

بررسی روند تغییرات برخی خصوصیات شیمیایی خاک در عرصه های پخش سیلاب

کوروش کمالی^{۱*}، محمدحسین مهدیان^۲

۱- مربی پژوهشی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گیلان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی

(kamali_kourosh@yahoo.com)

۲- استاد پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی (mahdian.mhossein@gmail.com)

چکیده

پخش سیلاب و رسوب گذاری در سطح خاک با توجه به کیفیت و کمیت املاح که بوسیله سیل حمل می شوند می تواند موجب تغییراتی در خاک گردد. این تغییرات شامل طیف وسیعی از خصوصیات خاک در سطح یا عمق خاک می تواند باشد. بررسی روند این تغییرات و اندازه گیری پاره ای از متغیرهای خاک در طول زمان، تاثیر پخش سیلاب را بر کیفیت خاک مشخص می نماید. هدف از اجرای این پژوهش تعیین تغییرات خصوصیات شیمیایی خاک در شبکه های پخش سیلاب می باشد. برای این کار، نمونه برداری به روش سیستماتیک - تصادفی و با شبکه بندی نوارها از سه نوار اول سیلگیری شده ۱۳ ایستگاه منتخب پخش سیلاب در سراسر کشور انجام و برخی شاخص های شیمیایی خاک همچون اسیدیته، میزان آهن، گچ، یون های کلسیم، منیزیم، سدیم، پتاسیم، کلر، سولفات، کربنات، بی کربنات و نسبت جذب سدیم ناشی از پخش سیلاب اندازه گیری شد. برای مقایسه میانگین ها، به دلیل عدم توزیع نرمال داده ها از آزمون ناپارامتری استفاده شد. همچنین، به منظور دستیابی به اهداف مورد نظر و آنالیز صحیح داده های جمع آوری شده، مبادرت به گروه بندی ایستگاه ها شد. بدین منظور، با استفاده از آنالیز خوشه ای، میانگین ویژگی های فیزیکی شیمیایی خاک، ایستگاه های منتخب در سه دسته قرار گرفت. بررسی نتایج بدست آمده نشان داد که تغییرات شاخص های شیمیایی در نوارهای پخش و اعماق خاک در سال های مختلف دارای تغییرات نامنظم و همچنین بین گروه های سه گانه ایستگاه ها نیز تا حدی متفاوت بوده است. به نظر می رسد این موضوع می تواند متأثر از عوامل مختلفی از جمله متفاوت بودن کمیت و کیفیت سیلاب منحرف شده، متفاوت بودن بستر عرصه های پخش سیلاب و عدم یکنواختی پخش سیلاب بر روی عرصه ها باشد.

واژه های کلیدی: پخش سیلاب، رسوب، ویژگی های شیمیایی

مقدمه

وقوع خشکسالی‌ها، به ویژه در سال‌های اخیر و به دنبال آن بهره‌برداری بی‌رویه و غیراصولی از منابع آب زیرزمینی، افت سطح آب و کاهش پوشش گیاهی در حوزه‌های آبخیز به ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک، انگیزه مهار کردن سیلاب‌های فصلی را از طریق طراحی و احداث شبکه‌های پخش سیلاب و تغذیه مصنوعی تقویت نموده است. در دهه‌های اخیر احداث شبکه‌های پخش سیلاب یکی از روش‌های غیرمستقیم تغذیه مصنوعی به عنوان شیوه‌ای برای انحراف سیلاب‌ها از مسیر متعارف یک آبراهه، مسیل و پخش آن با اجرای عملیات ساختمانی در زمان و مکان مساعد به ویژه در بافت‌های درشت و سنگریزه‌دار مخروط‌های افکنه دارای شیب متوسط نواحی نیمه کوهستانی، نیمه‌خشک و خشک به شمار می‌آید. از فواید کاربرد شبکه پخش سیلاب و سایر روش‌های تغذیه مصنوعی بهبود زارعت، احیاء و تقویت مراتع، تغذیه آبخوان‌ها و کاهش زیان‌های مالی و جانی سیل می‌باشد.

با وجود فواید پیش گفته، ورود حجم زیادی از سیلاب که اغلب دارای منشاء متفاوتی می‌باشند، به مرور زمان سبب بروز تغییراتی در خواص خاک می‌شود. بررسی روند این تغییرات و اندازه‌گیری پاره‌ای از متغیرهای خاک در طول زمان، تأثیر پخش سیلاب را بر کیفیت خاک مشخص می‌نماید. به طوری که نتایج حاصل از آن در میزان رطوبت خاک، خاکسازي و تغییر شرایط زیست‌محیطی اثرگذار است. لذا به نظر می‌آید در طول زمان خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک تغییر یابد. با توجه به برآیند نتایج متفاوت حاصل از پروژه‌های پخش سیلاب در نقاط مختلف، ضرورت دارد میزان متوسط این تغییرات و روند آن در طول زمان بررسی گردد و با استفاده از نتایج بررسی‌های به عمل آمده روش مناسبی در راستای افزایش بهره‌وری این طرح‌ها ارائه شود.

ذکر این نکته ضروری است که رسوبات نهشته شده در داخل شبکه‌های پخش سیلاب خاک محسوب می‌شوند. چرا که طبق تعریف، خاک مجموعه‌ای از ذرات و اجسام طبیعی است که پوسته خارجی زمین را پوشانده و گیاهانی یا در آن وجود دارند و یا قادر به روئیدن در آن هستند. بنا به تعریف فوق آن قسمت از مشخصات خاک که در رشد نباتات مؤثر هستند، از اهمیت بیشتری برخوردار می‌باشند. همچنین رسوبات آبرفتی نهشته شده در شبکه‌های پخش سیلاب اگرچه فاقد افق‌های معین خاک هستند، ولی از آنجا که قادر به پرورش گیاهان بوده، خاک شناخته می‌شوند (بایوردی، ۱۳۶۸). بررسی شیوه‌های مختلف بهره‌برداری از سیلاب حاکی از تغییر خواص خاک ناشی از پخش و استحصال سیلاب می‌باشد. نمونه بارز این‌گونه تغییرات، تشکیل خاکی با بافت سنگین تا متوسط و حداقل به عمق ۵۵ سانتی‌متر در اثر گسترش سیلاب در اراضی دامنه‌ای دهانه شور نیشابور بوده است که در آن اختلاف‌های فاحش بافت، درصد اشباع، میزان کربن آلی، ازت، فسفر و مواد خنثی شونده بین افق‌های Ap، B_{2Ca} از یک طرف و افق‌های C₂ و C₃ از طرف دیگر وجود داشته است (صادقی و فرهی، ۱۳۶۳).

در نتیجه گسترش سیلاب در عرصه پخش سیلاب گریبانگ فسا نیز برخی از خصوصیات شیمیایی نمونه‌های خاک بر اثر ته نشست رسوبات معلق تغییر یافته است. در این تحقیق خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در اعماق (۰-۳۰) سانتی‌متری، پیش از گسترش سیلاب بر آن (شاهد) و پاره‌ای از دگرگونی‌های خاک که بر اثر پخش سیلاب در مدت چهار سال در این اعماق رخ داده، مورد پژوهش قرار گرفت. تجزیه واریانس نتایج حاصله از تجزیه‌های فیزیکی و شیمیایی نمونه‌های خاک نشان داد که پخش سیلاب از زمان شروع طرح تا زمان نمونه‌برداری (۴ سال) تنها بر روی مقدار شن و درصد سدیم تبدالی اثر معنی‌دار در سطح پنج درصد داشته و تأثیر این عمل بر سایر ویژگی‌های مورد مطالعه معنی‌دار نبوده است (نادری، ۱۳۶۷). نتایج حاصل از پژوهش شریعتی (۱۳۷۹) در خصوص تأثیر پخش سیلاب بر برخی از خصوصیات خاک در عرصه آبخوان قوشه دامغان نشان می‌دهد که رسوبات نهشته شده باعث ایجاد تغییراتی در خواص خاک شده است. به طوری که تغییرات واکنش خاک (pH) و هدایت الکتریکی (EC) قابل ملاحظه نبوده ولی میزان کاتیون‌های کلسیم و منیزیم به میزان دو برابر افزایش و کاتیون سدیم به میزان دو برابر کاهش داشته است.

بررسی‌های انجام گرفته در عرصه کبودر آهنگ همدان (توسلی و همکاران، ۱۳۷۹) نشان داد که افزایش میزان سدیم محلول در مناطق عرصه پخش در مقایسه با شاهد، باعث افزایش میزان نسبت جذب سدیم (SAR) در عرصه پخش سیلاب گردیده است و تا حدودی بر کاهش نفوذ آب به خاک در عرصه پخش مؤثر بوده است. (نادری، ۱۳۶۷) علت افزایش نسبت جذب سدیم و شوری رسوبات برجا مانده در نوارهای پخش سیلاب نسبت به خاک عرصه را به وجود سازندهای آجاجاری در حوضه آبخیز نسبت داده است. (کیاحیرتی، ۱۳۸۱) علت افزایش میزان شوری رسوبات در نوار اول پخش سیلاب موعار نسبت به بقیه نوارها را در ضخامت زیاد (حدود ۴۳

سانتی متر) و انباشته شدن رسوبات ریزدانه به ویژه ذرات لای و همچنین شدت تبخیر بالا نسبت داده است. نتایج حاصله از بررسی تغییرات شیمیایی عمق های مختلف خاک دشت آبدلان گچساران نشان داد که اختلاف تغییرات به وجود آمده در مقادیر بسیاری از مواد و عناصر اندازه گیری شده خاک در پهنه پخش سیلاب از نظر آماری معنی دار نبوده و در مقابل اختلاف میزان تعدادی از عناصر نظیر درصد ذرات شن و سیلت و یون های پتاسیم و کلسیم در سطح ۵ درصد در خاک پهنه های پخش سیلاب در عمق ۳۰ تا ۴۵ سانتی متری خاک در مقایسه با عمق های نزدیک تر به سطح زمین بیشتر بوده است (ملایی، ۱۳۸۴).

در مناطق خشک و نیمه خشک سایر مناطق جهان استحصال آب جمع آوری شده از سیلاب ذخیره رطوبتی خاک را بیشتر کرده و با طولانی کردن دوره مرطوب بودن خاک موجبات توسعه کشاورزی، باغ ها و جنگل ها را فراهم آورده است (Sharma و همکاران، ۱۹۸۲) (Reis و همکاران، ۱۹۸۸) (Carter و Miller، ۱۹۹۱) و (Li و همکاران، ۲۰۰۰). دستاورد بررسی های مفصل که بوسیله (Hubbell و Gardner، ۱۹۴۴) هفت سال پس از پخش سیلاب بر روی اراضی ایستگاه آزمایشی ناواجو^۱ در شمال غربی نیو مکزیکو صورت گرفت، نشانگر بروز تغییراتی در وضعیت خاک بوده است. افزایش میزان شن و رس، تغییر در میزان مواد آلی (که تا حدودی نشان دهنده همبستگی با تغییرات بافت خاک می باشد. و بروز تغییرات شیمیایی ناچیز در عرصه پخش سیلاب نسبت به پلات های شاهد از جمله تغییرات بوجود آمده در عرصه پخش سیلاب می باشد. نتایج حاصل از مطالعات (Kolarkar و همکاران ۱۹۸۳) بر روی خادین ها نیز نشان دهنده تفاوت قابل توجه بین خصوصیات خاک آنها و زمین شاهد است.

بدین ترتیب منابع علمی موجود نشان دهنده اثرات مثبت و منفی پخش سیلاب بر منابع خاکی می باشد. بنابراین استفاده از سیلاب ها در مناطق مختلف مستلزم شناخت کامل از چگونگی این اثرات می باشد. هدف از انجام این تحقیق تعیین و بررسی اثر پخش سیلاب بر روند تغییرات برخی از خصوصیات شیمیایی در طول دوره پخش با توجه به ویژگی های حوضه آبخیز از حیث زمین شناسی و اقلیم در ایستگاه های مورد مطالعه می باشد.

مواد و روش ها

از بین ۳۷ ایستگاه پخش سیلاب اجرا شده در سطح کشور، این تحقیق در ۱۳ ایستگاه منتخب پخش سیلاب انجام شده است. نام و موقعیت جغرافیایی این ایستگاه ها در جدول (۱) و پراکنش آنها در سطح کشور در نقشه (۱) نشان داده شده است. گروه بندی مناطق اجرای طرح بر مبنای مشخصات و خصوصیات خاک، ویژگی های خاص حوزه آبخیز و شرایط حاکم بر عرصه پخش سیلاب بوده و بررسی روند تغییرات هر یک از عناصر غذایی و تغذیه ای خاک در هر یک از گروه ها با تکیه بر آزمون های آماری مناسب و تجزیه و تحلیل داده ها انجام شده است.

نمونه برداری

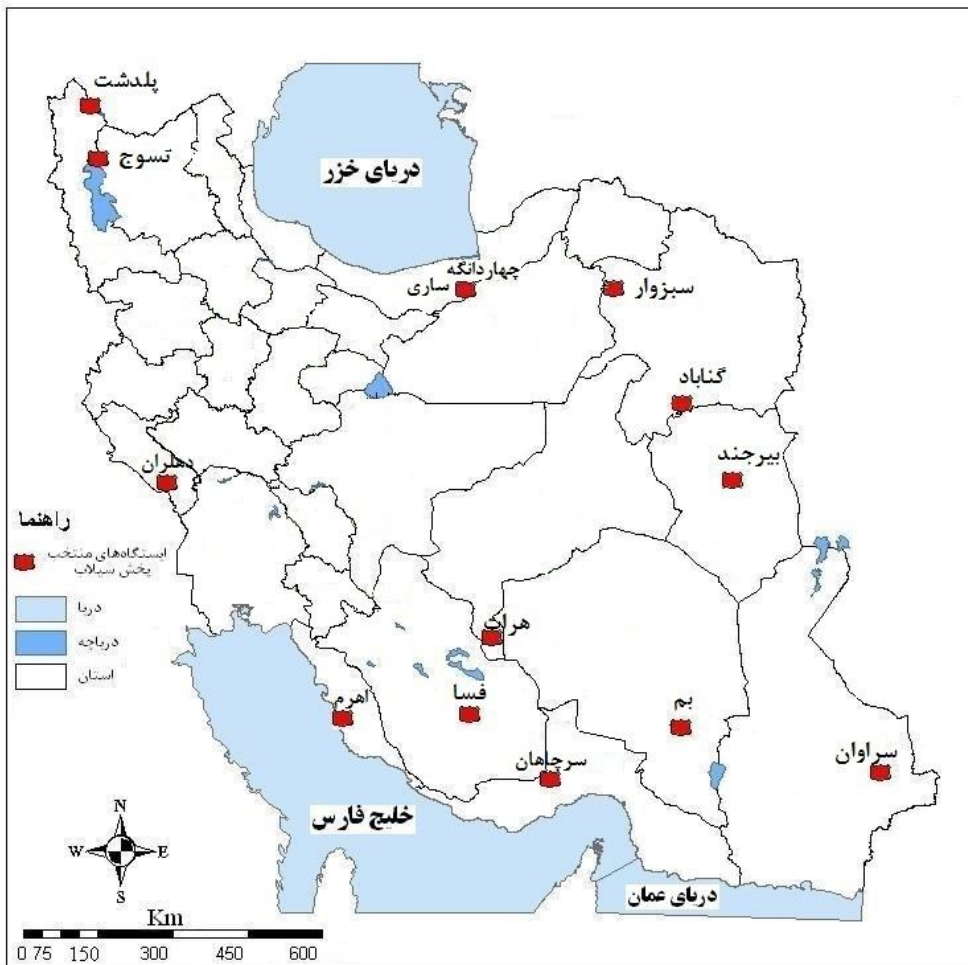
در بررسی اثرات پخش سیلاب بر روند تغییرات خصوصیات شیمیایی خاک، نمونه برداری ها باید با دقت و از محل های یکسان و در طول زمان برداشته شود تا روند تغییرات به خوبی مشخص گردد. از آنجا که عرصه پخش سیلاب به عنوان مکان های اصلی نفوذ، کاشت گونه های درختی، ته نشین رسوب و افزایش باروری خاک و دیگر فعل و انفعالات محسوب می شود، لذا محل های نمونه برداری و بررسی روند تغییرات خصوصیات خاک در داخل عرصه پخش صورت گرفته است. از آنجا که نمونه های برداشت شده باید بیانگر ویژگی های نقاط مختلف عرصه پخش سیلاب باشد، لذا پس از انتخاب نوارهای اول، دوم و سوم با استفاده از شبکه بندی^۲ نوارها مبادرت به نمونه برداری شد. بدین منظور، طول هر نوار به سه قطعه مساوی تقسیم گردید. عرض هر قطعه نیز ۱۰ متر کمتر از عرض نوار انتخاب شد. به عبارت دیگر فاصله شبکه های ترسیمی (عرض هر قطعه) از نهرهای گسترشی و پشته های خاکریز حدود ۵ متر است (شکل ۱).

1-Navajo

2 Grid Sampling

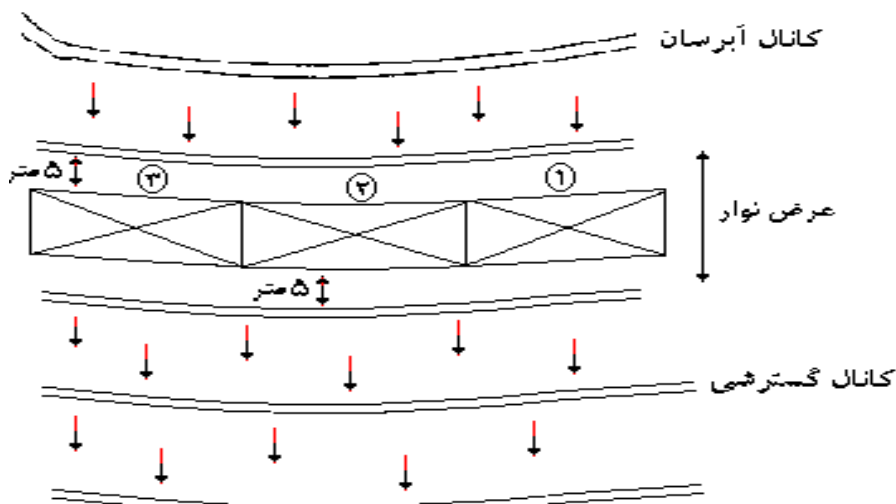
جدول (۱) موقعیت جغرافیایی و مشخصات سیلاب پخش شده در ۱۳ ایستگاه منتخب پخش سیلاب

ردیف	نام ایستگاه پخش سیلاب	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی
۱	موسیان- ایلام	۴۷° ۲۵' تا ۴۷° ۴۲'	۳۲° ۲۷' تا ۳۲° ۳۵'
۲	پلدشت - آذربایجان غربی	طول ۴۴° ۴۸' تا ۴۵° ۸'	۳۹° ۱۴' تا ۳۹° ۱۳'
۳	تسوج - آذربایجان شرقی	۴۵° ۱۹' الی ۴۵° ۲۱'	۳۸° ۲۸' الی ۳۸° ۲۱'
۴	سراوان - سیستان و بلوچستان	۲۷° ۲۳' تا ۲۷° ۲۸'	۶۰° ۱۶' تا ۶۰° ۲۳'
۵	سرچاهان- هرمزگان	۵۵° ۵۲' تا ۵۵° ۵۳'	۲۸° ۱' تا ۲۷° ۵۷'
۶	بیرجند - خراسان جنوبی	۵۸° ۴۳' تا ۵۹° ۴۵'	۳۳° ۸' تا ۳۳° ۳۴'
۷	سبزوار - خراسان رضوی	۵۶° ۴' تا ۵۷° ۳۰'	۳۶° ۲۵' تا ۳۶° ۱۳'
۸	گناباد - خراسان رضوی	۵۸° ۲۳' تا ۵۸° ۳۷'	۳۴° ۰۲' تا ۳۴° ۱۷'
۹	گریبایگان فسا - فارس	۵۳° ۵۱' تا ۵۴° ۵۲'	۲۸° ۳۵' تا ۲۸° ۴۱'
۱۰	آب باریک بم - کرمان	۵۸° ۷' تا ۵۸° ۱۴'	۲۸° ۱۳' تا ۲۸° ۲۵'
۱۱	اهرم - بوشهر	۵۱° ۱۵' تا ۵۱° ۱۷'	۲۹° ۶۰' تا ۲۸° ۵۵'
۱۲	هرات - یزد	۵۵° ۱۲' تا ۵۵° ۳۰'	۳۱° ۰۳' تا ۳۱° ۳۳'
۱۳	چهاردانگه - مازندران	۵۳° ۴۰' تا ۵۳° ۵۸'	۳۶° ۰۷' تا ۳۶° ۲۴'



نقشه (۱) پراکنش ایستگاه های پخش سیلاب منتخب در سطح کشور

این امر به دلیل حذف شرایط مرزی^۳ و عدم دخالت عوامل حاشیه‌ای بود. بنابراین سه شبکه مستطیل شکل در هر نوار تشکیل شده که قطرهای آنها به عنوان ترانسکت‌های دائمی و نقاط نمونه برداری انتخاب شدند.



شکل ۱- نمای شماتیک از شبکه بندی یک نوار و محل‌های نمونه‌برداری در عرصه پخش سیلاب

با توجه به شبکه بندی نوارها و تشکیل سه شبکه مستطیل شکل در هر نوار، قطرهای آن به عنوان ترانسکت^۴ و محل‌های دائمی نمونه‌برداری شناخته شد. ترانسکت خط یا نوری است که نقاط نمونه‌برداری بر روی آن قرار می‌گیرد. در این تحقیق به منظور نمونه‌برداری سالانه، از سه نقطه واقع در روی هر ترانسکت مبادرت به نمونه‌برداری شد. به منظور تجزیه و تحلیل آماری مناسب داده‌ها با تعداد نمونه‌های قابل قبول، از هر شبکه مستطیل شکل دو نمونه از هر ترانسکت با الگوی نمونه‌برداری سیستماتیک تصادفی تهیه شد. نمونه‌برداری‌ها از سال ۱۳۸۲ به مدت پنج سال بود که در این تحقیق نتایج مربوط به سال اول و آخر ارائه شده است. عمق نمونه‌برداری در حالت کلی از سه عمق ۰-۳۰، ۳۰-۶۰ و ۶۰-۹۰ سانتی متری خاک و از طریق حفر پروفیل بود. همچنین به دلیل مقایسه از زمین شاهد نیز نمونه‌برداری انجام شد. زمین شاهد زمینی است در اطراف عرصه پخش سیلاب که در آن سیلی پخش نشده باشد. نمونه برداری در پایان سال آبی (شهریور ماه) مشروط به سیلگیری عرصه پخش سیلاب انجام گرفت. پس از نمونه‌برداری، ویژگی‌های شیمیایی خاک تعیین شد (احیائی و بهبهانی‌زاده، ۱۳۷۲).

تجزیه و تحلیل داده‌های جمع‌آوری شده

به منظور دستیابی به اهداف مورد نظر و آنالیز صحیح داده‌های جمع‌آوری شده، ابتدا مبادرت به گروه‌بندی ایستگاه‌ها با استفاده از آنالیز خوشه‌ای^۵ شد. در این رابطه، از میانگین ویژگی‌های خاک شامل درصد سنگریزه، شن، سیلت و رس، هدایت الکتریکی، TNV، وزن مخصوص ظاهری، آنیون‌ها و کاتیون‌های محلول، SAR، گج، pH، کربن آلی، نیتروژن کل، فسفر، پتاسیم، رطوبت ظرفیت مزرعه، رطوبت نقطه پژمردگی و نفوذپذیری در ایستگاه‌های پخش سیلاب استفاده شد که نتایج آن در شکل (۲) ارائه شده است. بر اساس دندروگرام بدست آمده، ایستگاه‌های پخش سیلاب مورد بررسی را می‌توان در حداقل دو در بیشترین فاصله و حداکثر ۱۳ کلاس در کمترین فاصله طبقه‌بندی کرد. لیکن بر اساس نتایج تحلیل عاملی فاصله مناسب دسته‌بندی سه می‌باشد که با نتایج تحلیل عاملی مبنی بر تعیین سه محور اصلی برای توضیح واریانس داده‌ها مطابقت دارد.

³ Boundary Effect

⁴ Transect

⁵ Cluster Analysis

بر اساس تحلیل خوشه‌ای داده‌های فیزیکی و شیمیایی خاک در ایستگاه‌های پخش سیلاب، این ایستگاه‌ها در سه گروه به شرح جدول (۲) دسته‌بندی شده‌اند. گروه یک شامل ایستگاه‌های آذربایجان شرقی، سبزواری، یزد، گناباد، آذربایجان غربی، بیرجند، ایلام و هرمزگان، گروه دو شامل ایستگاه‌های کرمان، مازندران و فارس و گروه سه را ایستگاه‌های بلوچستان و بوشهر تشکیل می‌دهند. برای تجزیه و تحلیل نتایج بدست آمده، ابتدا نرمال بودن داده‌ها و سپس تغییرات بوجود آمده در عوامل شیمیایی خاک مورد بررسی قرار گرفت. آزمون نرمال بودن داده‌ها نیز بر اساس تست کولموگروف-سمیرنوف (K-S) انجام شده است (جدول ۳).

نتایج و بحث

با توجه به تفاوت در حجم و میزان گل‌آلودگی سیلاب ورودی به هر نوار و احتمال وجود اختلاف خصوصیات خاک در هر یک از نوارهای شبکه پخش سیلاب، روشی برای آنالیز داده‌ها باید مورد استفاده قرار گیرد که بتوان به کمک آن، اثرات پخش سیلاب بر ویژگی‌های شیمیایی خاک نوارها، اختلاف بین نوارها و نیز اثرات کلی پخش سیلاب در اعماق خاک را به دست آورد. برای تجزیه و تحلیل نتایج بدست آمده، ابتدا نرمال بودن داده‌ها بر اساس تست کولموگروف-سمیرنوف (K-S) و سپس تغییرات بوجود آمده در عوامل شیمیایی خاک مورد بررسی قرار گرفت.

$$\{H_0 = F_o(x) - F_E(x) = 0 \quad \text{داده‌ها دارای توزیع نرمال می‌باشند.}$$

$$\{H_1 = F_o(x) - F_E(x) \neq 0 \quad \text{داده‌ها دارای توزیع نرمال نمی‌باشند.}$$

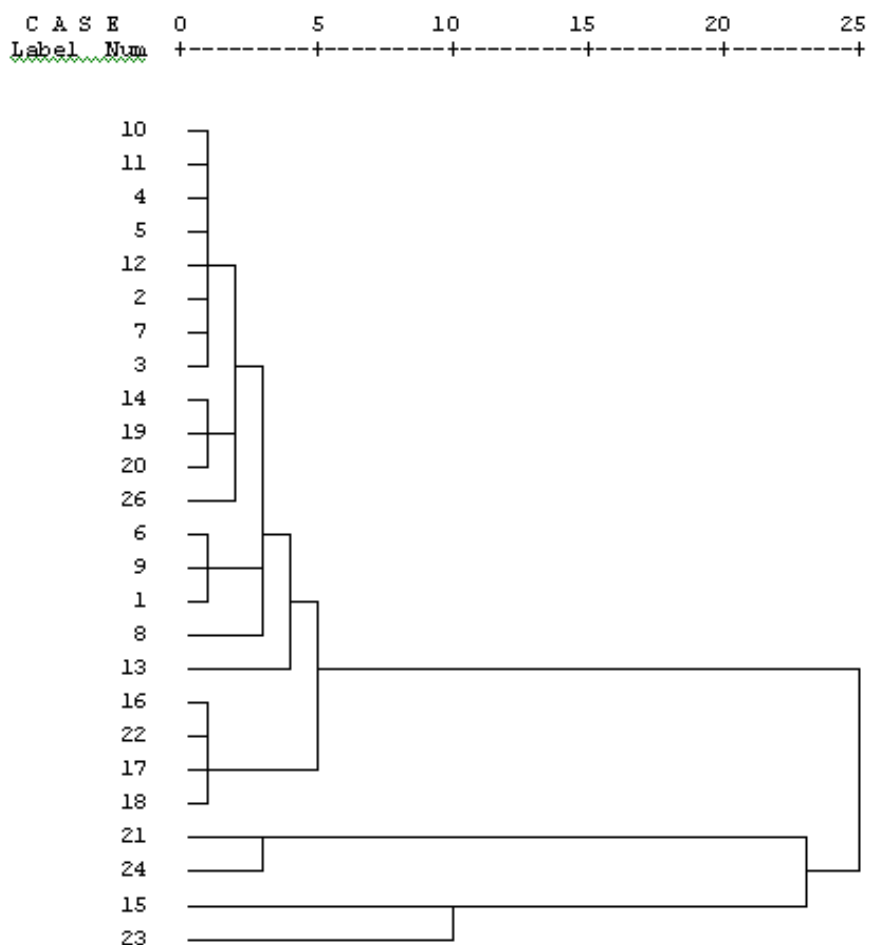
همان‌طور که در جدول (۳) ملاحظه می‌گردد، اختلاف بین داده‌ها بر اساس تست کولموگروف-سمیرنوف (K-S) معنی‌دار بوده و بر این اساس فرض صفر رد شده و در نتیجه داده‌ها نرمال نیستند. در نتیجه به منظور مقایسه و بررسی هر یک از شاخص‌های مورد نظر از آزمون ناپارامتری Kruskal & Wallis استفاده شد. لازم به ذکر است در مقاله حاضر به دلیل حجم زیاد اطلاعات تولیدی و نتایج حاصله، بررسی تغییرات خصوصیات شیمیایی خاک فقط در ایستگاه‌های گروه یک مورد بررسی قرار گرفته است.

جدول ۲- گروه بندی ایستگاه‌های طرح بر اساس دسته بندی شاخص‌های خاک

شماره گروه	نام ایستگاه
یک	آذربایجان شرقی، سبزواری، یزد، گناباد، آذربایجان غربی، بیرجند، ایلام، هرمزگان
دو	کرمان، مازندران، فارس
سه	بلوچستان، بوشهر

جدول ۳- وضعیت نرمال بودن داده‌ها در ایستگاه‌های گروه ۱

Variable	Kolmogorov-Smirnov(a)			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
EC	./216	247	0/000	./605	247	0/000
TNV	./055	247	0/072	./980	247	./001
Ca	./077	247	0/001	./899	247	0/000
Mg	./342	247	0/000	./186	247	0/000
Na	./402	247	0/000	./343	247	0/000
SAR	./414	247	0/000	./389	247	0/000
HCO ₃	./094	247	0/000	./965	247	0/000
Cl	./308	247	0/000	./406	247	0/000
SO ₄	./488	247	0/000	./373	247	0/000
CaSO ₄	./414	247	0/000	./652	247	0/000
Ph	./248	247	0/000	./374	247	0/000



شکل ۲- دندروگرام خوشه‌ای برای طبقه‌بندی ایستگاه‌های بخش سیلاب

جدول ۴- وضعیت نرمال بودن داده‌ها در ایستگاه‌های گروه ۲

Variable	Kolmogorov-Smirnov(a)			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
EC	.228	170	0/000	.738	170	0/000
TNV	.192	170	0/000	.897	170	0/000
BD	.363	166	0/000	.704	166	0/000
Ca	.079	166	.012	.902	166	0/000
Mg	.232	166	0/000	.702	166	0/000
Na	.229	170	0/000	.654	170	0/000
SAR	.249	170	0/000	.807	170	0/000
HCO3	.069	170	.049	.968	170	.001
Cl	.244	169	0/000	.696	169	0/000
SO ₄	.256	169	0/000	.649	169	0/000
CaSO ₄	.529	109	0/000	.070	109	0/000
pH	.306	170	0/000	.342	170	0/000

جدول ۵- وضعیت نرمال بودن داده‌ها در ایستگاه‌های گروه ۳

Variable	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
EC	0/286	175	0/000	0/518	175	0/000
TNV	0/123	176	0/000	0/875	176	0/000
Ca	0/124	158	0/000	0/896	158	0/000
Mg	0/124	158	0/000	0/896	158	0/000
Na	0/327	176	0/000	0/475	176	0/000
SAR	0/302	176	0/000	0/582	176	0/000
HCO ₃	0/217	165	0/000	0/896	165	0/000
Cl	0/350	176	0/000	0/407	176	0/000
SO ₄	0/137	18	0/200	0/981	18	0/963
CaSO ₄	0/323	176	0/000	0/645	176	0/000
PH	0/208	176	0/000	0/868	176	0/000

بررسی تغییرات خصوصیات شیمیایی خاک نوار اول در طی سال‌های اجرای طرح

بر اساس نتایج مقایسه آماری، تغییرات خصوصیات شیمیایی خاک نوار اول در سه سال اجرای طرح (جدول ۶)، بین سال اول و دوم شاخص‌های TNV، بیکربنات و کلر در سطح ۹۹ درصد اختلاف معنی‌داری وجود دارد. بین سال اول و سوم، میزان SAR در سطح ۹۵ درصد و میزان pH، TNV، منیزیم، بی‌کربنات و کلر در سطح ۹۹ درصد اختلاف معنی‌داری وجود دارد. بین سال دوم و سوم، تغییرات شاخص‌های pH، گچ، منیزیم و بیکربنات در سطح ۹۹ درصد معنی‌دار شده است.

جدول ۶- نتایج مقایسه آماری برخی خصوصیات شیمیایی خاک نوار اول در سه سال

SAR	CaSO ₄ .2H ₂ O	TNV	pH	EC	پارامترهای آماری	نمونه‌های مقایسه شده
۲/۶۳۳	۳/۱۳۸	۱۴/۹۰۳	۰/۰۵۷	۰/۵۲۴	مربع کای	سال اول با
۰/۱۰۵	۰/۰۷۷	۰/۰۰۰**	۰/۸۱۲	۰/۴۸۹	احتمال	سال دوم
۵/۵۳۹	۳/۰۷۲	۱۹/۵۴۲	۸/۰۱۴	۰/۲۱۵	مربع کای	سال اول با
۰/۰۱۹*	۰/۰۸۰	۰/۰۰۰**	۰/۰۰۵**	۰/۶۴۳	احتمال	سال سوم
۲/۶۸۲	۷/۷۲۴	۰/۰۸۳	۶/۷۵۵	۰/۰۰۲	مربع کای	سال دوم با
۰/۱۰۱	۰/۰۰۵**	۰/۷۷۴	۰/۰۰۹**	۰/۹۶۱	احتمال	سال سوم

ادامه جدول ۶- نتایج مقایسه آماری برخی خصوصیات شیمیایی خاک نوار اول در سه سال

سولفات	کلر	بی‌کربنات	سدیم	منیزیم	کلسیم	پارامترهای آماری	نمونه‌های مقایسه شده
۰/۸۶۸	۸/۰۹۲	۱۳/۹۴۷	۱/۳۲۷	۰/۱۵۸	۰/۷۷۲	مربع کای	سال اول با
۰/۳۵۲	۰/۰۰۴**	۰/۰۰۰**	۰/۲۴۹	۰/۶۹۱	۰/۳۸۰	احتمال	سال دوم
۲/۹۹۶	۹/۰۷۶	۲۳/۳۷۸	۰/۳۴۷	۱۱/۵۶۵	۱/۰۷۶	مربع کای	سال اول با
۰/۰۸۳	۰/۰۰۳**	۰/۰۰۰**	۰/۵۵۶	۰/۰۰۱**	۰/۳۰۰	احتمال	سال سوم
۳/۷۷۴	۰/۰۱۳	۵۱/۵۵۸	۱/۴۱۲	۱۰/۲۷۰	۲/۹۶۳	مربع کای	سال دوم با
۰/۰۵۲	۰/۹۰۸	۰/۰۰۰**	۰/۲۳۵	۰/۰۰۱**	۰/۰۸۵	احتمال	سال سوم

بررسی تغییرات خصوصیات شیمیایی خاک نوار دوم در طی سه سال

بر اساس نتایج مقایسه آماری تغییرات خصوصیات شیمیایی خاک نوار دوم در سه سال اجرای طرح (جدول ۷)، بین سال اول و دوم شاخص‌های TNV، pH، گچ و کلسیم در سطح ۹۹ درصد و کلر در سطح ۹۵ درصد اختلاف معنی‌داری وجود دارد. بین سال اول و

سوم، میزان SAR و سولفات در سطح ۹۵ درصد و TNV، منیزیم، بی کربنات و کلر در سطح ۹۹ درصد اختلاف معنی داری وجود دارد. بین سال دوم و سوم، تغییرات شاخص های pH، گچ، کلسیم، بی کربنات و سولفات در سطح ۹۹ درصد و EC و SAR، منیزیم در سطح ۹۵ درصد اختلاف معنی دار شده است.

جدول ۷- نتایج مقایسه آماری برخی خصوصیات شیمیایی خاک نوار دوم در سه سال

SAR	CaSO ₄ .2H ₂ O	TNV	pH	EC	پارامترهای آماری	نمونه های مقایسه شده
۲/۷۲۱	۱۰/۶۳۵	۷/۹۱۷	۷/۷۹۵	۲/۳۴۵	مربع کای	سال اول با
۰/۰۹۹	۰/۰۰۱**	۰/۰۰۵**	۰/۰۰۵**	۰/۱۲۶	احتمال	سال دوم
۶/۱۸۵	۱/۳۳۰	۹/۲۶۵	۰/۰۹۸	۰/۶۳۰	مربع کای	سال اول با
۰/۰۱۳*	۰/۲۴۹	۰/۰۰۲**	۰/۷۵۵	۰/۴۲۷	احتمال	سال سوم
۴/۹۸۸	۱۰/۲۰۴	۰/۰۲۰	۶/۷۶۴	۵/۳۴۳	مربع کای	سال دوم با
۰/۰۲۶*	۰/۰۰۱**	۰/۸۸۹	۰/۰۰۹**	۰/۰۲۱*	احتمال	سال سوم

ادامه جدول ۷- نتایج مقایسه آماری برخی خصوصیات شیمیایی خاک نوار دوم در سه سال

سولفات	کلر	بی کربنات	سدیم	منیزیم	کلسیم	پارامترهای آماری	نمونه های مقایسه شده
۰/۶۳۵	۴/۴۳۹	۰/۵۳۷	۰/۰۰۰	۰/۴۵۳	۱۱/۶۳۶	مربع کای	سال اول با
۰/۴۲۵	۰/۰۳۵*	۰/۴۶۴	۰/۹۸۳	۰/۵۰۱	۰/۰۰۱**	احتمال	سال دوم
۵/۹۲۴	۱۲/۵۱۶	۳۰/۳۷۸	۱/۸۹۰	۷/۹۰۷	۰/۰۰۳	مربع کای	سال اول با
۰/۰۱۵*	۰/۰۰۰**	۰/۰۰۰**	۰/۱۶۹	۰/۰۰۵**	۰/۹۶۰	احتمال	سال سوم
۷/۲۲۰	۲/۳۸۵	۲۳/۷۲۸	۲/۲۰۶	۴/۹۵۱	۱۳/۶۵۴	مربع کای	سال دوم با
۰/۰۰۷**	۰/۱۲۲	۰/۰۰۰**	۰/۱۳۷	۰/۰۲۶*	۰/۰۰۰**	احتمال	سال سوم

بررسی تغییرات خصوصیات شیمیایی خاک نوار سوم در طی سه سال

بر اساس نتایج مقایسه آماری تغییرات خصوصیات شیمیایی خاک نوار سوم در سه سال اجرای طرح (جدول ۸)، بین سال اول و دوم شاخص های TNV، pH و بی کربنات در سطح ۹۹ درصد اختلاف معنی داری وجود دارد. بین سال اول و سوم، میزان کلر و سولفات در سطح ۹۵ درصد و میزان TNV و بی کربنات در سطح ۹۹ درصد اختلاف معنی داری مشاهده شده است. بین سال دوم و سوم، تغییرات شاخص های pH و بی کربنات در سطح ۹۹ درصد و کلسیم در سطح ۹۵ درصد اختلاف معنی دار شده است.

جدول ۸- نتایج مقایسه آماری برخی خصوصیات شیمیایی خاک نوار سوم در سه سال

SAR	CaSO ₄ +2H ₂ O	TNV	pH	EC	پارامترهای آماری	نمونه های مقایسه شده
۰/۳۴۱	۳/۴۶۱	۷/۴۲۸	۷/۳۰۸	۱/۲۳۳	مربع کای	سال اول با
۰/۵۵۹	۰/۰۶۳	۰/۰۰۶**	۰/۰۰۷**	۰/۲۶۷	احتمال	سال دوم
۰/۳۵۲	۰/۴۴۶	۹/۲۶۲	۱/۸۱۶	۰/۰۰۴	مربع کای	سال اول با
۰/۵۵۳	۰/۵۰۴	۰/۰۰۲**	۰/۱۷۸	۰/۹۵۲	احتمال	سال سوم
۰/۹۶۱	۰/۹۷۴	۰/۰۰۱	۱۲/۹۵۵	۱/۴۴۲	مربع کای	سال دوم با
۰/۳۲۷	۰/۳۲۴	۰/۹۸۱	۰/۰۰۰**	۰/۲۳۰	احتمال	سال سوم

ادامه جدول ۸- نتایج مقایسه آماری برخی خصوصیات شیمیایی خاک نوار سوم در سه سال

نمونه‌های مقایسه شده	پارامترهای آماری	کلسیم	منیزیم	سدیم	بی‌کربنات	کلر	سولفات
سال اول با	مربع کای	۳/۳۴۲	۰/۶۸۲	۱/۱۰۰	۸/۰۷۰	۲/۰۵۰	۱/۰۷۸
سال دوم	احتمال	۰/۰۶۸	۰/۴۰۹	۰/۲۹۴	۰/۰۰۵**	۰/۱۵۲	۰/۲۹۹
سال اول با	مربع کای	۰/۲۱۳	۱/۴۰۹	۰/۳۸۴	۳۶/۹۰۶	۶/۰۳۱	۵/۴۷۷
سال سوم	احتمال	۰/۶۴۵	۰/۲۳۵	۰/۵۳۶	۰/۰۰۰**	۰/۰۱۴*	۰/۰۱۹*
سال دوم با	مربع کای	۵/۱۵۳	۰/۳۰۲	۲/۴۰۰	۱۷/۰۳۵	۲/۴۳۶	۱/۹۷۵
سال سوم	احتمال	۰/۰۲۳*	۰/۵۸۲	۰/۱۲۱	۰/۰۰۰**	۰/۱۱۹	۰/۱۶۰

نتیجه گیری

بررسی نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که تغییرات شاخص‌های شیمیایی در نوارهای پخش در سال‌های مختلف دارای تغییرات نامنظم بوده است. این موضوع متأثر از عوامل مختلفی می‌باشد که از جمله آن‌ها می‌توان به متفاوت بودن کمیت و کیفیت سیلاب منحرف شده، وقوع خشکسالی و میزان سیلگیری متفاوت نوارها در سال‌های مختلف اجرای طرح، انجام عملیات بیولوژیک و قرق بودن برخی از عرصه‌های پخش سیلاب، یکسان نبودن آزمایشگاه‌های تجزیه نمونه‌های خاک، متفاوت بودن بستر عرصه‌های پخش سیلاب و عدم یکنواختی پخش سیلاب بر روی عرصه‌ها اشاره نمود. در این تحقیق تغییرات شوری و نسبت جذب سدیم در اکثر سال‌های اجرای طرح روند کاهشی و در برخی سال‌ها تغییرات نامنظم داشته است. (توسلی و همکاران، ۱۳۷۹) و (Kowsar، ۱۹۹۷) افزایش شوری را گزارش داده‌اند، ولی تحقیقات (Kolarkar و همکاران، ۱۹۸۳) حاکی از کاهش این عامل بوده است. شریعتی (۱۳۷۹) نیز عدم تغییر شوری و (ملائی و همکاران، ۱۳۸۲). (فخری و همکاران، ۱۳۸۲). (سلیمانی، ۱۳۸۴) نیز افزایش شوری را گزارش نموده که این افزایش معنی‌دار نبوده است؛ ولی (رنگ‌آور، ۱۳۸۲). (سکوتی، ۱۳۸۳) افزایش معنی‌دار شوری خاک را در اثر پخش سیلاب گزارش کرده‌اند. TNV، کلسیم و منیزیم نیز در سال‌های اجرای طرح افزایش داشته است. این نتایج با مشاهدات (سکوتی اسکوتی، ۱۳۸۳)، (ملائی و شفیع، ۱۳۸۴) مطابقت دارد. (شریعتی، ۱۳۷۹) نیز در عرصه پخش سیلاب قوشه دامغان دو برابر شدن مجموع کلسیم و منیزیم را گزارش نموده است. از طرف دیگر (توسلی و همکاران، ۱۳۷۹) افزایش در نسبت جذب سطحی سدیم، اسیدیته، کلسیم، منیزیم و سدیم را گزارش نموده‌اند. مقادیر کاتیون‌ها و آنیون‌های خاک نیز در نوارهای پخش افزایش داشته است. (رنگ‌آور، ۱۳۸۲). (شریعتی، ۱۳۸۲). (ملائی، ۱۳۸۲). (سلیمانی، ۱۳۸۴) نیز این موضوع را گزارش کرده‌اند. با توجه به اینکه تغییر خصوصیات خاک عرصه پخش سیلاب بستگی به خصوصیات رسوبات وارد شده به سامانه پخش سیلاب دارد؛ واقع شدن اکثر حوضه‌های بالادست عرصه‌های پخش سیلاب در مناطق خشک و نیمه‌خشک با درصد کم پوشش گیاهی و با خاک کم حاصلخیز، موجب ورود رسوباتی به سامانه پخش سیلاب شده است که نتوانسته تغییرات چشم‌گیر و قابل توجهی را در شاخص‌های شیمیایی مناطق اجرای طرح ایجاد کند.

تشکر و قدردانی

از مساعدت مسئولین و همکاران محترم پژوهشکده حفاظت خاک و آب‌خیزداری کشور و مراکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان‌های محل اجرای طرح در انجام مراحل مختلف اجرای پژوهش حاضر سپاسگزاری می‌شود.

منابع

بایوردی، م، ۱۳۶۸، خاک: پیدایش و رده‌بندی، انتشارات دانشگاه تهران، ۶۸۰ صفحه.
توسلی، ا، م، مهدیان، ب، یعقوبی، و، اسدیان، ق، ۱۳۷۹، بررسی تأثیر پخش سیلاب بر نفوذپذیری خاک عرصه پخش سیلاب کیودر آهنگ. دومین همایش دستاوردهای ایستگاه‌های پخش سیلاب، پژوهشکده حفاظت خاک و آب‌خیزداری، صص. ۵۴-۵۱.

- رنگ‌آور، عبدالصالح، ۱۳۸۲، اثرات پخش سیلاب بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی منابع خاکی آبخوان، مجموعه مقالات سومین همایش آبخوانداری، تهران، ایران، صص ۶۷-۶۰.
- سلیمانی، ر، کمالی، ک، شفیعی، ز، پیرانی، ا، اعظمی، ا، ۱۳۸۴، تغییرات ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک در اثر پخش سیلاب در ایستگاه موسیان ایلام، مجموعه مقالات نهمین کنگره علوم خاک ایران، کرج، ایران، صص: ۴۲۵-۴۲۴.
- سکوتی اسکوتی، ر، م، ح، مهدیان، ع، مجیدی، ج، خانی، 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. شماره ثبت ۸۳/۹۶۷. ۱۱۲ صفحه.
- شریعتی، م، ح، ۱۳۷۹، بررسی تأثیر پخش سیلاب بر تغییرات نفوذپذیری خاک سطحی در عرصه آبخوان قوشه دامغان، پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته آبخیزداری، مرکز آموزش عالی امام خمینی، ۱۴۰ صفحه.
- صادقی، ا، ح، فرهی، ۱۳۶۳، گزارش خاکشناسی نیمه‌تفصیلی دهنه‌شور نیشابور، موسسه تحقیقات خاک و آب، نشریه فنی شماره ۶۴۳، ۳۹ صفحه.
- کیاحیرتی، ج، اسلامیان، س، س، خادمی، ح، چرخابی، ا، ح، ۱۳۸۱، بررسی عملکرد شبکه پخش سیلاب موغار اردستان در تغذیه مصنوعی سفره‌های آب‌زیرزمینی. مجله منابع طبیعی ایران. جلد ۵۵، شماره ۲. صص. ۱۵۹ - ۱۷۰.
- ملائی، ع، شفیعی، ا، ۱۳۸۴، تأثیر پخش سیلاب بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی عمق‌های مختلف خاک دشت آبدلان گچساران. مجموعه مقالات نهمین کنگره علوم خاک ایران، تهران، صص. ۱۶۶-۱۶۳.
- نادری، ع، ۱۳۶۷، اثر پخش سیلاب بر روی پاره‌ای از خواص فیزیکی و شیمیایی خاک شنی گربایگان فسا، پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته خاکشناسی، دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس، ۲۱۵ صفحه.
- Carter, D.C., and S. Miller. 1991. Three years experience with on-farm water catchment water harvesting system in Botswana. *Agric. Water Manage.* 19: 191-203.
- Hubbell, D.S. and J.L. Gardner. 1944. Some edaphic and ecological effects of water spreading on range land, *Ecology Journal*, Vol.25, (1): p. 27-44.
- Kolarkar, A.S., K., N., K., Murthy and N. Singh. 1983. Khadin- A method of harvesting water for agriculture in the Thar Desert, *J.of Arid Envir.* pp:59-66.
- Kowsar, S.A. 1997. Aquifer management: A key to food security in the deserts of Iran, *Proceedings of the 8th International Conference on Rainwater Catchment Systems*, Vol. 2, Tehran, Iran, pp. 990-996.
- Li, X.Y., J.D., Gong, and Q.Z. Gao. 2000. Rainfall harvesting and sustainable agriculture development in the Loess Plateau of China. *J. Desert Res.* 20: 150-153.
- Reis, C., Maulder, P., and L. Begemann. 1988. Water harvesting for plant production. *World Bank Tech Paper 91*, Washington, DC.
- Sharma, K.D., Pareek, O.P., H.P. Singh. 1982. Effect of runoff concentration on growth and yield of Jojoba. *Agric. Water Manage.* 5: 73-85.