

که تا قبل از احداث این طرح، شهر کوهدشت و روستای آب باریکی در معرض وقوع سیل قرار داشته‌اند. هدف از این پژوهش، بررسی تغییرات نفوذپذیری آب در خاک در ایستگاه پخش سیلاب داوود رشید کوهدشت، همچنین مقایسه این تغییرات نسبت به منطقه شاهد است.

### مواد و روش‌ها

ایستگاه پخش سیلاب داوود رشید در مختصات  $۳۳^{\circ}۳۳'۴۲''$  عرض شمالی و  $۴۷^{\circ}۴۱'۰۳''$  طول شرقی (مساحت حدود ۲۳ هکتار) در دشت کوهدشت قرار گرفته است. این پروژه در سال ۱۳۷۵ به بهره‌برداری رسیده است. این ایستگاه دارای شش حوضچه رسوبگیر و ۱۸ کانال گسترشی است. ابتدا محدوده طرح روی نقشه توپوگرافی تعیین شد و منطقه‌ای شبیه به منطقه پخش سیلاب (مشابه از لحاظ اقلیمی و توپوگرافی، خاک‌شناسی) در فاصله ۲۰ الی ۵۰ متری به عنوان شاهد انتخاب شد. به منظور مقایسه نفوذپذیری خاک عرصه با زمین شاهد، نمونه‌برداری از خاک داخل نوارهای سیل گرفته (منطقه پخش) و زمین مجاور عرصه که سیلی در آن پخش نمی‌شود (منطقه شاهد) انجام شد. از عرصه پخش سیلاب ۲۸ و عرصه شاهد ۲۰ نمونه براساس روش سیستماتیک-تصادفی برداشت شد. در عرصه پخش سیلابی بین ۱۸ کانال گسترشی با استفاده از یک ترانسکت نواری به صورت تصادفی مبادرت به اندازه‌گیری مقدار نفوذپذیری شد. مقدار نفوذ با استفاده از استوانه‌های مضاعف در فواصل زمانی ۱، ۲، ۳، ۴، ۵، ۶، ۷، ۸، ۹، ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۳۰، ۶۰، ۸۰ و ۱۲۰ دقیقه ثبت شد. برای تحلیل آماری داده‌های نفوذپذیری داخل و خارج عرصه آزمون t-Student استفاده شد. برای مقایسه تغییرات نفوذپذیری آب در خاک در عرصه‌های مختلف پخش سیلاب در اثر سیل‌گیری، از آزمون کروسکال والیس استفاده شد.

### نتایج و بحث

بررسی داده‌های برداشتی نفوذپذیری خاک در عرصه پخش سیلاب داوود رشید کوهدشت نشان می‌دهد که ظرفیت نفوذ نهایی در منطقه شاهد ( $۱۲/۴$  سانتی‌متر در ساعت) بیشتر از عرصه پخش سیلاب ( $۹/۲$  سانتی‌متر در ساعت) است. با توجه به جدول استاندارد نفوذ هر دو عرصه پخش سیلاب و شاهد در کلاس نفوذپذیری متوسط واقع شدند و تفاوت چندانی باهم ندارند. آزمون t در زمان‌های مختلف بین عرصه‌های پخش سیلاب و شاهد نشان می‌دهد که در زمان‌های ۱، ۲، ۳۰ دقیقه بین مقدار نفوذپذیری آب در خاک عرصه‌های پخش سیلاب و شاهد تفاوت معنی‌داری در سطح ۵ درصد وجود دارد. در سایر زمان‌ها بین مقدار نفوذپذیری آب در خاک عرصه‌های پخش سیلاب و شاهد تفاوت معنی‌داری در سطح یک درصد وجود دارد.

## بررسی اثر پخش سیلاب بر نفوذپذیری خاک (مطالعه موردی: پخش سیلاب داوود رشید کوهدشت)

ابراهیم کریمی سنگچینی<sup>۱\*</sup>، ابراهیم یوسفی مبرهن<sup>۲</sup>، ایرج ویسکرمی<sup>۳</sup>، فیروزه ویسکرمی<sup>۴</sup>

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۲/۱۸ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۴/۲۳

<https://doi.org/10.22034/18.66.49>

### چکیده مبسوط

#### مقدمه

سیل از جمله بلاای طبیعی است که خرابی‌های فراوانی را در طبیعت به جای می‌گذارد. برنامه‌ریزی برای استفاده از سیلاب‌های فصلی ضمن اینکه اثرات تخریبی آن‌ها را کاهش می‌دهد، منبع آبی جدیدی را در اختیار مصرف‌کننده قرار می‌دهد. پخش سیلاب یکی از روش‌هایی است که زمینه را برای بهره‌برداری مطلوب از سیلاب‌ها فراهم می‌سازد. از جمله محدودیت‌هایی که پروژه‌های پخش سیلاب را تهدید می‌کند، کاهش تدریجی میزان نفوذ آب در خاک بوده که عمدتاً به دلیل مسدود شدن منافذ خاک در اثر پخش ذرات ریز و معلق است که به وسیله سیلاب حمل می‌شود. ایستگاه پژوهشی پخش سیلاب داوود رشید کوهدشت با هدف مهار سیلاب، تغذیه سفره‌های آب زیرزمینی و سازگاری گونه‌های مختلف درختی در منطقه کوهدشت احداث شده است. مهم‌ترین مشکل این سامانه، تجمع رسوبات در سطح بوده که به مرور زمان باعث کاهش اثربخشی سامانه شده است. اهمیت ایستگاه پژوهشی پخش سیلاب داوود رشید کوهدشت زمانی مشخص می‌شود

۱- استادیار، بخش تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان لرستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، خرم‌آباد، ایران. نویسنده مسئول: E.karimi64@gmail.com

۲- استادیار، بخش تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان سمنان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، سمنان، ایران.

۳- مربی بخش تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان لرستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، خرم‌آباد، ایران.

۴- بخش تحقیقات آب و خاک، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان لرستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، خرم‌آباد، ایران.

نتایج بررسی آماری با استفاده از آزمون کروسکال والیس در زمان‌های مختلف بین عرصه‌های بالادست، میانه و پایین دست پخش سیلاب نشان می‌دهد که در زمان‌های ۱، ۸۰، ۱۲۰ و مجموع زمان‌های ساعت دوم بین مقدار نفوذپذیری آب در خاک عرصه‌های مختلف پخش سیلاب تفاوت معنی‌داری در سطح ۵ و یک درصد وجود ندارد. در سایر زمان‌ها، از نظر این پارامتر در بین عرصه‌های مختلف (بالادست، میانه و پایین دست) پخش سیلاب تفاوت معنی‌داری در سطح ۵ درصد وجود دارد. سرعت نفوذ نهایی در عرصه‌های بالادست، میانه و پایین دست به ترتیب  $۷/۳$ ،  $۸/۹$  و  $۸/۱$  سانتی‌متر بر ساعت بوده است. با توجه به جدول استاندارد نفوذ هر سه عرصه پخش در کلاس نفوذپذیری متوسط واقع شدند و تفاوت چندانی باهم ندارند.

### نتیجه‌گیری

از نتایج این پژوهش چنین استنباط می‌شود که عملیات پخش سیلاب، الگوی نفوذپذیری آب در خاک (مقدار و سرعت) را در عرصه پخش سیلاب داوود رشید کوه‌دشت تحت تاثیر قرار داده و منجر به کاهش سرعت نفوذپذیری متوسط شده است. به دلیل تجمع آب در پشت پشته‌ها (داخل عرصه‌ها) قبل از خروج آب مازاد از درجه‌ها، مقدار مواد معلق بیشتری ته نشین شده و در کل باعث کاهش نفوذپذیری شده که این کاهش در سطح یک درصد معنی‌دار هست. از نتایج بررسی سرعت نفوذ در عرصه‌های مختلف پخش سیلاب (بالادست، میانه و پایین دست) استنباط می‌شود، سرعت نفوذ در پایین دست عرصه پخش سیلاب بیشتر از بالادست و میانه است. این نتیجه‌گیری نشان می‌دهد که رسوبگذاری در بالادست باعث شده است که سرعت نفوذ آب در خاک کاهش یابد. به طور کلی، نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که پخش سیلاب نفوذپذیری خاک را تحت تاثیر قرار می‌دهد و باعث کاهش جزئی نفوذپذیری آب در خاک در طی زمان می‌شود. همچنین، مقدار این کاهش در عرصه‌های مختلف پخش سیلاب متفاوت بوده و از بالادست به سمت پایین دست عرصه پخش سیلاب (به دلیل رسوبگذاری کمتر) سرعت نفوذپذیری افزایش جزئی پیدا می‌کند، اما با توجه به مقایسات مربوط به ظرفیت نفوذ نهایی مشخص شد که عرصه پخش سیلاب با منطقه شاهد از نظر نفوذپذیری تفاوت چندانی باهم ندارند و از نتایج این تحقیق استنباط می‌شود که پس از حدود ۳۰ سال از احداث این سامانه، همچنان نفوذپذیری مناسب و سریع است و در سال‌های آتی نیز نباید نگران چنین موضوعی شد. نتایج این پژوهش به مدیریت بهتر ایستگاه پژوهشی پخش سیلاب بر آبخوان داوود رشید کوه‌دشت کمک می‌کند.

**کلیدواژه‌ها:** آزمون کروسکال والیس، آزمون  $t$ ، استوانه مضاعف، عرصه شاهد، کوه‌دشت لرستان.

### مقدمه

استفاده از سیلاب‌های فصلی و نزولات جوی علاوه بر تغذیه سفره‌های آب زیرزمینی سبب بهبود خواص خاک و احیا مراتع می‌شود [۱۱ و ۱۴]. در حال حاضر در بسیاری از نقاط ایران طرح‌های

بهره‌وری از سیلاب و تغذیه آبخوان‌ها به مرحله اجرا یا بهره‌برداری درآمده است [۲۱ و ۲۵]. پخش سیلاب به شیوه علمی برای اولین بار در ایران، در ایستگاه پژوهشی پخش سیلاب گربایگان در عرصه‌های بیابانی و در قالب یکی از طرح‌های پژوهشی وزارت جهاد سازندگی به‌وسیله کوثر به اجرا در آمد [۱، ۴، ۱۰]. از آن به بعد، این عملیات در سطح وسیعی از عرصه‌های کشور و مناطق مختلف رویشی با اهداف مختلفی اجرا شده است. برنامه‌ریزی برای استفاده از این سیلاب‌ها ضمن اینکه اثرات تخریبی آن‌ها را کاهش می‌دهد، منبع آبی جدیدی را در اختیار مصرف‌کننده قرار می‌دهد. پخش سیلاب یکی از روش‌هایی است که زمینه را برای بهره‌برداری مطلوب از سیلاب‌ها فراهم می‌سازد [۲۴]. ورود حجم زیادی از سیلاب حاوی بار معلق، از یک سو با برجای گذاردن رسوبات بر روی عرصه پخش و از سوی دیگر با نفوذ مواد ریزدانه به درون پروفیل خاک، به مرور زمان سبب تغییراتی در خصوصیات خاک به‌خصوص نفوذپذیری می‌شود [۱۵، ۱۸]. از جمله محدودیت‌هایی که این گونه پروژه‌ها را تهدید می‌کند، کاهش تدریجی میزان نفوذ آب در خاک بوده که عمدتاً به دلیل مسدود شدن منافذ خاک در اثر پخش ذرات ریز و معلق است که به‌وسیله سیلاب حمل می‌شود [۱۲]. در رابطه با مباحث مختلف مربوط به سامانه‌های پخش سیلاب، تاکنون پژوهش‌های متعددی در سطح دنیا صورت گرفته است. بخش اعظمی از این پژوهش‌ها در ارتباط با تأثیرگذاری سامانه‌های پخش سیلاب بر منابع آبی و خاکی انجام شده است، همچنین در برخی از پژوهش‌ها به بررسی نفوذپذیری خاک نیز اشاره شده است [۳، ۵، ۸، ۱۳، ۱۶، ۲۲]. در ادامه به برخی پژوهش‌ها در این زمینه اشاره شده است.

سلیمانی و همکاران [۲۱]، تغییرات نفوذپذیری خاک در اثر پخش سیلاب را در جنوب دهلران بررسی کردند. پس از انتخاب عرصه‌ها و محل شاهد، در ۹ نقطه (هر کدام با ۳ تکرار) در طول هر عرصه، اندازه‌گیری نفوذپذیری خاک انجام شد. افت سطح آب را در استوانه مرکزی در فاصله‌های زمانی ۱، ۲، ۳، ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵ و ۳۰ دقیقه‌ای با ۳ تکرار تا ثابت شدن سرعت نفوذ ثبت و میزان نفوذ نهایی محاسبه کردند. داده‌ها را با استفاده از آزمون  $t$  و آزمون غیرپارامتری کراسکال والیس تجزیه آماری کردند. این پژوهشگران نتیجه‌گیری کردند که در سال انتهایی اجرای طرح بین سه عرصه و همچنین شاهد در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌داری وجود داشت. کمالی و همکاران [۹]، تاثیر آبرفت‌های نهشته شده با برخاستگاه متفاوت بر نفوذپذیری شبکه‌های سنتی استحصال سیلاب را بررسی کردند. برای این منظور، هشت حوضه کوچک با ترکیبات سنگی نسبتاً یکنواخت را انتخاب کرده و نفوذپذیری با استفاده از استوانه مضاعف اندازه‌گیری شد. به این نتیجه رسیدند که ترکیب سنگ‌های رخنمون شده در آبخیز عامل مهم تعیین‌کننده نفوذپذیری رسوب بند سارها است. شفیعی دستجردی و همکاران [۲۰]، میزان و روند تغییرات نفوذپذیری پخش سیلاب بر آبخوان پسکوه سراوان، تحت تاثیر عملیات پخش سیلاب را با استفاده از تجزیه و تحلیل

آماری بررسی کردند. نتایج نشان داد که سه نوار عرصه پخش در میزان نفوذپذیری در دو نوبت اندازه‌گیری با یکدیگر و در سطح پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند، ولی نوار عرصه شاهد با هر سه نوار دیگر در هر دو نوبت اندازه‌گیری تفاوت معنی‌داری دارد و میزان نفوذپذیری کل نوارهای مورد مطالعه پخش سیلاب نسبت به زمین شاهد کاهش داشته است.

ژیا و همکاران [۷]، تأثیر عوامل مختلف بر ویژگی‌های نفوذ آب خاک در کوهستان‌های بلند اطراف فلات تبت را بررسی کردند. نتایج نشان داد که بیشترین تأثیر منفی بر نرخ نفوذ آب خاک به دلیل شیب بود. تجزیه و تحلیل زیر گروه نشان داد که اثر منفی شیب بر سه نرخ نفوذ با افزایش گرادیان شیب بارزتر بود. اثرات مثبت و منفی انواع مختلف پوشش گیاهی بر میزان نفوذ آب خاک به طور قابل توجهی متفاوت بود.

دشت کوه‌دشت با مساحتی حدود ۴۵۶ کیلومتر مربع یکی از قطب‌های مهم کشاورزی استان لرستان است. منطقه کوه‌دشت دارای اقلیمی مدیترانه‌ای با تابستان خشک و زمستان مرطوب بوده و نفوذ آب به سفره زیرزمینی این دشت، امکان استفاده آب برای کشاورزی در تابستان را فراهم می‌کند. ایستگاه پژوهشی پخش سیلاب داوودرشد کوه‌دشت با هدف مهار سیلاب، تغذیه سفره‌های آب زیرزمینی و سازگاری گونه‌های مختلف درختی در این منطقه کوه‌دشت احداث شده است. تا قبل از احداث این طرح، شهر کوه‌دشت و روستای آب باریکی در معرض وقوع سیل قرار داشت. مهم‌ترین مشکل این سامانه، تجمع رسوبات در سطح بوده که به مرور زمان باعث کاهش اثربخشی سامانه شده است [۲۳]. از مطالعات چنین استنباط می‌شود که در سامانه‌های پخش سیلاب کاهش نفوذپذیری آب در خاک اتفاق افتاده است، اما آیا این کاهش مشکل‌ساز بوده، سوالی است که این پژوهش به آن پاسخ خواهد داد. هدف از این پژوهش، بررسی تغییرات نفوذپذیری آب در خاک در ایستگاه پخش سیلاب داوودرشد کوه‌دشت نسبت به منطقه شاهد و همچنین بررسی تغییرات نفوذپذیری آب در خاک در عرصه‌های مختلف پخش سیلاب شامل بالادست، میان‌دست و پایین‌دست است.

## مواد و روش‌ها

### منطقه مورد مطالعه

پروژه پخش سیلاب داوودرشد کوه‌دشت در مختصات  $33^{\circ}33'$  عرض شمالی و  $47^{\circ}41'03''$  طول شرقی با مساحت حدود ۲۳ هکتار قرار گرفته است (شکل ۱). این پروژه در سال ۱۳۷۵ به بهره‌برداری رسیده است. کمینه و بیشینه ارتفاع این ایستگاه به ترتیب ۱۲۷۲ و ۱۲۹۸ متر از سطح دریا است. میانگین حداقل و حداکثر دمای این منطقه به ترتیب  $4/07$  و  $36/21$  درجه سانتی‌گراد است. این پروژه از شش حوضچه رسوبگیر در ابتدای طرح و ۱۸ کانال گسترشی در عرصه تشکیل شده است. به منظور بهبود پوشش گیاهی اقدام به کشت گیاهان مرتعی روی پشته‌ها شد و همچنین درختان

مثمر و غیرمثمر مانند، انجیر، انار، زیتون، پسته، بادام، مو، کاج سیاه و سرو نقره‌ای کشت شد. این منطقه از نظر تامین آب مورد نیاز کاملاً متکی به منابع آب زیرزمینی بوده و اقلیمی مدیترانه‌ای با تابستان خشک و زمستان‌های مرطوب با متوسط بارندگی سالانه  $557/4$  میلی‌متر دارد. نوع سازندهای منطقه امیران، دولومیت، آهک به همراه مارن است. ضخامت لایه آبرفت در قسمت شمال دشت کوه‌دشت ۲۵ و در وسط دشت تا ۱۰۰ متر می‌رسد [۲۳].

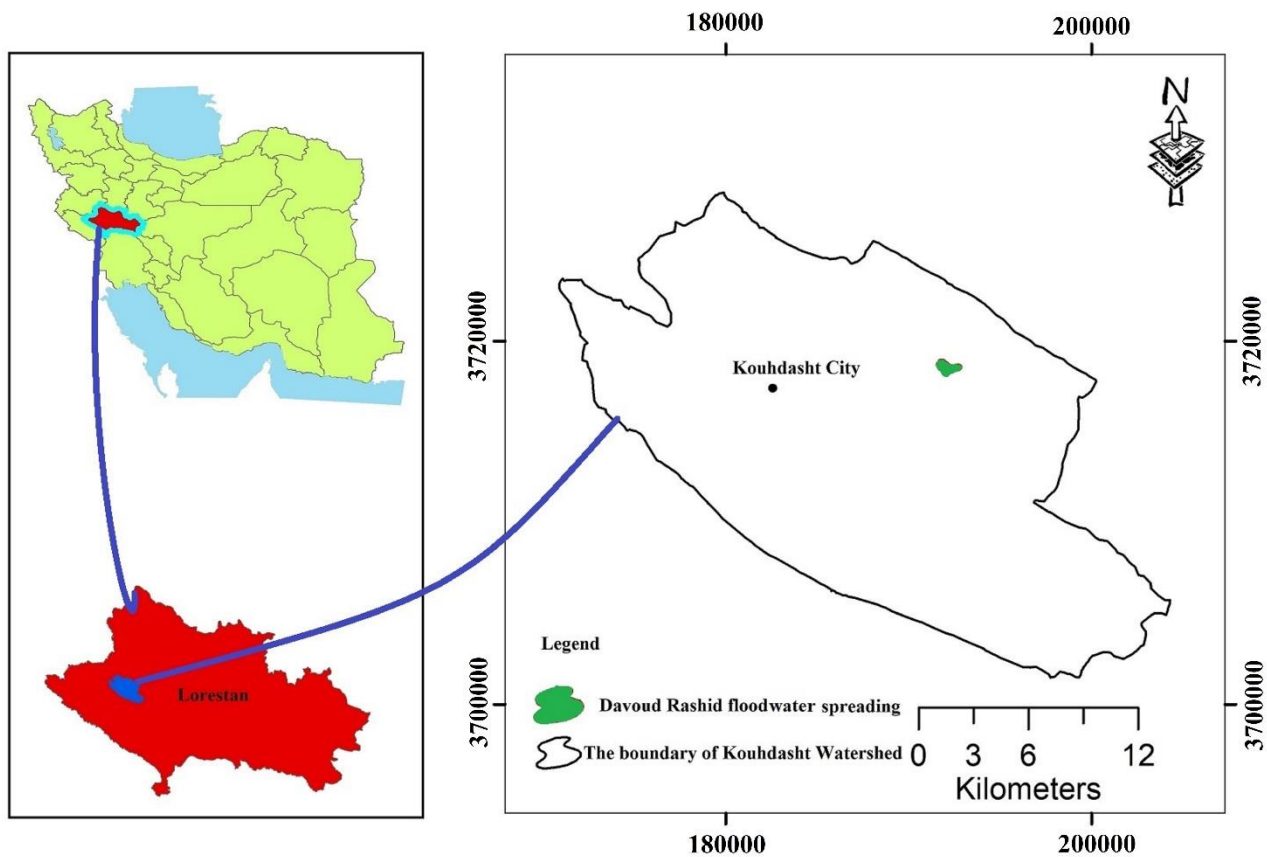
## روش تحقیق

ابتدا محدوده طرح روی نقشه توپوگرافی تعیین شد و منطقه‌ای شبیه به منطقه پخش سیلاب (مشابه از لحاظ اقلیمی و توپوگرافی، خاک‌شناسی) به عنوان شاهد انتخاب شد. مراحل روش کار به شرح زیر است:

### مکان‌یابی اندازه‌گیری نفوذپذیری آب در خاک

به منظور مقایسه نفوذپذیری آب در خاک عرصه با زمین شاهد، مکان‌یابی اندازه‌گیری مقدار نفوذپذیری داخل نوارهای سیل گرفته (منطقه پخش) و زمین مجاور عرصه که سیلی در آن پخش نمی‌شود (منطقه شاهد) انجام شد. به منظور مکان‌یابی، در داخل عرصه از روش سیستماتیک-تصادفی و در عرصه شاهد از بلوک تصادفی استفاده شد. در حد فاصل نهرهای گسترش سیلاب (کانال‌های گسترشی)، که سیل‌گیری می‌شود، به عنوان محل‌های اندازه‌گیری مقدار نفوذپذیری انتخاب شد. در عرصه بین ۱۸ کانال گسترشی با استفاده از یک ترانسکت نواری به صورت تصادفی مبادرت به اندازه‌گیری مقدار نفوذپذیری شد. نمونه برداری در این تحقیق در یک نوبت و در سال ۱۴۰۲ بوده است. نقاط اندازه‌گیری مقدار نفوذپذیری نباید بر روی پشته‌ها و درون کانال‌های گسترشی قرار گیرد [۱۷]. یعنی مکان‌یابی اندازه‌گیری مقدار نفوذپذیری به صورت سیستماتیک-تصادفی بود. تعداد کانال‌های گسترشی موجود در طرح ۱۸ هست. در بین کانال‌های گسترشی ۱، ۲، ۳، ۴، ۵، ۸، ۹، ۱۰، ۱۱ و ۱۲ به دلیل مساحت زیاد آن‌ها، دو مکان اندازه‌گیری مقدار نفوذپذیری و همچنین در بین کانال‌های گسترشی ۶، ۷، ۱۳، ۱۴، ۱۵، ۱۶، ۱۷ و ۱۸ یک مکان اندازه‌گیری (در هر مکان سه نقطه) مقدار نفوذپذیری به طور تصادفی بر روی ترانسکت انتخاب شد (شکل ۲). با توجه به توضیحات بالا، تعداد مکان‌های اندازه‌گیری مقدار نفوذپذیری از طرح ۲۸ نمونه بود. همچنین در منطقه شاهد نیز تعداد ۲۰ مکان به صورت سیستماتیک-تصادفی برداشت شد [۱۹]. با استفاده از استوانه‌های مضاعف به اندازه‌گیری نفوذپذیری خاک اقدام شد. مقدار نفوذ با استفاده از استوانه‌های مضاعف (قطر داخلی ۳۰ و ۶۰ سانتی‌متر) در فواصل زمانی ۱، ۲، ۳، ۴، ۵، ۶، ۷، ۸، ۹، ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۳۰، ۶۰، ۸۰ و ۱۲۰ دقیقه ثبت شد. در مرحله بعد ظرفیت نفوذپذیری نهایی محاسبه شد. نفوذپذیری نهایی را می‌توان با استفاده از جدول ۱ براساس سرعت نفوذ پایه یا نهایی طبقه‌بندی کرد [۶].

### روش تجزیه و تحلیل



شکل ۱ الف- نقشه موقعیت ایستگاه پخش سیلاب کوهدهشت در استان لرستان و ایران

Fig1a. Location of floodwater spreading station on Kohdasht aquifer in Lorestan province and Iran

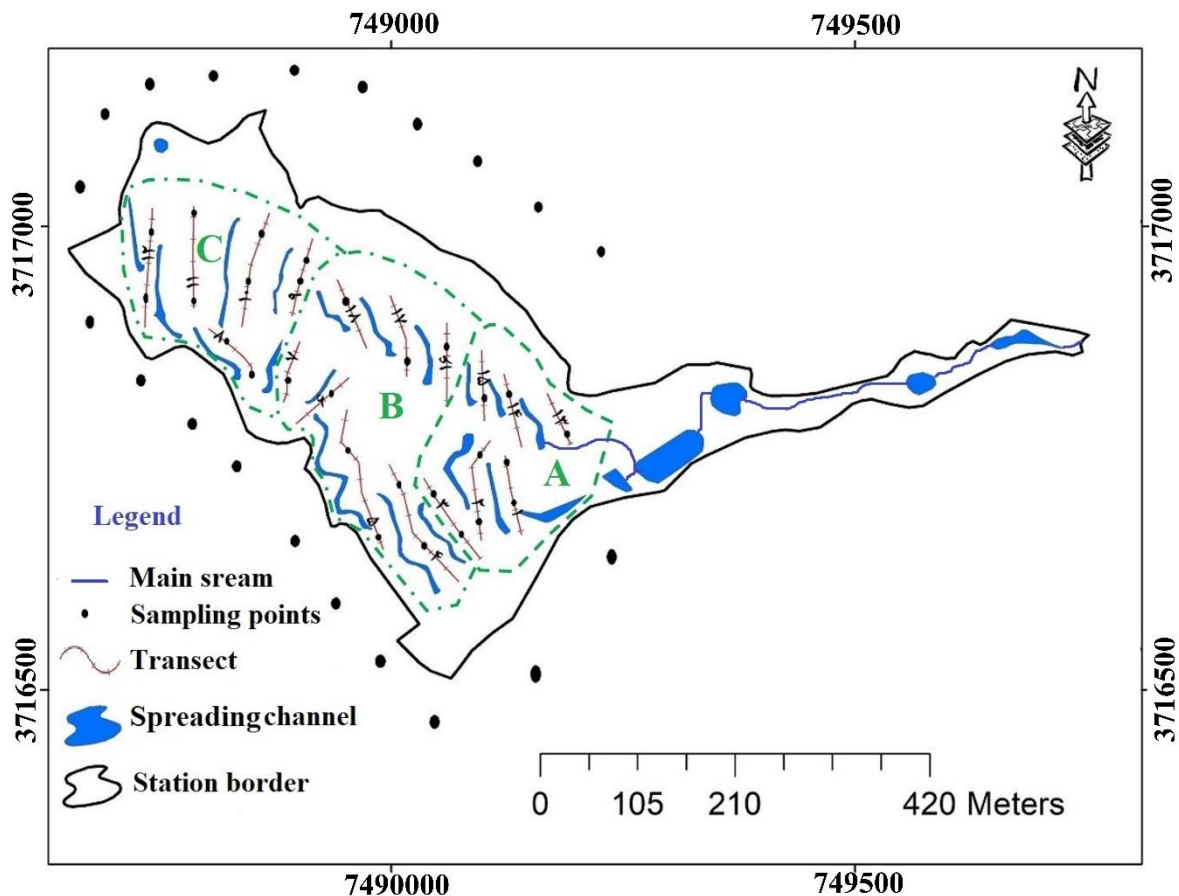


شکل ۱ ب- نمایی از پخش سیلاب بر آبخوان کوهدهشت

Fig 1b. A view of floodwater spreading station on Kohdasht aquifer

سیل گیری از آزمون کروسکال والیس در نرم افزار SPSS استفاده شد. به دلیل تعداد کم و نرمال نبودن داده‌ها از این آزمون استفاده شد. همچنین، مقایسه داده‌های نفوذپذیری عرصه پخش با عرصه شاهد با استفاده از آزمون t-Student در نرم‌افزار SPSS انجام شد. از آزمون

داده‌های نفوذپذیری برداشت شده در عرصه‌های با و بدون پخش سیلاب از نظر نرمال بودن با استفاده از آزمون کولموگروف اسمیرنوف بررسی شد. برای مقایسه تغییرات نفوذپذیری آب در خاک منطقه پخش سیلاب (در عرصه‌های مختلف پخش) در اثر



شکل ۲- نقشه موقعیت نقاط اندازه گیری شده در عرصه های پخش سیلاب و شاهد

Fig 2. Map of the location of the Measured points in the floodwater spreading and control areas.

جدول ۱- طبقه بندی توصیفی نفوذپذیری پایه خاک

Table 1. Descriptive classification of based soil infiltration

سرعت نفوذ پایه (میلی متر بر ساعت) Base infiltration speed (mm/h)	نفوذپذیری Infiltration
>20	خیلی سریع Very Fast
10-20	سریع Quick
5-10	متوسط Medium
2-5	آهسته Slowly
<2	خیلی آهسته Very slowly

#### سیلاب و شاهد

تفاوت ظرفیت نفوذ آب به خاک به صورت منحنی نفوذ در عرصه های پخش سیلاب و شاهد تهیه شد. همان طور که در شکل ۳ نشان داده شده، عرصه های پخش سیلاب و شاهد دارای مقدار متفاوتی از شدت نفوذ آب به خاک هست. عرصه شاهد دارای سرعت نفوذ نهایی بیشتری با سرعت  $12/4$  سانتی متر در ساعت است و عرصه پخش سیلاب با سرعت نفوذ متوسط  $9/2$  سانتی متر در ساعت در رتبه بعدی قرار گرفت. با توجه به جدول استاندارد نفوذ هر دو عرصه پخش سیلاب و شاهد در کلاس نفوذپذیری

لون برای تست نرمال بودن داده ها استفاده شد [۱۹].

#### نتایج

نتایج این پژوهش در دو بخش شامل اول: تفاوت ظرفیت نفوذ آب در خاک در عرصه های پخش سیلاب و شاهد و دوم: بررسی آماری تغییرات نفوذپذیری خاک در عرصه های پخش سیلاب و شاهد در ایستگاه پخش سیلاب داوودرشد کوهدشت ارائه شده است.

۱- تفاوت ظرفیت نفوذ آب در خاک در عرصه های پخش

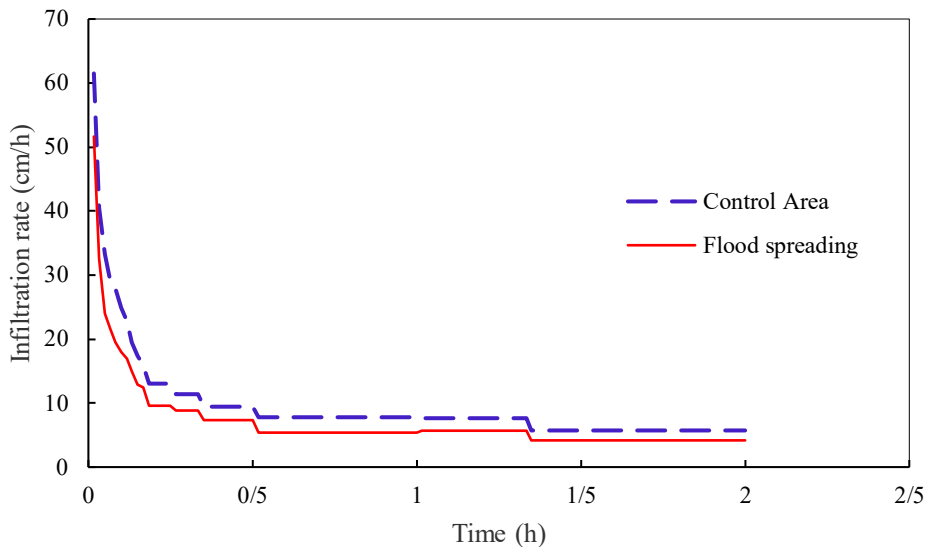
متوسط واقع شدند و تفاوت چندانی باهم ندارند.

خاک عرصه‌های پخش سیلاب و شاهد تفاوت معنی‌داری در سطح یک درصد وجود دارد. نتایج آزمون کروסקال والیس در زمان‌های مختلف بین عرصه‌های A، B و C (بالادست، میانه و پایین‌دست) پخش سیلاب (شکل ۲) در جدول ۴ ارائه شده است. بر اساس این نتایج، در زمان‌های ۱، ۸۰، ۱۲۰ و مجموع زمان‌های ساعت دوم بین مقدار نفوذپذیری آب در خاک عرصه‌های پخش سیلاب و شاهد تفاوت معنی‌داری وجود ندارد. در زمان‌های ۲، ۴، ۵، ۸، ۲۰، ۶۰ دقیقه بین مقدار نفوذپذیری آب در خاک عرصه‌های پخش سیلاب و شاهد تفاوت معنی‌داری در سطح ۵ درصد وجود دارد. در زمان‌های ۳، ۶، ۹، ۱۰، ۱۵، ۳۰ و مجموع نفوذپذیری در ساعت اول در خاک عرصه‌های پخش سیلاب و شاهد تفاوت معنی‌داری در سطح یک درصد وجود دارد. عرصه A (شکل ۲) دارای سرعت نفوذ نهایی ۸/۹ سانتی‌متر بر ساعت است، عرصه B با سرعت نفوذ نهایی ۷/۳ سانتی‌متر بر ساعت است. عرصه C با سرعت نفوذ نهایی ۸/۱ سانتی‌متر بر ساعت است.

### بحث و نتیجه‌گیری

## ۲- بررسی آماری تغییرات نفوذپذیری خاک در عرصه‌های پخش سیلاب و شاهد

نتایج بررسی آمار توصیفی داده‌های برداشت‌شده در جدول ۲ ارائه شده است. نفوذ نهایی در منطقه شاهد (۱۲/۴ سانتی‌متر در ساعت) بیشتر از عرصه پخش سیلاب (۹/۲ سانتی‌متر در ساعت) است. با توجه به جدول استاندارد نفوذ هر دو عرصه پخش سیلاب و شاهد در کلاس نفوذپذیری متوسط واقع شدند. نتایج بررسی آماری با استفاده از آزمون t در زمان‌های مختلف بین عرصه‌های پخش سیلاب و شاهد در جدول ۳ ارائه شده است. نتایج نشان می‌دهد که در زمان‌های ۱، ۲ و ۳۰ دقیقه بین مقدار نفوذپذیری آب در خاک عرصه‌های پخش سیلاب و شاهد تفاوت معنی‌داری در سطح ۵ درصد وجود دارد. در زمان‌های ۳، ۴، ۵، ۶، ۷، ۸، ۹، ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۶۰، ۸۰، ۱۲۰، مجموع نفوذپذیری در ساعت اول و مجموع نفوذپذیری در ساعت دوم بین مقدار نفوذپذیری آب در



شکل ۳- مقایسه نمودار میانگین سرعت نفوذ آب به خاک در دو عرصه پخش سیلاب و شاهد

Fig 3. Comparison between mean soil infiltration rate curves in the floodwater spreading and control areas

جدول ۲- آمار توصیفی نفوذپذیری خاک در زمان‌های مختلف در عرصه‌های پخش سیلاب و شاهد

Table 2. Descriptive statistics of the infiltration rates at different times in floodwater spreading and control areas

Time (minutes) زمان	Control area منطقه شاهد					Floodwater spreading area عرصه پخش سیلاب				
	Maximum (mm)	Minimum (mm)	Mean (mm)	Std. Deviation	CV	Maximum (mm)	Minimum (mm)	Mean (mm)	Std. Deviation	CV
1	15	7	10.25	2.38	0.23	15	5	8.61	2.73	0.32
2	10	3	6.75	1.83	0.27	9	3	5.43	1.87	0.34
3	8	2	5.55	1.6	0.29	7	2	4.00	1.3	0.33
4	7	2	4.80	1.32	0.28	6	2	3.57	1.1	0.31

ادامه جدول ۲- آمار توصیفی نفوذپذیری خاک در زمان‌های مختلف در عرصه‌های پخش سیلاب و شاهد

Table 2. Descriptive statistics of the infiltration rates at different times in floodwater spreading and control areas

5	6	3	4.65	1.14	0.25	5	2	3.25	0.93	0.29
6	6	2	4.15	1.09	0.26	4	2	3.00	0.77	0.26
7	5	2	3.80	1.06	0.28	4	1	2.82	0.77	0.27
8	4	2	3.25	0.79	0.24	4	1	2.50	0.74	0.30
9	4	2	2.90	0.85	0.29	3	1	2.14	0.65	0.30
10	4	2	2.65	0.74	0.28	3	1	2.07	0.6	0.29
15	18	7	10.90	3.24	0.30	14	2	8.04	3.26	0.41
20	16	6	9.55	2.64	0.28	12	3	7.36	2.1	0.29
30	25	9	15.85	5.16	0.33	24	5	12.14	4.7	0.39
60	56	21	39.10	9.36	0.24	43	11	27.00	8.89	0.33
80	38	16	25.50	7.11	0.28	39	9	18.75	6.45	0.34
120	53	26	38.20	7.49	0.20	40	15	27.86	5.9	0.21
Total of first hour	172	77	124.15	27.91	0.22	141	47	91.93	24.89	0.27
Total of second hour	91	42	63.70	14.38	0.23	65	24	46.61	10.06	0.22

جدول ۳- نتایج آزمون t در زمان‌های مختلف بین عرصه‌های پخش سیلاب و شاهد

Table 3. The results of t-test at different times between floodwater spreading and control areas

Time (minutes) زمان	Levene's Test آزمون لون		T-test	
	F	Significant level درجه معنی‌داری	t	Significant level درجه معنی‌داری
1	0.528	0.471	2.167	0.035*
2	0.314	0.578	2.431	0.019*
3	1.934	0.171	3.685	0.001**
4	0.477	0.493	3.502	0.001**
5	2.344	0.133	4.691	0.000**
6	3.671	0.062	4.291	0.000**
7	2.925	0.094	3.711	0.001**
8	0.091	0.764	3.359	0.002**
9	3.492	0.068	3.492	0.001**
10	4.532	0.139	2.864	0.007**
15	0.339	0.563	3.008	0.004**
20	0.735	0.396	3.118	0.003**
30	0.208	0.651	2.587	0.013
60	0.006	0.938	4.546	0.000**
80	0.890	0.350	3.425	0.001**
120	0.840	0.364	5.352	0.000**
Total of first hour	0.771	0.384	4.203	0.000**
Total of second hour	2.711	0.107	4.850	0.000**

Table 4. results of the Kruskal-Wallis test at different times between different areas of floodwater spreading

Time (minutes) زمان	Mean Infiltration in the zone (mm) متوسط نفوذپذیری (میلی‌متر)			Kruskal-Wallis Test	
	A	B	C	Chi-Square	Significant level
1	7.89	7.56	10.2	4.350	0.114
2	5.11	4.33	6.7	7.371	0.025*
3	3.44	3.33	5.1	11.152	0.004**
4	3.22	3.00	4.4	8.670	0.013*
5	2.89	2.89	3.9	7.074	0.029*
6	2.67	2.67	3.6	9.450	0.009**
7	2.78	2.22	3.4	10.944	0.004**
8	2.44	2.00	3	9.062	0.011*
9	2.11	1.67	2.6	9.903	0.007**
10	1.89	1.67	2.6	12.781	0.002**
15	7.11	5.89	10.8	12.046	0.002**
20	7.33	5.78	8.8	7.924	0.019*
30	10.44	9.56	16	9.862	0.007**
60	29.67	20.89	30.1	6.934	0.031*
80	21.33	17.00	18	2.241	0.326
120	28.00	24.67	30.6	4.532	0.104
Total of first hour	89.00	73.44	111.2	11.164	0.004**
Total of second hour	49.33	41.67	48.6	3.542	0.170

\* نشان‌دهنده سطح معنی‌داری ۵ درصد و \*\* نشان‌دهنده سطح معنی‌داری یک درصد است. Total of first hour: مجموع مقدار نفوذپذیری خاک در ساعت اول را نشان می‌دهد. Total of second hour: مجموع مقدار نفوذپذیری خاک در ساعت اول را نشان می‌دهد.

داوود رشید کوهشدت کارایی خود را از نظر نفوذپذیری آب در خاک دارد. رسوبگذاری در طی رخداد‌های سیلابی یکی از پارامترهای مهمی است که در کاهش نفوذپذیری تاثیر داشته است. باید به این نکته هم اشاره کرد که افزایش رس باعث کاهش نفوذپذیری و افزایش تبادل یونی خاک و بدنبال آن افزایش حاصلخیزی را در طولانی مدت به‌دنبال دارد. عرب‌خدری و همکاران [۱] و مهدیان و همکاران [۱۵] در پژوهش خود به نتایج تقریباً مشابه با نتایج این پژوهش دست یافتند.

سرعت نفوذ نهایی در عرصه‌های A، B و C به ترتیب ۷/۳، ۸/۹ و ۸/۱ سانتی‌متر بر ساعت بوده است. همان‌گونه که از نتایج استنباط می‌شود، سرعت نفوذ در پایین دست عرصه پخش سیلاب (A) به طور معنی‌داری کاهش پیدا کرده که نشان می‌دهد که رسوبگذاری در بالادست به طور معنی‌داری سرعت نفوذ آب در خاک را کاهش داده است و سیلاب‌هایی که به پایین دست ایستگاه وارد می‌شوند، رسوب کمتری را دارند و اثر کمتری بر نفوذپذیری خاک دارند. دلیل سرعت نفوذ کمتر بخش میانی نسبت به بخش بالایی می‌تواند اختلاف اندازه رسوبات ته نشین شده در این بخش‌ها باشد. در بخش بالایی معمولاً رسوبات درشت دانه ته‌نشین می‌شوند، این درحالی

از برآیند پژوهش استنباط می‌شود که عملیات پخش سیلاب، مقدار و سرعت نفوذ آب در خاک را در عرصه پخش سیلاب تحت تاثیر قرار داده و منجر به کاهش سرعت نفوذپذیری نسبت به عرصه شاهد شده است. نفوذ نهایی در منطقه شاهد (۱۲/۴ سانتی‌متر در ساعت) بیشتر از عرصه پخش سیلاب (۹/۲ سانتی‌متر در ساعت) است. با توجه به جدول استاندارد نفوذ هر دو عرصه پخش سیلاب و شاهد در کلاس نفوذپذیری متوسط واقع شدند. از این نتایج استنباط می‌شود که همچنان نفوذپذیری مناسب و سریع است و در سال‌های آتی نیز نباید نگران چنین موضوعی شد. این نتایج با پژوهش‌های قاسمی و حیدری [۲]، شفیع دستجردی و همکاران [۲۰] و سلیمانی و همکاران [۲۱] مطابقت دارد.

نتایج حاصل از شدت نفوذپذیری بیانگر آن است که مقدار نفوذ در عرصه پخش نسبت به عرصه شاهد کمتر است. زیرا به دلیل تجمع آب در پشت پشته‌ها (داخل عرصه‌ها) قبل از خروج آب مازاد از دریچه‌ها، مقدار مواد معلق بیشتری ته نشین شده و در کل باعث کاهش نفوذپذیری شده اما با توجه به محاسبه سرعت نفوذ نهایی مشخص شد که این کاهش نگران‌کننده نیست و پخش سیلاب



ابراهیم کریمی سنگچینی: مفهوم‌سازی، انجام تحلیل‌های نرم‌افزاری/آماري، نگارش نسخه اولیه مقاله  
ابراهیم یوسفی مبرهن: راهنمایی، ویرایش و بازبینی مقاله، کنترل  
نتایج  
ایرج ویسکرمی: مفهوم‌سازی، مشاوره  
فیروزه ویسکرمی: بازبینی متن مقاله، تحلیل‌های آماری

### منابع مورد استفاده

1. Arabkhedri, M., Partoee, K., Ghafari, A., Sar Reshtedari, A. 1995. Effect of sedimentation on the infiltration efficiency in the traditional water spreading system. Final Reports of Central Researchs of Soil Conservation and Watershed Management, 85 pp. (In Persian)
2. Ghasemi, A., Hydari, H., 2009. Assessment the effects of Floodwater spreading on soil properties and vegetative characteristics of Nubk, Common Mesquite and Gum arabic in Tangestan, Bushehr Province. Journal of Wood and Forest Science and Technology, 16(4), 59-72.
3. Ghasemzadeh, Z., Izadpanah, M., Zomorodian, M., Mirmohammadmeygooni, S., Shamsi, R., Parhizkar, M., Shabanpour, M. 2023. Soil inoculation with *Bacillus megaterium* increases infiltration rate and reduces runoff and soil loss under natural rainfall. Rhizosphere, 28,100787, <https://doi.org/10.1016/j.rhisph.2023.100787>.
4. Hashemi, H., Berndtsson, R., Persson, M. 2014. Artificial recharge by floodwater spreading estimated by water balances and groundwater modeling in arid region of Iran. Hydrological Sciences Journal, 60 (2), 336-350 [10.1080/02626667.2014.881485](https://doi.org/10.1080/02626667.2014.881485).
5. Huang, Y., Xiong, T., Zhao, M., Deng, Y., Yang, G., Ban, Y., Lei, T., Yu, X., Huang, Y. 2024. Influence of soil properties and near-surface roots on soil infiltration process in short-rotation eucalyptus plantations in southern subtropical China, Catena, 234, 107606, <https://doi.org/10.1016/j.catena.2023.107606>.
6. Javadi, M.R., Baghery, M., Vafakhah, M., Gholami, S.A. 2014. Effect of the Floodwater spreading on physical soil properties (A Case Study: Delijan Flood Spreading). Journal of Watershed Management Research, 5(9), 119-129 (In Persian).
7. Jia, Z., Weng, B., Yan, D., Peng, H., Dong, Z. 2024. The effects of different factors on soil water infiltration properties in High Mountain Asia: A meta-analysis. Catena, 234, 107583, <https://doi.org/10.1016/j.catena.2023.107583>.
8. Ju, X., Lei, G., She, D., Jia, Y., Pang, Z., Wang, Y. 2024. Impacts of the soil pore structure on infiltration characteristics at

است که در بخش میانه رسوبات ریزدانه‌تر رسوب می‌کنند. این نتایج با پژوهش‌های جوادی و همکاران [6] و پادیاب و همکاران [19] مطابقت دارد. اصولاً ضخامت رسوبات از بالادست به سمت پایین دست شبکه پخش کاهش یافته که اندازه‌گیری‌های انجام شده نیز مبین این مطلب است. در شبکه‌های پخش سیلاب و سامانه‌های تغذیه مصنوعی، رسوب‌گذاری مهمترین مانع نفوذ آب در خاک و رسیدن آن به سفره آب زیرزمینی است. کاهش نفوذپذیری خاک به عواملی چون میزان مواد معلق، سرعت نفوذ اولیه، ویژگی‌های فیزیکی خاک و کیفیت سیلاب بستگی دارد. البته از نتایج این تحقیق استنباط می‌شود که پس از حدود ۳۰ سال از احداث این سامانه، همچنان نفوذپذیری مناسب و سریع است و در سال‌های آتی نیز نباید نگران چنین موضوعی شد.

به طور کلی نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که پخش سیلاب نفوذپذیری خاک را تحت تاثیر قرار می‌دهد و باعث کاهش نفوذپذیری آب در خاک در طی زمان می‌شود. همچنین مقدار این کاهش در عرصه‌های مختلف پخش سیلاب متفاوت بوده و از بالادست به طرف پایین دست عرصه پخش سیلاب (به دلیل رسوبگذاری کمتر) سرعت نفوذپذیری افزایش پیدا می‌کند. البته این نکته بایستی مدنظر قرار گیرد که این کاهش سرعت نفوذپذیری در عملکرد سامانه پخش سیلاب تاثیر چندانی ندارد و در عرصه‌های رسوب گیر نفوذ به حدی هست که پس از هر رخداد سیل هم آب‌ها در زمان نسبتاً کوتاهی به زمین نفوذ می‌کند و سرعت به حدی هست که همه آب عرصه حداکثر در دو سه شبانه‌روز نفوذ کند. نتایج این پژوهش قابل استفاده مدیران و تصمیم گیران آبخیز برای مدیریت ایستگاه‌های پخش سیلاب به خصوص ایستگاه پخش سیلاب بر آبخوان داوودرشد کوه‌دشت است.

### سپاسگزاری

این مقاله در قالب طرح پژوهشی با شماره مصوب ۲-۵۹-۲۹-۹۹۰۴۴۲-۰۱۹، با همکاری و هزینه پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری و مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان لرستان انجام شده است. مؤلفین بر خود لازم می‌دانند تا از همکاری این مراکز در کلیه مراحل اجرای طرح صمیمانه سپاسگزاری نمایند.

### تضاد منافع نویسندگان

نویسندگان این مقاله اعلام می‌دارند که هیچ‌گونه تضاد منافی در خصوص نگارش و انتشار مطالب و نتایج این پژوهش ندارند.

### دسترسی به داده‌ها

داده‌ها و نتایج استفاده شده در این پژوهش از طریق مکاتبه با نویسنده مسئول در اختیار قرار خواهد گرفت.

### مشارکت نویسندگان

- spreading project on some physico-chemical properties and soil fertility, case study: Tigh Syah- Hashtbandi floodwater spreading in the Hormozgan Province. *Watershed Engineering and Management*, 10(1), 71-80. doi: 10.22092/ijwmse.2018.115723 (In Persian).
18. Mostafaei, A., Kalantari, N., Zarkesh, M.K. 2016. Assessing the success of floodwater spreading projects using a fuzzy approach. *Water Science Technology*, 74(8), 1980-1991.
19. Padyab, M., Feyznia, S., Shafie, A. 2013. Assessment of the effects of floodwater spreading on soil fertility (Case study: Gachsaran floodwater spreading station). *Iranian Journal of Range and Desert Research*, 20(1), 161-171. doi: 10.22092/ijdr.2013.3006 (In Persian).
20. Shafiey Dastjerdi, A.R., Mahdian, M. H., Kamali, K., Hoseyni Marandi, H. 2013. Investigation of soil infiltration trend changes through direct method, case study: Paskuh floodwater spreading. *Watershed Engineering and Management*, 5(1), 41-50 (In Persian).
21. Soleimani, R., Mahdian, M.H., Kamali, K. 2013. Spatial and temporal variability of soil infiltration as affected by floodwater spreading in southern Dehloran. *Journal of Water and Soil Conservation*, 20(3), 51-71 (In Persian).
22. Vaezi, A.R., Abbasi, M., Heidari, J. 2017. Soil Infiltration Rate and its Controlling Factors of Different Land Uses in the TahamChai Catchment, Zanjan. *Journal of Water and Soil*, 30 (6), 2019-2031 (In Persian).
23. Viskarami, I., Payamani, K.A., Shahkarami, A., Sepahvand. A. 2013. The effects of water spreading on groundwater resources in kohdasht plain. *Journal of Water and Soil Science (Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources)*, 17(65), 153-161. (In Persian).
24. Zheng, Y., Li, X.G., Jia, B., Jiang, R. 2019. Simulation of pedestrians' evacuation dynamics with underground Floodwater spreading based on cellular automaton. *Simulation Modeling Practice and Theory*, 94, 149-161.
- the profile scale in the red soil region, *Soil and Tillage Research*, 236, 105922, <https://doi.org/10.1016/j.still.2023.105922>.
9. Kamali, K., Arabkhedrti, M., Esfandiari, M., Zarinkafsh, M. 2005. An investigation of the effect of source arealithology on infiltration rates of alluvial deposits. *Iranian JournL of Natural Resources*, 58(2), 289-299. [https://sid.ir/paper/22739/en\(in Persian\)](https://sid.ir/paper/22739/en(in Persian)).
10. Kamali, K., Eslami, A.R., Jalali, N., Mostafaei, A., Jalalediny, S.M.S., Ghiasi, N., Seyedi, E. 2013. Principals of floodwater spreading on aquifers. *Soil Conservation and Watershed Management Research Institute Publication*, 236 pages (in Persian).
11. Karimi Sangchini, E., Salehpour Jam, A., Mosaffaie, J. 2022. Flood risk management in Khorramabad watershed using the DPSIR framework. *Natural Hazards*, 122 (1), 3101-3121.
12. Kousar, A. 1992. Desertification control floodwater spreading in Iran. *International Journal of Forestry and Forest Industries*, 43, 27-30.
13. Liao, Y., Dong, L., Li, A., Lv, W., Wu, J., Zhang, H., Bai, R., Liu, Y., Li, J., Shangguan, Z., Deng, L. 2023. Soil physicochemical properties and crusts regulate the soil infiltration capacity after land-use conversions from farmlands in semiarid areas. *Journal of Hydrology*, 626, 130283, <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2023.130283>.
14. Mahdavi, S.K., Azaryan, A., Javadi, M.R., Mahmoudi, J. 2016. Effects of Floodwater spreading on some physic – chemical properties and soil fertility (case study: Band-E Alikhan Area, Varamin). *Rangeland*, 10(1), 68-80. (In Persian).
15. Mahdian, M.H., Hosseini Chegeni, E., Khaksar, K. 2004. Investigating the effect of floodwater spreading on physico-chemical soil properties at Qoosheh station, Semnan province. *Pajouhesh & Sazandegi*, 61, 39-44. (In Persian).
16. Mirjalili, A., Tabatabaeizadeh, M., Hakimzadeh, M.R., Mashhadi, N. 2016. Investigation effect of floodwater spreading on vegetation and soil (Case study: Floodwater spreading of Miankooh, Yazd). *Desert Management*, 4(7), 26-34. doi: 10.22034/jdmal.2016.22241 (In Persian).
17. Moslemi, H. 2018. Impact assessment of Floodwater

## Investigating the Effect of Floodwater Spreading on Soil Infiltration (Case Study: Davudrashid Kouhdasht Floodwater Spreading Station)

Ebrahim Karimi Sangchini<sup>1</sup>, Ebrahim Yousefi Mobarhan<sup>2</sup>, Iraj Vayskarami<sup>3</sup> and Firouzeh Vayskarami<sup>4</sup>

Received: 07-05-2027

Accepted: 13-07-2024

### Extended Abstract

#### Introduction

Flood is one of the natural disasters that leaves a lot of damage in nature. Planning to use seasonal floods, while reducing their destructive effects, provides a new source of water to the consumer. Floodwater spreading is one of the methods that provides the basis for the optimal use of floods. Among the limitations that threaten Floodwater spreading projects is the gradual decrease in the amount of water infiltration in the soil, which is mainly due to the blocking of soil pores due to the spread of small and suspended particles that are carried by the flood. Davudarshid Kouhdasht floodwater spreading research station has been built with the aim of controlling floods, feeding underground water tables and adapting different tree species in this Kouhdasht area. The most important problem of this system is the accumulation of sediments on the surface, which over time has reduced the effectiveness of the system. Davudrashid Kouhdasht Floodwater spreading research station is important because before the construction of this project, Kouhdasht city and Ab Bariki village were exposed to floods. The purpose of this research is to investigate the changes in water permeability in the soil at the Davudrashid Kouhdasht floodwater spreading station, and to compare these changes compared to the control area.

#### Materials and Methods

The Davudrashid flood distribution station in the coordinates 33°33'42" north latitude and 47°41'03" east longitude (area of about 23 hectares) is located in Kouhdasht plain. This project was put into operation in 1998. This station has 6 sedimentation ponds and 18 expansion channels. First, the scope of the project was determined on the topographic map and an area similar to the floodwater spreading area (similar in terms of climate and topography, soil) was selected as a control. In order to compare the permeability of the field soil with the control field, sampling was done from the soil inside the flooded strips (spreading area) and the land adjacent to the field where the flood does not spread (control area). 28 samples were selected from the Floodwater spreading field and 20 samples based on systematic-random method. In the field of flood distribution between 18 expansion channels, a strip transect was randomly used to measure permeability. The amount of infiltration was recorded using Double

1. Assistant Professor, Soil Conservation and Watershed Management Research Department, Lorestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Khorramabad, Iran. E.karimi64@gmail.com
2. Assistant Professor, Soil Conservation and Watershed Management Research Department, Semnan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Semnan, Iran
3. Research Assistant of Soil Conservation and Watershed Management Research Department, Lorestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center (AREEO), Khorramabad, Iran.
4. Soil and Water Management Research Department, Lorestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center (AREEO), Khorramabad, Iran.

ring at time intervals of 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 15, 20, 30, 60, 80 and 120 minutes. t-Student test was used in SPSS software for statistical analysis of permeability data. Kruskal-Wallis test was used in SPSS software to compare the changes in water permeability in soil in different areas of Floodwater spreading due to flooding.

### Results and Discussion

Examining the collected data shows that the final infiltration in the control area (12.4 cm/h) is more than the flood spreading area (9.2 cm/h). According to the standard infiltration table, both flood and control areas are in the medium permeability class and do not differ much from each other. The t-test at different times between the flood and control areas shows that there is a significant difference at the level of 5 percent between the water permeability in the soil of the flood and control areas at 1, 2, and 30 minutes. At other times, there is a significant difference between the amount of water permeability in the soil of the Floodwater spreading areas and the control at the level of 1 percent. The results of statistical analysis using the Kruskal-Wallis test at different times between the upstream, middle and downstream areas of floodwater spreading show that at times 1, 80, 120 and the sum of the times of the second hour, there is a significant difference in the level of water permeability in the soil of different floodwater spreading areas at the level of 5 and one percent. At other times, in terms of this parameter, there is a significant difference at the level of 5 percent among the areas of flood distribution. The final infiltration speed in the upstream, middle and downstream areas was 8.9, 7.3 and 1.8 cm/hour, respectively. According to the standard penetration table, all three broadcast arenas are in the middle penetration class and do not differ much from each other.

### Conclusion

From the results of this research, it is concluded that the floodwater spreading operation has affected the pattern of water permeability in the soil (amount and speed) in the field of Davudrashid Kouhdasht floodwater spreading and has led to a decrease in the average permeability speed. Due to the accumulation of water behind Stacks (inside the arenas) before the exit of excess water from the valves, significant amount of suspended material has settled down and in general has caused a decrease in permeability, which is significant at the level of 1%. It can be concluded from the results of investigating the infiltration rate in different areas of flood spreading, the infiltration rate in the downstream of the floodwater spreading area is higher than the upstream and middle of the area. This conclusion shows that the upstream sedimentation has reduced the rate of water infiltration in the soil. In general, the results of this research show that flood spreading affects soil permeability and causes a slight decrease in soil water permeability over time. Also, the amount of this reduction is different in different areas of floodwater spreading and from the upstream to the downstream of the floodwater spreading area (due to less sedimentation), the rate of infiltration increases slightly, but according to the comparisons related to the final infiltration capacity, it was determined that the spreading area The flood and the control area are not much different in terms of infiltration, and from the results of this research, it can be concluded that after about 30 years of the construction of this system, the infiltration is still appropriate and fast, and we should not worry about such an issue in the coming years. The results of this research can be used for better management of floodwater spreading station on Davudrashid Kouhdasht aquifer.

**Key words:** *Kruskal-Wallis test, t-test, Double ring, Control area, Kouhdasht Lorestan.*



#### Acknowledgement

We would like to express our sincere gratitude to the University of Lorestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center (AREEO) for the financial and logistical supports who significantly contributed during the research project.

#### Conflicts of interest

The authors of this article declared no conflict of interest regarding the authorship or publication of this article.

#### Data Availability Statement:

The datasets are available upon a reasonable request to the corresponding author

#### Authors' contribution

Ebrahim Karimi Sangchini: Writing - original draft preparation

Ali Dastranj: Resources, Software, Manuscript editing

Seyed Hossein Arami: Formal analysis and investigation

Samad Shadfar: Visualization, Supervision

Iraj Vayskarami: Conceptualization, methodology