بررسی کارآیی نرم‌افزار HYDRUS-1D و توانایی معادلات متداول جریان روان-پخشیدگی CDE[۸] و NECDE[۹] در برآورد حرکت یون برماید

مجتبی کرد[۱]، حسین شیرانی[۲]، غلامعباس صیاد[۳] و هرمزد نقوی[۴]

[۱]کارشناس ارشد خاکشناسی، [۲] استادیار گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولیعصر(عج)رفسنجان، [۳] استادیار گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز ،[۴] استادیار پژوهش، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمان.

مقدمه

با پیشرفت سریغ فناوری انسان به قدرت صنعتی عظیمی دست یافت. البته این فرایند در کنار مزایای فراوانی که برای بشر به ارمغان آورد، به دلیل استفاده غیر منطقی از آن صدمات شدیدی به منابع طبیعی و محیط زیست از جمله خاک وارد ساخته است. خاک به عنوان یکی از اجزای محیط زیست دریافت کننده و ذخیره‌ساز پسمانده‌های صنعتی و فرآورده‌های کشاورزی است. به محض ورود این مواد به خاک، جزئی از چرخه‌هایی می‌گردند که این چرخه ها خود صور گوناگونی ازحیات را تحت تاثیر قرار می دهند. بنابراین اطلاع ازماهیت آلاینده ها و رفتار شیمیایی آنها در خاک و امکانات قابل استفاده مدیریت در جهت پاک سازی یا خنثی سازی آنها امری الزامی است(۲).

مواد و روشها

ستون‌های خاک مورد استفاده از دو بافت خاک شنی‌لومی و لوم‌شنی با قطر ۱۰/۱۷ سانتیمتر و ارتفاع ۲۵ سانتیمتر تهیه شدند. ستون‌های تهیه شده در آزمایشگاه از نظر وزن مخصوص ظاهری مشابه خاک مزرعه بودند. پس از تهیه ستونها در انتهای ستون‌ها ۵ سانتیمتر شن شسته شده با اسید جهت جلوگیری از خروج خاک قرار داده شد و انتهای ستون‌ها با توری آلومنیومی بسته شد. آزمایش با استفاده از ۱۸ ستون در ۳ تکرار برای هر بافت خاک انجام گرفت. تیمارهای برم اعمال شده ۱۰، ۲۰ و ۳۰ میلی‌گرم برماید به ازاء وزن خشک خاک بوده و این تیمارها در ۲۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر حل شد و پس از اعمال تیمارها به صورت پالسی ستون‌های خاک در حالت اشباع و با بار ثابت آبی ۵ سانتیمتر مورد آبشویی قرار گرفتند. پس از شروع آبشویی به ازاء خارج شدن هر ۰/۲ حجم تخلخل زه‌آب از ستون، از زه‌آب خروجی نمونه‌برداری و نمونه‌ها به آزمایشگاه جهت اندازه‌گیری غلظت برماید منتقل شدند. این عمل تا ۴ حجم تخلخل ادامه یافته و غلظت برماید با استفاده از الکترود انتخابگر برماید اندازه‌گیری شد (۱).

جرم مخصوص ظاهری به روش استوانه‌های نمونه بردار (۳)، هدایت هیدرولیکی اشباع به روش بار ثابت آبی (۳)، بافت خاک به روش پیپت (۳)، هدایت الکتریکی در عصاره گل اشباع به وسیله دستگاه ECمتر (۴) و ظرفیت تبادل کاتیونی به روش باور (استات آمونیوم) تعیین شد (۴).

بحث و نتیجه گیری:

پس از اندازه‌گیری غلظت برماید، اطلاعات مورد نیاز برای راه‌اندازی مدل از ستونها گرفته شد و در نهایت غلظت زه‌آب برآورد شده توسط مدل با مقادیر اندازه‌گیری شده در آزمایشگاه مقایسه شد.

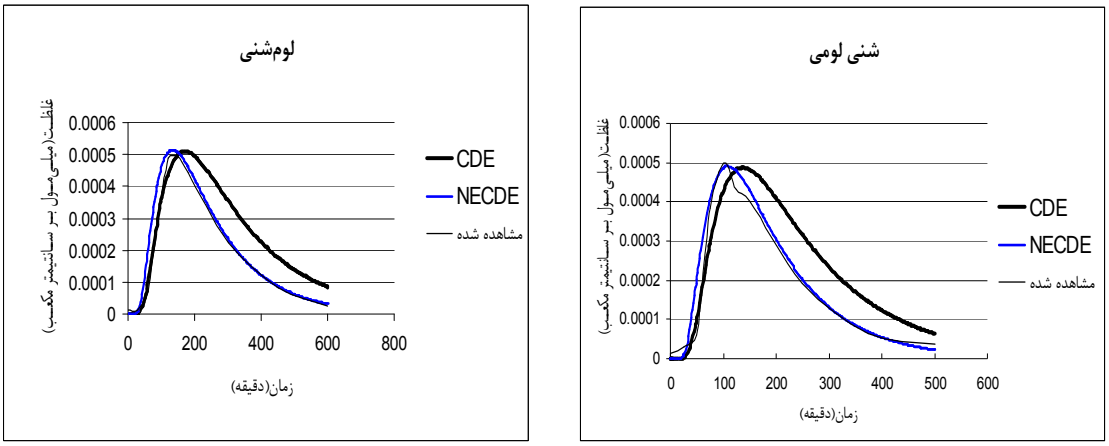
مطالعات قبلی نشات می‌دهد که مدل CDE در ستونهای دست خورده برآورد بهتری داشته(۵) ولی در این آزمایش مدل NECDE پیش‌بینی بهتری از حرکت برماید در خاک نشان داد، زیرا ستونها بعد از اشباع شدن به مدت یک ماه

8 - Convective Dispersive Equation
9 - Non Equilibrium Convective Dispersive Equation

در شرایط هوای آزاد قرار گرفتند تا خشک شوند و این ستونها بعد از خشک شدن دوباره اشباع گردیدند که همین عمل منجر به تشکیل ساختمان در خاک شده و سبب ناهمگنی خاک گردید و موجب شد که مدل NECDE نسبت به مدل CDE نتایج بهتری برآورد نماید. در این حالت آب خاک به دو بخش متحرک و غیرمتحرک تقسیم شده که در بخش متحرک فرآیند انتقال عمدتا" در اثر جریان روان و پراکنش صورت می‌گیرد ولی در بخش غیرمتحرک فرایند انتقال عمدتا" در اثر پخشیدگی انجام می‌شود.

همانطور که در شکل می‌بینیم شیب قسمت بالارونده منحنی با قسمت پایین‌رونده یکسان نمی‌باشد که این مسئله به خاطر تشکیل ساختمان در خاک می‌باشد. بنا براین هنگامی که پالس برماید به ستون خاک اضافه شد ابتدا در اثر فرایند پخشیدگی از ناحیه متحرک به ناحیه غیرمتحرک رفته و پس از عبور پالس برماید از خاک، دوباره برماید در اثر پخشیدگی از ناحیه غیرمتحرک وارد ناحیه متحرک شده و موجب می‌شود که قسمت پایین‌رونده منحنی حالت کشیده‌تری نسبت به قسمت بالارونده داشته باشد.

شکل۱- شبیه‌سازی غلظت زه‌آب خروجی سطح اول تیمار برماید در خاک شنی لومی و لوم‌شنی توسط مدل CDE و NECDE



هر چه پارامتر ضریب پخشیدگی (D) بزرگتر باشد پراکندگی املاح بیشتر بوده وارتفاع منحنی کاهش می‌یابد که بیانگر کاهش در بیشترین مقدار غلظت زه‌آب خروجی است و از آنجایی که پارامتر ضریب پخشیدگی در هر دو بافت خاک با هم مشابه می‌باشد می‌بینیم که ارتفاع منحنی ها در تیمار معین در هر دو بافت تقریبا" یکسان میباشد.

با توجه به اینکه اتمام آبشویی بعد از خروج ۴ حجم تخلخل زه‌آب از ستونها بوده و چون حجم تخلخل بافت شنی‌لومی نسبت به لوم‌شنی کمتر است و از طرف دیگر سرعت حرکت جریان آب در خلل و فرج آنها بیشتر می‌باشد ستون‌های خاک شنی‌لومی در زمان زودتری به نقطه پایان آبشویی می‌رسند که این مساله در شکل‌ها کاملا" مشخص است.

منابع:

[1] Abdalla, N. A., and B. N. Lear. 1975. Determination of inorganic bromide in soil and plant tissues with bromide selective-ion electrode. Commun in Soil Sci. and plant Analysis 6: 489-494.

[2] Brady, N. C., 1990. "The Nature and properties of soils". 10th ed., Macmillan publishing company, New York. pp: 517-546.

[3] Kluted, A.(eds). 1986. Method of soil Analysis. Part 1- physical and mineralogical methods. Second edition. Agronomy No. 9. American society of Agronomy, Inc. Soil Science Society of America, Inc. Publisher Madison, Wisconsian. USA

[4] Kluted, A.(eds). 1986. Method of soil Analysis. Part 2- Chemical and Biochemical methods. Second edition. Agronomy No. 9. American society of Agronomy, Inc. Soil Science Society of America, Inc. Publisher Madison, Wisconsian. USA.

[5] Moradi, A., K. C. Abbaspour, M. Afyuni, 2005. "Modeling field-scale cadmium transport below the root zone of a sewage sludge amended soil in an arid region in central Iran. J. Contaminant Hydrology. 79: 187-20