اثر ساختمان و جریان ترجیحی بر حرکت بروماید درستون های دست نخورده خاک غیراشباع

الهام امیری*[۱]، علی اکبر محبوبی[۱] و محمدرضا مصدقی[۱]

[۱] به ترتیب دانشجوی سابق کارشناسی ارشد خاکشناسی، استاد و استادیار گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا همدان

مقدمه

مکانیسم انتقال املاح در شرایط جریان ترجیحی به گونه‌ای است که مقادیر نسبتاً بزرگ جریان آب و املاح از طریق سهم کوچکی از کل حجم خاک انجام می‌گیرد. الگوهای جریان ترجیحی با توجه به رطوبت اولیه خاک، شدت بارندگی، مورفولوژی و نوع خاک، عملیات کشت و کار و فعالیت کرم‌های خاکی تغییر می‌کند[۱]. پژوهش‌ها در مورد تعیین مسیرهای جریان ترجیحی در خاک‌های دست نخورده[۴] به ارائه سه دلیل عمده برای جریان ترجیحی انجامیده است: ۱) منافذ درشت ناشی از نقل و انتقال و حرکت جانداران خاکزی، فعالیت ریشه و درز و ترک‌های ناشی از انقباض و انبساط خاک، ۲) جبهه ناپایدار رطوبتی یا جریان انگشت مانند و ۳) جریان‌های قیفی شکل که در شرایط توپوگرافی خاص و در خاک‌های لایه‌ای شیب‌دار بوجود می‌آید. عامل انتقال سریع املاح در خاک‌های غیراشباع، جریان ترجیحی در اثر ناهمگنی در ویژگی‌های هیدرولیکی خاک، منافذ درشت، ناپایداری جریان و شرایط مرزی متغیرگزارش شده است[۲]. با توجه به نقش بسیار مهم جریان ترجیحی در حرکت املاح و آلاینده‌ها در خاک‌های ساختمان‌دار, این تحقیق به منظور بررسی اثر ساختمان و مسیرهای ترجیحی بر حرکت بروماید به عنوان ردیاب حرکت این مواد در خاک‌های با ساختمان‌های مختلف در راستای شناخت فرآیند حرکت املاح در شرایط آزمایشگاهی و بهره وری در کاهش خطرات آلودگی ناشی از انتقال این مواد به منابع آب زیرزمینی انجام شد.

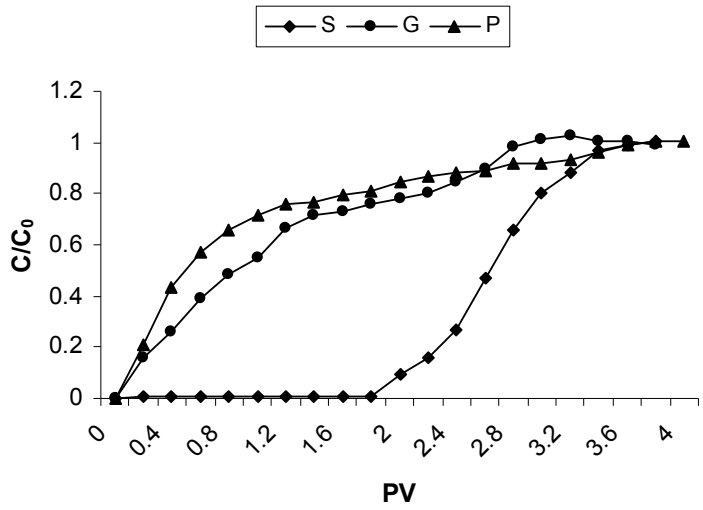
مواد و روش‌ها

این پژوهش بر روی ستون‌های خاک دست نخورده به قطر ۱۶ سانتی‌متر و ارتفاع ۳۲ سانتی‌متر با ساختمان های تک دانه، منشوری و دانه ای در شرایط غیراشباع ماندگار انجام شد. برای ایجاد شرایط غیراشباع, شدت جریانی معادل نصف کمترین K_s مربوط به ساختمان منشوری ($۱/۵\ cm\ h^{-1}$) روی ستون‌ها اعمال گردید. برای ایجاد جریان ماندگار در طول ستون های خاک به وسیله پمپ خلاء، مکشی به انتهای ستون های خاک اعمال گردید تا در مدت زمان یکسان، حجم آب ورودی برابر حجم آب خروجی از ستون‌ها شود. محلول بروماید پتاسیم ۰/۰۰۵ M بر روی ستون‌ها اعمال گردید. کل حجم خروجی محلول بروماید از ستون‌ها برابر پنج برابر حجم آب منفذی (۵PV) آنها بود که در ۲۵ زمان مساوی (با فواصل۰/۲PV)، نمونه‌برداری شد. غلظت بروماید خروجی نمونه‌ها با استفاده از الکترود انتخابگر بروماید اندازه‌گیری شد. منحنی رخنه (BTC) بروماید به صورت غلظت نسبی بروماید (C/C_0) در برابر حجم آب منفذی (PV) تا ۵PV رسم شد و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

نتایج و بحث

با توجه به شکل (۱) منحنی رخنه ساختمان تک‌دانه از شکل صاف و کشیده و شیب ملایمی برخوردار است. این منحنی رخنه در ۱/۸PV آب خروجی شروع شده است که دیرآیی بروماید را نشان می دهد. کشیدگی و شیب ملایم منحنی رخنه در PV های بالاتر به علت وجود آب غیرمتحرک و احتمالاً پراکنش ناشی از توزیع سرعت آب و بروماید در زمینه خاک می‌باشد. از طرفی چون سرعت حرکت بروماید در این شرایط کندتر است, پخشیدگی نیز می تواند مؤثر باشد. مشابه همین نظر را در گزارش نلسن و بیگار (۱۹۶۲) می‌توان مشاهده کرد.

منحنی رخنه برومید در ساختمان منشوری نسبت به ساختمان تک دانه به سمت چپ و دور از محور X میل کرده است. در این منحنی رخنه, شیب تندی در حجم‌های آب خروجی ابتدایی(تا ۰/۸PV) و سپس شیب ملایم‌تری تا ۴PV آب خروجی مشاهده می‌شود. شیب تند منحنی در ابتدای آبشویی احتمالاً به دلیل جریان ترجیحی در درز و ترک‌های عمودی و منافذ درشت و مسیرهای ترجیحی در این ساختمان می‌باشد. این مسیرهای ترجیحی باعث شده‌اند که غلظت برومید در ۰/۲PV آب خروجی, بسیار بیشتر از خاک شنی باشد. شیب ملایم‌تر و کشیدگی بیشتر منحنی از ۱/۸ PV تا ۴PV آب خروجی را می توان به نقش بیشتر پخشیدگی و انتشار ناشی از توزیع گسترده اندازه منافذ در این ساختمان به دلیل درصد رس بالا, و اعوجاج بیشتر منافذ نسبت داد. دنباله‌دار شدن منحنی می تواند به دلیل آزاد شدن آهسته برومید از بخش غیرمتحرک باشد. پخشیدگی باعث انتقال برومید به درون یا خارج از بخش آب متحرک شده است که با نتایج کسل و همکاران (۱۹۷۴) هماهنگ است. در ساختمان دانه‌ای, غلظت برومید در زه‌آب ستون در حجم‌های آب خروجی اولیه نسبت به تیمار منشوری کمتر است که به دلیل حرکت کندتر آب و برومید می‌باشد. از طرفی شیب کم منحنی در مراحل بعدی آبشویی به دلیل ورود برومید به درون منافذ ریز داخل خاکدانه‌ها می‌باشد. مشاهده می‌شود که C/C_0 برومید در حجم‌های آب خروجی ۳PV و۳/۲PV بیشتر از یک شده است که احتمالاً به دلیل آزاد شدن برومید از بخش آب غیر متحرک می‌باشد. همچنین در این تیمار, منحنی رخنه از کشیدگی بیشتری نسبت به منحنی رخنه در ساختمان منشوری برخوردار بود. به طور کلی نتایج این پژوهش اهمیت ساختمان خاک و مسیرهای جریان ترجیحی را در حرکت برومید نشان می‌دهد.



شکل ۱- منحنی رخنه برومید ستون خاک با ساختمان تک دانه (S)، دانه ای(G) و منشوری(P) در شرایط رطوبتی غیراشباع

منابع

[1] Beven, K. and German, P. (1982) "*Macropores and water flow in soils*". Water Resour. Res. 18: 1311-1325. [2] Buchter, B., Hinz, C., Flury, M. and Flühler, H. (1995) "*Heterogeneous flow and solute transport in an unsaturated stony soil monolith*". Soil Sci. Soc. Am. J. 59: 14-21.
[3] Cassel, D. K., kueger, T. H., Schroer, F. W. and Norum, E. B. (1974) "*Solute movement through disturbed and undisturbed soil cores*". Soil Sci. Soc. Am. Proc. 37: 36-38.
[4] Forrer, I., Papritz, A., Kaste, R., Fluhler, H. and Luca, D. (2000) "*Quantifying dye tracers in soil profiles by image processing*". Eur. J. Soil Sci. 51: 313-322.
[5] Nielsen, D. R. and Biggar, J. W. (1962) "*Miscible displacement: IV. Mixing in glass beads*". Soil Sci. Soc. Am. Proc. 30:10-13.