بررسی اثر درازمدت نوع کشت بر حرکت برومید لیتیم در شرایط جریان غیراشباع

گلایه یوسفی[1]، علی‌اکبر محبوبی[1]، محمدرضا مصدقی[2]، آزاده صفادوست[1]

1- به ترتیب کارشناس ارشد، استاد و دانشجوی دکتری گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا همدان

2- دانشیار گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان
golayeh.yousefi@gmail.com

چکیده

این پژوهش به بررسی اثر درازمدت نوع کشت بر حرکت برومید لیتیم در یک خاک لوم رسی تحت شرایط جریان غیراشباع انجام شد. تیمارها شامل ستون‌های خاک دست‌نخورده بودند که از مزرعه زیر کشت یونجه و گندم برداشت شدند. غلظت ثابتی از برومید لیتیم (0/005M) بر سطح ستون‌ها اعمال شد وآبشویی تا 4PV ادامه یافت. نتایج نشان داد نوع کشت اثر معنی‌داری بر حرکت ردیاب‌ها دارد. روند تغییرات منحنی‌های رخنه نشان داد که پایداری بیشتر ساختمان خاک و همچنین ایجاد منافذ درشت با پیوستگی بیشتر در خاک زیر کشت یونجه، موجب حرکت بیشتر و سریع‌تر ردیاب‌ها در این خاک می‌شود.

کلمات کلیدی: **آبشویی، برومید، لیتیم، ردیاب، منحنی رخنه**

مقدمه

آبشویی و انتقال آلاینده‌ها، کودها و نمک‌ها به اعماق نیم‌رخ خاک آنها را از مکان اصلی مصرفشان دور کرده و کیفیت لایه‌های پایینی خاک و منابع آب زیرزمینی را کاهش می‌دهد. ساختمان خاک، بافت، میزان مواد آلی، نوع مدیریت و کشت از جمله عوامل موثر بر فرآیند انتقال نمک‌ها در خاک می‌باشند. وجود مسیرهای جریان ترجیحی در خاک می‌تواند موجب از دست رفتن مقدار قابل‌توجهی آب و مواد غذایی گیاهان شود (بوما و دکر، 1978). میزان منافذ درشت و پیوستگی آنها در خاک‌های با ساختمان خوب و پایدار تأثیر زیادی بر میزان و شدت این نوع جریان دارد. نوع گیاه کشت‌شده و سیستم ریشه‌ای آن می‌تواند ویژگی‌های هیدرولیکی خاک را تغییر داده و در نتیجه بر حرکت نمک‌ها تأثیر گذارد (کارن و همکاران، 1996). برای بررسی حرکت نمک‌ها در خاک از روش‌های مختلفی استفاده می‌شود. از جمله این روش‌ها استفاده از نمک‌های فعال و غیرفعال می‌باشد. نمک‌های غیر فعال، از لحاظ فیزیکی و شیمیایی بدون تغییر باقی مانده و درگیر واکنش‌های برگشت‌ناپذیر نمی‌شوند مانند آنیون‌های برومید و کلرید. نمک‌های فعال در واکنش‌های برگشت‌ناپذیر شرکت کرده و از نظر فیزیکی و شیمیایی تغییر می‌کنند مانند کاتیون‌های لیتیم، پتاسیم، کلسیم و منیزیم. از جمله آنیون‌های مناسب برای بررسی حرکت نمک‌ها، برومید می‌باشد. این آنیون به راحتی در خاک آبشویی شده و در واکنش‌های شیمیایی و بیوشیمیایی شرکت نمی‌کند و به همین دلیل به عنوان ردیاب مورد توجه قرار گرفته است. بجات و همکاران (2000) تأثیر ساختمان خاک و مدیریت زمین را بر حرکت آب و کلرید تحت شرایط غیراشباع ماندگار در بلوک‌های خاک دست‌نخورده مورد بررسی قرار دادند. آنها پی بردند که ساختمان خاک به طور غیرمستقیم بر انتشار نمک‌ها اثر دارد. سولیوان و همکاران (2003) ازکاتیون لیتیم به‌عنوان ردیاب فعال در شرایط اشباع ستون‌های خاک آبرفتی استفاده کردند و در مقایسه با کاتیون‌های سدیم، پتاسیم و کلسیم گزارش کردند که تنها بخش کوچکی از لیتیم در تبادل کاتیونی شرکت می‌کند.

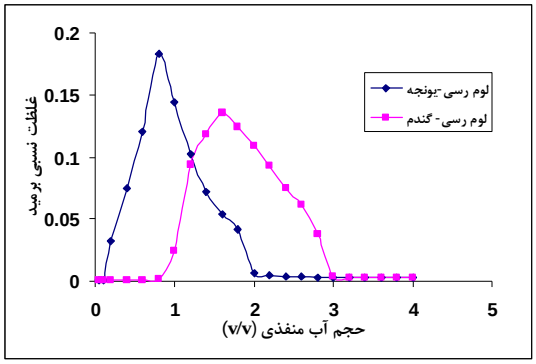
این پژوهش به منظور شناخت چگونگی حرکت برومید به عنوان ردیاب غیرفعال (غیرجذب‌شونده) و لیتیم بـه عنـوان ردیاب فعال (جذب‌شونده) در یک خاک با دو مدیریت کشت مختلف انجام شد. هدف از این پژوهش شناسایی نقش نوع کشت در حرکت آلاینده‌ها به سمت منابع آب زیرزمینی و خروج عناصر غذایی مورد نیاز گیاه از خاک می‌باشد.

مواد و روشها

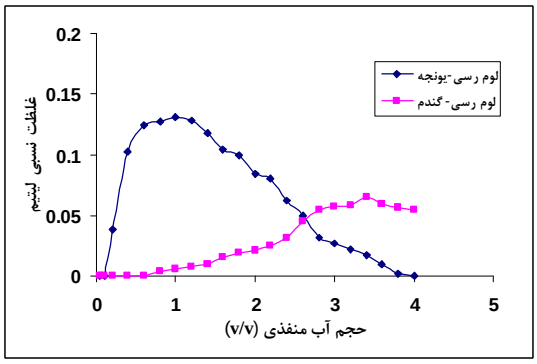
این پژوهش تحت شرایط آزمایشگاهی، بر روی ستون‌های خاک دست‌نخورده در شرایط جریان غیراشباع ماندگار انجام شد. یک خاک با بافت لوم‌رسی انتخاب شد که به مدت یازده سال زیر کشت یک گیاه یک ساله (گندم) و یک گیاه چندساله (یونجه چهارساله) قرار داشت. نمونه‌برداری از زمین‌های کشـاورزی منطقه فـامنین همدان با رده‌بندی خاک Typic Haploxerepts انجام گرفت. نمونه‌برداری به صورت دست‌نخورده با استفاده از 6 سیلندر فلزی (با قطر16cm و ارتفاع 25cm) انجام شد. برای برقراری شرایط غیراشباع، شدت جریانی برابر $1/5\ cm\ h^{-1}$ (برابر نصف کمترین هدایت هیدرولیکی اشباع اندازه‌گیری شده برای خاک‌ها) با استفاده از آب شهری اعمال شد. به منظور جلوگیری از اشباع‌شدن انتهای ستون‌های خاک و برقراری جریان ماندگار، با استفاده از یک پمپ خلاء مکشی به انتهای ستون‌های خاک وارد شد. سپس یک پالس مشخص معادل 5/0 PV (نصف حجم آب منفذی) محلول برومید لیتیم به غلظت 0/005 مولار با دبی برابر شدت جریان مورد نظر به سطح خاک افزوده شد. پس از تمام‌شدن محلول جایگزین‌کننده، آبشویی به وسیله آب شهر با همان شدت تا 4PV ادامه یافت. نمونه‌گیری از زه‌آب خروجی ستون‌های خاک تا چهار برابر حجم آب منفذی ادامه یافت و 22 نمونه در مدت زمان آبشویی برداشت شد. غلظت آنیون برومید با استفاده از الکترود انتخابگر برومید و غلظت کاتیون لیتیم به روش استات آمونیوم به کمک دستگاه فلیم‌فتومتر بر حسب ppm تعیین شدند. منحنی‌های رخنه برومید و لیتیم بر حسب غلظت نسبی برومید و لیتیم (C/C_0) در برابر حجم آب منفذی (PV) تا 4PV رسم شد و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

نتیجه‌گیری

ویژگی‌های فیزیکی خاک بر چگونگی انتقال نمک‌ها در خاک و رسیدن آنها به آب‌های زیرزمینی و میزان آلـودگی ایـن آب‌ها تأثیر بسزایی دارد. ساختمان خاک از مهم‌ترین ویژگی‌های فیزیکی خاک است که سهم زیادی در انتقال نمک‌ها و آلاینده‌ها در خاک دارد. ساختمان خاک با تأثیر بر توزیع اندازه منافذ، اعوجاج و یا پیوستگی منافذ، ایجاد درز و ترک و منافذ درشت و همچنین هدایت هیدرولیکی، در حرکت آب و نمک‌ها اهمیت زیادی دارد. نوع گیاه کشت‌شده و سیستم ریشه‌ای آن با ایجاد مسیرهای جریان متناسب با میزان رطوبت خاک و اثر بر ویژگی‌های فیزیکی و هیـدرولیکی خـاک می‌تواند بر میزان آبشویی نمک‌ها بسیار موثر باشد.
در شکل زیر منحنی‌های رخنه برومید (الف) و لیتیم (ب) برای تیمار نوع کشت (متوسط سـه تکـرار) نـشان داده شـده است.



(الف)



(ب)

منحنی‌های رخنه برومید (الف) و لیتیم (ب) در شرایط جریان غیراشباع

همانطور که مشاهده می‌شود اثر تیمار یونجه بر منحنی رخنه برمید موجب ظهور زود هنگام برمید در زه‌آب خروجی در این تیمار شده است. به گونه‌ای که تنها با گذشت 0/8PV از شروع آبشویی غلظت برمید به حداکثر خود رسیده است. در این خاک میزان رس و ماده آلی زیاد موجب افزایش خاکدانه‌سازی، بهبود ساختمان خاک و به تبع آن پایداری منافذ خاک در هنگام انتقال آب و نمک‌ها شده است. از طرفی گیاه یونجه به دلیل سیستم ریشه‌ای خاصی که دارد (ریشه‌های گسترده قطور و عمیق حتی تا طول چندین متر) باعث ایجاد کانال‌های عمودی با اندازه‌های مختلف در خاک شده و شرایط را برای وقوع جریان ماکروپوری و مزوپوری فراهم می‌کند. همچنین در این خاک کرم‌های خاکی به تعداد زیاد دیده شد که حرکت و فعالیت این جانداران خاکزی نیز باعث ایجاد معابر و منافذ بیشتری شده است. در تیمار گندم به دلیل نوع گیاه کشت شده در این خاک (گیاه گندم با ریشه‌های نازک و افشان)، تعداد منافذ درشت در این تیمار نسبت به تیمار قبلی کمتر بوده و بنابراین در مقایسه با آن نقش جریان ترجیحی کمتر شده است. به همین دلیل حداکثر غلظت برومید موجود در زه‌آب خروجی نسبت به تیمار قبلی کمتر بوده و با 1PV تأخیر ظاهر گردیده است. با گذشت زمان شیب منحنی‌ها کاهش یافته است که احتمالاً به دلیل واردشدن برومید به درون منافذ ریز خاک بوده که این منافذ محل قرارگرفتن آب غیرمتحرک می‌باشند و در نتیجه انتقال برومید به کندی انجام گرفته است. همین امر سبب شده است در حجم‌های آب خروجی پایانی، غلظت‌های نسبی برومید به هم نزدیک شده و اختلاف چندانی با هم نداشته باشند.

روند قرارگیری منحنی‌های رخنه لیتیم نیز مانند برومید بود. به این مفهوم که منحنی رخنه لیتیم برای تیمار یونجه زودتر از تیمار گندم آغاز شد. همان طور که مشاهده می‌شود منحنی رخنه برای تیمار گندم بسیار کشیده‌تر از تیمار قبلی بوده و این منحنی رخنه پس از 4PV آبشویی کامل نشده و برای کامل شدن نیاز به آبشویی تا حجم آب منفذی بیشتری دارد. همان گونه که انتظار می‌رفت غلظت نسبی لیتیم در زه‌آب خروجی برای تمام تیمارها کمتر از غلظت نسبی برومید در تیمارهای مشابه بود که دلیل آن جذب سطحی کاتیون لیتیم بر روی سطوح فعال (بار منفی سطح رس‌ها و ماده آلی) می‌باشد. اختر و همکاران (2003) نیز نتایج مشابهی را گزارش کردند. این پژوهش‌گران حرکت کلرید لیتیم را در ستون‌های خاک دست‌نخورده در دو خاک لوم سیلتی ساختمان‌دار و لوم شنی بدون ساختمان در شرایط جریان غیراشباع بررسی کردند. نتایج آنها نشان داد وجود جریان‌های ترجیحی موجب خروج بیشتر آنیون غیر-جذب‌شونده کلرید، و با غلظت کمتر کاتیون جذب‌شونده لیتیم در خاک لوم سیلتی نسبت به لوم شنی گردید.
مقایسه منحنی‌های رخنه هر دو ردیاب نشان می‌دهد که در خاک زیر کشت یونجه درصد رس و ماده آلی بیشتر موجب افزایش خاکدانه‌سازی و بهبود ساختمان و پایداری منافذ گردیده است. از طرفی به علت نوع گیاه کشت‌شده (یونجه چهار ساله با ریشه‌های گسترده و عمیق)، کانال‌ها و منافذ درشت به‌هم پیوسته وعمودی در این خاک‌ها ایجاد شده است. اثر تمام این ویژگی‌ها منجر به وقوع جریان بیشتر و افزایش هدایت هیدرولیکی اشباع نسبت به خاک زیر کشت گندم شده است. در این خاک به دلیل نوع گیاه کشت‌شده با سیستم خاص ریشه‌ای (ریشه‌های نازک و افشان) اثر جریان منفذی در انتقال نمک‌ها کمتر بود. منحنی‌های رخنه برومید و لیتیم نشان داد که حرکت این ردیاب‌ها در تیمارهای مورد بررسی متفاوت است. در تیمار یونجه عمده حرکت ردیاب‌ها توسط جریان از مزوپورها و در تیمار گندم توسط فرآیندهای روان و انتشار انجام گرفت.

منابع

Akhtar MS, Steenhuis TS, Richards BK and McBride MB, 2003. Chloride and lithium transport in large arrays of undisturbed silt loam and sandy loam soil columns. J. Vadose Zone. 2: 715–727.

Bejat L, Perfect E, Quisenberry VL, Coyne MS and Haszler JR, 2000. Solute tramsport as related to soil structure in unsaturated imtact soil blocks. Soil Sci. Soc. Am. J. 64: 818–826.

Bouma J and Dekker LW, 1978. A case study on infiltration into dry clay soil. I. Morphological observations. Geoderma 20: 27–40.

Caron J, Benton O, Anger DA and Villeneuve JP, 1996. Preferential bromide transport through a clay loam under alfalfa and corn. Geoderma 69: 175–191.

Sullivan EJ, Reimus PW and Counce DA, 2003. Transport of a reactive tracer in saturated alluvium described using a three-component cation-exchange model. J. Contamin. Hydrol 62: 675–694.