

## بررسی تأثیر پروژه‌های پخش سیلاب بر نفوذپذیری سطحی خاک (مطالعه موردی: پخش سیلاب سی ریزی بافق)

محمد رضا فاضل پور<sup>۱\*</sup>، محمدرضا آخوندی، حسن دشتی، امیر محمد آخوندی

۱-دکتری علوم و مهندسی آبخیزداری، اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان یزد، (fazelpoor\_reza@yahoo.com)

۲-کارشناسی ارشد آبخیزداری، مدیر کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان یزد

۳-دکتری بیابانزدایی، اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان یزد

۴- کارشناس ارشد آبخیزداری، اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان یزد، amir.m.akhondi@gmail.com

### چکیده

پخش سیلاب در مخروط افکنه‌های خروجی حوزه‌ها آبخیز با هدف بهره‌برداری از سیلاب ککه عموماً وقوع ناگهانی غیر قابل اجتناب دارند، روشی مناسب جهت بهره برداری و ذخیره آب ناشی از سیلاب خشکه رودها و رودخانه های فصلی و همچنین جریان مازاد رودخانه های دائمی تحت مدیریت است. از اهداف اصلی اجرای این پروژه‌ها تغذیه آبخوان‌ها است. بدین منظور بررسی تغییرات نفوذپذیری سطح خاک به عنوان شاخص مهم در تامین این هدف از ضروریات می‌باشد. در استان یزد پروژه‌های متعددی اجرا شده ککه یکی از مهمترین آنها، پخش سیلاب سی‌ریزی بافق مورد بررسی قرار گرفت. در این تحقیق به منظور ارزیابی نفوذپذیری متاثر از اجرای پروژه‌ها، در عرصه پخش سیلاب ۱۲ آزمایش نفوذپذیری (نوارهای اول تا چهارم و در هر نوار ۳ آزمایش) و در عرصه شاهد نیز ۳ آزمایش نفوذ به روش استوانه‌های مضاعف انجام شد. نتایج تحقیق نشان می‌دهد که میانگین نفوذ پذیری در عرصه شاهد ۴/۷ سانتی-متر بر ساعت می‌باشد که بر اساس تقسیم بندی نفوذ سطحی در طبقه متوسط قرار می‌گیرد. در داخل عرصه پخش سیلاب میانگین نفوذپذیری برابر ۱/۰۶ سانتی‌متر بر ساعت بوده که در سطوح ۹۹ و ۹۵ درصد تغییرات معنی‌دار و کاهشی برابر ۷۷ درصدی را داشته است. رسوب ته نشستی ناشی از سیلاب (ریز دانه رس و سیلت) در لایه‌های سطحی خاک عامل اصلی کاهش نفوذپذیری می‌باشد. لذا بایستی ورود رسوبات به داخل عرصه‌های پخش را به طرق مختلف مانند شخم عمیق، رسوب برداری، احداث بندهای رسوبگیر و غیره مدیریت و برنامه ریزی کرد تا کارایی سیستم‌های پخش سیلاب حفظ گردد.

### واژه‌های کلیدی:

ارزیابی، پخش سیلاب، نفوذپذیری، بافق.

## مقدمه

مهار سیلاب‌ها، تغذیه مصنوعی آبخوان‌ها و کوشش در بهینه‌سازی بهره‌وری از منابع طبیعی از مهم‌ترین اقداماتی است که در پخش سیلاب در مناطق خشک و نیمه خشک صورت می‌گیرد (کوثر، ۱۳۷۴). ورود رسوبات معلق همراه سیلاب به عرصه‌های پخش سیلاب باعث کاهش کارایی و عملکرد آنها در نفوذ آب و در نتیجه عمر مفید این‌گونه پروژه‌ها می‌شود. در خصوص این مشکل تحقیقات مختلفی به عمل آمده است. مهدیان و همکاران (۱۳۸۸)، اثرات پخش سیلاب پسکوه سراوان را بر روند تغییرات میزان نفوذپذیری خاک بررسی و به این نتیجه رسیدند که میزان نفوذپذیری از زمان احداث عرصه پخش سیلاب (۱۳۷۰) تا مورخ ۸۲/۸/۳ به مقدار ۵۵/۹۴ درصد و تا مورخ ۸۴/۲/۲۶ به مقدار ۵۷/۳۴ درصد کاهش یافته است. فرزانه و گزنچیان (۱۳۹۰) در تحقیقی به بررسی اثر پخش سیلاب بر روند نفوذپذیری خاک و عمق رسوب در حوضه کلاته سادات سبزوار پرداختند. نتایج نشان داد که اختلاف نفوذپذیری بین عمق‌های خاک در سطح ۰/۱٪ و سیلاب در سطح ۵٪ معنی‌دار بوده ولی اثرات متقابل عمق و سیلاب بر نفوذپذیری خاک در هیچ سطحی معنی‌دار نبوده است. رجائی و همکاران (۱۳۹۲) به بررسی تغییرات نفوذپذیری سطحی خاک در شبکته‌های پخش سیلاب در ایستگاه پخش سیلاب شهرستان جاجرم در استان خراسان شمالی پرداختند. نتایج نشان می‌دهد میانگین نفوذپذیری در نمونه‌های شاهد ۵/۲۲ سانتی‌متر در ساعت است که بر اساس تقسیم بندی نفوذ سطحی در محدوده نفوذپذیری متوسط قرار دارد. در داخل عرصه پخش سیلاب نفوذپذیری از ۰/۸۸ در نوار اول تا ۴/۱۹ سانتی‌متر در ساعت در نوار نهم متغیر و بطور میانگین برای کلیه نوارها ۳/۲۳ سانتی‌متر در ساعت می‌باشد. جوادی و همکاران (۱۳۹۳) در مطالعه‌ای به بررسی تاثیر پروژه‌های پخش سیلاب بر خصوصیات فیزیکی خاک در ایستگاه پخش سیلاب دلیجان استان مرکزی پرداختند. نتایج نشان داد که پخش سیلاب به طور معنی‌داری موجب کاهش درصد نسبی شن، نفوذپذیری و وزن مخصوص ظاهری خاک گردیده است. Ghazavi et al (۲۰۱۰) تاثیر پخش سیلاب را روی نرخ نفوذ و خصوصیات خاک در مناطق خشک بررسی نمود. نتایج نشان داد که برای ۲۰ سانتی‌متر عمق بالای خاک میزان رس بعد از پخش سیلاب افزایش داشته است. خصوصا در نوارهای اولی و دومی و باعث کاهش میزان نفوذپذیری شده است. Mahdian et al (۲۰۱۱) در تحقیقی به بررسی روند نفوذپذیری خاک در ایستگاه‌های پخش سیلاب ایران پرداختند. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از آزمونهای ناپارامتری استفاده گردید. نتایج نشان داد که میزان نفوذ در عرصه‌های پخش سیلاب در سال اول تفاوت خاصی نداشته ولی در سالهای بعدی روند کاهشی معنی‌داری داشته است. نتایج تحقیقات فوق نشان دهنده کاهش نفوذپذیری در عرصه‌های پخش سیلاب در اثر ورود و ته نشست رسوب در لایه سطحی خاک می‌باشد. این موضوع در مناطق خشک و نیمه‌خشک مانند استان یزد دارای اهمیت زیادی می‌باشد. چراکه در صورت کاهش نفوذ زمان ماندگاری آب سیلاب ورودی در عرصه‌های پخش زیاد شده و موجب هدر رفت به صورت تبخیر می‌شود. با توجه به اینکه ۱۱ مورد پخش سیلاب در استان اجرا شده و هدف اصلی آنها نفوذ آب سیلاب و تغذیه آبخوان می‌باشد، ارزیابی تاثیر اجرای این پروژه‌ها بر نفوذپذیری خاک از اهم تحقیقات در این زمینه می‌باشد. در این تحقیق در راستای ضرورت موضوع طرح پخش سیلاب بر آبخوان بافق مورد بررسی قرار گرفت.

## مواد و روش‌ها

حوضه سی‌ریزی بافق در مختصات  $33^{\circ} 55'$  تا  $12^{\circ} 56'$  طول شرقی و  $31^{\circ} 02'$  تا  $31^{\circ} 33'$  عرض شمالی ببا وسعت ۱۴۱ هزار هکتار در جنوب شرقی شهرستان بافق قرار دارد. حداکثر ارتفاع حوضه ۲۷۹۵ متر در جنوب غربی و حداقل آن ۱۰۶۹ در قسمت شرقی با ارتفاع متوسط ۱۵۲۰ متر از سطح دریا می‌باشد. متوسط بارندگی سالیانه منطقه برابر ۱۱۰ میلی‌متر می‌باشد. محل اجرای پروژه پخش سیلاب بر روی آبخوان اصلی دشت بافق با ضخامت آبرفت بیش از ۱۰۰ متر و مجاور رودخانه سی‌ریزی و به فاصله ۳۰ کیلومتری جنوب شرقی شهرستان بافق و با وسعت ۳۱۶ هکتار با ۲ سایت اجرایی قرار دارد.

برای انجام تحقیق در نوارهای پخش و شاهد آزمایش نفوذپذیری به روش استوانه‌های مضاعف انجام شد. در این خصوص به منظور یافتن میانگین مناسبی از نفوذپذیری هر نوار آزمایش در سه نقطه مناسب از هر نوار انجام شد. محل نمونه‌ها بگونه‌ای انتخاب گردید که علاوه بر اینکه در معرض سیل قرار داشته است، معرف وضعیت میانگین عرصه محدوده خود باشد. این نقاط خارج از کانال پخش و ببر روی عرصه پخش به فاصله ۱۵ متر از پشته پایین دست انتخاب گردید. در خارج از شبکه پخش سیلاب در محلی که سطح خاک شرایط طبیعی خود را داشته آزمایش نفوذپذیری به عنوان شاهد انجام گرفت. تعداد ۱۲ آزمایش در عرصه‌های پخش سیلاب (نوارهای

اول تا چهارم) به صورت تصادفی بر روی خاک به همراه رسوب سطحی و ۳ آزمایش نفوذ نیز در منطقه شاهد (مجاور سیستم پخش سیلاب) به عمل آمد. بازه‌های زمانی اندازه‌گیری نفوذ ۱ دقیقه، ۲، ۵، ۱۰، ۱۵، ۳۰، ۶۰ و ۹۰ دقیقه می باشد. داده‌های نفوذ ببه نرم افزارهای آماری وارد شده و میانگین نفوذپذیری در عرصه‌های پخش سیلاب محاسبه گردید. به منظور بررسی معنی دار بودن تفاوت داده‌ها نیز از آزمون ناپارامتری من ویتنی و کلموگروف-اسمیرنوف استفاده گردید. شکل ۱ آزمایش اندازه‌گیری نفوذ ببا استفاده از استوانه‌های مضاعف را نشان می‌دهد.



شکل ۱- آزمایش نفوذپذیری به روش استوانه مضاعف در منطقه

#### نتایج و بحث

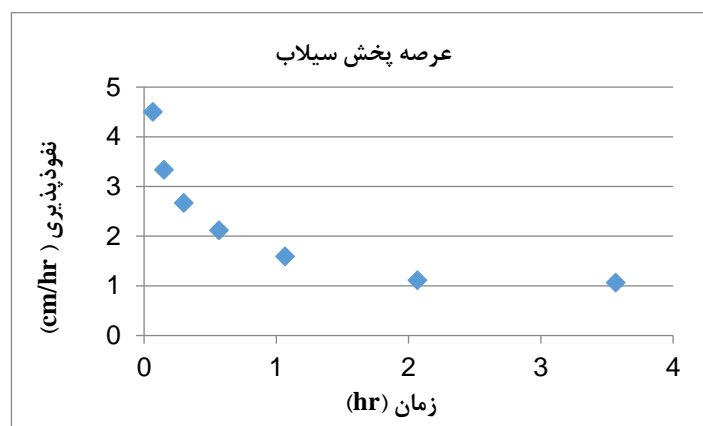
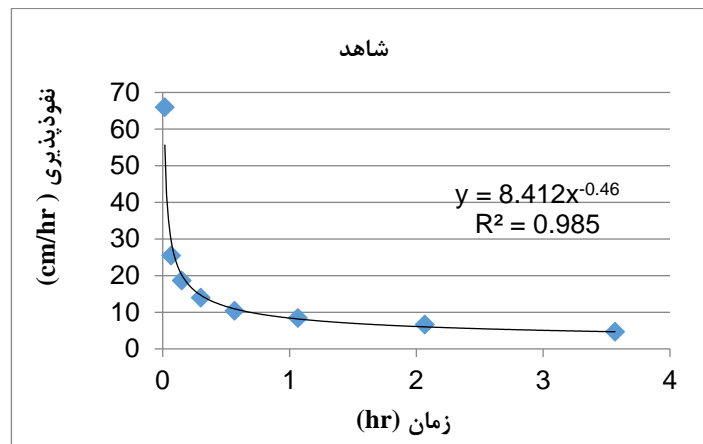
منحنی نفوذپذیری (سرعت نفوذ نسبت به زمان) در عرصه پخش سیلاب و عرصه شاهد در شکل ۱ نشان داده شده است. بهترین معادله ریاضی برازش داده شده بر داده‌های آزمایش در کنار هر منحنی آمده است. بر داده‌های میانگین نفوذپذیری در عرصه‌های پخش سیلاب و شاهد آزمون نرمال بودن انجام گرفت و با توجه به اینکه داده‌ها نرمال نبودند از آزمون من ویتنی و کلموگروف-اسمیرنوف برای بررسی معنی دار بودن تفاوت‌ها استفاده شد. نتایج آزمون من ویتنی برای داده‌های نفوذپذیری در عرصه پخش سیلاب نسبت ببه شاهد (جدول ۱) نشان داد که میزان نفوذ در عرصه مورد تحقیق در سطح ۹۹ و ۹۵ درصد تغییرات معنی‌داری نسبت ببه شاهد داشته است.

نتایج نشان داد که نفوذپذیری سطحی در عرصه شاهد برابر ۴/۷ سانتی‌متر در ساعت بوده که پس از اجرای پخش سیلاب و آبیگری به ۱/۰۶ سانتی‌متر در ساعت رسیده است (شکل ۲)، که از طبقه نفوذپذیری متوسط ببه طبقه کمی آهسته (با کاهش ۷۷٪ نفوذپذیری) تغییر کرده است. این نتیجه که ورود رسوبات بعد از چندین نوبت آبیگری باعث کاهش نفوذپذیری سطحی خاک می‌گردد با نتایج تحقیقات اکثر پژوهشگران نظیر مهدیان و همکاران (۱۳۸۸)، رجائی و همکاران (۱۳۹۲)، Ghazavi (۲۰۱۰) و Mahdian et al (۲۰۱۱) مطابقت دارد.

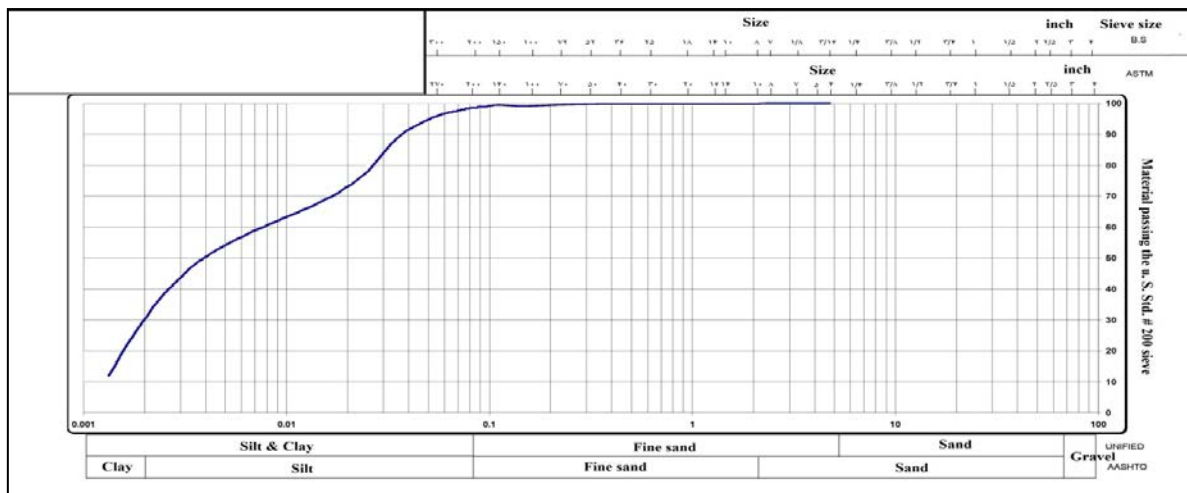
جدول ۴- آزمون ناپارامتری برای داده‌های نفوذپذیری عرصه شاهد و پخش سیلاب در مناطق مورد مطالعه

نام آبخوان	سطح معنی داری (آزمون من ویتنی)	سطح معنی داری (آزمون کولموگوروف-اسمیرنوف)
باق	۰/۰۰۹**	۰/۰۱۶**

همانطور که در شکل ۳ منحنی های دانه بندی رسوبات مشخص است رسوبات عرصه پخش سیلاب بافق دارای همگنی و جور شدگی زیادی بوده و درصد ریز دانه های رس حدود ۴۰ درصد بوده و بقیه در حد سیلت می باشد.



شکل ۲- منحنی نفوذپذیری خاک عرصه پخش سیلاب و شاهد



شکل ۳- منحنی دانه بندی رسوبات آبخوان بافق

### نتیجه‌گیری و پیشنهادها

نتایج آزمون ناپارامتری من ویتنی و کلموگروف-اسمیرنوف نیز نشان داد که کاهش نفوذ پذیری در عرصه پخش سیلاب بافاق در سطح ۹۹ و ۹۵ درصد معنی‌دار است. همچنین نکته قابل توجه اینکه در عرصه پخش سیلاب بافق با ۶ مورد آگیری ۷۷ درصد کاهش نفوذپذیری داشته است. با توجه به اینکه نفوذپذیری عرصه های پخش سیلاب به عنوان شاخص اصلی در خصوص تغذیه سفره‌های آب زیرزمینی می‌باشند، همچنین اجرای اینگونه سیستم‌ها در مناطق خشک با هزینه زیادی همراه است، مشخص شد که بعد آگیری‌های

متعدد و ته نشست رسوب ریزدانه از نفوذپذیری سطحی به میزان قابل توجهی کاسته شده که این موضوع سبب ماندگاری بیشتر آب سیلاب در عرصه‌های پخش شده و باعث افزایش هدررفت ناشی از تبخیر می‌گردد. لذا پیشنهاد می‌گردد اولاً در خصوص ضرورت اجرای این طرح‌ها و مکانیابی اولیه نهایت دقت لازم انجام شود و ثانیاً بحث ورود رسوبات به داخل عرصه‌های پخش را به طرق مختلف مانند شخم عمیق، رسوب‌برداری، احداث بندهای رسوبگیر و ... مدیریت و برنامه‌ریزی شود.

#### منابع

- جوادى، م.، باقرى، م.، وفاخواه، م.، و غلامى، ش. ۱۳۹۳. تاثیر پروژه های پخش سیلاب بر خصوصیات فیزیکی خاک (مطالعه موردی پخش سیلاب دلیجان استان مرکزی)، پژوهشنامه مدیریت حوزه آبخیز، سال پنجم، شماره ۹۰، ص ۱۱۹ تا ۱۲۹.
- رجائی، س.ح.، اسماعیلی، ک.، عباسی، ع.ا.، و ضیائی، ع. ن.، ۱۳۹۲. بررسی تغییرات نفوذپذیری سطحی خاک در شبکه‌های پخش سیلاب مطالعه موردی آبخوان جاجرم. نشریه آبیاری و زهکشی ایران، شماره ۱، جلد ۷، ص ۱۲۱-۱۱۴.
- فرزانه، ح.، و گزنجیان، ع. ۱۳۹۰، بررسی اثر پخش سیلاب بر روند نفوذپذیری خاک و عمق رسوب در حوزه کلاته سادات سبزوار، مجله علمی پژوهشی علوم و مهندسی آبخیزداری ایران، سال پنجم، شماره ۱۷.
- کوثر، آ. ۱۳۷۴. مقدمه ای بر مهار سیلاب و بهره وری بهینه از آنها. موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع.
- مهدیان، م.، شفیع، ع.، حسینی مرندی، ح.، سروی نژاد، ح. و محمودی، خ. ۱۳۸۸. بررسی اثرات پخش سیلاب بر روند تغییرات میزان نفوذپذیری خاک در ایستگاه پخش سیلاب پسکوه سراوان.
- Ghazavi, R., Vali, A., and Eslamian, S., 2010. Impact of Flood Spreading on Infiltration Rate and Soil Properties in an Arid Environment. Water Resources Management September 2010, Volume 24, Issue 11, pp 2781-2793
- Mahdian, M, Sokotie oskoe, R, Kourosch Kamali, Appraisal of the Trend of Soil Infiltration Rate Changes in Flood Spreading Stations of Iran, International Journal of Natural Resources and Marine Sciences, 2011, 1 (1), 33-43.