شبیه سازی حرکت شوری درخاک با استفاده ازمدل HYDRUS-2D

علی اصغر میرزایی
دانشجوی کارشناسی ارشد گروه مهندسی آب
a_mirzaie62@yahoo.com

امیرحسین ناظمی
دانشیار گروه مهندسی آب

تاریخ دریافت :۸۹/۶/۸ **تاریخ پذیرش: ۸۹/۱۱/۲۶**

مقاله استخراج شده از سمینار درسی

چکیده

تجمع و حرکت املاح در خاک و مدلسازی این حرکت در سالهای اخیر بسیار مورد توجه قرار گرفته است. تحقیق حاضر برای شبیه سازی حرکت شوری در خاک با استفاده از مدل HYDRUS2-D در زمان های مختلف بعد آبشویی و رسم پروفیل های پیشرو حرکت شوری در دو کرت خشک و مرطوب و تاثیر رطوبت اولیه بر حرکت املاح است. این مدل دارای توانایی شبیه سازی بالایی است. نتایج حاصل از مدل فوق نشان داد که تناوب آبشویی باعث حرکت سریع شوری به ناحیه پایین ریشه می شود و حرکت نزولی املاح درکرت خشک بسیار سریعتر از کرت مرطوب بود. نتیجه گیری کاربردی تحقیق این بود که وقتی خاک قبل از آبیاری یا آبشویی خشک باشد، املاح تحت تاثیر جریان های ترجیحی حاصل از درز و شکاف های ناشی از انقباض و انبساط قرار می گیرند و به سهولت انتقال می یابند. نتیجه مدل بعد از یک هفته آبشویی نشان از حرکت سریعتر شوری توسط صعود مویینه ای و تجمع در سطح خاک در کرت خشک را نشان می دهد.

واژه های کلیدی: HYDRUS2-D، شبیه سازی، حرکت املاح، آبشویی

مقدمه:

مشکلات شوری خاک در ۳۰ سال اخیر در دنیا بشدت توسعه یافته است(Alizadeh,1997). در ایران نیز حدود۵۰ درصد از ارضی کشاورزی شور هستند و یا با مشکلاتی مرتبط با شوری مواجهند. منبع اصلی املاح در خاک، مواد معدنی اولیه در پوسته زمین است. همچنین آبیاری با آبهای شور و آبهای زیرزمینی و حرکت املاح به سطح خاک توسط جریان مویینگی میتواند باعث تجمع املاح شود. املاح خاک به دلیل اهمیت آن ها از نظر شوری، حاصلخیزی و آلودگی آب های زیرزمینی دارای اهمیت خاص است(Droogers,2000). غیر فعال بودن اکثر املاح و عدم جذب آن ها بر روی مکا ن های جذب در خاک بر اهمیت مطالعه آن ها افزوده است. چون به راحتی می توانند با کمی آبشویی از پروفیل خاک شسته شده و وارد آ بهای زیرزمینی گردند و یا تحت تاثیر جریانهای ترجیحی حاصل از درز و شکافهای ناشی از انقباض و انبساط قرار گیرند و به سهولت انتقال یابند. توزیع نمک در خاک از الگوی جریان آب درخاک پیروی می کند. به عنوان مثال نفوذ رو به پایین آب درخاک، نمک را از سطح بالایی خاک به اعماق پایین تر انتقال می دهد. نوع خاک، نوع نمک یا ترکیبات شیمیائی موجود در خاک، مقدار آب بکار برده شده و روش آبیاری تماما روی الگوی توزیع و حرکت نمک در خاک تاثیر می گذارند (Hanson *et al*).

1999, درجایی که شستشو انجام میگیرد، میزان شوری از سطح به اعماق خاک افزایش می یابد **Bower et al , 1969**). در شرایط عدم وجود شستشو، توزیع نمک به گونه ای دیگر است. به این ترتیب که تجمع املاح درلایه های سطحی بیشتر و در اعماق به میزان کمتری صورت می گیرد (**Van Schilfgaarde et al , ۱۹۷٤**). برای جلوگیری از تجمع مضر نمک، پروفیل خاک بایستی بطور متناوب با آبی مازاد بر آنچه که در تبخیر و تعرق مصرف می شود آبشویی گردد (US alinit Laboratory Staff 1954). Katterer et al, 2001 با استفاده از مدل تک تخلخلی (HYDRUS) تاثیر رطوبت اولیه در سطح خاک را بر حرکت املاح در دو نوع ستون مرطوب و خشک بررسی کردند. در این مطالعه وقتی که املاح از سطح ستون خاک خشک آبشویی شدند، بسیار سریعتر از زمانی حرکت کردند که خاک مرطوب بود.

Butters et al, 1989 , 2001 طی دو مقاله جداگانه (۴و ۵) حرکت املاح (آنیون برمید) را در مزرعه و زیر کشت گندم و سورگوم تحت شرایط غیراشباع بررسی کردند. یکی از مهمترین مشکلات کاربرد مدل های انتقال املاح در خاک به خصوص در شرایط مزرعه، تغییرات مکانی بسیار زیاد پارامترها است. معمولا خاکها بسیار ناهمگون هستند و مقادیر پارامترهایی که در انتقال املاح مهم می باشند، از نقطه ای به نقطه دیگر متفاوت است. برای شبیه سازی جریان حرکت املاح از نرم افزار HYDRUS-2D استفاده شده است. این مدل معادله جریان آب و املاح را در محیط متخلخل بصورت عددی حل نموده و توزیع آب و مواد محلول را به صورمختلف شبیه سازی می کند. در این مطالعه، حرکت املاح و نیز ویژگی های هیدرولیکی خاک مورد بررسی قرار گرفته و شبیه سازی شده است. ابتدا اطلاعات مربوط به پارامترهای هیدرولیکی خاک و نیز حرکت شوری اندازه گیری و یا تخمین زده شدند. سپس با اجرای مدلHYDRUS-2D بر مبنای پارامترهای ورودی، میزان حرکت شوری برآورد شده و با مقادیر اندازه گیری شده مقایسه می گردد وکارآیی مدلHYDRUS-2D در برآورد حرکت املاح (شوری) مورد بررسی قرار خواهدگرفت. هدف از این تحقیق بررسی الگوی توزیع حرکت شوری در زمان های مختلف بعد آبشویی در عمق ریشه و تاثیر رطوبت اولیه درحرکت شوری و همچنین بررسی حرکت شوری به سطح خاک که توسط جریان مویینگی به روش مدل سازی صورت می گیرد.

مواد و روش ها

منطقه ی مورد بررسی در استان مرکزی در جنوب شرقی شهرستان ساوه بین´۴۵ °۳۴ تا ´۱۰ °۳۵ عرض شمالی´ ۱۰°۵۰ تا ´۵۰ °۵۰ طول شرقی واقع گردیده است. در این منطقه اراضی با مشکل شوری کم تا متوسط و در بخش قابل ملاحظه ای از اراضی مسئله شوری و قلیایت در حالات زیاد تا بسیار زیاد وجود دارد. آب مورد استفاده در این منطقه از چاه آرتزینی با نام دهآقا تامین گردیده که در آن میزان هدایت الکتریکی برابر با ۱/۳ دسی‌زیمنس بر متر و میزان نسبت جذب سدیم ۶/۳ بوده و در طبقه‌بندی آمریکایی در کلاس C3-S2 قرار می گیرد. جهت شبیه سازی حرکت شوری خاک شور، قطعه زمینی به ابعاد ۱۰×۱۰ متر میخ‌کوبی گردیده و با استفاده از مته تا عمق ناحیه ی ریشه (۸۰ سانتی متر) نمونه برداری شده است. در انجام آزمونهای مورد نیاز دو کرت، یکی دارای رطوبت اولیه و دیگری بدون رطوبت اولیه به مساحت یک متر مربع و هرکرت مشتمل بر ۵ تیمار آماده گردیده است. تیمارهای اندازه گیری پنج عمق خاک ۰، ۲۰، ۴۰، ۶۰، ۸۰ سانتی متر می باشد. نمونه برداری های اولیه قبل ازشروع آبشویی جهت آزمایشات مورد نظر به آزمایشگاه منتقل شد و بافت خاک، منحنی مشخصه رطوبتی و چگالی ظاهری خاک تعیین و شوری خاک در تیمارها اندازه گیری شد. حد ظرفیت مزرعه بین ۳۵/۲٪ و ۲۹/۲٪ و درصد رطوبت خاک در حد پژمردگی بین ۲۳/۷٪ و ۱۹٪ نوسان دارد که توسط دستگاه صفحات فشاری (۵ بار و ۱۵ بار) اندازه گیری شده اند. در فواصل زمانی تعیین شده و در هر نوبت ۱۵۰ میلیمتر آب به کرت ها جهت آبشویی اضافه می شود و شوری خاک درتیمارها اندازه گیری می شود. مشخصات فیزیکی خاک منطقه مورد مطالعه در جدول ۱ آمده است.

جدول۱ مشخصات فیزیکی خاک منطقه

عمق نمونه‌برداری	۰ ۲۰	۲۰ ۴۰	۴۰ ۶۰	۶۰ ۸۰	۸۰ ۱۰۰	۱۰۰ ۱۵۰
بافت خاک	سیلت کلی لومی	سیلت کلی لومی	سیلت کلی لومی	سیلت کلی لومی	سیلت کلی لومی	سیلت کلی لومی
تخلخل کل ٪	۵۱/۳	۵۲/۴	۵۲/۴	۵۲/۴	۵۰/۶	۴۸/۳
شوری(ds/m)	۷۵	۱۸/۵	۱۴/۵	۹	۶/۹	-

شرح مدل HYDRUS2-D

مدل HYDRUS2-D یکی از مدل‌های پیشرفته در ارتباط با حرکت یک بعدی آب، املاح و گرما و خاک می باشد. این مدل شامل حل عددی معادله ریچاردز برای بررسی حرکت آب در خاک و معادلات انتقال ـ انتشار برای بررسی حرکت گرما و خاک در آب است. این مدل یک مدل عناصر محدود است که معادله ریچادز را برای جریان آب به صورت اشباع در محیط متخلل و همچنین معادله جریان محلول را در محیط متخلخل حل کند و همچنین قادر به شبیه‌سازی در شرایط اشباع و غیراشباع بوده و توانایی تخمین خصوصیات خاک به روش معکوس را دارد. همچنین مدل فوق برای شبیه سازی حرکت آب و املاح درحالت غیر اشباع، نیمه اشباع و اشباع کامل در محیط متخلخل به کار می رود. این مدل می تواند جریان آب و املاح را در یک صفحه افقی و عمودی و به صورت سه بعدی شبیه سازی کند. مدل HYDRUS معادله حرکت املاح را درحالت غیرخطی و غیرتعادلی برای فازهای جامد و مایع حل میکند و معادله ریچادز را با بکارگیری روش گالرکین به صورت عددی حل میکند(Simunek, J., R. Kodesova ,1999).

شرایط اولیه وانتهایی داده شده به مدل

شرایط اولیه توزیع شوری درخاک عبارت بود از مقدار شوری موجود درخاک قبل از اعمال آبشویی که برای عمق های مختلف اندازه گیری و محاسبه گردیده که عمق های ۰،۲۰،۴۰،۶۰ و۸۰ سانتیمتری به مدل معرفی گردید. مقدار آب موجود در خاک قبل از اعمال آبشویی که یک نوع شرط مرزی جریان که به عنوان مقدار حجم ثابت آب ورودی به محدوده مدل تعریف شده است. در این محدوده فرض بر اینست که از جوانب جریانی صورت نمیگیرد و مرز انتهایی مرز زهکش آزاد است. مدل مذکور در حل معادله جریان و انتقال املاح شرایط مرزی مناسبی را در ارتباط با اتمسفر و بخش زهکش در نظر می گیرد.

پارامترهای هیدرولیکی خاک

این پارامترها توسط مدل ROSSETA که مدلی واقع شده در HYDRUS2-D است که بر اساس شبکه عصبی کار میکند تعیین می شود که با وارد کردن دادهای بافت خاک، درصد دانه بندی خاک، درصد رطوبت درحد ظرفیت زراعی و نقطه پژمردگی دائم پارامترهای هیدرولیکی خاک را تخمین میزند که مقدار عددی این پارامتر ها برای اجرای مدل HYDRUS ضروری می باشد. این پارامترها در جدول ۲ آمده است که در این جدول θ_r رطوبت باقی مانده خاک، θ_s رطوبت اشباع خاک ، α و n ضرایب مربوط به توابع هیدرولیکی خاک هستند. K_s ضریب نفوذپذیری خاک در حالت اشباع می باشد که توسط شبکه عصبی تخمین زده می شود.

جدول ۲ پارامترهای هیدرولیکی تولید شده توسط مدل HYDRYS2-D

پارامتر	θ_r	θ_s	α	n
مقدار	۰/۰۸۹	۰/۴۳	۱	۱/۲۳

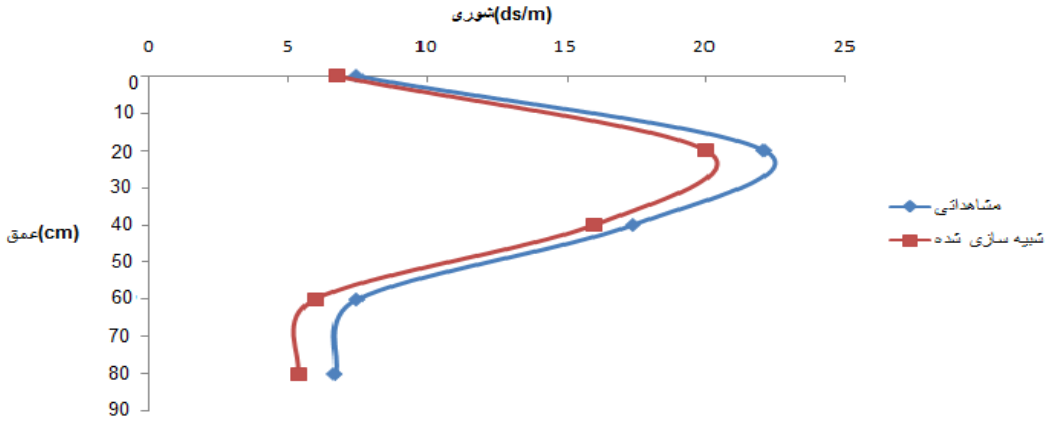
کالیبره کردن مدل HYDRUS2-D

این مدل برای آنالیز املاح در عمق ریشه کالیبره گردید و با مقادیر شوری بدست آمده از اندازه گیری های عملی مورد مقایسه قرار گرفت. برای کالیبره کردن مدل از دادهای مربوط به آزمایش های صحرایی استفاده شد. مدل برای لایه های مختلف خاک تا عمق ۱۰۰ سانتیمتری کالیبره شد. نتایج کالیبره کردن مدل نشان داد که بر اساس عمق و مقدار شوری جواب های منطقی می دهد. نتایج کالیبراسیون مدل برای شبیه سازی حرکت شوری در کرت با رطوبت اولیه در شکل ۳ نشان می دهد که مقادیر مشاهداتی نزدیک به مقادیر شوری شبیه سازی توسط مدل شده است. پس از کالیبراسیون مدل، نتایج مدل با مقادیر اندازه گیری شده شوری در زمان های مختلف بعد آبشویی مورد مقایسه قرار گرفت. جدول ۳ نمونه ای از نتایج این قسمت را نشان می دهد که مشخص می کند این مدل جهت شبیه سازی حرکت املاح مدل مناسبی می باشد.

جدول ۳ مقایسه مقادیر شوری اندازه گیری شده (ds/m) با مقادیر شبیه سازی شده بعداز کالیبراسیون درعمق ریشه درکرت خشک

زمان بعد آبشویی(ساعت)								
	۰/۵		۲		۲۴		۴۸	
عمق ریشه (Cm)	اندازه گیری شده	شبیه سازی شده	اندازه گیری شده	شبیه سازی شده	اندازه گیری شده	شبیه سازی شده	اندازه گیری شده	شبیه سازی شده
۰	۷.۵	۷,۱	۷,۳	۷	۷	۶,۵	۶,۸	۶,۲
۲۰	۲۲,۱	۲۱,۸	۱۷,۴	۱۶,۹	۱۶,۵	۱۶,۱	۱۴,۳	۱۴,۵
۴۰	۱۷,۴	۱۷	۲۳,۸	۲۳,۱	۲۴,۲	۲۳,۷	۲۲,۲	۲۱,۸
۶۰	۷,۵	۷,۲	۸,۷۳	۸,۶	۱۷,۷	۱۷	۲۳,۷	۲۳
۸۰	۶,۷	۶,۱	۷,۳	۶,۷	۱۳,۶	۱۳,۰۱	۲۷,۳	۲۶,۸

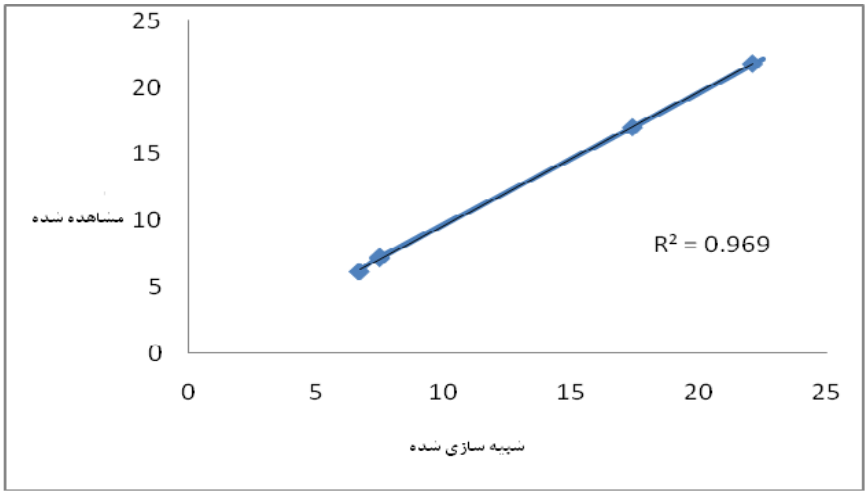
ضرایب همبستگی R^2 محاسبه شده مربوط به شوری بدست آمده از مدل و ومقادیر بدست آمده از آزمایش عملی بین ۰/۹۳ تا ۰/۹۸ بوده است.



شکل۱ مقایسه تغییرات شوری اندازه گیری شده وشبیه سازی شده نسبت به عمق خاک ۳۰ دقیقه بعد از اولین آبشویی در کرت خشک

صحت سنجی مدل

بعد از انجام کالیبراسیون مدل و جهت اطمینان از نتایج مدل عملیات صحت سنجی انجام گرفت. در این عملیات برنامه مدل برای مدت طولانی (۳۰ روز) اجرا گردید. نمونه ای از نتایج این قسمت در شکل ۱ نشان می دهد که این مدل برای زمان های طولانی نیز شبیه سازی حرکت املاح را در خاک به طور مناسب انجام می‌دهد.

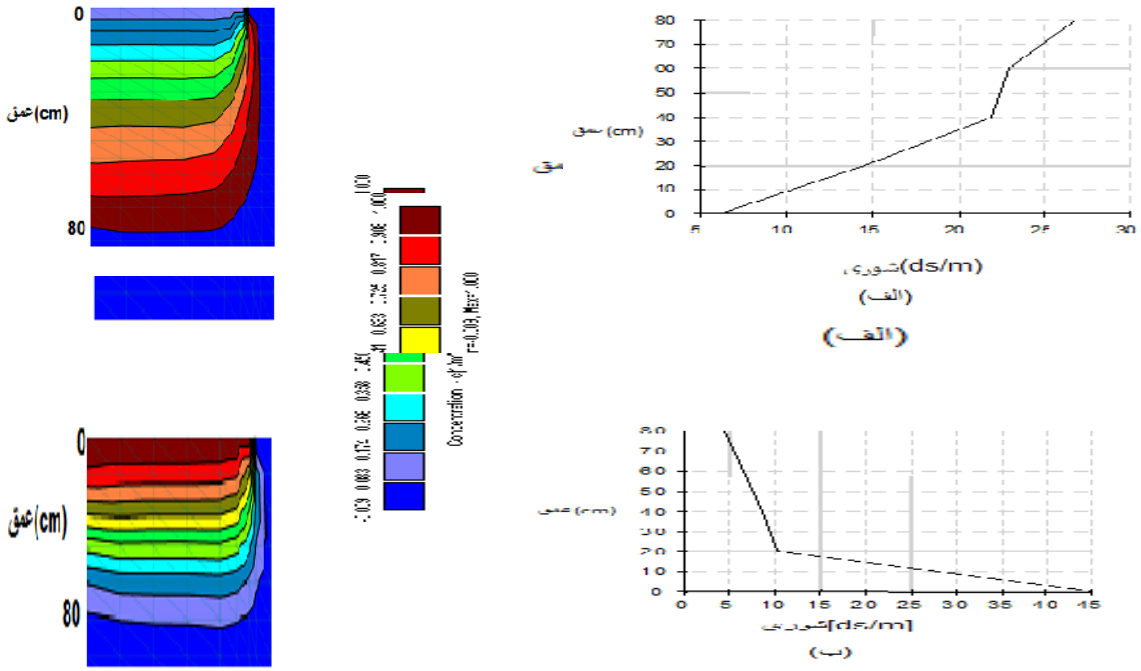


شکل ۲ مقایسه مقدار شوری اندازه گیری شده با مقدار شبیه سازی شده (دسی زیمنس برمتر) بعداز ۳۰ روز ازآبشویی در اعماق ۸۰ ،۶۰ ،۴۰ ،۲۰ ،۰ سانتیمتری از خاک

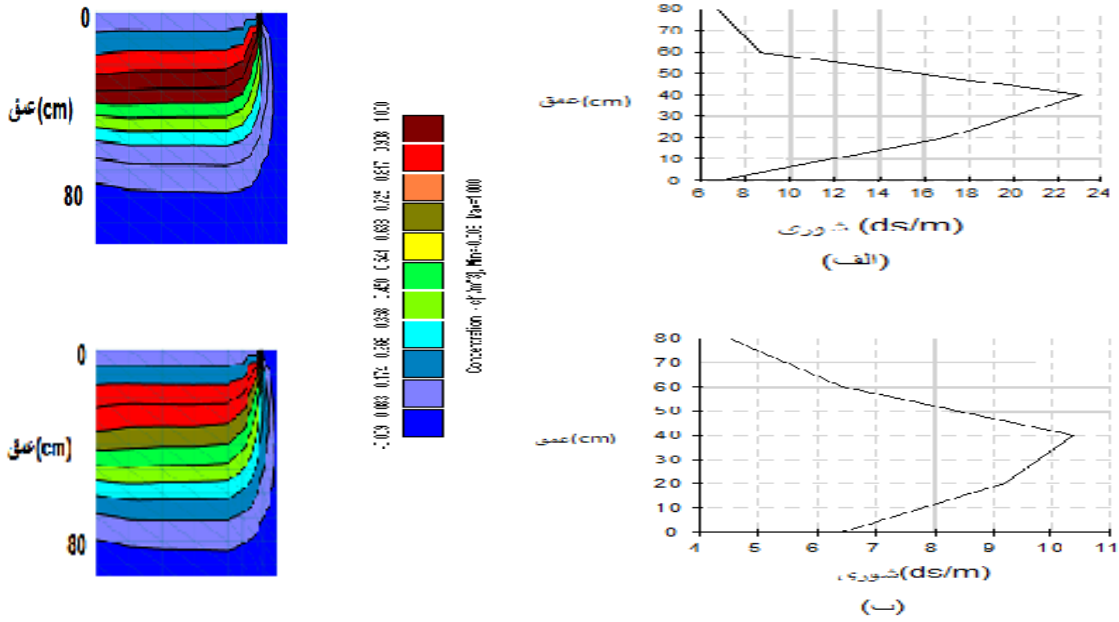
بحث

نتایج حاصل از داده های آزمایشگاهی این تحقیق توسط مدل HYDRUS2-D آنالیز گردیده است. این مدل دارای توانایی بسیار بالای شبیه سازی جریان آب و

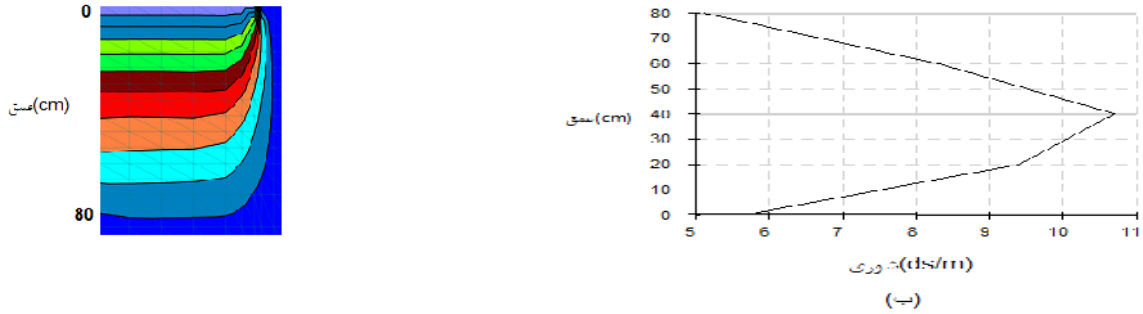
املاح آب می باشد. نمونه ای از این شبیه سازی ها در شکل های ۳ تا ۹ آمده است. هرکدام از شکل ها از دو بخش رنگی و معمولی تشکیل شده است. قسمت رنگی هر شکل نتیجه حاصل از اجرای مدل برای زمان مشخصی است که برای مدل تعریف گردیده است. قسمت الف شکل ۳ (قسمت رنگی) شبیه سازی توزیع شوری را قبل از آبشویی در کرت خشک نشان می دهد. که نشان از شدت شوری در لایه سطحی خاک که نیاز به آبشویی دارد است و بر اساس مقیاس اسپکترن رنگی در لایه های سطحی خاک میزان شوری را زیاد نشان می دهد. شکل ب ۳ نیز شبیه سازی را در کرت دارای رطوبت اولیه نشان می دهد که میزان شوری در سطح خاک کمتر از کرت خشک است. شکل الف ۴ روند حرکت نزولی حرکت شوری در اثر آبشویی به لایه های پایینی را در کرت خشک بعد ۲۴ ساعت از اولین آبشویی نشان می دهد،که تجمع شوری در عمق ۴۰ سانتیمتری است. همانطور که از شکل ب ۴ دیده می شود، در کرت مرطوب این روند کندتر است و بیشترین شوری درعمق۲۰ سانتیمتری است. شکل الف ۵ روند نزولی حرکت شوری را ۴۸ ساعت بعد از اولین آبشویی نشان می دهد که حرکت املاح در اثرآبشویی باعث تجمع شوری در عمق۸۰ سانتیمتری و بیشتر شده است و از مقدار شوری سطح کاسته شده است و بدلیل حرکت سریعتر آب نسبت به املاح به لایه های پایینی شوری اعماق کم می شود. در حالی که در کرت مرطوب بیشترین شوری درعمق۴۰ سانتیمتری است. شکل الف ۶ حرکت نزولی املاح را ۳۰ دقیقه بعد از دومین آبشویی درکرت خشک نشان می دهد که مقداری از املاح باقی مانده را که در خلل و فرج ریز مانده اند، از سطح خاک شسته و در عمق۴۰ سانتیمتری تجمع می دهد. در کرت مرطوب املاح سطحی با سرعت کمی شسته و در عمق۲۰ سانتیمتری تجمع می یابند. شکل الف ۷ روند نزولی حرکت شوری را بعد از ۴۸ ساعت از دومین آبشویی نشان می دهد که املاح از لایه های بالایی خاک شسته شده و در اعماق پایین تر از ۸۰ سانتیمتری تجمع می یابند و شوری لایه های سطحی کمتر می شود در حالی که در کرت مرطوب، بدلیل حرکت کند، املاح تجمع شوری هنوز در عمق۶۰ سانتیمتری است و در مجموع شوری کل در هر دوکرت کاهش می یابد. شکل الف ۸ روند کاهش شوری را ۳۰ دقیقه بعد از سومین آبشویی نشان می دهد. درکرت خشک شوری سطح خاک تقریبا به صفر نزدیک شده است و شوری ناحیه ریشه کاهش یافته است. در کرت مرطوب شوری سصح خاک تقریبا کاهش یافته ولی بدلیل روند کند، حرکت املاح شوری لایه های پایین هنوز زیاد است. شکل الف ۹حرکت شوری به سطح خاک توسط صعود مویینه ای را بعد از یک هفته از آخرین آبشویی در کرت خشک نشان می دهد. شکل ب ۹ حرکت شوری در اثر صعود مویینگی را در کرت مرطوب نشان می دهد که سرعت حرکت مویینگی در کرت خشک به دلیل مکش بیشتر، خیلی زیادتر از کرت مرطوب است که باعث تجمع بیشتر شوری درسطح خاک شده است. در مجموع با گذشت زمان و افزایش عمق میزان شوری لایه های سطحی کاسته شده و در اعماق افزایش می یابد و در کل میزان نمک های نهشته شده در کرت مرطوب بدلیل حرکت کندتر املاح بیشتر است.



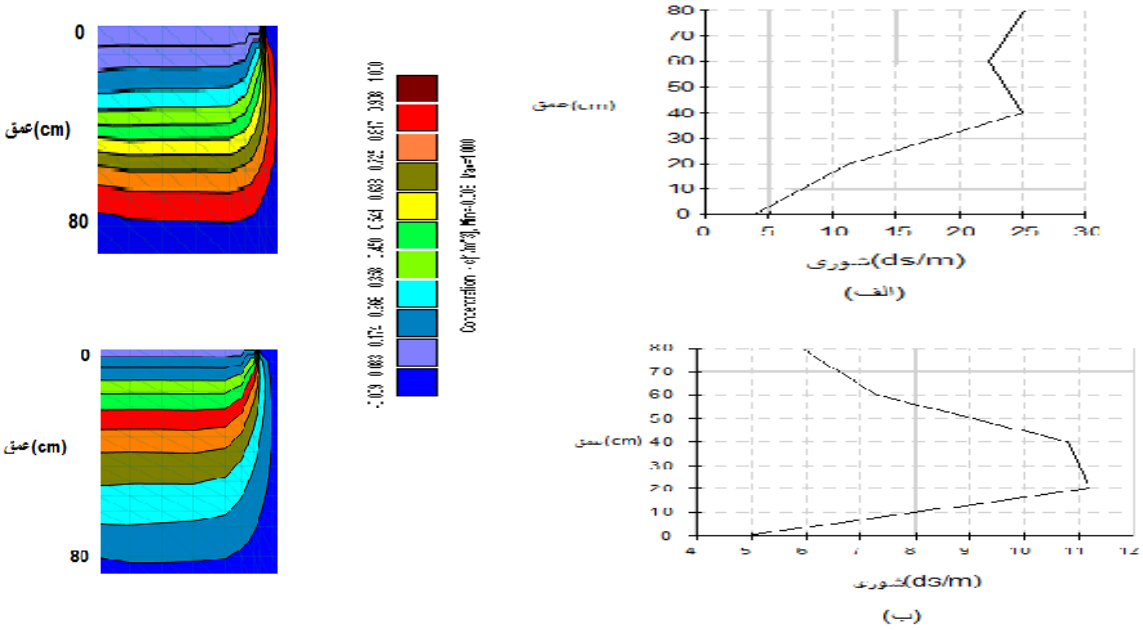
شکل ۳ شبیه سازی حرکت شوری در خاک قبل آبشویی،الف کرت خشک،ب کرت مرطوب



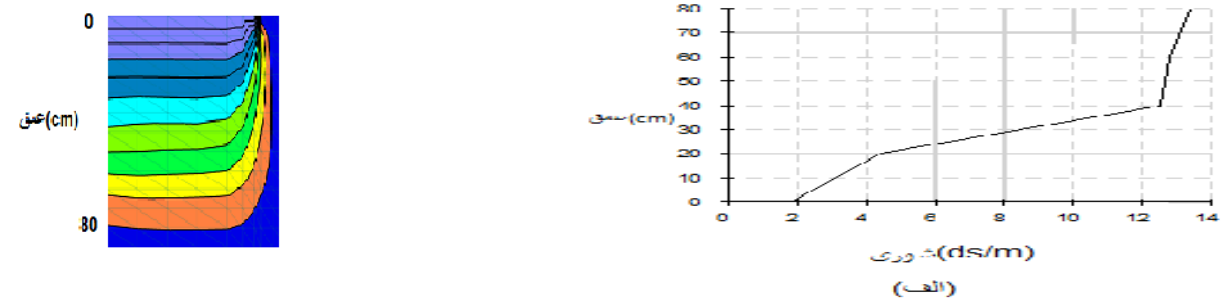
شکل۴ شبیه سازی حرکت شوری در خاک ۲۴ساعت بعد از اولین آبشویی ،الف کرت خشک،ب کرت مرطوب

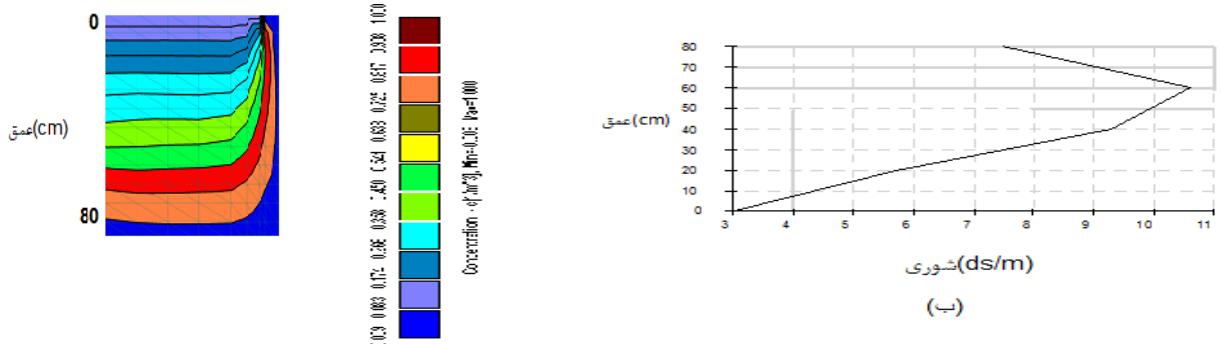


شکل ۵ شبیه سازی حرکت شوری در خاک ۴۸ساعت بعد از اولین آبشویی ،الف کرت خشک،ب کرت مرطوب

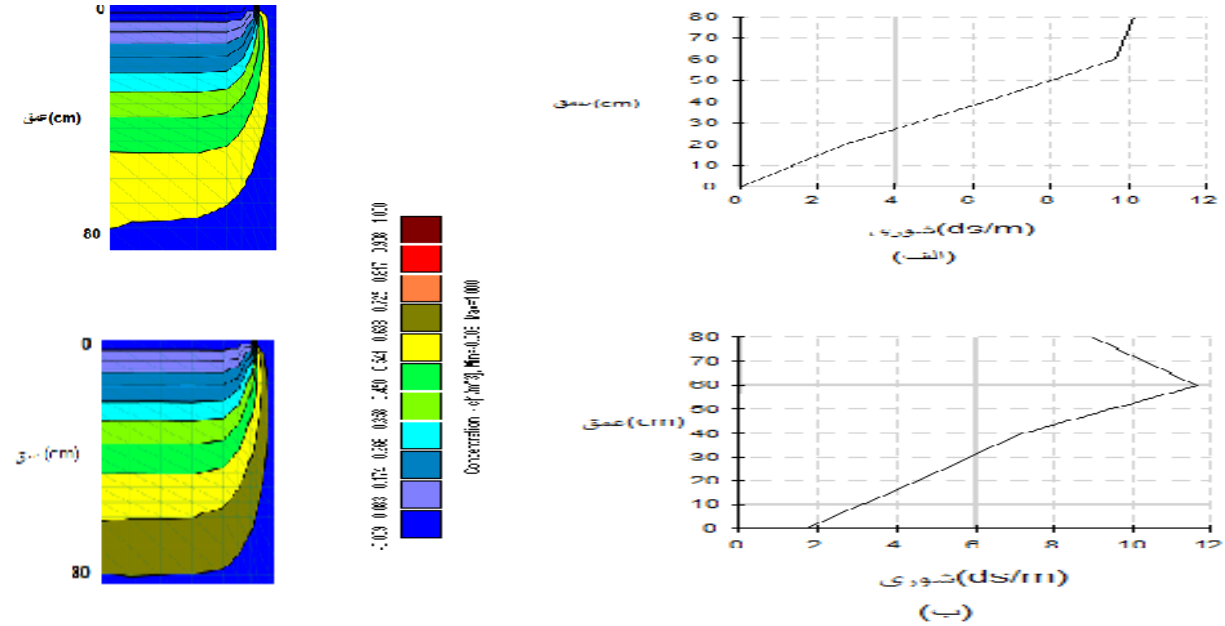


شکل ۶ شبیه سازی حرکت شوری در خاک ۳۰دقیقه بعد از دومین آبشویی ،الف کرت خشک،ب کرت مرطوب

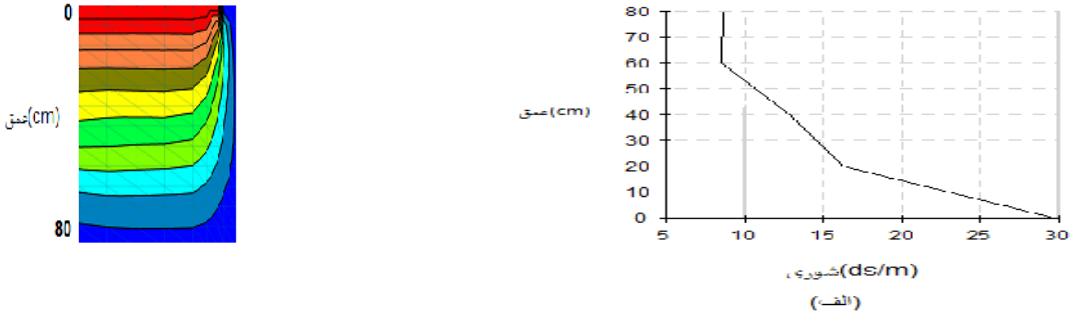


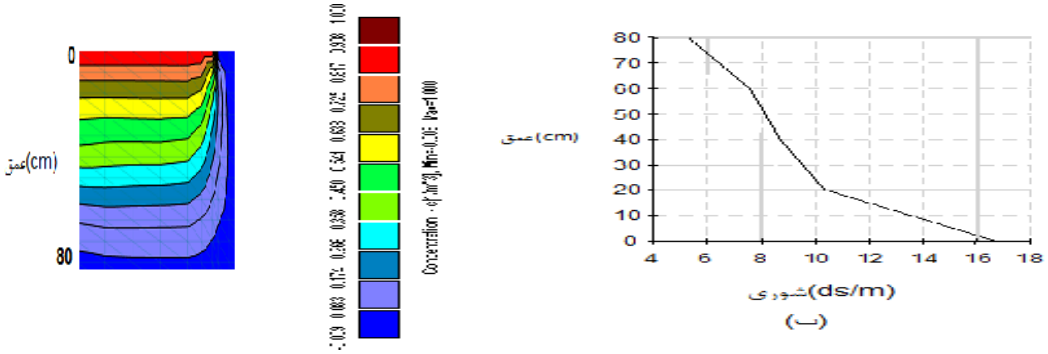


شکل ۷ شبیه سازی حرکت شوری در خاک ۴۸ساعت بعد از دومین آبشویی ،الف کرت خشک،ب کرت مرطوب



شکل۸ شبیه سازی حرکت شوری در خاک ۳۰ دقیقه بعد از سومین آبشویی ،الف کرت خشک،ب کرت مرطوب





شکل۹ شبیه سازی حرکت شوری در خاک یک هفته بعد از آخرین آبشویی ،الف کرت خشک،ب کرت مرطوب

نتیجه گیری

برای تحقیق در مورد نحوه توزیع حرکت املاح در محیط ریشه و شبیه سازی حرکت شوری، در دو کرت با رطوبت اولیه و بدون رطوبت اولیه آزمایشات تعیین مقدار شوری در عمق ریشه انجام گردید. داده های آزمایشگاهی و صحرایی این طرح که مربوط به برآورد میزان شوری در لایه های مختلف خاک تا عمق ریشه و در دو کرت مرطوب و خشک در زمان های مختلف بعد آبشویی است تجزیه و تحلیل گردید و برای شبیه سازی حرکت املاح درخاک از مدل HYDRUS 2-D استفاده شد. این مدل ابتدا برای داده های بدست آمده کالیبره شد و نتیجه کالیبراسیون این بود که مدل فوق برای آنالیز و شبیه سازی حرکت املاح مناسب است. نتایج حاصل از اجرای مدل نشان داد که رطوبت اولیه در حرکت املاح موثر است. پیشروی حرکت شوری در کرت مرطوب در زمان های بعد آبشویی با مقدار آبشویی یکسان بسیار کندتر از کرت خشک بوده است که در کرت خشک بدلیل اینکه املاح تحت تاثیر جریان های ترجیحی ناشی از انبساط و انقباض قرار می گیرد به سهولت انتقال می یابند. در هر دوکرت رطوبت سریعتر از املاح حرکت می کند و در آبشویی های اولیه میزان شوری در اعماق پایینتر راکاهش می دهد. در صعود مویینه ای شوری بعد از یک هفته از آبشویی، که شوری را به سطح خاک انتقال می دهد سرعت حرکت املاح در اثر صعود مویینگی درکرت مرطوب بدلیل افزلیش قطر ذرات و مکش کمتر کندتر از کرت خشک بود. درکل نتایج نشان می دهد که با وجود اختلاف بین پیش بینی مدل و مقادیر اندازه گیری مدل توانست روند کاهش شوری خاک در اثر آبشویی و افزایش شوری لایه های سطحی در اثر صعود مویینه ای را به خوبی شبیه سازی کند.

منابع

۱ . علیزاده،امین، طراحی و برنامه ریزی سیستم های زهکشی کشاورزی، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد

2. Bower, C.A., Ogata, O. and Tucker, J.M., 1969. Rootzone salt profiles and alfalfa growth as influenced by irrigation water salinity and leaching

3. fraction. Agronomy Journal. Vol 61(5): 783-850.

4. Butters, G.L., Jury, W.A. 1989. Field scale transport of Bromide in an unsaturated soil. 2: Dispersion modeling. Water Resour. Res. 25: 1583-1589.

5. Butters, G.L., Jury, W.A., and Ernest, F.F. 1989. Field scale Transport of Bromide in an

6. unsaturated soil. I: Experimental methodology and results. Water Resour. Res. 25: 1575-1581

7. Droogers, P., H.R. Salemi and A. Mamanpoush. 2000. Exploring basin scale salinity problems using Handbook no. 60, US Government Printing Office, Washington D.C

8. Hanson. B.R., Grattan, S.R. and fulton, A., ۱۹۹۹. Agricultural salinity and drainage. California Univ. Davis,California.

9. Van Schilf gaarde, J., Bernstein, L. Rhoades, J.D.and Rawlins, S.L., 1974. Irrigation management of salt control. J. Irrig. And Drainage Div., Proc. Amer. Soc. Civil Eng. (In press).

10. Hoffman, G.J., and M. van Genuchten. 1983. Soil Properties and efficient water use: water management for control. In: H.M. Taylor et al., 1983, Limitations to efficient water use in cr

11. Katterer, T., Schmied, B., Abbaspour, K.C., and Schulin, R. 2001. Single- and dual-porosity
12. modeling of multiple tracer transport through soil columns: effect of initial moisture and

13. mode of application. Europ. J. Soil Sci. 52: 25-36

14. Jaynes, D.B., Logsdon, S.D., and Horton, R. 1995. Field method for measuring of Katterer, T., Schmied, B., Abbaspour, K.C., and Schulin, R. 2001. Single- and dual-porosity

15. Mobile/immobile water content and solute transfer rate coefficient. Soil Sci. Soc. Am. J. 59: 352-356 mode of application. Europ. J. Soil Sci. 52: 25-36.

16. Modeling of multiple tracer transport through soil columns: effect of initial moisture and production, ASA-CSSA-SSSA

17. Simplified water accounting model: the example of Zayandeh Rud basin, Iran. Research Report 5, IWMI.

18. Simunek, J., R. Kodesova, M. M. Grib and M.Th. van Genuhten, 1999. Estimating hysteresis in the soil water retention function from cone permeameter experiments. Water Resour. Res., 35(5):1329-1345

19. Simunek, J. Van Genuchten, M.T and Senja, M 2006، The HYDRUS2-D Software Package for Simulating Tow-and Three Dimensional Movement of Water, PC Progress, Prague, Czech Republi

20. US Salinity Laboratory Staff. 1954. Diagnosis and Improvement of saline and alkali soils. Agric.

The simulation of salts movement in soil using HYDRUS-2D Model

Abstract

The accumulation and movement of salts in the soil and its modeling have been considered significantly in recent years. In this article, the simulation of movement of salts in soil using HYDRUS-2D Model for various leaching times has been performed and profiles of advancing salt movement on the dry and wet basins has been drawn and also the effect of initial moisture has been investigated. This model has a strong ability for simulation. Results of the above model show that the leaching repetition causes a quick movement of salts to bottom of the root zone. this movement had more speed on the dry basin in comparison with the wet. The applied conclusion of this article is that if the soil is dry before the irrigation; salts would be influenced by prefrential flows by Joint gaps resulting from contraction and expansion and therefore will smoothly transported. After a week of leaching, results show a faster salts movement on the dry basin causing by capillary forces and therefore the accumulation on the topsoil.

Keywords: HYDRUS-2D, the simulation of salts movement, leaching