شبیه سازی حرکت کلراید در خاکی با بافت سیلتی کلی لوم در شمال خوزستان

نگین پارسایی[۱]، غلامعباس صیاد[۲]، احمد لندی[۳]، پیوند پاپن[۴]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد خاکشناسی دانشگاه شهید چمران اهواز

۲- استادیار گروه خاکشناسی دانشگاه شهید چمران اهواز

۳- دانشیار گروه خاکشناسی دانشگاه شهید چمران اهواز

۴- کارشناس ارشد خاکشناسی ، سازمان آب و برق خوزستان

چکیده

ناحیه غیراشباع خاک، به عنوان بخش مهمی از چرخه هیدرولوژی حائز اهمیت است. این ناحیه نقش انکار ناپذیری در بسیاری از مسایل هیدرولوژی مانند نفوذپذیری، تغذیه سفره های آب زیرزمینی و رواناب دارد. در سال های اخیر توجه زیادی به بررسی حرکت آب و املاح در ناحیه غیراشباع خاک شده است.کودهای شیمیایی که در زمین های کشاورزی مورد استفاده قرار می گیرند، در اثر آبیاری و بارندگی به درون خاک منتقل شده و موجب آلودگی سفره های آب زیر زمینی می شوند. لذا این مطالعه به منظور شبیه سازی انتقال کلراید در خاکی با بافت سیلتی کلی لوم در شمال خوزستان با استفاده از مدل HYDRUS-1D انجام شد. مشاهده شد که بین نتایج حاصل از اندازه گیری و شبیه سازی شده به خصوص در عمق های سطحی منطقه تطابق وجود داشت.در نهایت می توان مدل را به عنوان ابزاری توانمند برای آنالیز فرایند پیچیده انتقال بیان کرد.

کلمات کلیدی: HYDRUS-1D، کلراید، شمال خوزستان

مقدمه

آبشویی املاح از زمین های کشاورزی منجر به مشکلات فراوان زیست محیطی می شود. نیترات، فسفات و سایر نمک ها ممکن است آبشویی شوند و آب های سطحی و زیرزمینی را آلوده کنند. بنابراین اثرات فعالیت های بشر بر روی محیط زیست در سال های اخیر توجه زیادی را به خود جلب کرده و جوامع بشری خواستار پیش بینی و تعیین این اثرات و همچنین توسعه بیشتر دانش در مورد مکانیسم انتقال املاح در اراضی زراعی هستند. در کشور ما ایران نیز به علت شرایط آب و هوایی و موقعیت جغرافیایی خاص (قرار گرفتن در کمربند خشک کره زمین) اراضی شور و قلیا در سطح وسیع یافت می شود ، اغلب خاکهای شور کشور در اثر شوری آب زیرزمینی که در عمق کمتر از ۲ متر قرار دارد حاصل شده است. توسعه روز افزون و اجباری آبیاری نیز در صد سال اخیر باعث شده است که مقادیر زیادی املاح از این طریق وارد خاک شده و در برخی مناطق باعث بالا آمدن سطح آب زیرزمینی و ماندابی شدن اراضی و در نهایت شور شدن خاک می گردد.یکی از مناطقی که این مسأله در آن وجود دارد استان خوزستان است. به علت تجمع زیاد کلر در مناطق خشک و وجود یون سدیم و تمایل این دو یون، نمک غالب در این مناطق کلرید سدیم می باشد، که غلظت بالای کلر را در پروفیل خاک ناشی از فرایند شور شدن خاک می دانند.

ازطرفی صرف زمان و هزینه برای اندازه گیری های آزمایشگاهی و صحرایی شوری خاک و انتقال املاح مطلوب نمی باشد، امروزه استفاده از مدل ها به منظور پیش بینی انتقال و سرنوشت آلوده کنندها در خاک و آب زیرزمینی بیشتر متداول می باشد. یکی از مدل های پیشرفته در ارتباط با حرکت یک بعدی آب، املاح و گرما در خاک مدل HYDRUS-1D است که توسط سیمیونک و همکاران در آزمایشگاه شوری خاک آمریکا بسط داده شد است. این مدل شامل حل عددی معادله ریچاردز برای بررسی حرکت آب در خاک و معادلات انتقال- انتشار برای بررسی حرکت املاح در خاک است. کاربرد کودها، حرکت کلر از خاک زیرین به سطح و همچنین فرایند شور شدن خاک را می توان به عنوان منبع احتمالی کلراید ذکر کرد.. انتقال کلراید به عنوان یونی که جذب سطحی نمی شود و همچنین یک نمک غیر واکنشی بیشتر مورد توجه قرار گرفته است.در واقع کلر با همان کمیتی که وارد خاک شده از آن خارج می شود و یون آرمانی برای آزمون نظریه ترابری مواد و املاح در خاک به شمار می رود. ووس و همکاران (۲۰۰۲) منشأ غلظت بالای کلراید را در آب زهکشی، جریان آب و انتقال املاح را به کمک تلفیق داده های صحرایی جدید و قبلی و همچنین مدل شبیه سازی دو بعدی مورد آنالیز و بررسی قراردادند.آنان به منظور توضیح دینامیک انتقال املاح در زهکش های سطحی خاکی با بافت سیلتی لوم از مدل انتقال املاح و حرکت آب HYDRUS-2D استفاده کردند.برای ارزیابی شبیه سازی از اندازه گیری های هیدرولوژیکی صحرایی استفاده شد و در نهایت آنان مدل را به عنوان ابزاری توانمند برای آنالیز فرایند پیچیده ی انتقال بیان کردند. جاکاوز و همکاران (۲۰۰۸) با استفاده از مدلHP1 آبشویی کادمیوم و روی در اسپودوسول در یک منطقه شنی ، جریان آب و انتقال عناصر اصلی(Ca-Mg-K-Na) و آنیون ها(Cl,Br) را برای پروفیل خاک چندلایه تا عمق یک متری شبیه سازی کردند.نتایج نشان داد که تغییر در میزان آب و جریان های آب به طور قابل ملاحظه ای گونه های مختلف عناصر، تحرک و در دسترس بودن آنها را تحت تأثیر قرار می دهد. در نهایت دستورالعمل های انتقال واکنشی توأمان برای منطقه ی غیر اشباع-HP1 –ابزار امیدبخشی برای حل اثر متقابل کمپلکس ها بین پروسه های فیزیکی و بیوژئوشیمیایی برای همه مشکلات زیست محیطی دانستند. بنابراین به دلیل شوری خاک و سیستم های زهکشی نامناسب در خوزستان این مدل به منظور بررسی انتقال املاح به کار برده شد.این مدل می تواند ابزار مفید و کارآمدی برای مدیریت آب و سیستم های آبیاری در مزارع باشد.

مواد و روشها

منطقه مورد مطالعه در ٤٠ کیلومتری شمال اهواز و از نظر موقعیت جغرافیایی در ٤٨ درجه و ١٥ دقیقه تا ٤٨ درجه و ٤٠ دقیقه طول شرقی و ٣١ درجه و ٣٧ دقیقه تا ٣٢ درجه و ٣ دقیقه عرض شمالی واقع گردیده است. در ایستگاه سینوپتیک اهواز میانگین بارندگی سالانه ٢٣٧/٦ میلیمتر و میانگین درجهٔ حرارت سالانه هوا ٢٥/٣ درجهٔ سانتیگراد و میانگین حداقل درجهٔ حرارت ماهانه هوا ١٧/٧ درجهٔ سانتیگراد می باشد.در این مطالعه از داده های گزارش شده توسط سازمان آب و برق خوزستان استفاده شد.به منظور آزمون های شوری و سدیم زدایی با کاربرد ماده اصلاح کننده (اسید سولفوریک) چهار کرت به ابعاد ١×١ متر ایجاد شد. قبل از افزودن آب آبشویی مقدار اسید سولفوریک مورد نیاز در سطح کرت ها پخش و با خاک مخلوط گردید ، سپس در همه کرت ها ١٠٠ سانتی متر آب در چهار تناوب مصرف شد. در دور اول به هر کدام از کرت ها ٢٥ سانتی‌متر آب اضافه و پس از خروج آب ثقلی از عمق ٢٥ سانتی‌متری نمونه برداری گردید. به همین ترتیب تا عمق ١٠٠ سانتی‌مترخاک و آب کاربردی تا میزان ١٠٠ سانتی‌متر اقدام به آبشویی و نمونه‌برداری نموده و نمونه‌ها پس از خشک شدن در هوای آزاد به آزمایشگاه جهت اندازه گیری هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک، اسیدیته، گچ و آهک، ظرفیت تبادل کاتیونی، میزان سدیم قابل تعویض کاتیون‌ها و آنیون‌های محلول عصاره اشباع خاک، سدیم و در نهایت برآورد درصد سدیم تبادلی خاک ارسال شدند.در ضمن قبل از شروع آبشویی از محلی نزدیک کرت ها نمونه خاک شاهد از اعماق ٢٥-٠ ، ٥٠-٢٥ ، ٧٥-

۵۰ ، ۱۰۰-۷۵ ، ۱۲۵-۱۰۰ و ۱۵۰-۱۲۵ سانتی متری تهیه گردید. اسید به منظور جلوگیری از قلیایی شدن خاک و شستشوی سدیم اضافه می‌گردد که در منطقه اول در یک تیمار به مقدار پنج تن در هکتار اسید سولفوریک غلیظ اضافه شد. بدین ترتیب به هر کدام از کرت‌ها ۰/۲۷ لیتر اسید اضافه گردید برای شبیه سازی حرکت کلراید از مدل HYDRUS-1Dاستفاده شد. داده های ورودی مدل شامل اطلاعات پروفیل خاک، پارامترهای مربوط به هواشناسی، وضعیت گیاه، زمان، مشخصات محلول و همچنین داده های محاسبه شده و نمودارهای مربوط به آنها می باشد برای اندازه گیری بعضی از پارامتر های فیزیکی نظیر هدایت هیدرولیکی غیر اشباع از مدل Rosetta که جزئی از مدل HYDRUS است استفاده شد. با وارد کردن داده های موجود به نرم افزار مذکور با انجام عملیات پردازش داده ها می توان با شبیه سازی به صورت یک بعدی برآوردی از چگونگی حرکت کلراید را به دست آورد و مدل را مورد تست و ارزیابی قرار داد. ابتدا آنالیز حساسیت به منظور تحقیق در مورد تغییرپذیری خصوصیات هیدرولیکی خاک بر انتقال یون کلراید مورد بررسی قرار گرفت.سپس برای بهینه سازی پارامترهای ورودی مدل از روش مدل سازی معکوس استفاده شد.این روش در حقیقت یک روش بهینه سازی است که با کمینه کردن یک تابع هدف قادر است پارامتر های موردنظر را برآورد کند.پارامترهای بهینه در جدول ۱ آورده شده است.در این مطالعه مرز بالایی خاک، شرایط اتمسفری همراه با لایه سطحی در نظر گرفته شد.با انتخاب این شرایط مرزی می توان شرایط اقلیمی را در فرایند شبیه سازی دخیل نمود.

جدول شماره ۱- خصوصیات هیدرولیکی بهینه شده

depth(cm)	sk(cm/day)	θr	θs	α	n
۰-۷۵	18	0.09	0.645	0.012	1.1
75-100	40	0.08	0.215	0.008	1.5

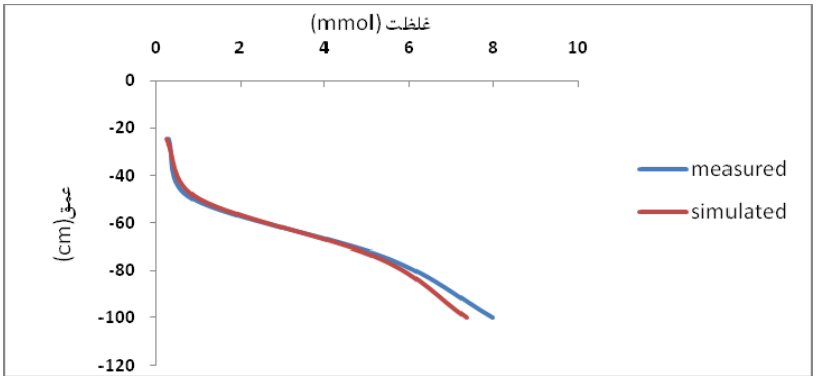
برخی از خصوصیات خاک مورد مطالعه

عمق خاک (cm)	بافت خاک	درصد رطوبت وزنی			وزن مخصوص		تخلخل کل %	نفوذپذیری (cm/h)	عمق آب مورد نیاز برای کسر رطوبت خاک (cm)
		نقطه پژمردگی P.W.P	رطوبت صحرایی F.M	ظرفیت زراعی F.C	ظاهری gr /cm3	حقیقی gr /cm3			
0 - 25	SiL	9.61	18.91	19.29	1.49	2.68	44.8	2.85	0.14
25 - 50	SiCL	10.92	18.98	21.95	1.53	2.62	41.4	1.17	1.14
50 - 75	SiCL	10.74	18.09	21.58	1.52	2.61	41.7	1.43	1.33
75 - 100	SiCL	10.64	19.03	21.36	1.51	2.61	42.1	1.82	0.88

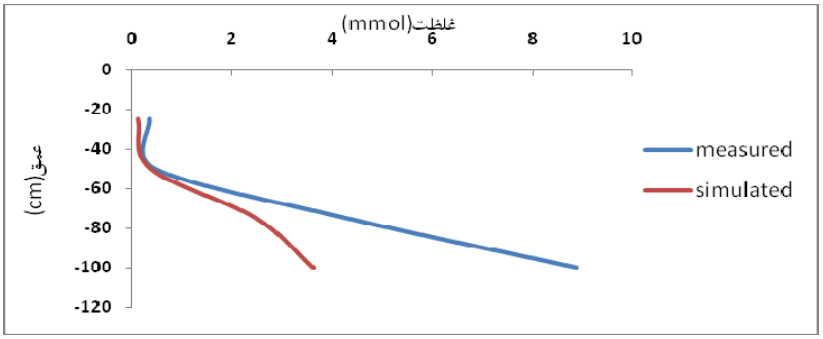
نتایج و بحث

نتایج حاصل ازداده های آزمایشگاهی این تحقیق توسط مدلHYDRUS-1D مورد آنالیز قرار گرفت. مشاهده شد که این مدل در پیش بینی حرکت کلراید به درصد رطوبت اشباع بیشترین حساسیت را نشان داد، و هدایت هیدرولیکی اشباع ، ضریب پخشیدگی و ضریب n در درجه دوم اهمیت قرار می گیرند. همچنین مشاهده شدکه بین نتایج حاصل از اندازه گیری و شبیه سازی شده به خصوص در عمق های سطحی منطقه تطابق وجود داشت. به طوری که در اولین دور آبشویی مدل با$R^2 = 0.99$ و در دور دوم با$R^2 = 0.98$ اندازه گیری های صحرایی را پیش بینی کرد. در نهایت می توان مدل را به عنوان ابزاری توانمند برای

آنالیز فرایند پیچیده انتقال بیان کرد.نتایج حاصل از اندازه گیری های صحرایی و شبیه سازی شده در نمودارهای(۲و ۱) بیان شده است.



نمودار ۱- داده های اندازه گیری و شبیه سازی شده در دور اول آبشویی



نمودار ۲- داده های اندازه گیری و شبیه سازی شده در دور دوم آبشویی

تقدیر و تشکر

در پایان نویسندگان این مقاله از سازمان آب و برق خوزستان و دفتر تحقیقات و استانداردهای شبکه های آبیاری و زهکشی تشکر و قدردانی می نمایند.

منابع

۱- عباسی، ف.۱۳۸۶. فیزیک خاک پیشرفته. انتشارات دانشگاه تهران.

۲- عباسی، ف، تاجیک، ف.۱۳۸۶. برآورد همزمان پارامترهای هیدرولیکی و انتقال املاح در خاک به روش حل معکوس در مقیاس مزرعه. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، سال یازدهم- شماره اول (الف) بهار۱۳۸۶

۳. Lundmark, A., Jansson, P. E. 2009.Generic soil description for modeling water and chloride dynamics in the unsaturated zone basedon Swedish soils.Geoderma 150:85-95.

۴. Jacques,D., Simunek,J., Mallants,D., Van Genuchten,M.Th. 2008.Modeling Coupled water flow, solute transport and geochemical reaction affecting heavy metal migration in a podzol soil. Geoderma 145:446-461.

۵. Vos,J.A.,Raats,P.A.C. Feddes,R.A. 2002. Chloride transport in recently reclaimed Dutch Polder.Journal of Hydrology 257:59-77