

## بررسی تأثیر آب‌گریزی سطح خاک بر آبشویی کلراید سید فرهاد موسوی<sup>۱</sup>، راحله ملکیان<sup>۲</sup>

<sup>۱</sup>استاد گروه آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان، <sup>۲</sup>دانشجوی دکترای آبیاری و زهکشی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

### مقدمه

خاک‌ها دارای مقدار زیادی از مواد هیدروفوبیک (باقی‌مانده گیاهی، کودهای آلی و آفت‌کش‌ها) هستند که ممکن است دافع آب باشند و یا به سختی مرطوب شوند. به چنین خاک‌هایی که در مقابل ورود آب و یا مرطوب شدن مقاومت می‌کنند اصطلاح آب‌گریز<sup>۱</sup> اطلاق می‌شود. وجود خاک‌های آب‌گریز در بسیاری از نقاط جهان با کاربری اراضی مختلف و آب و هوای گوناگون گزارش شده است [۲] و در حال حاضر بیش از آنچه شناخته شده‌اند، رایج هستند [۱]. آب‌گریزی خاک اغلب منجر به مقاومت خاک در برابر نفوذ آب، رواناب و فرسایش شدید، پدیده جریان ترجیحی و آب‌شویی سریع مواد شیمیایی کشاورزی، تلفات نیترات و آب در دسترس گیاه می‌شود. به همین علت بررسی تأثیر این پدیده بر انتقال آلودگی از لایه سطحی به لایه‌های زیرین خاک ضروری می‌باشد. هدف از تحقیق حاضر بررسی تأثیر آب‌گریزی سطح خاک بر انتقال و خروج محلول کلراید از یک ستون خاک می‌باشد.

### مواد و روش‌ها

آزمایش‌ها در ستونی از جنس پلکسی‌گلاس با ابعاد ۱۸×۱۸ سانتی‌متر و ارتفاع ۶۰ سانتی‌متر که در انتهای آن سوراخی جهت خروج زه‌آب تعبیه شده بود، انجام شد. جهت سهولت خروج زه‌آب از انتهای ستون، در کف آن شن ریخته شد و جهت جلوگیری از ایجاد جریان ترجیحی از دیواره‌های ستون، دیواره‌ها با پلاستیک پوشانده شدند. بررسی حرکت محلول از ستون خاک در ۳ آزمایش و در سه تکرار به طور جداگانه به صورت زیر انجام شد:

الف- ۳۸ سانتی‌متر از ستون مورد نظر از خاک دست‌خورده خشک با بافت متوسط پر شد. در این حالت پوشش سطحی خاک مرطوب شونده می‌باشد. ب- ۳۵ سانتی‌متر ستون از خاک مشابه با قسمت الف پر گردید و سپس در ۳ سانتی‌متر سطح خاک یک لایه شن سیلیس کوارتزی که به طور مصنوعی آب‌گریز شده بود، قرار داده شد. ج- ابتدا ۳۵ سانتی‌متر ستون از خاک مشابه با قسمت الف پر گردید و سپس خاک درون ستون با ۶ لیتر از محلول ۰/۰۸ مولار کلرید پتاسیم آب‌شویی شد. پس از ۱۲ ساعت، در ۳ سانتی‌متر سطحی خاک یک لایه شن سیلیس کوارتزی که به طور مصنوعی آب‌گریز شده بود، قرار داده شد. جهت آب‌گریز کردن سیلیس، محلول اتانول شامل  $2\text{OTS}$  ۵٪ با یک کیلوگرم از شن سیلیس کوارتزی با دانه‌بندی ۲-۱ میلی‌متر مخلوط شده و به مدت ۵ ساعت در شیکر قرار داده شد. با مخلوط کردن ۰/۵ کیلوگرم از سیلیس حاصل با ۷/۵ کیلوگرم سیلیس ساده، شن بی‌نهایت آب‌گریزی که به عنوان شن پایه در نظر گرفته شد، به دست آمد. سپس ۲ کیلوگرم از شن پایه را با ۰/۵ کیلوگرم شن ساده ترکیب نموده و به این ترتیب شن آب‌گریز شدید به دست آمد. میزان و شدت آب‌گریزی با توجه به شاخص زمان ورود قطره آب [۳] تعیین شد. با ترکیب نسبت‌های متفاوت از شن پایه و شن ساده، درجات مختلف از آب‌گریزی به دست خواهد آمد. در هر یک از آزمایش‌ها، آبیاری سطح خاک با ۴ لیتر محلول ۰/۰۸ مولار کلرید پتاسیم به مدت ۳ دقیقه انجام شده و پس از خروج زه‌آب از انتهای ستون و در فواصل زمانی، زه‌آب ستون جمع‌آوری و غلظت کلراید آن به روش تیتراسیون با

1- Water Repellent

2- Octadecyltrichlorasilane

نیترا نقره تعیین شد [۴]. همچنین در هر آزمایش، مدت زمان نفوذ کامل آب به خاک، زمان خروج زه آب از انتهای ستون و زمان پایان خروج زه آب از ستون یادداشت شد.

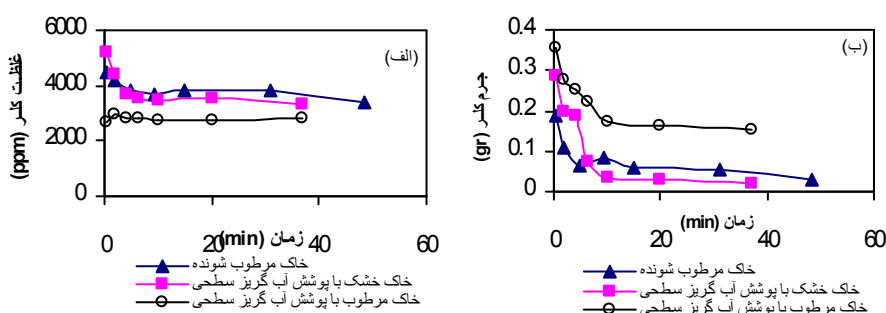
### نتایج و بحث

زمان نفوذ کامل آب در خاک، زمان خروج زه آب و پایان خروج آب ثقلی از خاک نشان می‌دهد که فرایند نفوذ در سه آزمایش با یکدیگر تفاوت داشته (جدول ۱) و سرعت و مدت زمان نفوذ کامل آب به خاک تحت تأثیر میزان مقاومت در برابر ورود آب به خاک، سرعت نفوذ اولیه آب به خاک و سرعت و میزان انتقال آب به لایه‌های زیرین می‌باشد که هر یک از موارد ذکر شده خود تحت تأثیر عوامل مختلفی قرار دارند. نتایج نشان داد که نفوذ کامل آب در خاک خشک با پوشش سطحی آب‌گریز دیرتر از خاک مرطوب شونده اتفاق می‌افتد (جدول ۱). این مسئله می‌تواند به دلیل تأثیر پوشش آب‌گریز سطحی در مقاومت ورود آب به درون خاک باشد. خروج زه آب در خاک مرطوب شونده تقریباً هم‌زمان با نفوذ کامل آب رخ می‌دهد، در حالی که در خاک خشک با پوشش سطحی آب‌گریز زودتر از نفوذ کامل آب به خاک است. در واقع آب‌گریزی سطح خاک سبب شده است که جبهه رطوبتی در زمان کمتری به انتهای ستون رسیده و از طرفی خروج زه آب سریع‌تر به پایان برسد.

جدول ۱- زمان ورود آب و خروج زه آب در آزمایش‌های انجام شده

تیمار	زمان ناپدید شدن آب از سطح خاک (دقیقه)	زمان خروج زه آب از انتهای ستون (دقیقه)	زمان قطع زه آب (دقیقه)
خاک خشک مرطوب شونده	۲۴/۸	۲۹/۹	۱۲۸
خاک خشک با پوشش سطحی آب‌گریز	۳۰/۵	۲۴/۶	۸۴
خاک مرطوب با پوشش سطحی آب‌گریز	۲۱/۳	۶/۲	۶۰

تغییرات غلظت کلر خروجی در سه آزمایش نشان می‌دهد که بیشترین مقدار غلظت محلول در اولین زه آب خروجی مشاهده می‌شود (شکل ۱- الف). مقدار غلظت محلول در این نمونه در خاک خشک با پوشش سطحی آب‌گریز ۱۴ درصد و در خاک مرطوب شونده ۲۵ درصد از غلظت محلول آبیاری کمتر است. با بررسی جرم ماده آلاینده در زه آب خروجی می‌توان به احتمال خطر آلودگی آب زیرزمینی در هر یک از آزمایش‌ها پی برد (شکل ۱- ب). در خاک مرطوب با پوشش سطحی آب‌گریز مقدار بیشتری از ماده آلاینده از ستون خارج شده است که این نتیجه به دلیل بیشتر بودن دبی خروجی در این آزمایش نسبت به دو آزمایش دیگر است.



شکل ۱- الف) تغییرات غلظت کلراید خروجی و ب) جرم کلراید خروجی از ستون خاک.

### منابع

- W. and C. J. Ritsema. 1996. Preferential flow paths in a water repellent clay soil with grass [1] Dekker, L. cover. Water Resour. Res., 32: 1239-1249.  
 [2] Jaramillo, D. F., L. W. Dekker, C. J. Ritsema and J. M. H. Hendrickx. 2000. Occurrence of soil water repellency in arid and humid climates. J. Hydrol., 231-232:105- 111.

- 
- [3] Letey, J. 1969. Measurement of contact angle, water drop penetration time, and critical surface tension. In: DeBano, L.F., and Letey, J. (Eds.), Water-Repellent Soils, Proc. Symp. on Water-Repellent Soils, May 6-10, 1968, University of California, Riverside, CA.
- [4] US Salinity Laboratory Staff. 1954. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. Richards, L. A. (Ed.), Handbook No. 60, pp. 110-118.