Archive of SID

علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره بیست و دوم، شماره سه، خرداد ماه ۹۹

رفتار آب عبوری از ستون‌های حاوی لایه‌های رس مونتموریلونایت

رضا تقدیسی[۱]

سهیلا ابراهیمی[۲*]

sohebrahimi@gmail.com

مهدی ذاکری‌نیا[۳]

سید علیرضا موحدی نائینی[٤]

تاریخ دریافت: ۹۶/۱/۳۰ تاریخ پذیرش:۹۶/۳/۱۷

چکیده

زمینه و هدف: در مطالعات هیدرولوژی، حفاظت و مدیریت آب، اطلاع دقیق از میزان ظرفیت آبی خاک‌های مختلف و سرعت نفوذ آب به‌منظور اجرای پروژه‌های آبیاری و زهکشی و کنترل فرسایش خاک در حوضهٔ آبخیز ضروری است. هدف از این آزمایش بررسی تاثیر لایه رسی در انتقال حجم آب عبوری در خاک شن‌لومی است

روش بررسی: بدین‌منظور در ستون‌هایی به ارتفاع ۱۵۰ سانتی‌متر و قطر ۱۵ سانتی‌متر با بافت شن‌لومی که دارای لایه‌های رسی در داخل ستون به عمق‌های ۱۳ و ۲۰ سانتی‌متر گذاشته شد و تیمارهایی به‌عنوان شاهد بدون لایه رسی در نظر گرفته شد. حجم‌های آب مشخص و یکسانی با غلظت‌های مختلف نمک، به همه ستون‌ها داده شد و نمونه‌گیری حجم آب خروجی از ستون‌ها روزانه انجام شد.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که لایه رسی به‌خوبی توانسته حجم آب عبوری از ستون را کاهش دهد و با افزایش ضخامت لایه رسی حجم آب عبوری هم به نسبت، کاهش بیش‌تر می‌یابد. نتایج نشان داد با افزایش عمق لایه رسی از شاهد به عمق ۲۰ مقدار آب عبوری اولیه در غلظت ۱۳ میلی اکی‌والان ۱۶ درصد و در غلظت ۲۰میلی اکی والان ۳۵ درصد کاهش‌یافته است.

بحث و نتیجه‌گیری: عملکرد متفاوت موجود به دلیل وجود لایه رس با ضخامت متفاوت و بوده است. بافت رس به‌دلیل ریز بودن و تراکم‌پذیری زیاد می‌تواند باعث تأخیر در حرکت آب در خاک شود که از این کند شدن انتقال می‌توان برای جلوگیری از حرکت شیرابه‌ها و آلودگی‌ها به اعماق خاک و آلوده‌کردن آب‌های زیرزمینی استفاده کرد. به‌نظر می‌رسد با تغییر عمق لایه رسی هدایت آب نفوذی به لایه‌های زیرین بخصوص در مناطق حساس و کاربردی را بتوان کنترل کرد.

واژه‌های کلیدی: لایه‌رسی، نفوذ آب، خاک شن‌لومی.

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد فیزیک و حفاظت خاک، دانشگاه علوم‌کشاورزی و منابع طبیعی، گرگان، ایران.

۲- استادیار گروه علوم خاک، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی، گرگان، ایران. *(مسوول مکاتبات)

۳- دانشیار گروه مهندسی آب، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی، گرگان، ایران.

۴- دانشیار گروه علوم خاک، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی، گرگان، ایران.

www.SID.ir

Archive of SID

J. Env. Sci. Tech., Vol 22, No.3, May, 2020

Behavior of Water through Soil Columns Containing Montmorillonite Clay Layers

Reza Taghdisi [1]
Soheila Ebrahimi [2 *]
sohebrahimi@gmail.com
Mehdi Zakerinia[3]
Seyed Alireza Movahedi Naeeni[4]

Admission Date:June 7, 2017 Date Received: April 19, 2017

Abstract

Background and Objective: In studies realted to hydrology, water conservation and management, accurate information of the water capacity in different soils for measuring water infiltration, drainage and erosion control is essential in order to launch irrigation projects in watersheds. The purpose of this study is to evaluate the effect of clay layers in the transfer of water through loamy sand.

Method: Soil columns with a height of 150 cm and a diameter of 15 cm, were filled with clay layers to depths of 13 and 20 cm. Then the same volume of water with different salt concentrations was added to all columns. Also water sampling was carried out on a daily basis.

Findings: Results showed that the layer clay could reduce the volume of water passing through the columns and by increasing the thickness of the clay layer, the ratio of passed water decreased. The results showed that by increasing the depth of the clay layer in the control treatment to a depth of 20, the amount of water at a concentration of 13 mEq and 20 mEq decreased by 16 and 35 percent.

Discussion and Conclusion: Different performances were due to the thickness of clay layer. Because of the small clay texture and high compressibility, the movement of water in the soil can be delayed. This feature can be used to prevent the movement of leachate and pollution into the soil and contaminate groundwater. It seems that by changing the depth of the clay layer, the conductivity can be controlled in sensitive areas.

Keywords: Clay Layer, Water Penetration, Loamy Sand Soil.

1- M.Sc. Graduate, Physics and Protection of Soil, Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan University, Gorgan, Iran
2- Assistant Professor, Member of the Department of Soil Science, Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan University, Gorgan, Iran.*(*Corresponding Author*)
3- Associate Professor, Member of the Department of Water Engineering, Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan University, Gorgan, Iran
4- Associate Professor, Member of the faculty of the Department of Soil Science, Member of the Department of Soil Science, Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan University, Gorgan, Iran

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

فهم رفتار پیچیده حرکت در محیط متخلخل از مباحث کلیدی در مسایل حفاظت منابع آب و خاک به‌شمار می‌رود. در این راستا با توجه به افزایش روزافزون جمعیت و بالا رفتن سطح زندگی، نیاز به بررسی مسایل زیست‌محیطی در کشاورزی لازم به نظر می‌رسد. در شرایط آب‌وهوایی ایران یکی از عمده‌ترین موانع افزایش تولید، عدم استفاده بهینه از منابع آب می‌باشد. از این‌رو استفاده بهینه از منابع آب به‌عنوان محور اصلی توسعه بایستی مورد توجه قرار گیرد(۱). به علت رشد جمعیت جهان و محدودیت منابع آب، آبیاری در کشاورزی باید در جهت تولید محصول بیشتر با میزان آب کم‌تر حرکت کند. فهم حرکت آب در خاک می‌تواند کمک بسیاری در راستای این چالش نماید. از سویی دیگرخاک ها توانایی خوبی در حذف و پالایش انواع آلاینده ها، از جمله آلاینده های موجود در شیرابه و زباله از خود نشان می دهند. ویژگیهای خاک، نوع شیرابه یا سیال گذرنده و مواد موجود در آن از جمله مواردی هستند که بر کارایی خاک در تصفیه شیرابه تأثیر می گذارند(۷). همه زباله‌ها و آلودگی‌هایی که در نتیجه فعالیت انسان به محیط‌زیست منتهی‌شوند، آلاینده هستند، صرفه‌نظر از این‌که غلظت آن‌ها باعث ایجاد تخریب مهمی در محیط‌زیست گردد سرعت حرکت آلاینده‌ها به سمت آب‌های زیرزمینی بستگی به خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک و آلاینده، بارندگی، آبیاری و عمق آب زیرزمینی دارد. اگر چه همه عوامل فوق‌الذکر بر سرعت حرکت آلاینده‌ها درداخل خاک موثر هستند اما پارامترها و مشخصات فیزیکی خاک به‌عنوان بزرگ‌ترین معضل در زمینه حفاظت منابع آب‌های زیرزمینی است و در این میان تشخیص محل و فرآیندهایی که عامل انتقال آلاینده‌ها به داخل سیستم‌های جریان آب زیرزمینی هستند از اهم مسایل به‌شمار می‌آید(۲). مطالعه بر روی انتقال و حرکت املاح در محیط متخلخل از دهه‌های پیش آغاز شده‌است. در سال‌های اخیر منابع علمی منتشرشده در مورد آلودگی محیط‌زیست و عواقب آن برای جوامع بشری، گیاهان و حیوانات، افزایش چشمگیری یافته‌است(۳). علاقمندی عمومی نیز به همین نسبت فزونی یافته و به موازات آن مطالعات در خصوص طبیعت محیط متخلخل(توزیع اندازه خلل وفرج، خاکدانه) و عملکرد فیزیکی و شیمیایی این محیط بر پدیده‌هایی چون پخشیدگی، انتشار، دفع‌آنیونی، جذب یا فرایندهای تبادل و اثرات کاربردی روش‌های کنترل و پیشگیری، در حال گسترش می‌باشد (۸). دانشمندان بسیاری الگوی پخش آب در خاک را اندازه‌گیری یا به صورت عددی در آبیاری زیرسطحی و سطحی شبیه‌سازی نموده‌اند(۴). با توجه به اینکه اندازه گیری پارامترهای خاک و آب هزینه بر و زمان بر است، لذا پیش بینی و شبیه سازی این پارامترها با استفاده از مدل سازی، سبب کاهش هزینه ها در بخش مدیریت آب می گردد(۸).

مواد و روش ها

خاک شنی مورد استفاده در این پژوهش از حاشیه رودخانه روستای زیارت با طول جغرافیایی" ۸ ' ۳۶°۴۲ و عرض جغرافیایی" '۲۹ ۵۴°۲۸ و خاک ریز بافت از استان خراسان شمالی، شهر شیروان (ابتدای خروجی شهر) با طول جغرافیایی"۴۸ ۳۷°۲۴ و عرض جغرافیایی" '۲۶ ۵۷°۵۳ نمونه برداری گردید. پس‌از نمونه‌برداری خاک هوا خشک شد و سپس از الک دو میلی‌متری عبور داده‌شد.

خصوصیات خاک‌های مورد مطالعه

برخی از خصوصیات فیزیکی اندازه‌گیری‌شده خاک‌های مورد مطالعه د شده، همان‌طور که مشاهده شد خاک دارای بافت سبک از ۷۵٪ شن و خاک دارای بافت سنگین از ۴۶٪ رس تشکیل شده و از نظر اسیدیته هر دو در محدوده خنثی بودند، هدایت‌الکتریکی هر دو خاک حاکی از این است که هر دو خاک در محدوده خاک غیرشور بودند.

برای تهیه ستون‌های خاک، از لوله‌های پولیکا با قطر ۱۶ سانتی‌متر و ارتفاع ۱/۵متر استفاده شد. لوله‌ها برش داده‌شد و در یک طرف آن درپوش قرارگرفت و در انتهای ستون، منفذ خروجی برای زهکش ایجاد شد. دیواره داخلی ستون را به‌منظور جلوگیری‌از ایجاد جریان ترجیحی به‌وسیله چسب پوشانده‌شد. برای داشتن خروجی بهتر یک قیف ساده کوچک را توسط توری

www.SID.ir

ریز پوشانده و در انتهای ستون‌ها قرار داده‌شد و انتهای ستون‌ها را برای خروج آب بهتر، مقداری سنگ ریز و شن درشت قرار داده‌شد. خاک را کم‌کم ریخته وپس از هر بار ریختن به‌وسیله استوانه‌ای آهنی کمی فشرده تا معادل وزن‌مخصوص‌ظاهری واقعی خاک برداشت شده گردید. در نمونه‌هایی که لازم بود، لایه رسی در اعماق مورد نظر ستون‌ها لحاظ گردید.

شکل ۱- ستون‌های خاک مورد آزمایش

Figure1.Soil columns tested

بدین صورت، ۱۸ ستون پر گردید که از نظر لایه رسی دارای سه تیمار شامل تیمار دارای لایه رس ۲۰ سانتی‌متر، تیمار دارای لایه رس ۱۳ سانتی‌متر و تیمار بدون لایه رس بود. در همه ستون‌ها، بار آب بالای ستون‌ها برابر در نظر گرفته شد و این مقدار معادل ۲۰ سانتی‌متر بود. روزانه دو بار حدود ۸/۳۰ صبح و ۱۷/۳۰ عصر مقدار آب خروجی از ستون‌ها مورد اندازه‌گیری قرار می‌گرفت. پس از مطالعات، بهترین تیمار به کار برده شده با طرح آزمایشی فاکتوریل در غالب CRD (طرح کاملا تصادفی) تعیین شد و آنالیز آماری با نرم‌افزار SAS صورت گرفت.

یافته‌ها

در این بخش ابتدا نتایج ویژگی‌های خاک‌های مورد آزمون ارایه می‌گردد. سپس ارایه نتایج بدست آمده از داده‌های ستون‌های خاک در زمینه منحنی‌های حجمی زه‌آب تیمارها و پس از مقایسات آماری در هر دو مورد، ارایه گردیده است.

نتایج ویژگی‌های خاک‌های مورد آزمون

در این بخش نتایج ویژگی‌های هر دو نوع بافت (خاک سبک مربوط به ستون‌ها و خاک سنگین مربوط به لایه‌ها) خاک ارایه گردیده است.

جدول ۱- ویژگی‌های خاک با بافت سبک

Table 1. Properties of Sandy textured Soil

شاخص اندازه‌گیری‌شده	بافت	شن	سیلت (درصد)	رس (درصد)	جرم مخصوص‌ظاهری (گرم بر سانتی‌متر مکعب)	جرم مخصوص حقیقی (گرم بر سانتی‌متر مکعب)	pH	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)
مقدار اندازه‌گیری شده	شن‌لومی	۷۵	۱۷	۸	۱/۲۴	۲/۶۲	۷/۲۳	۱/۵۶

www.SID.ir

Archive of SID

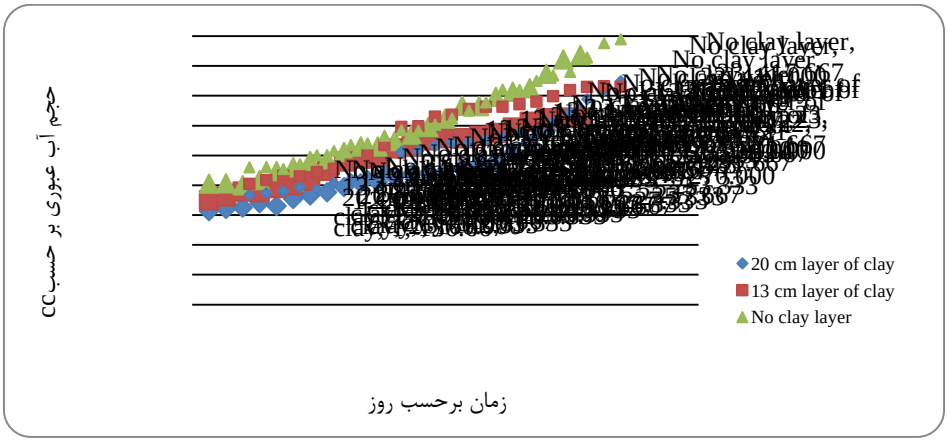
جدول ۲ - ویژگی‌های خاک با بافت سنگین

Table 2. Properties of clay textured soil

شاخص اندازه‌گیری‌شده	بافت	شن (درصد)	سیلت (درصد)	رس (درصد)	جرم مخصوص ظاهری (گرم بر سانتی‌متر مکعب)	جرم مخصوص حقیقی (گرم بر سانتی‌متر مکعب)	pH	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)
مقدار اندازه‌گیری‌شده	رسی	۲۰	۳۴	۴۶	۱/۳	۲/۶۵	۷/۳۵	۲/۲

نتایج بدست آمده از داده‌های ستون‌های خاک (منحنی‌های حجمی زه‌آب تیمارها) و ارایه مقایسات آماری

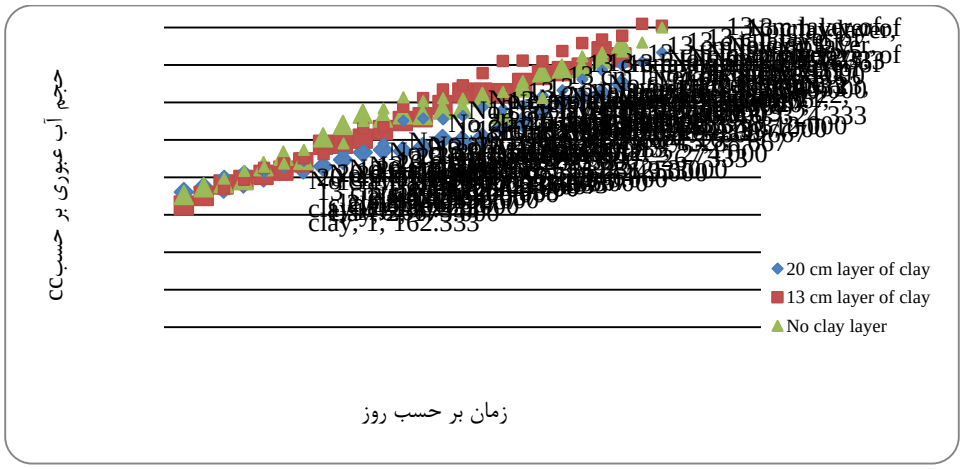
نتایج بدست آمده از داده‌های ستون‌های خاک (منحنی‌های حجمی زه‌آب تیمارها): در این بخش، از خروجی زه‌آب ستون‌های بدون لایه رسی و حاوی لایه‌های رسی متفاوت برای ترسیم منحنی در دو تیمار ۱۳ و ۲۰ میلی‌اکی‌والان استفاده شد و در طول زمان آزمایش خروجی زه‌آب، مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. همان‌طور که در نمودار مشاهده می‌شود کم‌ترین حجم زه‌آب خروجی مربوط به تیمار دارای لایه رس ۲۰ سانتی‌متر بود که در نتیجه وجود قطر لایه رس در این تیمار بود که به دلیل وجود منافذ ریز در خود توانسته بود مقدار زه‌آب کم‌تری از خود عبور داده و در تیمارها اختلاف ایجاد کند. کم‌ترین حجم زه‌آب خروجی مربوط به ستون بدون لایه رسی بوده که به دلیل وجود بافت سبک زه‌آب بیش‌تری نسبت به ستون‌های دارای بافت رسی، عبور داده است.



شکل ۲- حجم زه آب خروجی در ستون‌های بی و با لایه‌های مختلف رسی تغذیه‌شده با غلظت ۱۳ میلی‌اکی والان کلرید پتاسیم

Figure 2. The volume of drainage water in columns without and with different layers of clay fed with potassium chloride concentration 13 mEq

www.SID.ir

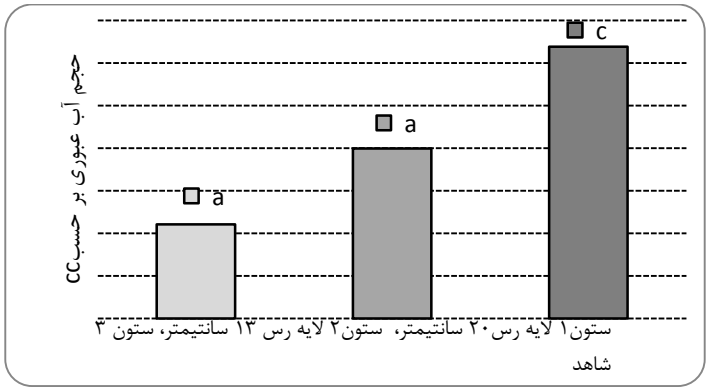


شکل ۳- حجم زه آب خروجی در ستون‌های بی و با لایه‌های مختلف رسی تغذیه‌شده با غلظت ۲۰ میلی‌اکی والان کلرید پتاسیم

Figure 3. The volume of drainage water in columns without and with different layers of clay fed with potassium chloride concentration 20 mEq

نتایج مقایسات تیمارها با توجه به نتایج بدست آمده از داده‌های ستون‌های خاک

در این قسمت تیمارها از نظر داده‌های آماری حجم زه‌آب خروجی با یکدیگر مقایسه شدند. مقایسه حجمی زه‌آب تیمارهای با و بدون لایه رسی در غلظت ۱۳ میلی‌اکی‌والان، با استفاده از آزمون توکی در سطح ۰/۰۵ تیمارها مورد ارزیابی قرار گرفت، همان‌طور که در شکل ۴ و جدول ۳ مشاهده می‌شود، هر چند بین ستون‌های دارای لایه رس در بخش حجم زه‌آب خروجی اختلاف معنی‌داری در ($P>0/05$) موجود نبود، ولی بین ستون‌های دارای لایه رسی و شاهد اختلاف معنی‌دار بود.



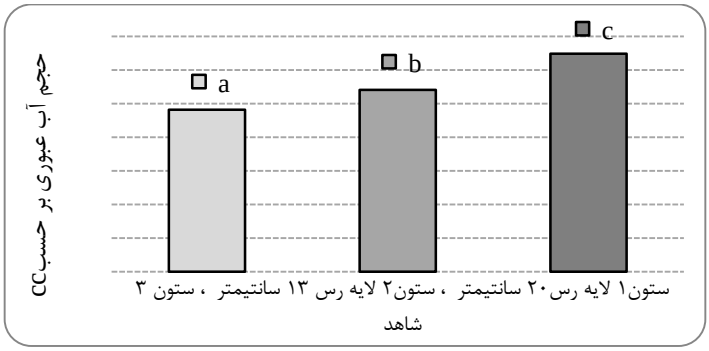
شکل ۴- نسبت حجم خروجی آب در ستون‌های با و بدون لایه رسی تغذیه‌شده با غلظت ۱۳ میلی‌اکی‌والان نمک

Figure 4.The ratio of the volume of water output in columns with and without clay layer feed with salt concentration of 13 mEq

در بررسی نتایج مقایسه حجمی در غلظت ۲۰ میلی‌اکی‌والان، داده‌های تیمارها با استفاده از آزمون توکی در سطح ۰/۰۵ مورد ارزیابی قرارگرفتند. همان‌طور که در شکل ۵ و جدول ۳ مشاهده می‌شود بین تیمارها در سطح ۰/۰۵ اختلاف معنی‌داری وجود دارد ($P<0/05$)، با افزایش غلظت بین تیمارهای دارای لایه رس اختلاف معنی‌داری به وجود آمده است که نشان‌دهنده تأثیر غلظت بر لایه رس در میزان زه‌آب خروجی است.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۵- نسبت حجم خروجی آب در ستون‌های با و بدون لایه رسی تغذیه‌شده با غلظت ۲۰ میلی‌اکی‌والان نمک

Figure 5. The ratio of the volume of water output in columns with and without clay layer feed with salt concentration of 20 mEq

جدول ۳- مقایسه میانگین حجم خروجی زه آب در غلظت ۱۳ و ۲۰ میلی‌اکی‌والان

Table 3. Mean comparison for volume of drainage water in concentrations of 13 and 20 mEq

	لایه رسی ۲۰ سانتی‌متر	لایه رسی ۱۳ سانتی‌متر	فاقد لایه رسی
تغذیه با ۱۳ میلی‌اکی‌والان نمک	a۲۶۲/۱۲	a۲۷۹/۹۲	b ۳۰۳/۷۹
تغذیه با ۲۰ میلی‌اکی‌والان نمک	a۲۴۰/۹۲	b۲۷۰/۵۶	c۳۲۴/۱۹

بحث و نتیجه‌گیری

امروزه از لایه‌های رسی برای جلوگیری از انتقال شیرابه‌های زباله واملاح به آب‌های زیر زمینی استفاده می‌شود. نتایج نشان داد با افزایش زمان مقدار حجم آب خروجی افزایش می‌یابد ولی حضور لایه رس باعث تاخیر انتقال آب در طول تیمارهای حاوی لایه رس نسبت به تیمار بدون‌لایه رس می‌شود. درتیمارهای دارای غلظت ۱۳ میلی‌اکی‌والان مقدار حجم آب در دو ستون دارای ۱۳ و ۲۰ سانتی‌متر با یکدیگر تفاوت معناداری نداشتند ولی هر دو تیمار با تیمار بدون لایه رس اختلاف معناداری دارند. در غلظت ۲۰ میلی‌اکی‌والان هر سه تیمار(دارای لایه رس و بدون لایه رس) با یکدیگر اختلاف معناداری دارند، که ساختار فیزیکی رس باعث این تاخیر در حرکت رس می‌شود. بدو و همکاران برروی لاینرهای که شامل لایه رس و لایه رسی بر روی سیلت و لایه سیلتی ، انجام دادند به این نتیجه رسیدند که لایه‌های رسی به خوبی می توانند از حرکت و انتقال آب و شیرابه زباله‌ها جلوگیری کنند(۵). در این آزمایش حضور لایه‌های رسی در ضخامت های مختلف به‌خوبی توانسته در انتقال در حجم اب عبوری تاثیر بسزایی داشته باشد و با افزایش ضخامت مقدار حجم آب عبوری را کاهش دهد، که این امر در شرایطی که ما شاهد آلودگی آب‌های زیر زمینی هستیم می‌تواند بسیار مفید باشد به عبارتی با هزینه کم مصرف شده از آلودگی این آب‌ها جلوگیری به عمل آید و یا حداقل روند آلودگی را کاهش دهد. تنها معضل ممکن تورم رس خواهد بود که تحقیقات نشان داده است می توان با استفاده از موادی همچون آهک این تاثیر منفی را خنثی کرده و از لایه های رسی به‌صورت کارآمدتری استفاده شود. اسمعیلی و همکاران بر روی تاثیر لایه رسی بر انتقال املاح با استفاده از آهک نتیجه گرفتند که حضور لایه رسی بسیار می‌تواند به تنهایی موثر باشد و آهک در جلوگیری از انتقال تاثیر مثبت دارد جلوگیری از تورم رس باعث کاهش دامنه خمیری این خاک می‌شود که دلیل اثر مثبت آهک بر روی جلوگیری از انتقال املاح در خاک است(۶).

www.SID.ir

systems. Journal of Science and Technology, Transaction B 28(B5): 559-572.

6. EsmaeiliVaraki M., Khayat kholghi V., and Shafei M. 2005. Suggesing an intelligent model to estimate the groundwater level fluctuations of an alluvial aquifer using artificial neural network. The first International Conference on Water Resources Management, Tehran, Iran Water Resources Association for Science and Engineering, Faculty of Tehran University, pp.245-276.
7. Kaboli, A., Ebrahimi, S and Davari, M. 2019. Pilot study of soil electrical conductivity, acidity, N and Ni parameters in AQ-Qala landfill leachate in soil columns with different texture, J. of Water and Soil Conservation, Vol. 26(1), 255-260. DOI: 10.22069/jwsc.2019.11939.2648.
8. Akhavan S, Ebrahimi S, Navabian M, Shabanpour M, Mojtahedi A, Movahedi Naeini A. Significance of physicochemical factors in the transmission of Escherichia coli and chloride. Environ. Health eng. manag. 2018; 5 (2):115-122.

Reference

1. Ababaei, B., Saraei Tabriz, M., Farhadi Bansuleh, B., Sohrabi, T., and Mirzai, F. 1391. Calibration of CERES-Barley model using reverse modeling method under low irrigation conditions. Protection of water and soil resources (3). 48-37
2. Abbasi, F., Jacques, D., Simunek, J., Feyen, J., and van Genuchten, M.T.h. 2003.Inverse estimation of the soil hydraulic and solute transport parameters from transient field experiments: heterogeneous soil. Trans. ASAE. 46: 4. 1097-1111
3. Gardenas, A., Hopmans, J.W., Hanson, B.R., and Simunek, J. 2005. Two dimensional modeling of it rate leaching for various fertigation scenarios under micro irrigation. Agric. Water Manage. 74: 219-42
4. Lazarovitch, N., Warrick, A.W., Furman, A., and Simunek, J. 2007. Subsurface water distributions from drip irrigation described by moment analysis. Vadose Zone J. 6: 116-123.
5. Badv K., and Mahooti A.A. 2004. Advective-diffusive and hydraulic trap modeling in two and three-layer soil

www.SID.ir