ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک تحت تأثیر پخش سیلاب در ایستگاه قره‌چریان زنجان

علیرضا واعظی[1*]، اعظم حسین شاهی[1] و پرویز عبدی نژاد[2]

(تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۱۲/۲۵ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۱۰/۳)

چکیده

پخش سیلاب یکی از روش‌های مناسب در مهار سیلاب‌ها و حفظ آب و خاک در مناطق خشک و نیمه‌خشک است. با توجه به این‌که ویژگی‌های خاک ممکن است تحت تأثیر پخش سیلاب قرار گیرند، در این بررسی تأثیر پخش سیلاب بر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک در پهنه پخش سیلاب قره‌چریان واقع در شمال غربی زنجان در سال ۱۳۸۹ بررسی گردید. برای این منظور سه عرصه پخش سیلاب همراه با یک عرصه شاهد جهت نمونه‌برداری خاک انتخاب شد. در هر عرصه پخش، هشت مکان و در عرصه شاهد، سه مکان تحت نمونه‌برداری خاک قرار گرفت. در این راستا ۲۱۶ نمونه خاک از سه عرصه پخش همراه با ۲۷ نمونه از عرصه شاهد برداشت شد. نفوذپذیری خاک نیز با استفاده از استوانه‌های مضاعف در سه مکان در هر عرصه پخش و عرصه شاهد اندازه‌گیری شد. بررسی ویژگی‌های فیزیکی خاک نشان داد که پخش سیلاب اثر کاهشی معنی‌دار($P< ۰/۰۰۱$) بر نفوذپذیری و آب قابل دسترس خاک داشت. کاهش نفوذپذیری خاک در عرصه‌های پخش نسبت به عرصه شاهد به‌دلیل کاهش درصد شن و افزایش درصد رس بود. هم‌بستگی معنی‌دار منفی بین مقدار آب قابل دسترس و میزان رس خاک نیز وجود داشت($P< ۰/۰۵$). ویژگی‌های شیمیایی خاک شامل شوری، پتاسیم و بی‌کربنات بر خلاف اسیدیته، آهک و ازت در عرصه‌های پخش سیلاب افزایش یافتند($P< ۰/۰۰۱$). تفاوت مقدار ماده آلی و کربنات در عرصه‌های پخش و عرصه شاهد معنی‌دار نبود. این پژوهش آشکار کرد که کنترل بار معلق و نمک‌های محلول در سیلاب به منظور جلوگیری از افت کیفیت فیزیکی (نفوذپذیری و آب قابل دسترس) و شیمیایی خاک (شوری و بی‌کربنات) در عرصه‌های پخش و افزایش کارایی این روش حائز اهمیت است.

واژه‌های کلیدی: نفوذپذیری‌خاک، آب قابل دسترس، شوری، بار معلق

۱. گروه خاک‌شناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان

۲. مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان زنجان

* : مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: vaezi.alireza@gmail.com

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-29]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1391.16.62.13.2]

مقدمه

ایران سرزمینی خشک و نیمه خشک با نزولات آسمانی بسیار کم است به‌طوری‌که میانگین بارندگی سالانه آن حدود ۲۷۴ میلی‌متر می‌باشد که در مقایسه با میانگین بارش در سطح کره زمین (حدود ۸۶۰ میلی‌متر) این مقدار بسیار کم است (۱۱). هدررفت آب به‌ویژه به شکل سیلاب به‌عنوان مشکل جدی در برخی حوزه‌های آبخیز است. خسارت ناشی از سیل در چند دهه اخیر در کل جهان نیز به‌گونه‌ای فزاینده افزایش یافته است که جلوگیری از آن ضروری به نظر می‌رسد (۴۰). سیل هر ساله در ایران نیز خسارات بسیار زیادی از نظر اقتصادی و تخریب منابع طبیعی و محیط زیست وارد می‌نماید (۱). مهار سیلاب‌ها و بهره‌گیری از آنها جهت تغذیه مصنوعی آبخوان‌ها به‌عنوان راهبردی اصولی برای تقویت و توسعه منابع آبی در مناطق خشک است (۸). گزارش‌ها نشان می‌دهد که تکنولوژی برداشت آب از طریق جمع‌کردن آب باران، رواناب و سیل از ۹۰۰۰ سال قبل از میلاد مسیح شروع شده است (۳۷). استفاده تلفیقی از اقدامات غیرسازه‌ای مانند پخش سیلاب (Flood water spreading) به منظور دست‌یابی به موفقیت بیشتر در عملیات مهار سیل پیشنهاد می‌شود (۳۸).

پخش سیلاب یا تغذیه مصنوعی(Artificial recharge) عبارت از وارد کردن آب به داخل یک سازند نفوذپذیر برای حفاظت، تقویت و ذخیره سفره‌های آب زیرزمینی با استفاده از سیلاب‌های سطحی است. این روش بهره‌برداری از آب، از جمله روش‌های مدیریت و حفظ منابع آب زیرزمینی به‌ویژه در مناطق خشک می‌باشد (۱۶). در این روش استحصال و پخش رواناب سطحی و متمرکزکردن سیلاب‌ها در عرصه‌های مشخص، برای مقاصد چندمنظوره شامل زراعت سیلابی، ایجاد بسترهای رشد گیاه و تولید چوب مورد توجه است (۲۳). پخش سیلاب به‌عنوان روشی برای افزایش کمی و کیفی پوشش گیاهی در غالب مراتع خشک و نیمه‌خشک شناخته شده است. گزارش‌ها نشان می‌دهد که در اثر پخش سیلاب پوشش گیاهی بیشتر شده (۴۱) و ضمن افزایش گونه‌های مرغوب‌تر، مقدار ازت، فسفر و کلسیم موجود در گیاهان نیز زیاد می‌شود (۲۴). پخش سیلاب می‌تواند سبب تغییر کاربری زمین و نوع پوشش گیاهی گردد زیرا ظرفیت نگهداشت آب و حاصل‌خیزی خاک در اثر پخش سیلاب تغییر می‌یابد. از طرف دیگر تغییر کاربری بر چرخه هیدرولیکی تأثیر گذاشته و باعث تغییر سرعت نفوذ و شدت تولید رواناب می‌گردد (۲۵).

پخش سیلاب در کنار مهار سیلاب‌ها و تغذیه سفره‌های آب زیرزمینی، تغییراتی در خصوصیات خاک عرصه‌ها را نیز به‌دنبال دارد. تاکنون بررسی‌های متعددی به منظور تأثیر پخش سیلاب بر خصوصیات خاک صورت گرفته است. مهدیان و همکاران (۱۹) در عرصه پخش سیلاب قوشه دامغان و سررشته‌داری و اسکیدمور (۳۹) در عرصه آب باریک بم و سکوتی‌اسکوئی (۸) در آبخوان پلدشت آذربایجان غربی و کولارکار و همکاران (۳۲) در بیابان‌های هند در بررسی تأثیر پخش سیلاب بر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک نشان دادند که پخش سیلاب با وجود آن‌که تغییرات قابل ملاحظه‌ای بر حاصل‌خیزی خاک داشت اما موجب شد نفوذپذیری خاک در عرصه‌های پخش نسبت به شاهد کاهش یابد. مطالعات نادری و همکاران (۳۵) در دشت گربایگان فسا نیز نشان داد که پخش سیلاب منجر به کاهش درصد شن و افزایش درصد سدیم تبادلی شد. هم‌چنین بین عرصه‌های پخش و شاهد تفاوت معنی‌داری از نظر مواد آلی، ازت کل، فسفر، درصد اشباع آب، ظرفیت تبادل کاتیونی و مجموع رس و سیلت وجود داشت ($P< ۰/۰۵$). شریعتی و همکاران (۹) تأثیر پخش سیلاب بر حاصل‌خیزی خاک در استان سمنان را بررسی کرده و نتیجه گرفتند که تأثیر پخش سیلاب بر افزایش میزان سیلت، رس، موادآلی، شوری، کاتیون‌های کلسیم، منیزیم، سدیم و پتاسیم، آنیون کلر، ازت کل و فسفر خاک معنی‌دار بود. با این وجود پخش سیلاب منجر به کاهش معنی‌دار در میزان شن و اسیدیته خاک شد. نتایج بررسی لطف‌الله‌زاده و همکاران (۱۷) در عرصه پخش سیلاب سرچاهان نشان داد که پخش سیلاب باعث کاهش درصد شن و افزایش درصد

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-29]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1391.16.62.13.2]

سیلت، رس، شوری، مقدار کاتیون‌ها و آنیون‌ها شد.

با وجود آن‌که اثر پخش سیلاب بر ویژگی‌های خاک در برخی نقاط کشور بررسی شده است لیکن در اغلب موارد تعداد مکان‌های پخش سیلاب تحت بررسی یا تعداد نقاط تحت نمونه‌برداری خاک در هر عرصه پایین بوده و از سوی دیگر نوع ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک تحت آزمایش محدود بوده است. هم‌چنین در بیشتر تحقیقات علت تغییرات ویژگی‌های خاک به‌طور مستدل مورد بررسی و بحث قرار نگرفته است. این تحقیق به منظور بررسی تأثیر پخش سیلاب بر تغییرات ویژگی‌های خاک و چگونگی تأثیر آن بر کیفیت فیزیکی و شیمیایی خاک در منطقه‌ای نیمه‌خشک انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

- منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه عبارت از ایستگاه پخش سیلاب دشت سهرین- قره‌چریان واقع در طول شرقی بین "۲۰ '۲۰ °۴۸ و "۵۹ '۲۰ °۴۸ و عرض شمالی بین "۳۲ '۵۶ °۳۶ و "۵۲ '۵۵ °۳۶ بود که در ۳۲ کیلومتری شمال غربی زنجان و بین دو رودخانه سهرین و قره‌چریان در ارتفاعی حدود ۱۸۰۰ متر از سطح دریا قرار دارد (۲). بافت خاک سطحی عرصه، عموماً لوم بوده و دارای ۱۰ تا ۲۰ درصد قلوه سنگ می‌باشد که با افزایش عمق، به خاک شنی با حدود ۴۰ تا ۵۰ درصد قلوه‌سنگ و سنگ تغییر می‌یابد (۵). میزان بارندگی منطقه از ۳۰۰ تا ۳۵۰ میلی‌متر متغیر است. بیشترین بارندگی ماهانه به فروردین ماه تعلق دارد و ماه‌های اسفند و اردیبهشت در رتبه بعدی قرار می‌گیرند. متوسط دمای سالانه منطقه ۱۰/۷ درجه سانتی‌گراد و میانگین تبخیر و تعرق سالانه ۱۲۲۷ میلی‌متر است. اقلیم منطقه براساس روش اقلیمی آمبرژه از نوع نیمه خشک سرد است (۲). شکل ۱ تصویر ماهواره‌ای منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهد.

.

- مطالعات صحرایی

عرصه پخش سیلاب قره‌چریان شامل ۱۵ کانال پخش و ۵۵ دروازه می‌باشد که از سال ۱۳۷۸ تا ۱۳۸۸ به تعداد ۹ بار سیلگیری شده است. جهت شیب اصلی دشت از شمال به جنوب و اندازه آن به‌طور متوسط ۲ درصد بود. با توجه به شرایط آبگیری و یکنواختی اراضی از لحاظ شیب و نوع خاک، برای نمونه‌برداری از منطقه پخش سیلاب، سه عرصه اول آب‌گیری به همراه عرصه شاهد انتخاب گردید. عرصه‌های پخش سیلاب شامل زمین‌های مقابل کانال‌های اول و دوم و سوم بودند و عرصه شاهد در فاصله‌ای نزدیک ۱۰۰ متر در بالادست عرصه اول پخش سیلاب قرار داشت. جهت نمونه‌برداری خاک، هرکدام از عرصه‌های پخش سیلاب به هشت شبکه (مکان) مطالعاتی تقسیم شد و در هر شبکه سه پروفیل خاک (سه تکرار) حفر گردید. در هر پروفیل از عمق‌های ۲۰-۰، ۴۰-۲۰ و ۶۰-۴۰ سانتی‌متر نمونه‌های خاک برداشت گردید. در عرصه شاهد نیز سه مکان در نظر گرفته شد و در هر مکان سه پروفیل حفر و از سه عمق مختلف نمونه‌های خاک برداشت گردید. در مجموع ۲۱۶ نمونه خاک از سه عرصه پخش (۳×۳×۸×۳) و ۲۷ نمونه از عرصه شاهد (۳×۳×۳) برداشت گردید. زمان نمونه‌برداری خاک قبل از شروع بارندگی‌ها و در آبان ماه سال ۱۳۸۸ بود. نفوذپذیری خاک به آب (I) با استفاده از استوانه‌های مضاعف به روش بار افتان در سه نقطه در هر عرصه پخش و در عرصه شاهد مجموعاً در ۱۲ نقطه (۳×۴) اندازه‌گیری شد. شکل ۲ محل‌های نمونه‌برداری خاک و نقاط اندازگیری نفوذپذیری خاک را نشان می‌دهد.

- اندازه‌گیری‌های آزمایشگاهی

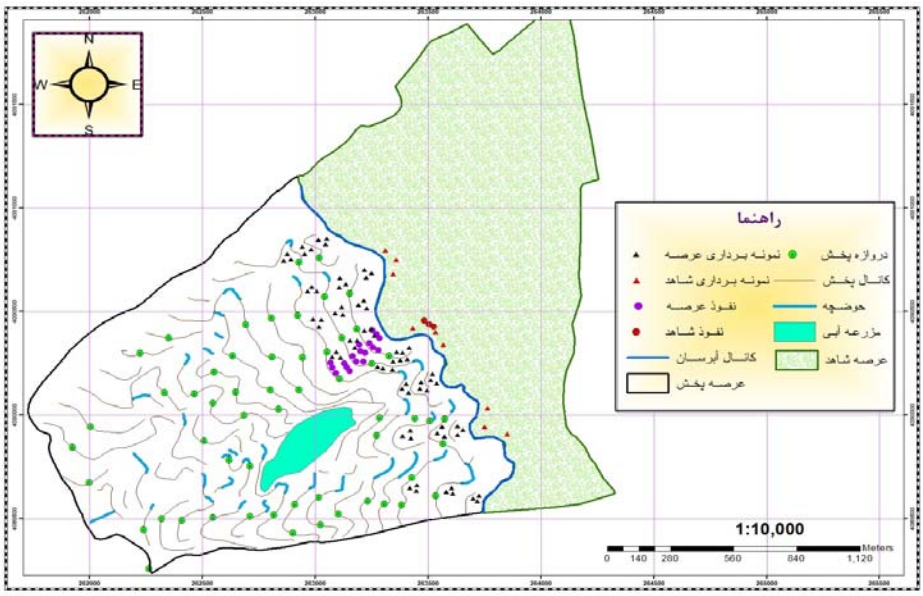
در نمونه‌های خاک آزمایش‌های فیزیکی شامل اندازه‌گیری بافت، جرم مخصوص حقیقی (P.d)، جرم مخصوص ظاهری (B.d)، تخلخل (F)، ظرفیت مزرعه‌ای (Field capacity) (FC) و نقطه پژمردگی دائم (Permanent wilting point) (PWP) و آزمایش‌های شیمیایی نیز شامل اسیدیته (pH)، هدایت الکتریکی (EC)، ماده آلی (OM)، آهک (TNV)، میزان عناصر ازت (N)، پتاسیم (K^+)،کربنات (CO_3^{2-}) و بی‌کربنات (HCO_3^-) انجام

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-29]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1391.16.62.13.2]



شکل ۱. تصویر ماهواره‌ای عرصه پخش سیلاب قره‌چریان در شمال غرب زنجان



شکل ۲. محل‌های نمونه‌برداری خاک و آزمایش نفوذپذیری خاک در عرصه پخش سیلاب قره‌چریان زنجان

گرفت. برای این منظور فراوانی ذرات شن، سیلت، رس با روش هیدرومتر (۳۰)، جرم مخصوص حقیقی خاک به روش پیکنومتر، جرم مخصوص ظاهری به روش نمونه‌برداری با سیلندر، میزان تخلخل از طریق جرم مخصوص حقیقی و ظاهری خاک، مقدار FC با استفاده از دستگاه صفحات فشاری تحت فشار ۰/۳ بار، مقدار PWP با استفاده از دستگاه غشای فشاری تحت فشار ۱۵ بار، آب قابل دسترس (AWC) از اختلاف رطوبت FC و PWP، اسیدیته با دستگاه پ‌هاش متر، EC به‌وسیله دستگاه هدایت

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-29]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1391.16.62.13.2]

الکتریکی‌سنج، ماده آلی به روش والکی بلاک (۳۶)، آهک (TNV) به روش خنثی‌سازی با اسید (۲۸)، پتاسیم به روش استخراج با استات آمونیوم (۳۱)، نیتروژن کل خاک با روش هضم و تقطیر با استفاده از دستگاه کجلدال و کربنات و بی‌کربنات به روش تیتراسیون (۲۹) اندازه‌گیری شدند.

- تجزیه و تحلیل داده‌ها

در تحلیل آماری داده‌ها، از طرح کاملاً تصادفی در ۴ تیمار عرصه همراه با ۷۲ تکرار داده برای سه عرصه پخش سیلاب و ۲۷ تکرار داده برای عرصه شاهد استفاده شد. قبل از تجزیه و تحلیل داده‌ها، توزیع نرمال داده‌ها به روش هیستوگرام فراوانی و تعیین چولگی و کشیدگی (Skewness and Kurtosis) داده‌ها بررسی شد. اثر پخش سیلاب بر ویژگی‌های مختلف فیزیکی و شیمیایی با آزمون دانکن بررسی شد. برای بررسی علل تغییر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک، از ماتریس هم‌بستگی بین ویژگی‌های خاک استفاده شد. جهت انجام کارهای آماری از نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۸ استفاده گردید.

نتایج و بحث

- تأثیر پخش سیلاب بر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک

نتایج تجزیه واریانس اثر پخش سیلاب در عرصه‌ها بر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک در جدول ۱ آمده است. نتایج نشان داد که اختلاف بین مقدار جرم مخصوص ظاهری (BD)، جرم مخصوص حقیقی (PD)، ظرفیت مزرعه‌ای (FC)، نقطه پژمردگی دائم (PWP)، مقدار آب قابل دسترس (AWC)، نفوذپذیری (I)، مقدار اسیدیته (pH)، هدایت الکتریکی (EC)، آهک (TNV)، ازت (N)، پتاسیم(K^+) و بی‌کربنات (HCO_3^-) خاک در عرصه‌های مورد بررسی در سطح احتمال ۰/۰۰۱ معنی‌دار بود. مقدار شن و تخلخل (F) نیز در عرصه‌ها تفاوتی معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰۵ داشت. با این وجود مقدار سیلت، ماده آلی و کربنات در عرصه‌های مورد بررسی اختلاف چشمگیری نداشت.

- میزان تغییرات ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک در عرصه‌های پخش سیلاب

جدول ۲ تغییرات ویژگی‌های خاک در عرصه‌های پخش سیلاب نسبت به عرصه شاهد در منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهد. نتایج میانگین ویژگی‌های فیزیکی خاک عرصه‌های پخش سیلاب و عرصه شاهد نشان داد که مقدار شن در عرصه‌های پخش سیلاب نسبت به عرصه شاهد به‌طور میانگین به اندازه ۲۲ درصد کاهش داشت. مقدار شن در عرصه‌های پخش سیلاب (۱ و ۲ و ۳) نسبت به هم تفاوت معنی‌دار نداشت. با این وجود تفاوت مقدار شن در عرصه‌های پخش نسبت به عرصه شاهد معنی‌دار بود. مقدار رس در عرصه‌های پخش سیلاب نسبت به عرصه شاهد به‌طور میانگین ۱۵ درصد بیشتر بود. مطالعه قضاوی و همکاران (۲۷) نیز نشان داد شن و رس بین عرصه‌های پخش و شاهد تغییرات معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰۱ داشتند. با وجود آن‌که مقدار سیلت در سطح عرصه‌ها اندکی بیشتر از شاهد بود (۹ درصد) لیکن این تفاوت معنی‌دار نبود. به عبارت دیگر حضور بیشتر ذرات رس نسبت به ذرات سیلت در بار سیلاب دلیل این موضوع بود. محمدی و همکاران (۱۸) نیز نشان دادند که مقدار سیلت در عمق سطحی خاک تحت تأثیر پخش سیلاب قرار نگرفت.

مقدار جرم مخصوص حقیقی خاک در عرصه‌های پخش نسبت به عرصه شاهد پایین بود (یک درصد)، با این وجود مقدار آن در عرصه پخش ۲ به‌طور قابل ملاحظه‌ای بیشتر از سایر عرصه‌ها بود. مقدار جرم مخصوص ظاهری در عرصه‌های پخش نسبت به عرصه شاهد بالاتر (۶ درصد) بود. مقدار جرم مخصوص ظاهری در عرصه پخش ۳ بیشترین مقدار بود و این تفاوت نسبت به سایر عرصه‌ها (شاهد و عرصه ۱ و ۲) معنی‌دار بود. در مطالعه‌ای محمدی و همکاران (۱۸) نیز نشان دادند که پخش سیلاب منجر به افزایش ۳ درصد در جرم مخصوص ظاهری خاک در عرصه‌ها شد. مقدار تخلخل در عرصه‌های پخش نسبت به عرصه شاهد به‌طور متوسط ۸ درصد کاهش نشان داد. عرصه پخش ۳ کمترین مقدار را از این نظر داشت.

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-29]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1391.16.62.13.2]

جدول ۱. تجزیه واریانس اثر پخش سیلاب در عرصه‌ها بر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک

ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	سطح معنی‌داری
شن	۳	۸۸/۶۷۵	۳/۷۳۵	۰/۰۲۵
سیلت	۳	۱۱/۸۱۵	۱/۱۵۳	۰/۳۴۹
رس	۳	۲۰/۴۵۵	۱/۹۵۲	۰/۰۴۹
جرم مخصوص حقیقی	۳	۰/۱۱۹	۲۷/۱۰۸	۰/۰۰۰
جرم مخصوص ظاهری	۳	۰/۰۳۵	۹/۵۳۶	۰/۰۰۰
تخلخل	۳	۰/۰۱۳	۴/۹۳۹	۰/۰۳۲
نفوذپذیری	۳	۴۰/۳۱۰	۲۳/۷۱۴	۰/۰۰۰
ظرفیت مزرعه‌ای	۳	۱۱/۶۸۵	۵۶/۰۳	۰/۰۰۰
نقطه پژمردگی دائم	۳	۲۱/۱۲۶	۸۲/۹۲۱	۰/۰۰۰
آب قابل دسترس	۳	۴/۱۸۵	۱۷/۲۴۱	۰/۰۰۰
اسیدیته	۳	۰/۳۶۰	۱۵/۵۴۰	۰/۰۰۰
هدایت الکتریکی	۳	۱/۱۰۱	۴۹/۴۳۶	۰/۰۰۰
ماده آلی	۳	۰/۰۰۴	۰/۲۰۴	۰/۸۹۳
آهک (کربنات‌های خنثی شونده)	۳	۱۵۸۰/۷۰۶	۱۱۴/۳۶۵	۰/۰۰۰
ازت	۳	۴۴/۷۱۰	۱۳۱/۷۰۳	۰/۰۰۰
پتاسیم	۳	۹۲۷۶/۲۹۰	۹۱/۳۶۱	۰/۰۰۰
کربنات	۳	۰/۰۰۰	۱/۷۲۵	۰/۱۹۰
بی‌کربنات	۳	۲۰/۵۸۲	۷۲/۱۱۰	۰/۰۰۰

جدول ۲. تغییرات ویژگی‌های خاک در عرصه‌های پخش سیلاب و عرصه شاهد

ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی	عرصه شاهد	عرصه پخش ۱	عرصه پخش ۲	عرصه پخش ۳	میانگین ویژگی در عرصه پخش نسبت به عرصه شاهد
شن (٪)	۳۹/۶۰^{a}	۳۱/۴۳^{b}	۲۸/۷۷^{b}	۳۲/۹۳^{b}	۰/۷۸
سیلت (٪)	۳۱/۶۶^{ns}	۳۵/۱۲^{ns}	۳۳/۳۸^{ns}	۳۴/۹۱^{ns}	۱/۰۹
رس (٪)	۲۸/۷۴^{b}	۳۳/۴۴^{a}	۳۳/۶۸^{a}	۳۲/۱۵^{ab}	۱/۱۵
جرم مخصوص حقیقی (gr/cm^3)	۲/۶۳^{b}	۲/۴۹^{c}	۲/۷۸^{a}	۲/۵۷^{b}	۰/۹۹
جرم مخصوص ظاهری (gr/cm^3)	۱/۴۶^{b}	۱/۴۹^{b}	۱/۵۳^{b}	۱/۶۳^{a}	۱/۰۶
تخلخل (٪)	۴۴/۰۶^{a}	۴۰/۳۶^{b}	۴۴/۸۶^{a}	۳۶/۶۰^{c}	۰/۹۲
نفوذپذیری (cm/h)	۱۵/۶^{a}	۱۱/۴۸^{b}	۶/۶۳^{c}	۱۱/۴۰^{b}	۰/۶۳
ظرفیت مزرعه‌ای (٪)	۱۵/۸۲^{a}	۱۷/۸۶^{c}	۱۵/۳۴^{b}	۱۵/۲۸^{a}	۱/۰۲
نقطه پژمردگی دائم (٪)	۵/۹۵^{a}	۹/۹۶^{b}	۷/۴۹^{a}	۶/۴۲^{a}	۱/۳۴
آب قابل دسترس (٪)	۹/۸۷^{a}	۷/۹۰^{c}	۷/۸۵^{c}	۸/۸۶^{b}	۰/۸۳
اسیدیته	۷/۴۷^{a}	۷/۱۸^{b}	۷/۲۱^{b}	۷/۶۳^{a}	۰/۹۸
هدایت الکتریکی (dS/m)	۰/۶۴^{c}	۱/۷۶^{a}	۱/۱۲^{b}	۱/۲۱^{b}	۲/۱۱
ماده آلی (٪)	۰/۵۶ ^{ns}	۰/۵۰ ^{ns}	۰/۴۸ ^{ns}	۰/۴۹ ^{ns}	۰/۸۸
آهک یا کربنات‌های خنثی شونده (٪)	۴۳/۱۲^{a}	۳۳/۹۵^{b}	۱۰/۷۰^{c}	۴۱/۱۸^{a}	۰/۶۶
ازت (٪)	۱/۴۹^{a}	۰/۸۵^{b}	۰/۷۸^{bc}	۰/۷۴^{c}	۰/۵۳
پتاسیم (mg/kg)	۲۵۹/۸۵^{c}	۳۵۰/۲۹^{b}	۳۶۸/۳۱^{a}	۳۶۰/۱۵^{ab}	۱/۴۱
کربنات (meq/lit)	۰/۰۰۲ ^{ns}	۰/۰۱۲ ^{ns}	۰/۰۰۰۳ ^{ns}	۰/۰۰۱ ^{ns}	۲/۲۲
بی‌کربنات (meq/lit)	۵/۲۴^{d}	۸/۱۸^{c}	۹/۰۴^{b}	۱۰/۳۹^{a}	۱/۷۶

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-29]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1391.16.62.13.2]

در عرصه پخش ۲ به‌دلیل افزایش بیشتر جرم مخصوص حقیقی خاک نسبت به جرم مخصوص ظاهری، مقدار تخلخل خاک نیز بیشتر بود.

مقدار نفوذپذیری خاک در عرصه‌های پخش نسبت به شاهد به‌طور متوسط به اندازه ۳۷ درصد کاهش یافت. بیشترین میزان نفوذپذیری (۱۵/۶۰ سانتی‌متر بر ساعت) در عرصه شاهد و کمترین میزان آن (۶/۶۳ سانتی‌متر بر ساعت) در عرصه پخش ۲ بود. در بررسی‌های قضاوی و همکاران (۲۷) نیز نشان داده شد که نفوذپذیری خاک در عرصه‌های پخش نسبت به عرصه شاهد تفاوتی چشمگیر ($P <$ ۰/۰۱) دارد. یافته‌های دانشور و همکاران (۴) در آبخوان میانکوه یزد نیز نشان داد که پس از هر بار سیل‌گیری از میزان نفوذپذیری شبکه‌های پخش کاسته شد. با این وجود شدت کاهش نفوذپذیری در شبکه پخش شماره یک بیشتر از سایر شبکه‌ها بود.

مقدار ظرفیت مزرعه‌ای و نقطه پژمردگی دائم در عرصه‌های پخش سیلاب نسبت به عرصه شاهد به‌ترتیب به اندازه ۲ درصد و ۳۴ درصد بیشتر بود. این تفاوت‌ها در عرصه پخش ۱ نسبت به سایر عرصه‌ها بالاترین بود. مقدار آب قابل استفاده گیاه در خاک نیز در عرصه‌های پخش به اندازه ۱۷ درصد کمتر از عرصه شاهد بود. عرصه‌های پخش ۱ و ۲ کمترین میزان را از این نظر داشتند.

بررسی تغییرات ویژگی‌های شیمیایی خاک در عرصه‌های پخش سیلاب و عرصه شاهد نیز نشان داد که پخش سیلاب منجر به کاهش اسیدیته خاک (۲ درصد) شد. میزان اسیدیته خاک در عرصه‌های پخش ۱ و ۲ کاهش چشمیگیری نسبت به سایر عرصه‌ها داشت. کاهش pH در عرصه‌های پخش در تحقیقات قضاوی و ولی (۱۳) در عرصه پخش سیلاب فتح‌آباد داراب و مهدیان و همکاران (۲۰) در عرصه پخش سیلاب قومشه دامغان نیز گزارش شد. با این وجود یافته‌های سررشته‌داری (۷) در عرصه پخش سیلاب آب باریکه بم نشان داد که پخش سیلاب تأثیری بر مقدار pH خاک نداشت. مقدار شوری (هدایت الکتریکی) در عرصه‌های پخش (۱ و۲ و ۳) افزایش چشمگیری نسبت به عرصه شاهد داشت. میزان افزایش در عرصه‌های پخش نسبت به عرصه شاهد به‌طور متوسط ۱۱۱ درصد بود. نتیجه تحقیقات رنگ‌آور(۶) و سکوتی‌اسکویی (۸) نیز نشان‌دهنده افزایش معنی‌دار شوری خاک در عرصه‌های پخش نسبت به عرصه شاهد بود.

براساس نتایج هر چند مقدار ماده‌آلی در عرصه‌های پخش نسبت به عرصه شاهد به اندازه ۱۲ درصد کاهش یافت لیکن این تفاوت معنی‌دار نبود. بررسی‌های محمدی و همکاران (۱۸) در عرصه سفیدرود کردستان و مطالعات فخری و همکاران (۱۲) در ایستگاه تحقیقاتی تنگستان استان بوشهر نیز نشان داد که پخش سیلاب بر مقدار ماده آلی در عرصه‌ها اثری معنی‌دار نداشت. پخش سیلاب منجر به کاهش مقدار آهک در عرصه‌های پخش نسبت به عرصه شاهد شد (۳۴ درصد). میزان آهک (کربنات‌های خنثی‌شونده خاک) در عرصه پخش ۱ و به‌ویژه عرصه پخش ۲ کاهش چشمگیری نسبت به سایر عرصه‌ها داشت. بررسی‌های باقرنژاد (۲۲) در سیستم پخش سیلاب قومشه دامغان نیز نشان داد که مقدار کربنات کلسیم در عرصه‌های پخش کاهش یافت.

مقدار ازت در عرصه‌های پخش نسبت به شاهد به‌طور چشمگیری کاهش یافت (۴۷ درصد) و عرصه پخش ۳ کمترین میزان ازت را داشت. این نتیجه برخلاف یافته‌های سکوتی‌اسکویی (۸) بود که نشان داد که پخش سیلاب در آبخوان پلدشت آذربایجان‌غربی منجر به افزایش مقدار ازت در عرصه‌ها شد. مقدار پتاسیم در عرصه‌های پخش سیلاب نسبت به عرصه شاهد افزایش قابل ملاحظه‌ای یافت (۴۱ درصد) و در عرصه پخش ۲ بیشترین مقدار را داشت. در بررسی‌های لطف‌الله‌زاده و همکاران (۱۷) در عرصه پخش سیلاب سرچاهان نیز نشان داده شد که پخش سیلاب منجر به افزایش مقدار پتاسیم در عرصه‌ها شد. میزان کربنات افزایش چشمگیری در عرصه‌های پخش نسبت به عرصه شاهد نداشت. با این حال میزان بی‌کربنات در عرصه‌های پخش سیلاب نسبت به عرصه شاهد ۷۶ درصد افزایش داشت. این افزایش در تمام عرصه‌های

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-29]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1391.16.62.13.2]

پخش نسبت به عرصه شاهد چشمگیر بود و بیشترین مقدار آن در عرصه پخش ۳ بود. نتایج این پژوهش برخلاف بررسی‌های لطف‌الله‌زاده و همکاران (۱۷) بود که نشان دادند که پخش سیلاب اثری بر مقدار بی‌کربنات در عرصه‌ها نداشت.

- هم‌بستگی بین ویژگی‌های خاک در عرصه‌ها

نتایج هم‌بستگی بین ویژگی‌های خاک در عرصه‌ها (جدول ۳) نشان داد که نفوذپذیری خاک هم‌بستگی معنی‌دار مثبت با مقدار شن ($P<0/01$ و $r=0/53$) و هم‌بستگی منفی معنی‌دار با مقدار رس خاک ($P<0/05$ و $r=-0/35$) داشت. پخش سیلاب اثر قابل‌توجهی در کاهش درصد ذرات شن در عرصه‌ها (۱، ۲ و ۳) داشت. عرصه‌های پخش سیلاب ۱ و ۲ نیز دارای قابل توجهی رس نسبت به عرصه شاهد بودند. در این دو عرصه درصد ذرات شن کمترین بود چرا که این دو عرصه در محل ورود سیلاب از کانال اصلی قرار داشتند و بخش قابل توجهی از ذرات رس موجود در سیلاب در آن دو جاگذاری شدند. در عرصه پخش سیلاب ۳ نیز به‌دلیل کاهش ورود ذرات رس، فراوانی ذرات شن اندکی بیشتر از دو عرصه اول (۱ و ۲) بود.

بررسی رابطه بین نفوذپذیری و تخلخل خاک نیز نشان داد که نفوذپذیری خاک دارای هم‌بستگی معنی‌دار منفی با تخلخل خاک ($P<0/05$ و $r=0/37$) می‌باشد. کاهش فراوانی ذرات شن از یک سو و افزایش تجمع ذرات رس در بین منافذ درشت از سوی دیگر موجب شد تخلخل خاک و به‌ویژه تخلخل درشت کاهش یافته و در نتیجه نفوذپذیری خاک در عرصه‌های پخش سیلاب به‌شدت تحت تأثیر قرار گرفت. براساس نتایج، میزان نفوذپذیری خاک در عرصه پخش ۲ کاهش بیشتری نشان داد. این موضوع به‌دلیل نزدیکی این عرصه به کانال انتقال سیلاب بود. در واقع با توجه به این‌که رسوبات ریزتر عمدتاً در عرصه پخش دوم ته‌نشین شدند، فراوانی ذرات شن به‌شدت کاهش یافته و به‌دلیل کاهش حجم منافذ درشت خاک، نفوذپذیری خاک به‌شدت کاهش یافت. بررسی‌های خلفی و همکاران (۳) در شش نقطه در عرصه پخش سیلاب و دو نقطه در عرصه شاهد در ایستگاه قره‌چریان زنجان نیز نشان داد که پس از پنج بار سیلگیری، فراوانی ذرات شن و رس و نیز نفوذپذیری خاک در عرصه‌های پخش (به‌ترتیب ۳۲/۲ و ۳۴/۲ درصد و ۱۱/۰۳ سانتی‌متر بر ساعت) نسبت به شاهد (به‌ترتیب ۳۳/۵ و ۲۹/۰ درصد و ۱۴/۷ سانتی‌متر بر ساعت) تغییر یافت. بررسی‌های شریعتی و همکاران (۹) در عرصه پخش سیلاب قومشه دامغان مشاهده کردند که نفوذپذیری عرصه‌های پخش نسبت به عرصه شاهد ۱۲ برابر کم شد. کاهش شدید نفوذپذیری به‌دلیل انتقال رسوبات حاصل از سازندهای زمین‌شناسی ناپایدار بالادست به‌وسیله سیلاب بود. تحقیقات سکوتی اسکوئی (۸) در آبخوان پلدشت در آذربایجان غربی نشان داد که تغییرات مقدار شن، سیلت و رس در عرصه‌ها از علل کاهش نفوذپذیری خاک بود. عرب خدری و همکاران (۱۰) بیان کردند که ورود سیلاب حاوی بار معلق، از یک سو با برجاگذاشتن رسوبات بر روی عرصه پخش و از سوی دیگر با نفوذ مواد ریزدانه به درون نیمرخ خاک، به مرور زمان سبب تغییراتی در خصوصیات خاک به‌خصوص از نظر نفوذپذیری می‌شود. بررسی‌های باقرنژاد (۲۲) در سیستم پخش سیلاب قومشه دامغان نیز نشان داد که مواد معلق موجود در سیلاب‌ها باعث افزایش ذرات رس در عرصه‌های پخش شد و با کاهش خلل و فرج درشت، نفوذپذیری خاک کاهش یافت. محمدنیا و کوثر (۳۳) در سیستم آبخوان بخش جنوبی کوه‌های زاگرس نشان دادند که ترسیب رس‌های موجود در سیلاب‌های گل‌آلود به‌دلیل ایجاد لایه نفوذ ناپذیر، نفوذپذیری خاک را کاهش می‌دهد.

پخش سیلاب باعث کاهش قابل توجه مقدار آب قابل استفاده (AWC) در عرصه‌ها گردید. وجود هم‌بستگی معنی‌دار منفی بین میزان آب قابل دسترس و رس در عرصه‌ها نشان داد که علت اصلی کاهش AWC در عرصه‌های پخش (عرصه ۱ و به‌ویژه ۲) افزایش درصد رس خاک در آنها بود. این مسأله موجب شد رطوبت خاک در نقطه پژمردگی دائم (PWP) به‌شدت افزایش یافته (۳۴ درصد) در حالی‌که افزایش ظرفیت مزرعه‌ای بسیار پایین (۲ درصد) بود. به‌هم خوردن ساختمان

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-29]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1391.16.62.13.2]

جدول ۳. هم‌بستگی بین ویژگی‌های خاک در عرصه پخش سیلاب قره چریان زنجان

	Sand	Silt	Clay	OM	N	K^+	EC	F	PWP	FC	AWC	I
Sand	۱											
Silt	۰/۱۴-	۱										
Clay	-۰/۲۴	۰/۵۶**	۱									
OM	۰/۳۰	-۰/۰۷	-۰/۰۶	۱								
N	۰/۴۰*	-۰/۲۰	-۰/۳۱	۰/۲۵	۱							
K^+	-۰/۴۸*	۰/۱۹	۰/۳۲	-۰/۰۵	-۰/۹۲**	۱						
EC	-۰/۱۵	۰/۱۴	۰/۲۱	۰/۰۱	-۰/۴۷*	۰/۴۰*	۱					
F	-۰/۱۵	-۰/۳۵*	-۰/۰۲	-۰/۰۱۶	۰/۳۲	-۰/۱۵	-۰/۲۵	۱				
PWP	-۰/۱۰	۰/۱۸	۰/۲۴	-۰/۰۴	-۰/۲۵	۰/۲۴	۰/۷۹**	۰/۰۵	۱			
FC	۰/۰۳	۰/۲۲	۰/۰۹	۰/۰۸	۰/۰۶	-۰/۰۹	۰/۷۰**	-۰/۰۷	۰/۸۷**	۱		
AWC	۰/۲۶	-۰/۰۲	-۰/۳۴*	۰/۲۰	۰/۵۷**	-۰/۶۲**	-۰/۵۰**	-۰/۲۰	-۰/۶۸**	-۰/۲۱	۱	
I	۰/۵۳**	۰/۰۵	-۰/۳۵*	۰/۱۳	۰/۶۳**	-۰/۷۴**	-۰/۰۵	-۰/۳۷*	-۰/۱۰	۰/۲۹	۰/۶۳**	۱

** : هم‌بستگی معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰۱

* : هم‌بستگی معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰۵

خاک در عرصه‌های پخش (عرصه ۲) نیز عامل دیگر مؤثر بر کاهش میزان آب قابل دسترس بود. این نتیجه برخلاف گزارش‌های صادقی و فریدون‌فرهی (۱۴) بود. این محققین نشان دادند که با گسترش سیلاب گل‌آلود در پهنه‌های پخش، تجمع ذرات رس در اعماق مختلف خاک افزایش یافت و به‌دلیل بهبود دانه‌بندی خاک در عمق، ظرفیت نگه‌داری آب در خاک بیشتر شد. اگر چه تحقیقات ایوان و همکاران (۲۶) نشان داد که میزان آب قابل دسترس گیاهان در خاک ارتباط زیادی با مقدار مواد آلی خاک دارد و با زیاد شدن مواد آلی، افزایش می‌یابد. با این وجود در تحقیق حاضر با توجه به این‌که ماده‌آلی در عرصه‌های پخش نسبت به عرصه شاهد تغییر چندانی نداشت، از این رو تغییرات آب قابل دسترس در عرصه‌ها به‌دلیل تغییر مقدار ماده آلی در آنها نبود. بررسی‌های نوربخش و افیونی (۲۱) نیز نشان داد که میزان آب قابل استفاده با درصد شن، سیلت و رس خاک هم‌بستگی معنی‌دار دارد.

مقدار شوری خاک با مقدار پتاسیم خاک هم‌بستگی معنی‌دار مثبت ($P<۰/۰۵$ و $r=۰/۴۰$) داشت. به عبارت دیگر افزایش پتاسیم (محلول و تبادلی) از طریق سیلاب به عرصه‌ها منجر به افزایش شوری خاک در آنها شد. افزایش تجمع آنیون بی‌کربنات در عرصه‌های پخش نیز دلیل دیگر افزایش میزان شوری در آنها بود. با برجای گذاشته شدن پیاپی چنین املاحی در عرصه‌ها و تبخیر مداوم آب از سطح عرصه‌ها، بخش زیادی از املاح در نیمرخ سطحی خاک باقی مانده و منجر به افزایش میزان شوری خاک می‌شود. مطالعات لطف‌اللهزاده و همکاران (۱۷) نشان داد که با وجود اصلاح بافت خاک، با ورود ذرات رس به عرصه پخش، میزان املاح و در نتیجه شوری خاک افزایش یافت. هم‌چنین تحقیقات فخری و همکاران (۱۲) و ملائی(۱۹) نیز نشان داد که علت افزایش شوری در عرصه‌های پخش سیلاب به‌دلیل به‌جا ماندن املاح در رسوبات انتقال یافته از تشکیلات زمین‌شناسی بالادست حوزه پس از تبخیر بود. میزان تغییرات شوری خاک به کیفیت سیلاب وابسته بود. در پژوهش حاضر

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-29]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1391.16.62.13.2]

عرصه پخش ۱ بیشترین میزان هدایت الکتریکی را داشت. این موضوع به‌دلیل ورود حجم بیشتر سیلاب به این عرصه و افزایش تجمع املاح مختلف از جمله کربنات‌ها بود. مقدار شوری خاک با مقدار ازت خاک هم‌بستگی معنی‌دار منفی ($P<0/05$ و $r=-0/47$) نشان داد. این موضوع به این دلیل بود که بخش عمده‌ای از ازت اندازه‌گیری شده در خاک از نوع آلی بوده که منبع آن بقایای گیاهی و جانوری خاک بالادست عرصه‌ها بود.

این پژوهش نشان داد که پخش سیلاب بر مقدار ماده آلی خاک در عرصه‌ها اثری معنی‌دار نداشت. علت عدم تغییرات ماده آلی در عرصه‌های پخش نسبت به عرصه شاهد به این دلیل بود که خاک عرصه پیش از اجرای عملیات پخش سیلاب دارای مقدار پایینی ماده آلی بود (۰/۵۶ درصددر عرصه شاهد) و سیلاب حاصل از تجمع رواناب‌های بالادست هم از خاک‌های مشابه از نظر مواد آلی سرچشمه گرفته بودند. افزایش بی‌کربنات در عرصه‌های پخش به‌دلیل ورود ترکیباتی کربناتی به‌ویژه کربنات کلسیم از اراضی بالادست از طریق سیلاب به عرصه‌های پخش بود. حضور آب در عرصه‌ها شرایط را برای تبدیل یون‌های کربناتی به بی‌کربنات افزایش داد. در این پژوهش مقدار اسیدیته (pH) در عرصه ۱ و ۲ نسبت به عرصه شاهد به‌طور معنی‌داری پایین بود. افزایش یون‌های بی‌کربنات و در نتیجه انحلال آهک دلیل اصلی کاهش مقدار pH در این عرصه‌ها بود.

این پژوهش نشان داد که کاهش نفوذپذیری خاک و آب قابل دسترس گیاه یکی از دلایل اساسی افت کیفیت فیزیکی خاک در عرصه‌های پخش سیلاب است. از سوی دیگر افزایش شوری خاک یکی دیگر از پیامدهای منفی تأثیر پخش سیلاب بر خصوصیات شیمیایی خاک در عرصه‌ها بود. ترسیب رس در عرصه‌ها و انتقال بخشی از کاتیون‌ها (پتاسیم) از طریق سطوح تبادلی آنها یکی از عوامل بروز شوری در خاک عرصه‌های پخش بود. بنابراین اهمیت رسوب‌گیری سیلاب در شبکه‌های پخش سیلاب بیش از آثار سودمند ذخیره آب است زیرا با این کار تغییرات زیادی از نظر ویژگی‌های خاک و در نتیجه تغذیه آب زیرزمینی به وجود می‌آید (۱۵). در واقع رسوب‌زدایی سیلاب‌های گل‌آلود پیش‌نیاز تغذیه مصنوعی و افزایش عمر مفید آنهاست (۳۴).

نتیجه‌گیری

پخش سیلاب موجب شد میزان رس و جرم مخصوص ظاهری خاک افزایش و در مقابل فراوانی ذرات شن کاهش یابد. افزایش درصد رس و کاهش درصد شن در عرصه‌های پخش سیلاب، دلیل اصلی کاهش نفوذپذیری خاک در آنها بود. هم‌چنین با افزایش میزان رس خاک، میزان آب قابل دسترس گیاه در خاک عرصه‌های پخش کاهش یافت. این موضوع به‌دلیل افزایش چشمگیر نقطه پژمردگی دائم تحت تأثیر پخش سیلاب بود. در حقیقت نفوذپذیری خاک و آب قابل دسترس به‌عنوان دو ویژگی مهم فیزیکی خاک، در عرصه‌های پخش سیلاب دستخوش تخریب شدند. هم‌چنین این تحقیق نشان داد که در اثر پخش سیلاب شوری، پتاسیم و بی‌کربنات خاک افزایش و در مقابل میزان آهک، اسیدیته و ازت خاک کاهش یافت. با توجه به افزایش شوری و بی‌کربنات خاک و کاهش ازت می‌توان نتیجه گرفت که ویژگی‌های شیمیایی خاک در اثر پخش سیلاب غالبا دچار تخریب شدند. این پژوهش نشان داد که مدیریت بار معلق (به‌ویژه ذرات رس) و نمک‌های محلول در سیلاب به منظور جلوگیری از افت کیفیت فیزیکی و شیمیایی خاک در عرصه‌های پخش و افزایش کارایی این روش حائز اهمیت است. در این راستا ایجاد حوضچه‌های رسوب‌گیر در بالادست عرصه‌های پخش می‌تواند اقدامی مؤثر در جلوگیری از تخریب برخی ویژگی‌های خاک در عرصه‌های پخش سیلاب باشد.

سپاسگزاری

از مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی زنجان به خاطر فراهم نمودن شرایطی مناسب برای اجرای پژوهش در ایستگاه پخش سیلاب قره‌چریان کمال تشکر را داریم.

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-29]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1391.16.62.13.2]

منابع مورد استفاده

۱. احمدی، ح. ۱۳۷۸. *ژئومورفولوژی کاربردی*. جلد ۱، فرسایش آبی، انتشارات دانشگاه تهران.

۲. بی‌نام، ۱۳۸۷. چکیده‌نامه طرح‌های پژوهشی ۱۳۷۰-۱۳۸۶ دشت قره‌چریان زنجان. مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان زنجان.

۳. خلفی، ج.، عبدی، پ. و زنجانی‌جم، م. ۱۳۸۲. بررسی اثر پخش سیلاب بر تغییرات نفوذپذیری خاک سطحی ایستگاه سهرین-قره‌چریان زنجان. سومین همایش آبخوانداری، ارومیه، شهریور ۱۳۸۲، ۲۶۹-۲۷۵.

۴. دانشور، م. ر. و دانائیان، م. ر. و وهابی، ج. ۱۳۸۴. بررسی تأثیر پخش سیلاب بر خصوصیات فیزیکی خاک در آبخوان میانکوه یزد. مجموعه مقالات سومین همایش فرسایش و رسوب، تهران، شهریور ۱۳۸۴، ۵۶-۶۰.

۵. دماوندی، ر. و ا. گلچین. ۱۳۷۷. مطالعات خاک‌شناسی و طبقه‌بندی اراضی ایستگاه پخش سیلاب زنجان. مرکز تحقیقات منابع طبیعی و امور دام زنجان، ۴۲ صفحه.

۶. رنگ‌آور، ع. ۱۳۸۲. اثرات پخش سیلاب بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی منابع خاکی آبخوان. مجموعه مقالات سومین همایش آبخوان‌داری ارومیه ۱۳۸۳، صفحه ۶۰-۶۷.

۷. سرشته‌داری، ا. ۱۳۸۲. بررسی اثرات پخش سیلاب بر نفوذپذیری و حاصل‌خیزی خاک (مطالعه موردی: آب باریک بم). مجله پژوهش و سازندگی ۶۲: ۸۴-۹۰.

۸. سکوتی اسکویی، ر. ۱۳۸۳. بررسی تأثیر پخش سیلاب بر آبخوان بر روند تغییرات نفوذپذیری سطحی خاک. مجموعه مقالات سومین همایش آبخوان‌داری ارومیه ۱۳۸۳، صفحه ۵۴-۵۹.

۹. شریعتی، م. ح.، ا. شاهسوار و ر. شریفی ع. عمویی و ب. مرزدارانی. ۱۳۸۴. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی بررسی تأثیر پخش سیلاب در حاصل‌خیزی خاک در استان سمنان. صفحه ۳۲-۳۵.

۱۰. عرب خدری، م.، ا. پرتویی ک. کمالی. ع. غفاری و ا. سررشته داری. ۱۳۷۶. پژوهشی پیرامون تأثیر رسوب‌گذاری بر بازده نفوذپذیری شبکه‌های پخش سیلاب سنتی (بندسار). گزارش نهایی طرح تحقیقاتی مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری کشور، ۱۰۰ صفحه.

۱۱. علیزاده، ا. ۱۳۷۹. *اصول هیدرولوژی کاربردی*. چاپ دوازدهم، انتشارات آستان قدس رضوی، مشهد.

۱۲. فخری، ف، م. و جعفری، م. ح. مهدیان و ح. آذرنیوند. ۱۳۸۴. تأثیر پخش سیلاب بر برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک ایستگاه تحقیقاتی تنگستان استان بوشهر. فصلنامه تحقیقات مرتع و بیابان ایران ۲۰: ۲۳۳-۲۴۰.

۱۳. قضاوی، غ. ع. و ع. ولی. ۱۳۸۸. اثرات پخش سیلاب بر روی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک عرصه پخش سیلاب فتح آباد داراب. یازدهمین کنگره علوم خاک گرگان، صفحه۸۸ .

۱۴. صادقی، ا. و ح. فریدون‌فرهی. ۱۳۶۳. گزارش خاک‌شناسی نیمه‌تفصیلی دهنه شور نیشابور. مؤسسه تحقیقات خاک و آب، نشریه فنی شماره ۶۴۳، صفحه ۳۹.

۱۵. کمالی، ک.، ع. ر اسلامی ن. جلالی، ا. مصطفایی، م. ص. جلال‌الدینی، ن. غیاثی و ا. سیدی. ۱۳۸۷. *مبانی پخش سیلاب بر آبخوان*. چاپ اول، انتشارات پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، ۲۳۶ صفحه.

۱۶. کیاحیرتی، ج.، س. اسلامیان، ح. خادمی و ا. ح. چرخابی. ۱۳۸۱. بررسی عملکرد شبکه پخش سیلاب موغار اردستان در تغذیه مصنوعی سفره‌های آب زیرزمینی. مجله منابع طبیعی ایران ۵۵(۲): ۱۶۸-۱۶۹.

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-29]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1391.16.62.13.2]

۱۷.لطف‌الله زاده، د.، م. زارع مهرجردی و ک. کمالی. ۱۳۸۶. بررسی تأثیر پخش سیلاب بر برخی خصوصیات خاک در عرصه پخش سیلاب سرچاهان. مجله پژوهش و سازندگی. ۷۶: ۸۳-۸۷.

۱۸.محمدی، ا.، ح. خالدیان و ن. حبیبی. ۱۳۸۳. اثر پخش سیلاب بر برخی خصوصیات فیزیکی خاک عرصه سفیدرود کردستان. سومین همایش آبخوان‌داری ارومیه ۱۳۸۳.

۱۹.ملائی، ع. ۱۳۸۲. بررسی تغییرات خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در اثر پخش سیلاب، مطالعه موردی ایستگاه پخش سیلاب امامزاده جعفر. مقالات سومین همایش آبخوان‌داری ارومیه ۱۳۸۳، صفحه ۶۸-۷۳.

۲۰.مهدیان، م. ح.، ا. حسینی چگینی، م. ح. شریعتی و ر. خاکسار. ۱۳۸۲. بررسی تأثیر پخش سیلاب در تغییرات فیزیکوشیمیایی خاک در پخش سیلاب قومشه دامغان. استان سمنان. مجله پژوهش و سازندگی ۶۱: ۳۹-۴۴.

۲۱.نوربخش، م. و م. افیونی. ۱۳۷۹. تخمین ظرفیت زراعی و نقطه پژمردگی دائم از روی برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی ۴(۱): ۱-۸.

22. Baghernejad, M. 1999. Artifishal recharge system and the fateof dissolved and suspended particles in floodwater:a cace study in damghan playa, iran. Proceeding of the 9th Internathonal Rain Water Catchment Systems Conference Petrolina, Brazil. PP. 48-52.
23. Baza, M. 2001. Inference of a Drought Mitigation Action Plan. Expert Consultiation and workshop on Drought Preparends and Mitigation in the Near East and Mediterranean Organized By FAO/RNG. ICARDA and EV, Syria 27-31.
24. Branson, F. A. 1956. Range Forage Production changes on a water spreader in southeastern Montana. J. Range Manage. 9: 187-191.
25. Cao, W., WB. Bowden, T. Tim Davie A. Fenemor. 2009. Modeling impacts of land cover change on critical water resources in the Motueka river catchment, New Zealand. Water Resour. Manage. 23: 137- 151.
26. Evans, R., D.K. Cassel and R.E. Sneed. 1996. Soil, water and crop characteristics important to irrigation scheduling, North Carolina Cooperative Extension Service Pub. AG. PP. 1-452.
27. Ghazavi, R. and A. Vali and S. Eslamian. 2010. Impact of flood spreading on infiltration rate and soil properties in an arid enviroment, Water Resour. Manage. 24: 2781- 2793.
28. Goh, T. B., R. J. St. Arnaud and A. R. Mermut. 1993. Carbonates. PP. 177- 185. *In:* Cartner, M. R. (Ed.), Soil Sampling and Methods of Analysis. Canadian Soeiety of Soil Sceiety of soil Science. Lewis Pub., Boca Raton, Canada.
29. Klute, A. 1986. Methods of Soil Analysis. Part 1, Physical and Mineralogical Methods. Madison, Wisconsin, United States of America.
30. Klute, A. and C. Direksen. 1986. Hydraulic conductivity and diffusivity: laboratory methods. PP. 687-734. *In:* A. Klute (Ed.), Method of Soil Analysis, Part 1. Agronomy 9 Soil Science Society of America Madison. W. I.
31. Knudsen, D., G. A. Peterson and P. F. Pratt. 1982. Lithium, Sodium and Potassium. PP. 225- 246. *In:* A. L. Page *et al.* (Ed.), Methods of Soil analysis. Part2. chemical and microbiological Properties. ASA Monograph Number 9.
32. Kolarkar A.S, K.N.K and Singh, N.1983. Khadin: A method of harvesting water for agriculture in the that desert, J.A., PP. 59-66.
33. Mohammadnia, M. and A. Kowsar. 2003. Clay translocation in the artificial recharge of a groundwater system in the southern Zagros mountains, Iran. Mountain Res. and Develop. 23(1): 50-55.
34. Mirnia, S.K. and S.A. Kowsar. 2000. Reclamation of a sandy desert through floodwater spreading: II. Characterization of Clay Minerals in the Watershed and the Freshly-Laid Sediment. J. Agric. Sci. Technol. 2: 197-206.
35. Naderi, A. and Foruzanfar, N. and Mozafari, A. 2000. Reclamation of a sandy desert through floodwater spreading: L sediment- induced change in selected soil chemical and physical properties. J. Agric. Sci. Technol. 2: 9-20.
36. Nelson, D. W. and L. E. Sommer. 1982. Total carbon, organic carbon and organic matter. *In:* A. L. Page (Ed.), Methods of Soil Analysis. 2nd ed., ASA Monogr. Amer. Soc. Agron. Modison. 9(2): 539- 579.
37. Oweis, T. and D. Prinz and A. Hachum. 2001. Water harvesting. In: Indigenous knowledge for the future of drier environments. International Center for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA).
38. Reij, C., P. Mulder and L. Begemann. 1988. Water harvesting for-plant production 0-8213-1142-5. The World Bank, Washington, D.C.

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-29]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1391.16.62.13.2]

39. Sarreshtehdari, A. and A. K. Skidmore. 2005. Soil properties changing after flood spreading project (case study in Iran). Available on the: www. zalf.de/ icid/ICID_ERC2005/.
40. Smith, K. 2001. Environmental Hazards Assessing Risk and Redusing Disaster. 3rd ed., Routledge Pub., London. PP. 8-12.
41. Toda, Y., S. Ikeda, K. Kumagai and T. Asano. 2002. Effects of flood flow on flood plain soil and riparian vegetation in a Gravel River. J. Hydrol. Eng. 131: 950- 960.

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-29]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1391.16.62.13.2]