

بررسی تاثیر پخش سیلاب بر نفوذپذیری خاک* مطالعه موردی: دشت موسیان، استان ایلام

غلامرضا زهتابیان

استاد گروه منابع طبیعی دانشگاه تهران

قدرت رحیم زاده**

دانش آموخته دوره کارشناسی ارشد مهندسی منابع طبیعی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران

چکیده

سازندهای متفاوت با خصوصیات مختلف، رواناب‌هایی با کیفیت متفاوت ایجاد می‌کنند. بنابراین موفقیت یا عدم موفقیت طرح‌های پخش سیلاب علاوه بر کیفیت خاک عرصه، به کیفیت سیلاب‌های ورودی به سیستم پخش نیز بستگی دارد. با قبول این نکته که پخش سیلاب موجب تغییراتی در ویژگی‌های خاک می‌شود. این تغییرات می‌تواند، طیف وسیعی از خصوصیات خاک از قبیل درصد ماسه، لای، رس و سنگ ریزه، درصد اشیاع، TNV، کلسیوم، منیزیوم، سدیم، نفوذپذیری و همچنین نسبت جذب سطحی سدیم^۱ و درصد سدیم قابل تبادل^۲ را شامل شود. لذا این تحقیق به منظور بررسی تغییرات نفوذ پذیری، خصوصیات فیزیکی و شیمیایی اثر گذار بر میزان نفوذ پذیری خاک در عرصه پخش سیلاب دشت موسیان واقع در جنوب استان ایلام انجام گرفت. نمونه برداری به روش سیستماتیک - تصادفی و با شبکه بندی نوارها و تهیه نمونه مرکب از عمق‌های صفر تا ۲۵، ۲۵ تا ۵۰ و ۵۰ تا ۷۵ سانتی متر انجام شد. داده‌های حاصله تجزیه واریانس شد و با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن مقایسه میانگین‌ها انجام شد. نتایج نشان داد که درصد لای، رس، کلسیوم، سدیم، درصد اشیاع و نسبت جذب سطحی سدیم در عرصه نسبت به شاهد افزایش و نفوذپذیری، TNV درصد ماسه و سنگ ریزه کاهش یافته است. بافت خاک در عمق سطحی شاهد ماسه لیمونی و در عرصه پخش سیلاب به لیمون ماسه‌ای تغییر پیدا کرد. همچنین بر اساس نتایج، وزن مخصوص ظاهری در عرصه نسبت به شاهد کاهش یافت. به این ترتیب مشخص شد که با ورود سیلاب، خصوصیات فیزیکی خاک عرصه، دچار تغییر می‌گردد.

واژگان کلیدی: پخش سیلاب، نفوذ پذیری، دشت موسیان، استان ایلام.

مقدمه

عملیات پخش سیلاب دشت موسیان در سطح ده هزار هکتار و در ده فاز اجرا شده و هر فاز با یک نام خاص از دیگر فازهای اجرایی متمایز شده است، محدوده اجرای این تحقیق با وسعتی حدود ۱۰۰۰ هکتار به

* این مقاله مستخرج از پایان نامه کارشناسی ارشد، به راهنمایی دکتر غلامرضا زهتابیان می‌باشد.

** نویسنده مسئول: ۰۹۱۲۲۸۷۹۴۳۰

E-mail: gh.rahimzadeh@yahoo.com

^۱ - Sodium Adsorption Ratio(SAR)

^۲ - Exchangeable Sodium Percentage(ESP)

علت عبور لوله نفت، به فاز لوله نفت نام گذاری شده است. در پروژه‌های پخش سیلاب، ورود سیلاب محتوی رسوب و مواد معلق و ته نشینی این مواد در شبکه‌های پخش سیلاب، موجب بروز تغییراتی در خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک می‌شود که ممکن است مطلوب یا نامطلوب بوده و خاک عرصه‌ی پخش سیلاب را دچار مشکل کند. کاهش نفوذ پذیری، سنگین شدن بافت خاک و ماندابی شدن سیلاب ورودی به عرصه پخش، تبخیر و هدر رفت آب، شور شدن خاک و به غیر از این‌ها از مهمترین مشکلات بعد از اجرای عملیات پخش است که آگاهی از روند تغییرات آن‌ها می‌تواند در ارائه راه کارهای تعدیل یا حذف اثرات منفی پخش سیلاب موثر واقع شود. و می‌توان در این تحقیق فرضیات ذیل را به این‌گونه مطرح کرد:

- ✓ بین اجرای عملیات پخش سیلاب و کاهش میزان نفوذ پذیری خاک رابطه معنی داری وجود دارد؛
- ✓ بین اجرای عملیات پخش سیلاب و تغییر بافت خاک رابطه معنی داری وجود دارد؛
- ✓ بین اجرای عملیات پخش سیلاب و تغییر ویژگی‌های مؤثر بر نفوذ پذیری خاک (نسبت جذب سطحی سدیم، درصد سدیم قابل تبادل و به غیر از این‌ها) رابطه معنی داری وجود دارد.

اهداف تحقیق

- ✓ تعیین نفوذ پذیری نهایی خاک در شبکه‌های پخش سیلاب؛
 - ✓ تعیین بافت خاک در شبکه‌های پخش سیلاب؛
 - ✓ تعیین ویژگی‌های مؤثر بر نفوذپذیری (نسبت جذب سطحی سدیم، درصد سدیم قابل تبادل، جرم مخصوص ظاهری و درصد اشباع خاک در شبکه‌های پخش سیلاب).
- علاوه بر فرض‌ها و اهداف فوق یک سوال نیز مطرح بود و آن این که آیا مکان‌یابی محل اجرای عملیات پخش سیلاب به رغم وجود سازند آب‌های جاری در منطقه و نقش آن در تولید رس و لای و تاثیر آن در کاهش شدید نفوذ پذیری عرصه، توجیه پذیر بوده است؟

پیشینه تحقیق

محققین زیادی اثرات پخش سیلاب بر خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و نفوذپذیری خاک را مورد بررسی قرار داده و نتایج متفاوت و یا مشابهی را بدست آورده اند، عرب خدري و همکاران (۱۳۷۶) در پژوهشی پیرامون «تاثیر رسوبگذاری بر بازده نفوذ پذیری شبکه‌های پخش سیلاب سنتی (بند سار)» که در استان خراسان انجام دادند، نتیجه گرفتن که بین نفوذ پذیری خاک قسمت‌های مختلف بند سار، داخل بند سار و زمین شاهد و بند سارهای مناطق مختلف اختلاف معنی داری مشاهده می‌شود.

خلفی و همکاران (۱۳۸۴) در عرصه پخش سیلاب ایستگاه سهرین- قره چیان زنجان نتیجه گرفتند که در اثر پخش سیلاب میزان نفوذپذیری به مقدار قابل توجهی کاهش می‌یابد. محمدی (۱۳۸۳) گزارش کرد که در اثر اجرای سیستم پخش سیلاب در سر شاخه حوضه سفید رود در استان کردستان، نفوذ پذیری در عرصه پخش از ۱/۶۲ میلی‌متر در دقیقه در سال اول به ۱/۳۸ میلی‌متر در دقیقه در سال سوم اجرای طرح کاهش

یافته است، حیدری و همکاران (۱۳۸۴) در عرصه پخش سیلاب آب باریک به این نتیجه رسیدند که در اثر افزایش ضخامت رسوبات، میزان کاهش نفوذ در ابتدا بسیار زیاد و با افزایش ضخامت رسوب روند کاهش همچنان ادامه می‌یابد. تحقیقات دانشور و همکاران (۱۳۸۴) در آبخوان میان‌کوه استان یزد نشان داد که میزان نفوذ پذیری شبکه‌ها بعد از هر سیل‌گیری به تدریج کاهش پیدا می‌کند. جعفری و همکاران (۱۳۸۴) در ایستگاه آبخوانداری تنگستان بوشهر، کاهش دو برابری نفوذ پذیری در نوارهای اول و دوم عرضه پخش سیلاب را نسبت به شاهد محاسبه کردند ولی در نوار سوم این تغییرات را معنی‌دار نیافتند. کمالی و عرب خدروی (۱۳۸۴)، ضمن مرور تحقیقات انجام شده در زمینه تغییرات خصوصیات خاک متأثر از پخش سیلاب، اظهار کردند که اکثر محققین دلایل کاهش نفوذ پذیری را افزایش نسبت درصد لای و رس خاک در عرصه‌های پخش سیلاب نسبت به شاهد، بسته شدن منافذ خاک به وسیله مواد معلق موجود در سیلاب، ورود رسوبات ریزدانه و ایجاد سله در سطح خاک، افزایش سدیم در محلول خاک، عدم انجام عملیات شخم، شیار و کشت و کار و نهایتاً کیفیت سیلاب ذکر کرده‌اند.

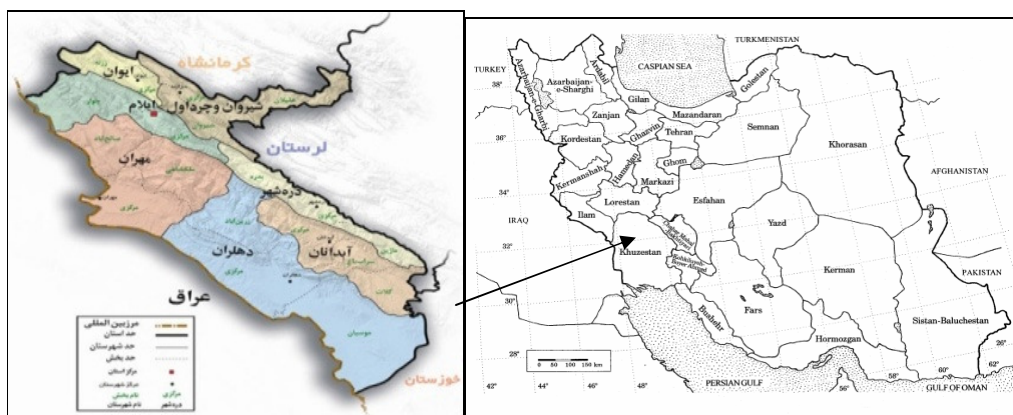
محمدنیا و کوثر (۱۳۷۷) در پژوهشی تحت عنوان «بررسی مطالعه علل تغییرات ضریب آب‌گذری در شبکه‌های پخش سیلاب گربایگان فسا» بیان کردند که عدم یکنواختی در رسوب‌گذاری مخروط افکنه بیشه زرد و گسیختگی لایه‌ها عامل اصلی تغییرات ضریب آب‌گذری اشباع خاک است. وجود سازند آغاچاری با میزان کم رس در رسوبات نهشته شده، تراوایی شبکه‌های پخش را در حد مطلوب نگه داشته است. رسوب گذاری بیش از ده سال باعث کاهش ضریب آب‌گذری در لایه‌های سطحی شده است. پیرانی (۱۳۸۰) در مطالعه‌ای (پایان نامه کارشناسی ارشد) تحت عنوان «بررسی تاثیر پخش سیلاب بر روند نفوذپذیری خاک» در شهرستان دهلران از استان ایلام، به این نتیجه رسید که با افزایش عمق (فاصله از سطح خاک) بر میزان نفوذ پذیری افزوده می‌شود. محمدی و همکاران (۱۳۸۳) در تحقیقی پیرامون «بررسی تاثیر پخش سیلاب بر خصوصیات فیزیکی خاک» در استان کردستان به این نتیجه رسیدند که ساختمان خاک در سطح خاک مکعبی گوشه دار همراه با دانه‌های درشت، ولی در عمق تا دانه‌ای ریز همراه با قلوه سنگ تغییر کرده است، همچنین در سطح خاک درصد نسبی رس افزایش و درصد لای ثابت و درصد ماسه کاهش یافته است، نفوذ پذیری از ۱/۶۲ میلی‌متر به ۱/۳۸ در دقیقه رسیده است. سکوتی اسکویی و همکاران (۱۳۸۳) در تحقیقی با عنوان «بررسی تاثیر پخش سیلاب بر روند تغییرات نفوذ پذیری سطحی خاک در آبخوان پلدشت در آذربایجان غربی» نتیجه گرفتند که نفوذ پذیری در طی چهار سال اجرای طرح به ترتیب ۷/۳، ۷/۲، ۹ و ۴۰ درصد نسبت به سال اول کاهش یافته است. رهبر و همکاران (۱۳۸۵) در پژوهشی پیرامون «بررسی اثرات خرخاکی بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در شبکه‌های پخش سیلاب گربایگان فارس»، نشان دادند که خلل و فرج ناشی از فعالیت این حشره خاک زی نفوذپذیری خاک را تا ۴ برابر نیز افزایش داده است. رهبر و همکاران (۱۳۸۵) در پژوهشی دیگر پیرامون «بررسی تاثیر پخش سیلاب بر برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در عرصه پخش سیلاب گربایگان فارس» اظهار داشتند که مقدار رس، درصد روی، هدایت الکتریکی مخصوص، نسبت جذب سدیم، PH و نسبت سدیم محلول در سطح معنی‌داری افزایش یافته

است. میزان ماسه در عمق ۱۵ - ۰ سانتی متر نسبت به عمق‌های دیگر کاهش داشته و میزان لای در سایر اعماق افزایش داشته است.

(Ndayizigiye و Roose, 1997) در رواندا، ضمن بررسی مدیریت آب و حاصل‌خیزی خاک در یک آگروفارستری، افزایش نیتروژن، فسفر، کلسیم، پتاسیوم و منیزیوم در مناطق پائین دست را ناشی از حمل سالانه ۸۰ تا ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن، ۳ کیلوگرم در هکتار فسفر، ۳۰ تا ۶۰ کیلوگرم در هکتار کلسیم و پتاسیوم و ۱۰ تا ۲۰ کیلوگرم در هکتار منیزیوم از بالا دست گزارش کردند. (Hawker, 2000) نشان داد، ذرات حمل شده در سیلاب، همراه با مواد غذایی بوده و در صورت انتقال باعث افزایش این مواد به خاک سطحی می‌شوند. Gaudreau, 2002 و همکاران در تگزاس مصرف کودها در اراضی بالا دست باعث افزایش غلظت عناصر غذایی در رواناب شده و نتیجه گرفتند که این رواناب در صورت ساکن شدن باعث افزایش عناصر به خاک سطحی خواهد شد. Dougherty, 2004 و همکاران در جنوب استرالیا و McDowell, 2001 و Sharpley در پنسیلوانیا گزارش کردند، فسفر همراه با ذرات خاک منتقل شده و رسوبات ناشی از سکون رواناب غنی از فسفر بوده و فسفر جذب سطحی شده قابل بازیابی هستند (مهدیان، ۱۳۸۵).

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه در جنوب غرب کشور در ناحیه ای با مختصات جغرافیایی ۳۲ درجه و ۲۳ دقیقه تا ۳۲ درجه و ۴۸ دقیقه عرض شمالی و ۴۷ درجه و ۳۱ دقیقه تا ۴۷ درجه و ۵۳ دقیقه طول شرقی واقع شده است و حوزه‌های آبخیز رودخانه‌های دویرج و چیخواب را در بر می‌گیرد. مساحت حوزه ۶۲۳ کیلومتر مربع بوده و ارتفاع بلندترین نقطه آن ۱۴۴۴ متر و ارتفاع محل خروجی آن در دشت موسیان ۱۰۰ متر است. طول بزرگترین آبراه اصلی نیز ۴۳/۵ کیلومتر است (شکل ۱).



شکل ۱. نقشه موقعیت استان ایلام، شهرستان دهلران و منطقه موسیان

مهمترین سازندهای حوزه دشت موسیان از قدیم به جدید عبارتند: از سازندهای آغاچاری و بختیاری که تا رسوبات آبرفتی کواترنر ادامه می‌یابد. سازند آغاچاری

متشکل از ماسه سنگ آهک دار قهوه ای - خاکستری با رگه های گچ، مارن قرمز و سیلتستون بوده و متعلق به میوسن فوقانی تا پلیوسن است. سازند کنگلومرای بختیاری به طور کلی شامل رسوبات تخریبی و سیلابی است که از فرسایش سازندهای قدیمی منشاء گرفته است و با رخساره تپه ماهورهای کنگلومرای در منطقه رخنمون دارد (طرح پژوهشی، آموزشی و ترویجی آبخوانداری در دشت موسیان، ۱۳۷۴). رسوبات آبرفتی به طور کلی مواد تخریبی هستند که از فرسایش ارتفاعات حوزه آبریز مورد مطالعه به وجود آمده اند. جنس غالب رسوبات کواترنر منطقه، شن و ماسه بوده و حاصل شسته شدن سیمان ضعیف آهکی و تخریب سازند کنگلومرای بختیاری است. خاک منطقه در شیب بیش از ۳ درصد دارای بافت سبک و لایه سطحی به طور کامل پوشیده از سنگ و سنگریزه به همراه مقادیر فراوان سنگ ریزه در پروفیل خاک است. رنگ خاک قهوه‌ای روشن بوده و از تخلخل و نفوذ پذیری بالائی برخوردار است. به طور کلی خاک‌های منطقه ریگوسل و آبرفتی^۳ و در رده بندی جدید جزو رده انتی سول‌ها^۴، زیر رده اورتنتس^۵ و گروه بزرگ توری اورتنتس^۶ محسوب می‌شوند (همان، ۱۳۷۴).

شیوه اجرای تحقیق

ابزار جمع آوری داده‌ها در این تحقیق برای آزمایش نفوذ پذیری، استوانه مضاعف و جداول مخصوص ثبت میزان اُفت آب و برای آزمایشات تعیین بافت و ساختمان خاک بیلچه، کیسه های مخصوص نمونه گیری و بعضاً آگر (Oger) بوده است، برای حفر پروفیل های خاک از دستگاه بیل مکانیکی استفاده شد.

حد فاصل نهرهای گسترش سیل در نوارهای اول، دوم و سوم شبکه پخش سیلاب، شکل ۲، به عنوان محل های اندازه گیری نفوذ و سایر پارامترهای فیزیکی و شیمیایی خاک منظور شد، جهت تعیین محل دقیق نقاط از روش سیستماتیک تصادفی استفاده شد، به این منظور هر نوار به سه قسمت مستطیلی شکل با ابعاد مساوی تقسیم و سپس در هر مستطیل، با استفاده از مجموعه رینگ های مضاعف تعداد ۹ آزمایش نفوذ انجام گرفت (هر نوار ۲۷ و جمعاً ۸۱ نمونه)، سپس از هر سه نمونه نزدیک به هم معدل گیری و به عنوان نفوذ نهایی آن محدوده منظور شد. جهت مقایسه در خارج از محدوده پخش نیز محلی به عنوان شاهد انتخاب شد. در اراضی شاهد نیز اندازه گیری نفوذ پذیری در سه نقطه (هر کدام با ۳ تکرار و جمعاً ۹ نمونه) انجام شد. در این تحقیق اُفت سطح آب در استوانه مرکزی در فواصل زمانی ۱، ۲، ۳، ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵، ۳۰، ۴۵، ۶۰ و ۹۰ دقیقه ای با تکرارهای لازم تا ثابت شدن سرعت نفوذ اندازه گیری و میزان نفوذ نهائی طبق معادله کوستیاکوف محاسبه شد، نتایج مربوطه در قالب جداول زیر ارائه شده است:

4- Alluvial
5- Entisols
5- Orthents
6 -Torriorthents

جدول ۱. مقادیر نفوذپذیری خاک برحسب سانتیمتر در ساعت در نوار اول

نوار اول												شماره نوار														
۳				۲				۱				شماره شبکه														
۳			۲			۱			۳			۲			۱			شماره تکرار								
۸۷/۰۱	۱۷/۶	۱۵/۳۱	۰۴/۸۱	۱۱/۸۱	۳۱/۸۱	۰۵/۳۱	۱۱/۸۱	۳۱/۸۱	۱۱/۸۱	۳۱/۸۱	۱۱/۸۱	۱۱/۸۱	۰۴/۳۱	۰۱/۸۱	۰۰/۳۱	۱۱/۸۱	۱۱/۸۱	۱۱/۸۱								
۱۱/۵۰			۱۳/۸۲			۱۴/۹۹			۱۱/۴۴			۱۴/۹۹			۱۳/۴۴			۱۳/۴۹			۱۳/۸۳			۱۴/۰۴		
۱۳/۴۴						۱۳/۲۹						۱۳/۹۱														
۱۳/۵۵												میانگین نفوذ پذیری شبکه														
۱۳/۵۵												میانگین نفوذ پذیری نوار														

جدول ۲. مقادیر نفوذپذیری خاک برحسب سانتیمتر در ساعت در نوار دوم

نوار دوم												شماره نوار														
۳				۲				۱				شماره شبکه														
۳			۲			۱			۳			۲			۱			شماره تکرار								
۱۲/۸۱	۳۱/۸۱	۳۵/۸۱	۱۱/۸۱	۱۳/۸۱	۳۰/۸۱	۰۰/۸۱	۱۲/۸۱	۳۰/۸۱	۱۲/۸۱	۳۰/۸۱	۱۲/۸۱	۱۲/۸۱	۱۲/۸۱	۱۲/۸۱	۱۲/۸۱	۱۲/۸۱	۱۲/۸۱									
۱۳/۴۳			۱۰/۹۳			۱۴/۲۳			۱۰/۷۵			۱۳/۹۰			۱۴/۳۶			۱۳/۹۸			۱۲/۹۴			۱۴/۴۹		
۱۲/۸۶						۱۳/۰۰						۱۳/۸۰														
۱۳/۲۲												میانگین نفوذ پذیری شبکه														
۱۳/۲۲												میانگین نفوذ پذیری نوار														

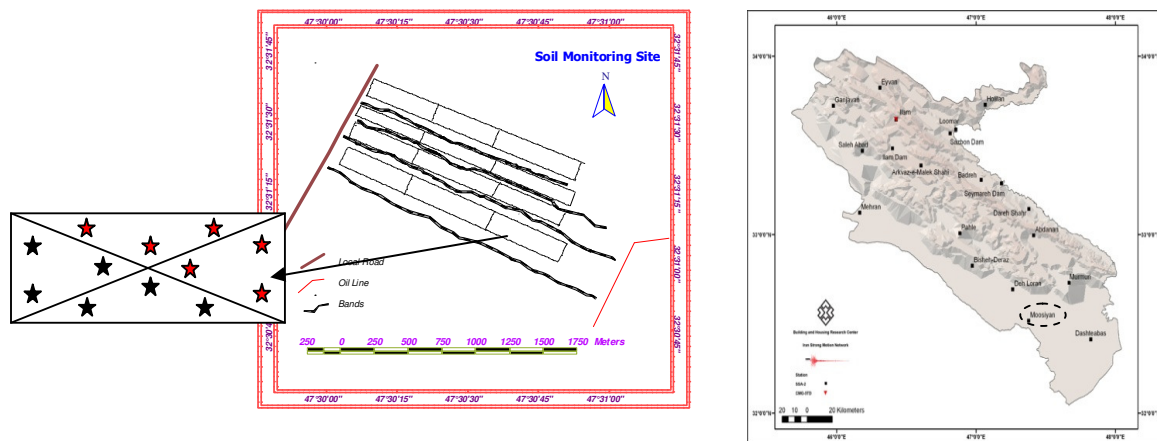
جدول ۳. مقادیر نفوذپذیری خاک برحسب سانتیمتر در ساعت در نوار سوم

نوار سوم												شماره نوار														
۳				۲				۱				شماره شبکه														
۳			۲			۱			۳			۲			۱			شماره تکرار								
۸۰/۸۱	۰۱/۷۱	۱۷/۸۱	۱۱/۸۱	۱۱/۸۱	۱۱/۸۱	۱۱/۸۱	۱۱/۸۱	۱۱/۸۱	۱۱/۸۱	۱۱/۸۱	۱۱/۸۱	۱۱/۸۱	۱۱/۸۱	۱۱/۸۱	۱۱/۸۱	۱۱/۸۱	۱۱/۸۱									
۱۶/۴۱			۱۲/۷۰			۱۴/۳۳			۱۱/۲۰			۱۴/۸۰			۲۱/۷۰			۱۲/۴۷			۱۳/۱۸			۱۴/۹۹		
۱۴/۴۸						۱۶/۲۳						۱۳/۵۵														
۱۴/۷۵												میانگین نفوذ پذیری شبکه														
۱۴/۷۵												میانگین نفوذ پذیری نوار														

جدول ۴. مقادیر نفوذپذیری خاک برحسب سانتیمتر در ساعت در شاهد.

۳			۲			۱			شماره تکرار
۱۰/۸۱	۱۱/۸۱	۱۳/۸۱	۷/۸۱	۱۳/۸۱	۵/۸۱	۳۸/۸۱	۳۵/۸۱	۱۷/۸۱	
۱۵/۶۰			۱۶/۹۵			۲۱/۴۶			
۱۷/۰۰									
میانگین نفوذپذیری عرصه شاهد									

همان طور که ملاحظه می شود میانگین نفوذ در عرصه شاهد از ۱۸ سانتی متر در ساعت در عرصه پخش سیلاب به ۱۳/۵۵ در نوار اول، ۱۳/۲۲ در نوار دوم و ۱۴/۷۵ در نوار سوم تنزل پیدا کرده است. نکته قابل تمایز این تحقیق با سایر تحقیقات صورت گرفته در این زمینه این است که ضمن انجام آزمایشات نفوذ که شرح آن در بالا رفت و خود موضوع یک تحقیق مستقل می باشد، به منظور تعیین ارتباط بین تغییرات نفوذ و ترسیب رسوبات در عرصه پخش، پارامترهای فیزیکی و شیمیایی خاک که بر میزان نفوذ پذیری اثر گذار هستند نیز مورد بررسی قرار گرفت، (این مبحث نیز خود موضوع یک تحقیق مستقل است). به این منظور برای اجرای فاز دوم تحقیق اقدام به حفر پروفیل و نمونه گیری از خاک در عرصه پخش سیلاب شد، برای تعیین محل های نمونه گیری (پروفیل ها) با ترسیم قطره های هر مستطیل، تقسیمات ریزتری به شکل مثلث بدست آمد (شکل ۲) و هر مستطیل به چهار مثلث تقسیم شد که به مراتب تعیین محل حفر پروفیل ها را ساده تر کرد، در هر مثلث تعداد سه پروفیل به صورت تصادفی (جمعاً ۱۴۴ پروفیل در عرصه های شاهد و آزمایش) حفر و در اعماق ۰ تا ۲۵، ۲۵ تا ۵۰ و ۵۰ تا ۷۵ سانتی متری نمونه گیری به عمل آمد. در مرحله بعد نمونه ها از الک ۲ میلی متری عبور و سپس نمونه های هر عمق در هر جفت مثلث همجوار با هم مخلوط و دو نمونه مرکب از هر عمق برای هر مستطیل بدست آمد. سپس آزمایشات مربوط به تعیین ساختمان، بافت (درصد ماسه، لای، رس)، درصد اشباع، جرم مخصوص ظاهری، تعیین درصد Na، Ca، Mg، TNV، SAR، ESP و به جز این ها انجام قرار گرفت.



شکل ۲. سمت راست نقشه استان ایلام و موقعیت شهرستان دهلران و سمت چپ محل اجرای طرح و شبکه بندی نوارهای سه گانه

آنالیز داده های جمع آوری شده

داده های جمع آوری شده از آزمایشات نفوذ و تعیین سایر ویژگی های خاک با استفاده از آزمون های T و دانکن با نرم افزارهای SPSS و MSTAT تجزیه و تحلیل آماری شد.

نتایج

نتایج آزمایشات و اندازه گیری های صحرائی نشان داد که نفوذ پذیری نسبت به عرصه شاهد کاهش پیدا کرده و این خود ناشی از تغییرات حادث شده در خاک عرصه پخش سیلاب

(پارامترهای فیزیکی و شیمیایی خاک) بوده است اما بعضی از این تغییرات از نظر آماری معنی دار و بعضی علیرغم تفاوت عددی با منطقه شاهد، معنی دار نبوده است. نتایج بدست آمده از نمونه گیری‌های بعمل آمده از خاک عرصه پخش سیلاب به تفکیک پارامترهای مورد ارزیابی به شرح جداول زیر است:

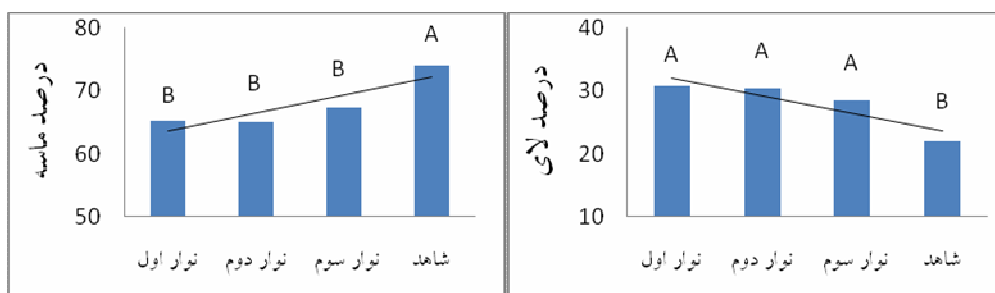
جدول ۵. خلاصه تجزیه واریانس درصد ماسه، لای، رس و سنگ ریزه (میانگین مربعات) ** و ns (non-significant) به ترتیب معنی دار در سطح یک درصد و عدم تفاوت معنی دار

نفوذ پذیری	سنگ ریزه			رس			لای			ماسه			ویژگی‌های خاک / منبع تغییر	
	D ₃	D ₂	D ₁	D ₃	D ₂	D ₁	D ₃	D ₂	D ₁	D ₃	D ₂	D ₁	درجه آزادی	
۲/۴۵	۵/۲۳	۷/۳۱	۹/۳۱	۰/۱۴۱	۰/۱۳۰	۰/۲۸۱	۱/۰۶	۱/۲۴	۵/۱۶	۱/۹۱	۰/۹۸۶	۳/۲۷	۵	تکرار
۱۴/۱**	۸/۷۳ ^{ns}	۵۱/۶ ^{ns}	۳۰۲**	۰/۳۸۸ ^{ns}	۰/۸۶۰ ^{ns}	۰/۶۶۰ ^{ns}	۱/۹۷ ^{ns}	۱/۲۴ ^{ns}	۹۶/۵**	۴/۲۸ ^{ns}	۳/۴۹ ^{ns}	۱۰۵**	۳	محل‌های آزمایشی
۲/۹۷	۴/۸۴	۴/۹۴	۳/۹۹	۰/۴۱۴	۰/۱۴۱	۰/۲۹۴	۱/۸۳	۲/۲۶	۲/۹۲	۲/۹۵	۱/۹۱	۸/۱۷	۲۰	خطا
۱۱/۶	۳/۱۶	۳/۰۵	۲/۸۶	۱۶/۹	۸/۸۲	۱۲/۸	۴/۴۴	۵/۱۱	۶/۱۴	۲/۶۲	۲/۰۸	۴/۲۱	-	CV% coefficient of (variation)

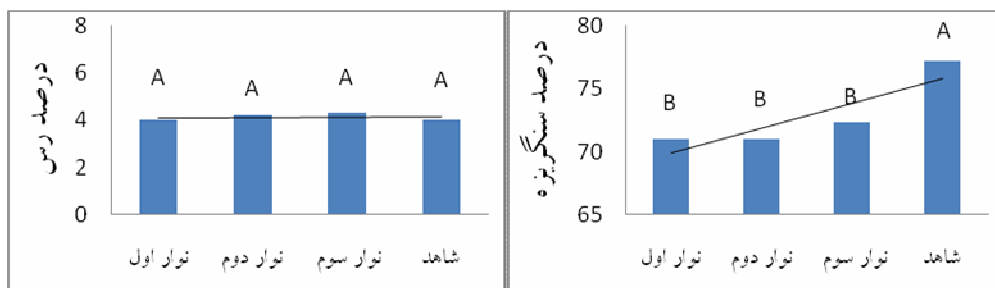
جدول ۶. مقایسه میانگین درصد ماسه، لای، رس و سنگ ریزه خاک در محل‌های آزمایشی
 حروف مشابه نشان دهنده عدم تفاوت و تفاوت در حروف بیانگر اختلاف آماری بین محل‌های آزمایشی

درصد سنگ ریزه			بافت			درصد رس			درصد لای			درصد ماسه			محل
D3	D2	D1	D3	D2	D1	D3	D2	D1	D3	D2	D1	D3	D2	D1	
۶۵/۵A	۶۸/۸A	۷۱ B	Sandy Loam	Sandy Loam	Sandy Loam	۴/۰۰ A	۴/۲ A	۴/۰ A	۳۰/۵ A	۳۱/۰ A	۳۰/۷ A	۶۵/۵A	۶۴/۸A	۶۵/۳B	نوار اول
۶۴/۸A	۶۸/۳A	۷۱ B	Sandy Loam	Sandy Loam	Sandy Loam	۴/۲ A	۴/۰ A	۴/۷ A	۳۱/۲ A	۲۹/۳ A	۳۰/۳ A	۶۴/۶A	۶۶/۷A	۶۵/۰B	نوار دوم
۶۷/۳A	۷۰/۳A	۷۲/۳ B	Sandy Loam	Sandy Loam	Sandy Loam	۳/۵۰ A	۴/۸ A	۴/۳ A	۳۰/۴ A	۲۹/۴ A	۲۸/۴ A	۶۶/۲A	۶۵/۸A	۶۷/۳B	نوار سوم
۶۵/۹A	۶۹/۱A	۷۱/۴ B	Sandy Loam	Sandy Loam	Sandy Loam	۳/۹ A	۴/۳ A	۴/۳ A	۳۰/۷ A	۲۹/۹ A	۲۹/۸ A	۶۵/۴A	۶۵/۸A	۶۵/۹B	کل عرصه
۶۸/۲A	۷۱ A	۷۷/۲ A	Sandy Loam	Sandy Loam	Loamy Sand	۳/۷ A	۳/۹ A	۴ A	۲۶/۸ A	۲۷/۹ A	۲۲/۰B	۶۹/۵A	۶۸/۲A	۷۴/۰A	شاهد

برای اختصار در توضیح اعداد ذکر شده در جداول بالا نتایج در قالب نمودارهای زیر ارائه شده است:



شکل ۳. نمودار تاثیر پخش سیلاب بر درصد لای خاک / شکل ۴. نمودار تاثیر پخش سیلاب بر درصد ماسه خاک

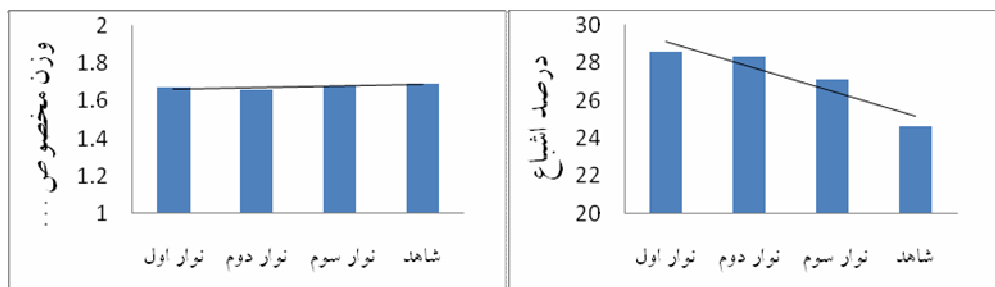


شکل ۵. نمودار تاثیر پخش سیلاب بر درصد سنگ ریزه خاک / شکل ۶. نمودار تاثیر پخش سیلاب بر درصد رس خاک

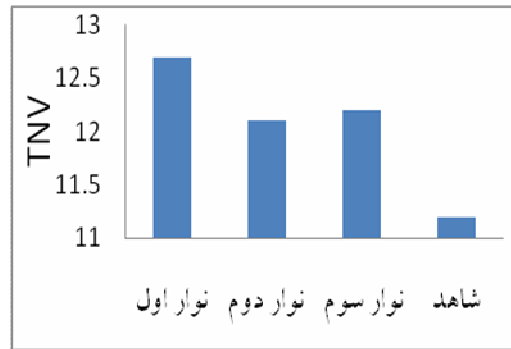
جدول ۷. میانگین درصد اشیاع، جرم مخصوص ظاهری و TNV خاک در محل های اجرای آزمایش

محل	درصد اشیاع			جرم مخصوص ظاهری (gr/cm ³)	TNV		
	D ₃	D ₂	D ₁		D ₃	D ₂	D ₁
نوار اول	۲۳/۱	۲۴/۶	۲۸/۶	۱/۶۵	۱۲/۹	۱۲/۶	۱۲/۷
نوار دوم	۲۳/۴	۲۴/۵	۲۸/۳	۱/۶۶	۱۳/۰	۱۲/۶	۱۲/۱
نوار سوم	۲۱/۷	۲۳/۵	۲۷/۱	۱/۶۸	۱۳/۲	۱۲/۷	۱۲/۲
کل عرصه	۲۲/۷	۲۴/۲	۲۸	۱/۶۶	۱۳	۱۲/۶	۱۲/۳
شاهد	۲۱/۴	۲۳/۰	۲۴/۶	۱/۶۹	۱۳	۱۱/۵	۱۱/۲

D₁ تا D₃ به ترتیب عمق های صفر تا ۲۵، ۲۵ تا ۵۰ و ۵۰ تا ۷۵ سانتی متری



شکل ۷. نمودار تاثیر پخش سیلاب بر درصد اشیاع خاک / شکل ۸. تاثیر پخش سیلاب بر جرم مخصوص ظاهری



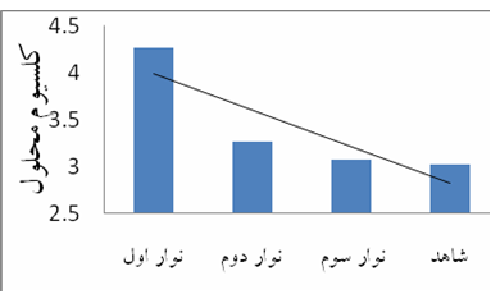
شکل ۹. نمودار تاثیر پخش سیلاب بر TNV

جدول ۸ میانگین کاتیون‌های محلول، SAR و ESPZ، D₁ تا D₃ به ترتیب عمق‌های صفر تا ۲۵، ۲۵ تا ۵۰ و ۵۰ تا ۷۵ سانتی متری

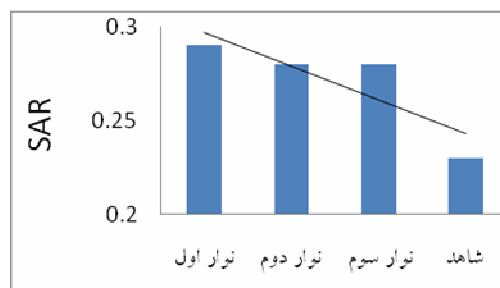
محل	کلسیوم (Ca ⁺⁺)			منیزیوم (Mg ⁺⁺)			سدیوم (Na ⁺)			SAR		ESP	
	D3	D2	D1	D3	D2	D1	D3	D2	D1	D3	D2	D3	D2
نوار اول	۲/۳۷	۲/۸۸	۴/۲۶	۰/۸۹	۰/۹۱	۱/۱۸	۰/۳۶	۰/۴۳	۰/۴۳	۱/۷۶	۱/۷۳	۱/۷۰	۰/۳۳
نوار دوم	۲/۵۹	۲/۸۲	۳/۲۷	۱/۰۵	۱/۵۰	۲/۵۹	۰/۳۳	۰/۳۸	۰/۴۳	۱/۷۰	۱/۶۹	۱/۶۹	۰/۲۹
نوار سوم	۲/۳۹	۲/۴۸	۳/۰۸	۰/۸۹	۱/۹۸	۲/۳۹	۰/۳۲	۰/۳۷	۰/۳۸	۱/۷۰	۱/۶۹	۱/۶۹	۰/۲۹
کل عرصه	۲/۴۵	۲/۷۳	۳/۵۴	۰/۹۵	۱/۵۵	۲/۴۵	۰/۳۴	۰/۳۹	۰/۴۱	۱/۷۲	۱/۷۰	۱/۶۹	۰/۳۰
شاهد	۲/۱۶	۲/۴۰	۳/۰۲	۰/۷۷	۲/۴۲	۲/۱۶	۰/۳۲	۰/۳۳	۰/۳۵	۱/۷۰	۱/۶۷	۱/۶۱	۰/۲۹



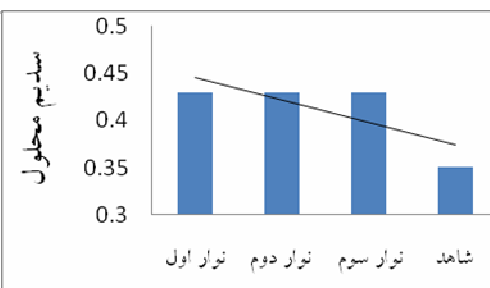
شکل ۱۱. نمودار تاثیر پخش سیلاب بر منیزیوم محلول (میلی اکی والان در لیتر)



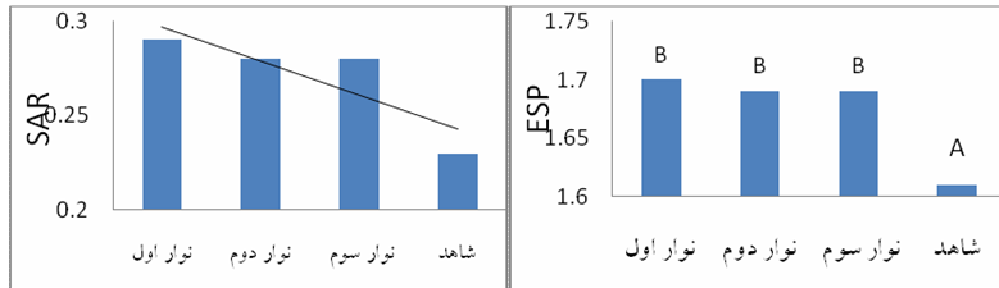
شکل ۱۰. نمودار تاثیر پخش سیلاب بر کلسیوم محلول (میلی اکی والان در لیتر)



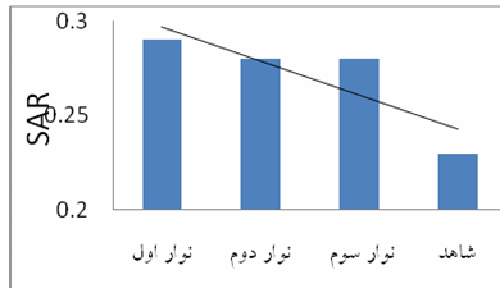
شکل ۱۳. نمودار تاثیر پخش سیلاب بر سدیم محلول (میلی اکی والان در لیتر)



شکل ۱۲. نمودار تاثیر پخش سیلاب بر سدیم محلول (میلی اکی والان در لیتر)



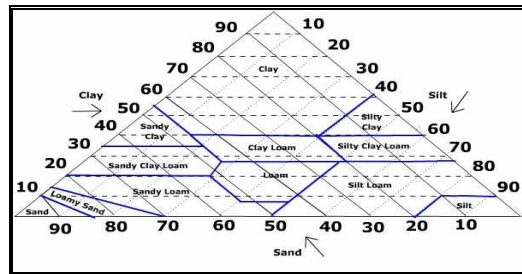
شکل ۱۴. نمودار تاثیر پخش سیلاب بر ESP



شکل ۱۵. نمودار تاثیر پخش سیلاب بر SAR

بافت خاک

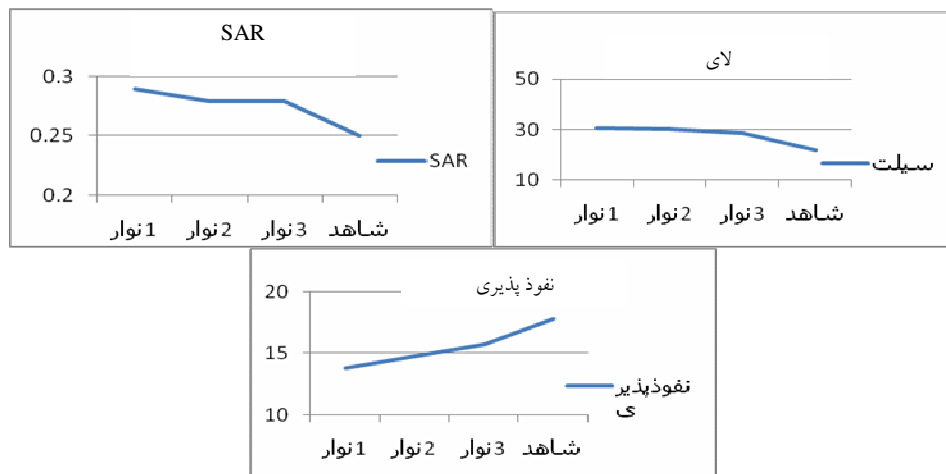
با توجه به جدول ۵، و درصد های بدست آمده برای ماسه، رس و لای و نیز با توجه به مثلث بافت خاک (شکل ۱۶) در حالت کلی بافت خاک در عمق صفر تا ۲۵ سانتی متری شاهد در کلاس ماسه لیمونی (Loamy Sand) و در سایر محل های آزمایشی در کلاس لیمون ماسه ای (Sandy Loam) قرار دارد. این نتیجه بیانگر تعدیل بافت خاک بوده و در آینده نیز انتظار است که درصد لای خاک سطحی افزایش بیشتری یابد.



شکل ۱۶. مثلث بافت خاک

نفوذ پذیری خاک

جدول تجزیه واریانس داده ها (شکل ۵) نشان می دهد که نفوذ پذیری خاک در محل های آزمایشی شامل نوارها و شاهد دارای تفاوت های معنی دار در سطح یک درصد است. نفوذ پذیری خاک از میانگین ۱۸ سانتی متر در ساعت در محل شاهد به ۱۳/۸۴ سانتی متر در ساعت در عرصه پخش سیلاب (میانگین نوارهای آزمایشی) رسیده است.



شکل ۱۷. نمودار مقایسه روند تغییرات نفوذ پذیری، SAR و لای متاثر از پخش سیلاب

بحث و نتیجه گیری

نتایج تجزیه‌های آزمایشگاهی و اندازه‌گیری‌های صحرایی نشان داد که خاک ایستگاه در محل عرصه پخش سیلاب در مقایسه با شاهد دارای تغییرات زیادی شده است، فاکتورهای اندازه‌گیری شده حتی اگر از نظر آماری در بعضی مواقع معنی دار نبوده‌اند ولی از نظر عددی با شاهد اختلاف دارند و این نشان از تاثیر عملیات پخش بر پارامترهای مورد ارزیابی و ارتباط آن‌ها با کاهش نفوذپذیری خاک در عرصه پخش سیلاب است. هر یک از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک علاوه بر اثرات منحصر به فردی که بر اکولوژی خاک، ویژگی‌های تغذیه‌ای و گیاهان دارند، دارای اثرات برهمکنشی نیز بر یکدیگر هستند. به عنوان مثال درصد اشباع خاک به خصوصیات فیزیکی خاک از جمله بافت خاک و همچنین به مقدار مواد آلی خاک بستگی دارد. در این تحقیق نشان داده شد که با افزایش مقدار ذرات ریز در حد لای و رس درصد اشباع خاک افزایش یافته است (همسو با نتایج تحقیق سکوتی اسکویی و همکاران^{۱۳۸۳}). این تغییرات (افزایش درصد رس و لای و درصد اشباع خاک) به نوبه خود باعث کاهش نفوذپذیری می‌شود. اما نفوذپذیری خاک تحت تاثیر خصوصیات شیمیایی خاک نیز تغییر می‌کند، چرا که تغییر در بعضی خصوصیات شیمیایی (مثل افزایش میزان کلسیم، سدیم، نسبت جذب سطحی سدیم و میزان سدیم قابل تبادل و کاهش منیزیم در عرصه نسبت به شاهد که با تحقیقات سکوتی اسکویی و همکاران^{۱۳۸۳}، توسلی و همکاران^{۱۳۷۹} و شریعتی^{۱۳۷۹}، ملائی و شفیعی^{۱۳۸۴} همسو است) سبب تغییر در خصوصیات فیزیکی از جمله ساختمان خاک و متلاشی شدن خاکدانه‌ها شده و نفوذپذیری خاک را تحت تاثیر قرار می‌دهد.

تغییر در جرم مخصوص ظاهری نیز متأثر از اثرات برهمکنشی مذکور است، به نحوی که این ویژگی نیز تحت تاثیر بافت خاک، مقدار مواد آلی و ساختمان خاک بوده و نتایج این تحقیق نیز تاثیر تغییر در بافت را بر تغییر جرم مخصوص ظاهری تایید کرده است (همسو با نتایج تحقیقات محمدی^{۱۳۸۳} و (Roth, 1997).

در مجموع نتایج تحقیق حاضر نشان داد که تغییرات مذکور به طور عمده در مورد خصوصیات فیزیکی و شیمیایی در بافت لایه سطحی (عمق صفر تا ۲۵ سانتی‌متری) بوده است به طوری که کلاس بافت از ماسه‌ای لیمونی^۷ در عمق صفر تا ۲۵ سانتی‌متری شاهد به لیمونی ماسه‌ای^۸ در سایر محل‌های آزمایشی تغییر کرده است (همسو با نتایج تحقیقات شریعتی و همکاران^{۱۳۷۹}، محمدی و اسماعیل نسب^{۱۳۷۹}، همچنین کاهش ۸/۱ درصد ماسه و افزایش همین مقدار لای (همسو با نتایج محمدی و اسماعیل نسب^{۱۳۷۹}، صفوی^{۱۳۸۰}، محمدی^{۱۳۸۳}، سکوتی اسکویی و همکاران^{۱۳۸۳}، ملایی و شفیعی^{۱۳۸۴}، دادرسی^{۱۳۸۲} و زارع مهرجردی^{۱۳۸۴}) و نیز

⁷. Loamy Sand

⁸. Sandy Loam

افزایش درصد رس در عرصه پخش سیلاب از دیگر نتایج قابل توجه این تحقیق است، که همگی مؤید تایید فرضیه‌های تحقیق و تاثیر آن‌ها در کاهش نفوذپذیری است.

دست آورد مهم این پژوهش پاسخ به یک سوال اول این بود که تحقیق حول آن شکل گرفت و آن این که با علم به این موضوع که سازند آجاجاری حدود ۴۶ درصد منطقه را پوشانده و فرسایش این سازند تولید رسوبات در حد رس و لای کرده و باعث کاهش شدید میزان نفوذ پذیری می شود، آیا مکان یابی محل اجرای عملیات پخش سیلاب از توجیه لازم برخوردار بوده است؟ همان طور که نتایج تحقیق نشان داد، اثرات منفی سازند آجاجاری عرصه پخش را چندان تحت تاثیر قرار نداده و این می‌تواند به شرایط اقلیمی منطقه، و قرار گرفتن مارن در زیر ماسه سنگ و سیلت سنگ و محفوظ ماندن این سازند از گزند عوامل فرسایشی مربوط شود، از طرفی فرسایش سازند بختیاری تولید شن و ماسه می کند و این می تواند با اختلاط در رسوبات ناشی از سازند آجاجاری، موجبات تعدیل بافت خاک را فراهم آورد، از دیگر سوی افزایش درصد اشباع، افزایش میزان کلسیم، کاهش میزان سنگ ریزه که همگی حاکی از اصلاح بافت خاک دارد، موید ادعای فوق است. بنابراین تاکید تنها بر وجود یک سازند حساس به فرسایش در منطقه بدون در نظر گرفتن سایر شرایط نمی تواند دلیل محکمی برای نا مناسب تلقی کردن یک مکان برای اجرای عملیات پخش سیلاب باشد، لذا علیرغم تایید فرضیه اول (کاهش نفوذپذیری) ملاحظه شد با توجه به گذشت بیش از ده سال از عمرآب‌گیری ایستگاه مورد مطالعه، شرایط نفوذ هنوز نگران کننده نیست و این می تواند اولاً به مکان یابی مناسب برای عرصه پخش سیلاب و ثانیاً کیفیت نسبتاً مناسب جریان‌های ورودی به عرصه پخش سیلاب، مرتبط باشد.

منابع

- ۱- توسلی، ا.، مهدیان، م. ح.، یعقوبی، ب. و اسدیان، ق. (۱۳۷۹): بررسی تاثیر پخش سیلاب بر نفوذ پذیری خاک عرصه پخش سیلاب کبودر آهنگ تهران، دومین همایش دستاوردهای ایستگاه‌های پخش سیلاب.
- ۲- جعفری، ع.، م. ح. مهدیان، ک. کمالی، م. ه. روحیان و غ. راهی (۱۳۸۴): بررسی تاثیر پخش سیلاب بر خصوصیات فیزیکی شیمیایی خاک در ایستگاه آبخیزداری تنگستان بوشهر، مجموعه مقالات سومین همایش ملی فرسایش و رسوب. مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری.
- ۳- خلفی، ج.، ق. مجتهدی و ف. بیات موحد (۱۳۸۴): بررسی تغییرات خصوصیات فیزیکی شیمیایی خاک سطحی در عرصه پخش سیلاب ایستگاه سهرین قره‌چیان زنجان. مجموعه مقالات نهمین کنگره علوم خاک ایران. مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری.
- ۴- حیدری، ف.، ا. مهدی‌پور و ا. مزروعی (۱۳۸۴): بررسی تاثیر رسوبات عرصه پخش سیلاب آب باریک بر خصوصیات فیزیکی خاک. مجموعه مقالات سومین همایش ملی فرسایش و رسوب. مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری.

- ۵- دانشور، م.، م. دانائیان و ج. وهابی (۱۳۸۴): تاثیر پخش سیلاب بر خصوصیات فیزیکی خاک در آبخوان میان کوه - استان یزد. مجموعه مقالات سومین همایش ملی فرسایش و رسوب. مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری.
- ۶- رحیم زاده، ق و همکاران (۱۳۸۸): بررسی اثرات بخش سیلاب بر برخی خصوصیات فیزیکی خاک در ایستگاه ژخش سیلاب دشت موسیان.
- ۷- رهبر، غ، و کوثر، آ (۱۳۸۱): بررسی تاثیر پخش سیلاب بر برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در عرصه پخش سیلاب گربایگان فارس، گزارش نهایی طرح تحقیقاتی.
- ۸- زارع مهرجردی، م.، ج. برخوردار، س. چوپانی و ک. کمالی (۱۳۸۶): بررسی اثرات پخش سیلاب بر روند تغییرات خصوصیات شیمیایی خاک از طریق پایش در ایستگاه پخش سیلاب سرچاهان. مجموعه مقالات دهمین کنگره علوم خاک ایران. دانشکده مهندسی آب و خاک، دانشگاه تهران.
- ۹- سکوتی اسکوتی، ر. مهدیان، م. ح.، مجیدی، ع. و خانی، ج. (۱۳۸۳): بررسی تاثیر پخش سیلاب بر روند تغییرات نفوذپذیری سطحی خاک آبخوان پلدشت در آذربایجان غربی، گزارش نهایی طرح تحقیقاتی، مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری.
- ۱۰- شریعتی، م. ح. (۱۳۷۹): بررسی تاثیر پخش سیلاب بر تغییرات نفوذپذیری خاک سطحی در عرصه آبخوان قوشه دامغان، پایان نامه کارشناسی ارشد رشته آبخیزداری، مرکز آموزش عالی امام خمینی.
- ۱۱- کمالی، ک. و م. عرب خدری (۱۳۸۴): بررسی تحقیقات انجام شده در زمینه تاثیر پخش سیلاب بر ویژگی های خاک. مجموعه مقالات سومین همایش ملی فرسایش و رسوب، مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری.
- ۱۲- محمودی، ش.، و حکیمیان، م. (۱۳۷۴): مبانی خاک شناسی، انتشارات دانشگاه تهران.
- ۱۳- محمدی، ا. (۱۳۸۳): بررسی تأثیر پخش سیلاب بر خصوصیات فیزیکی خاک، گزارش نهایی طرح تحقیقاتی، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری.
- ۱۴- محمدی، ا.، و اسماعیل نسب، ا. (۱۳۷۹): بررسی تأثیر پخش سیلاب بر خصوصیات فیزیکی خاک، دومین همایش دستاوردهای ایستگاه های پخش سیلاب، تهران.
- ۱۵- مهدیان، محمد حسین و همکاران (۱۳۸۵): بررسی و پایش تغییرات خصوصیات خاک در عرصه های پخش سیلاب.
- ۱۶- ملانی، ع، و شفیع، ا. (۱۳۸۴): تأثیر پخش سیلاب بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی عمق های مختلف خاک دشت آبدالان گچساران، مجموعه مقالات نهمین کنگره علوم خاک ایران، مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری.
- ۱۷- مرکز تحقیقات منابع طبیعی و امور دام استان ایلام، بخش تحقیقات آبخیزداری (۱۳۷۴): طرح پژوهشی، آموزشی و ترویجی آبخیزداری در دشت موسیان.

18- Roose, E., and F. Ndayizigiye. (1997): Agroforestry, Water and Soil Fertility Management to Fight Erosion in Tropical Mountains of Rwanda. Soil Technology 11: 109-119.