سنگین ۲- صرفه جویی در آب به دلیل محدود بودن منابع آبهای شیرین در کشورمان ۳- زیر کشت بردن اراضی اصلاح شده و برداشت محصول در حد قابل قبول. برای این منظور زمینی به مساحت یک هکتار از اراضی شور را بعد از تسطیح به سه قسمت تقسیم نمودیم. قسمت اول شخم عادی به عمق ۲۵ الی ۳۰ سانتیمتر (واریانت اول)، قسمت دوم شخم عمیق به عمق ۴۵ الی ۵۰ سانتیمتر (واریانت دوم) و قسمت سوم با استفاده از Subsoiler به عمق ۷۵ الی ۸۰ سانتیمتر نرم گردید. (واریانت سوم). با در نظر گرفتن خصوصیات فیزیکی خاکهای منطقه کانال زهکشی به عمق ۲ متر حفر گردید. کمیت آب آبشویی از فرمول والایف و با در نظر گرفتن ضریب نمک زدایی خاک محاسبه گردید. آبشویی هر کدام از واریانت‌های سه گانه سه بار و هر بار با ۳۰۰۰ متر مکعب در هکتار آب انجام یافت. شاخصهای کیفیت آب آبشویی شامل pH، EC، TDS، کاتیون‌ها و آنیون‌های محلول تعیین؛ روابط یونی مانند SAR و RSC محاسبه گردید. همین آزمایشات در مورد خاک هر سه واریانت با حفر پروفیل‌های خاک تا عمق ۱۵۰ سانتیمتر و نمونه برداری از آنها در سه تکرار انجام یافت. با استفاده از رابطه کاپون تأثیر SAR آب آبشویی بر ESP خاک مشخص گردید. مقدار آبی که بعد از هر بار آبشویی از واریانت‌های سه گانه به کانال زهکش منتقل شده بود اندازه گیری و با تجزیه آب زهکش ترکیب و مقدار نمکهای موجود در آن مشخص گردید. با حفر چاههای پیزومتر در واریانت‌های سه گانه تغییرات عمق آبهای زیرزمینی و همچنین دینامیک نمکها در این آبهای مراحل مختلف آبشویی تعیین گردید. برای جلوگیری از خطاهای احتمالی در تجزیه و محاسبات، اقدام به تعیین بالانس آب و نمک شد. عوامل افزاینده به آب آبشویی مانند نزولات جوی و پارامترهایی که موجب کاهش آب آبشویی می‌شد (آب مصرفی جهت رساندن رطوبت خاک به حد FC)، اجزاء بالانس آب را تشکیل می‌داد. بالانس نمک در خاک نیز به ترتیب فوق انجام یافت. بعد از خاتمه عملیات آبشویی درصد نمکهای خاک در عمق عمومی ۱۰۰-۰ سانتیمتری در واریانت اول از ۲/۴۳ به ۱/۴۷ در واریانت دوم از ۲/۲۰ به ۱/۱۴ و در واریانت سوم از ۲/۲۰ به ۰/۳۸ تقلیل یافت. ارقام فوق مشخص نمود که در واریانت اول با ایجاد شخم عادی و آبشویی موفق به اصلاح خاک در زمان محدود نشده، در واریانت دوم نصف نمکهای خاک شسته شده و در واریانت سوم نمکهای خاک به حدی رسیده که مشکلی برای رشد گیاهان ایجاد نمی‌نماید. زمان لازم برای آبشویی به ترتیب ۱۴۶، ۹۵، ۵۸ روز در واریانت‌های سه گانه بوده است.

واژه های کلیدی: اثر شخم در بازده باز شویی خاکها و خاکهای شور و سنگین

## مقدمه

مشکلاتی که شوری خاک از نظر محدودیت برای رشد گیاهان ایجاد می‌نماید مسئله‌ای است که بشر سالیان دراز با آن مواجه بوده، مخصوصاً در قرن اخیر یعنی مقارن با زمانی که انسان برای تأمین مواد غذایی نیاز مبرم به زمین‌های زراعی پیدا نمود، اهمیت زمین‌های زراعی و مصون نگه داشتن آنها از خطرات شوری ثانویه بطور جدی نمایان شد (۱).

جمعیت دنیا به سرعت رو به فزونی بوده به طوری که در یک صد سال اخیر به دو برابر افزایش یافته است. رشد سریع جمعیت متأسفانه اغلب در ممالک در حال توسعه به چشم می‌خورد که بیش از پنجاه درصد آنها با کمبود مواد غذایی دست به گریبانند (۶). البته زمین‌های کافی برای زیست و تأمین مواد غذایی در اکثر چنین ممالکی وجود دارد که با تکنیک‌های پیشرفته کشاورزی و جلوگیری از شوری خاک و اصلاح آنها می‌توان این مشکل را حل نمود.

طبق آمارهای رسمی ۲۴ میلیون هکتار از اراضی کشورمان یعنی ۱۷٪ آنها را خاک‌های شور تشکیل می‌دهند (۱۲).

وسعت و پراکنش خاک‌های شور در کشورمان ضرورت اصلاح آنها را از یکسو و جلوگیری از گسترش شور شدن اراضی را از طرف دیگر حائز اهمیت می‌نماید. هر چند که در زمینه اصلاح خاک‌های شور به طریقه آبخوئی توسط محققین کشورمان تحقیقات ارزنده‌ای صورت گرفته (۲) لیکن اصلاح خاک‌های شور با بافت سنگین چندان مورد توجه قرار نگرفته است. اصلاح چنین خاک‌هایی برخلاف خاک‌های سبک بافت قدری مشکل بوده لذا متدهایی که بتواند در مدت زمان کم و صرفه جوئی در آب شیرین نمکها را از خاک‌های شور سنگین بافت دفع نماید از اهمیت علمی و پراکتیکی بالائی برخوردار خواهد بود.

پژوهش انجام یافته در زمینه اصلاح خاک‌های شور سنگین بافت می‌باشد که با توجه به نتایج مثبت آن می‌توان در اراضی وسیع با شرایط فیزیکی مشابه به مورد اجرا گذاشت.

## مواد و روشها

عملیات زهکشی و شستشوی خاک در قسمت شمالی دشت تبریز در منطقه قم تپه صوفیان انجام گرفت. برای این منظور زمینی به مساحت یک هکتار انتخاب و پس از انجام کارهای مقدماتی مانند

تسطیح آن را به سه قسمت تقسیم نمودیم. قسمت اول شخم عادی به عمق ۲۵ الی ۳۰ سانتیمتر (واریانت اول)، قسمت دوم شخم عمیق به عمق ۴۵ الی ۵۰ سانتیمتر (واریانت دوم) و قسمت سوم به وسیله تراکتور کاتریلار و با استفاده از Subsoiler به عمق ۷۵ الی ۸۰ سانتیمتر نرم گردید. (واریانت سوم). واریانت‌های سه گانه به کرت‌های آزمایشی تقسیم و توسط پشته از هم تفکیک گردیدند. آب آبخوئی از چاه عمیق تأمین و در استخری تجمع می‌یافت. با در نظر گرفتن خصوصیات فیزیکی خاک‌های منطقه کانال زهکشی به عمق ۲ متر در امتداد قطعه زمین انتخابی حفر گردید (۵). با تعبیه نمودن الکتروپمپی در انتهای کانال زهکش آب تجمع یافته در آن به جوی‌های طبیعی منتقل و از آن جا به دریاچه ارومیه هدایت شد. برای تعیین حجم آب انتقال یافته به کرت‌های آزمایشی و دفع شده از کانال زهکش از ظروف ۳۰ لیتری استفاده شد. زمان پر شدن آنها در سه تکرار با کرنومتر تعیین گردید. قبل از آغاز عملیات آبخوئی ۹ پروفیل از سه واریانت به عمق ۱/۵ متر حفر و نمونه‌های خاک جهت آنالیز از اعماق مختلف انتخاب و در پایان هر مرحله آبخوئی و بعد از رسیدن رطوبت خاک به حد ظرفیت مزرعه‌ای این عمل تکرار گردید. آزمایشات شیمیائی شامل pH، EC و TDS کاتیون‌ها و آنیون‌های محلول در خاک و آب آبخوئی و همچنین کاتیون‌های قابل تبادل درصد کربنات‌ها و هوموس و روابط یونی مانند SAR و ESP در خاک محاسبه شد (۳). با استفاده از رابطه گاپون تأثیر SAR آب آبخوئی بر ESP خاک مشخص گردید (۴). جداول ۱ و ۲ و ۳ تعیین کمیت یونها را که بوسیله دستگاه اتمیک ابزوریشن انجام یافته نشان می‌دهد. اندازه گیری EC به وسیله دستگاه الکتروکنداکتیویته متر با اعمال ضریب تصحیح دما و تعیین pH توسط pH متر انجام گرفت. از خصوصیات فیزیکی خاکها تعیین دانه‌بندی به طریقه هیدرومتری و تراوش‌پذیری به وسیله دوبل رینگ به روش برتراند صورت گرفت (۸ و ۷).

کمیت آب آبخوئی را با استفاده از فرمول والابیف،  

$$N = \alpha \log \frac{Cu}{Co}$$
 محاسبه نمودیم. در رابطه فوق N کمیت آب آبخوئی،  $\alpha$  ضریب نمک زدائی خاک، Cu و Co به ترتیب درصد نمکها قبل و بعد از آبخوئی در خاک است.

مقدار  $\alpha$  یا ضریب نمک زدائی خاک با توجه به بافت و تیپ نمک‌های مختلف خاک بین یک تا ۵ تغییر می‌نماید (۵ و ۱۰).

جدول ۱- تغییرات نمکهای محلول، EC و کاتیونها و آنیونهای محلول خاک بعد از سه بار آبشویی در واریانت یک

قبل از آبشویی

Before leaching

عمق Cm	EC dsm <sup>-1</sup> ۱:۵	EC <sub>e</sub> dsm <sup>-1</sup>	TDS درصد	meq/L							
				K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Mg <sup>++</sup>	Ca <sup>++</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Cl <sup>-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>
۰-۲۵	۶/۴۵	۲۸/۵	۲/۱۶۰	۳/۳	۲۹۵	۳۰	۳۰	۵۷/۵	۲۹۰	۳/۴	.
۲۵-۵۰	۷/۷۳	۳۱/۲۰	۲/۵۷۸	۲/۳	۳۰۴	۴۰	۲۸	۹۳/۳	۲۶۵	۲	.
۵۰-۷۵	۷/۲۳	۳۰/۷۵	۲/۳۲۸	۲/۴	۲۹۸	۴۰	۲۶	۹۱/۰	۲۶۳	۲	.
۷۵-۱۰۰	۷/۸۲	۳۳/۲۵	۲/۶۷۲	۲/۵	۳۱۰	۴۱	۲۸/۵	۹۸/۵	۲۷۱	۲/۳	.

بعد از اولین آبشویی با ۳۰۰۰ m<sup>3</sup>/ha

With applying 3000m<sup>3</sup>/ha of water

۰-۲۵	۳/۷۲	۲۰/۰	۱/۳۰	۳/۶	۲۳۳	۱۸	۲۲	۱۱۹	۱۵۸	۳/۶	.
۲۵-۵۰	۵/۱۶	۲۵/۳	۱/۷۸	۴/۵	۳۰۰	۲۲	۳۴	۱۶۸	۱۸۰	۲/۷	.
۵۰-۷۵	۸/۳۷	۳۹/۵	۲/۹۸	۶/۴	۴۱۱	۴۶	۴۰	۱۴۸	۳۳۰	۲/۲	.
۷۵-۱۰۰	۹/۱۸	۳۹/۱	۳/۲۳	۶/۸	۴۳۲	۵۲	۴۶	۱۶۳	۳۶۵	۳/۲	.

بعد از دومین آبشویی با ۶۰۰۰ m<sup>3</sup>/ha

With applying 6000m<sup>3</sup>/ha of water

۰-۲۵	۲/۵۸	۸/۸۹	۰/۸۲	۲/۷	۱۲۷	۱۲	۱۸	۸۵	۷۲	۲/۸	.
۲۵-۵۰	۳/۲۰	۱۳/۵	۱/۲۳	۳/۲	۲۲۴	۱۴	۲۱	۱۲۴	۱۳۶	۲/۹	.
۵۰-۷۵	۶/۱۲	۲۴/۵۵	۲/۱۸	۵/۳	۳۱۵	۲۶	۲۳	۱۶۵	۲۰۰	۲/۹	.
۷۵-۱۰۰	۸/۷۰	۳۷/۲۳	۳/۰۲	۵/۷	۴۲۰	۴۲	۳۸	۱۸۱	۳۲۰	۳/۱	.

بعد از سومین آبشویی با ۹۰۰۰ m<sup>3</sup>/ha

With applying 9000m<sup>3</sup>/ha of water

۰-۲۵	۲/۱۴	۷/۳۹	۰/۶۸	۲/۲	۱۱۰	۱۱/۵	۱۳/۵	۷۶	۵۹	۲/۵	.
۲۵-۵۰	۲/۷۷	۱۰/۳۴	۰/۹۵	۲/۵	۱۷۸	۱۰	۱۲	۱۱۵	۸۵	۲/۷	.
۵۰-۷۵	۴/۸۷	۱۸/۸۵	۱/۷۲	۴/۵	۲۵۲	۱۷	۱۵	۱۲۵	۱۶۱	۲/۹	.
۷۵-۱۰۰	۷/۳۱	۲۹/۱۲	۲/۵۴	۵/۲	۳۶۲	۳۲	۲۶	۱۷۰	۲۵۲	۳/۰	.

جدول ۲- درصد نمکهای محلول، EC و کاتیونها و آنیونهای محلول خاک بعد از سه بار آبشویی در واردانت دوم

قبل از آبشویی

Before leaching

عمق Cm	EC dsm <sup>-1</sup> ۱:۵	EC <sub>e</sub> dsm <sup>-1</sup>	TDS درصد	meq/L							
				K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Mg <sup>++</sup>	Ca <sup>++</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Cl <sup>-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>
۰-۲۵	۷/۸۵	۳۴/۷	۲/۹۴	۲/۳	۴۰۲	۴۸	۴۰	۲۳/۰	۴۶۵	۲/۰	.
۲۵-۵۰	۷/۳۳	۳۲/۱	۲/۴۵	۲/۳	۳۹۵	۴۵	۳۸	۲۷/۰	۴۴۸	۲/۵	.
۵۰-۷۵	۶/۷۳	۲۸/۴	۲/۱۶	۲/۲	۲۸۵	۳۵	۳۱	۲۲/۰	۳۳۱	۲/۶	.
۷۵-۱۰۰	۴/۶۱	۲۲/۸	۱/۲۶	۲/۰	۲۰۷	۸	۱۸	۹/۵	۲۱۵	۲/۸	.

بعد از اولین آبشویی با ۳۰۰۰ m<sup>3</sup>/ha

With applying 3000m<sup>3</sup>/ha of water

۰-۲۵	۱/۷۲	۵/۶۰	۰/۵۶	۲/۶	۴۲	۱۲	۳۰	۷۳	۱۰	۳/۲	.
۲۵-۵۰	۴/۱۱	۲۰/۳۶	۱/۳۳	۳/۵	۱۵۰	۳۲	۴۰	۸۲	۱۴۵	۲/۴	.
۵۰-۷۵	۷/۴۶	۳۶/۰۳	۲/۷۲	۵/۴	۴۳۶	۸۶	۴۸	۱۴۰	۴۳۰	۲/۲	.
۷۵-۱۰۰	۷/۲۵	۳۰/۷۰	۲/۳۲	۴/۵	۲۸۶	۴۵	۳۵	۹۸	۲۶۷	۲/۷	.

بعد از دومین آبشویی با ۶۰۰۰ m<sup>3</sup>/ha

With applying 6000m<sup>3</sup>/ha of water

۰-۲۵	۱/۵۳	۵/۱۴	۰/۴۵	۲/۱	۳۵	۱۴	۲۱	۶۰	۱۵	۳/۲	.
۲۵-۵۰	۳/۰۱	۱۰/۴۱	۰/۷۶	۲/۵	۱۲۲	۱۷	۲۳	۵۴	۱۰۷	۲/۶	.
۵۰-۷۵	۵/۳۰	۲۰/۳۴	۱/۷۶	۳/۵	۳۱۰	۳۲	۲۸	۱۴۳	۲۳۰	۲/۶	.
۷۵-۱۰۰	۷/۳۱	۲۹/۰۲	۲/۳۰	۴/۱	۲۹۶	۳۶	۳۰	۱۱۲	۲۵۴	۲/۷	.

بعد از سومین آبشویی با ۹۰۰۰ m<sup>3</sup>/ha

With applying 9000m<sup>3</sup>/ha of water

۰-۲۵	۱/۳۹	۴/۶۸	۰/۴۱	۲/۰	۳۲	۱۲	۱۹	۳۹	۲۳	۳/۳	.
۲۵-۵۰	۲/۴۵	۸/۵۰	۰/۶۵	۲/۴	۱۰۳	۱۰	۱۷	۴۹	۸۱	۲/۶	.
۵۰-۷۵	۳/۸۶	۱۴/۸۲	۱/۳۶	۳/۳	۲۴۹	۲۰	۱۸	۹۲	۱۹۵	۲/۷	.
۷۵-۱۰۰	۵/۴۳	۲۳/۹۴	۲/۱۵	۳/۸	۲۸۱	۳۲	۲۶	۸۴	۲۵۶	۲/۵	.

جدول ۳- درصد نمکهای محلول، EC و کاتیونها و آنیونهای محلول خاک بعد از سه بار آبشویی در واریانت سوم

قبل از آبشویی

Before leaching

عمق Cm	EC dsm <sup>-1</sup> ۱:۵	EC <sub>e</sub> dsm <sup>-1</sup>	TDS درصد	meq/L							
				K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Mg <sup>++</sup>	Ca <sup>++</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Cl <sup>-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>
۰-۲۵	۶/۲۳	۲۸/۶	۲/۱۵	۳/۳	۳۰۴	۲۶	۴۰	۲۴	۳۵۰	۲/۲	.
۲۵-۵۰	۶/۳۵	۲۹/۱	۲/۲۰	۳/۲	۳۱۱	۲۷	۴۲	۲۲	۳۶۱	۲/۴	.
۵۰-۷۵	۷/۶۰	۳۸/۰	۲/۷۰	۲/۷	۳۸۰	۶۲	۴۲	۴۴	۴۳۰	۲/۶	.
۷۵-۱۰۰	۵/۷۳	۲۸/۵	۱/۷۷	۲/۵	۲۵۳	۴۱	۲۲	۵۸	۲۵۸	۲/۱	.

بعد از اولین آبشویی با ۳۰۰۰ m<sup>3</sup>/ha

With applying 3000m<sup>3</sup>/ha of water

۰-۲۵	۱/۹۸	۶/۶۲	۰/۵۸	۲/۶	۵۹	۱۰	۲۲	۲۰	۷۲	۲/۱	.
۲۵-۵۰	۲/۹۳	۱۱/۹۲	۱/۱۲	۲/۰	۱۲۴	۱۱	۳۰	۱۸	۱۴۷	۲/۲	.
۵۰-۷۵	۴/۸۵	۱۹/۳۸	۱/۷۲	۲/۱	۲۰۱	۳۰	۲۸/۵	۳۳	۲۲۶	۲/۴	.
۷۵-۱۰۰	۴/۶۵	۱۸/۶۰	۱/۶۵	۲/۱	۱۹۳	۲۹	۲۷/۳	۴۲	۲۰۷	۲/۴	.

بعد از دومین آبشویی با ۶۰۰۰ m<sup>3</sup>/ha

With applying 6000m<sup>3</sup>/ha of water

۰-۲۵	۱/۰۹	۳/۶۵	۰/۳۲	۲/۰	۳۷	۵	۸	۱۹	۳۱	۲/۰	.
۲۵-۵۰	۱/۹۷	۶/۶۱	۰/۵۸	۲/۱	۶۹	۵	۶	۱۷	۶۳	۲/۱	.
۵۰-۷۵	۲/۷۴	۹/۲۱	۰/۸۰	۲/۲	۸۷	۶	۷	۲۸	۷۲	۲/۳	.
۷۵-۱۰۰	۳/۹۳	۱۳/۲۲	۱/۱۵	۲/۳	۱۲۹	۱۰	۱۳	۳۷	۱۱۵	۲/۴	.

بعد از سومین آبشویی با ۹۰۰۰ m<sup>3</sup>/ha

With applying 9000m<sup>3</sup>/ha of water

۰-۲۵	۰/۷۵	۲/۵۰	۰/۲۲	۱/۸	۲۷	۳	۵	۱۳	۲۲	۱/۶	.
۲۵-۵۰	۰/۹۵	۳/۱۸	۰/۲۸	۲/۰	۳۹	۲	۳	۱۴	۳۰	۱/۸	.
۵۰-۷۵	۱/۵۲	۵/۱۱	۰/۴۵	۲/۰	۶۵	۳	۴	۲۳	۴۹	۲/۰	.
۷۵-۱۰۰	۱/۹۲	۶/۴۷	۰/۵۷	۲/۱	۷۸	۴	۶	۲۸	۶۰	۲/۲	.

تعیین گردید (جدول ۴).

### نتایج و بحث

هرچند که آبشویی خاکهای شور در تقلیل نمکهای آنها نقش اساسی می‌تواند داشته باشد لذا با ایجاد شخم به عمق‌های مختلف تغییرات وسیعی در کاهش املاح خاکها می‌توان به وجود آورد که بررسی آنها حائز اهمیت است. اینک به بررسی تغییرات نمکها در واریانت‌های سه گانه می‌پردازیم.

۱- در واریانت یک (شاهد) مقدار نمکهای محلول خاک در عمق ۰-۲۵ سانتیمتری قبل از آبشویی ۲/۱۶ درصد بوده که بعد از اولین آبشویی یعنی استفاده از ۳۰۰۰ متر مکعب در هکتار به ۱/۳ درصد و بعد از دومین آبشویی به ۰/۸۲ درصد و پس از سومین آبشویی به ۰/۶۸ درصد کاهش می‌یابد. EC گِل اشباع خاک قبل از آبشویی ۲۸/۵ دسی‌زیمنس بر متر بوده که بعد از ۳ بار آبشویی (هر بار ۳۰۰۰ متر مکعب در هکتار) به ترتیب به ۲۰/۰۰، ۸/۸۹ و ۷/۳۹ تقلیل می‌یابد (جدول ۱).

۲- در واریانت دوم که شخم عمیق ایجاد گردیده در عمق

با در نظر گرفتن بافت سنگین خاکهای دشت تبریز (متجاوز از ۷۰٪ رس) و تیپ نمکها که کلریدی، سولفاتی بوده، مقدار  $\alpha$  برای خاکهای شور و سنگین بافت دشت تبریز ۵ تعیین گردید. مقدار TDS خاک قبل از آبشویی  $Cu = 2/1$  و  $Co$  یا کمیتی از نمکهای محلول که آسیب برای رشد گیاهان نمی‌رساند ۰/۲۵ درصد در نظر گرفته شد. مقدار N باتوجه به پارامترهای فوق ۴۹۰۰۰ متر مکعب در هکتار محاسبه گردید. مصرف این مقدار آب آبشویی مغایر با اهداف تحقیقاتی ما بود (۵). در کار پژوهشی انجام یافته ما تلاش نمودیم با تغییر  $\alpha$  یعنی نرم نمودن عمیق خاک کمیت N را کاهش دهیم. جهت بررسی امکان نمک زدائی خاک با آب کم و در مدت زمان کوتاه عملیات آبشویی طی سه مرحله و هر بار با ۳۰۰۰ متر مکعب در هکتار و جمعاً از ۹۰۰۰ متر مکعب در هکتار استفاده شد. این عمل از ۲۵ مهرماه سال ۷۳ آغاز و در اسفند همان سال به پایان رسید. بعد از هر بار آبشویی کمیت آب انتقال یافته و نیز مقدار نمکهای منتقل شده به کانال زهکش مشخص گردید. با حفر چاههای پیزومتر در واریانت‌های سه گانه تغییرات عمق آبهای زیرزمینی و همچنین تغییرات مقدار نمک در این آبها در مراحل مختلف آبشویی

جدول ۴- تغییرات pH، SAR، ESP و بافت خاکهای منطقه تحقیقاتی در افق‌های مختلف خاک

عمق به Cm	pH	SAR meq/L <sup>1/2</sup>	ESP					
			رس	سیلت	شن	کربنات درصد	ماده آلی	
۰-۲۵	۷/۸	۵۴	۵۸	۱۸	۲۴	۲۰	۰/۷	۱۷/۷
۷۵-۱۰۰	۷/۹	۵۲/۶	۶۱	۱۹	۲۰	۲۲	۰/۲	۲۳/۲
واریانت اول بعد از ۳ بار آبشویی با ۹۰۰۰ m <sup>3</sup> /ha			Treatment No.1-With applying 9000m <sup>3</sup> /ha of water					
۰-۲۵	۸/۴	۳۱/۲	۵۵	۱۷	۲۸	۱۶	۰/۵	۲۰/۱
۷۵-۱۰۰	۸/۳	۶۷/۳	۶۴	۱۹	۱۷	۲۷	۰	۲۵/۲
واریانت سوم بعد از ۳ بار آبشویی			Treatment No.3-before leaching					
۰-۲۵	۷/۶	۵۳	۵۷	۱۸	۲۵	۲۶	۰/۵	۱۸/۵
۷۵-۱۰۰	۷/۷	۴۵	۶۱	۱۸	۲۱	۲۲	۰	۱۵/۳
واریانت سوم بعد از ۳ بار آبشویی با ۹۰۰۰ m <sup>3</sup> /ha			Treatment No.1-With applying 9000m <sup>3</sup> /ha of water					
۰-۲۵	۸/۴	۱۳/۵	۵۰	۱۷	۳۳	۱۷	۰/۴	۲۰/۲
۷۵-۱۰۰	۸/۵	۳۵	۶۸	۲۲	۱۰	۳۸	۰/۱	۱۷/۵

واریانت اول بوده و در افق‌های زیرین نیز بخش زیادی از نمک‌های محلول به کانال زهکش منتقل گردیده است.

در واریانت سوم بعد از اتمام عملیات آبشویی در افق‌های سطحی نمک‌ها بطور قابل ملاحظه‌ای کاهش یافته و به ۰/۲۲ درصد رسیده است. تقلیل نمک‌ها تا این حد عاملی برای باز دارندگی رشد گیاهان محسوب نمی‌شود (۹). در افق‌های زیرین نیز به علت نفوذ بهتر آب نمک‌های محلول در حد مطلوبی شسته شده و در عمق ۷۵-۱۰۰ سانتیمتری مقدار آنها به ۰/۵۷ درصد رسیده است.

بخش اعظم نمک‌های محلول به کانال زهکش منتقل گردیده است. از تغییرات شیمیائی دیگری که در اثر آبشویی در خاکهای منطقه مورد تحقیقاتی ایجاد شده تغییرات SAR و ESP خاک است (۳). مقدار SAR در واریانت اول قبل از آبشویی ۵۴ بوده که بعد از آبشویی به ۳۱/۲ کاهش یافته ولی در عمق ۷۵-۱۰۰ سانتیمتری به دلیل شستشوی یون‌های سدیم محلول از سطح خاک و انباشتگی در افق‌های زیرین SAR افزایش نشان می‌دهد (۱۱). مقدار SAR در افق ۰-۲۵ سانتیمتری واریانت سوم بعد از آبشویی بطور قابل ملاحظه‌ای کاهش یافته و از ۵۳ به ۱۳/۵ رسیده است. در عمق ۷۵-۱۰۰ سانتیمتری تقلیل SAR به اندازه افق‌های سطحی نبوده و از ۴۵ به ۳۵ رسیده است (جدول ۴). در واریانت سوم که قابلیت نفوذ پذیری خاک بطور چشمگیری افزایش داشته شستشوی خاک بطور کامل انجام گرفته و بخش زیادی از یون‌های سدیم که به صورت کلرید سدیم کاملاً محلول در خاک بوده از افق‌های سطحی خاک شسته شده است.

مقدار ESP در واریانت اول قبل از آبشویی در افق ۰-۲۵ سانتیمتری ۱۷/۷ بوده که بعد از سه بار آبشویی به ۲۰/۱ افزایش یافته است. در عمق ۷۵-۱۰۰ سانتیمتری مقدار ESP از ۲۳/۳ به ۲۵/۲ فزونی داشته است. هرچند که یکی از شاخصهای قلیائیت خاک بالا بودن ESP آن است لیکن خصلت قلیائیت را باید علت سدیمی شدن دانست نه معلول آن یعنی هر خاک سدیمی الزاماً قلیائی نیست (۴). اگر چنانچه یون سدیم با بنیان اسیدی قوی مانند کلرید یا سولفات همراه باشد pH نمک تولید شده در حد خنثی خواهد بود. به نظر می‌رسد که در خاکهای مورد تحقیقاتی بخش کمی از سدیم قابل تبادل وارد محلول خاک شده است و تغییرات بطنی pH خاک، ناشی از این امر بوده است. علی‌الرغم اینکه ESP خاکهای منطقه

۰-۲۵ سانتیمتری مقدار نمک‌های محلول خاک قبل از آبشویی ۲/۹۴ درصد بوده که بعد از آبشویی اول به ۰/۵۶ درصد و پس از دومین و سومین آبشویی به ترتیب ۰/۴۵ و ۰/۴۱ درصد تقلیل می‌یابد. کاهش EC در این عمق در گل اشباع خاک از ۳۴/۷ به ۵/۶ دسی‌زیمنس بر متر پس از اولین آبشویی می‌رسد. بعد از دومین و سومین آبشویی به ترتیب به ۵/۱۴ و ۴/۶۸ دسی‌زیمنس بر متر تقلیل می‌یابد (جدول ۲).

۳- در واریانت سوم که عمل نرم نمودن خاک تا عمق ۸۰ سانتیمتر انجام یافته، مقدار نمک‌های محلول خاک در عمق ۰-۲۵ سانتیمتری قبل از آبشویی ۲/۱۵ درصد بوده که بعد از ۳ بار آبشویی به ترتیب به ۰/۵۸، ۰/۳۲ و ۰/۲۲ درصد کاهش می‌یابد.

EC کل اشباع خاک در این واریانت که قبل از آبشویی ۲۸/۶ دسی‌زیمنس بر متر بوده بعد از مراحل سه گانه آبشویی به ترتیب به ۶/۶۲، ۳/۶۵ و ۲/۵ دسی‌زیمنس بر متر رسیده است (جدول ۳).

مقایسه جداول ۱ و ۲ و ۳ تأثیر شخم با عمق‌های مختلف را در تقلیل نمک‌های محلول خاک نشان می‌دهد. کاهش نمک در واریانت‌های دوم و سوم قابل توجه می‌باشد. با اینکه در هر سه واریانت از مقدار آب آبشویی یکسانی استفاده شده است، تغییرات نمک در طول پروفیل خاک یکسان نیست. در واریانت اول درصد نمک‌ها در عمق‌های پایین‌تر بعد از یک بار آبشویی افزایش داشته بطوریکه از ۲/۶۷ به ۳/۲۳ درصد می‌رسد. چنین افزایشی تحت تأثیر شستشوی نمک‌ها از سطح خاک و انتقال به افق‌های زیرین تبیین می‌شود. در صورتیکه در واریانت سوم نمک‌ها بعد از انتقال به افق‌های زیرین خاک به کانال زهکش منتقل شده است.

مقایسه تغییرات مقدار نمک‌ها بعد از مجموع سه بار آبشویی (با ۹۰۰۰ متر مکعب در هکتار) در عمق ۷۵-۱۰۰ سانتیمتری مشخص می‌نماید که در واریانت اول مقدار نمک‌ها از ۲/۶۷ به ۲/۵۴ درصد، در واریانت دوم از ۱/۲۶ به ۲/۱۵ درصد و در واریانت سوم از ۱/۷۷ به ۰/۵۷ درصد کاهش یافته است. چنین تغییری مبین آن است که نرم نمودن عمیق خاک در تقلیل نمک‌های عمق خاک نیز نقش خیلی فعال داشته است (۵).

در واریانت دوم تقلیل نمک‌ها در افق‌های سطحی بیشتر از

تحقیقاتی تا محدوده ۲۵ افزایش داشته pH خاک بعد از آبخوئی فقط یک واحد افزایش نشان می‌دهد. و از ۷/۵ به ۸/۵ صعود نموده است (۲). قلیائی بودن pH آب آبخوئی که در حد ۹ می‌باشد در افزایش pH خاک بی‌تأثیر نبوده است (۳). مع الوصف بعد از فرایند آبخوئی pH خاک به آن حد از درجه قلیائیت نرسیده که از مواد اصلاح کننده مثل ژیس، گوگرد و مشتقات آن استفاده نمود (۶ و ۱۲).

تیب نمکهای خاک منطقه مطالعاتی قبل از آبخوئی بیشتر کلریدی و از نوع کلرید سدیم بوده و ژیس و آهک نیز به مقدار زیاد در این خاکها وجود داشته است. مقدار آهک در افق‌های سطحی در حدود ۲۰٪ و در افق‌های پائین تر متجاوز از ۲۵٪ بوده با در نظر گرفتن درجه حلالیت زیاد کلرید سدیم و کم محلول بودن سولفات‌ها، بعد از آبخوئی در کمیت آن کاهش دیده نمی‌شود. در مواردی به دلیل انتقال سولفات‌های موجود در آب آبخوئی به خاک و همچنین انحلال تدریجی بخشی از ژیس به جهت ماندن آب آبخوئی به مدت طولانی در منطقه، موجب افزایش یون سولفات بعد از خاتمه آبخوئی گردیده است (۵ و ۹).

در بین آنیون‌ها برخلاف کلر که بخش زیادی از آنیون‌های خاک را تشکیل می‌دهد مقدار یونهای کربنات صفر بوده که پائین بودن pH خاک از ۸/۲ این امر را تأیید می‌نماید (۴). یون‌های بی‌کربنات نیز در این خاکها اندک و از ۳ میلی‌اکی والان در لیتر تجاوز نمی‌نماید. زیرا بخش کمی از آهک خاک به صورت محلول درآمده و به بی‌کربنات‌ها تبدیل شده است.

مقدار مواد آلی خاک نیز در حد ناچیز بوده و بین ۰/۷ - ۰/۵ درصد در افق‌های مختلف خاک تغییر می‌نماید. بعد از آبخوئی تغییرات زیادی از نظر کمیت مواد آلی در لایه‌های مختلف خاک مشاهده نمی‌شود (۵).

از تغییرات دیگری که در اثر آبخوئی در خاکهای منطقه مورد مطالعاتی ایجاد گردیده انتقال بخشی از کلوئیدهای معدنی به لایه‌های زیرین است. بطوریکه بافت خاک افق‌های سطحی رسی لومی و در قسمت‌های عمقی کاملاً رسی است.

تراوش پذیری خاک در مناطق مختلف محل مورد تحقیقاتی به وسیله دو بل رینگ اندازه‌گیری شده، سرعت نفوذ مینا در قسمت‌های مختلف منطقه بین ۲/۱ تا ۵/۷ مایلر در ساعت تغییر

می‌نماید (۷).

جهت جلوگیری از خطاهای احتمالی در تجزیه و محاسبات اقدام به تعیین بالانس آب و نمک شد که جداول ۵ و ۶ ارقام مربوط به بالانس آب و نمک را نشان می‌دهند (۵).

نتیجه‌گیری

۱- در خاکهای شور با بافت سنگین دشت تبریز با ایجاد شخم عادی و آبخوئی طی یک برهه زمانی پائیز و زمستان دفع نمکها از خاک و زیر کشت بردن آنها امکان پذیر نمی‌گردد. برای شستشوی و نمک زدایی چنین خاکهایی با روش‌های عادی حدود پنج سال وقت و ۵۰ هزار متر مکعب در هکتار آب نیاز است.

۲- در خاکهای شور با بافت سنگین با ایجاد شخم عمیق و آبخوئی طی یک برهه زمانی پائیز و زمستان فقط در عمق ۵۰-۰ سانتیمتری می‌توان نمک‌ها را دفع نمود. چنین خاکهایی بعد از آبخوئی زیر کشت گیاهان نسبتاً مقاوم به شوری می‌توانند مورد استفاده قرار گیرند.

۳- در خاکهای شور با بافت سنگین، نظیر خاکهای دشت تبریز با انجام شخم عمیق و سست نمودن خاک و آبخوئی در یک زمان محدود پائیز و زمستان دفع نمکها از خاک امکان پذیر می‌گردد و می‌توان آنها را زیر کشت گیاهان متنوع برد.

۴- برای زدودن یک تن نمک تحت شرایط ایجاد شخم عادی، شخم عمیق و نرم نمودن عمیق خاک از عمق ۱۰۰-۰ سانتیمتری در واریانت‌های سه گانه به ترتیب ۷۶، ۴۹، ۳۶ متر مکعب آب مصرف می‌شود. مدت زمان لازم برای این منظور در واریانت‌های سه گانه به ترتیب ۱۴۶، ۹۵، ۵۸ روز است.

۵- در خاکهای شور دشت تبریز قابلیت نمک زدایی خاک خیلی پائین و ضریب نمک زدایی خاک یا  $\alpha$  معادل ۵ است. با شخم عمیق و نرم نمودن عمیق خاک قابلیت نمک زدایی خاک افزایش یافته و ضریب نمک زدایی در حد قابل ملاحظه‌ای کاهش می‌یابد و به ترتیب به ۲/۹ و ۱/۲ می‌رسد.

۶- عمق بحرانی آبهای زیرزمینی برای خاکهای شور دشت تبریز بین ۲/۱ تا ۲/۲ متر می‌باشد. در اراضی که ترکیب فیزیکی خاکها مشابه خاکهای دشت تبریز می‌باشد، برای ایجاد شبکه‌های زهکشی، می‌توان فاصله کانال‌های زهکش و عمق آنها را با استفاده از



جدول ۵- بیلان آب و تأثیر پارامترهای مختلف بر روی آن طی فرآیند آبشویی.

شماره	ورود آب			شماره	خروج آب		
	عوامل بالانس	M <sup>۳</sup> /ha	%		عوامل بالانس	M <sup>۳</sup> /ha	%
۱	آب آبشویی	۹۰۰۰	۸۲/۱۲	۱	آب خارج شده توسط کانال زهکش	۷۵۹۵	۶۹/۲۲
				۲	رطوبت باقیمانده در خاک	۱۴۲۸	۱۳/۰۱
۲	نزولات جوی	۱۹۶۷	۱۷/۸۸	۳	تبخیر سالانه	۱۹۵۰	۱۷/۷۷
	مجموع آب ورودی	۱۰۹۶۷	۱۰۰		مجموع آب خروجی	۱۰۹۷۳	۱۰۰

جدول ۶- بیلان نمک و تأثیر پارامترهای مختلف بر روی آن طی فرآیند آبشویی.

شماره	ورود نمک			شماره	خروج نمک		
	عوامل بالانس	T/ha	%		عوامل بالانس	T/ha	%
۱	مقدار نمکهای موجود در خاک قبل از آبشویی	۳۶۱/۰	۹۸	۱	مقدار نمکهای باقیمانده در خاک بعد از آبشویی	۱۱۴/۰	۳۸
۲	مقدار نمکهای ورودی به خاک توسط آب آبشویی	۴/۶۴	۲	۲	مقدار نمکهای دفع شده توسط آب زهکشی	۱۸۷/۱	۶۲
	مجموع نمک ورودی	۳۰۵/۶۴	۱۰۰		مجموع نمک خروجی	۳۰۱/۱	۱۰۰

رقم فوق محاسبه نمود.

نمکهای دفع شده نیز افزایش می یابد.

۸- در خاتمه عملیات آبشویی در هر سه واریانت درصد سدیم تبدلی (ESP) خاک افزایش یافته و به موازات آن pH خاک نیز حدود یک واحد زیاد می گردد. در هیچ یک از سه واریانت عامل محدودیت قلیائیت مشاهده نمی شود.

۷- کمیت آبهای انتقال یافته از واریانت های سه گانه در کانال زهکش به ترتیب ۰/۶۲، ۰/۹۲ و ۱/۵۲ لیتر در ثانیه می باشد. ارقام فوق مشخص می نمایند که با شکستن ساختمان خاک در اعماق، آب آبشویی با حجم زیادتر در مدت زمان کوتاه از پروفیل خاک عبور کرده به زهکش می پیوندد و به تبع آن مقدار

## REFERENCES

## مراجع مورد استفاده

- ۱- بایوردی، م. ۱۳۶۵. اصول مهندسی زهکشی و بهسازی خاک، انتشارات دانشگاه تهران. صفحه ۳۸۰ - ۳۷۶
- ۲- روزی طلب، م. ح. ۱۳۶۴. تحقیق در آبشویی خاکهای شور و قلیائی گلپایگان، نشریه ۶۶۲. موسسه تحقیقات خاک و آب.
- ۳- علیزاده، الف. ۱۳۶۸. کیفیت آب در آبیاری، انتشارات آستان قدس رضوی. صفحه ۳۷ - ۳۲
- ۴- کریمیان، ن. ۱۳۷۱. مبانی شیمی خاک. مرکز نشر دانشگاهی. صفحه ۲۰۵ - ۱۹۸.
- ۵- کریمی، ع. ۱۳۷۴. اصلاح خاکهای شور، پایان نامه دکترا.

- 6- Abrol, I.P, & Yadav, J.S. 1988. Salt- affected Soils and Their management FAO.
- 7- Bertrand A. R. 1965. Rate of water intake in The field. P. 197-209 in C. A. Black (ed.) Methods of soil Analysis. Part1. American Society of Agronomy, Madison. WI.P.197-209.
- 8- Jackson M.L. 1986. Soil Analysis. Soil Science Society of America. Madison Wisconsin, USA. P. 210-213.
- 9- Joch D. C. & Dhiv R.P. 1990. Reclamation of saline Sediments deposited during a flash flood on agricultural lands in the Indian arid zone. Arid Soil research and rehabilitation. No. 2, P- 141-148
- 10- Reeve R.C. A. F. Pillsbury, & L.V. Wilcox 1985 Reclamation of a Saline and high boron Soil in the Coachella Valley of California. Hilgardia 24, 69-91.
- 11- Singh R. B. & Minhas P. S. 1992. Effect of high salinity and SAR Waters on salinization, sodication and yields of Pearl- Millet and wheat. P. 82-85.
- 12- Szabolcs I, 1989, Salt affected Soils. CRC, London. P. 65.

## **Desalinization of Heavy Textured Soils in Tabriz Floodplain by Plowing at Various Depths**

**A. KARIMI**

Assistant Professor , College of Agriculture University of Tabriz, Iran.

Accepted 2 July 1997

### **SUMMARY**

Leaching practices in the selected plots of Tabriz floodplain (Ghom-Tappe, Sofian) was investigated. The purposes of investigation were: 1) to shorten the leaching period in the reclamation of heavy textured saline soils, 2) save water where the high quality water resource is limited in the area, 3) bring the reclaimed lands under cultivation and to produce reasonable yield. To achieve these goals a one- hactar piece of land was leveled and divided into three plots. The first plot was plowed regularly, of 25 - 30 cm depth (treatment 1). the second plot plowed into a depth of 45 - 50 cm (treatment 2). and the third plot was subsoiled to a depth of 75 - 80 cm (treatment 3). Considering the physical nature of the soils in the area, a drainage canal to a depth of 2 meters was digged. The quantity of water required for reclamation was calculated from Valabieue equation and an appropriate desalinization coefficient was determined. Desalinization in each treatment was accomplished by three times leachings a 3000 m<sup>3</sup> of water application at each time (totlly to 9000 m<sup>3</sup>). The indices of salt leaching nature including pH, EC, TDS, soluble anions and cations, and the ionic relations such as SAR, ESP and RSC all were evaluated. At each treatment plot a soil profile to a depth of 150 cm was examined and the same indices were determined in the soil samples taken from the profile. Gapon's equation was used and the effects of SAR of leaching water on ESP was determined. The quantity of drainage water from each plot conveyed into the main drainage canal was measured and their water samples were analysed for various anions and cations. Piezometer wells were drilled in each treatment plot. The depth of water table , and the dynamic of salt movement were monitored during the various stages of leaching. The water and salt balance were computed in order to check the results of chemical data anlysis. All parameters promoted or retarded leaching (precipitation) it (water consumed to raise soil moisture content to the FC level) are all included as the water balance component. Similar to water balance, salt balance was also carried out. After accomplishment of the leaching program, the salt content of the soil

profile within top 100 Cm layer reduced from %2.4 to %1.59, %1.92 to %0.95, and %2.14 to %0.37 in the treatments 1, 2 and 3 respectively, Comparison of these figures indicates that in treatment 1, with normal plowing depth, the leaching has not been carried out so successfully. In treatment 2, about %50 of salts has been removed out, whereas in treatment 3 with deep subsoiling , leaching has reduced the salt content of the soil to a such level that not to create salinity problem for plant growth. The leaching period for this purposes were 146, 45, and 58 days for treatments 1, 2 and 3 respectively.