

## بررسی تأثیر پخش سیلاب بر روند تغییرات نفوذپذیری

### خاک در استان بوشهر

❖ **علی جعفری؛** کارشناس ارشد مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان بوشهر  
❖ **فاطمه توکلی‌راد؛\*** کارشناس ارشد مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان بوشهر

#### چکیده

پخش سیلاب نقش مؤثری در بهبود و حاصلخیزی خاک، ذخیره آب‌های زیرزمینی، احیا و تقویت پوشش گیاهی، و جلوگیری از حرکت شن‌های روان دارد. یکی از مشکلات عمده طرح‌های پخش سیلاب ورود رسوبات به داخل سیستم‌های پخش و ته‌نشست مواد ریزدانه و در نهایت، کاهش نفوذپذیری است. به نظر می‌رسد، در طول زمان، در اثر ورود رسوبات ریزدانه به شبکه‌های پخش سیلاب، راندمان این طرح‌ها کاهش یابد و پس از مدت زمانی عملاً کارایی خود را از دست دهند. هدف اصلی این تحقیق بررسی میزان و روند تغییرات نفوذپذیری تحت تأثیر عملیات پخش سیلاب است. در این تحقیق، با روش استوانه‌های مضاعف، نفوذپذیری سطحی خاک در عرصه پخش و شاهد اندازه‌گیری می‌شود. به منظور بررسی روند این تغییرات، محل نمونه‌برداری در حد فاصل نهرهای گسترش سیلاب، نوارهای اول، دوم، و سوم، که سیل‌گیری می‌شوند، به عنوان محل اندازه‌گیری انتخاب شدند. داده‌های جمع‌آوری شده با استفاده از آزمون آماری کروסקال والیس تجزیه و تحلیل شد. با توجه به سطح معنی‌داری این آزمون، که کمتر از ۰/۰۱ است، می‌توان بیان کرد که بین نفوذپذیری نوارهای مختلف پخش سیلاب و عرصه شاهد اختلاف معنی‌دار وجود دارد.

واژگان کلیدی: بوشهر، پخش سیلاب، تغییرات نفوذپذیری، رسوبات.

## مقدمه

یکی از ویژگی‌های اقلیمی مناطق خشک و نیمه‌خشک، علاوه بر کمی نزولات جوئی، وقوع رگبارهای شدید و کوتاه‌مدت است، که در بیشتر موارد سبب وقوع سیلاب‌های فراوان می‌شود. افت سطح آب‌های زیرزمینی به دلیل شرایط خاص هیدرولوژیکی کشور و استحصال بی‌رویه منابع آب زیرزمینی، استفاده از سیلاب‌های فصلی و نزولات جوی را در تغذیه سفره‌های آب زیرزمینی و احیای مراتع ضروری نموده است. ورود حجم زیادی از سیلاب‌های محتوی املاح و بار معلق فراوان با منشأهای متفاوت، از یک سو، با برجای گذاشتن رسوبات فراوان و، از سوی دیگر، با نفوذ مواد محلول و ریزدانه همراه با سیلاب نفوذی در آبرفت‌ها به مرور زمان سبب تغییراتی در نفوذپذیری خاک می‌شود. بنابراین، به نظر می‌آید، در طول زمان، راندمان طرح‌های پخش سیلاب از جهت مهار سیلاب و تغذیه سفره آب زیرزمینی کاهش یابد و پس از مدت زمانی این پروژه‌ها عملاً کارایی خود را از دست بدهند.

بررسی نفوذپذیری به روش استوانه مضاعف در عرصه پخش سیلاب کبودرآهنگ و مقایسه آن با یک نقطه از منطقه مجاور بلافصل عرصه نشان داد که متوسط نفوذ در عرصه حدود ۱/۹ سانتی‌متر در ساعت و در نقطه شاهد حدود ۲/۲۵ سانتی‌متر در ساعت است و این بدان مفهوم است که نفوذپذیری عرصه حدود ۰/۳۵ سانتی‌متر بر ساعت کاهش یافته است [۲].

بررسی تأثیر آبرفت‌های نهشته‌شده با منشأ متفاوت در نفوذپذیری خاک بندسارهای استان خراسان نشان‌دهنده کاهش نفوذپذیری خاک به طور متوسط از ۵/۷ سانتی‌متر در ساعت به ۲/۲۷ سانتی‌متر در ساعت است. به عبارت دیگر، میزان نفوذپذیری

داخل بندسارها نسبت به زمین شاهد (خارج بندسار) در حدود ۶۰ درصد کاهش یافته است [۶]. مطالعات تأثیر ضخامت رسوب‌گذاری در محدوده پخش سیلاب آب باریک بم بر میزان نفوذپذیری خاک نشان داد که، با افزایش ارتفاع رسوب، نفوذپذیری خاک نخست خیلی سریع و سپس به مقدار ناچیزی کاهش می‌یابد. در این تحقیق میزان نفوذپذیری خاک با ضخامت رسوب بین ۰ تا ۰/۵ سانتی‌متر بیش از ۲۵ سانتی‌متر در ساعت، برای ضخامت رسوب ۱ تا ۱/۵ سانتی‌متر ۶ - ۲۵ سانتی‌متر در ساعت، برای ضخامت رسوب ۱/۵ تا ۴ سانتی‌متر میزان نفوذپذیری ۲ - ۶ سانتی‌متر در ساعت، و برای ضخامت رسوب بیشتر از ۴ سانتی‌متر میزان نفوذپذیری کمتر از ۰/۱ سانتی‌متر در ساعت گزارش شده است [۴].

در بررسی آثار پخش سیلاب بر نفوذپذیری خاک سطحی در عرصه آبخوان قوشه دامغان، سرعت نفوذ آب در خاک نسبت به شاهد در حدود ۹/۶ برابر کاهش یافته است [۱۲]. بررسی اثر پخش سیلاب در تغییرات نفوذپذیری خاک سطحی در ایستگاه سهرین قره جریان زنجان نشان داد که نفوذپذیری در عرصه پخش سیلاب پس از پنج بار آبیگری در مدت دو سال نسبت به عرصه شاهد  $3.65 \text{ cmh}^{-1}$  کاهش یافته است. در این بررسی میزان بار معلق در عرصه پخش بیشتر از عرصه شاهد به دست آمد [۷].

مطالعاتی که در استهبان استان فارس انجام شد نشان داد که نفوذپذیری خاک در اثر پخش سیلاب در طول یک فصل چهار برابر کاهش یافته است [۸]. تغییرات خصوصیات خاک پس از اجرای پخش سیلاب در استان کردستان طی چهار سال نشان داد که نفوذپذیری خاک کاهش یافته است [۹]. نتایج مطالعات در ایستگاه پخش سیلاب دهلران نشان داد که رسوب‌گذاری بیشترین تأثیر را در کاهش

ارزیابی و بررسی تأثیر پخش سیلاب در روند تغییرات نفوذپذیری خاک هدف اصلی این تحقیق است.

## مواد و روش‌ها

### منطقه مورد مطالعه

محدوده اجرای طرح در شمال شرق شهر اهرم و در دامنه جنوبی رشته‌کوهی از دامنه‌های جنوبی زاگرس، با نام محلی قلعه دختر، با طول جغرافیایی ۱۷ ۵۱' تا ۲۰ ۵۱' شرقی و عرض جغرافیایی ۲۸ ۵۵' تا ۲۹ ۶۰' شمالی واقع شده است (شکل ۱).

در این منطقه، یازده روستا تحت پوشش آثار اجرایی طرح پخش سیلاب آبخوان تنگستان قرار دارند و کشاورزی، با توجه به منابع محدود موجود، شغل اصلی ساکنان آن‌هاست. شوره‌زارها و محدودیت کیفیت و کمیت آب دو عامل عمده‌ای است که باعث می‌شود جمعیت بیش از هشت هزار نفری این روستاها در توسعه کشاورزی موفق نباشند. منبع اصلی باران‌های منطقه ناشی از جریان‌های مرطوبی است که نظیر سایر مناطق استان عمدتاً منشأ مدیترانه‌ای دارد و مسیر حرکت آن‌ها از غرب به شرق است.

میانگین بارندگی منطقه، بر اساس آمار ایستگاه باران‌سنجی اهرم، که در پانزده کیلومتری عرصه طرح واقع است، در طول دوره آماری ۱۳۵۱ - ۱۳۸۸، ۲۶۰/۵ درجه سانتی‌گراد و متوسط درجه حرارت سالانه ۲۵ درجه سانتی‌گراد است. بر اساس نقشه‌های اقلیمی به روش دومارتن اصلاح‌شده، محدوده مورد مطالعه در منطقه خشک بیابانی گرم واقع شده است.

نوع لیتولوژی، که درون سازندهای حوضه آبخیز منطقه وجود دارد، شامل آهک (کربنات کلسیم)، گچ (سولفات کلسیم)، و مارن (مارن و آهک) است، که متعلق به سازندهای پاینده، آسماری-جهرم،

نفوذپذیری سطح حوضچه رسوب‌گیر و نهر گسترشی نسبت به نقطه شاهد داشته، ولی تأثیر محسوسی در عرصه پخش سیلاب نداشته است. با لایروبی رسوبات ته‌نشین‌شده در مدت پنج سال اجرای طرح، سرعت نفوذ به نحو چشمگیری افزایش یافته است. در عمق بیش از ۱۰ سانتی‌متری خاک سرعت نفوذ زیاد است و روند آن افزایشی است و با لایه‌های بالاتر اختلاف شدیدی نشان می‌دهد. بنابراین، علاوه بر لایروبی رسوبات، ایجاد سطح جدید نفوذ در عمق حداقل ۱۰ سانتی‌متر خاک می‌تواند در افزایش نفوذپذیری تأسیسات و، در نتیجه، تغذیه آب زیرزمینی بسیار مؤثر واقع شود [۱۰].

بررسی اثر پخش سیلاب بر روند تغییرات نفوذپذیری خاک سطحی در حوضه آبخیز چن‌داب ورامین نشان داد که شدت نفوذپذیری در باند اول نسبت به عرصه شاهد در حدود ۵۰ درصد و در باند سوم در حدود ۳۵ درصد و در کل عرصه در حدود ۴۲ درصد کاهش داشته است. همچنین، سرعت نفوذ در باند اول نسبت به عرصه شاهد در حدود ۷۳ درصد و در باند سوم ۳۱ درصد و در کل عرصه حدود ۵۲ درصد کاهش یافته است [۱۱].

مطالعات انجام‌شده در مناطق مختلف نشان داد که نتایج حاصل از پروژه‌های پخش سیلاب بر تغییرات نفوذپذیری خاک در نقاط مختلف متفاوت است و ضرورت دارد میزان متوسط این تغییرات و روند آن در طول زمان بررسی شود و با استفاده از نتایج بررسی‌های به‌عمل‌آمده روش مناسبی در راستای افزایش بهره‌وری این طرح‌ها ارائه گردد. همچنین، شناخت تغییرات نفوذپذیری و مطالعه تأثیر عمق رسوب‌گذاری در نفوذپذیری ما را در ارائه پیشنهادها راهبردی و بهینه‌سازی طراحی شبکه‌ها یاری خواهد کرد. با توجه به اینکه تقریباً ده سال از اجرای پخش سیلاب تنگستان استان بوشهر می‌گذرد،

با توجه به رژیم حرارتی هایپرترمیک<sup>۱</sup> و رژیم رطوبتی یوستیک<sup>۲</sup>، همچنین پروفیل های حفرشده، خاک عرصه مورد مطالعه از رده رگوسول<sup>۳</sup> است.

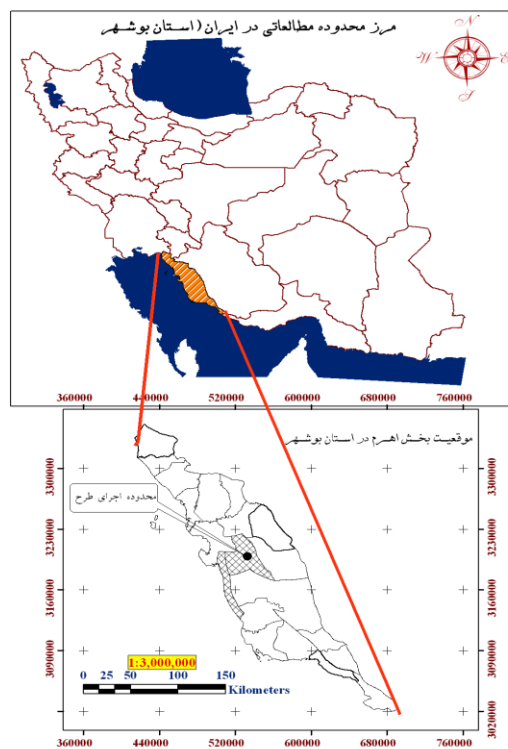
### روش تحقیق

از آنجا که عرصه پخش سیلاب به عنوان مکان های اصلی نفوذ، کاشت گونه های درختی، تهنشست رسوب، افزایش باروری خاک، و دیگر فعل و انفعالات است، بررسی روند تغییرات نفوذپذیری در داخل عرصه پخش انجام شد. برای بررسی روند این تغییرات، در حد فاصل نهرهای گسترش سیلاب، نوارهای اول، دوم، و سوم، که سیل گیری می شوند، به عنوان محل اندازه گیری انتخاب شدند. اندازه گیری نفوذپذیری خاک از دو بُعد زمانی و مکانی حائز اهمیت است. در بُعد زمانی، باید در پایان هر سال آبی (شهریورماه) مشروط بر سیل گیری عرصه نفوذپذیری خاک اندازه گیری شود. در بُعد مکانی نیز، در طول هر نوار و در سه نقطه (هر کدام با سه تکرار) نفوذپذیری خاک اندازه گیری صحرائی شد. محل های اندازه گیری نفوذپذیری در اطراف سه خط کش نصب شده در هر نوار صورت گرفت. همچنین، در اراضی شاهد نیز نفوذپذیری در سه نقطه (هر کدام با سه تکرار) اندازه گیری شد.

### روش اندازه گیری نفوذپذیری

در این تحقیق نفوذپذیری به روش استوانه های مضاعف<sup>۴</sup> اندازه گیری شد. در میان روش های گوناگون اندازه گیری صحرائی نفوذپذیری، نفوذسنج های استوانه ای- به دلیل ارزانی ساخت و سهولت کاربرد- وسیله مناسبی برای اندازه گیری سرعت نفوذ هستند. اساس این روش بر پایه قرارداد

گچساران، آغاچاری، و میشان است. سن سازندهای فوق از پالئوسن تا پلیستوسن در تغییر است. سطح عرصه محل اجرای طرح صد هکتار است و شیب عمومی عرصه صدهکتاری محل اجرای طرح دو درصد است (شکل ۲).



شکل ۱. موقعیت جغرافیایی محدوده اجرای طرح



شکل ۲. نمای کلی از محدوده پخش سیلاب تنگستان

1. hypertermic
2. ustic
3. regosols
4. double ring

سیلاب، برای آنالیز داده‌ها باید از روشی استفاده کرد که بتوان به کمک آن آثار پخش سیلاب بر نفوذپذیری خاک نوارها، اختلاف بین نوارها، و نیز آثار کلی پخش سیلاب بر نفوذپذیری خاک را به‌دست آورد. بنابراین، بدین منظور، برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از آزمون آماری کروسکال والیس استفاده شد.

### نتایج

املاح و مواد معلق که همراه رواناب، در نتیجه انحلال و عمل فرسایش، به مناطق پایین‌دست انتقال می‌یابند در محل عرصه پخش سیلاب رسوب می‌کنند و، با توجه به کیفیت و کمیت سیلاب، تغییراتی در خصوصیات خاک عرصه به‌وجود می‌آورند. تغییر خصوصیات شیمیایی خاک سبب تغییر برخی خصوصیات فیزیکی خاک، از جمله ساختمان خاک، می‌شود. همچنین، بار معلق همراه سیلاب سبب تغییر بافت خاک می‌شود، بنابراین، این عوامل نفوذپذیری خاک را تحت تأثیر قرار می‌دهند و، بسته به کیفیت سیلاب، در سرعت نفوذ آب در خاک تأثیر مثبت یا منفی دارند. مطالعات اکثر محققان در این زمینه حاکی از کاهش نفوذپذیری خاک در اثر پخش سیلاب است. در این تحقیق نیز، میانگین نفوذپذیری خاک عرصه پخش سیلاب- نسبت به عرصه شاهد- در طول چهار سال، بیش از چهار برابر کاهش نشان می‌دهد. جدول ۱ میانگین نفوذپذیری اندازه‌گیری شده در نوارهای پخش و عرصه شاهد را نشان می‌دهد. به منظور مقایسه میانگین نفوذپذیری بین نوارهای پخش و عرصه شاهد، به دلیل نرمال نبودن داده‌ها (جدول ۲)، از آزمون کروسکال والیس استفاده شد (جدول ۳). با توجه به سطح معنی‌داری این آزمون، که کمتر از ۰/۰۱ است، می‌توان بیان کرد که بین نفوذپذیری نوارهای مختلف و عرصه شاهد در سطح ۱ درصد اختلاف معنی‌دار وجود دارد (جدول ۴).

دو استوانه متحدالمرکز در خاک به عمق چند سانتی‌متر، ریختن آب در هر دو استوانه، و قرائت افت آب از استوانه مرکزی در زمان‌های مختلف است (شکل ۳). این روش نفوذ عمودی آب را در بخشی از پروفیل خاک در بالای سطح ایستایی اندازه‌گیری می‌کند. استوانه‌های مضاعف مورد استفاده از جنس آهن‌اند و به ضخامت دو میلی‌متر. به منظور سهولت در حمل و نقل و اشغال جای کمتر، قطر استوانه‌ها متفاوت است تا به راحتی در داخل یکدیگر قرار گیرند. لبه این استوانه‌ها نیز تیز است تا به راحتی و با حداقل به هم خوردگی در داخل خاک فرو روند. به هنگام ریختن آب در داخل استوانه‌ها، خطر به هم خوردگی ساختمان خاک وجود دارد، بنابراین، بهتر است پیش از اجرای این عمل یک قطعه نایلون در کف استوانه‌ها روی خاک گذاشته شود. افت سطح آب در استوانه مرکزی در فواصل زمانی بر حسب دقیقه تا ثابت شدن سرعت نفوذ ثبت و میزان نفوذ نهایی با استفاده روش نفوذپذیری محاسبه شد.



شکل ۳. طریقه نصب استوانه مضاعف به منظور اندازه‌گیری نفوذپذیری خاک

### آنالیز داده‌های جمع‌آوری شده

با توجه به تفاوت در حجم و میزان گل‌آلودگی سیلاب ورودی به هر نوار و احتمال وجود اختلاف خصوصیات خاک در هر یک از نوارهای شبکه پخش

موجود در عرصه پخش سیلاب با نقاط شاهد می توان به اختلاف آشکار نفوذپذیری خاک بین دو عرصه پی برد. شکل ۵ روند تغییرات نفوذپذیری بین نوارهای پخش و عرصه شاهد را نشان می دهد.

مقایسه میانگین نفوذپذیری خاک نوار اول پخش سیلاب و عرصه شاهد خود بیانگر کاهش مقدار نفوذپذیری خاک به میزان بیش از چهار برابر است (شکل ۴). حتی در صورت مقایسه تک به تک نقاط

جدول ۱. میانگین نفوذپذیری خاک در نوارهای پخش سیلاب و عرصه شاهد (۱۳۸۲ - ۱۳۸۵)

نوار	نقطه	میانگین نفوذپذیری (سانتی متر بر ساعت)			
		۱۳۸۲	۱۳۸۳	۱۳۸۴	۱۳۸۵
نوار اول	۱	۱,۱۱	۱,۹۲	۰,۷۷	۸۲,۲
	۲	۱۳,۲۲	۳,۹۹	۴,۲۶	۷,۹۶
	۳	۲,۸۷	۲,۸۸	۰,۲	۳,۱۳
	۴	۵,۴۲	۲,۶۷	۳,۰۸	۴
	۵	۲,۰۶	۱,۲۷	۲,۱۳	۳,۱۵
	۶	۲,۱۱	۳,۲	۶,۳۱	۲,۵
	۷	۲,۷	۳,۸۲	۳,۷۱	۱,۸
	۸	۳,۴۶	۷,۰۹	۳,۷۹	۰,۸۸
	۹	۲,۷	۱,۱۸	۱,۳۰	۲,۰۲
نوار دوم	۱	۴,۵	۱۱,۳	۵,۲۵	۶,۴۷
	۲	۳,۷۴	۵,۶۷	۲,۸۶	۳,۹۶
	۳	۱۰,۰۴	۸,۱۸	۴,۶۱	۷,۲۵
	۴	۲,۰۵	۱,۵۲	۴,۰۱	۱,۲۳
	۵	۷,۷۷	۶,۳۳	۶,۱۸	۳,۰۵
	۶	۴,۹۲	۶,۸۲	۴,۷۲	۵,۴۷
	۷	۲,۱۴	۱,۲	۳,۷۸	۷,۳۱
	۸	۳,۷۸	۷,۳	۵,۶۹	۵,۰۱
	۹	۱,۸۴	۷,۵۵	۱,۱۱	۰,۸۱
نوار سوم	۱	۷,۲	۴,۲۱	۵,۰۹	۵,۳۷
	۲	۷,۷۲	۷,۵۴	۶,۲۱	۴,۷۲
	۳	۳,۱۳	۶,۴۳	۳,۸۶	۳,۸۲
	۴	۹,۱۲	۷,۹۶	۷,۷۷	۴,۰۹
	۵	۷,۶	۷,۳۵	۷,۴۲	۶,۷۱
	۶	۶,۲۴	۶,۷	۷,۴۲	۵,۸۷
	۷	۶,۱۷	۶,۲	۳,۲۲	۵,۳۱
	۸	۳,۰۶	۳,۸۶	۵,۵	۵,۵
	۹	۸,۸۴	۷,۹۸	۸,۱۶	۳,۶۴
نوار شاهد	۱	۵,۹۸	۷,۴	۹,۲	۶,۵۹
	۲	۷,۴۵	۱۱,۴۵	۷,۹۶	۷,۷۲
	۳	۷,۲۶	۱۱,۹۱	۶,۷۱	۸,۲۸

جدول ۲. اجرای آزمون کلموگروف اسمیرنوف برای سنجش نرمال بودن داده ها

شاهد	نوار سوم	نوار دوم	نوار اول	
۳۶	۳۶	۳۶	۳۶	تعداد
۱,۷۱	۰,۶۱	۰,۴۷	۱,۲۸	کلموگروف اسمیرنوف
۰,۰۰۲	۰,۸۴	۰,۹۷	۰,۰۷	سطح معنی داری

جدول ۳. مقایسه میانگین نفوذپذیری خاک بین نوارهای پخش سیلاب و عرصه شاهد (۱۳۸۵ - ۱۳۸۲) توسط آزمون کروסקال والیس

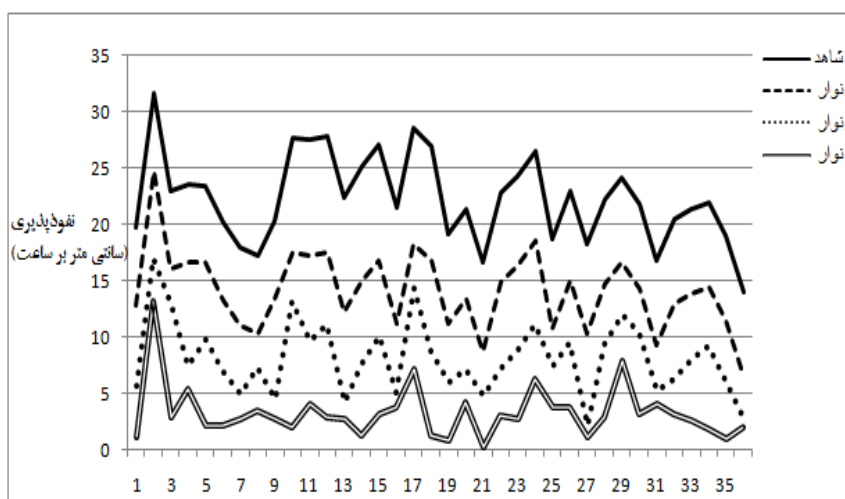
میانگین رتبه	تعداد	نوار
۳۲,۹۶	۳۶	۱
۶۱,۴۶	۳۶	۲
۸۰,۳۳	۳۶	۳
۱۱۵,۲۵	۳۶	شاهد
	۱۴۴	کل

جدول ۴. سطح معنی داری آزمون کروسکال والیس

SCOR	
۷۴,۰۴۱	کای اسکوار
۳	درجه آزادی
۰,۰۰۱	سطح معنی داری



شکل ۴. مقایسه میانگین نفوذپذیری بین عرصه شاهد و نوار پخش سیلاب



شکل ۵. روند تغییرات نفوذپذیری بین نوارهای پخش و عرصه شاهد

سیلاب و عرصه شاهد پس از چهار سال نشان داد که بین نفوذپذیری نوارهای پخش و عرصه شاهد در سطح یک درصد اختلاف معنی‌دار وجود دارد (جدول ۴). کاهش نفوذپذیری خاک در نوار اول بیشتر و در نوار سوم کمتر است (جدول ۳). نوار اول بیشتر از نوار سوم آبگیری می‌شود. بنابراین، میزان رسوبات ته‌نشین شده و مواد معلق موجود در آب در نوار اول بیشتر از دو نوار دیگر است و همین عامل باعث کاهش بیشتر سرعت نفوذپذیری در این نوار به نسبت دو نوار دیگر شده است. عمده‌ترین مشکل طرح‌های تغذیه مصنوعی ورود رسوبات به داخل سیستم‌های پخش و کاهش نفوذپذیری است.

مواد معلق موجود در آب تغذیه به طور وسیعی میزان تغذیه را تحت تأثیر قرار می‌دهند. این پدیده با عنوان «انسداد» بیان شده است. انسداد پدیده پیچیده‌ای است که به عواملی چون غلظت مواد معلق، نسبت توزیع اندازه ذرات معلق در آب به توزیع منافذ متوسط خاک، سرعت نفوذ اولیه، سرعت ته‌نشینی، خصوصیات فیزیکی خاک بستر تأسیسات تغذیه، و عوامل بیولوژیکی و شیمیایی آب تغذیه شده بستگی دارد [۵، ۱۳].

بررسی تأثیر آبرفت‌های نهشته‌شده بر نفوذپذیری

## بحث و نتیجه‌گیری

ورود حجم زیادی از سیلاب حاوی املاح و نیز رسوبات معلق به شبکه‌های پخش سیلاب موجب کاهش نفوذپذیری خاک می‌شود. بدین صورت که، از یک طرف، با عملیات پخش سیلاب، حجم زیادی از آب سیلاب حاوی ذرات معلق وارد عرصه پخش سیلاب می‌شود و، از طرف دیگر، آب ورودی خاک خشک عرصه پخش را مرطوب می‌کند، ذرات رس را به حالت انتشار درمی‌آورد، و با خود به حرکت درمی‌آورد. هر کجا که حرکت آب خاتمه یابد، انتقال رس نیز متوقف می‌شود و آبی که در خلل و فرج خاک است به تدریج به ذرات خاک جذب می‌شود و رس به صورت پوسته‌ای بر روی دیواره خلل و فرج نهشته می‌شود [۳]. بدین ترتیب، برای تغییرات برخی خصوصیات فیزیکی زمینه فراهم می‌آید. این تغییرات در جهت کاهش نفوذپذیری خاک عمل می‌نماید. مقایسه میانگین نفوذپذیری خاک در نوارهای اول، دوم، و سوم پخش سیلاب و عرصه شاهد بیانگر کاهش مقدار نفوذپذیری به ترتیب به میزان ۴/۸۹، ۳/۲۹ و ۲/۱۶ سانتی‌متر در ساعت است.

نتایج مقایسه نفوذپذیری خاک بین نوار پخش



پخش سیلاب کاهش تدریجی میزان نفوذ آب در خاک است، که عمدتاً در اثر کور و مسدود شدن منافذ خاک در اثر ذرات ریز و معلق حمل شده توسط سیلاب به وجود می‌آید [۹].

علل اصلی کاهش نفوذپذیری شبکه‌های پخش سیلاب عبارت است از: تشکیل لایه رسوبی ریزدانه به ضخامت زیاد و همچنین وجود برخی از کانی‌های متورم‌شونده در رسوبات، افزایش مقدار یون سدیم، و، به تبع آن، پراکنندگی ذرات خاک و مسدود شدن خلل و فرج [۱].

خاک بندسارهای استان خراسان نشان داد که میزان نفوذپذیری خاک بندسار نسبت به زمین شاهد به میزان ۲,۵۳ برابر کاهش یافته است، زیرا رسوبات نهشته شده بندسار، اغلب، دانه‌ریزند و، با مسدود کردن خلل و فرج خاک، نفوذپذیری را کاهش می‌دهند. که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد [۶]. میزان نفوذپذیری خاک از نوار اول تا عرصه شاهد دارای سیر نزولی است؛ کاهش آن در نوار اول نسبت به عرصه شاهد بیش از چهار برابر محاسبه شد [۲، ۷، ۸، ۱۲]. از جمله محدودیت‌های تهدیدکننده پروژه‌های

Archive of SID

## References

- [1] Adams, W.A. and Kassin, J.K. (1983). The origin of vermiculite in soils developed from lower Paleozoic sedimentary rocks in Mid-Wales, *Soil Science*, 47, 316-320.
- [2] Amiri, M. (2004). *Origin of clay and silt in Kaboderahang water flood spreading station*, Final report of reseach project, Soil Conservation and Watershed Management Research Institute. (In Persian).
- [3] Baybordi, M. (1981). *Soil formation and classification*, Tehran University Press, pp. 144-46. (In Persian).
- [4] Heidari, F. (2000). *Investigation the effects of sedimentation on soil infiltration in Abbarik water flood station*, M.Sc. thesis, Islamic Azad University, Tehran. (In Persian).
- [5] Jones, O.R. and Gossand Scheider, D.W.W. (1981). Management of recharge Basin on the Southern high plains, *Tias.ASAE*, 24(4): 980-987, 997.
- [6] Kamali, K. (1998). *Investigation the effects of depisited alluvial on soil infiltration in Khorasan province*, M.Sc. thesis, Islamic Azad University, Tehran. (In Persian).
- [7] Khalfi, J., Bayat Movahed, F., Rezaei, A. and Mojtahedi, GH. (2007). Effects of flood spreading on chemical-physical characteristics of soil surface in Zanjan province, *Journal of Soil and Water Sciences*, 20(2): 319-327. (In Persian).
- [8] Kohian Afzal, F. (1997). *Evaluation of artificial nutrition project of Nodab Estahban*, Shiraz University, Faculty of Science, Department of Geology. (In Persian).
- [9] Mohamadi, A. and Esmaeilinasab, A. (2001). Investigation the effects of water flood spreading on physical properties of soil, *Proceedings of the second conference of flood spreading stations achievements*, Soil Conservation and Watershed Management Research Institute, pp. 55-61. (In Persian).
- [10] Peirovani, A., BoromandNasab, S. and Charkhabi, A.H. (2004). Investigation of flood spreading on soil infiltration trend in Dehloran aquifer, *Proceedings of the Third conference of Aquifer management*, Soil Conservation and Watershed Management Institute, Oromiyeh. (In Persian).
- [11] Shamsolmaali, N. (2009). *Investigation the effects of flood spreading on soil infiltration trend of soil surface*, M.Sc. thesis, Department of Natural Resources, Tehran University. (In Persian).
- [12] Shariati, M.H. (2001). *Investigation the effects of water flood spreading on soil infiltration in Damghan*, M.Sc. thesis, Imam Khomeini education center. (In Persian).
- [13] Zomoradi, K. (1990). Optimal recharge in intermittent Malt basin system, *ASCE, J. Water resourse plan and Management*, 116(5): 639-651.