شاخص کیفی اندازه گیری جریان ترجیحی: رنگ آمیزی مسیرهای جریان

سولماز بهاری[1]، محمدرضا نیشابوری[2]، علی اصغر جعفرزاده، محمدرضا دادپور

1- فارغ التحصیل کارشناسی ارشد ، دانشگاه تبریز

2- استاد گروه خاکشناسی دانشگاه تبریز

آدرس مکاتبه کننده: Solmaz_bahari@yahoo.com

چکیده

یکی از روشهای کیفی برای پیش بینی وقوع جریان ترجیحی در خاک رنگ آمیزی مسیرهای جریان است. در این پژوهش به منظور بررسی تاثیر بافت و ساختمان خاک در وقوع جریان ترجیحی و شدت و ضعف آن از دو خاک لوم‌رسی و لوم‌شنی به صورت دست خورده و دست نخورده استفاده گردید. آزمایشات رخنه محلول رنگی در ستونهایی به ارتفاع 40 سانتی متر انجام شد. نتایج حاصل از رنگ‌آمیزی مسیرهای جریان نشان داد که حرکت محلول رنگ نیگروزین در خاک دست نخورده لوم‌رسی به دلیل وجود کانال‌های ریشه و ماکروپورها در مقایسه با خاک دست نخورده لوم‌شنی فاقد ساختمان در یک مسیر ترجیحی کانالیزه شده است. میانگین نفوذ رنگ در خاک لوم‌رسی دست نخورده 12/5 درصد بیشتر از خاک لوم‌شنی بود. وقتی ساختمان خاک بهم می‌ریزد عمق نفوذ در مقایسه با درصد مساحت رنگ‌آمیزی شده بیشتر کاهش می‌یابد. به عبارت دیگر حرکت جانبی یا پخش املاح در خاک دست خورده بیشتر و الگوی جریان به حالت پیستونی نزدیک تر می‌شود.

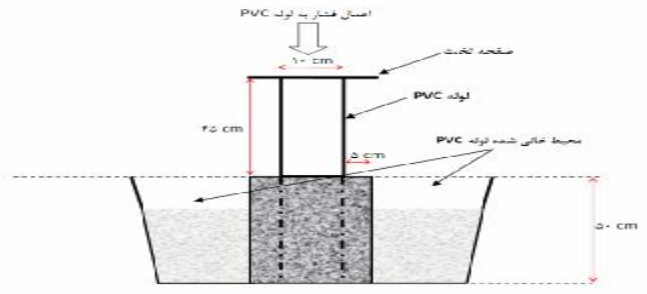
کلمات کلیدی: جریان ترجیحی، رنگ آمیزی مسیرهای جریان

مقدمه

پی بردن به میزان انتقال املاح، آفت‌کش‌ها و کودهای شیمیایی از اراضی کشاورزی به آبهای زیرسطحی و سطحی به منظور اصلاح روش‌های مدیریتی کشاورزی، کنترل آلودگی آبهای زیرزمینی ضروری می‌باشد (لی و همکاران،2001). یکی از عوامل مهمی که باعث اتلاف عناصر غذایی از ناحیه رشد ریشه و انتقال سریع آلاینده ها به آبهای زیرزمینی می‌شود، پدیده جریان ترجیحی است. شاخص‌های توصیف کننده وقوع جریان ترجیحی در خاک به دو نوع، شاخص-های کمی و شاخص کیفی تقسیم‌بندی شده اند (لی و همکاران، 2001). یکی از روشهای تحلیل جریان ترجیحی در خاک به کارگیری ردیابهای رنگی است. با تکنیک آنالیز تصاویری، مسیرهای جریان قابل رؤیت و شناسایی هستند (مونی و همکاران، 2004 و مانیاکوسی و همکاران، 1994). از ردیابهای رنگی همچنین برای تخمین اندازه، فراوانی و توزیع فضایی منافذ در خاک استفاده شده است (فلوری و همکاران، 1995). ترکیباتی که برای رنگ آمیزی مسیرهای جریان آب در خاک به کار رفته اند به دو گروه غیرفلورسنت (به عنوان مثال ردیاب درخشان آبی) و فلورسنت (رداmین WT) تقسیم می‌شوند. کاربرد رنگهای فلورسنت در کارهای مزرعه‌ای به دلیل ضبط با استفاده از نور التراسیون کم بودن پایداری شیمیایی آنها با محدودیت روبرو است (فلوری و همکاران، 1995). هدف این پژوهش بررسی نقش بافت و توسعه ساختمان خاک در میزان وقوع جریان ترجیحی و شدت و ضعف آن و همچنین تغییر الگوی حرکت رنگ در نتیجه تغییرات آنها می‌باشد.

مواد و روشها

در تحقیق جاری دو نوع خاک، لوم شنی از ایستگاه تحقیقاتی خلعت پوشان و خاک لوم رسی از منطقه اسپیران واقع در حومه تبریز از عمق 0-40 سانتیمتری به صورت دست خورده و دست نخورده نمونه‌برداری شدند. برای این منظور از عمق 0-40 سانتی‌متری مقدار خاک کافی با بیلچه برداشته شد. پس از هوا خشک کردن و کوبیدن ملایم و عبور از الک 2 میلی‌متری، لوله‌های PVC به نحوی از خاک مذکور پر شد که جرم مخصوص ظاهری آن برابر با جرم مخصوص خاک دست نخورده گردد. هدف از تهیه ستونهای خاک به هر دو حالت بررسی تاثیر تخریب ساختمان خاک بر جریان ترجیحی و تغییرپذیری الگوی حرکت رنگ می باشد. شکل 1 نحوه نمونه‌برداری دست نخورده را نشان می‌دهد.



شکل 1. نحوه نمونه‌برداری خاک دست نخورده

بعد از اشباع کامل ستون‌های خاک با محلول $CaCl_2$، ماده رنگی نیگروزین با غلظت 3-2 گرم بر لیتر با حجمی معادل 0/25 حجم منفذی (حدوداً 290 میلی‌لیتر) در سطح فوقانی ستون‌های خاک قرار گرفت. به محض نفوذ کامل محلول رنگی به داخل خاک، بلافاصله ستون‌ها در موقعیت افقی قرار گرفتند و در مقطع طولی از وسط به دو نیم استوانه برش داده شدند و عکسبرداری از سطح مقطع برش به منظور تعیین عمق نفوذ محلول رنگی، درصد ناحیه رنگی و غیر رنگی و مشخص کردن مسیر مجاری شرکت کننده در جریان ترجیحی انجام شد (مونی و همکاران ،2004).
آنالیز تصاویر با نرم‌افزارهای Digimizer و Image proplast انجام شد. نتایج حاصل در جدول 1 آورده شده است.

جدول 1. نتایج داده های حاصله از رنگ آمیزی مسیرهای جریان

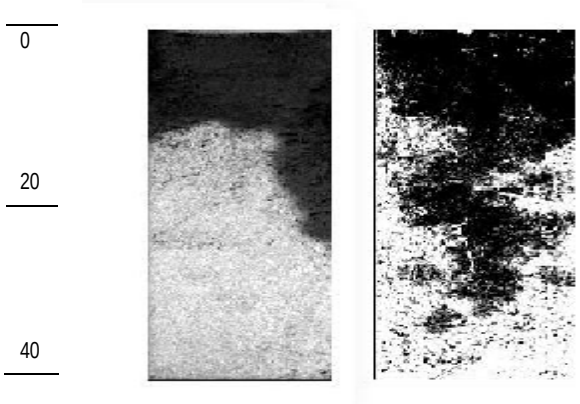
وضعیت خاک	مساحت (cm^2)				عمق نفوذ رنگ (cm)
	کل نیمرخ خاک	بخش رنگی شده	بخش رنگی نشده	درصد سطح رنگی شده	
لوم‌شنی- دست نخورده	399/4	152/3	245	38/1	22/3
لوم‌شنی- دست خورده	397/7	140/1	257/6	35/2	17/7
لوم‌رسی- دست نخورده	391/2	157/3	233/9	40/2	27/1
لوم‌رسی- دست‌خورده	391/6	133/3	258/3	34	18/9

نتایج و بحث

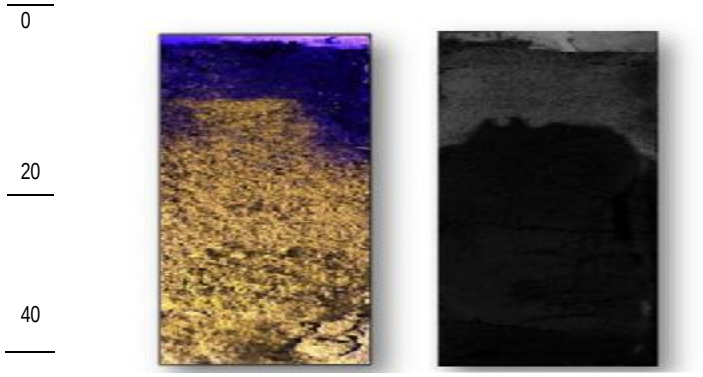
خاک شماره 1 دارای بافت لوم شنی بوده و به علت داشتن ماده آلی و رس کم، پایداری خاکدانه‌ها در آن ضعیف و با میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها (MWD) برابر 0/15 mm تقریباً فاقد ساختمان است. خاک شماره 2 با بافت لوم‌رسی و با داشتن 37 درصد رس و 2/2 درصد ماده آلی از ساختمان پایداری (MWD = 1/2) برخوردار بود. وجود خاکدانه ها در این خاک نیز واضح و متمایز بود.

الف- ستون‌های خاک دست نخورده

مطابق جدول 1 در ستونهای دست نخورده در یک حجم معین از محلول نیگروزین، میانگین سه تکرار نفوذ رنگ در خاک لوم‌رسی دست نخورده بیشتر از خاک لوم‌شنی است. یعنی در خاک لوم‌رسی عمق نفوذ 12/75 درصد بالاتر است و این نقش منافذ درشت ناشی از ساختمان را در جریان ترجیحی نشان می‌دهد. این تفاوت در عمق نفوذ ماده رنگی با تفاوت در MWD و درصد منافذ درشت بین دو خاک مطابقت دارد. قدرتی و جوری (1990) چندین آزمایش کرتی را در مزرعه برای مشاهده مستقیم جریان ترجیحی آب و املاح با افزودن مواد آلی برای رنگ‌آمیزی مسیرهای جریان انجام دادند. ماده رنگی مورد استفاده ردیاب درخشان آبی بود. توزیع ماده رنگی در خاک ثابت کرد که کانال‌های جریان ترجیحی در انتقال املاح بسیار دخیل بودند، محمدی و همکاران (1385) نیز در آزمایش انتقال املاح در ستون‌های دست نخورده بزرگ مقیاس با ردیاب ردامین به نتیجه مشابه دست یافته‌اند. آنها گزارش کردند که الگوی جریان در خاک شن‌لومی بدون ساختمان نشان می‌دهد که جریان ترجیحی آب و املاح ممکن است تنها از منافذ پیوسته نظیر منافذ درشت یا درز و ترک‌ها، نباشد. در ستون‌های خاک دست نخورده جبهه ماده رنگی بی نظم و به صورت زیگزاگ و پراکنده بود (شکل 2) به عبارتی دیگر حرکت محلول رنگ به فرم پیستونی نبوده و بیشتر از مجاری درشت که انتقال رنگ را تسهیل کرده‌اند اتفاق افتاده است.



شکل 2 ستون‌های خاک دست نخورده (راست: لوم‌رسی، چپ: لوم‌شنی)



شکل 3. ستون‌های خاک دست خورده (راست: لوم‌شنی، چپ: لوم‌رسی)

مقایسه ستونهای دست نخورده نشان می‌دهد که الگوی نفوذ ماده رنگی در خاک لوم‌رسی متفاوت‌تر از خاک لوم-شنی است. در ستون خاک لوم‌شنی حرکت نیگروزین تا عمق 10-15 سانتی‌متری تقریباً به فرم پیستونی بوده و بعد از آن نفوذ و حرکت به پائین از مسیر کانال‌های درشت و منافذ حاصل از فعالیت ریشه است (شکل 2)، احتمالاً خاک در عمق زیر 15 سانتی متر کانال‌های جریان ترجیحی بیشتری برای حرکت ماده رنگی داشته است. این نکته نیز هست که عملیات خاک ورزی در ابتدای ستون‌ها مجاری و کانالهای جریان ترجیحی را از بین برده باشد. در خاک لوم‌رسی در مقایسه با لوم‌شنی فراوانی منافذ درشت (41 درصد) به دلیل فعالیت زیاد ریشه و توسعه قوی ساختمان (MWD برابر 1/2 میلی متر- جدول 1) باعث شده که از همان ابتدای ستون خاک حرکت محلول رنگی عمدتاً از مسیر کانال‌های ریشه صورت گرفته و لذا ماده رنگی تا عمق 35 سانتی‌متری نیز نفوذ یافته است. در خاک لوم‌رسی در مقایسه با خاک لوم‌شنی حرکت پیستونی فقط در 5 سانتی متر اول ستون اتفاق افتاده است و بعد از آن حرکت از منافذ ترجیحی و کانالهای درشت بوده است. اوهرستروم و همکاران (2002) در خاک‌های رسی‌سیلتی توسعه ساختمان و منافذ درشت را اصلی‌ترین عامل ایجاد کننده تغییرپذیری انتقال املاح در این خاک‌ها گزارش کردند.

ب- ستون‌های دست خورده

براساس جدول 1 ، میانگین نفوذ رنگ در خاک لوم‌رسی دست خورده (18/9 سانتی‌متر) بیشتر از خاک لوم‌شنی (17/7 سانتی‌متر) است. با توجه به شکل 3 می‌توان نتیجه گرفت الگوی توزیع رنگ در خاک دست خورده، در نتیجه تخریب منافذ درشت به حالت پیستونی نزدیکتر شده است. براساس جدول 1، در ستون خاک دست خورده (در هر دو نمونه خاک) به نظر می‌رسد وقتی ساختمان خاک بهم ریخته است عمق نفوذ ماده رنگی در مقایسه با درصد سطح رنگ-آمیزی شده بیشتر کاهش می‌یابد، به عبارت دیگر حرکت جانبی محول رنگی در خاک دست خورده بیشتر شده است. شکل 3 نیز این حالت را بهتر نشان می‌دهد.

مقایسه دو خاک دست خورده (شکل 3) نشان می‌دهد که تقریباً الگوی نفوذ در هر دو خاک دست خورده یکسان و بیشتر به فرم پیستونی بوده و حرکت یکنواخت ماده رنگی در خاک دست خورده ناشی از یکنواختی توزیع منافذ، کاهش منافذ درشت در نتیجه تخریب ساختمان خاک است.

مقایسه هر دو خاک در حالت دست خورده و دست نخورده نشان می‌دهد که عمق نفوذ در خاک دست خورده به دلیل از بین رفتن منافذ درشت کمتر از خاک دست نخورده است (جدول 1، شکل 2 و 3). حرکت محلول رنگی در خاک دست خورده بیشتر به حالت پیستونی است (شکل 3) اما در خاک دست نخورده وجود منافذ درشت مانع از حرکت پیستونی شده و مسیرهای ترجیحی در خاک قابل رویت است (شکل 2).

فهرست منابع

محمدی م .ح، 1385، دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران.

Flury M and Fluhler H, 1995. Tracer characteristic of Brilliant Blue FCF. Soil Sci. Soc. Am. J. 59: 22- 27.

Ghodrati M, Jury W A, 1990. A field study using dyes to characterize preferential flow of water. Soil Sci. Soc. Am. J. 54: 1558-1563.

Lee J, Horton R, Noborio K, Jaynes D B, 2001. Characterization of preferential flow in undisturbed structured soil columns using a vertical TDR probe. J. Contam. Hydro 51: 131- 14.

Mooney S J and Morris C, 2004. Quantification of preferential flow in undisturbed soil columns using dye tracers and image analysis. Super Soil 2004: 3rd Australian and New Zealand Soils Conference, 5 – 9 December 2004, University of Sydney, Australia.

Munyakusi E, Gupta S C, Moncrief J F and Berry E C, 1994. Earthworm macropores and preferential transport in a long-term manure applied typic Hapludalf. J. Environ. Qual. 23: 773- 784.

OhrstromP, Persson M, Albergel J, Zante P, Nasri S, Berndtsson R, Olsson J, 2002. Field-scale variation of preferential flow as indicated from dye coverage. J. Hydrology. 257: 164-173.