

بررسی تأثیر پخش سیلاب بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی خاک (مطالعه موردی: ایستگاه پخش سیلاب گچساران)

- ❖ محسن پادیاپ؛ دانشجوی دکتری آبخیزداری دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران
- ❖ سادات فیض‌نیا*؛ استاد دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران
- ❖ حسن احمدی؛ استاد گروه آبخیزداری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران
- ❖ اردشیر شفیعی؛ عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان کهگیلویه و بویراحمد

چکیده

از ویژگی‌های مناطق خشک و نیمه‌خشک، علاوه بر کمبود و نقصان بارندگی، نزول بارش‌هایی با شدت نسبتاً زیاد و مدت کوتاه است؛ این حالت در اکثر مواقع به وقوع سیلاب‌های حجیمی منجر می‌شود. این سیلاب‌ها رسوبات فراوانی دارند که، در صورت گسترش آن‌ها در سطح اراضی، خصوصیات خاک را تغییر می‌دهند. در این تحقیق آثار گسترش سیلاب (پس از ۱۲ سال از تأسیس ایستگاه پخش سیلاب گچساران) بر خصوصیات خاک بررسی شد. بدین ترتیب، نمونه‌های برداشت‌شده از اعماق ۰-۱۵، ۱۵-۳۰، ۳۰-۴۵ و ۴۵-۶۰ سانتی‌متری از سطح خاک عرصه‌های پخش و شاهد برای تجزیه فیزیکی و شیمیایی به آزمایشگاه انتقال یافت و خصوصیات فیزیکی، شامل درصد رس، سیلت، ماسه، و گراول، و خصوصیات شیمیایی، شامل pH، هدایت الکتریکی، درصد آهک، آنیون‌ها، و کاتیون‌ها، تعیین گردید. نتایج نشان داد رسوبات ریزدانه، شامل رس، سیلت، و ماسه، در عرصه پخش افزایش چشمگیری یافته است. با وجود این، پخش سیلاب تأثیر ناچیزی بر تغییرات شیمیایی خاک داشته است. از میان ویژگی‌های شیمیایی pH و میزان آهک بیشترین تأثیرپذیری ناشی از سیلاب را داشتند، به طوری که اسیدیته کاهش و آهک در دو عمق افزایش معنی‌داری داشت. پخش سیلاب ویژگی‌های فیزیکی عرصه پخش را به‌خوبی متحول کرد، زیرا محدودیت گراولی بودن خاک منطقه با افزایش میزان رسوبات ریزدانه تعدیل گردید. به طور کلی، پخش سیلاب خصوصیات خاک سطحی، به‌ویژه خواص فیزیکی، عرصه پخش را بیشتر تحت تأثیر قرار می‌دهد و از سطح به عمق میزان تغییر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی عرصه پخش ناچیز می‌شود.

واژگان کلیدی: ایستگاه گچساران، پخش سیلاب، تغییرات فیزیکوشیمیایی، خاک سطحی

مقدمه

در نقاط خروجی حوزه‌های آبخیز (دشت‌سرها و مخروط‌افکنه‌ها) عرصه‌های وسیع رسوبات درشت‌دانه وجود دارد. انباشت سیلاب در این نقاط مکان مناسبی برای تأمین آب، توسعه کشاورزی، و احیای منابع طبیعی فراهم کرده است. دلیل اصلی این امر، افزون بر شرایط طبیعی زمین و ویژگی‌های بارش، توان قابل ملاحظه عرصه‌های خشک و نیمه‌خشک برای توسعه کشاورزی و افزایش تولیدات گیاهی همراه با احیای جنگل‌ها و مراتع است. در چنین مناطقی، آب، از یک طرف، مهم‌ترین عامل محدودکننده توسعه پایدار است و، از سوی دیگر، سیلاب‌های فصلی عامل مهم تخریب و ایجاد خسارت‌اند. وجود مخروط‌افکنه و دشت‌های سیلابی درشت‌دانه، که حاصل عملکرد سیلاب‌ها در اعصار گذشته است، موجب شده تا بیشتر آن‌ها به‌ظاهر به صورت عرصه‌های غیرتولیدی نمود پیدا کنند؛ در صورتی که انباشت رسوبات درشت‌دانه، با ضخامت‌های درخور توجه، مخازن زیرزمینی مناسبی را پدید آورده که این مخازن می‌توانند حجم زیادی از آب را در خود جای دهند [۱۵]. از این رو، طرح اجرایی و پژوهشی گسترش سیلاب در مزارع و مراتع مشجر در دی‌ماه ۱۳۵۸ در جونگان ممسنی، به عنوان نخستین اقدام رسمی، کلید خورد [۱۰] و تا به امروز، به منظور بررسی و پایش تأثیر پخش سیلاب بر آبخوان‌ها، ۳۷ ایستگاه تحقیقاتی در دشت‌های مختلف کشور احداث گردیده است [۱۵]. بنابراین، ضرورت دارد کلیه تغییرات (مثبت یا منفی) عرصه‌های پخش سیلاب مشخص شود و، با تجمیع نتایج حاصل از تحقیقات مختلف، برآیند آن‌ها به منظور تعیین میزان اثربخشی عملیات پخش سیلاب تعیین گردد.

تحقیقات منتشرشده خارجی در زمینه پخش

سیلاب محدود است و مقالاتی که در حال حاضر در دسترس‌اند فقط از کشورهای امریکا و استرالیاست و آن هم در طی سال‌های دهه ۱۹۶۰ میلادی و پیش از آن [۳]. با وجود این، در طی سال‌های اخیر در ایران، پژوهش‌های فراوانی در زمینه تأثیرگذاری سیستم‌های پخش سیلاب بر منابع آبی و خاکی انجام شده است. با توجه به موضوع مقاله حاضر، می‌توان به تحقیقات زیر اشاره کرد:

مطالعه اثر پخش سیلاب بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در فتح‌آباد داراب [۷]، بررسی تأثیر پخش سیلاب بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک و پوشش گیاهی ایستگاه تنگستان بوشهر [۵]، تأثیر پخش سیلاب در تغییرات فیزیکوشیمیایی خاک در قومه دامغان [۱۱]، بررسی تأثیر پخش سیلاب بر خصوصیات خاک در آبخوان پلدشت آذربایجان غربی [۱۴]، مقایسه آثار قرق و پخش آب بر پارامترهای پوشش گیاهی و خاک مراتع کیاسر [۱]، بررسی خصوصیات خاک در محل‌های متأثر از سیل و رسوب، محل‌های متأثر از سیل و بدون رسوب، و مناطقی که تحت تأثیر سیل و رسوب واقع نشده است در عرصه پخش سیلاب سرچاهان [۹]، رفتارسنجی تأثیر پخش سیلاب بر خصوصیات فیزیکی - شیمیایی خاک در سه قطعه با میزان ورودی سیلاب مختلف بعد از ۱۱ سال از اجرای طرح پخش سیلاب ایستگاه تحقیقاتی تنگستان در استان بوشهر [۸]، بررسی وضعیت سیستم تغذیه مصنوعی و ذرات معلق سیلاب در پلایای دامغان ایران [۲]، و تعیین تغییرات فیزیکی و شیمیایی خاک عرصه پخش سیلاب گربایگان فسا [۱۲]. نتایج تحقیقات فوق حکایت از نوسان نسبی ویژگی‌های شیمیایی خاک هر یک از عرصه‌های پخش سیلاب دارد، به طوری که ممکن است یک عامل معین، مانند میزان کلسیم، در یک عرصه افزایش و در عرصه‌ای دیگر کاهش

۵۲°۰۴' طول شرقی و ۳۰°۲۱' تا ۳۰°۲۲' عرض شمالی، واقع شده است (شکل ۱). مساحت عرصه پخش ۵۵۰ هکتار است و از سال ۱۳۷۶ از آن بهره‌برداری شده است. سیستم پخش سیلاب مورد مطالعه متشکل از دو شبکه گسترش سیلاب است که در امتداد یکدیگر، در جهت شیب و موازی با آبراهه اصلی، استقرار یافته‌اند. شبکه اول و دوم پخش به ترتیب از ۱۰ و ۱۲ پشته خاکریز تشکیل شده است. کانال‌های آبرسان به طور متوسط سالانه ۴ تا ۵ بار توسط سیلاب آبگیری شده‌اند. سازندهای تشکیل‌دهنده حوضه آبخیز بالادست عرصه پخش شامل خامی، کزدمی، سروک، گورپی، پابده، آسماری، و ایلام است. عرصه پخش نیز بر رسوبات آبرفتی دوره کواترنر از تیپ مخروطافکنه با نفوذپذیری خوب مستقر شده است.

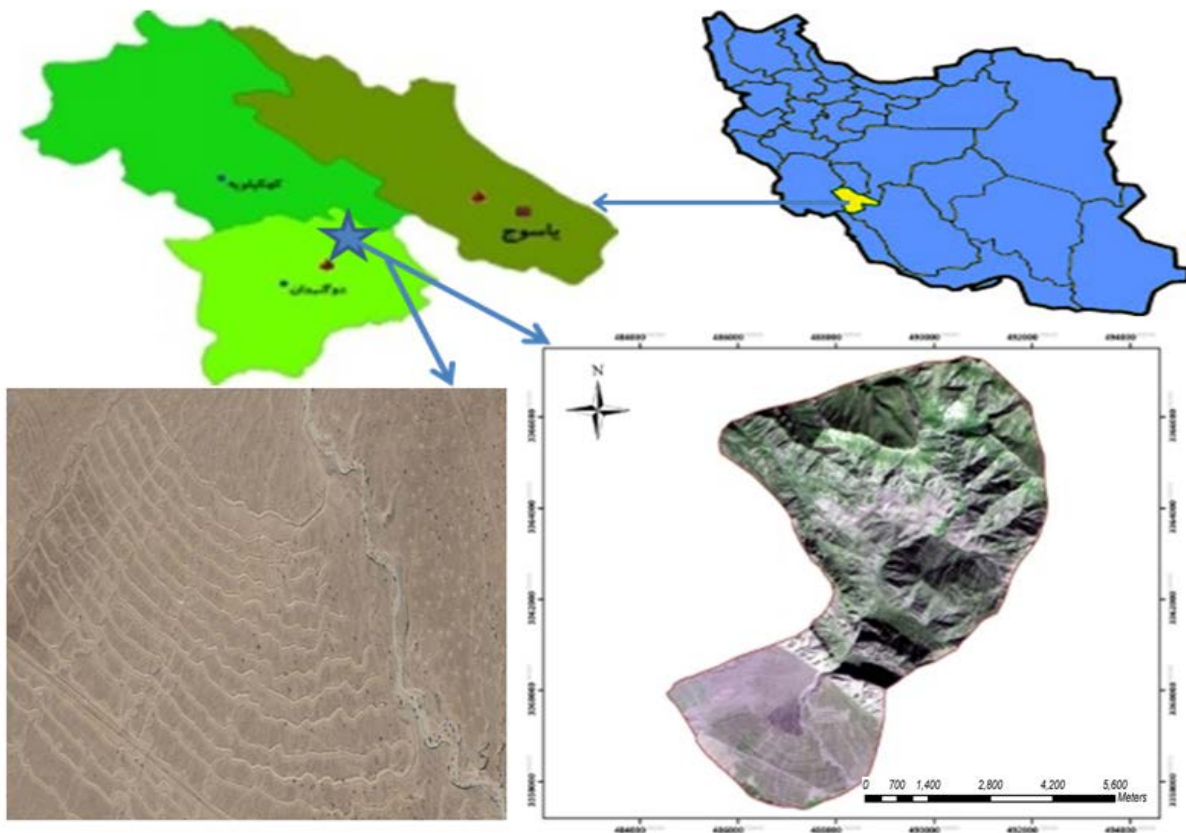
داشته باشد. عوامل فیزیکی نیز شامل درصد رس و سیلت تقریباً در کلیه عرصه‌های مطالعه شده افزایش نسبی داشته است.

این تحقیق برخی از تغییرات فیزیکی و شیمیایی ایجادشده در عرصه پخش سیلاب گچساران را بررسی کرده است تا بتوان میزان تغییرات احتمالی ویژگی‌های خاک ناشی از عملیات پخش سیلاب را تعیین نمود و سندی دیگر به آرشیو تحقیقات عرصه‌های پخش سیلاب در نقاط مختلف کشور در جهت اتخاذ تصمیمات اصولی اضافه کرد.

روش شناسی

معرفی منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه در جنوب شرقی استان کهگیلویه و بویراحمد، در پنج کیلومتری شمال شرقی شهر گچساران، با مختصات جغرافیایی ۵۰°۳۰' تا ۳۰°

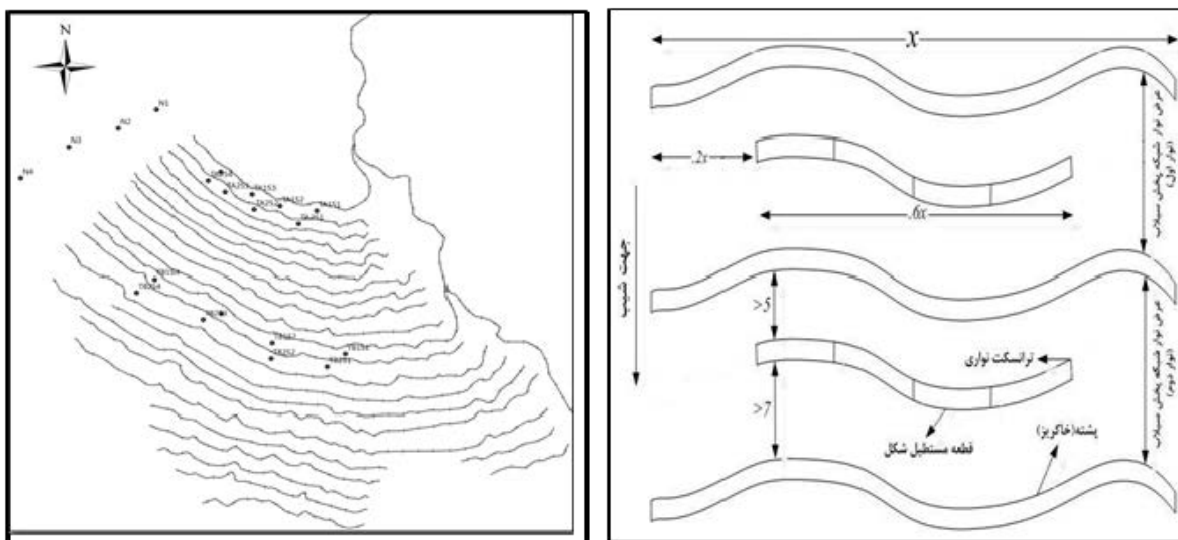


شکل ۱. موقعیت و نمایی از منطقه مورد مطالعه

روش تحقیق

برای تعیین نقاط نمونه برداری، پس از تشریح مورفولوژی سیستم‌های پخش سیلاب از منابع مختلف، بازدید و بررسی صحرایی از عرصه پخش سیلاب مورد نظر در تابستان سال ۱۳۸۸ صورت گرفت. برای استقرار ترانسکت نمونه برداری، نوارهای اول و دوم بین پشته‌های شبکه اول و دوم انتخاب گردید (مجموعاً چهار ترانسکت، شکل ۲). دلیل این انتخاب را می‌توان این گونه توجیه کرد که چون نوارهای اول و دوم به کانال آبرسان-گسترشی نزدیک‌ترند پس تأثیر بیشتری می‌پذیرند و بدیهی

است که پشته‌های اولی می‌توانند رسوب بیشتری را به دام اندازند و پشته‌های پایینی رسوب کمتری را دریافت می‌کنند [۱۰، ۱۳]. در عرصه مورد مطالعه نیز رسوبات ته‌نشست شده در نوارهای اول و دوم بیشتر است، به طوری که می‌توان گفت از نوارهای چهار و پنج به بعد هیچ‌گونه رسوب ناشی از پخش سیلاب در عرصه نهشته نشده است. بعد از استقرار ترانسکت، هر ترانسکت به چهار قسمت مستطیل شکل مساوی تقسیم شد و در هر قسمت یک پروفیل حفر گردید (شکل ۲).



شکل ۲. شماتیک نحوه استقرار ترانسکت و تعیین قطعات و نقاط نمونه برداری برای هر شبکه

جدول ۱. طول هر پشته، ترانسکت، و قطعات متناظر همراه با فاصله جانبی آن‌ها (بر حسب متر)

نوار	طول پشته بالادست	طول ترانسکت	طول هر قطعه مستطیلی	فاصله از پشته بالادست	فاصله از پشته پایین دست
TA ₁	۸۹۰	۵۳۴	۱۳۳٫۵	۵ <	۷ <
TA ₂	۱۰۱۳	۶۰۸	۱۵۲	۵ <	۷ <
TB ₁	۱۸۷۴	۱۱۲۴	۲۸۱	۴ <	۷ <
TB ₂	۱۹۳۸	۱۱۶۳	۲۹۰٫۷	۴ <	۷ <

فیزیکوشیمیایی هر نوار پخش با منطقه شاهد در سطوح معنی‌دار آماری مقایسه شد.

نتایج

نتایج و تجزیه و تحلیل آماری حاصل از این تحقیق در جدول‌های ۲ تا ۶ قید شده است: جدول ۲ میانگین ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی نمونه‌های هر یک از نوارهای پخش سیلاب و نتایج آزمون LSD در مقایسه با شاهد را نشان می‌دهد؛ جدول ۳ مقایسه نتایج آزمون t مستقل خصوصیات فیزیکوشیمیایی بین اعماق مختلف نوارهای اول و دوم شبکه اول (TA)؛ جدول ۴ مقایسه نتایج آزمون t مستقل خصوصیات فیزیکوشیمیایی بین اعماق مختلف نوارهای اول و دوم شبکه دوم (TB)؛ جدول ۵ مقایسه نتایج آزمون t مستقل خصوصیات فیزیکوشیمیایی بین اعماق مختلف شبکه اول و دوم (TA و TB)؛ و جدول ۶ نتایج مقایسه آزمون t مستقل میانگین خصوصیات فیزیکوشیمیایی نوارهای عرصه پخش سیلاب با شاهد.

بحث و نتیجه‌گیری

یافته‌ها را می‌توان در دو بخش بررسی کرد:

تأثیر پخش سیلاب بر خصوصیات فیزیکی

رس

افزایش درصد رس فقط در عمق اول هر یک از نوارهای پخش سیلاب نسبت به شاهد معنی‌دار است و میزان آن در نوارهای دوم هر یک از شبکه‌ها نسبت به نوار اول بیشتر است؛ دلیل آن را می‌توان معلق بودن ذرات رس و سیلت دانست که در سطح نوار اول با بیشتر بودن قدرت و سرعت جریان سیل پخش شده به طرف نوارهای پایین دست حرکت می‌کند. با مشاهده افزایش نسبی میزان رس در سایر عمق‌های عرصه پخش می‌توان دریافت که ذرات رس تا اعماق حدود ۶۰ سانتی‌متری از سطح زمین نفوذ یافته است.

سپس، به دلیل آبرفتی بودن خاک عرصه با تکامل ناچیز و همچنین اهمیت نقش لایه‌های سطحی عرصه‌های پخش سیلاب، از عمق اول (۰-۱۵ سانتی‌متر)، عمق دوم (۱۵-۳۰ سانتی‌متر)، عمق سوم (۳۰-۴۵ سانتی‌متر)، و عمق چهارم (۴۵-۶۰ سانتی‌متر) هر پروفیل نمونه برداری گردید. همچنین، به منظور تعیین تغییرات نمونه‌های عرصه پخش، در محلی که فاقد اجرای عملیات پخش سیلاب بود و به عنوان شاهدی از عرصه پخش پیش از اجرای عملیات باشد (در جنب عرصه پخش سیلاب)، به صورت تصادفی در چهار نقطه و از اعماق یادشده نمونه برداری شد. کلیه نمونه‌های برداشت شده برای تعیین خصوصیات فیزیکی، شامل درصد رس (ذرات با اندازه کمتر از ۲ میکرومتر) و سیلت (ذرات با اندازه ۲-۶۳ میکرومتر) با استفاده از روش هیدرومتری، ماسه (ذرات با اندازه ۰/۶۳-۲ میلی‌متر)، و گراول (ذرات با اندازه ۲-۱۰ میلی‌متر) با دانه‌بندی نمونه‌ها توسط سری الک استاندارد خاک‌شناسی [۶]، و خصوصیات شیمیایی، شامل اسیدیته خاک (pH)، هدایت الکتریکی (EC)، بی‌کربنات (HCO_3^-)، سولفات (SO_4^{2-})، کلر (Cl^-)، پتاسیم (K^+)، سدیم (Na^+)، کلسیم (Ca^{+2})، منیزیم (Mg^{+2})، و درصد آهک (TNV) بر اساس روش‌های استاندارد مؤسسه تحقیقات خاک و آب [۴] به آزمایشگاه انتقال یافتند.

نتایج به دست آمده از تجزیه‌های آزمایشگاهی توسط روش حداقل اختلاف میانگین‌ها و آزمون t مستقل با استفاده از نرم‌افزار SPSS برای ۸۰ نمونه برداشت شده (شامل ۱۶ نمونه از اعماق مختلف نوار اول- کانال آبرسان اول TA_1 ، ۱۶ نمونه از اعماق مختلف نوار دوم- کانال آبرسان اول TA_2 ، ۱۶ نمونه از اعماق مختلف نوار اول- کانال آبرسان دوم TB_1 ، ۱۶ نمونه از اعماق مختلف نوار دوم- کانال آبرسان دوم TB_2 ، ۱۶ نمونه از اعماق مختلف منطقه شاهد (N) بررسی آماری شد، به طوری که کلیه ویژگی‌های

جدول ۴. میانگین خصوصیات فیزیکوشیمیایی نمونه‌های هر یک از نوارهای پخش سیلاب و نتایج آزمون LSD در مقایسه با شاهد

متغیر	TB ₂				TB ₁				TA ₂				TA ₁				تراستکت
	عمق چهارم	عمق سوم	عمق دوم	عمق اول	عمق چهارم	عمق سوم	عمق دوم	عمق اول	عمق چهارم	عمق سوم	عمق دوم	عمق اول	عمق چهارم	عمق سوم	عمق دوم	عمق اول	
رس / %	۰.۶۸ ^{ns}	۰.۶۵ ^{ns}	۱.۱ ^{ns}	۰.۶۵ ^{ns}	۱.۱ ^{ns}	۰.۶۵ ^{ns}	۱.۱ ^{ns}	۰.۶۵ ^{ns}	۱.۱ ^{ns}	۰.۶۵ ^{ns}	۱.۱ ^{ns}	۰.۶۵ ^{ns}	۱.۱ ^{ns}	۰.۶۵ ^{ns}	۱.۱ ^{ns}	۰.۶۵ ^{ns}	
سیلیت / %	۶.۸ ^{ns}	۸.۵۷ ^{ns}	۱۰.۹۳ ^{ns}	۵.۲۵ ^{ns}	۶.۳ ^{ns}	۵.۱ ^{ns}	۸.۴۵ ^{ns}	۱۱.۳۷ ^{ns}	۲۸.۹۲ ^{**}	۷.۶۳ ^{ns}	۷.۱۳ ^{ns}	۱۱.۵۷ ^{ns}	۲۰.۸ ^{**}	۷.۱۳ ^{ns}	۱۱.۵۷ ^{ns}	۲۰.۸ ^{**}	
ماسه / %	۳۷ ^{ns}	۳۷.۰۷ ^{ns}	۳۳.۶ ^{ns}	۳۶.۳ ^{ns}	۳۶.۳ ^{ns}	۳۶.۳ ^{ns}	۳۶.۳ ^{ns}	۳۶.۳ ^{ns}	۳۶.۳ ^{ns}	۳۶.۳ ^{ns}	۳۶.۳ ^{ns}	۳۶.۳ ^{ns}	۳۶.۳ ^{ns}	۳۶.۳ ^{ns}	۳۶.۳ ^{ns}	۳۶.۳ ^{ns}	
مگراول / %	۵۵.۵۳ ^{ns}	۵۳.۷۲ ^{ns}	۵۴.۱۷ ^{ns}	۵۹.۷۵ ^{ns}	۵۷.۱۲ ^{ns}	۵۹.۷۵ ^{ns}	۵۷.۱۲ ^{ns}	۵۹.۷۵ ^{ns}	۵۷.۱۲ ^{ns}	۵۹.۷۵ ^{ns}	۵۷.۱۲ ^{ns}	۵۹.۷۵ ^{ns}	۵۷.۱۲ ^{ns}	۵۹.۷۵ ^{ns}	۵۷.۱۲ ^{ns}	۵۹.۷۵ ^{ns}	
pH	۷.۹ [*]	۷.۹ ^{ns}	۷.۸۷ ^{ns}	۷.۸۷ ^{ns}	۷.۸ ^{**}	۷.۸۷ ^{ns}	۷.۸ ^{**}	۷.۸۷ ^{ns}	۷.۸ ^{**}	۷.۸۷ ^{ns}	۷.۸ ^{**}	۷.۸۷ ^{ns}	۷.۸ ^{**}	۷.۸۷ ^{ns}	۷.۸ ^{**}	۷.۸۷ ^{ns}	
dS/m EC	۰.۱۱۷۳ ^{ns}	۰.۱۸۳ ^{ns}	۰.۲۱۷ ^{ns}	۰.۲۴۵ ^{ns}	۰.۲۸۷ ^{ns}	۰.۲۳۵ ^{ns}	۰.۲۸۷ ^{ns}	۰.۲۳۷ ^{ns}	۰.۲۸۷ ^{ns}	۰.۲۳۷ ^{ns}	۰.۲۸۷ ^{ns}	۰.۲۳۷ ^{ns}	۰.۲۸۷ ^{ns}	۰.۲۳۷ ^{ns}	۰.۲۸۷ ^{ns}	۰.۲۹۷ ^{ns}	
سدیم ppm	۱.۲ ^{ns}	۱.۲ ^{ns}	۳.۲۲ ^{ns}	۰.۲ ^{ns}	۱.۲ ^{ns}	۰.۲ ^{ns}	۳.۲۲ ^{ns}	۱.۲ ^{ns}	۳.۲۲ ^{ns}	۱.۲ ^{ns}	۳.۲۲ ^{ns}	۱.۲ ^{ns}	۳.۲۲ ^{ns}	۱.۲ ^{ns}	۳.۲۲ ^{ns}	۵.۷۳ ^{ns}	
پتاسیم ppm	۱.۰۷ ^{ns}	۰.۵۸ ^{ns}	۰.۵۸ ^{ns}	۰.۴۸ ^{ns}	۱.۰۷ ^{ns}	۰.۴۸ ^{ns}	۱.۰۷ ^{ns}	۱.۰۷ ^{ns}	۱.۰۷ ^{ns}	۱.۰۷ ^{ns}	۱.۰۷ ^{ns}	۱.۰۷ ^{ns}	۱.۰۷ ^{ns}	۱.۰۷ ^{ns}	۱.۰۷ ^{ns}	۲.۰۴ ^{ns}	
کلسیم meq/lit	۱.۵ ^{ns}	۱.۶ ^{ns}	۱.۶ ^{ns}	۱.۳ ^{ns}	۱.۶ ^{ns}	۱.۳ ^{ns}	۱.۶ ^{ns}	۱.۶ ^{ns}	۱.۶ ^{ns}	۱.۶ ^{ns}	۱.۶ ^{ns}	۱.۶ ^{ns}	۱.۶ ^{ns}	۱.۶ ^{ns}	۱.۶ ^{ns}	۲.۱ ^{ns}	
منیزیم meq/lit	۲.۲ ^{ns}	۳.۷ ^{ns}	۳.۷ ^{ns}	۳.۷ ^{ns}	۳.۷ ^{ns}	۳.۷ ^{ns}	۳.۷ ^{ns}	۳.۷ ^{ns}	۳.۷ ^{ns}	۳.۷ ^{ns}	۳.۷ ^{ns}	۳.۷ ^{ns}	۳.۷ ^{ns}	۳.۷ ^{ns}	۳.۷ ^{ns}	۷.۱۷ ^{ns}	
کلر meq/lit	۰.۲ ^{ns}	۰.۲۵ ^{ns}	۰.۳۵ ^{ns}	۰.۲ ^{ns}	۰.۲۵ ^{ns}	۰.۲ ^{ns}	۰.۲۵ ^{ns}	۰.۲ ^{ns}	۰.۲۵ ^{ns}	۰.۲ ^{ns}	۰.۲۵ ^{ns}	۰.۲ ^{ns}	۰.۲۵ ^{ns}	۰.۲ ^{ns}	۰.۲۵ ^{ns}	۰.۳ ^{ns}	
سولفات meq/lit	۳.۰۵ ^{ns}	۴.۲۸ ^{ns}	۵.۶۴ ^{ns}	۲.۶۹ ^{ns}	۳.۲۱ ^{ns}	۲.۶۹ ^{ns}	۳.۲۱ ^{ns}	۳.۲۱ ^{ns}	۳.۲۱ ^{ns}	۳.۲۱ ^{ns}	۳.۲۱ ^{ns}	۳.۲۱ ^{ns}	۳.۲۱ ^{ns}	۳.۲۱ ^{ns}	۳.۲۱ ^{ns}	۸.۸۳ ^{ns}	
بی‌کربنات meq/lit	۲.۷۲ ^{ns}	۲.۵۵ ^{ns}	۲.۷ ^{ns}	۲.۵۴ ^{ns}	۳.۲ ^{ns}	۲.۵۴ ^{ns}	۳.۲ ^{ns}	۳.۲ ^{ns}	۳.۲ ^{ns}	۳.۲ ^{ns}	۳.۲ ^{ns}	۳.۲ ^{ns}	۳.۲ ^{ns}	۳.۲ ^{ns}	۳.۲ ^{ns}	۳.۲۵ ^{ns}	
درصد آهک	۲۷.۵۵ ^{ns}	۲۹.۶۴ ^{ns}	۲۶.۵۶ ^{ns}	۲۸.۳۸ ^{ns}	۲۷.۸۱ [*]	۲۸.۳۹ ^{ns}	۲۷.۸۱ [*]	۲۸.۳۹ ^{ns}	۲۷.۸۱ [*]	۲۸.۳۹ ^{ns}	۲۷.۸۱ [*]	۲۸.۳۹ ^{ns}	۲۷.۸۱ [*]	۲۸.۳۹ ^{ns}	۲۷.۸۱ [*]	۲۶.۴ ^{ns}	

ns و **، به ترتیب به معنای معنی‌دار در سطح ۵ درصد، یک درصد، بدون معنی‌داری

جدول ۳. مقایسه نتایج آزمون t مستقل خصوصیات فیزیکوشیمیایی بین اعماق مختلف نوارهای اول و دوم شبکه اول (TA)

آهک %	بی کربنات meq/lit	سولفات meq/lit	کلر meq/lit	منیزیم meq/lit	کلسیم meq/lit	پتاسیم ppm	سدیم ppm	EC dS/m	pH	گراول %	ماسه %	سیلت %	رس %	متغیر
۰.۳۵ ns	۰.۸۱۲ ns	۰.۵۰۱ ns	۰.۵۳۷ ns	۱ ns	۰.۷۳۳ ns	۰.۲۶۸ ns	۱ ns	۰.۸۳۹ ns	۰.۳۵۶ ns	۰.۹۸ ns	۰.۲۶۳ ns	۰.۰۹۲ ns	۰.۰۹۷ ns	عمق اول (۱۵-)
۰.۱۵۶ ns	۰.۲۲۷ ns	۰.۳۵۴ ns	۰.۵۳۷ ns	۰.۰۹۱ ns	۱ ns	۰.۲۲۲*	۰.۱۱۴ ns	۰.۴۳۵ ns	۰.۱۶۸ ns	۰.۹۷۶ ns	۰.۹۶۹ ns	۰.۹۵ ns	۰.۷۰۸ ns	عمق دوم (۳۰-۱۵)
۰.۷۰۵ ns	۰.۱۲۲ ns	۰.۲۴ ns	۰.۱۳۴ ns	۰.۸۸۳ ns	۰.۵۳۷ ns	۰.۳۵۶ ns	۰.۲۵۳ ns	۰.۱۰۸۱ ns	۰.۳۵۶ ns	۰.۴۶۱ ns	۰.۷۸۲ ns	۰.۹۵ ns	۰.۹۶۲ ns	عمق سوم (۴۵-۳۰)
۰.۲۳۳ ns	۰.۷۷۶ ns	۰.۸۳۸ ns	۱ ns	۰.۶۵۶ ns	۰.۸۳۴ ns	۰.۵۳۷ ns	۰.۴۶۸ ns	۰.۴۸۶ ns	۰.۶۲ ns	۰.۲۲۹ ns	۰.۲۴۷ ns	۰.۳۵۱ ns	۰.۳۰۷ ns	عمق چهارم (۶۰-۴۵)

ns به معنای بدون معنی داری

جدول ۴. مقایسه نتایج آزمون t مستقل خصوصیات فیزیکوشیمیایی بین اعماق مختلف نوارهای اول و دوم شبکه دوم (TB)

آهک %	بی کربنات meq/lit	سولفات meq/lit	کلر meq/lit	منیزیم meq/lit	کلسیم meq/lit	پتاسیم ppm	سدیم ppm	EC dS/m	pH	گراول %	ماسه %	سیلت %	رس %	متغیر
۰.۲۸۲ ns	۰.۹۶۷ ns	۰.۱۲۴ ns	۰.۷۰۵ ns	۱ ns	۰.۷۳ ns	۰.۶۷۱ ns	۰.۰۰۲**	۰.۱۹۶ ns	۰.۰۹۷ ns	۰.۳۵ ns	۰.۲۲۵*	۰.۰۰۷**	۰.۵۳ ns	عمق اول (۱۵-)
۰.۲۶۵ ns	۰.۰۷۳ ns	۰.۱۰۹ ns	۰.۲۰۷ ns	۰.۳۰۷ ns	۰.۷۰۵ ns	۰.۳۵۶ ns	۰.۱۲۴ ns	۰.۵۰۲ ns	۰.۰۲۴*	۰.۵۵۳ ns	۰.۶۶۲ ns	۰.۰۱**	۰.۵۸۵ ns	عمق دوم (۳۰-۱۵)
۰.۲۴۶ ns	۰.۹۶۴ ns	۰.۰۰۵**	۱ ns	۰.۳۸۲ ns	۰.۶۲ ns	۰.۱۲۴ ns	۰.۱۲۴ ns	۰.۳۶ ns	۰.۶۲ ns	۰.۵۷۲ ns	۰.۷۲۶ ns	۰.۲۲۲ ns	۱ ns	عمق سوم (۴۵-۳۰)
۰.۳۴ ns	۰.۲۵۳ ns	۰.۹۱ ns	۱ ns	۰.۱۲۲ ns	۰.۵۵ ns	۰.۳۵۶ ns	۰.۱۲۴ ns	۰.۷۶۱ ns	۰.۶۲ ns	۰.۷۴۴ ns	۰.۹۲ ns	۰.۳۴۷ ns	۰.۶۱۵ ns	عمق چهارم (۶۰-۴۵)

*، **، و ns به ترتیب به معنای در سطح ۵ درصد، یک درصد، بدون معنی داری

جدول ۵. مقایسه نتایج آزمون t مستقل خصوصیات فیزیکوشیمیایی بین اعماق مختلف شبکه اول و دوم (TA و TB)

آهک %	بی‌کربنات meq/lit	سولفات meq/lit	کلر meq/lit	متیزیم meq/lit	کلسیم meq/lit	پتاسیم ppm	سدیم ppm	EC		pH	گراول %	ماسه %	سیلت %	ریس %	متغیر
								ds/m	ds/m						
۰.۵۶۵ ^{ns}	۰.۱۰۸ ^{**}	۰.۶۱۶ ^{ns}	۰.۱۷۲ ^{ns}	۰.۳۳۱ ^{ns}	۰.۲۵۱ ^{ns}	۰.۳۲۷ ^{ns}	۰.۳۸۵ ^{ns}	۰.۵۸۶ ^{ns}	۰.۲۸۵ ^{ns}	۰.۹۷۶ ^{ns}	۰.۳۱۵ ^{ns}	۰.۱۹۱ ^{ns}	۰.۱۴۷ [*]	عمق اول (۱۵-۰)	
۰.۲۰۷ ^{ns}	۰.۴۵۳ ^{ns}	۰.۱۱۹ [*]	۰.۶۴۲ ^{ns}	۰.۵۷۹ ^{ns}	۰.۷۷۶ ^{ns}	۰.۳۰۸ ^{ns}	۰.۴۵۳ ^{ns}	۰.۹۹۸ ^{ns}	۰.۱۰۰۸ ^{**}	۰.۵۱۳ ^{ns}	۰.۹۲۲ ^{ns}	۰.۱۲۵ ^{ns}	۰.۱۳ [*]	عمق دوم (۳۰-۱۵)	
۰.۵۷۱ ^{ns}	۰.۱۰۶ ^{ns}	۰.۱ ^{ns}	۱ ^{ns}	۰.۲۳۳ [*]	۰.۳۹۸ ^{ns}	۰.۵۵۴ ^{ns}	۰.۱۰۴ ^{**}	۰.۳۳۳ [*]	۰.۱۰۰۵ ^{**}	۰.۷۲۲ ^{ns}	۰.۴۲۷ ^{ns}	۰.۶۷۹ ^{ns}	۰.۱۵۱ ^{ns}	عمق سوم (۴۵-۳۰)	
۰.۵۰۳ ^{ns}	۰.۱۶۴ ^{ns}	۰.۰۰۳ ^{**}	۰.۱ [*]	۰.۷۰۳ ^{ns}	۰.۲۰۲ ^{ns}	۰.۳۷۸ ^{ns}	۰.۱۰۱ ^{**}	۰.۴۳۷ [*]	۰.۱۰۰۸ ^{**}	۰.۶۱۱ ^{ns}	۰.۴۳ ^{ns}	۰.۷۶۵ ^{ns}	۱ ^{ns}	عمق چهارم (۶۰-۴۵)	

ns، **، *** به ترتیب به معنای معنی‌دار در سطح ۵ درصد، یک درصد، بدون معنی‌داری

جدول ۶. نتایج مقایسه آزمون t مستقل میانگین خصوصیات فیزیکوشیمیایی نوارهای عرصه پخش سیلاب با شاهد

آهک %	بی‌کربنات meq/lit	سولفات meq/lit	کلر meq/lit	متیزیم meq/lit	کلسیم meq/lit	پتاسیم ppm	سدیم ppm	EC		pH	گراول %	ماسه %	سیلت %	ریس %	متغیر
								ds/m	ds/m						
۰.۸۷ ^{ns}	۰.۸۲۵ ^{ns}	۰.۶۷ ^{ns}	۰.۷۵۲ ^{ns}	۰.۹۳۴ ^{ns}	۰.۵۹۶ ^{ns}	۰.۷۷۵ ^{ns}	۰.۵۱۴ ^{ns}	۰.۶۲۱ ^{ns}	۰.۱۰۰۲ ^{**}	۰.۱۰۰ ^{**}	۰.۱۰۰ ^{**}	۰.۱۰۰ ^{**}	۰.۰۴ ^{**}	۰.۰۰ ^{**}	عمق اول (۱۵-۰)
۰.۱۰۰۸ ^{**}	۰.۳۱۳ ^{ns}	۰.۱۶۲ ^{ns}	۰.۵۱۹ ^{ns}	۰.۹۱ ^{ns}	۰.۱۲۷ [*]	۰.۲۶ ^{ns}	۰.۳ ^{ns}	۰.۲۹۲ ^{ns}	۰.۱۰۰۵ ^{**}	۰.۶۷ ^{ns}	۰.۳۳۷ [*]	۰.۴۹۶ ^{ns}	۰.۹۵ ^{ns}	۰.۰۰ ^{ns}	عمق دوم (۳۰-۱۵)
۰.۱۰۴ [*]	۰.۲۵۸ ^{ns}	۰.۴۲۲ ^{ns}	۰.۱۲۸ ^{ns}	۰.۸۷۳ ^{ns}	۰.۷۲۴ ^{ns}	۰.۳۷۴ ^{ns}	۰.۶۹۵ ^{ns}	۰.۳۴۴ ^{ns}	۰.۱۰۰۲ [*]	۰.۱۰۰۶ ^{ns}	۰.۸۸۷ ^{ns}	۰.۳۳۴ ^{ns}	۰.۹۹ ^{ns}	۰.۰۰ ^{ns}	عمق سوم (۴۵-۳۰)
۰.۲۴۹ ^{ns}	۰.۱۶۹ ^{ns}	۰.۵۲۲ ^{ns}	۰.۲۵۱ ^{ns}	۰.۸۰۳ ^{ns}	۰.۲۰۳ ^{ns}	۰.۲۸۸ ^{ns}	۰.۶۴۸ ^{ns}	۰.۵۸۵ ^{ns}	۰.۱۰۰۱ ^{**}	۰.۹۲ ^{ns}	۰.۱۰۶ ^{ns}	۰.۱۸۸ ^{ns}	۰.۱۴ ^{ns}	۰.۰۰ ^{ns}	عمق چهارم (۶۰-۴۵)

ns، **، *** به ترتیب به معنای معنی‌دار در سطح ۵ درصد، یک درصد، بدون معنی‌داری

میزان گراول، به‌ویژه در سطح عرصه پخش سیلاب، فقط به رسوب‌گذاری و افزایش درصد ذرات ماسه، سیلت، و رس مربوط است. به عبارت دیگر، جریان منحرف‌شده از آبراهه اصلی قدرت حمل ذرات در اندازه گراول را در کانال آبرسان- گسترشی نداشته است و با افزایش ذرات ماسه، سیلت، و رس در اعماق مختلف درصد فراوانی نسبی ذرات در اندازه گراول کاهش یافته است.

تأثیر پخش سیلاب بر خصوصیات شیمیایی

نتایج بررسی ویژگی‌های شیمیایی نشان داد اسیدیته خاک بیشترین تأثیرپذیری را از عملیات پخش سیلاب داشته است؛ دلیل آن را می‌توان افزایش رطوبت و آب‌شویی املاح در اعماق مختلف عرصه پخش سیلاب دانست. نتایج نیز نشان داد که تأثیر پخش سیلاب بر تغییرات میزان آهک در اعماق مختلف عرصه پخش ناچیز بوده و بعضاً سبب افزایش مقدار آن (به دلیل آهکی‌بودن سازندهای حوزه آبخیز بالادست عرصه پخش سیلاب) در عمق‌های مختلف نوارها شده است.

سایر خصوصیات شیمیایی، شامل هدایت الکتریکی، کلر، بی‌کربنات، سولفات، سدیم، پتاسیم، منیزیم، و کلسیم، هرچند برای تغییرات بعضی از آن‌ها در برخی از اعماق نوارهای پخش سیلاب با منطقه شاهد تفاوت معنی‌داری مشاهده گردید، به طور کلی، مقایسه مقادیر آن‌ها در اعماق عرصه پخش سیلاب با عرصه شاهد معنی‌دار نبود.

مشاهدات و تفسیر نتایج نشان داد که پخش سیلاب در منطقه مورد مطالعه توانسته است خصوصیات فیزیکی عرصه پخش را به‌خوبی متحول کند، زیرا محدودیت گراولی بودن خاک منطقه را با افزایش میزان رسوبات ریزدانه (سیلت و رس) تا حدود زیادی تعدیل بخشیده است. این نتایج با

سیلت

پخش سیلاب تأثیر مثبتی بر افزایش درصد سیلت در سطح عرصه داشته است. در عمق اول از نوار اول شبکه دوم (TB₁)، به‌رغم اینکه افزایش میزان سیلت مشاهده شد، تفاوت معنی‌داری با شاهد نداشت؛ علت آن را می‌توان رسوب‌گذاری بسیار زیاد ماسه در این نوار توسط سیلاب دانست. به عبارت دیگر، در سطح نوار اول قدرت جریان در حدی بوده که قادر به حمل ذرات ماسه نبوده است، بنابراین، اکثر ذرات ماسه موجود در سیل نهشته شده است، ولی ذرات سیلت به نوارهای بعدی انتقال یافته‌اند.

ماسه

تأثیر پخش سیلاب بر افزایش درصد ماسه در همه اعماق عرصه پخش سیلاب مثبت بوده است. به نظر می‌رسد چون عرصه پخش سیلاب بر یک مخروط‌افکنه درشت‌دانه مستقر شده است، در سال‌های ابتدای سیل‌گیری، به دلیل نفوذپذیری بالا، مقداری از ماسه موجود در جریان سیل پخش شده از طریق خلل و فرج درشت به اعماق حدود ۶۰ سانتی‌متری از سطح زمین راه یافته است، به صورتی که، پس از مسدود شدن خلل و فرج توسط رسوبات نهشته‌شده در سطح، انتقال و حرکت ماسه از سطح به عمق متوقف شده است. به دلیل بالاتر بودن سرعت و قدرت جریان پخش‌شده در سطح نوارهای ابتدایی، میزان ذرات ماسه در سطح نوارهای اول نسبت به نوارهای دوم هر یک از شبکه‌ها بیشتر بوده است.

گراول

تأثیر پخش سیلاب در کاهش میزان گراول در عمق اول همه نوارهای پخش سیلاب با اطمینان ۹۹ درصد معنی‌دار بوده است و در سایر اعماق، به‌رغم کاهش نسبی، تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. روند کاهش

اینکه پخش سیلاب، در منطقه مورد مطالعه، رسوبات فراوانی در سطح عرصه پخش بر جای گذاشته، تأثیر چندانی بر تغییرات شیمیایی خاک نداشته است؛ دلیل آن را می‌توان جوان‌بودن رسوبات عرصه پخش پیش از اجرای عملیات، که از نظر شیمیایی منطبق بر رسوبات استحصال‌شده از حوزه آبخیز بالادست هستند، دانست. از میان ویژگی‌های شیمیایی pH و میزان آهک بیشترین تأثیرپذیری را از سیلاب داشته‌اند، به طوری که pH کاهش (به دلیل افزایش رطوبت و آب‌شویی املاح) و آهک در دو عمق افزایش معنی‌داری داشته است. افزایش میزان آهک را می‌توان ناشی از رسوبات منشأگرفته از سازندهای آهکی حوزه آبخیز بالادست دانست، زیرا تغییرات فیزیکوشیمیایی خاک‌ها ارتباط نزدیکی با سازندهای زمین‌شناسی بالادست دارند [۱۱].

به طور کلی، پخش سیلاب خصوصیات خاک سطحی، به‌ویژه خواص فیزیکی، عرصه پخش را بیشتر تحت تأثیر قرار داده است و از سطح به عمق میزان تغییرات خصوصیات فیزیکی و شیمیایی عرصه پخش ناچیز می‌شود.

یافته‌های محققان دیگر [۵، ۷، ۸، ۹، ۱۴] مطابقت دارد. در نوارهای اول هر یک از کانال‌های آبرسان رسوب درشت‌دانه (ماسه) بیشتری نسبت به نوارهای پایینی نهشته شده است. همچنین، مشخص گردید که شبکه اول عرصه پخش سیلاب میزان رسوب بیشتری نسبت به شبکه دوم دریافت کرده است. به نظر می‌رسد دلیل آن قرارگیری کانال انحراف شبکه اول در بخش بالاتر آبراهه اصلی باشد. به هر حال، نهشته‌شدن رسوب بیشتر در سطح شبکه اول پخش سبب ایجاد تغییرات بیشتر فیزیکوشیمیایی در این شبکه نسبت به شبکه دوم شده است. آنچه مسلم است تأثیر پخش سیلاب بر تغییرات فیزیکی خاک مناطق مختلف، به‌مرور زمان، سبب سنگینی بافت خاک می‌شود. این اثر در آغاز شاید برای مناطقی که وجود بافت سنی و درشت‌دانه سبب ایجاد محدودیت می‌شود مفید باشد، ولی، با گذشت زمان و افزایش رسوب‌گذاری در بخش سطحی خاک، لایه‌ای با بافت سنگین ایجاد می‌شود که محدودیت‌هایی از قبیل کورشدگی و انسداد خلل و فرج خاک و، در نتیجه، کاهش نفوذپذیری را در پی خواهد داشت. با وجود

References

- [1] Aghasi, M.J., Bahmaniar, M.A. and Akbarzadeh, M. (2006). Comparison of the effects of exclusion and water spreading on vegetation and soil parameters in Kyasar rangelands, Mazandaran Province. *Agriculture Science Nature Resource*, 13(4), 73-84. (In Persian).
- [2] Baghernejad, M. (1999). Artificial Recharge System and the Fate of Dissolved and Suspended Particles in Floodwater: A Case Study in Damghan Playa, Iran. *Proceedings of the Ninth International Rain Water Catchment Systems Conference Petrolina, Brazil*, pp. 46-53.
- [3] Barkhordari, J., Shabankareh, K., Mehrjerdi, M.Z. and Khalkhali, M. (2009). Study of water spreading effects on quantitative and qualitative changes of pastural cover: A case study in station of Sarchahan water spreading (Hormozgan province). *Watershed Management Researches (Pajouhesh & Sazandegi)*, 82, 65-72. (In Persian).
- [4] Ehyaeii, A. and Behbahani, A.L. (1993). Description of soil chemical analysis methods. *Soil and Water Research Institute, Bulletin No. 893*. (In Persian).
- [5] Fakhri, F. (2003). *Investigation of the effect of floodwater spreading on physical and chemical characteristics of soil and vegetation in the Tangestan floodwater spreading station*. M.Sc. thesis. University of Tehran, 150 p. (In Persian).
- [6] Feiznia, Sadat (2008). *Applied Sedimentology with emphasis on Soil Erosion & Sediment Production*. Gorgan University Of Agricultural Sciences And Natural Resources press, 356 p.
- [7] Gazavi, G.R. and Vali, A.A. (2002). Evaluation of the effects of flood spreading on some physical and chemical characteristics of soil. *Agriculture Science Nature. Resour*, 9(3), 17-27. (In Persian).
- [8] Ghasemi, A., Hydari, H., Fakhri, F., Azadfar, D. and Sadeghi, S.M. (2009). Evaluation of the effect of flood spreading on some arid zone plants species with respect to the physico - chemical properties of desert soils (A case study, Bushehr province) *Iranian journal of Range and Desert Reseach*, 16 (3), 362-374. (In Persian).
- [9] Lotfollahzadeh, D., Zareh Mehrjerdi, M. and Kamali, K. (2007). Investigation the effects of floodwater spreading on some soil properties at Sarchahan station, Hormozgan province. *Pajouhesh & Sazandegi*, 76, 82-87. (In Persian).
- [10] Kowsar, S.A. (1996). *An Introduction to Flood Mitigation and Optimization of Floodwater Utilization*. Research Institute of Forests and Rangelands press, 522 p.
- [11] Mahdian, M.H., Hosseini Chegeni, E., Shariaty, M.H. and Khaksar, K. (2004). Investigating the effect of floodwater spreading on physic-chemical soil properties at Qoosheh station, Semnan province. *Pajouhesh & Sazandegi*, 61, 39-44. (In Persian).
- [12] Naderi, A.A., Kowsar, S.A. and Sarafraz, A.A. (2000). Reclamation of a sandy desert through Floodwater Spreading: L Sediment-Induced changes in selected soil chemical and physical properties. *Journal of Agriculture Science Technology*, 2, 9-20.
- [13] Sarreshtehdari, A. and Skidmore, A.K. (2005). Soil Properties Changing after Flood Spreading Project (Case study in Iran). *ICID 21st European Regional Conference 2005 - 15-19 May 2005 - Frankfurt (Oder) and Slubice - Germany and Poland*.
- [14] Sokouti, R., Mahdian, M.H., Majidi, A., Mehdizadeh, M., Ahmadi, A., Mehdizadeh, M. and Khani, J. (2005). The study on the effect of Poldasht flood spreading scheme on the soil properties, West Azarbaaijan. *Pajouhesh & Sazandegi*, 67, 42-50. (In Persian).
- [15] Soil Conservation and Watershed Management Research Institute (2008). Floodwater spreading on the Aquifers and artificial recharge. *Animal, cultivation and craft*, 106, 21-22. (In Persian).