ارزیابی کاربرد مدل‌های نظری آبشویی در اصلاح و بهسازی بخشی از خاکهای شورو سدیمی استان خوزستان

کامران پروانک بروجنی، شهلا محمودی، ابراهیم پذیرا و جهانگرد محمدی

به ترتیب کارشناس ارشد خاکشناسی، دانشکده کشاورزی ـ دانشگاه شهرکرد، دانشیار گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران، عضو هیئت علمی (استاد پژوهش) سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی و استادیار گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی ـ دانشگاه شهرکرد.

مقدمه

در طرح‌های مطالعاتی بررسی امکانات اصلاح فیزیکو ـ شیمیایی خاک‌های شور و سدیمی، تعیین میزان آب لازم جهت آبشویی املاح محلول از نیمرخ خاک‌های مبتلا به نمک از طریق آزمون‌های مزرعه‌ای توصیه گردیده است. نتایج حاصل از اجرای آزمون‌ها، این امکان را فراهم می‌آورد تا بتوان نسبت به تهیه و ارائه منحنی‌های آبشویی املاح محلول از نیمرخ خاک‌ها (منحنی های شوری و سدیم زدایی) اقدام نمود، و با استفاده از آن، میزان آب لازم جهت تعدیل میزان شوری و سدیمی بودن خاک‌ها را تا حد مطلوب تعیین نمود. لیکن منحنی‌های آبشویی به دست آمده از آزمون مزرعه‌ای در دامنهٔ محدودی از شرایط متناسب با محل اجرای آزمون قابل توصیه و به کارگیری است. علاوه بر این، آزمون‌های مزرعه‌ای به صرف وقت و هزینه جهت نمونه‌گیری متعدد از خاک و تجزیه‌های آزمایشگاهی نیازمند است. این در حالی است که در دو دههٔ اخیر محققان متعددی با بررسی و شناخت فرآیندهای فیزیکو ـ شیمیایی که در آبشویی و انتقال املاح محلول مؤثرند، مدل‌هائی که مبتنی بر روابط بین متغیرهای مربوطه می باشد را به صورت معادلات ریاضی، روابط نظری و تجربی ارائه نمودند. در این قبیل مدل‌ها تغییرات میزان شوری خاک به ازای کاربرد مقادیر معین آب (آبشویی) با کیفیت مشخص قابل پیش‌بینی می‌باشد در یک مدل مناسب می توان عملیات مدیریتی مختلف را در امر آبشویی املاح محلول اعمال و نتایج حاصله را مقایسه و آنها را برای مطالعات بعدی و یا بررسی فرآیندهایی که در ساختار مدل گنجانیده نشده‌اند، اعمال، اصلاح و یا تعدیل نمود (۱، ۳، ۶، ۷).

هدف از تحقیق حاضر، ارزیابی و مطالعهٔ چهار مدل تئوری پیش بینی میزان املاح باقی مانده پس از آبشویی با کاربرد مقادیر مختلف آب آبیاری در دشت خلف آباد استان خوزستان می‌باشد. این مدل‌ها شامل:

مدل سری مخازن با معبر فرعی *Series of Reservoirs Model (SRM)*

مدل تئوری ستون پیوسته خاک *Theoretical Plate Thickness Model (TPTM)*

مدل انتقال ـ انتشار *Convectiom – Dispersion Model (CDM)*

روش حل عددی *Numerical Model (NM)* است.

مواد و روشها

به منظور تعیین شوری نهایی خاک با استفاده از چهار مدل (شوری زدایی) فوق، برنامه‌های کامپیوتری مدل‌های ریاضی با نام‌های SRM، TPTM، CDM و NM به زبان برنامه‌نویسی کوئیک بیسیک تهیه گردید. مهمترین اطلاعات دریافتی توسط این برنامه‌ها شامل: عمق خاک بر حسب سانتی‌متر و میزان شوری خاک قبل و پس از آبشویی بر حسب دسی زیمنس بر متر، عمق آب آبشویی بر حسب سانتی‌متر، میزان شوری آب آبشویی بر حسب دسی زیمنس بر متر، میزان رطوبت لایه‌های مختلف خاک در ظرفیت مزرعه (FC) و در شروع آزمایش (رطوبت اولیه خاک) و ضریب راندمان آبشویی می‌باشد. همچنین جهت کارایی بهتر برنامه‌های کامپیوتری برخی از پارامترهای مورد نیاز به صورت تعریف شده بر اساس بافت خاک در برنامه‌ها قرار داده شود. بنابراین به منظور جمع‌آوری اطلاعات فوق، قطعه زمینی شور و سدیمی به شکل مستطیل و به ابعاد ۱۲×۱۵ متر در اراضی طرح توسعهٔ آبیاری و کشاورزی در دشت خلف آباد استان خوزستان انتخاب گردید. عمق آب در تیمارهای آبشویی

طرح ۱۰۰، ۷۵، ۵۰ و ۲۵ سانتی‌متر درنظر گرفته شد. تیمارها در سه تکرار و در طرح بلوک کامل تصادفی اجرا گردید. آزمایشات آبشویی املاح از خاک، به روش آبشویی متناوب در داخل سیلندرهای مضاعف مشابه آنچه که در آزمایشات نفوذپذیری انجام می‌گیرد، صورت پذیرفته است. فواصل سیلندرها ۳ متر می‌باشد. پس از استقرار سیلندرها (۱۲ جفت سیلندر نفوذپذیری) به آهستگی مقدار ۲۵ سانتی‌متر آب به هریک از آنها اضافه می شد. ۲۴ ساعت پس از نفوذ آب از داخل سه‌سیلندر نمونه خاک تا عمق ۱۰۰ سانتی‌متر با فواصل ۲۵ سانتی‌متر برداشت گردید. سپس به سایر سیلندرها مقدار ۲۵ سانتی‌متر آب اضافه نموده و در داخل سه سیلندر دیگر پس از رسیدن به نقطهٔ ظرفیت مزرعه با همان تناوب، نمونه‌برداری شد و این عمل را ادامه داده تا سه سیلندر با ۷۵ سانتی‌متر آب نفوذ یافته و سه سیلندر با ۱۰۰ سانتی‌متر آب نفوذ یافته و نمونه‌برداری به همان طریق فوق صورت گرفت. نمونه خاک‌های تهیه شده به طریق فوق به آزمایشگاه منتقل و در مجاورت هوای آزاد خشک گردید. تجزیه‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مطابق روش‌های متعارف و استاندارد انجام شد(۲).

نتایج و بحث

الف ـ خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد مطالعه

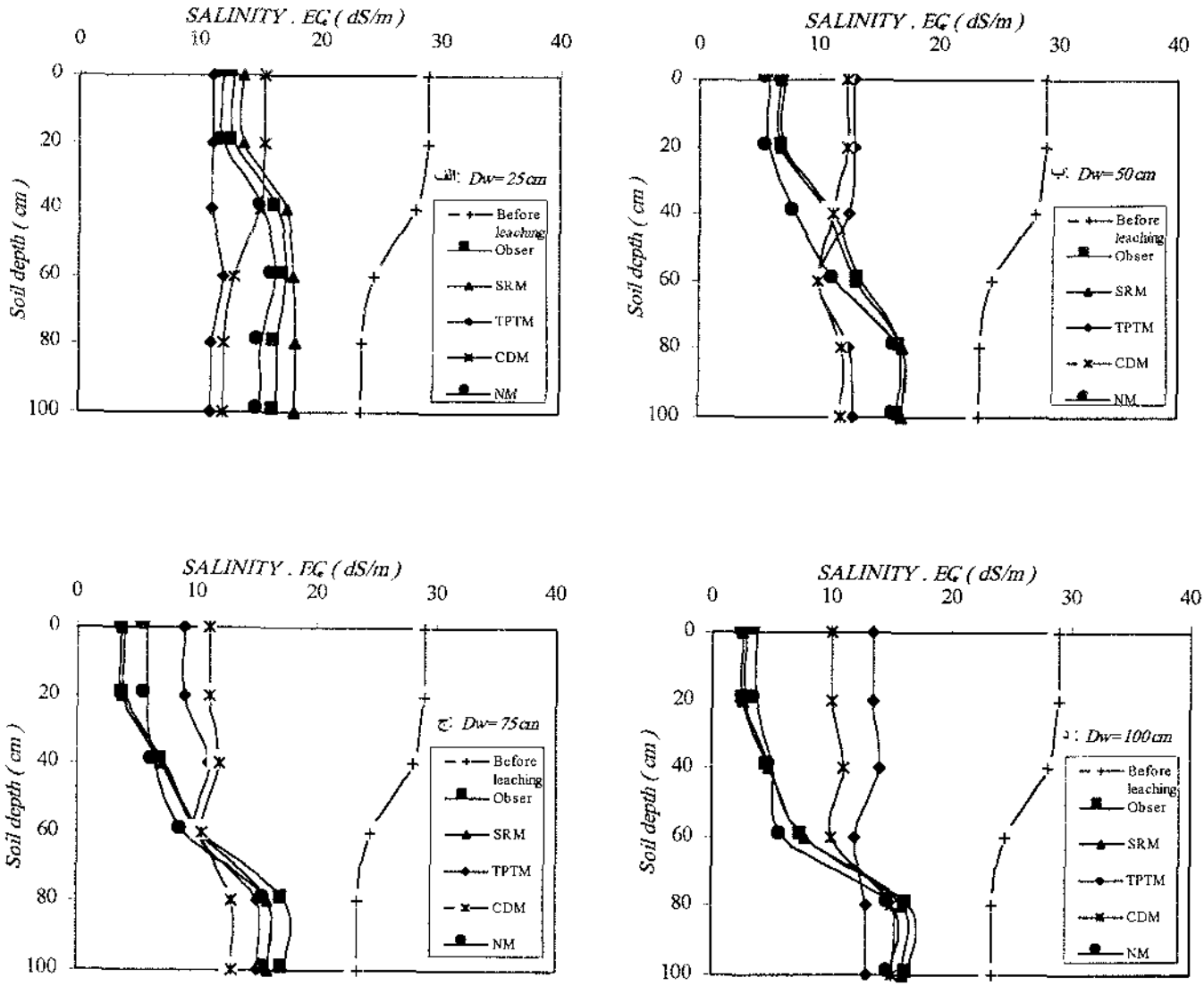
نتایج این تجزیه نشان داد که بافت خاک در لایه سطحی تا عمق ۷۵ سانتی‌متری لومی و در لایه‌های بعدی تا عمق ۱۵۰ سانتی‌متری رسی بوده، درصد رطوبت خاک درحد ظرفیت مزرعه بین ۲۱/۸۳ حداقل و ۳۰/۲۶ حداکثر و درصد رطوبت اولیه خاک حداکثر۱۴/۸۶ و حداقل ۱۱/۰۹ تغییر نموده. وزن مخصوص حقیقی و ظاهری لایه‌های خاک به ترتیب از حداقل ۲/۵۸ و ۱/۲۵ تا حداکثر۲/۶۸ و ۱/۴۱ گرم بر سانتی‌متر مکعب دامنه تغییر داشت. به همین ترتیب ضریب آبگذری خاک‌های محل مورد آزمایش از حداقل ۳/۱۸ تا حداکثر ۱۴/۲۵ میلی‌متر در ساعت متغیر بود. میزان شوری خاک (ECe) قبل از آبشوئی از ۲۹ دسی زیمنس بر متر در لایه سطحی تا ۲۳ دسی زیمنس بر متر در لایه‌های عمقی متغیر می‌باشد. درضمن آب کاربردی در این تحقیق از رودخانهٔ جراحی تأمین گردید که هدایت الکتریکی آن در طول آزمایش آبشویی ۱/۸۶ دسی زیمنس بر متر بوده و کیفیت آن برای مصارف کشاورزی «بینابینی» قابل طبقه‌بندی است.

ب . مدل سری مخازن با معبر فرعی (SRM)

اشکال (۱- الف، ۱- ب، ۱- ج و ۱-د) تغییرات میزان شوری نهایی خاک (شوری مشاهده شده و محاسبه شده از آزمایش‌های مزرعه‌ای با مدل‌های آبشویی) را در مقابل عمق خاک برای تیمارهای مختلف آبشویی نشان می‌دهد. بطوریکه از این اشکال نمایان است در کلیه تیمارهای آبشویی، میزان شوری پیش‌بینی شدهٔ خاک تا عمق ۱۰۰ سانتی‌متر توسط مدل SRM به مقادیر مشاهده شده در آزمایشگاه بسیار نزدیک می‌باشد و این تطابق با افزایش مقدار آب آبشویی (Dw) بیشتر می‌شود. که احتمالاً نشانهٔ افزایش دقت مدل می‌باشد(۴). همچنین محاسبهٔ معادلهٔ خطی و ضریب همبستگی بین تمامی مقادیر شوری محاسبه شده توسط برنامه و مشاهده شده از آزمون مزرعه‌ای، نشان داد که ضریب همبستگی بین تمامی مقادیر محاسبه و مشاهده شده برابر $r = ۰/۹۹$ می‌باشد که با استفاده از توزیع آماری t استودنت در سطح ۱ درصد معنی‌دار است. بالا بودن میزان ضریب مذکور، دلیل دیگر بر دقت زیاد مدل در برآورد مقادیر شوری لایه‌های مختلف خاک و مطابقت زیاد آنها با مقادیر مشاهده شده است.

ج. مدل ستون پیوسته‌ی خاک (TPTM) و مدل انتقال ـ انتشار (CDM)

بررسی اشکال (۱- الف، ۱- ب، ۱- ج و ۱-د) نشان می‌دهد که در هر دو مدل شوری زدایی TPTM و CDM، اختلاف میان شوری محاسبه شده توسط مدل‌ها و مشاهده شده در آزمایشگاه نسبتاً زیاد و بخصوص در لایه‌های سطحی (صفر تا ۵۰ سانتی‌متری خاک) این امر مشهودتر است. احتمالاً زیاد بودن میزان شوری اولیه در لایه‌های فوقانی خاک منطقهٔ مطالعاتی، می‌تواند دلیل این امر باشد(۴)، زیرا وقتی برنامه های TPTM و CDM با



شکل ۱- میزان شوری نهائی خاک (مشاهده شده و محاسبه شده) با مدلهای آبشوئی مختلف در مقابل عمق خاک برای تیمارهای **Dw=25**:الف و **Dw=50** :ب و **Dw=75** :ج و **Dw=100** :د سانتی متر آب آبشوئی (خلف آباد خوزستان)

در نظر گرفتن مقادیر شوری اولیه کمتر از ۱۵ دسی زیمنس بر متر برای لایه‌های فوقانی اجرا گردید مشاهده شد که شوری پیش‌بینی شده توسط مدل‌های مذکور در مقایسه با مقادیر مشاهده شده بسیار به هم نزدیک بوده و باهم مطابقت خوبی دارند. بطور کلی به دلیل ناهمگنی و غیر یکنواخت بودن شرایط فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمون و اشباع نشدن تمام لایه‌های خاک به دلیل وجود درز و ترک‌ها و سایر معابر فرعی، شرایط حقیقی مزرعه با فرضیات مدل‌های TPTM و CDM اختلاف داشته و در نتیجه میزان شوری پیش‌بینی شده توسط مدل‌ها با مقادیر مشاهده شده تاحدودی تفاوت نشان می‌دهد (۴، ۵). لذا استفاده از مدل‌های مذکور برای مواردی که شوری لایه‌های مختلف خاک کمتر از ۱۵ دسی زیمنس بر متر است توصیه می‌شود.

د. مدل روش حل عددی (NM)

اشکال (۱- الف، ۱- ب، ۱- ج و ۱-د) تغییرات میزان شوری نهایی خاک (مشاهده شده و محاسبه شده با مدل NM) را در مقابل عمق خاک نشان می‌دهد. بطوریکه از این اشکال نمایان است، برای تمامی تیمارهای آبشویی

شوری نهایی خاک (محاسبه شده توسط مدل حل عددی) تا عمق ۱۰۰ سانتی‌متری با مقادیر اندازه‌گیری شده از آزمایش‌های مزرعه‌ای تفاوت چندانی ندارد و میزان دقت تخمین مدل مناسب بوده است. افزایش عمق آب مصرفی(Dw) در میزان دقت مدل NM مؤثر بوده است به گونه‌ای که با افزایش آن تطابق و همبستگی مقادیر شوری مشاهده و محاسبه شده افزایش می‌یابد. زیرا در این مدل نیز افزایش آب آبشویی توانسته است که رطوبت خاک را در لایه‌های مختلف به حد ظرفیت مزرعه (FC) برساند و در نتیجه باعث افزایش دقت مدل در تخمین شوری شود. در ضمن محاسبهٔ معادلهٔ خطی و ضریب همبستگی بین تمامی مقادیر شوری محاسبه شده توسط مدل و مشاهده شده در آزمایشگاه نشان داد که مقدار این ضریب برابر r=۰/۹۰ می‌باشد که با استفاده از توزیع آماری t استودنت در سطح ۱ درصد معنی‌دار می‌باشد. بالا بودن مقدار ضریب همبستگی در این مدل نیز دلیلی دیگر بر مناسب بودن دقت مدل در تخمین مقادیر شوری لایه‌های مختلف خاک می‌باشد. بطور کلی از بررسی و ارزیابی چهار مدل شوری زدایی SRM، TPTM، CDM و NM نتیجه می‌شود که به ترتیب مدل‌های SRM، NM، CDM و TPTM بهترین پیش‌بینی را برای مقادیر شوری خاک پس از آبشویی در منطقهٔ خلف آباد خوزستان داشته‌اند که نتایج مدل SRM و NM بهتر بوده است. لذا استفاده از مدل ساده‌تر SRM و سپس مدل NM به دلیل همبستگی کاملاً منطقی و معقول میان مقادیر شوری محاسبه شده از مدل و مشاهده شده (حاصل از آزمایش مزرعه‌ای) در شرایط مشابه توصیه می‌شود.

منابع مورد استفاده

1 - Biggar, J.W. and D.R, Nielsen. 1967. Spatial variability of the leaching characteristics of field.Soil Water Resour. Res. 42 : 78 - 84.

2 - Black, C.A (1965) Methods of soil analysis American society agronomy. Madison. Wisconsin.

3 - Eloubaidy, A. F., S. M. Hussain and M. T. Al - Taie (1993). Field evaluation ofdesalinization models. Agric. Water Manage. 24 : 1 - 13.

4 - Ghuman, B. s., M. Verma and S. S. Prihar (1975). Effects of water application rate, initialsoil wetness and redistribution time on salt displacement by water. Soil Sci. Soc. AM. Proc. 39 : 7- 10.

5 - Glueckauf, D. (1949). Activity coefficients in concentration solution containing severalelectrolytes, Nature 163 : 414 - 415.

6 - Pazira, E and N, Hydari (1993). Application of the models and theoretical relations of thesalts leaching and salts balance for the reclamation and improvement of saline and sodic soils.Iranian Agricultural Engineering Research Institute (IAERI). Karaj; Iran. 16. 162. p.

7 - Van der Molen, H. W. (1956). Desalinization of saline soils as a column process. Soil Sci.