اثر جریان‌های ترجیحی در انتقال باکتری اشریشیاکولی در دو خاک با بافت مختلف

ستار زندسلیمی، محمدرضا مصدقی، علی‌اکبر محبوبی و فریدون فریدونی

به ترتیب دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، استادیار و دانشیار گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه بوعلی سینا همدان و کارشناس ارشد مهندسی آب و فاضلاب، شرکت آب و فاضلاب استان کردستان.

S_zandsalimi@yahoo.com

مقدمه

کودهای آلی کیفیت فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک را بهبود می‌بخشند. این کودها دارای باکتری‌های بیماریزای خطرناکی هستند که پس از آزاد شدن از بدنه کود، وارد جریان محلول خاک شده و آلودگی آبهای سطحی و زیرزمینی را سبب می‌شوند. پژوهش‌های مختلف نشان داده است که عامل اصلی انتقال باکتری در خاک‌های دست‌نخورده، جریان‌های ترجیحی[1] (ماکروپوری) ناشی از پیوسته بودن منافذ درشت و درز و ترک‌های موجود در خاک می‌باشد [۱]. نتایج آزمایش‌ها نشان داده است که جریان‌های ترجیحی بدون استثناء در اکثر خاک‌های ساختمان‌دار ایجاد می‌شوند [۲، ۳]. در ایران پژوهشی در رابطه با نقش جریان‌های ترجیحی در انتقال باکتری‌های بیماری‌زا انجام نشده است. بنابراین، این پژوهش با هدف بررسی اثر جریان‌های ترجیحی بر میزان انتقال باکتری اشریشیاکولی آزاد شده از کودهای آلی مختلف در ستون‌های خاک دست‌نخورده انجام شد.

مواد و روشها

این پژوهش بر روی ستون‌های خاک دست‌نخورده به ارتفاع ۲۵ سانتی‌متر از دو خاک با بافت لوم‌رسی‌شنی و شن‌لومی انجام شد. نمونه‌گیری از خاک مزرعه با استفاده از سیلندرهای فلزی از جنس آهن گالوانیزه انجام گرفت. کودهای آلی شامل کود گاوی، کود مرغی و لجن‌فاضلاب به مقدار ۱۰ تن در هکتار بر حسب وزن خشک روی سطح ستون‌های خاک پخش گردید. برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک‌ها در جدول ۱ آورده شده است.

جدول ۱- برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک‌های مورد بررسی*

نوع خاک	EC ($dS\ m^{-1}$)	pH	TNV	OC	DOC	TSC (mgl^{-1})	Macro P	Micro P	MWD (mm)	K_S ($cm\ h^{-1}$)
			..... (٪w/w).....				..... (٪v/v).....			
لوم‌رسی‌شنی	۰/۱۸	۷/۵	۰/۹۸	۰/۰۹	۱۷/۱۹	۱۷۵/۷	۱۶	۴۱	۲/۷۷	۳۹/۵
شن‌لومی	۰/۱۱	۷/۵	۰/۸	۰/۳۶	۱۰/۳	۲۲۶	۱۴/۲	۲۹/۸	۲/۳	۷۰/۶

* **EC**= هدایت الکتریکی عصاره ۱ به ۵ خاک به آب، **pH** = اسیدیته گل اشباع، **TNV**= مواد خنثی‌شونده (آهک)، **OC** = کربن آلی، **DOC**= کربن آلی محلول و **TSC**= غلظت کاتیون‌های محلول در عصاره ۱ به ۵ خاک به آب، **Macro P** = تخلخل درشت، **Micro P** = تخلخل ریز و **K_s**= ضریب آبگذری اشباع

آزمایش‌های آبشویی در شرایط جریان غیراشباع ماندگار انجام شد. برای اینکار آبشویی ستون‌های خاک تیمار شده با کود، با آب شهر و با دبی $4/8\ cm\ h^{-1}$ انجام شد. برای ایجاد جریان ماندگار در طول ستون‌های خاک، مکشی به انتهای ستون‌های خاک اعمال گردید تا در مدت زمان یکسان حجم آب ورودی برابر با حجم آب خروجی از انتهای ستون‌های خاک گردد. نمونه‌گیری از زه‌آب خروجی در حجم‌های متوالی ستون‌های خاک انجام شد. نمونه‌های آب آلوده بر روی محیط کشت ائوزین‌متیلن‌بلو (EMB) کشت گردید. سپس غلظت باکتری زه‌آب خروجی بر حسب $CFUml^{-1}$[2] اندازه‌گیری سطح زیر منحنی رخنه به روش شبیه‌سازی الگوریتم در برنامه Matlab محاسبه شد. در این مطالعه طرح آزمایشی مورد استفاده، طرح فاکتوریل دو فاکتوره (خاک‌وکود) در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با سه

[1] preferential fiow
[2] Colony Forming Unit

تکرار بود. داده‌های بدست آمده بوسیله نرم‌افزار آماری MSTATC تجزیه و مقایسه میانگین به روش LSD انجام شد.

نتایج و بحث

اثر تیمارهای خاک، کود و اثر متقابل خاک×کود بر مجموع باکتری اشریشیاکولی عبوری از ستون‌های خاک معنی‌دار بود ($P <$ ۰/۰۱). در سطح آماری ۵ درصد اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای خاک از نظر شدت آلودگی زه‌آب مشاهده شد (جدول ۲). با وجودی که سطوح جذب (رس و ماده آلی) و درصد منافذ ریز (میکروپورها) در خاک لوم‌رسی‌شنی بیشتر از خاک شن لومی بود (جدول ۱). ولی میزان باکتری عبوری از ستون‌های این خاک ۱/۸۶ برابر خاک شن‌لومی بود. به احتمال زیاد انتقال بیشتر باکتری در ستون‌های خاک لوم‌رسی‌شنی به خاطر وجود جریان‌های ترجیحی ناشی از فراوانی منافذ درشت (جدول ۱) و پیوستگی بیشتر آنها در این خاک باشد. حضور زود هنگام باکتری در زه‌آب خاک لوم‌رسی‌شنی نیز بدلیل وجود جریان‌های ترجیحی و بالا بودن سرعت انتقال الودگی در این خاک می‌باشد به طوری که با پژوهش‌های یونک و گوس (۲۰۰۴) که روی دو خاک لوم‌شنی و لوم سیلتی در مزرعه انجام شد و نشان داد که میانگین سرعت حرکت باکتری در خاک لوم‌سیلتی به دلیل وجود جریان‌های ترجیحی بیشتر بود، هماهنگی داشت. افزون بر آن در شرایط جریان غیر اشباع ضخامت پوسته‌های آبی و پیوستگی آنها در خاک‌های سنگین‌تر بیشتر است که می‌تواند در انتقال باکتری مؤثر باشد.

جدول ۲- اثر تیمارهای خاک و کود بر مجموع تعداد *اشریشیاکولی* عبور کرده ($CFU\times10^5$) از ستون‌های‌خاک

کود / خاک	کود گاوی	کود مرغی	لجن‌فاضلاب	$\overline{X}$
لوم‌رسی‌شنی	۲۸۰۵	۷۱۹۵۵۱	۷۹۱	۲۴۱۰۴۹ A
شن‌لومی	۵۷۸۸	۳۷۸۵۹۵	۴۹۳۵	۱۲۹۷۷۳ B
$\overline{X}$	۴۲۹۷ B	۵۴۹۰۷۳ A	۲۸۶۳ B	
LSD (۰/۰۵)	خاک = ۱۷۳۲۰	کود= ۱۶۴۴۰		

تیمار کود نیز مانند نوع خاک تأثیر معنی‌داری بر آلودگی تجمعی زه‌آب داشت ($P <$ ۰/۰۱). بین کود مرغی و دو تیمار کودی دیگر در سطح آماری ۵ درصد اختلاف معنی‌داری وجود داشت اما این اختلاف بین کود گاوی و لجن‌فاضلاب معنی‌دار نبود (جدول ۲). میانگین شدت آلودگی زه‌آب برای تیمار کود مرغی>کودگاوی> لجن‌فاضلاب بود. بالا بودن شدت آلودگی زه‌آب به باکتری اشریشیاکولی در کود مرغی احتمالاً به خاطر میزان زیاد باکتری آزاد شده از این کود باشد. در کل نتایج این پژوهش اهمیت جریان‌های ترجیحی در انتقال باکتری را نشان می‌دهد که می‌تواند اثر بافت و مکان‌های جذبی خاک بر فرآیند انتقال باکتری را کاهش دهد. همچنین کود مرغی حاصل از مرغداری‌های سنتی منبع آلودگی میکروبی بسیار مهمی است که برای کاربرد آن در زمین‌های زراعی، باید مدیریت کافی صورت گیرد.

منابع

[1] Darnault, C. J. G., T.T. Steenhuis, P. Garnier, Y. J. Kim, M. B. Jenkins, W. C. Ghiorse, P. C. Baveye, and J. Y. Parlange, 2004. Preferential Flow and Transport of Cryptosporidium parvum Oocysts through the Vadose Zone: Experiments and Modeling. Vadose Zone J. 3:262–270

[2] Flury, M., H. Flühler, W. A. Jury, and J. Lauenberger, 1994. Susceptibility of soils to preferential flow. Water Resour. Res. 30: 1945–1954.

[3] Singh, P. and R. S. Kanwar, 1991. Preferential solute transport through macropores in large undisturbed saturated soil columns. J. Environ. Qual. 20: 295–300.

[4] Unc A. and M. J. Goss, 2004. Transport of bacteria from manure and protection of water resources . Appl. Soil Ecol. 25: 1-18.