Archive of SID

Iranian Journal of Irrigation and Drainage
No. 2, Vol. 13, Jan.-Jul. 2019, p. 367-377

نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره۲، جلد ۱۳، خرداد - تیر ۱۳۹۸، ص. ۳۷۷-۳۶۷

بررسی تغییرات نفوذپذیری سطحی خاک در شبکه‌های تغذیه مصنوعی (مطالعه موردی: شبکه تغذیه مصنوعی دشت شهریار)

الهام شمس ناطری[۱]، رامین فضل‌اولی[۲*] و علیرضا عمادی[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۷/۲۰ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۲/۰۱

چکیده

در سیستم‌های تغذیه مصنوعی مساله انسداد خلل و فرج خاک بستر حوضچه‌های تغذیه، بحرانی‌ترین موضوع در زمینه کارایی سیستم‌های تغذیه مصنوعی می‌باشد. آزمایش‌های صحرایی در محل طرح تغذیه مصنوعی شهریار، به منظور اندازه‌گیری تغییرات سرعت نفوذ در حوضچه‌های تغذیه، در ۵ حوضچه تغذیه در بستر رودخانه کرج، به روش استوانه مضاعف، انجام گردید. نتایج نشان داد که میانگین نفوذپذیری در نمونه‌های شاهد ۲۹/۵ و ۳۰/۲ سانتی‌متر بر ساعت بوده و داخل عرصه‌ی تغذیه مصنوعی، نفوذپذیری از ۵/۷ تا ۱۸/۶ سانتی‌متر بر ساعت متغیر می‌باشد. از سوی دیگر نتایج نشان داد که حوضچه ۱ از نظر نفوذپذیری در رتبه متوسط قرار دارد که عملا نسبت به حالت شاهد از رده خارج شده است. پس از برداشت در حالت‌های ۱۰، ۲۰ و ۳۰ سانتی‌متری مشخص گردید پس از برداشت ۲۰ سانتی‌متری از رسوبات، تغییر محسوسی در نفوذپذیری حوضچه‌ها رخ داده است، بنابراین پیشنهاد می‌شود رسوبات تمامی حوضچه‌ها به اندازه ۲۰ سانتی‌متر برداشت شود تا راندمان طرح افزایش یابد. نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد اثر ساده عمق، مکان و حوضچه بر میزان نفوذپذیری سطحی، در سطح یک درصد و اثر متقابل سطوح مکان و حوضچه بر نفوذپذیری در سطح پنج درصد معنی‌دار می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: استوانه مضاعف، تورکینست، حوضچه‌های تغذیه، گرفتگی

مقدمه

تغذیه مصنوعی یکی از روش‌هایی است که می‌تواند بخشی از آب خارج شده از زیرزمین را جایگزین نماید. در سیستم‌های تغذیه مصنوعی رسوب‌گذاری مهم‌ترین عامل در کاهش نفوذ آب در خاک و رسیدن آن به سفره‌های زیرزمینی می‌باشد. آب مورد استفاده برای تغذیه مصنوعی غالبا ناشی از جریانهای فصلی بوده که با مقدار زیادی گل و لای و مواد ریز معلق همراه می‌باشد. این ذرات در هنگام ته‌نشینی، با نفوذ به اعماق خاک و پر کردن خلل و فرج خاک موجب مسدودشدگی و گرفتگی منافذ و مجاری عبور آب شده و باعث پدیده کورشدگی و کاهش سریع نفوذ می‌گردد. مساله انسداد خلل و فرج خاک در بستر حوضچه‌های تغذیه مصنوعی، بحرانی‌ترین موضوع در زمینه کارایی سیستم‌های تغذیه مصنوعی می‌باشد(۱). نشست رسوبات همراه جریان سیل بر سطح شبکه پخش سیلاب نقش اصلی را در کاهش نفوذ پذیری و عمر مفید شبکه ایفا می‌کند. از این رو بررسی عملکرد شبکه‌های پخش سیلاب بر آبخوان که طی سالهای گذشته در سطح کشور احداث شده است بارها از جهات مختلف مورد بحث محافل علمی و تحقیقاتی قرار گرفته است(۲). بیات و بصیرپور (۱۳۸۸)، اثرات مواد رسوبی در کاهش نفوذپذیری حوضچه ها و مخازن طرح های تغذیه مصنوعی و راهکارهای مقابله با این پدیده را بررسی نمودند. به‌دلیل بروز پدیده مسدود شدگی ناشی از تجمع مواد رسوبی، میزان نفوذپذیری حوضچه ها و مخازن تغذیه مصنوعی در یک دوره بهره برداری ۱۰ تا ۱۵ ساله بین ۴۰ تا ۸۰ درصد کاهش یافته است(۳). واقفی و همکاران (۱۳۹۳)، مدل های مختلف نفوذپذیری در حوضه آبریز مند دشتی با استفاده از نتایج آزمایشات استوانه مضاعف را بررسی نمودند. در این تحقیق سواحل یکی از رودخانه‌های دائمی استان بوشهر (رودخانه مند شهرستان دشتی) مورد مطالعه قرار گرفته است. میزان نفوذ عمودی آب در خاک با روش آزمایش صحرایی استوانه مضاعف با سه تکرار (در ۶۰ چاهک) جهت

۱- دانشجوی دکتری سازه‌های آبی، گروه مهندسی آب، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
۲- دانشیار گروه مهندسی آب، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
۳- دانشیار گروه مهندسی آب، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
(*- نویسنده مسئول: Email: raminfazl@yahoo.com)

www.SID.ir

Archive of SID

کنترل و تعیین بهترین مدل و محاسبه ضرایب مدل‌های نفوذپذیری، اندازه گیری نمودند. به ترتیب مدل‌های فلیپ و کاستیاکف و SCS آمریکا نسبت به مدل‌های کاستیاکف لوئیس و گرین آمپت و اورتون و هورتون و هال برای این حوضه تناسب و تطابق بیشتری داشت(۴). سلیمی کوچی و همکاران (۱۳۹۳) افزایش مقدار رس و عدم نفوذ-پذیری بستر حوضچه‌ها (مطالعه موردی: معین‌آباد شهرستان فسا) را مورد بررسی قرار دادند. در این تحقیق با انجام آزمایش نفوذپذیری برروی آبرفت بستر حوضچه تغذیه معین آباد و مقایسه آن با نمونه شاهد مشخص شد که علیرغم گذشت چند سال از عمر این پروژه، نفوذپذیری به‌طور متوسط ۵۰ درصد کاهش یافته است دلایل آن‌هم ناشی از تزریق رسوبات بار معلق (ماسه ریز و رس) به میزان ۷۳٪ به درون آبرفت لایه‌های بستر حوضچه تغذیه معین آباد تشخیص داده شد(۵). سلیمانی و همکاران (۱۳۹۲) مدل مفهومی گرین- آمپت را توسط تکنیک‌های شبکه عصبی مصنوعی و مدل WMS جهت برآورد میزان نفوذپذیری خاک (مطالعه موردی حوزه رودخانه کاکاشرق)، را بهینه‌سازی نمودند. مقایسه مقادیر برآوردی حاصل از این روش با مقادیر نفوذپذیری واقعی منطقه که توسط استوانه‌های مضاعف صورت گرفت، نشان داد این روش می‌تواند با درصد خطای کم و دقت قابل قبولی، نرخ نفوذپذیری را در حوزه‌ی آبخیز کاکاشرف، برآورد نماید(۶). زهتابیان و رحیم زاده (۱۳۸۹) موضوع تأثیر پخش سیلاب بر نفوذپذیری خاک را در دشت موسیان مورد بررسی قراردادند. آنها در سه نوار از شبکه‌ی پخش سیلاب و یک نمونه شاهد در خارج از عرصه آزمایش نفوذپذیری را انجام دادند. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد نفوذپذیری از نمونه‌ی شاهد با ۱۸ سانتی‌متر در ساعت به ۱۳/۵۵ سانتی‌متر در ساعت در نوار اول، ۱۳/۲۲ در نوار دوم و ۱۴/۷۵ سانتی‌متر در ساعت در نوار سوم کاهش یافته است(۷). برومند نسب و همکاران نشان دادند که عامل رسوبگذاری سطحی اصلی‌ترین پارامتر موثر بر کاهش نرخ نفوذپذیری سطحی در عرصه‌های پخش سیلاب است (Broomand Nasab et al., 2004). جعفری و همکاران (۱۳۸۹) موضوع تغییرات نفوذپذیری را در ایستگاه پخش سیلاب تنگستان در استان بوشهر را طی سالهای ۱۳۸۲ تا ۱۳۸۵ مورد ارزیابی قرار دادند. آزمایش نفوذپذیری در پایان هر سال آبی (پایان شهریور) و در سه نوار پخش سیل‌گیر شبکه و یک نمونه‌ی شاهد انجام شد. نتایج این تحقیق تفاوت معنی‌دار درسطح ۱ درصد از طریق آزمون کروسیکال والیس و کاهش چهار برابری نفوذپذیری در داخل عرصه را نسبت به نمونه‌ی شاهد نشان داد (۹). برزگری و همکاران (۱۳۹۰) در ایستگاه میانکوه اردکان نشان دادند اثر پنج رخداد سیل در شبکه‌ی پخش سیلاب موجب کاهش ۳۹ تا ۶۰ درصدی نفوذپذیری در ۵ نوار پخش سیلاب نسبت به نمونه‌ی شاهد شده است(۱۰). شمس‌المعالی و ذرتی‌پور (۱۳۸۸) در تحقیقات خود در حوزه آبخیز چنداب ورامین بیان می‌دارند که ورود حجم زیادی از سیلاب محتوی املاح و بار معلق فراوان با منشأهای متفاوت، از یک سو با بر جای گذاردن رسوبات فراوان و از سوی دیگر با نفوذ مواد محلول و ریزدانه در آبرفت‌ها به مرور زمان سبب تغییراتی در خصوصیات خاک به‌خصوص نفوذپذیری خاک می‌شود (۱۱). دئو و همکاران (۲۰۱۰) کاهش نفوذپذیری در بتن نفوذپذیر به دلیل گرفتگی را (آزمایش صحرایی و مدل سازی) مطالعه نمودند. در این آزمایش از شن و ماسه ریزتر و درشت‌تر به عنوان ماده‌ای برای گرفتگی خلل و فرج استفاده شد. با استفاده از مواد شنی ریز بعنوان ماده انسداد، کاهش نفوذپذیری قابل ملاحظه‌ای مشاهده شد. در این پژوهش، "پتانسیل گرفتگی" عبارت است از، نسبت کاهش تخلخل براثر گرفتگی به تخلخل اولیه، و یا نسبت کاهش نفوذپذیری به نفوذپذیری در حالت بدون گرفتگی (Deo O et al., 2010). وانگ و همکاران (۲۰۱۲) مدل گرفتگی منافذ سطحی توسط رسوبات معلق را در پروژه تغذیه آبخوان توسط فاضلاب شهری، مورد بررسی قرار دادند. مطالعات آزمایشگاهی ، توسط یک استوانه از شن‌های ریز با ابعاد مختلف انجام شد. نتایج نشان داد که طول گرفتگی برای شن و ماسه ریز، ذرات بین ۰/۰۳۸۵ تا ۰/۰۷۵ میلی‌متر، یک سانتی‌متر و برای ذرات کمتر از ۰/۰۳۸۵ میلی‌متر، ۲ سانتی‌متر می‌باشد. علاوه بر این محدوده گرفتگی منافذ، برای ذرات کوچکتر با سرعت بیشتری در حال رخ دادن می‌باشد (Wang et al., 2012). عالم و همکاران (۲۰۱۴) به بررسی تاثیر غلظت ذرات در گرفتگی یک محیط متخلخل و بررسی شرایط هیدرولیکی آن پرداختند. ذرات معلق کائولینیت در دو وضعیت جریان متفاوت (نرخ جریان ثابت و هد ثابت) به داخل یک ستون پر از شن تزریق شد. به‌طور کلی، برای غلظت-های بالادر شرایط یکسان، مشاهده شد، دبی ثابت نسبت به شرایط با هد ثابت عملکرد بهتری دارد. محیط متخلخل در شرایط هد ثابت، با سرعت بیشتری دچار گرفتگی می‌شود. تحت همان شرایط هیدرولیکی، افزایش غلظت منجر به کاهش سریع‌تر نفوذ پذیری و افزایش سریع‌تر انسداد می‌شود. در شرایط دبی ثابت با گذشت زمان، قطر متوسط ذرات معلق به‌جا مانده، افزایش یافت (Alem et al., 2014). فولکرن و همکاران (۲۰۱۵) گرفتگی در محل نفوذ آب در بستر رودخانه چیاکینگ مای در تایلند، را مورد بررسی قرار دادند. افزایش سرعت جریان کانال، باعث حذف بخشی از لایه مسدود شده (۰/۰۳ متر بالای بستر رسوب) گردید. گرفتگی و انسداد در جریان آرام آب با غلظت بالا بسیار بیشتر از جریان سریع و غلظت پایین، می‌باشد. برداشت مکانیکی و دستی لایه خارجی مسدود شده منجر به افزایش K_V می‌شود، اما همچنان مقدار K_v اولیه بیشتر از K_v (پس از ترمیم) می‌باشد. گرفتگی لایه خارجی نسبت به گرفتگی لایه داخلی، اثر کمتری بر روی K_v دارد. برای برنامه‌ریزی در تعیین مکان جدید برای تغذیه از بستر رودخانه در رودخانه‌های با غلظت بالا (گل آلودگی زیاد)، نمی‌توان صرفا به هدایت هیدرولیکی اولیه (K_v) اکتفا نمود بلکه

www.SID.ir

Archive of SID

نیاز به آزمایشات صحرایی دارد (Pholkern et al., 2015). تامپسون و همکاران (۲۰۱۵) تاثیر جریان با دبی کم را در فرآیند گرفتگی در یک حلقه چاه تزریق با قطر کوچک را مورد بررسی آزمایشگاهی قرار دادند. در این پژوهش تغییرات هدایت هیدرولیکی در مدت ۱۷ روز با دو نوع آب (آب سطحی اصلاح شده و آب زیرزمینی که از محل برداشت شده) در سه سرعت مختلف (سرعت دارسی= ۱، ۳، ۵ متر بر روز) مورد آزمایش قرار گرفت. مشاهدات نشان‌دهنده آن است که در ستون‌های با آب سطحی اصلاح شده با نرخ جریان پایین و متوسط، گرفتگی باکتریایی سبب کاهش هدایت هیدرولیکی می‌شود، اما فراوانی باکتری‌ها در این مطالعه ارزیابی نمی‌شود. پراکندگی خاک رس به‌عنوان یک فرآیند مهم بازگرداندن گرفتگی باکتریایی ارزیابی گردید (Thompson et al., 2015). ماستی و همکاران (۲۰۱۶) تاثیر نفوذ رواناب ناشی از بارندگی را روی تغذیه آبخوان بسیار نفوذپذیر مورد بررسی قرار دادند. یک مدل عددی اشباع- غیر اشباع برای بدست آوردن اطلاعات کمی در جهت پشتیبانی از داده‌های آزمایشگاهی، اجرا شد و نتایج نشان‌دهنده تاثیر قوی حوضچه‌های نفوذ برروی الگوی تغذیه طبیعی آبخوان، است. در این منطقه، در صورت نگهداری درست از این سیستم (عدم گرفتگی سطحی خاک)، نرخ نفوذ در پایین حوضه حدود ۵۰ برابر بیشتر از حالت تغذیه به‌صورت طبیعی می‌باشد. درصورت عدم نگهداری درست، گرفتگی زیستی به‌تدریج ظرفیت نفوذ را کاهش می‌دهد. براساس اندازه‌گیری‌ها مشاهده شد که نرخ تغذیه در حالت طبیعی حدود ۱ متر بر ساعت بوده و همبستگی ضعیفی بین زمان تغذیه و حداکثر شدت بارش برقرار می‌باشد. اما با توجه به رفتار پیچیده تغذیه آبخوان، مدل عددی (براساس معادله کلاسیک ریچاردز) به‌تنهایی قادر به توضیح برخی از وقایع مشاهده شده می‌باشد. (Masetti et al., 2016). اکثر محققین که اثرات پخش سیلاب را بر روی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک بررسی کرده‌اند، به این نتیجه رسیده‌اند که کاهش نفوذپذیری خاک در اثر مسدودشدن منافذ خاک بوسیله مواد معلق موجود در آب می‌باشد. جریان‌های سطحی که به منظور تغذیه مصنوعی سفره‌های آب زیرزمینی به‌کار برده می‌شوند، عموما حاوی ذرات معلق زیادی است. این ذرات همراه با آب وارد تاسیسات تغذیه مصنوعی شده و در اثر ته‌نشینی آن یک لایه سخت و کم نفوذ در سطح خاک تشکیل می‌گردد. علاوه بر این بعضی از ذرات معلق به بخش‌های عمیق‌تر خاک نفوذ نموده و روند کاهش نفوذپذیری خاک را تشدید می‌نماید. در اثر این پدیده تاسیسات تغذیه مصنوعی به‌تدریج کارایی خود را از دست می‌دهند. بر اثر ورود رسوبات ریزدانه، راندمان طرح کاهش یافته و در واقع باعث کاهش عمر مفید طرح خواهد گردید. در حال حاضر اثرات سوء ته‌نشینی مواد معلق در بستر استخرها و سایر تاسیسات تغذیه مصنوعی موضوعی است که ذهن بسیاری از طراحان و دست‌اندرکاران این‌گونه پروژه‌ها را به‌خود مشغول کرده است. با توجه به این‌که در سیستم تغذیه مصنوعی دشت شهریار نیز حوضچه‌های تغذیه با کاهش سرعت نفوذپذیری مواجه شده و راندمان طرح کاهش یافته است، به‌خصوص در حوضچه‌های ۱ و ۲ که عملا به حوضچه-های تبخیر تبدیل شده است، پژوهش برروی این روند لازم و ضروری دیده شد.

مواد و روش‌ها

آزمایش‌های صحرایی در محل طرح تغذیه مصنوعی شهریار واقع در استان تهران و در بستر رودخانه کرج، به منظور اندازه‌گیری تغییرات سرعت نفوذ نسبت به زمان در حوضچه‌های تغذیه، انجام شد. این طرح در طول حدود ۳۰۰۰ متر از مسیر رودخانه کرج و عرض متوسط ۵۰۰ متر رودخانه اجرا شده است. موقعیت جغرافیایی طرح در طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۱ دقیقه تا ۵۱ دقیقه و ۲ درجه و عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۴۶ دقیقه تا ۳۵ درجه و ۴۵ دقیقه می‌باشد. تورکینست‌ها به‌طور متوالی به‌صورت خاکریز به فواصل حدود ۵۰۰ متر در مسیر رودخانه با ارتفاع ۷متر و عرض بالای ۵ متر، احداث شده است. برای مواقع سیلابی و زمانی که حوضچه بیش از ظرفیت موجود می‌باشد به‌منظور سرریز آب اضافی احداث یک سرریز بتنی با ارتفاع ۳ متر و طول تاج ۲۵ متر در وسط هر تورکینست قرار داده شده است. تورکینست سازه‌ای است که با مصالح خاکی ساخته می‌شود در صورتی‌که تا ارتفاع مفید ۵ متر اجرا شود از نظر رسوبگیری اهمیت خواهد داشت اما اگر ارتفاع مفید آنها بین ۵ تا ۱۵ متراباشد بیشتر از نقطه نظر ایجاد تاخیر در رواناب و ذخیره ی آب مد نظر خواهند بود نصب سرریز اضطراری در آنها که برای عبور جریان‌های سیلابی در نظر گرفته می شود ضروری خواهد بود. برای بررسی تغییرات سرعت نفوذ در بستر حوضچه‌ها، آزمایشات نفوذ به روش استوانه‌های مضاعف به صورت کاملا تصادفی در حوضچه‌های تغذیه انجام شده است. شکل ۱، نمونه‌ای از آزمایش نفوذپذیری با استوانه‌های مضاعف در محل انجام آزمایش را نشان می‌دهد.

کلیه مراحل آزمایشات بر اساس نشریه شماره ۲۴۳ وزارت نیرو و سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور "استاندارد دستورالعمل اندازه‌گیری سرعت نفوذ آب در خاک با روش استوانه مضاعف" انجام شد. برای انتخاب محل نمونه‌گیری، محدوده هر حوضچه در طول به سه قسمت تقسیم شده و بصورت تصادفی نمونه‌ها را در هر کدام از این سه قسمت، انتخاب نموده و آزمایش نفوذ انجام می‌گیرد. محل آزمایش باید به گونه‌ای انتخاب شود که دست کم از نظر فیزیوگرافی، بیشترین انطباق را با زمین‌های اطراف خود داشته باشد و نتیجه بدست آمده بتواند به‌عنوان نماینده هدایت هیدرولیک آن زمین‌ها مورد استفاده قرار گیرد.

www.SID.ir

Archive of SID

شکل ۱- نمونه ای از آزمایش نفوذپذیری با استوانه‌های مضاعف در محل انجام آزمایش

در این آزمایش، برای هر محل، چهار تیمار برای اندازه‌گیری سرعت نفوذ درنظر گرفته شد، که عبارتند از:

تیمارهای اندازه‌گیری سرعت نفوذ عبارتند از:

T۱ (تیمار ۱): آزمایش نفوذ بر روی بستر حوضچه‌های نفوذ

T۲ (تیمار ۲): آزمایش نفوذ بر روی بستر حوضچه‌های نفوذ در حالتی که ۱۰ سانتی‌متر از خاک سطح بستر حوضچه برداشته شود.

T۳ (تیمار ۳): آزمایش نفوذ بر روی بستر حوضچه‌های نفوذ در حالتی که ۲۰ سانتی‌متر از سطح بستر حوضچه برداشته شود.

T۴ (تیمار ۴): آزمایش نفوذ بر روی بستر حوضچه‌های نفوذ در حالتی که ۳۰ سانتی‌متر از سطح بستر حوضچه برداشته شود.

ضمنا یک آزمایش نفوذ در بالادست حوضچه‌ها (در بستر رودخانه) و یک آزمایش نفوذ نیز، بعد از آخرین تورکینست (از بستر رودخانه)، به‌منظور بررسی تغییرات نفوذ نسبت به حالتهای نفوذ در حوضچه‌های تغذیه، انجام شده است. آزمایش به صورت فاکتوریل، در قالب طرح بلوک‌های کاملاً تصادفی و با سه تکرار انجام شد. تجزیه واریانس با استفاده از نرم افزار آماری SPSS نسخه ۱۷ و مقایسه میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن برای بررسی اثر ساده عمق، مکان و حوضچه بر میزان نفوذپذیری سطحی، در سطح یک درصد و برای بررسی اثرات متقابل سطوح مکان و حوضچه بر نفوذپذیری در سطح احتمال پنج درصد، انجام شد. ابتدا داده‌ها نرمال سازی شد و رسم نمودارها نیز با استفاده از نرم افزار Excel انجام شد.

بحث

در این تحقیق ابتدا وضعیت نمونه‌های شاهد از نظر طبقه‌بندی نفوذپذیری بررسی شد. نفوذپذیری سطحی خاک براساس نفوذپذیری نهایی خاک به‌صورت جدول ۱ در هفت گروه طبقه‌بندی شده است:

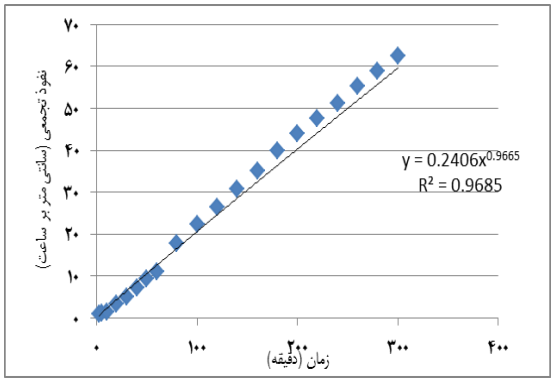
جدول ۱- طبقه‌بندی نفوذپذیری سطحی خاک

سرعت نفوذ (سانتی‌متر در ساعت)	طبقه‌بندی زمین
بیش از ۲۵/۴	خیلی سریع
۱۲/۷ تا ۲۵/۴	سریع
۶/۳۳ تا ۱۲/۷	کمی سریع
۲ تا ۶/۳۳	متوسط
۰/۵ تا ۲	کمی آهسته
۰/۱۲۷ تا ۰/۵	آهسته
کمتر از ۰/۱۲۷	خیلی آهسته

پس از انجام آزمایش‌ها منحنی تغییرات نفوذپذیری نسبت به زمان برای تمامی نقاط ترسیم شد. به‌عنوان نمونه شکل ۲ و ۳ نتایج مربوط به آزمایش نفوذپذیری در ابتدای حوضچه شماره ۱ را نشان می‌دهد.

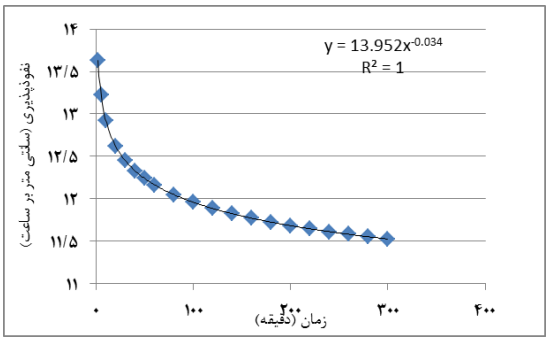
www.SID.ir

Archive of SID



شکل۲- منحنی نفوذ تجمعی در نقطه ابتدایی حوضچه شماره ۱

نفوذپذیری نهایی خاک در هر منطقه به کمک نمودارهای مشابه فوق، برای کلیه آزمایش‌ها محاسبه شد. نفوذپذیری نهایی در یک منحنی، زمانی محاسبه می‌شود که تغییرات نفوذپذیری در طول یک ساعت کمتر از ۱۰ درصد مقدار قبلی باشد. نتایج این مرحله مورد تحلیل قرار گرفت. میانگین نفوذپذیری در هر حوضچه محاسبه شد و روند تغییرات این پارامتر در حوضچه‌های پنج‌گانه در مقایسه با نمونه‌های شاهد بالادست (شاهد۱) و شاهد پایین‌دست (شاهد۲)، مقایسه گردید به‌طور خلاصه نتایج این آزمایش‌ها در حالت‌های بدون برداشت، برداشت ۱۰ سانتی‌متری، ۲۰ سانتی‌متری و ۳۰ سانتی‌متری از رسوبات، به ترتیب مطابق جداول ۲، ۳، ۴ و ۵ ارایه شده است.



شکل۳- منحنی نفوذ پایه در نقطه ابتدایی حوضچه شماره ۱

جدول ۲- نفوذپذیری نهایی براساس آزمایشات انجام شده در حالت عادی (بدون برداشت رسوبات)

نفوذپذیری نهایی (سانتی‌متر بر ساعت) در محل‌های مختلف						
شماره حوضچه	ابتدای حوضچه	وسط	انتهای حوضچه	میانگین	شاهد۱	شاهد۲
۱	۶،۱۷	۵،۵۳	۵،۳۴	۵،۶۸		
۲	۱۰،۶۶	۹،۷۶	۸،۴۸	۹،۶۳		
۳	۱۴،۴۳	۱۱،۵۳	۱۰،۱۳	۱۲،۰۳	۲۹،۴۸	۳۰،۱۹
۴	۲۰،۱۰	۱۶،۱۹	۱۱،۲۶	۱۵،۸۵		
۵	۱۹،۷۲	۱۸،۷۱	۱۷،۲۵	۱۸،۵۶		

جدول ۳- نفوذپذیری نهایی براساس آزمایشات انجام شده در حالت برداشت ۱۰ سانتی‌متری رسوبات

نفوذپذیری نهایی (سانتی‌متر بر ساعت) در محل‌های مختلف						
شماره حوضچه	ابتدای حوضچه	وسط	انتهای حوضچه	میانگین	شاهد۱	شاهد۲
۱	۷،۵۷	۶،۸۱	۶،۴۳	۶،۹۴		
۲	۱۱،۸۵	۱۰،۹۵	۹،۶۷	۱۰،۸۲		
۳	۱۵،۳۷	۱۵،۳۷	۱۱،۱۴	۱۳،۹۶	۲۹،۴۸	۳۰،۱۹
۴	۱۶،۷۳	۱۶،۷۳	۱۲،۶۰	۱۵،۳۵		
۵	۲۱،۸۴	۱۷،۶۶	۱۵،۷۶	۱۸،۴۲		

جدول ٤- نفوذپذیری نهایی براساس آزمایشات انجام شده در حالت برداشت ۲۰ سانتی‌متری رسوبات

نفوذپذیری نهایی (سانتی‌متر بر ساعت) در محل‌های مختلف						
شماره حوضچه	ابتدای حوضچه	وسط	انتهای حوضچه	میانگین	شاهد۱	شاهد۲
۱	۱۸،۴۵	۱۶،۹۵	۱۵،۵۲	۱۶،۹۷		
۲	۲۱،۰۵	۲۰،۰۸	۱۸،۸۷	۲۰،۰۰		
۳	۳۱،۶۲	۲۲،۶۱	۱۷،۹۷	۲۴،۰۷	۲۹،۴۸	۳۰،۱۹
۴	۲۷،۰۲	۲۲،۳۹	۱۸،۵۵	۲۲،۶۵		
۵	۲۷،۴۱	۲۳،۵۷	۲۲،۹۷	۲۴،۶۵		

www.SID.ir

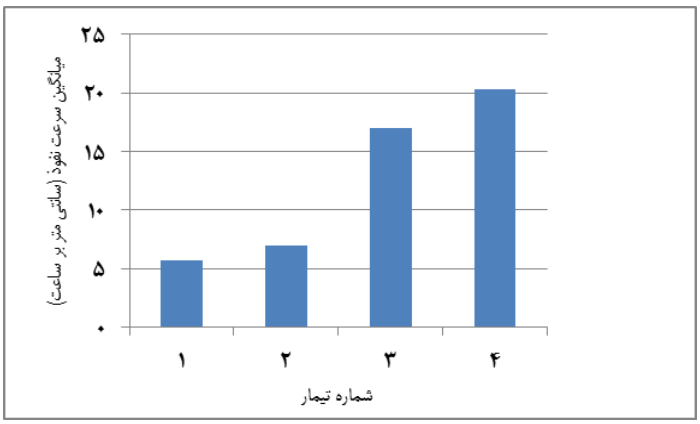
Archive of SID

جدول ۵- نفوذپذیری نهایی براساس آزمایشات انجام شده در حالت برداشت ۳۰ سانتی‌متری رسوبات

نفوذپذیری نهایی (سانتی‌متر بر ساعت) در محل‌های مختلف						
شماره حوضچه	ابتدای حوضچه	وسط	انتهای حوضچه	میانگین	شاهد۱	شاهد۲
۱	۲۲،۰۱	۲۰،۲۳	۱۸،۵۷	۲۰،۲۷		
۲	۲۴،۰۵	۲۳،۱۶	۲۱،۸۷	۲۳،۰۳		
۳	۳۱،۶۴	۲۴،۹۶	۲۰،۸۳	۲۵،۸۱	۲۹،۴۸	۳۰،۱۹
۴	۲۸،۸۹	۲۴،۵۴	۲۰،۷۴	۲۴،۷۲		
۵	۲۹،۴۰	۲۵،۳۸	۲۴،۹۹	۲۶،۵۹		

با توجه به نتایج جداول ۲، ۳، ۴ و ۵ و شکل‌های ۲ و ۳ مشاهده می‌شود که حوضچه شماره ۱ در حالت عادی و با برداشت ۱۰ سانتی-متر از رسوبات در طبقه‌بندی متوسط قرار می‌گیرد؛ عملا نقش مفیدی در تغذیه ایفا نمی‌کند. با برداشت ۲۰ سانتی‌متر از رسوبات، سرعت در حوضچه شماره ۱ به‌طور محسوسی افزایش یافته و با سرعت ۱۷ سانتی‌متر بر ساعت در طبقه‌بندی سریع قرار می‌گیرد. توتونچی و همکاران (۱۳۹۲) تاثیر نوع پوشش و نیز مقدار غلظت ذرات معلق بر پدیده انسداد منافذ سطحی بستر حوضچه‌های تغذیه مصنوعی را مطالعه و بررسی نمودند. مشخص گردید که لایروبی ۱۰ و حتی ۵ سانتی‌متری سطحی خاک بستر کرت‌ها می‌تواند در افزایش قابل توجه سرعت نفوذپذیری موثر باشد (۱۹). نمونه‌های شاهد ۱ و ۲ به ترتیب با سرعت‌های ۲۹/۵ و ۳۰/۲ در طبقه‌بندی نفوذپذیری خیلی سریع قرار می‌گیرند. با توجه به حوضچه شماره ۱ که در عرصه ورودی قرار دارد و سیلاب ورودی به این حوضچه شروع به پخش و گسترش نموده سرعت آن کاهش می‌یابد بخش عمده رسوبات در این حوضچه ترسیب شده و عملا کارایی حوضچه را مختل نموده است. در خصوص عمر مفید عرصه می‌توان گفت با توجه به نتایج این تحقیق چنانچه حد بالای نفوذپذیری متوسط، معیار نامطلوب بودن نفوذپذیری خاک سطحی درنظر گرفته شود، حوضچه شماره ۱ در شرایط نامطلوب قرار دارد و حوضچه ۲ نیز در نزدیکی محدوده نامطلوب قرار دارد. در بررسی‌های اولیه دیده می‌شود در تمامی حوضچه‌ها سرعت نهایی در انتهای حوضچه نسبت به نمونه میانی و ابتدایی حوضچه، کمتر بوده و سرعت نفوذ در قسمت میانی بیشتر از قسمت انتهایی می‌باشد. با مقایسه میانگین سرعت در ۵ حوضچه، مشخص شد که سرعت نفوذ از حوضچه شمار یک تا حوضچه شماره ۵ روند افزایشی داشته و حوضچه شماره ۱ کمترین سرعت نفوذ را دارد. اما حوضچه‌های ۳، ۴ و ۵ از شرایط نسبتا مطلوبی در خصوص نفوذپذیری آبخوان و تغذیه مصنوعی برخوردارند.

نتایج این تحقیق نشان می‌دهد نفوذپذیری متوسط در شرایط اولیه (نمونه‌های شاهد) در سطح نفوذپذیری خیلی سریع قرار داشته است. با برداشت رسوبات از حوضچه‌های تغذیه، روند نفوذپذیری به تدریج بهتر شده و روند افزایشی دارد، شکل ۴ به‌صورت نمونه برای حوضچه شماره ۱ ترسیم شده است که بیانگر روند افزایش نفوذپذیری در حالت‌های مختلف برداشت رسوبات می‌باشد، در تمامی حوضچه‌ها نتایج آزمایشات نشان‌دهنده آن است که در تیمار سوم (برداشت ۲۰ سانتی‌متر از رسوبات) نسبت به سایر حالت‌های برداشت روند افزایشی نفوذپذیری با سرعت بیشتری تغییر می‌کند. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که با برداشت ۲۰ سانتی‌متری از رسوبات، تغییر محسوسی در افزایش نفوذپری رخ می‌دهد. رجائی و همکاران (۱۳۹۱) تاثیر رسوب بر کاهش نفوذپذیری پروژه‌های پخش سیلاب (مطالعه موردی ایستگاه پخش سیلاب بر آبخوان شهرستان جاجرم) را مورد بررسی قرار دادند.



شکل٤- روند افزایش نفوذپذیری در حالت‌های مختلف برداشت رسوبات در حوضچه شماره ۱

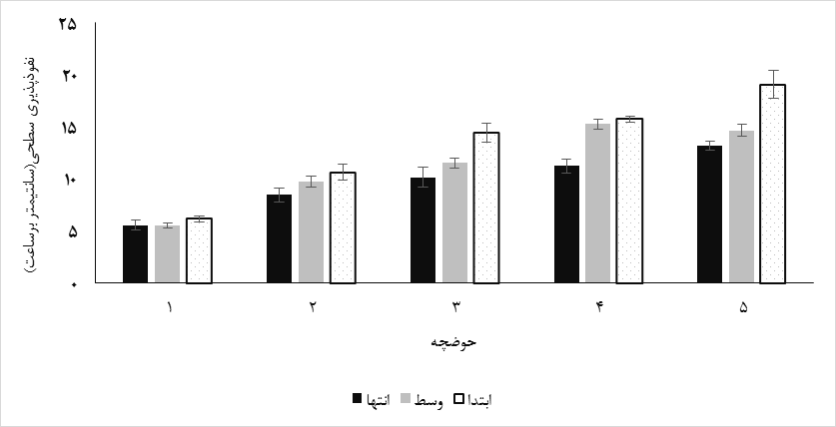
www.SID.ir

Archive of SID

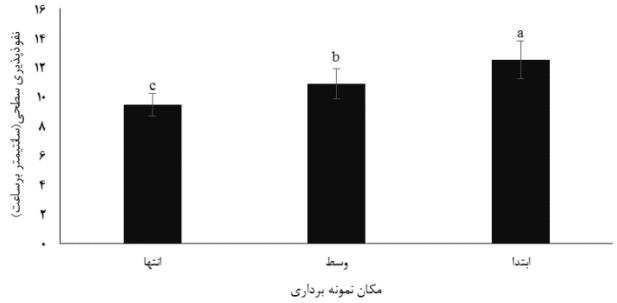
روند تغییرات بافت خاک در اثر رسوب‌گذاری در ۴ پروفیل حفر شده در داخل عرصه نشان می‌دهد که لایه‌ی سطحی ۰ تا ۳۰ سانتی‌متری به سمت ریزدانه شدن پیش رفته و این روند با شدت کمتر در افق ۳۰ تا ۶۰ سانتی‌متر نیز مشاهده می‌شود ولی در افق ۶۰ تا ۹۰ سانتی‌متر تغییرات معنی‌داری مشاهده نمی‌شود (۲۰).

نتایج تجزیه واریانس به‌صورت نمودارهای ستونی در شکل‌های ۵، ۶، ۷، ۸ و ۹ نشان داده شده است. اثر ساده عمق، مکان و حوضچه بر میزان نفوذپذیری سطحی اندازه‌گیری شده، در سطح یک درصد معنی‌دار بود. همچنین اثر متقابل سطوح مکان و حوضچه بر نفوذپذیری سطحی اختلاف معنی‌داری در سطح پنج درصد نشان دادند. شکل ۵، تغییرات نفوذپذیری سطحی در حوضچه‌های مختلف در مکان‌های مختلف هر حوضچه، بارها نشانگر میانگین ± انحراف معیار هستند.

شکل ۶، تغییرات نفوذپذیری سطحی در در مکان های مختلف حوضچه‌ها. بارها نشانگر میانگین ± انحراف معیار هستند. اعداد با حروف لاتین متفاوت، نشان‌دهنده‌ی اختلاف معنی‌داری در بین تیمارهای مختلف هستند ($P \leq ۰/۰۵$).



شکل ۵- تغییرات نفوذپذیری سطحی در مکان‌های مختلف هر حوضچه



شکل ٦- تغییرات نفوذپذیری سطحی در مکان‌های مختلف حوضچه‌ها

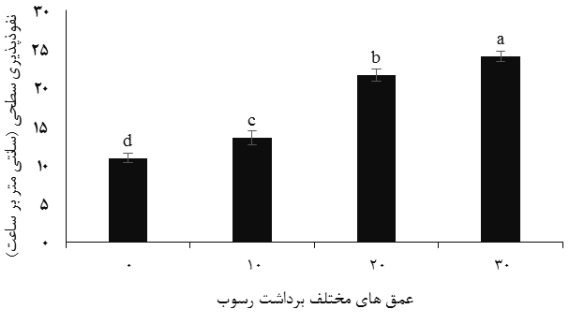
شکل ۷، تغییرات نفوذپذیری سطحی در عمق‌های مختلف رانشان می‌دهد، اعداد با حروف لاتین متفاوت، نشان‌دهنده‌ی اختلاف معنی‌داری در بین تیمارهای مختلف هستند ($P \leq ۰/۰۵$).

شکل ۸، تغییرات نفوذپذیری سطحی در حوضچه‌های مختلف نسبت به شاهد را نشان می‌دهد اعداد با حروف لاتین متفاوت، نشان-دهنده‌ی اختلاف معنی‌داری در بین تیمارهای مختلف هستند ($P \leq ۰/۰۵$).

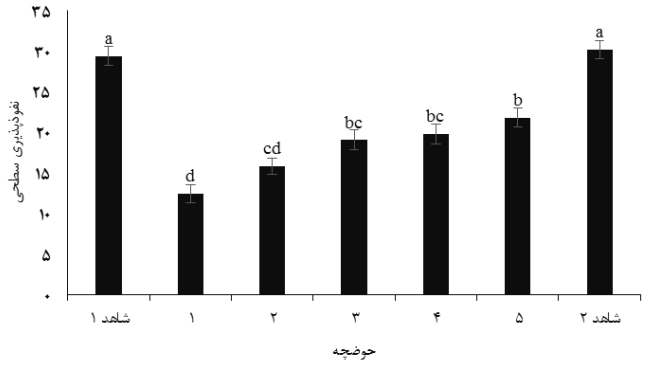
شکل ۹، تغییرات نفوذپذیری سطحی در حوضچه‌های مختلف در عمق‌های مختلف برداشت رسوب در هر حوضچه را نشان می‌دهد. بارها نشانگر میانگین ± انحراف معیار هستند. اعداد با حروف لاتین متفاوت، نشان‌دهنده‌ی اختلاف معنی‌داری در بین تیمارهای مختلف هستند ($P \leq ۰/۰۵$).

www.SID.ir

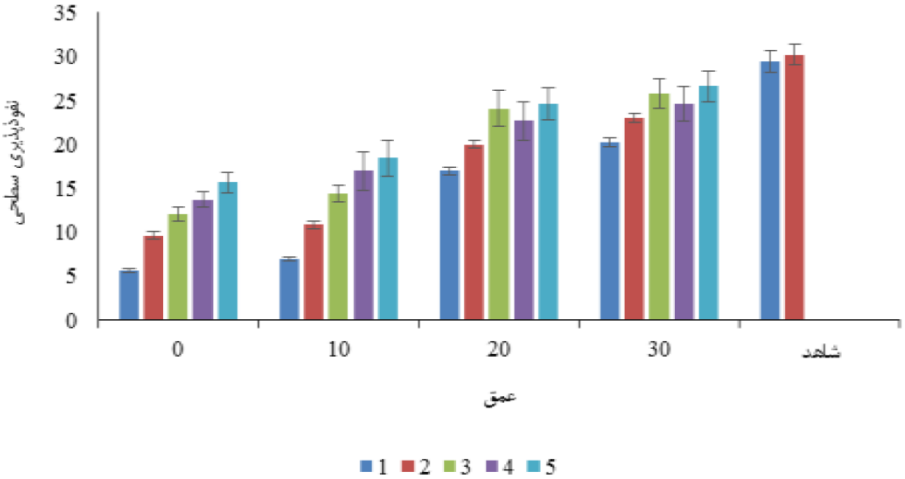
Archive of SID



شکل ۷- تغییرات نفوذپذیری سطحی در عمق‌های مختلف



شکل ۸- تغییرات نفوذپذیری سطحی در حوضچه‌های مختلف نسبت به شاهد



شکل ۹- تغییرات نفوذپذیری سطحی در عمق‌های مختلف برداشت رسوب در هر حوضچه

نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق نشان می‌دهد نفوذپذیری متوسط در شرایط اولیه (نمونه‌های شاهد) ۲۹/۵ و ۳۰/۲ سانتی‌متر بر ساعت می‌باشد که در سطح نفوذپذیری خیلی سریع قرار داشته است. پس از اجرای پروژه تغذیه مصنوعی، حوضچه شماره ۱ به شرایط نفوذپذیری متوسط رسیده و عملا از شرایط مطلوب خارج شده است. حوضچه‌های ۲ و ۳ در سطح نفوذپذیری کمی سریع قرار داشته و حوضچه‌های ۴ و ۵ در سطح نفوذپذیری سریع قرار دارند که این دو حوضچه از نظر تغذیه‌ی

www.SID.ir

Archive of SID

آبخوان در شرایط مطلوب قرار دارند. حوضچه ۱ عملاً نقش رسوبگیر را در شبکه برعهده دارد. با توجه به حجم عظیم آبی که در پشت شبکه قرار می‌گیرد، در عمل، حوضچه تغذیه تبدیل به حوضچه تبخیر شده است. با توجه به اینکه به دلیل شرایط هیدرولیکی، حوضچه شماره یک کارایی خود را از دست داده بنابراین می‌توان این حوضچه به‌عنوان رسوبگیر قرار بگیرد که با تغییر در ابعاد سرریز و تورکینست این امر محقق می‌شود. اما راهکار دیگر که از لحاظ اقتصادی به صرفه‌تر می‌باشد، برداشت رسوبات می‌باشدکه در این پژوهش با برداشت ۲۰ سانتی‌متر از رسوبات تاثیر چشمگیری در نفوذپذیری مشاهده شد. با برداشت ۲۰ سانتی‌متری رسوبات حوضچه شماره ۱ از سطح نفوذپذیری متوسط به سطح نفوذپذیری سریع رسیده و با این روش می‌توان بر عمر مفید شبکه افزود. نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که اثر ساده عمق، مکان و حوضچه بر میزان نفوذپذیری سطحی اندازه‌گیری شده، در سطح یک درصد معنی‌دار بود. همچنین اثر متقابل سطوح مکان و حوضچه بر نفوذپذیری سطحی اختلاف معنی‌داری در سطح پنج درصد نشان دادند.

منابع

برزگری، ف.، رضوی نسب، ا.، یغمایی، ل. ۱۳۹۰ . بررسی تاثیر پروژه پخش سیلاب فخرآباد بر خصوصیات فیزیکی خاک . هفتمین همایش ملی علوم و مهندسی آبخیزداری، اصفهان، ۷ ص.

بنی‌حبیب، م. ا.، علم دوست، ا. و نیکو، م. ر. روش برآورد راندمان سامانه‌های تغذیه مصنوعی در آبراهه‌های فصلی و بهینه‌سازی ابعاد اصلی سامانه (مطالعه موردی: طرح امامزاده عبدا... سمنان)، اولین کنفرانس بین‌المللی بحران آب، ۱۳۸۷.

بیات، پ. بصیرپور، ع. ۱۳۸۸. بررسی اثرات مواد رسوبی در کاهش نفوذپذیری حوضچه ها و مخازن طرح‌های تغذیه مصنوعی و راهکارهای مقابله با این پدیده. دومین کنفرانس سراسری آب، دانشگاه آزاد اسلامی.

توتونچی، آ.، برهمند، ن.، خاندشتی، م. ر. و همایون، ر. ۱۳۹۲. مطالعه و بررسی اثر نوع پوشش و نیز مقدار غلظت ذرات معلق بر پدیده انسداد منافذ سطحی بستر حوضچه‌های تغذیه مصنوعی، اولین همایش ملی مهندسی و مدیریت کشاورزی، محیط زیست و منابع طبیعی پایدار، انجمن محیط زیست هگمتانه.

جعفری، ع.، عوض زاده توکلی، ف .، بیات، پ . ۱۳۸۹ . بررسی تاثیر پخش سیلاب بر روند تغییرات نفوذپذیری خاک، مطالعه موردی ایستگاه پخش سیلاب تنگستان در استان بوشهر. دومین کنفرانس سراسری مدیریت جامع منابع آب، کرمان.

رجائی، ح. اسماعیلی، ک. عباسی، الف. ۱۳۹۱. بررسی تاثیر رسوب بر کاهش نفوذپذیری پروژه های پخش سیلاب(مطالعه موردی آبخوان شهرستان جاجرم)، پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری.

زهتابیان، غ.، رحیم زاده، ق. ۱۳۸۹. بررسی تاثیر پخش سیلاب بر نفوذپذیری خاک، مطالعه موردی دشت موسیان، استان ایلام. فصل‌نامه جغرافیای طبیعی، سال سوم، شماره ۹، صص. ۱۴-۱.

سلیمانی، ل. حقی زاده، ع. زینی وند، ح. ۱۳۹۲. بهینه سازی مدل مفهومی گرین–آمپت توسط تکنیک‌های شبکه عصبی مصنوعی و مدل WMS جهت برآورد میزان نفوذپذیری خاک (مطالعه موردی حوزه رودخانه کاکاشرف). پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه علوم و منابع طبیعی لرستان.

سلیمی،ل. عادلپور،ع. عباسی زاده، م. ۱۳۹۳. بررسی تاثیر پروژهای تغذیه مصنوعی بر نفوذپذیری خاک. اولین همایش ملی بیابان.

شمس‌المعالی، ن. و ذرتیپور، ا. ۱۳۸۸. تأثیرات عملیات پخش سیلاب بر خصوصیات خاک (مطالعه موردی: حوزه آبخیز چنداب ورامین، مجموعه مقالات پنجمین همایش ملی علوم و مهندسی آبخیزداری ایران، مدیریت پایدار بلایای طبیعی(دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان)، ص. ۱۱-۵.

نشریه ۲۴۳، ۱۳۸۰، سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور.

واقفی ، م. موحدزاده، م. ۱۳۹۳. بررسی و مقایسه مدل های مختلف نفوذپذیری در حوضه آبریز مند دشتی با استفاده از نتایج آزمایشات استوانه مضاعف، فصلنامه علمی پژهشی مهندسی آب، سال چهارم، شماره ۱۵.

Alem. A., Ahfir. N.D., Elkawafi. A., Wang. H., 2014, Hydraulic Operating Conditions and Particle Concentration Effects on Physical Clogging of a Porous Medium, 2, 303-321.

Boroomand Nasab S., Charkhabi, A.H. and Pirani, A. 2004. Floodwater effect on infiltration rate of a floodwater spreading system in Moosian gravelly piedmont plain in Dehloran, West Central of Iran, ICID - FAO International Workshop on Water Harvesting and Sustainable Agriculture, Moscow, 7 September 2004.

Deo O., Sumanasooriya M., Neithalath M., 2010. Permeability reduction in pervious concretes due to clogging: experiments and modeling. Journal of Materials in Civil Engineering, 22(7): 741–751.

Masetti. M., Pedretti. D., Sorichetta. D., Stevenazzi. S., Bacci. F. 2016, Impact of a Storm-Water Infiltration Basin on the Recharge Dynamics in a Highly Permeable Aquifer, Water Resources Management, 1, 149-165.

www.SID.ir

Archive of SID

Pholkern. K., Srisuk. K., Grischek. T., Soares. M., Schafer. S., Archwichai. L., Saraphirom. P., Pavelic. P., Wirojanagud. W., 2015, Riverbed clogging experiments at potential river bank filtration sites along the Ping River, Chiang Mai, Thailand, Journal of Environmental Earth Sciences, 12, 7699-7709.

Thompson. A.R., Stotler. R.L., Macpherson. G.L., Liu. G., 2015, Laboratory Study of Low-Flow Rates on Clogging Processes for Application to Small-Diameter Injection Wells, Water Resources Management, 14, 5171-5184.

Wang, Z., Du, X., Yang, Y. and Ye, X., 2012, Surface clogging process modeling of suspended solids during urban stormwater aquifer recharge, Journal of Environmental Sciences, 24(8): 1418-1424.

www.SID.ir

Archive of SID

Iranian Journal of Irrigation and Drainage
No. 2, Vol. 13, Jan.-Jul. 2019, p. 367-377

نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره۲، جلد ۱۳، خرداد - تیر ۱۳۹۸، ص. ۳۷۷-۳۶۷

Investigation of Soil Surface Permeability Changes in Artificial Recharge Networks (Case Study: Artificial Recharge Network of Shahriar Plain)

E. Shams Nateri[1], R. Fazloula[2]*, A.R. Emadi[3]

Recived: Oct.12, 2018 Accepted: Apri.21, 2018

Abstract

In artificial recharge systems, the problem of clogging in the bed of artificial recharge basins is the most critical issue in the field of the efficiency of artificial recharge systems. Field experiments are carried out at Shahriyar artificial recharge project, in order to measure the variation of infiltration rate in basins. Field experiments were carried out in 5 ponds in the Karaj River bed, using a double ring method. The results showed that the average of infiltration in the control samples is 29.5 and 30.2 cm/h and within the artificial recharge field, the permeability varies from 18.6 to 5.7 cm/hr. The results showed that the pond 1 is in the middle position for permeability, which is practically out of control. After removing in 10, 20 and 30 cm states, after removing 20 centimeters of sediments, there was a significant change in the permeability of all basins. Therefore, it is suggested that the 20cm of sediments of all basins to be removed to increase the efficiency of the plan. The results of analysis of variance showed that simple effect of depth, location and basin on level of surface permeability at 1% level and interaction of surface and basin levels on permeability at 5% significance level.

Keywords: Double Ring, Turkey Nest, Recharge Ponds, Clogging

1- Ph.D. Student, Department. of Water Engineering, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University
2- Associate Prof., Department. of Water Engineering, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University
3- Associate Prof., Department. of Water Engineering, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University
(*- Corresponding Author Email Address: raminfazl@yahoo.com)

www.SID.ir