



## بررسی و تشخیص جریان ترجیحی املاح با استفاده از تغییر شدت جریان ورودی در چهار خاک دست نخورده

قدیر بابائی<sup>1</sup>، محمد حسین محمدی<sup>2</sup>

1- دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه زنجان

2- استادیار گروه خاکشناسی دانشگاه زنجان

Email: gh.babai65@gmail.com

### چکیده

در این پژوهش تعداد 4 ستون خاک دست نخورده مورد بررسی قرار گرفت. پس از تعیین خصوصیات شیمیایی، فیزیکی و هیدرولیکی خاکها، ابتدا هر خاک در شرایط اشباع و ماندگار با محلول  $CaCl_2$  با غلظت  $EC=1dS/m$  شستشو داده شد و برای بدست آوردن منحنی رخنه هر خاک با محلول  $CaCl_2$  با غلظت  $EC=10(dS/m)$  در مدت زمان کوتاه پالس دهی انجام شد. نتایج بدست آمده بیانگر وجود جریان ترجیحی در حالت اشباع و عدم آن در شدت جریان های بسیار کمتر از اشباع بود. نتیجه بدست آمده را می توان به نقش بیشتر پخشیدگی و انتشار ناشی از توزیع گسترده اندازه منافذ در این خاک ها و اعوجاج بیشتر منافذ نسبت داد.

کلمات کلیدی: جریان ترجیحی، انتقال املاح، منحنی رخنه

### مقدمه

جریان ترجیحی باعث انتقال آلودگی بدون تعامل شیمیایی و بیولوژیکی در لایه های بالایی خاک به آب های زیر زمینی می شود (هتوول و همکاران، 1997). عوامل خاکی مانند بافت و ساختمان خاک و ویژگی های باران مانند شدت و مقدار باران بر میزان انتقال ترجیحی تاثیر می گذارند (هتوول و همکاران، 1997). بدلیل وجود پیچیدگی های متعدد در درک مکانیسم جریان ترجیحی کمی کردن و اندازه گیری آن مشکل است (سوزانا 2009). بطور کلی جریان ترجیحی به سه دسته تقسیم می شود: 1- جریان در خلل و فرج درشت خاک های با ساختمان مناسب (بوون و جرمن، 1982)، 2- جریان پنجه ای در خاک های حاوی لایه های آبگریز (باترز و همکاران، 1998)، 3- جریان های قیف مانند (کونگ، 1990). لیلینا (2003) نشان داد که جریان ترجیحی آب در منافذ درشت خاک را می توان از طریق اندازه گیری سرعت انتقال املاح توصیف نمود. حرکت آب و املاح در خاک های رسی با ساختمان خوب نسبت به خاک های شنی بدون ساختمان و نیز خاکهای خیس در مقایسه با خاکهای خشک عمقی تر و سریعتر است (بوون و جرمن، 1982). در مقیاس کوچک، انتقال املاح بوسیله معادله پخشیدگی هیدرو دینامیکی (CDE)<sup>1</sup> توصیف می شود. ضریب انتشار هیدرودینامیکی اغلب توسط برازش داده های حاصل از آزمایشات جابجایی اختلاط پذیر با مدل CDE بدست می آیند (زی و نگ و همکاران 2002). بدلیل وقوع جریان ترجیحی مدل CDE اغلب قادر به شبیه سازی دقیق منحنی جابجایی املاح در مقیاسهای بزرگ و بویژه در خاکهایی که دارای ناهمگونی هستند نمی باشد هرچند در مدل CDE غیر تعادلی برازش همزمان ردیاب ها و کاهش تعداد پارامترهای کالیبره کننده می تواند به کاهش عدم قطعیت پیش بینی مدل منجر شوند (گتوپینگ و همکاران، 2009). هدف از این تحقیق بررسی وقوع جریان ترجیحی با استفاده از یک روش ساده می باشد در این تحقیق پیک منحنی های انتقال املاح به عنوان نشانگر میانه پالس املاح وارد شده به

<sup>1</sup>) Convection dispersion equation

**(فیزیک خاک و رابطه آب خاک و گیاه)**

خاک در نظر گرفته می شود. زمان وقوع پیک با زمان محاسبه شده بر اساس جریان پیستونی در دو حالت اشباع و غیر اشباع در ستونی از خاکهای دست نخورده با کاربری مختلف مقایسه و امکان وقوع جریان ترجیحی مورد ارزیابی قرار می گیرد.

**مواد و روش ها**

تعداد چهار ستون خاک با قطر 20 و طول 60 سانتیمتر به صورت دست نخورده از عمق 0 تا 50 سانتیمتری خاکهای استانهای زنجان و قم تهیه و به آزمایشگاه منتقل گردید. ویژگی های فیزیکی و شیمیایی مانند: در صد ماده آلی و آهک خاک ها، منحنی توزیع اندازه ذرات خاک (با استفاده از هیدرومتر و الک) اندازه گیری شدند (دن و تاپ 2002). آزمایشات انتقال املاح در شرایط اشباع و غیر اشباع و از نوع پالس کوچک (Dirac Delta Function) و با محلول پس زمینه کلرید کلسیم  $CaCl_2$  با هدایت الکتریکی 1 (dS/m) به صورت ماندگار انجام شد (ونگنوختن، 1986). باران ساز ساخته شده در آزمایشگاه جهت ورود یکنواخت آب روی ستون های خاک مورد استفاده قرار گرفت. محلول ورودی با پمپ روی هر ستون خاک وارد شد و هدایت هیدرولیکی اشباع خاک تعیین گردید. غلظت املاح خروجی بعنوان تابعی از مقدار آب خارج شده از ستون و زمان آزمایش تعیین و منحنی های رخنه ترسیم گردیدند (ونگنوختن، 1986).

**نتیجه گیری**

میانگین برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک ها در جدول (1) نشان داده شده است.

جدول 1- برخی از ویژگی های فیزیکی و شیمیایی خاکهای مورد مطالعه

خاک	بافت	درصد ماده آلی	در صد آهک	مقدار $K_s(m/day)$	pH	EC(dS/m)	$\rho_b (g/cm^3)$	$\theta_v (m^3 m^{-3})$
سلطانیه (زنجان) SS1	لوم رسی	1/3	44	5/95	8/03	1/83	1/38	0/48
سلطانیه (زنجان) SS2	لوم رسی	1/3	44	0/98	8/03	1/83	1/38	0/48
سرب و روی (زنجان) SR	لوم رس شنی	1/2	2/62	3/67	7/69	2/05	1/72	0/35
خوزار (قم) kh	لوم	0/98	21/37	1/06	8/02	5/86	1/43	0/46

در هر نمونه خاک زمان اوج پیک مشاهده شده حاصل از آزمایش در حالت اشباع و زمان محاسبه شده بر اساس جریان پیستونی در جدول (2) نشان داده شده است. وقوع یا عدم وقوع جریان ترجیحی در هر نمونه را با توجه به تقریب این دو زمان مورد پیش بینی قرار می گیرد. در هر آزمایش اگر دو زمان به همدیگر نزدیک باشند نشان دهنده عدم وقوع جریان ترجیحی می باشد.

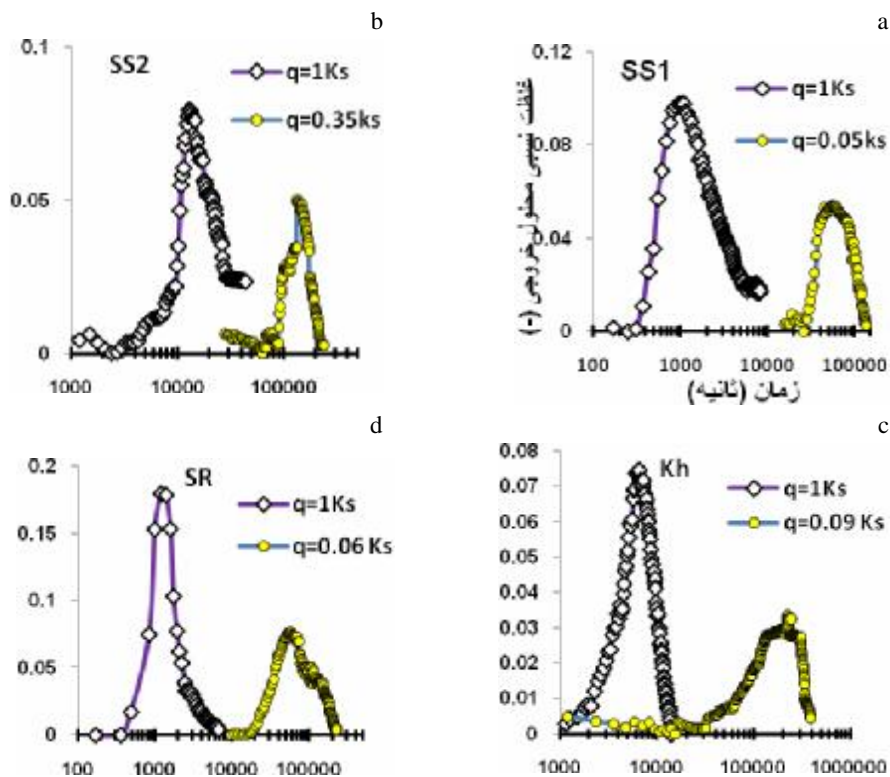


جدول 2 - وقوع و عدم وقوع جریان ترجیحی در حالت اشباع و غیر اشباع

منطقه نمونه برداری	کد خاک	جریان اشباع			جریان غیر اشباع				
		زمان محاسبه شده (m/d)	زمان مشاهده شده (min)	وقوع جریان ترجیحی	زمان محاسبه شده (m/d)	زمان مشاهده شده (min)	وقوع جریان ترجیحی		
سلطانیه (زنجان) 1	SS1	5/95	58	17	+	0/31	1110	940	-
سلطانیه (زنجان) 2	SS2	0/98	350	215	+	0/35	987	2220	-
سرب و روی (زنجان)	SR	1/28	69	20	+	0/24	1058	940	-
خوزار (قم)	Kh	1/06	311	109	+	0/1	3258	3820	-

شیب تند منحنی در آزمایشات اشباع و در ابتدای آبشویی احتمالا به دلیل رخ دادن جریان ترجیحی در درز و ترک های عمودی و منافذ درشت و مسیرهای ترجیحی در تمام خاک های مورد آزمایش می باشد. ظاهر شدن پیک منحنی ها در زمان طولانی تر و کشیدگی بیشتر منحنی در شرایط غیر اشباع در خاک ها را می توان به نقش بیشتر پخشیدگی و انتشار ناشی از توزیع گسترده اندازه منافذ در این خاک ها و اعوجاج بیشتر منافذ نسبت داد که با نتایج کسل و همکاران (1974) مطابقت دارد. از طرفی شیب کم منحنی در مراحل بعدی آبشویی به دلیل ورود کلرید کلسیم به درون منافذ ریز در داخل ستون خاک می باشد که به آرامی در طی شستشوی خاک از منافذ ریز که با نیروی بیشتری نگه داری شده اند، آزاد می شوند.

شکل 1- منحنی های رخنه اشباع و غیر اشباع خاک های مورد آزمایش





### (فیزیک خاک و رابطه آب خاک و گیاه)

تسیوشی و میازاکی (1993) در بررسی خصوصیات جریان ترجیحی به این نتیجه رسیدند که جریان ترجیحی یک نوع جریان اشباع است و در جریان غیراشباع به ندرت اتفاق می افتد. لئو و همکاران (2007) خصوصیات موثر بر میزان جریان ترجیحی را بررسی نمودند و نشان دادند که میزان جریان ترجیحی به بافت، ساختمان خاک و محتوای مواد آلی و معدنی و تغییرات فضایی این خصوصیات خاک وابسته است. خاک های SS1 و SS2 دارای خصوصیات شیمیایی مشترکی هستند و بدلیل تغییرات فضایی در این خاک ها نسبت به همدیگر از قبیل ساختمان و توزیع اندازه منافذ، هدایت هیدرولیکی اشباع متفاوتی از همدیگر دارند. خاک ها دارای منافذ درشت و درز و ترک های عمودی سبب ایجاد جریان ترجیحی می شوند. در خاک Kh تضاد بافتی احتمالا سبب کاهش و یا از بین رفتن انتقال ترجیحی املاح در شرایط غیر اشباع شده است مرز بین لایه ها در شرایط غیر اشباع موجب اختلاط هیدرودینامیکی بیشتر و کاهش جریان ترجیحی می شود. انتقال یا جریان ترجیحی در خاک های رسی و سیلتی بیش از خاک های شنی رخ می دهد (ونگ و همکاران 2009). در خاک SS2 احتمالاً هدایت هیدرولیکی اشباع کم (احتمالاً ناشی از محدود بودن دامنه توزیع اندازه منافذ خاک) موجب طولانی بودن زمان اختلاط پالس اعمال شده با محلول زمینه ای و در نتیجه پخشیدگی هیدرودینامیکی موثرتر و در پی آن کاهش جریان ترجیحی شده است.

### منابع

- 1) Bauters TWJ, DiCarlo DA, Steenhuis TS and Parlange JY, 1998. Preferential flow in water repellent sands. *Soil Sci. Soc. Am.J.* 62:1185–1190.
- 2) Beven K, Germann P, 1982. Macropores and water flow in soils. *Water Resour Res* 18: 1311–1325.
- 3) Bouma J, Belmans CFM, Dekker LW, 1982. Water infiltration and redistribution in a silt loam subsoil with vertical worm channels. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 46: 917-921.
- 4) Cassel DK, Kueger TH, Schroer Fw, Norum EB, 1974. solute movement through disturbed and undisturbed soil cores. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 37: 36-38.
- 5) Dane JH and Topp GC, 2002. Methods of soil analysis. Part 4. *Soil Sci. Soc. Am. Book Ser.* 5. SSSA, Madison, WI.
- 6) Guoping T a, Melanie A, Mayes a, Jack C, Parker b, Xiangping L, Yin a, David B, Watson a, Philip MJ, 2009. Improving parameter estimation for column experiments by multi-model evaluation and comparison. *J. Hydrol* 376 :567–578.
- 7) Heatwole CD, Zacharias S, Mostaghimi S, Dillaha TA, 1997. Movement of field applied atrazine, metolachlor, and bromide in a sandy loam soil. *Trans. ASAE.* 40:1267-1276.
- 8) Kung KJS, 1990. Preferential flow in a sandy vadose zone. Mechanisms and implications. *Geoderma* 46:59–71.
- 9) Liliana DP, Stephane R, Yvan C, 2003. Predicting preferential water flow in soils by raveling-dispersive waves. *J. Hydrol.* 278: 64–75.
- 10) Luo L, Lin H, Walker C, 2007(c). Quantitative relationship between soil structure and preferential flow and transport in contrasting soils and land uses.: A. G.U.
- 11) Suzanne E, 2009. Quantifying preferential flow in soils: A review of different techniques. *J. Hydrol.* 378: 179-204.
- 12) Tsuyoshi M, 1993. Water flow in soils. Published in 2006 by CRC Pres Taylor & Francis Group. Page: 95-120.
- 13) van Genuchten MTh and Dalton FN, 1986. Models for simulating salt movement in egated field soils. *Geoderma*, 38: 165-183.
- 14) Wang KR, Zhang and Hiroshi Y ,2009. Characterizing heterogeneous soil water flow and solute transport using information measures. *J. Hydrology.* 370:109-121.



دوازدهمین کنگره علوم خاک ایران

تبریز، 12 الی 14 شهریور 1390

(فیزیک خاک و رابطه آب خاک و گیاه)

- 15) Zhi Wang, Jianhang Lu, Laosheng Wu, Thomas Harter and William A, 2002. Visualizing Preferential Flow Paths using Ammonium Carbonate and a pH Indicator. Published in Soil Sci. Soc. Am. J. 66:347–351.