پژوهش های آبخیزداری
شاپا: ۲۰۳۸-۲۹۸۱
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی فارس

بررسی اثر پخش‌سیلاب بر شاخص‌های تنوع، غنا، تراکم و یکنواختی گونه‌ای بانک بذر خاک در ایستگاه آبخوانداری کوثر

سید محمدرضا حبیبیان[1*]، محمدجواد روستا[2]، مهرداد زرافشار[3]

۱ و ۳ – استادیار پژوهشی، بخش تحقیقات منابع طبیعی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شیراز، ایران

۲ – دانشیار پژوهشی، بخش تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شیراز، ایران

چکیده‌ی مبسوط

مقدمه و هدف

در سال‌های اخیر استفاده از سامانه‌های پخش سیلاب، یکی از مؤثرترین روش‌ها برای مهار آب‌های سطحی به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه خشک است، که افزون بر کاهش اثرهای زیان‌بار سیلاب‌ها موجب کاهش فرسایش خاک، تقویت سفره‌های آب زیر زمینی، بهبود زمین‌های کشاورزی و احیای پوشش گیاهی مراتع می‌شود. در مراتع سیلابی از خصوصیات بانک بذر خاک اطلاعات اندکی وجود دارد. برای این موضوع هزینه و وقت زیادی صرف شده است. بسیاری از گونه‌های موجود در بانک بذر می‌تواند اثر عامل‌های محیطی و مدیریتی گذشته را تفسیر کند. شناسایی این منبع نقش مهمی در حفاظت و احیاء پوشش گیاهی دارد. از این رو، این پژوهش با هدف بررسی اثر پخش‌سیلاب بر شاخص‌های تنوع زیستی بانک بذر خاک برای احیا و بهبود پوشش گیاهی در مراتع ویران‌شده در ایستگاه آبخوانداری کوثر انجام شد.

مواد و روش‌ها

برای بررسی اثر پخش سیلاب روی ترکیب، تراکم، تنوع ، غنا و یکنواختی گونه‌ای بانک بذر خاک در دو منطقه‌ی پخش سیلاب و بدون پخش سیلاب (شاهد) در منطقه‌ی گربایگان فسا از سال ۱۳۹۹ به‌مدت سه سال، پژوهش‌های بانک بذر اجراء شد. پس از شناسایی آغازین مرتع‌های عرصه‌ی پخش سیلاب در خرداد ماه ۱۳۹۹، مکان‌یابی دو منطقه معرف درون و خارج از پخش سیلاب (شاهد) انجام شد. نمونه‌برداری بانک بذر خاک در پاییز ۱۳۹۹ قبل از آغاز رویش بذرهای موجود در خاک انجام

نوع مقاله: پژوهشی
***مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی:** smrhabibian@yahoo.com
استناد: حبیبیان، س.م.ر.، روستا، م.ج.، زرافشار، م. ۱۴۰۳. بررسی اثر پخش‌سیلاب بر شاخص‌های تنوع، غنا، تراکم و یکنواختی گونه‌ای بانک بذر خاک در ایستگاه آبخوانداری کوثر. پژوهش‌های آبخیزداری، ۳۷ (۲): ۲۱-۲.
شناسه‌ی دیجیتال: 10.22092/WMRJ.2023.361934.1535
تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۱/۱۵، **تاریخ بازنگری:** ۱۴۰۲/۰۳/۲۱، **تاریخ پذیرش:** ۱۴۰۲/۰۳/۳۱، **تاریخ انتشار:** ۱۴۰۳/۰۴/۰۱
پژوهش‌های آبخیزداری، سال ۱۴۰۳، دوره‌ی۳۷، شماره ۲، شماره‌ی پیاپی ۱۴۳، تابستان ۱۴۰۳، صفحه‌های۲ تا ۲۱
ناشر: مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس
© نویسندگان

شد. در درون منطقه‌ی معرف (مرتع پخش سیلاب‌شده در ۶ نوار) و شاهد (مرتع بدون پخش سیلاب)، یک نوار اندازه‌گیری ۱۵۰ متری در جهت عمود بر شیب زمین مستقر شد. از روی هر نوار اندازه‌گیری با فاصله‌ی ۱۰ متر یک قطعه یک مترمربعی با روش تصادفی–نظام‌مند (۱۵ قطعه یا تکرار) مشخص شد. در چهار گوشه و مرکز هر قطعه‌ی یک مترمربعی گودالی به قطر ۷ سانتی‌متر و با ژرفای۵–۰ و ۱۰–۵ سانتی‌متر حفر شد. خاک‌های هر ژرفا به‌شکل جداگانه در پنج نقطه‌ی قطعه‌ی یک مترمربعی با هم ترکیب و به‌عنوان یک نمونه برای کاشت در سینی‌های مخصوص در گلخانه در نظر گرفته شدند.

نمونه‌های بانک بذر خاک به‌مدت چهار ماه برای شکسته‌شدن خواب بذر در یخچال نگهداری و سپس به‌مدت یک سال برای کشت به محیط گلخانه منتقل و با روش ظهور گیاهچه، بذرهای موجود در خاک که به‌تدریج سبز شدند، شناسایی و شمارش شدند. تحلیل‌های بانک بذر بر اساس شمارش گیاهچه‌های جوانه‌زده در گلخانه انجام شد. تراکم گونه‌های موجود در بانک بذر خاک با روش محاسبه‌ی مجموع تعداد بذر همه‌ی گونه‌ها در مترمربع انجام شد. برای تعیین شاخص‌های تنوع، غنا و یکنواختی گونه‌ای از نرم‌افزار PAST استفاده شد. برای غنای گونه‌ای بانک بذر خاک از شاخص‌های مارگالف و منهینیک و برای تنوع از شاخص‌های شانون–وینر و سیمپسون و برای یکنواختی از شاخص هیل استفاده شد. برای مقایسه‌ی خصوصیات بانک بذر خاک (تراکم، غنا، تنوع و یکنواختی گونه‌ای) میان دو منطقه‌ی معرف مرتع پخش سیلاب و مرتع بدون پخش سیلاب (شاهد) از آزمون t مستقل و برای مقایسه‌ی میان دو ژرفای ۵–۰ و ۱۰–۵ سانتی‌متری نیز از آزمون t جفتی استفاده شد. تجزیه و تحلیل های آماری به‌وسیله‌ی نرم‌افزار R با استفاده از تحلیل پراکندگی یک‌طرفه انجام شد. همچنین، مقایسه‌ی میانگین‌ها با روش دانکن انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج بررسی‌های گلخانه‌ای نشان داد که ۵۳۴۰ شمار بذر در گلخانه جوانه‌زنی داشت، که در منطقه‌ی پخش سیلاب در ژرفای ۵–۰سانتی‌متر ۳۷۵۶ شمار بذر و در ژرفای ۱۰–۵ سانتی‌متر ۱۱۹۰ شمار بذر رویش داشتند. در منطقه‌ی بدون پخش سیلاب (شاهد) نیز در ژرفای ۵–۰ سانتی متر ۳۲۹ شمار بذر و در ژرفای ۱۰–۵ سانتی‌متر ۶۵ شمار بذر رویش داشتند. تراکم بانک بذر در منطقه‌ی پخش سیلاب ایستگاه آبخوانداری کوثر در ژرفای ۵–۰سانتی‌متر، به‌طور میانگین رویش ۱۱۳ بذر (از ۱۸ خانواده‌ی گیاهی و ۶۱ گونه) در مترمربع بود. در ژرفای ۱۰–۵ سانتی‌متر، به‌طور میانگین رویش ۳۶ بذر (از ۱۸ خانواده‌ی گیاهی و ۵۶ گونه) در مترمربع بود. تراکم بانک بذر در منطقه‌ی شاهد در ژرفای ۵–۰ سانتی‌متر، به‌طور میانگین رویش ۹/۹۶ بذر (از ۱۰ خانواده‌ی گیاهی و ۲۳ گونه) در مترمربع بود. در ژرفای ۵–۰سانتی‌متر، میانگین رویش ۱/۹۶ بذر (از ۸ خانواده ی گیاهی و ۱۵ گونه) در مترمربع بود. در منطقه‌ی پخش سیلاب میانگین تراکم بذرهای سبزشده در ژرفای ۵–۰ سانتی‌متر خاک ۳/۱۴ برابر بیشتر از ژرفای ۱۰–۵ سانتی‌متر خاک بود. در منطقه‌ی شاهد هم میانگین تراکم بذرهای سبزشده در ژرفای۵–۰ سانتی‌متر خاک ۵/۰۸ برابر بیشتر از ژرفای ۱۰–۵ سانتی‌متر خاک بود. نتایج تجزیه‌ی پراکنش نشان داد که تفاوت شاخص‌های تنوع زیستی (تراکم، تعداد گونه، تنوع، غنا و یکنواختی گونه‌ای) میان نوارهای شبکه‌ی پخش سیلاب بیشه زرد ۱ و شاهد در ژرفای ۵–۰ و۱۰–۵ سانتی‌متر بانک بذر خاک در سطح ۱ ٪ و ۵ ٪ معنی‌دار بود. همچنین، در دو منطقه‌ی پخش سیلاب و بدون پخش سیلاب (شاهد) نتایج آزمون t نشان داد که تفاوت شاخص‌های تنوع زیستی میان ژرفای ۵–۰ و ۱۰–۵ سانتی‌متر بانک بذر خاک در سطح ۱ ٪ و ۵ ٪ معنی‌دار بود.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

به‌طور کلی می‌توان گفت که اجرای عملیات پخش سیلاب در منطقه‌ی مطالعه‌شده زیست‌بوم ویژه‌ای ایجاد کرده است که سبب بهبود شرایط محیطی مانند رطوبت کافی و ماده آلی مناسب در منطقه شده است. همچنین، بر افزایش تراکم و تنوع، غنا و یکنواختی گونه‌ای بانک بذر خاک و ترکیب گونه‌ای تأثیر قابل توجهی داشته است. بنابراین از این ظرفیت بانک بذر می‌توان برای احیای این منطقه و مناطق مشابه استفاده کرد. در نهایت نتایج این پژوهش نشان داد بانک بذر خاک منطقه‌ی مزبور پاسخ مثبتی به اجرای عملیات پخش سیلاب است به‌شکلی‌که در منطقه‌ی پخش سیلاب بیشترین تراکم، تنوع، غنا و یکنواختی گونه‌ای ذخیره بذری خاک مشاهده شد. پیشنهاد می‌شود طرح‌های بررسی تأثیر پخش سیلاب بر شاخص‌های تنوع زیستی در قطعه‌های جنگل‌کاری با گونه‌های مختلف اکالیپتوس، آکاسیا و همچنین قطعه‌های بوته‌کاری با گونه‌ی آتریپلکس همراه با قطعه‌ی شاهد در گربایگان فسا انجام شود و نتایج با هم مقایسه شوند. نتایج این پژوهش را می‌توان در حفظ تنوع گیاهی، حفظ ذخیره‌های ژنتیکی و احیاء و مدیریت پوشش گیاهی منطقه به‌کار برد.

واژگان کلیدی: تنوع زیستی، جوانه زنی بذر، دشت گربایگان فسا، سیل

مقـدمه

در دهه‌های اخیر پخش سیلاب روی زمین‌های هموار دشت‌ها و ذخیره آن در آبخوان‌ها، یکی از روش‌های تغذیه مـصنوعی است که توجه خاصی به‌آن شده اسـت. یکـی از اهـداف مهم ایـن طرح‌ها استفاده از سیلاب‌های فصلی است که در مناطق خـشک و نیمـه خـشک رخ مـی‌دهنـد. این روش بیشتر در مناطق با خاک‌های با بافت سبک و در شیب‌های کم قابـل اجـرا است.

یکی از مؤلفه‌های اصلی مسائل زیست محیطی تنوع زیستی است و کاهش شدید تنوع زیستی پاسخ پیچیده‌ای از تغییرات زیست‌محیطی است (پرییه اگو سانتاندر ۲۰۱۳). بحث و بررسی تنوع زیستی به موازات جنبه علمی و دانشگاهی آن، یکی از تأثیرگذارترین مسائل مرتبط با سیاست‌های زیست‌محیطی است (نوری و همکاران ۲۰۱۱). بررسی بوم‌شناختی تنوع گیاهی اهمیت بسزایی دارد و یکی از شیوه‌های اصولی دستیابی به پایداری نسبی بوم‌شناختی، توجه به حفظ و افزایش تنوع گونه‌ای در اجرای عملیات زیستی است (سالاریان و همکاران ۲۰۱۱). یکی از هدف‌های اصلی حفاظت زیستی کمی کردن تنوع گونه‌ای است. ازاین‌رو، پژوهش‌های زیادی برای کمی کردن و روش‌های اندازه‌گیری تغییرات تنوع گیاهی انجام‌شده است. یکی از رویکردهای مهم برای اندازه‌گیری تنوع گونه‌ای، شاخص‌های تنوع است (اوکونور و همکاران ۲۰۱۱). تجزیه و تحلیل تنوع جامعه‌های گیاهی درک و آگاهی از پایداری و ثبات بوم‌نظام را بهبود می‌بخشد و راهنمای خوبی برای راهبردهای مدیریت پایدار به‌شمار می‌آید (آذرنیوند و زارع‌چاهوکی ۲۰۱۱). نجفی شبانکاره و همکاران (۲۰۱۲) با بررسی بانک بذر خاک در جامعه‌های گیاهی منطقه‌ی حفاظت‌شده گنو نشان دادند که تعداد بذر در ژرفای ۵-۰ سانتی‌متر خاک (۲۹۳۳ شمار بذر) در مقایسه با تعداد بذر در ژرفای ۱۰-۵ سانتی‌متر خاک (۱۰۰۱ شمار بذر) حدود کمتر از سه برابر بود. تفاوت تعداد و تراکم بذر میان ژرفای ۵-۰سانتی‌متر خاک با لایه‌ی ۱۰-۵ سانتی‌متر آن معنی‌دار بود. این پژوهشگران دریافتند که تفاوت تعداد تراکم بذر در بانک بذر خاک، در لایه‌های سطحی خاک در مقایسه با لایه‌های ژرف‌تر معنی‌دار بود. در این بررسی، در بانک بذر خاک اغلب گونه‌ها یک‌ساله بودند و به‌عبارت دیگر گونه‌های چندساله به‌ویژه فانروفیت‌ها در بانک بذر خاک کمتر مشاهده شدند.

کمالی و همکاران (۲۰۱۲) میان جامعه‌های چراشده و چرانشده خصوصیات بانک بذر خاک (تراکم، غنا) و تشابه آن با پوشش سطحی زمین را مقایسه کردند و نشان دادند که چرای دام تأثیر معنی‌داری روی غنای گونه‌ای بانک بذر خاک داشت و غنای گونه‌ای بانک بذر خاک در لایه‌ی سطحی به‌شکل معنی‌داری بیشتر از لایه‌ی پایینی بود. در پژوهشی نظری و همکاران (۲۰۱۴) گزارش کردند که ۷۰ ٪ از تراکم بانک بذر خاک در ژرفای صفر تا پنج سانتی‌متر خاک بود و بانک بذر لایه‌ی سطحی خاک در مقایسه با لایه‌ی پایینی به‌شکل معنی‌داری غنا و تنوع گونه‌ای بیشتری داشت. همچنین، این پژوهشگران دریافتند که پوشش گیاهی سطح زمین غنا و تنوع بیشتری در مقایسه با بانک بذر خاک داشت.

تغییرات پوشش‌گیاهی در سامانه‌های پخش سیلاب ممکن است به‌دلیل رسوبات حمل‌شده به‌وسیله‌ی سیلاب باشد (قربانی و همکاران ۲۰۱۵). مواد آلی، معدنی، و بذر گونه‌های گیاهی در رسوبات حمل‌شده وجود دارد. همچنین، سیلاب می‌تواند به‌عنوان مخزنی از بذر گونه‌های گیاهی باشد (لی و همکاران ۲۰۱۴) و نقش مهمی در پراکنش بذرها در دشت‌های سیلابی دارد (هیشی و همکاران ۲۰۱۲). نرخ پراکنش، ترکیب و الگوی توزیع بذر تحت تأثیر محدوده، مدت زمان و فراوانی سیلاب است (اوسونکویا و همکاران ۲۰۱۴). احتمال تغییر در اندازه‌ی بذر گونه‌ها در خاک به دلیل اجرای پخش سیلاب در ارتباط با دو سازوکار است. نخست این که رطوبت ناشی از پخش سیلاب به استقرار بهتر گونه‌های گیاهی و تولید بذر آنها کمک می‌کند و بذرهای تولیدشده می‌توانند به بانک بذر خاک اضافه شوند. سازوکار دوم احتمال جابه‌جایی و ورود بذرها به‌وسیله‌ی رسوبات است (هیشی و همکاران ۲۰۱۲). در دهه‌های اخیر اثر پخش سیلاب بر مؤلفه‌های خاکی و پوشش‌گیاهی بررسی‌شده است، اما تاکنون در پژوهش‌های داخلی اثر پخش سیلاب بر بانک بذر خاک بررسی‌نشده است و در خارج از کشور نیز بیشتر اثرات دشت‌های سیلابی بر بانک بذر خاک بررسی‌شده است. در برزیل در پانتانال شمالی پاتاگو و همکاران (۲۰۱۱) اثر سیلاب بر بانک بذر خاک بررسی کردند و دریافتند که مدت زمان سیلاب نقش مهمی در تعیین بانک بذر خاک در منطقه‌ی مزبور داشت و سیلاب موجب تغییر فراوانی، غنا و ترکیب گیاهی بانک بذر خاک شد. در زیگویی چین نتایج پژوهش ژانگ و همکاران (۲۰۱۶) نشان داد که سیلاب‌های فصلی موجب تغییر تنوع زیستی و تراکم بذرها در بانک بذر خاک در ژرفای‌های گوناگون خاک شد. سوزا و همکاران (۲۰۱۶) اثر سیل بر ظهور گیاهچه از بانک بذر خاک را بررسی کردند و دریافتند که سیلاب بر غنا و فراوانی گیاهچه‌ها تأثیر سودمندی داشت و علفی‌های یک‌ساله یعنی گندمیان یک‌ساله بیشترین فراوانی را داشتند. با اندازه‌گیری تنوع و بررسی توزیع گونه‌ها و با تأکید بر پویایی بوم‌نظام‌ها می‌توان توصیه‌های مدیریتی لازم را پیشنهاد داد.

در استان مازندران نتایج بررسی جلیلیان و همکاران (۲۰۱۷) نشان داد که تفاوت شاخص‌های تنوع، غنا و یکنواختی گونه‌ای در تیمارهای پخش سیلاب قرق‌شده و پخش سیلاب چراشده معنی‌دار بود و بیشترین تنوع و غنای گونه‌ای در تیمارهای پخش سیلاب و قرق مشـاهده شد. این پژوهشگران گزارش کردند که پخش سیلاب می‌تواند نقش مفیدی در اصلاح و احیا مراتع داشته باشد و شیوه‌ی آبیاری سیلابی می‌تواند باعث بهبود برخی شاخص‌های مرتع (افزایش تولید، تقویت درصد

تاج پوشش گیاهی، وضعیت مرتع، گروه‌های گیاهی، تنوع و غنای گونه‌ای و ترکیب و تراکم گونه‌های گیاهی) شود.
در ایستگاه پخش سیلاب گربایگان فسا غلامی و همکاران (۲۰۱۹) دریافتند که مقایسه‌ی میانگین بانک بذر خاک گروه‌های کارکردی بیان‌گر افزایش تراکم بذر آنها در پخش سیلاب بود. تحلیل چند متغیره (RDA) نشان داد که گروه‌های کارکردی تحت تأثیر عملیات پخش سیلاب بود. به‌طور کلی نتایج این پژوهش نشان داد که عملیات پخش سیلاب، تأثیر سودمندی بر تراکم بانک بذر خاک گروه‌های کارکردی داشت. همچنین نقش پرستاری گونه‌ی آتریپلکس (*Atriplex lentiformis*) در افزایش تراکم بانک بذر گروه‌های کارکردی مشاهده شد.
در پژوهشی عشوری و همکاران (۲۰۲۰) در مرتع لزور فیروزکوه گزارش کردند که تروفیت‌ها و پهن‌برگان علفی یک‌ساله و همچنین خانواده *Poaceae* بیشترین درصد گونه‌ها را در بانک بذر خاک داشتند. با توجه به حضور کل گونه‌های بانک بذر در فهرست پوشش گیاهی منطقه‌ی بررسی‌شده ، شاخص تشابه سورنسون ۶۷ ٪ برآورد شد. گونه‌ی *Bromus tomentellus* در ایجاد ماتریس شباهت میان پوشش روی زمین و بانک بذر خاک بیشترین سهم را داشت. گونه‌ی *Poa bulbosa* با داشتن حداقل ۷۱ شمار بذر در مترمربع به‌شکل معنی‌داری یکی از گونه‌های اختصاصی با ارزش در ژرفای ۱۰-۵ سانتی‌متر بانک بذر خاک برآورد شد. همچنین این پژوهشگران گزارش کردند که گونه‌های مهم و با کاربردهای حفاظتی از دیدگاه علوم مرتع شامل *Festuca ovina*، *Lactuca orientalis*، *Stipa holosericea*، *Thymus pubescens*، *Bromus tomentellus* و *Astragalus lilacinus* بودند که این گونه‌ها به‌ترتیب با داشتن حداقل ۹۱۳، ۲۶۹، ۲۳۴، ۱۲۰، ۵۷ و ۱۴ شمار بذر در مترمربع خاک برای احیا مرتع لزور در شرایط نابودی پوشش گیاهی سطح زمین کاربرد خواهند داشت.
در ایستگاه آبخوانداری کوثر نتایج پژوهش غلامی و همکاران (۲۰۲۱) نشان داد که از ۴۲ گونه‌ی گیاهی شناسایی‌شده در بانک بذر خاک، در سه منطقه‌ی پخش سیلاب، پخش سیلاب همراه با آتریپلکس کاری، و منطقه‌ی شاهد به‌ترتیب ۴۰ ، ۴۰ و ۲۴ گونه‌ی گیاهی وجود داشت. بیش‌ترین اندازه‌ی شاخص‌های تنوع و غنای گونه‌ای در منطقه‌ی پخش سیلاب بود. تحلیل افزونگی نشان داد که ترکیب گونه‌ای و گروه‌های بانک بذر خاک عرصه، به‌دلیل اجرای پخش سیلاب و بوته‌کاری با گونه‌ی آتریپلکس *Atriplex lentiformis* بود. در نهایت نتیجه‌ی این پژوهش نشان داد که بعد از گذشت حدود ۳۵ سال از اجرای پخش سیلاب در منطقه، تأثیر سودمند آن بر شاخص‌های ترکیب، تنوع و گروه‌های کارکردی بانک بذر خاک مشاهده می‌شود.
نتایج بررسی زاگرس میانی به‌وسیله‌ی احمدی و همکاران (۲۰۲۳) نشان داد که چرای متوسط و شدید دام باعث تغییر نوع گونه‌ای در منطقه‌ی مزبور شد، به‌شکلی که با افزایش شدت چرا، گونه‌های کریپتوفیت و تروفیت کاهش یافت و گونه‌های همی‌کریپتوفیت، فانروفیت و کامفیت در منطقه افزایش یافت. همچنین، شاخص‌های تنوع پوشش گیاهی و بانک بذر در منطقه چرای شدید در مقایسه با منطقه‌ی قرق بسیار کمتر بود، در حالی که شاخص‌های تنوع زیستی در منطقه‌ی چرای متوسط در مقایسه با چرای شدید اندازه‌ی بیشتری داشت.
در مراتع کنگاور رضایی و همکاران (۲۰۲۳) با ارزیابی یک‌سال پس از اثر آتش‌سوزی روی بانک بذر در ژرفای ۵-۰ سانتی‌متر خاک دریافتند که شاخص‌های تنوع، غنا گونه‌ای به‌طور معنی‌دار کاهش یافت اما تأثیر معنی‌داری روی شاخص یکنواختی نداشت. ارزیابی آنها در ژرفای ۱۰-۵ سانتی‌متر نیز نشان داد که آتش‌سوزی تأثیر معنی‌داری بر شاخص‌های تنوع زیستی نداشت. بعد از آتش‌سوزی طبقه‌بندی گیاهان در شکل‌های زیستی آن تغییر پیدا کرد و اندازه‌ی گیاهان کریپتوفیت ۸ ٪ و همی‌کریتوفیت ۶ ٪ کاهش یافت. همچنین آتش‌سوزی سبب شد درصد قابل توجهی از پوشش، گیاهان یک‌ساله علفی شود و تعداد بذر در لایه‌ی سطحی (۵-۰ سانتی‌متر) به شدت کاهش یافت.
نتایج بررسی واکنش تنوع گونه‌های گیاهی در مقایسه با آبیاری سیلابی در شمال چین به‌وسیله‌ی یونگ‌هویی و همکاران (۲۰۲۳) نشان داد که پس از سه سال سیل، شاخص‌های تنوع زیستی در پایین‌دست رود یارکانت و رود تاریم به‌شکل قابل توجهی افزایش یافت و ۱۱ گونه‌ی گیاهی جدید ظاهر شد. همچنین، این پژوهشگران گزارش کردند که با افزایش فاصله از کانال رود، تراکم گیاه و تنوع گونه‌ای کاهش یافت. روند سیل از عامل‌های اصلی تأثیرگذار بر توزیع است. آنها گونه‌های گیاهی و آب را از عامل‌های محدودکننده‌ی اصلی رشد گیاهان در مناطق خشک دانستند و گزارش کردند که جنگل‌های ساحلی بیابانی پس از سیل به‌شکل قابل توجهی بهبود یافتند و سیل باعث افزایش بازسازی شد. این پژوهشگران پیشنهاد کردند که ظرفیت و تنوع گونه‌ای جامعه‌های گیاهی در جنگل‌های ساحلی بیابانی برای حفظ روند فعلی بهبود بوم‌شناختی، باید آبیاری غرقابی ادامه یابد.
اکثر گونه‌های خوشخوراک بومی و مرتعی در اثر شدت چرا و بهره‌برداری بیش از ظرفیت از بین رفته‌اند و گونه‌های خشبی، مهاجم و غیرخوشخوراک جایگزین شده‌اند. پوشش گیاهی از منابع اساسی مرتع است و کلیه برنامه‌ریزی‌ها و مدیریت‌ها برای حفظ و بهره‌برداری بهینه از آن می‌باشد. برای مدیران و سیاست‌گذاران دستیابی به سنجه‌های مختلف کمی و کیفی پوشش گیاهی و بستر خاکی آن، در تعیین ظرفیت، وضعیت (سلامت) مرتع و در نهایت اعمال مدیریت صحیح ضروری است. از این رو، این پژوهش با هدف بررسی اثر پخش‌سیلاب بر شاخص‌های تنوع زیستی بانک بذر خاک برای احیا و بهبود

پوشش گیاهی در مراتع ویران‌شده در ایستگاه آبخوانداری کوثر انجام شد.

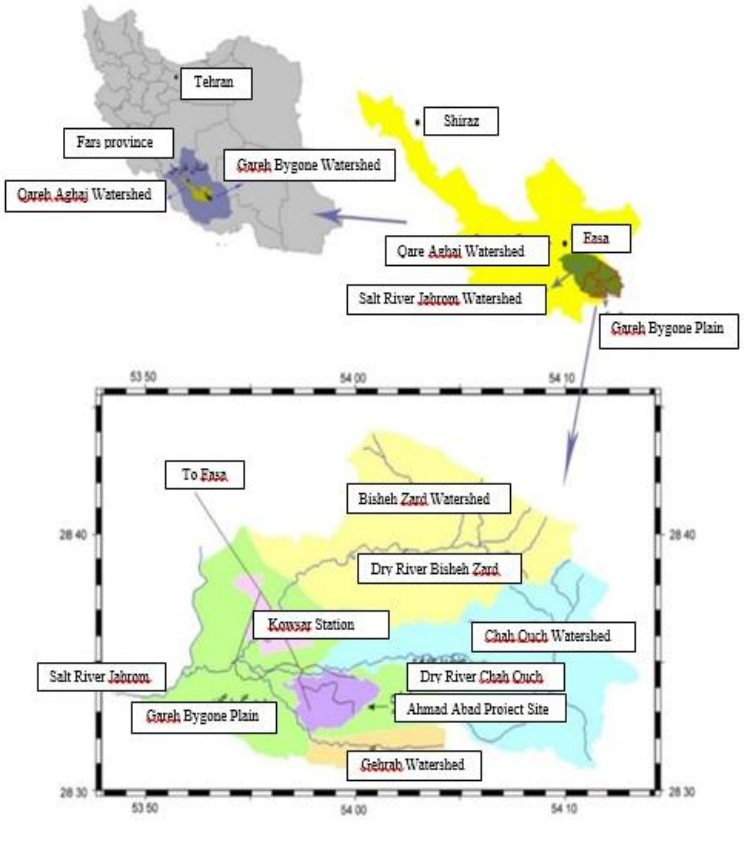
مواد و روش‌ها

معرفی منطقه‌ی بررسی‌شده

ایستگاه تحقیقاتی، آموزشی و ترویجی آبخوان‌داری کوثر با مساحت ۲۲۰۰ هکتار (شکل‌های ۱ و ۲)، میان عرض‌های شمالی ´ ۳۵ °۲۸ تا ´ ۴۱ °۲۸ و طول‌های شرقی ´۵۳ °۵۳ تا ´۵۷ °۵۳ ، در دشت گربایگان (درجنوب‌شرق شیراز و فسا)، است. بلندی ایستگاه ۱۱۲۰ تا ۱۱۶۰ متر از سطح دریا و بر مخروط افکنه‌ای (شن‌زار) کم‌ژرف تا نسبتاً ژرف است. در سال ۱۳۴۲ پهنه‌ی شن‌زار حدود ۵۴۰۰ هکتار بود اما مساحت آن در سال ۱۳۶۸ ۶۰۰۰ هکتار شد (پاک‌پرور ۲۰۱۷).

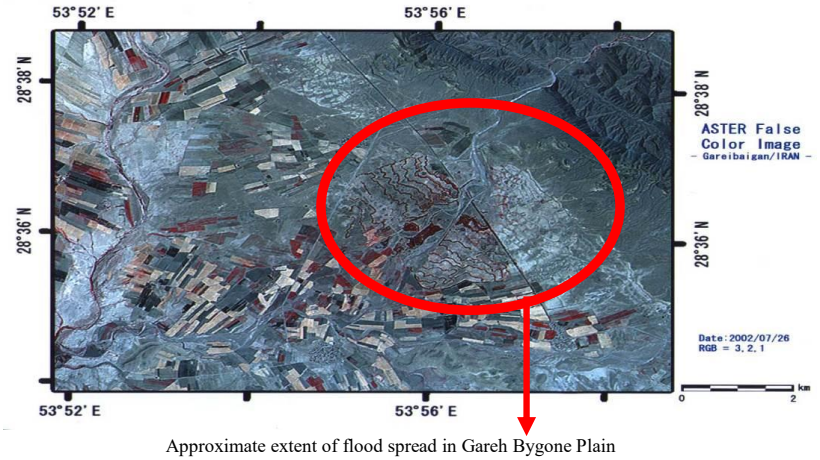
براساس روش دمارتن اقلیم منطقه، نیمه‌خشک بیابانی است. میانگین بارش سالانه (۱۴۰۱–۱۳۹۵) ۲۵۳/۹۸ میلی‌متر برآورد شد. براساس آمار ۲۴ ساله (۱۳۹۴ –۱۳۷۱) ایستگاه آبخوانداری کوثر، مشخصه‌های اقلیمی عبارت است از: میانگین بارش سالانه، ۲۱۹ میلی‌متر؛ دمای بیشینه، $43^{0}C$؛ دمای کمینه، $-7^{0}C$ ؛ میانگین دمای سالانه، $20^{0}C$؛ میانگین تبخیر سالانه، ۲۵۴۸ میلی‌متر؛ میانگین تعداد روزهای یخبندان، ۲۶ روز در سال (قهاری ۲۰۱۵).

بر اساس تقسیم‌بندی مبین و ترگوبوف (۱۹۷۰) دشت گربایگان



شکل ۱- موقعیت دشت گربایگان و ایستگاه آبخوانداری کوثر در ایران، فارس و آبخیز قره‌آغاج.

Figure 1- Location of Gareh Bygone Plain and Aquifer Management Kowsar Station in Iran, Fars and Qare-Aghaj Basin Watershed.



شکل۲- تصویر ماهواره‌ای محدوده گسترش سیلاب در دشت گربایگان در سال ۲۰۰۲.

Figure 2- Satellite Image of the Flood Spreading Area in Gareh Bygone Plain in Year 2002.

از دیدگاه رویشی در حد فاصل مناطق رویشی ایران – تورانی (منطقه‌ی نیمه بیابانی) و خلیج عمانی است.

از مهم‌ترین گونه‌های گیاهی در مناطق بالادست آبخیز بیشه‌زرد تک درختان و درختچه‌های بنه (*Pistacia atlantica*)، بادام کوهی (*Amygdalus scoparia*)، در کناره‌ی مسیل‌ها پده (*Popolus euphratica*)، گز (*Tamarix sp*)، دیوخار (*Lycium shawii*)، پرند (*Pteropyrum olivieri*)، رملیک (*Ziziphus nummularia*) و در دشت، درمنه (*Artemisia sieberi*)، کهورک (*Prosopis sp.*)، اسفناج وحشی (*Atriplex leucoclada*)، گون (*Astragalus spp.*)، گندمیان و بقولات یک‌ساله و چندساله می‌باشند (مصباح ۲۰۱۶).

روش پژوهش

نمونه‌گیری بانک بذر خاک

نمونه‌برداری بانک بذر خاک در پاییز ۱۳۹۹ قبل از آغاز رویش بذرهای موجود در خاک انجام شد. در درون منطقه‌ی معرف (مرتع پخش سیلاب در ۶ نوار) و شاهد (مرتع بدون پخش سیلاب)، یک نوار اندازه‌گیری ۱۵۰ متری در جهت عمود بر شیب زمین مستقر شد. از روی هر نوار اندازه گیری با فاصله‌ی ۱۰ متر یک قطعه یک مترمربعی به‌شکل تصادفی–نظام‌مند (۱۵ قطعه یا تکرار) مشخص شد. در چهار گوشه و مرکز هر قطعه یک مترمربعی گودالی به قطر ۷ سانتی‌متر و به ژرفای ۵–۰ و ۱۰–۵ سانتی‌متر حفر شد. خاک‌های هر ژرفا به‌شکل جداگانه در پنج نقطه قطعه یک مترمربعی با هم ترکیب و به‌عنوان یک نمونه برای کاشت در سینی‌های مخصوص در گلخانه در نظر گرفته شدند. نمونه‌های بانک بذر خاک به مدت چهار ماه به‌منظور شکسته‌شدن خواب بذر در یخچال نگهداری شد. سپس به‌مدت یک سال برای کشت به محیط گلخانه منتقل شد و شناسایی و شمارش بذرهای سبزشده در خاک با روش ظهور گیاهچه انجام شد. براساس شمارش گیاهچه‌های جوانه‌زده در گلخانه تحلیل‌های بانک بذر انجام شد.

شناسایی بذرها در گلخانه

ابتدا سنگ و سنگ‌ریزه‌ها، بقایای ریشه‌های گیاهی، ریزوم‌ها و پیازها از نمونه‌های خاک جدا شدند. سپس در گلخانه نمونه‌ها درون ظروف پلاستیکی که ته آنها حاوی چند سوراخ ریز برای جذب آب بود، ریخته شدند. ته ظروف به ژرفای سه سانتی‌متر از ماسه استریل‌شده پر شد تا جذب و نگهداری رطوبت به خوبی انجام شود. ظروف مربوط به نمونه‌ها روی میزها در گلخانه تحت شرایط طبیعی گذاشته شد. آبیاری به‌طور منظم و بر اساس نیاز ظروف به‌شکل مه‌پاش و با استفاده از سمپاش ۲۰ لیتری انجام شد. گیاهچه‌ها به‌شکل هفتگی شناسایی و ثبت شدند. سپس به آرامی و به‌شکلی که خاک ظروف به‌هم نخورد جدا شدند تا محیط برای رویش بذرهای دیگر مهیا شود. گونه‌هایی که شناسایی نشدند، کدگذاری و به ظروف بزرگتر انتقال یافتند تا پس از رشد کافی شناسایی شوند. همچنین، در محیط گلخانه تعدادی ظرف که فقط حاوی ذرات ماسه استریل شده بودند، به‌عنوان نمونه‌های شاهد، در نظر گرفته شدند. ثبت و شمارش گیاهچه‌های سبز شده به‌شکل هفته‌ای یک بار، دو هفته یک بار و ماهی یک بار انجام شد و به مدت یک سال تا زمانی که دیگر گیاهچه جدیدی سبز نشد ادامه داشت. نمونه‌برداری از بانک بذر خاک، روش استریل کردن ماسه بادی، آبیاری به‌شکل مه پاش و گیاهچه‌های سبز شده در شکل ۳ و ۴ نشان داده شده است.

شکل۳- تصویر مراحل اجرای پژوهش (نمونه‌برداری از بانک بذر خاک در عرصه، استریل کردن ماسه بادی، آماده کردن بستر کاشت و آبیاری سینی‌های کاشت)

Figure 3- Images of the research implementation stages (sampling from the soil seed bank in the field, sterilizing the blown sand, preparing the planting bed and watering the planting trays)

شکل ۴-گیاهچه‌های تازه نورسته از چند گونه‌ی گیاهی در گلدان‌های مخصوص کاشت نمونه‌های بانک بذر خاک در گلخانه.

Figure 4- Newly emerged seedlings of several plant species in special pots for planting soil seed bank samples in the greenhouse.

بررسی شکل زیستی عنصرهای گیاهی

شکل زیستی ترکیب گیاهی موجود در بانک بذر خاک براساس شکل‌های زیستی رانکیائر تعیین شد. از این رو، شکل‌های زیستی گونه‌ها (فانروفیت، کامفیت، کریپتوفیت، همی کریپتوفیت ژئوفیت و تروفیت‌ها) در مرتع با پخش سیلاب و بدون پخش سیلاب (شاهد) بررسی و مقایسه شدند.

تجزیه و تحلیل داده‌ها

تحلیل‌های مربوط به بانک بذر براساس تعداد گیاهچه‌های جوانه‌زده و شمارش شده در گلخانه انجام شد. تراکم بانک بذر خاک با محاسبه‌ی تعداد بذر هر گونه در مترمربع انجام شد. برای تعیین شاخص‌های تنوع، غنا و یکنواختی گونه‌ای از نرم‌افزار PAST استفاده شد. برای غنای گونه‌ای بانک بذر خاک از شاخص‌های مارگالف و منهینیک، برای تنوع از شاخص‌های شانون–وینر و سیمپسون و برای یکنواختی از شاخص هیل استفاده شد. برای مقایسه‌ی خصوصیات بانک بذر خاک (تراکم، غنا، تنوع و یکنواختی گونه‌ای) میان دو منطقه‌ی معرف مرتع با پخش سیلاب و مرتع بدون پخش سیلاب (شاهد) و همچنین برای مقایسه‌ی خصوصیات بانک بذر خاک در دو ژرفای ۵–۰ و ۱۰–۵ سانتی‌متر نیز از آزمون t استفاده شد. تجزیه و تحلیل‌های آماری به‌وسیله‌ی نرم افزار R با استفاده از تحلیل پراکندگی یک‌طرفه انجام شد. مقایسه‌ی میانگین‌ها با روش دانکن انجام شد.

نتایج

گیاهچه‌های سبزشده در بانک بذر

شناسایی گیاهچه‌های سبزشده در بانک بذر عرصه‌ی پخش سیلاب

از دیدگاه درصد طول عمر گیاهچه‌های سبزشده موجود در بانک بذر در عرصه‌ی پخش سیلاب، از ۶۱ گونه‌ی شناسایی‌شده ۳۵ گونه (۵۸ ٪) یک ساله و ۲۶ گونه (۴۲ ٪) چند ساله بود. از دیدگاه فلوریستیک از ۶۱ گونه‌ی شناسایی‌شده در بانک بذر عرصه‌ی پخش سیلاب، ۲۲ گونه (۳۶ ٪) متعلق به خانواده‌ی Poaceae، ۱۲ گونه (۱۹ ٪) متعلق به خانواده‌ی Asteraceae، ۷ گونه (۱۱ ٪) متعلق به خانواده‌ی Papilionaceae، ۵ گونه (۸ ٪) متعلق به خانواده‌ی Brassicaceae، ۳ گونه (۵ ٪) متعلق به خانواده‌ی Chenopodiaceae، ۲ گونه (۳ ٪) متعلق به خانواده‌ی Lamiaceae، ۲ گونه (۳ ٪) متعلق به خانواده‌ی Apiaceae، ۲ گونه (۳ ٪) متعلق به خانواده‌ی *Caryophyllaceae* و ۸ گونه‌ی دیگر (۱۲ ٪) به ۸ خانواده‌ی گیاهی تعلق داشتند.

از دیدگاه درصد شکل‌های زیستی رانکیائر گیاهچه‌های سبزشده موجود در بانک بذر عرصه‌ی پخش سیلاب، از ۶۱ گونه‌ی گیاهی شناسایی‌شده، ۲۳ گونه (۳۷ ٪) متعلق به Therophytes، ۱۵ گونه (۲۵ ٪) متعلق به Hemicryptophytes، ۱۱ گونه (۱۹ ٪) متعلق به Geophytes، ۵ گونه (۸ ٪) متعلق به Chamaephytes، ۵ گونه (۸ ٪) متعلق به *Phanerophytes* و ۲ گونه (۳ ٪) به شکل زیستی *Cryptophytes* تعلق داشتند.

شناسایی گیاهچه‌های سبزشده در بانک بذر در عرصه‌ی بدون پخش سیلاب (شاهد)

از دیدگاه درصد طول عمر گیاهچه‌های سبزشده موجود در بانک بذر در عرصه‌ی بدون پخش سیلاب (شاهد)، از ۲۳ گونه‌ی شناسایی‌شده ۱۷ گونه (۷۴ ٪) یک‌ساله و ۶ گونه (۲۶ ٪) چند ساله بود.

از دیدگاه فلوریستیک از ۲۳ گونه‌ی شناسایی‌شده، ۱۱ گونه (۴۸ ٪) متعلق به خانواده‌ی Poaceae، ۲ گونه (۹ ٪) متعلق به خانواده‌ی Apiaceae، ۲ گونه (۹ ٪) متعلق به خانواده‌ی Chenopodiaceae، ۲ گونه (۸ ٪) متعلق به خانواده‌ی *Papilionaceae* و ۶ گونه‌ی دیگر (۲۶ ٪) به ۶ خانواده گیاهی تعلق داشتند.

از دیدگاه درصد شکل‌های زیستی رانکیائر گیاهچه‌های سبزشده موجود در بانک بذر در عرصه‌ی بدون پخش سیلاب (شاهد)، از ۲۳ گونه‌ی گیاهی شناسایی‌شده، ۸ گونه (۳۵ ٪) متعلق به Therophytes، ۶ گونه (۲۶ ٪) متعلق به Geophytes، ۵ گونه (۲۲ ٪) متعلق به Hemicryptophytes، ۲ گونه (۹ ٪) متعلق به *Phanerophytes* و ۲ گونه (۸ ٪) به شکل زیستی *Chamaephytes* تعلق داشتند.

وضعیت تراکم و ترکیب گونه‌های گیاهچه‌های سبزشده در گلخانه (نمونه‌های بانک بذر در عرصه‌های پخش سیلاب و شاهد) در منطقه بررسی‌شده

نتایج بررسی‌های گلخانه‌ای نشان داد که ۵۳۴۰ شمار بذر در گلخانه جوانه‌زنی داشت که در منطقه‌ی پخش سیلاب در ژرفای ۵–۰ سانتی‌متر ۳۷۵۶ شمار بذر و در ژرفای ۱۰–۵ سانتی‌متر ۱۱۹۰ شمار بذر سبز شدند. در منطقه‌ی شاهد (بدون عملیات پخش سیلاب) نیز در ژرفای ۵–۰ سانتی‌متر ۳۲۹ شمار بذر و در ژرفای ۱۰–۵ سانتی‌متر ۶۵ شمار بذر سبز شدند. در کشت گلخانه‌ای بیشترین بذر جوانه‌زده مربوط به گونه ی *Hordeum spontaneum* از خانواده‌ی *Poaceae* با تراکم ۳۰۹ شمار بذر در مترمربع و ترکیب گونه‌ای ۸/۲۷ ٪ در ژرفای ۵–۰ سانتی‌متر خاک در عرصه‌ی پخش سیلاب بود. کمترین بذر جوانه‌زده مربوط به گونه‌ی *Peganum harmala* از خانواده‌ی *Zygophylaceae* با تراکم ۲ شمار بذر در مترمربع و ترکیب گونه‌ای ۱/۸۴ ٪ در ژرفای ۱۰–۵ سانتی‌متر خاک در عرصه‌ی بدون پخش سیلاب (شاهد) بود. بذرهای ۲۲ گونه (۲ گونه‌ی چند ساله و ۲۰ گونه‌ی یک‌ساله) به‌شکل گیاهچه در نمونه‌های بانک بذر در گلخانه سبز و ثبت شدند ولی این گونه‌ها در فهرست پوشش گیاهی روی زمین مشاهده نشدند. این فهرست عبارت بود از:

Lagoecia cuminoides, *Sonchus arvensis*, *Koelpinia linearis*, *Silene sp.*, *Chenopodium album*, *Convolvulus lineatus*, *Brassica sp.*, *Sinapis Aucheri*, *Sisymbrium altissimum*, *Descurainia sp.*, *Conringia orientalis*, *Juncus effuses*, *Otostegia persica*, *Trigonella monspeliaca*, *Plantago notate*, *Trachynia distachya*, *Lolium prenne*, *Setaria viridis*, *Lolium sp.*, *Bromus rubens*, *Ceratocephala falcate*, *Adonis aestivalis* .

در مجموع در قطعه‌ی شاهد ۲۳ گونه از ۱۱ خانواده‌ی گیاهی سبز شدند. همچنین در گلخانه بذرهای دو گونه‌ی رملیک *Ziziphus nummularia* از خانواده‌ی *Rhamnaceae* و *Otostegia persica* از خانواده *Lamiaceae* در بانک بذر قطعه‌ی شاهد سبز شدند. در حالی‌که در بانک بذر قطعه ی پخش سیلاب بذرهای این دو گونه وجود نداشت. از مجموع ۶۳ گونه‌ی سبزشده موجود در بانک بذر هم در عرصه‌ی پخش سیلاب و هم در عرصه بدون پخش سیلاب (شاهد)، ۳۶ گونه هم در پوشش گیاهی روزمینی و هم در پوشش گیاهی زیرزمینی (بانک بذر) وجود داشتند. در مجموع از ۱۹ خانواده‌ی گیاهی، گیاهچه ۶۳ گونه در بانک بذر مشاهده وثبت شد. بیشترین سهم از خانواده‌ها (۶۵/۵۶ ٪) مربوط به خانواده های *Poaceae* با ۱۶ گونه (۳۵/۴۰ ٪)، *Asteraceae* با ۱۲ گونه (۱۹/۰۵ ٪) و *Papilionaceae* با ۷ گونه (۱۱/۱۱ ٪) بود و بقیه از ۱۷ خانواده گیاهی دیگر بودند. با استفاده از شاخص تشابه سورنسون، مشخص شد که تشابه میان گونه‌های گیاهی موجود در پوشش روزمینی با گونه‌های گیاهی موجود در بانک بذر در عرصه‌ی پخش سیلاب ۰/۴۰۲ ٪ بود. با استفاده از شاخص تشابه سورنسون، مشخص شد که تشابه میان گونه‌های گیاهی موجود در پوشش روزمینی با گونه‌های گیاهی موجود در بانک بذر در عرصه‌ی بدون پخش سیلاب (شاهد) ۰/۳۵۸ ٪ بود. در بانک بذر عرصه‌ی پخش سیلاب از ۶۱ گونه سبزشده از ۱۹ خانواده در گلخانه، ۱۲ گونه ژئوفیت، ۱۶ گونه همی‌کریپتوفیت، ۲۳ گونه تروفیت، ۵ گونه کامفیت، ۲ گونه کریپتوفیت و ۳ گونه فانروفیت بودند. در بانک بذر قطعه‌ی شاهد (بدون پخش سیلاب) از ۲۳ گونه سبزشده در گلخانه، ۶ گونه ژئوفیت، ۵ گونه همی کریپتوفیت، ۸ گونه تروفیت، ۲ گونه کامفیت، ۲ گونه فانروفیت بودند. تراکم بانک بذر در عرصه‌ی پخش سیلاب ایستگاه آبخوانداری کوثر، در ژرفای ۵-۰ سانتی‌متر، به‌طور میانگین رویش ۱۱۳ بذر (از ۱۸ خانواده‌ی گیاهی و ۶۱ گونه) در مترمربع بود. تراکم بانک بذر در ژرفای ۱۰-۵ سانتی‌متر، به‌طور میانگین رویش ۳۶ بذر (از ۱۸ خانواده‌ی گیاهی و ۵۶ گونه) در مترمربع بود. تراکم بانک بذر در قطعه‌ی شاهد (بدون پخش سیلاب) در نزدیکی زمین‌های پخش سیلاب ایستگاه آبخوانداری کوثر، در ژرفای ۵-۰ سانتی‌متر، به‌طور میانگین رویش ۹/۹۶ بذر (از ۱۰ خانواده‌ی گیاهی و ۲۳ گونه) در مترمربع بود. تراکم بانک بذر در قطعه‌ی شاهد در ژرفای ۱۰-۵ سانتی‌متر، به‌طور میانگین رویش ۱/۹۶ بذر (از ۸ خانواده‌ی گیاهی و ۱۵ گونه در مترمربع بود. به‌طور کلی در زمین‌های پخش سیلاب میانگین تراکم بذرهای سبزشده در ژرفای ۵-۰ سانتی‌متر خاک ۳/۱۴ برابر بیشتر از ژرفای ۱۰-۵ سانتی‌متر خاک بود. در قطعه‌ی شاهد هم تراکم بذرهای سبزشده در ژرفای ۵-۰ سانتی‌متر خاک ۵/۰۸ برابر بیشتر از ژرفای ۱۰-۵ سانتی‌متر خاک بود.

در عرصه‌ی پخش سیلاب ایستگاه آبخوانداری کوثر، در ژرفای ۵-۰ سانتی‌متر خاک، تراکم بانک بذر ۱۱/۳۴ برابر در مقایسه با همین ژرفا در قطعه‌ی شاهد بود. همچنین، در ژرفای ۱۰-۵ سانتی‌متر خاک، بذرهای سبزشده در گلخانه ۱۸/۳۶ برابر در مقایسه با همین ژرفا در قطعه‌ی شاهد بود. در عرصه‌ی پخش سیلاب گربایگان میانگین تراکم سبز شدن بذرها در ژرفای ۵-۰ سانتی‌متر در ۹ گونه‌ی گیاهی برابر با ۴۰/۵ ٪ از پوشش گیاهی منطقه
(*Anisosciadium orientale*, *Sonchus arvensis*, *Spergularia marina*, *Boissiera squarrosa*, *Poa sinaica*, *Hordeum spontaneum*, *Aegilops triuncialis*, *Bromus rubens*, *Adonis aestivalis*)
۴۵/۷۶ بذر در مترمربع بود.

در حالی‌که در ژرفای ۱۰-۵ سانتی‌متر در همین عرصه در ۹ گونه‌ی گیاهی برابر با ۴۰/۸۴ ٪ از پوشش گیاهی منطقه
(Anisosciadium orientale, Alyssum campestre, Spergularia marina, Boissiera squarrosa, Bromus tectorum, Poa sinaica, Hordeum spontaneum, Aegilops triuncialis, Bromus rubens, Adonis aestivalis)
۱۴/۷ بذر در مترمربع بود.

در عرصه‌ی بدون پخش سیلاب (شاهد) در گربایگان میانگین تراکم سبز شدن بذرها در ژرفای ۱۰-۵ سانتی‌متر در ۹ گونه‌ی گیاهی برابر با ۵۶ ٪ از پوشش گیاهی منطقه
(Anisosciadium orientale, Salsola rigida, Chenopodium album, Otostegia persica, Bromus danthoniae, Bromus tectorum, Poa sinaica, Hordeum spontaneum, Stipa capensis)
۵/۷۵ بذر در مترمربع بود.

در حالی‌که در ژرفای ۱۰-۵ سانتی‌متر در همین عرصه در ۹ گونه‌ی گیاهی برابر با ۶۳ ٪ از پوشش گیاهی منطقه
(Anisosciadium orientale, Lagoecia cuminoides, Salsola rigida, Chenopodium album, Bromus tectorum, Poa sinaica, Hordeum spontaneum, Aegilops triuncialis, Stipa capensis)
۱/۲۳ بذر در مترمربع بود.

نتایج تجزیه و تحلیل آماری

تجزیه‌ی پراکندگی و مقایسه‌ی میانگین شاخص‌های تنوع زیستی میان نوارهای پخش سیلاب و عرصه‌ی شاهد در ژرفای ۵-۰ سانتی‌متر

تمام شاخص‌های تنوع زیستی میان نوارهای شبکه‌ی پخش سیلاب بیشه زرد ۱ و شاهد در ژرفای ۵-۰ سانتی‌متر بانک بذر خاک در سطح ۱ ٪ تفاوت معنی‌داری داشتند (جدول ۱). نتایج جدول ۱ بیان‌گر آن است که پخش سیلاب روی افزایش تنوع، غنای گونه‌ای و یکنواختی گونه‌ای در ژرفای ۵-۰ سانتی‌متر بانک بذر خاک تأثیر سودمندی داشته است.

جدول ۱- تجزیه‌ی پراکندگی شاخص‌های تنوع زیستی میان نوارهای شبکه‌ی پخش سیلاب و شاهد در ژرفای ۵-۰ سانتی‌متر بانک بذر خاک.

Table 1- Variance Analysis of Biodiversity Indices between Flood Spreading Network Strips and Control at a depth of 0-5 cm in the soil seed bank.

source of variables	source of error	DF	sum of squares	mean squares	F
	Strips and control	6	13.2000	2.2000	13.94 **
Simpson species diversity	error	98	15.4616	0.1578	
	total	104	28.6616		
	Strips and control	6	109.331	18.221	9.02 **
Shannon-Weiner species diversity	error	98	127.226	2.019	
	total	104	2.261	1.130	
	Strips and control	6	33.8571	5.6429	26.01 **
Menchinic species richness	error	98	21.2586	0.2169	
	total	104	55.1157		
	Strips and control	6	38.3571	6.3929	12.15 **
Margalef species diversity	error	98	51.5614	0.2169	
	total	104	89.9185		
	Strips and control	6	8.9143	1.4857	15.07 **
Hill species evenness	error	98	9.6655	0.0986	
	total	104	18.5787		
	Strips and control	6	48115.7	8019.3	71.02 **
Seed species density	error	98	11066.0	112.9	
	total	104	59181.7		
	Strips and control	6	174.514	19.086	11.29 **
Number of plant species	error	98	250.192	2.553	
	total	104	424.706		

** : at the level significant 1% در سطح ۱ درصد معنی‌دار است.

مقایسه‌ی میانگین آزمون دانکن نشان داد که میانگین شاخص‌های زیستی در ژرفای ۵-۰ سانتی‌متر بانک بذر خاک میان نوارهای شبکه پخش سیلاب بیشه زرد ۱ با عرصه بدون پخش سیلاب (شاهد) در سطح ۵ ٪ تفاوت معنی‌داری داشتند (جدول ۲).

جدول ۲- مقایسه‌ی میانگین شاخص‌های تنوع زیستی میان نوارهای پخش سیلاب و شاهد در ژرفای ۵-۰ سانتی‌متر بانک بذر خاک.

Table 2- Comparison of the Mean Indices of Biodiversity between Flood Spreading Strips and Control at a depth of 0-5 cm in the soil seed bank.

The Bisheh-Zard of flood spreading network and control	Simpson species diversity	Shannon-Weiner species diversity	Menchinic species richness	Margalef species richness	Hill species evenness	Seed species density	Number of plant species
Strip 1	1.00 a	1.40 a	2.00 a	2.20 a	1.10 a	85 a	5.00 a
Strip 2	0.90 a	1.30 ab	1.70 ab	2.00 ab	1.00 a	83 a	4.00 ab
Strip 3	0.70 ab	1.00 abc	1.70 ab	1.80 ab	0.80 ab	80 a	3.00 bc
Strip 4	0.50 bc	0.90 bc	1.30 bc	1.60 abc	0.60 b	60 b	3.00 bc
Strip 5	0.50 bc	0.80 c	1.00 c	1.30 bc	0.50 bc	60 b	2.00 cd
Strip 6	0.44 bc	0.60 cd	0.90 c	1.00 cd	0.50 bc	50 b	2.00 cd
Control	0.15 c	0.30 d	0.20 d	0.30 d	0.20 c	20 c	0.80 d

تجزیه‌ی پراکندگی و مقایسه‌ی میانگین شاخص‌های تنوع زیستی میان نوارهای پخش سیلاب با عرصه‌ی شاهد در ژرفای ۱۰-۵ سانتی‌متر

تمام شاخص‌های تنوع زیستی میان نوارهای شبکه‌ی پخش سیلاب بیشه زرد ۱ و شاهد در ژرفای ۱۰-۵ سانتی‌متر بانک بذر خاک در سطح ۱ ٪ تفاوت معنی‌داری داشتند (جدول ۳). نتایج جدول ۳ بیانگر آن است که پخش سیلاب روی افزایش تنوع، غنای گونه‌ای و یکنواختی گونه‌ای در ژرفای ۵-۱۰ سانتی‌متر بانک بذر خاک تأثیر سودمندی داشته است.

جدول ۳- تجزیه‌ی پراکندگی شاخص‌های تنوع زیستی میان نوارهای شبکه پخش سیلاب و شاهد در ژرفای ۱۰-۵ سانتیمتر بانک بذر خاک

Table 3- Variance Analysis of Biodiversity Indicators between Flood Spreading Network Strips and Control at a depth of 5-10 cm in the soil seed bank.

source of variables	source of error	DF	sum of squares	mean squares	F
	Strips and control	6	1.12157	0.18693	10.23 **
Simpson species diversity	error	98	1.79120	0.01828	
	total	104	2.91277		
	Strips and control	6	2.60229	0.43371	9.02 **
Shannon-Weiner species diversity	error	98	4.76220	0.04859	
	total	104	7.36449		
	Strips and control	6	4.25357	0.70893	8.29 **
Menchinic species richness	error	98	8.38260	0.08554	
	total	104	12.636		
	Strips and control	6	11.6571	1.9429	15.04 **
Margalef species diversity	error	98	12.6636	0.1292	
	total	104	24.3207		
	Strips and control	6	3.23014	0.53836	11.66 **
Hill species evenness	error	98	4.52540	0.04618	
	total	104	7.75554		
	Strips and control	6	34302.9	5717.1	55.93 **
Seed species density	error	98	10018.0	102.2	
	total	104	44320.9		
	Strips and control	6	112.629	18.771	11.70 **
Number of plant species	error	98	157.269	1.605	
	total	104	269.898		

**: at the level significant 1% در سطح ۱ درصد معنی‌دار است.

مقایسه‌ی میانگین آزمون دانکن نشان داد که میانگین شاخص‌های زیستی در ژرفای ۱۰-۵ سانتی‌متر بانک بذر خاک در میان نوارهای شبکه‌ی پخش سیلاب بیشه زرد ۱ و عرصه‌ی بدون پخش سیلاب (شاهد) در سطح ۵ ٪ تفاوت معنی‌داری داشتند (جدول ۴).

جدول ۴- مقایسه‌ی میانگین شاخص‌های تنوع زیستی میان نوارهای پخش سیلاب و شاهد در ژرفای ۵-۰ سانتی‌متر بانک بذر خاک.

Table 4- Comparison of the Mean Indices of Biodiversity between flood spreading strips and Control at a depth of 5-10 cm in the soil seed bank.

The Bisheh-Zard of flood spreading network and control	Simpson species diversity	Shannon-Weiner species diversity	Menchinic species richness	Margalef species richness	Hill species evenness	Seed species density	Number of plant species
Strip 1	0.40 a	0.60 a	0.80 a	1.20 a	0.58 a	62 a	3.00 a
Strip 2	0.38 a	0.52 ab	0.65 ab	1.10 a	0.50 ab	50 b	3.00 a
Strip 3	0.35 a	0.50 ab	0.60 ab	1.00 ab	0.50 ab	42 b	3.00 a
Strip 4	0.30 ab	0.40 ab	0.50 ab	0.70 bc	0.30 bc	30 c	2.00 ab
Strip 5	0.20 bc	0.30 bc	0.50 ab	0.60 c	0.30 bc	20 c	1.00 bc
Strip 6	0.20 bc	0.30 bc	0.45 b	0.50 cd	0.20 cd	20 c	1.00 bc
Control	0.10 c	0.10 c	0.10 c	0.20 d	0.05 d	6 d	0.40 c

نتایج آزمون t

مقایسه‌ی میانگین شاخص‌های تنوع زیستی میان دو ژرفا در نوارهای شبکه پخش سیلاب و قطعه‌ی شاهد

نتایج آزمون t نشان داد که اکثر شاخص‌های تنوع زیستی میان دو ژرفای ۵-۰ و ۱۰-۵ سانتی‌متر بانک بذر خاک در تمام نوارهای شبکه‌ی پخش سیلاب بیشه زرد ۱ در سطح ۱ ٪ و ۵ ٪ تفاوت معنی‌داری داشتند ولی از دیدگاه شاخص تعداد گونه در نوارهای ۲، ۳ و ۴ میان دو ژرفای مختلف بانک بذر هیچ‌گونه تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۵). همچنین از دیدگاه شاخص یکنواختی گونه‌ای در نوار ۵ و شاخص غنای گونه‌ای مارگالف در نوار ۶، میان دو ژرفای ۵-۰ و ۱۰-۵ سانتی‌متر بانک بذر خاک هیچ‌گونه تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. برای نمونه در نوار ۳ که میانگینی از تمام نوارهای شبکه‌ی پخش سیلاب شبکه‌ی بیشه زرد ۱ است، نتایج آزمون t در جدول ۵ نشان داده شده است.

جدول ۵- مقایسه‌ی میانگین شاخص‌های تنوع زیستی میان دو ژرفای مختلف بانک بذر خاک در نوار ۳ شبکه‌ی بیشه زرد ۱ با استفاده از تحلیل آزمون t.

Table 5- Comparison of the average biodiversity indices between two different depths of the soil seed bank in strip 3 of Bisheh Zard network 1 using t-test analysis.

Comparisons Pairs	Depths of Investigation	Biodiversity Indices	Mean Standard Error	Standard Deviation	t	DF	Sig. (2-tailed)
1	0-5 cm 5-10 cm	Simpson species diversity	0.97	0.376	2.69	28	0.012 *
2	0-5 cm 5-10 cm	Shannon-Weiner species diversity	0.093	0.359	3.08	28	0.005 **
3	0-5 cm 5-10 cm	Menchinic species richness	0.130	0.503	6.69	28	0.000 **
4	0-5 cm 5-10 cm	Margalef species richness	0.200	0.763	3.49	28	0.002 **
5	0-5 cm 5-10 cm	Hill species evenness	0.087	0.338	2.59	28	0.015 *
6	0-5 cm 5-10 cm	Seed species density	2.80	10.7	10.05	28	0.000 **
7	0-5 cm 5-10 cm	Number of plant species	0.34	1.32	0.00	28	1.000 ns

ns: non-significant معنی‌دار نیست.

*: at the level significant 5% در سطح ۵ درصد معنی‌دار است.

** : at the level significant 1% در سطح ۱ درصد معنی‌دار است.

نتایج تحلیل آزمون t نشان داد که اکثر شاخص‌های تنوع زیستی میان دو ژرفای ۵-۰ و ۱۰-۵ سانتی‌متر بانک بذر خاک در قطعه‌ی بدون پخش سیلاب (شاهد) در سطح ۱ ٪ و ۵ ٪ تفاوت معنی‌داری داشتند، ولی از دیدگاه شاخص غنای گونه‌ای مارگالف در قطعه‌ی شاهد میان دو ژرفای مختلف بانک بذر هیچ‌گونه تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۶).

جدول ۶- مقایسه‌ی شاخص‌های تنوع زیستی میان دو ژرفای مختلف بانک بذر خاک در قطعه‌ی بدون پخش سیلاب (شاهد) با استفاده از تحلیل آزمون t.

Table 6- Comparison of biodiversity indices between two different depths of the soil seed bank in the plot without flood spreading (control) using t-test analysis.

Comparisons Pairs	Depths of Investigation	Biodiversity Indices	Mean Standard Error	Standard Deviation	t	DF	Sig. (2-tailed)
1	0-5 cm 5-10 cm	Simpson species diversity	0.020	0.075	2.14	28	0.041 *
2	0-5 cm 5-10 cm	Shannon-Weiner species diversity	0.050	0.194	3.78	28	0.001 **
3	0-5 cm 5-10 cm	Menchinic species richness	0.024	0.092	3.75	28	0.001 **
4	0-5 cm 5-10 cm	Margalef species richness	0.039	0.153	1.89	28	0.070 ns
5	0-5 cm 5-10 cm	Hill species evenness	0.026	0.100	5.54	28	0.000 **
6	0-5 cm 5-10 cm	Seed species density	2.70	10.6	4.89	28	0.000 **
7	0-5 cm 5-10 cm	Number of plant species	0.12	0.464	3.05	28	0.005 **

ns: non-significant معنی‌دار نیست.

*: at the level significant 5% در سطح ۵ درصد معنی‌دار است.

** : at the level significant 1% در سطح ۱ درصد معنی‌دار است.

بحث

بانک بذر خاک در مقایسه با پوشش گیاهی روی زمین در برابر نابود شدن مقاومت بیشتری دارد (وانگ و همکاران ۲۰۱۵). از این رو، بررسی تغییرات بانک بذر بوم‌نظام‌های طبیعی ویران‌شده و احیاء شده بسیار ضروری است (لی و همکاران ۲۰۱۴).

سیلاب موجب تغییر تنوع، غنا و ترکیب بانک بذر خاک می‌شود (هولزل و اوته ۲۰۰۱). اثر پخش سیلاب بر تراکم، تنوع و غنای بانک بذر خاک که در واقع همان پوشش گیاهی زیرزمینی (بانک بذر) است، به‌ندرت در منابع داخلی به آن توجه‌شده است و در منابع خارجی هم محدود به دشت های سیلابی است.

نتایج تجزیه پراکندگی نشان داد تفاوت شاخص‌های تنوع زیستی (تراکم، تعداد گونه، تنوع، غنا و یکنواختی گونه‌ای) میان نوارهای شبکه‌ی پخش سیلاب بیشه زرد ۱ و شاهد در ژرفای ۵-۰ و ۱۰-۵ سانتی‌متر بانک بذر خاک در سطح ۱ ٪ و ۵ ٪ معنی‌دار بود. همچنین تفاوت شاخص‌های تنوع زیستی میان ژرفای‌های ۵-۰ و ۱۰-۵ سانتی‌متر بانک بذر خاک هم در منطقه‌ی پخش سیلاب و هم در منطقه‌ی بدون پخش سیلاب (شاهد) در سطح ۱ ٪ و ۵ ٪ معنی‌دار بود. در برزیل نتایج بررسی اثر سیلاب بر بانک بذر خاک در پانتانال شمالی به‌وسیله‌ی پاتاگو و همکاران (۲۰۱۱) نشان داد که مدت زمان سیلاب نقش مهمی در تعیین بانک بذر خاک در منطقه‌ی مزبور داشت و سیلاب موجب تغییر فراوانی، غنا و ترکیب گیاهی بانک بذر خاک شد. در یک زیستگاه ساحلی در جنوب شرقی کوئینزلند، اوسون و همکاران (۲۰۱۴) نشان دادند که سیلاب باعث افزایش فراوانی، کاهش غنا و تنوع گونه ای در بانک بذر خاک شد. در زیگویی چین نتایج پژوهشی که ژانگ و همکاران (۲۰۱۶) انجام دادند نشان داد که سیلاب های فصلی موجب تغییرات تنوع زیستی و تراکم بذرها در ژرفای‌های مختلف در بانک بذر خاک شد و سیلاب سبب افزایش تشابه میان بذرهای موجود در بانک بذر خاک (پوشش گیاهی زیرزمینی) و پوشش گیاهی روی زمینی شد. در تالاب پانتانال در آمریکای جنوبی، سوزا و همکاران (۲۰۱۶) در بررسی اثر سیل بر ظهور گیاهچه از بانک بذر خاک در تیمار سیلاب و سپس آبیاری و تیمار فقط آبیاری دریافتند که سیلاب اثر سودمندی بر غنا و فراوانی گیاهچه‌ها داشت و بیشترین فراوانی مربوط به گندمیان یک‌ساله بود. در چین لی و همکاران (۲۰۰۸) در بررسی بانک بذر خاک در جنگل‌های ساحلی پایین‌دست رود تاریم گزارش کردند که تعداد و تراکم گونه‌ای در بانک بذر خاک در منطقه‌ی پخش سیلاب بیشتر از منطقه بدون پخش سیلاب بود یافته‌های این پژوهشگران هم راستا با نتایج این پژوهش است.

براساس نتایج این پژوهش مشخص شد که تراکم گیاهچه‌های جوانه‌زده در بانک بذر با افزایش ژرفای خاک به‌شدت کاهش یافت. به‌شکلی که در منطقه‌ی پخش سیلاب در ژرفای ۱۰-۵ سانتی‌متر خاک اندازه‌ی کاهش تراکم بانک بذر ۷۰/۶۸ ٪ و در منطقه‌ی بدون پخش سیلاب (شاهد) در ژرفای ۱۰-۵ سانتی‌متر خاک اندازه‌ی کاهش تراکم بانک بذر ۷۲/۸ ٪ بود.

در علف‌زارهای آهکی جنوب غربی آفریقا، ژاکومین و همکاران (۲۰۱۱) در بررسی اثرات مدیریت بر پوشش گیاهی نشان دادند که تراکم بانک بذر به‌شدت با افزایش ژرفای کاهش یافت. این یافته نشان داد که ژرفای خاک عامل تعیین کننده‌ی تراکم بانک بذر در علف‌زار بررسی‌شده بود. به‌طور کلی کاهش تراکم بانک بذر خاک با افزایش ژرفا به‌شکل کاملاً منظم و خطی رخ می‌دهد. در پژوهشی نظری و همکاران (۲۰۱۴) گزارش کردند که ۷۰ ٪ تراکم بانک بذر خاک در ژرفای ۵-۰ سانتی‌متر خاک بود و بانک بذر لایه‌ی سطحی خاک در مقایسه با ژرفای بیشتر، به‌شکل معنی‌داری غنا و تنوع گونه‌ای بیشتری داشت. آنها دریافتند که پوشش گیاهی سطح زمین غنا و تنوع بیشتری در مقایسه با بانک بذر خاک داشت. نتایج این پژوهشگران با یافته‌های این پژوهش در یک راستا است.

در ترکیب بانک بذر منطقه‌ی پخش سیلاب در گربایگان فسا ۱۵۱۴ گیاهچه از ۶۳ گونه‌ی گیاهی از ۱۹ خانواده شناسایی شد. میانگین تراکم بذر در این منطقه در ژرفای ۵-۰ سانتی‌متر خاک ۳۵۵/۹۰ بذر در مترمربع بود. در ژرفای ۱۰-۵ سانتی‌متر خاک ۱۰۴/۳۳ بذر در مترمربع بود. در منطقه‌ی بدون پخش سیلاب (شاهد) میانگین تراکم بذر در ژرفای ۵-۰ سانتی‌متر خاک ۳۸/۰۴ بذر در مترمربع بود. در ژرفای ۱۰-۵ سانتی‌متر خاک ۱۰/۳۳ بذر در مترمربع بود. در عرصه پخش سیلاب بیشترین بذرهای جوانه‌زده مربوط به گونه‌ی *Hordeum spontaneum* از خانواده *Poaceae* با میانگین تراکم ۳۰۹ شمار بذر در مترمربع با ترکیب گونه‌ای ۸/۲۷ ٪ در ژرفای ۵-۰ سانتی‌متر خاک بود. در منطقه‌ی بدون پخش سیلاب (شاهد) کمترین بذرهای جوانه‌زده مربوط به گونه‌ی *Peganum harmala* از خانواده *Zygophylaceae* با میانگین تراکم ۲ شمار بذر در مترمربع با ترکیب گونه‌ای ۱/۸۴ ٪ در ژرفای ۱۰-۵ سانتی‌متر خاک بود. در بانک بذر قطعه‌ی شاهد، بذرهای دو گونه‌ی رملیک *Ziziphus nummularia* از خانواده‌ی *Rhamnaceae* و *Otostegia persica* از خانواده‌ی *Lamiaceae* در گلخانه سبز شدند. در حالی‌که بذرهای این دو گونه در بانک بذر قطعه‌ی پخش سیلاب نبود. وجود این گونه‌ها در منطقه‌ی شاهد و نبودن این گیاهان در مناطق پخش سیلاب می‌تواند به دلیل پاسخ متفاوت گونه‌های گیاهی به آب به‌عنوان یک عامل محیطی باشد. زیرا برخی گونه‌ها به بودن آب در منطقه‌ی پخش سیلاب پاسخ منفی دادند. این موضوع در منطقه‌ی پخش سیلاب موجب کاهش جوانه‌زنی گونه‌های بانک بذر خاک و حتی نبودن گیاهان در این منطقه شد (قربانی و همکاران ۲۰۱۵). جوانه نزدن بذر این گونه‌ها نیز می‌تواند به‌دلیل اشباع بودن خاک پیرامون ریشه‌ی این گیاهان از آب باشد، که در طولانی مدت موجب پوسیدگی، ریزش برگ و در نهایت مرگ گیاهان حساس به تهویه نامطلوب شد. در منطقه‌ی پخش سیلاب گونه‌ی رملیک *Ziziphus nummularia* جزو گونه‌های درختی با میوه‌ی گوشتی و سنگین از نوع شفت است. در هنگام رسیدن این گیاه، میوه‌ی آن در زیر و پیرامون درخت ریزش می‌کند و به‌دلیل نبودن یا کم بودن تعداد درختان مادری در منطقه‌ی پخش سیلاب بذر این گونه در خاک این مناطق مشاهده نشد.

نتایج این پژوهش نشان داد که بعد از گذشت ۴۰ سال از اجرای عملیات پخش سیلاب در منطقه‌ی بررسی‌شده، تأثیر سودمند آن بر شاخص‌های ترکیب، تنوع و گروه‌های کارکردی بانک بذر خاک مشاهده می‌شود. پخش سیلاب با فراهم آوردن رطوبت و مواد غذایی مانند ماده‌ی آلی خاک بر ترکیب بانک بذر خاک منطقه تأثیرگذار بود و موجب ظهور و رویش برخی گونه‌ها در منطقه‌ی پخش سیلاب شد. این یافته‌ها با نتایج پژوهش‌های مارون و همکاران (۲۰۰۴)، غلامی و همکاران (۲۰۱۹)، غلامی و همکاران (۲۰۲۱)، عاشوری و همکاران (۲۰۲۰)، پاتریسیا و همکاران (۲۰۱۵) و یونگ هویی و همکاران (۲۰۲۳) که گزارش کردند پخش سیلاب سبب افزایش تنوع، غنا و یکنواختی گونه‌ای می‌شود، پژوهش هماهنگی دارد. در منطقه‌ی پخش سیلاب فراوانی گونه‌های یک‌ساله و تروفیت‌ها در مقایسه با گونه‌های چندساله می‌تواند به‌دلیل ورود بذرها با رسوبات حمل‌شده ی سیلاب و یا پراکنش بذر از مناطق پیرامون به وسیله‌ی دام‌ها باشد (لی و همکاران ۲۰۱۴).

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

به‌طور کلی می‌توان گفت که اجرای عملیات پخش سیلاب در منطقه‌ی بررسی‌شده زیست‌بوم ویژه‌ای ایجاد کرده است که سبب بهبود شرایط محیطی مانند رطوبت کافی و ماده آلی مناسب در منطقه شده است. همچنین، بر افزایش تراکم و تنوع، غنا و یکنواختی گونه‌ای بانک بذر خاک و ترکیب گونه‌ای تأثیر قابل توجهی داشته است. بنابراین از این ظرفیت بانک بذر می‌توان برای احیای این منطقه و مناطق مشابه استفاده کرد. همچنین، می‌توان در این منطقه با انتخاب استقرار گونه‌های سازگار با شرایط ایجادشده به‌وسیله‌ی پخش سیلاب، در بهبود وضعیت پوشش گیاهی گام مؤثری برداشت. در نهایت نتایج این پژوهش نشان داد بانک بذر خاک منطقه‌ی مزبور پاسخ مثبتی به اجرای عملیات پخش سیلاب است به‌شکلی‌که در منطقه‌ی پخش سیلاب بیشترین تراکم، تنوع، غنا و یکنواختی گونه‌ای ذخیره بذری خاک مشاهده شد.

با توجه به اهمیت انجام پژوهش‌های پوشش گیاهی و بانک بذر در زمین‌های پخش سیلاب، پیشنهاد می‌شود طرح‌های بررسی تأثیر پخش سیلاب بر شاخص‌های تنوع زیستی در قطعه‌های جنگل‌کاری با گونه‌های مختلف اکالیپتوس، آکاسیا و همچنین قطعه‌های بوته‌کاری با گونه‌ی آتریپلکس همراه با قطعه‌ی شاهد در گربایگان فسا انجام شود و نتایج با هم مقایسه شوند. نتایج این پژوهش را می‌توان در حفظ تنوع گیاهی، حفظ ذخیره های ژنتیکی و احیاء و مدیریت پوشش گیاهی منطقه به‌کار برد.

فهرست منابع

Ahmadi A. Rezaei R. Abdi N. Toraj-Zard H. 2023. Changes in species diversity and soil seed bank under the exclosure and different intensity of livestock grazing in deteriorated forests of Middle Zagros. Ecology of Forests. 10(20):52-63. (In Persian).

Ashouri P, Eftekhari AR, Hamzeh B, Souri M, Jalili A. 2020. Determining specific species and the contribution of species in the similarity between the soil seed bank and vegetation on the ground (case study: Lazor-Firouzkoh Rangeland). Journal of Plant Ecosystem Conservation. 17(8):281-305. (In Persian).

Azarnivand, H. and Zare Chahouki, M.A. (2008). Range Improvement. Tehran University Press. 354p. (In Persian).

Bakker JP, Berendse F. 1999. Constraints in the restoration of ecological diversity in grassland and heathlands communities. Trends in Ecology & Evolution. 14:63-68. https://doi.org/10.1016/S0169-5347(98)01544-4

Ghorbani JP, Dowlati Heydari GH. 2015. Effects of floodwater spreading on the vegetation and soil in an arid rangeland. Journal of Arid Land Research and Management. 29(4):473-486. https://doi.org/10.1080/15324982.2015.1019160

Ghahari GH, Gandomkar A. 2015. Effect of aquifer management on groundwater changes in Gareh Bygone Plain. Watershed Engineering and Management. 7(2):172-183. (In Persian).

Gholami P, Alvani-Nejad S, Esfandiyari N, Mesbah SH. 2019. Effect of Floodwater spreading on Soil Seed Bank Density of Plant Functional Groups (Case study: Gareh Bygone plain, Fasa, Fars province, Iran), 8th National Conference on Rainwater Catchment Systems. 26-27 November 2019. 10p.

Gholami P, Alvani-Nejad S, Esfandiyari N, Mesbah SH. 2021. Response of Composition, Diversity and Functional Groups of Soil Seed Bank under Corrective Practices of Floodwater Spreading in the Kowsar Aquifer Management Station, The Province of Fars, Journal of Watershed Management Research. 34(1):140-154. (In Persian). https://doi.org/10.22092/wmej.2020.341847.1313

Hayashi HY, Shimatani K, Shigematsu J, Nishihiro S, Ikematsu D, Kawaguchi Y. 2012. A study of seed dispersal by flood flow in an artificially restored floodplain. Landscape and Ecological Engineering. 8(2):129-143. https://doi.org/ 10.1007/s11355-011-0154-3

Jacquemyn H, Carmen Van M, Brys R, Honnay O. 2011. Management effects on the vegetation and soil seed bank of calcareous grasslands: An 11-year experiment. Biological Conservation. 144(1):416-422. https://doi.org/10.1016/j.biocon.2010.09.020

Jalilian F, Behmanesh B, Mohammad Esmaeili M, Gholami P. 2017. Comparison of Rangeland Vegetation Cover and Soil Properties Variations Affected by Flood Spreading, Enclosure and Grazing Uses, Journal of Water and Soil Sciences.21(2):29-43 (In Persian). https://doi.org/10.18869/acadpub.jstnar.21.2.29

Kamali P, Erfanzadeh R, Ghelichniya H. 2012. Role of soil seed bank in recovering of the degraded vegetation in Vaz water-

shed, Pajuhesh & Sazandegi. 98:117-124 (In Persian).

Lee H, Alday J, Cho K, Lee E, Marrs R. 2014. Effects of flooding on the seed bank and soil properties in a conservation area on the Han River, Korean Journal of Ecology and Environment. 70:102–113.

Li JMHL, XU ZJ, Zhang MY, Wang ZR. 2008. Characteristics of standing vegetation and soil seed bank in desert riparian forest in lower reaches of Tarim river under effects of river- flooding, Journal of Applied Ecology. 19(8):1651-1657.

Marone L, Cueto V, Milesi F, Lopez D, Casenave J. 2004. Soil seed bank composition over desert microhabitats: patterns and plausible mechanisms. Canadian Journal of Botany. 82(12):1809-1816. https://doi.org/10.1139/b04-143

Mesbah SH. 2016. Vegetation monitoring of Kowsar aquifer Management station. The final report of the research project, Soil Conservation and Watershed Research Institute. 87p. (In Persian).

Najafi Shaybankareh K, Jalili A, Khorasani N, Jam Zadeh Z. 2012. Investigation of Soil Seedbed Bank in Plant communities of GNU Protected Area, Journal of Research on Range and Desert of Iran. 19(4):613-601.

Nazari S, Ghorbani J, Zali SH, Tamartash R. 2014. Species composition and seed density of soil seed bank in mountain grassland of north Alborz, Journal of Plant Research (Iranian Biology). 27(2):310-319.

Nouri Z, Feghhi J, Zahedi Amiri G, Rahmani R. 2011. Estimation of species diversity in forest different stories (case study: Patom district of Kheyrud forest). Journal of Natural Environmental, Iranian Journal of Natural Resources. 63(4):399-407.

O'Connor TG, Martindale G, Morris CD, Short A, Witkowski Ed TF, Scott-Shaw R. 2011. Influence of grazing management on plant diversity of highland sourveld grassland, kwazulu-natal, South Africa. Rangeland Ecology & Management. 64(2):196-207. https://doi.org/10.2111/REM-D-10-00062.1

Osunkoya OOSA, Thinguyen CH, Perrett A, Shabbir SH, Nive A, Belgeri K, Dhileepan S, Adkins S. 2014. Soil seed bank dynamics in response to an extreme flood event in a riparian habitat. Journal of Ecological research. 29(6):1115-1129. https://doi.org/10.1007/s11284-014-1198-2

Pakparvar M, Walraevens K, Cheraghi SAM, Ghahari Gh, Cornelis W, Gabriels D, Kowsar SA. 2017. Assessment of groundwater recharge influenced by floodwater spreading: an integrated approach with limited accessible data. Hydrological Sciences Journal. 62(1):147-164.

Pattago MARM, Silveira CN, Cunha L, Cruz F. 2011. Distribution of herbaceous species in the soil seed bank of a flood seasonality area. Northern Pantanal, Brazil, International review of Hidrobiology. 96(2):149-163.

Patricia O, José M, Domingues T, Catia D. 2015. Effects of flooding on the spatial distribution of soil seed and spore banks of native grasslands of the Pantanal wetland, Journal of Acta Botanica Brasilica. 29(3):400-407. https://doi.org/10.1590/0102-33062015abb0027

Priego-Santander AG, Campos M, Bocco G, Ramirez-Sanchez LG. 2013. Relationship between landscape heterogeneity and plant species richness on the Mexican Pacific coast. Applied Geography. 40:171-178. https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2013.02.013

Rezaie R, Ahmadi A, Abdi N, Toranjzar H.

2023. Fire effects on composition, density and species diversity vegetation and soil seed bank (Case study: Kangavar rangelands), Journal of Rangelands. 16(4):729-744 (In Persian).

Salaryan T, Jory MH, Ariapour A, Mahmoudi M. 2011. The studying of species diversity Javaherdeh region in Ramsar city with using of significance degree index. Iranian Journal of Natural Ecosystems. 2(1):11-20.

Souza EBF, Ferreira A, Pott A. 2016. Effects of flooding and its temporal variation on seedling recruitment from the soil seed bank of a Neotropical floodplain. Journal of Acta Botanica Brasilica. 30(4):560-568. https://doi.org/10.1590/0102-33062016abb0202

Wang G, Wang M, Lu X, Jang M. 2015. Effects of farming on the soil seed banks and wetland restoration potential in Sanjiang Plain, Northeastern China. Ecological. Engineering. 77:265-274. https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2015.01.039

Yonghui W, Jin L, Kaixuan Q, Mao Y. 2023. Response of Plant Species Diversity to Flood Irrigation in the Tarim River Basin, Northwest China, Journal of Sustainability. 14p. Sustainability 2023, 15, 1243. https://doi.org/10.3390/su15021243 and https://www.mdpi.com/journal/sustainability.

Zhang MF, Chen S, Chen Y, Wang J. 2016. Effects of the seasonal flooding on riparian soil seed bank in the three Gorges reservoir region: a case study in Shanmu River. Springerplus, 5(1):492.

Fars Agricultural and Natural Resources Research and Education Center

Watershed Management Research

ISSN: 2981-2038

Agricultural Research, Education and Extension Organization

Effect of Flood Spreading on Indices Species Diversity, Richness, Density and Evenness of Soil Seed in the Aquifer Management Kowsar Station

Seyed Mohammad Reza Habibian [*1], Mohammad Javad Roosta [2], Mehrdad Zarafshar [3]

1and 3- Assistant professor, Natural Resources Research Department, Fars Agricultural and Natural Resources Research Center, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Shiraz, Iran
2- Associate professor, Soil Conservation and Watershed Management Department, Fars Agricultural and Natural Resources Research Center, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Shiraz, Iran

Extended Abstract

Introduction and Goal

In recent years, the use of flood spreading systems is one of the most effective ways to control surface water, especially in arid and semi-arid regions which In addition to the reduction of the harmful effects of floods, it results in the reduction of soil erosion, the strengthening ground water tables, the improvement of agricultural lands and the rehabilitation of rangelands vegetation. In flooded rangelands, there is little information about the characteristics of the soil seed bank. This, in turn, has cost and wasted a lot of time. The presence of many species in the seed bank can explain the effects of environmental and management factors in the past. Identification of this resource plays an important role in the protection and restoration of vegetation. In this regard, the aim of the current study is to assess the biological diversity indicators of the existing seed bank due to flood spreading in order to restore and improve the vegetation cover in such rangelands.

Materials and Methods

In order to investigate the effects of flood spreading on the composition, density, diversity, richness and evenness species of the soil seed bank in two areas with flood spread and without flood spread (Control) in Gareh Bygone Fasa region, seed bank research was carried out for three

Article Type: Research Article
***Corresponding Author E-mail:** smrhabibian@yahoo.com
Citation: Habibian, S.M.R., Roosta, M.J., Zarafshar M. 2024. Effect of Flood Spreading on Indices Species Diversity, Richness, Density and Evenness of Soil Seed in the Aquifer Management Kowsar Station. Watershed Management Research. 37(2): 2-21.
DOI: 10.22092/WMRJ.2023.361934.1535
Received: 04 April 2023, **Received in revised form:** 11 June 2023, **Accepted:** 21 June 2023
Published online: 21 June 2024
Watershed Management Research, VOL. 37, No.2, Ser. **No:** 143, Summer 2024, pp. 2-21.
Publisher: Fars Agricultural and Natural Resources Research and Education Center
©Author(s)

years from 2020. In June 2020, was done after the preliminary identification of the rangelands of the flood spreading area, the location of two representative areas inside and outside the flood spreading area (Control). Sampling of the soil seed bank in the fall of 2020, before the seeds in the soil began to grow. Inside the representative area (rangeland flooded in 6 strips) and Control (rangeland without flooding), 1 transect of 150 meters was established in the direction perpendicular to the slope of the land. At 10-m intervals along each transect, a 1-m2 plot was randomly selected (total of 15 plots or repetitions). A pit with a diameter of 7 cm and a depth of 0 to 5 and 5 to 10 cm was dug in the four corners and center of each plot. Soils of each depth were combined separately in five points of one square meter plot and considered as a sample for planting in special trays in the greenhouse. The soil seed bank samples were kept in the refrigerator for four months to break the seed dormancy and then transferred to the greenhouse environment for one year for cultivation and by the seedling emergence method, the seeds in the soil which gradually they turned green, were identified and counted.

Analyzes related to the seed bank were performed based on the number of germinated seedlings and counted in the greenhouse. The density of species in the soil seed bank was calculated by calculating the total number of seeds of all species per square meter. The diversity, richness and evenness of species were assessed using PAST software. For species richness of the soil seed bank, Margalef and Menhinic indices were used, Shannon-Wiener and Simpson indices were used for diversity, and Hill index was used for evenness.

To compare the properties of the soil seed bank (density, richness, diversity and evenness of species) was also used between two representative areas of flooded rangeland and non-flooded rangeland (control) independent t-test and paired t-test were also used to compare between two depths of 0-5 and 5-10 cm. The analysis was conducted via R software, employing one-way analysis of variance and Duncan's method for comparison of means.

Results and Discussions

The results of the greenhouse studies showed that a total of 5340 seeds germinated in the greenhouse, 3756 seeds germinated in the flood spreading area at a depth of 0-5 cm and 1190 seeds germinated at a depth of 5-10 cm. In the area without flooding (control), 329 seeds grew at a depth of 0-5 cm and 65 seeds grew at a depth of 5-10 cm. In the flood spreading area of Aquifer Management Kowsar Station, in terms of the average density of the seed bank, at a depth of 0-5 cm, a total of 113 seeds per square meter (from 18 plant families and 61 species) sprouted. At a depth of 5-10 cm, a total of 36 seeds per square meter (from 18 plant families and 56 species) germinated. In the control area, in terms of the average seed bank density, at a depth of 0-5 cm, the average of 9.96 seeds per square meter (from 10 plant families and 23 species) germinated. At a depth of 5-10 cm, the average of 1.96 seeds per square meter (from 8 plant families and 15 species) germinated. The average density of sprouted seeds in the soil depth of 0-5 cm was 3.14 times higher than that in the soil depth of 5-10 cm. In the control area, the average density of germinated seeds in the soil depth of 0-5 cm was 5.08 times higher than that of the soil depth of 5-10 cm. The results of variance analysis showed that in terms of biodiversity indices (density, number of species, diversity, and richness species evenness) between the strips of Bisheh Zard 1 and control flood spreading network at the depth of 0-5 and 5-10 cm of the bank, there is a significant difference between soil seeds at the level of 1% and 5%. The results of the t-test showed that in terms of biodiversity indices between the depths of 0-5 and 5-10 cm of the soil seed bank both in the flood spreading area and in the non-flooding area (control) there is a significant difference in there are 1% and 5% levels.

Conclusion and Suggestions

In general, it can be concluded that the implementation of flood spreading operations in the studied area has created a special ecosystem that has improved the environmental conditions such as sufficient humidity and suitable organic matter in the area. Also, it has a significant effect on increasing the density and diversity, richness and evenness of the soil seed bank species, as well as the species composition. Therefore, the potential of the existing seed bank can be used to rehabilitation this area and similar areas. In general, the results of this research showed that the soil seed bank of this region had a positive response to the implementation of the flood spreading operation, so that the highest density, diversity, richness and evenness of the soil seed stock was observed in the flood spreading area. It is suggested to carry out

projects on the effects of flood spreading on biodiversity indices in forestry plots with different species of Eucalyptus, Acacia, as well as shrub planting plots with Atriplex species, as well as a control plot be compared in Gareh Bygone, Fasa. This research's findings can be used in preserving plant diversity, preserving genetic reserves, and revitalizing and managing vegetation in the region.

Keywords: Biodiversity, flood, Gareh Bygone Plain of Fasa, seed germination