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

برهم‌کنش پخش‌سیلاب و نوع پوشش گیاهی بر بعضی شاخص‌های زیستی خاک در دشت گربایگان فسا (ایستگاه کوثر)

محمدجواد روستا[۱*]، محمد متینی زاده[۲]، الهام نوری[۳]، مهرداد زرافشار[۴]، مریم عنایتی[۵]

۱ – دانشیار بخش تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع‌طبیعی استان فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شیراز، ایران
۲ – دانشیار بخش تحقیقات جنگل، مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران
۳ – کارشناس‌پژوهش (دکترای منابع‌طبیعی)، مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران
۴ – استادیار بخش تحقیقات منابع‌طبیعی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع‌طبیعی فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شیراز، ایران
۵ – کارشناس‌ارشد بخش تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع‌طبیعی استان فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شیراز، ایران

چکیده‌ی مبسوط

مقدمه و هدف

یکی از شـــناخته شده‌ترین شاخص‌های کیفیت و سلامت خاک فعالیت‌های زیست‌شیمی (بیوشیمی) خاک است که در ارزیابی اثر گونه‌های جنگل‌کاری شده بر ویژگی‌های خاک مورد توجه قرار می‌گیرند. این پژوهش با هدف بررسی تأثیر بلندمدت اقدام‌های پخش‌ســـیلاب و نوع پوشش گیاهی بر فعالیت آنزیم‌های فسفاتاز اسیدی و قلیایی، اوره‌آز و دهیدروژناز و فعالیت میکروبی خاک شامل تنفس پایه و تنفس برانگیخته در سال ۱۳۹۹ انجام شد.

نوع مقاله: پژوهشی
***مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی:** mjavadrousta@yahoo.com
استناد: روستا، م.ج، متینی‌زاده، م.، نوری، ا.، زرافشار، م.، عنایتی، م. ۱۴۰۲. برهم‌کنش پخش سیلاب و نوع پوشش گیاهی بر بعضی شاخص‌های زیستی خاک در دشت گربایگان فسا (ایستگاه کوثر). پژوهش‌های آبخیزداری، ۳۶ (۱): ۱۱۰-۹۶ .
شناسه‌ی دیجیتال: 10.22092/wmrj.2022.359066.1481
تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۴/۰۱، **تاریخ بازنگری:** ۱۴۰۱/۰۶/۱۹، **تاریخ پذیرش:** ۱۴۰۱/۰۶/۳۰، **تاریخ انتشار:** ۱۴۰۲/۰۱/۰۱
پژوهش‌های آبخیزداری، سال ۱۴۰۲، دوره‌ی۳۶، شماره‌ی ۱، شماره‌ی پیاپی ۱۳۸، بهار ۱۴۰۲، صفحه‌های۹۶ تا ۱۱۰.
ناشر: مرکز منطقه‌ای اطلاع رسانی علوم و فناوری
© نویسندگان

مواد و روش‌ها
نمونه‌برداری از خاک اطراف ریشه‌ی درختان آکاسیا (*Acacia salicina* Lindl.)، اوکالیپتوس (*Eucalyptus camaldulensis* Dehnh.) و بوته های مرتعی آتریپلکس (*Atriplex lentiformis* (Torr.) Wats.)، در دو وضعیت با پخش‌سیلاب و بدون پخش‌سیلاب از عمق ۲۰-۰ سانتی‌متر با ۶ تیمار در سه تکرار انجام شد. تجزیه و تحلیل‌های آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS به‌صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح آماری بلوک های کامل تصادفی انجام شد و مقایسه‌ی میانگین‌ها با آزمون توکی در سطح پنج درصد صورت گرفت.
نتایج و بحث
نتایج نشان داد تأثیر برهم‌کنش پخش‌سیلاب و نوع پوشش گیاهی بر فعالیت آنزیم‌های فسفاتاز اسیدی، فسفاتاز قلیایی، اوره‌آز، دهیدروژناز، تنفس برانگیخته و کربن‌آلی در سطح یک درصد معنی‌دار است. فعالیت آنزیم‌های فسفاتاز اسیدی و فسفاتاز قلیایی در خاک زیرپوشش گونه‌های درختی آکاسیا و اوکالیپتوس به‌ویژه در وضعیت پخش‌سیلاب، بیشتر از فعالیت این آنزیم‌ها در خاک زیرپوشش گونه‌ی بوته‌ای آتریپلکس بود. فعالیت آنزیم اوره‌آز، در خاک زیرپوشش آتریپلکس دست‌کاشت با پخش‌سیلاب، بیش‌ترین اندازه‌ی و در خاک زیرپوشش آتریپلکس بدون پخش سیلاب، کم‌ترین اندازه‌ی را نشان داد و این تفاوت از نظر آماری با آزمون توکی در سطح پنج درصد معنی‌دار بود. فعالیت آنزیم دهیدروژناز، در خاک زیرپوشش آتریپلکس دست‌کاشت با پخش‌سیلاب، بیش‌ترین اندازه‌ی و در خاک زیرپوشش آتریپلکس بدون پخش‌سیلاب، کم‌ترین اندازه‌ی را نشان داد و این تفاوت از نظر آماری با آزمون توکی در سطح پنج درصد معنی‌دار بود. اندازه‌ی فعالیت آنزیم دهیدروژناز در خاک زیرپوشش هر سه گونه‌ی گیاهی آتریپلکس، آکاسیا و اوکالیپتوس دست‌کاشت در شرایط پخش‌سیلاب از نظر آماری با آزمون توکی در سطح پنج درصد تفاوتی نشان ندادند. اندازه‌ی تنفس پایه در خاک زیرپوشش جنگل دست‌کاشت آکاسیا، اوکالیپتوس و آتریپلکس در شرایط پخش‌سیلاب، بیش‌تر از وضعیت بدون پخش‌سیلاب بود، هرچند این تفاوت در دو وضعیت بررسی‌شده از نظر آماری با آزمون توکی در سطح ۵ درصد معنی‌دار نبود. در شرایط پخش‌سیلاب اندازه‌ی تنفس برانگیخته در خاک زیرپوشش آتریپلکس بیش‌تر از اوکالیپتوس بود ولی از نظر آماری با اندازه‌ی تنفس برانگیخته در خاک زیرپوشش آکاسیا با پخش‌سیلاب و بدون پخش‌سیلاب تفاوتی نداشت. بیش‌ترین و کم‌ترین اندازه‌ی تنفس برانگیخته، به‌ترتیب در خاک زیرپوشش گونه‌ی آکاسیا و اوکالیپتوس در وضعیت بدون پخش‌سیلاب مشاهده شد و این تفاوت‌ها، از نظر آماری با آزمون توکی در سطح ۵ ٪ معنی‌دار بودند.
نتیجه‌گیری و پیشنهادها
نتایج این بررسی نشان داد که فعالیت آنزیم‌های خاک می‌تواند به‌طور بالقوه اندازه‌ی کمبود عناصر غذایی را پیش‌بینی کند. علاوه‌براین، جنگل‌کاری در مناطق خشک، باعث بهبود شاخص‌های کیفیت خاک می‌شود. با توجه به نقش مهم موادآلی در بهبود شاخص‌های زیستی، کیفیت و سلامت خاک، و برای افزایش اندازه‌ی موادآلی خاک، احیای مراتع سیلابی با پوشش‌های درختی و بوته‌ای بومی و سازگار، مدیریت چرا و افزایش دوره‌های قرق پیشنهاد می‌گردد.

واژگان کلیدی: پخش سیلاب، پوشش گیاهی، دشت گربایگان فسا، شاخص‌های زیستی

مقدمه

اغلب ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و زیستی خاک تحت تأثیر عامل‌هایی از جمله گیاهان، انسان‌ها، حیوانات، ریزجانداران، اقلیم و شرایط پستی‌بلندی قرار گرفته و دچار تغییر می‌شوند (صالحی و همکاران ۲۰۱۱). بعد از کاشت درختان در برنامه‌های جنگل‌کاری و ایجاد جنگل‌های دست کاشت تغییرات اندک و تدریجی در ویژگی‌های مهم فیزیکی، شیمیایی و زیستی خاک ایجاد می‌شود. اندازه‌ی تغییرات ایجاد شده، علاوه بر نوع گونه‌ی درختی، به سن توده و رویش آن نیز بستگی دارد (روحی‌مقدم و همکاران ۲۰۱۱)، به‌طوری‌که با افزایش سن درختان، تغییرات ایجاد شده در ویژگی‌های خاک بیشتر می‌شود (سلیمانی ۲۰۱۴).

با توجه بـــه آب و هوا و بافت خـــاک، مدیریت زمین‌ها به‌عنوان مؤثرترین عامل تغییرات کربن‌آلی در خاک در نظر گرفته شده است. به‌عبارت دیگر، تغییر نوع کاربری زمین‌ها، از طریـــق تغییر انـــدازه‌ی ورودی کربن‌آلی و ســـرعت تجزیه‌ی آن (پاپلائو و همـــکاران ۲۰۱۱)، یک عامل مهم و مؤثر بر پویایی کربن‌آلی است. فعالیت‌های زیست‌شیمی خاک یکی از شناخته‌شده‌ترین شاخص‌های کیفیت و ســـلامت خـــاک اســـت کـــه در ارزیابی اثر گونه های جنگل‌کاری‌شـــده بر ویژگی‌های خاک مورد توجه قرار می‌گیرند. در حفظ و رهاسازی عناصر غذایی و انرژی، شاخص‌های فعالیت میکروبی خاک مانند تنفس پایه و تنفس برانگیخته، نقش مهمی داشته و به‌سرعت به وضعیت مـــواد غذایی، دما و رطوبـــت خاک واکنش نشـــان می‌دهند (مونوز-روجاس و همـــکاران ۲۰۱۶). یکی از بزرگترین منابع انتشـــار کربن در زیست‌بوم‌های جهانی، اندازه‌ی تنفس پایه و تنفس برانگیخته‌ی خاک است که در حدود ۹۳/۸ میلیارد تن در سال تخمین زده شده‌اســـت (ریچ و شـــلزینگر ۱۹۹۲؛ شلزینگر و آندریو ۲۰۰۰).

این شـــاخص‌ها می‌توانند به‌عنوان یک عامل کلیدی در حفظ یا هدررفـــت (تجزیه) مواد آلی خاک و در نتیجه، حفظ کیفیت خاک مطرح باشـــند (وانـــگ و همکاران ۲۰۱۳). از مهم‌تریـــن ویژگی‌های فیزیکی‌وشـــیمیایی خاک، اندازه‌ی رطوبت، دما و ماده‌ی آلی خاک هســـتند که بر پویایی جمعیت، فعالیت و بوم‌شناسی[1] ریزجانداران خاک تأثیر می‌گذارند (استاتزکی ۱۹۹۷). پژوهش‌های پیشین نشان داده‌اســـت که دوره‌های متناوب خشک-سالی و رطوبت بیش از حد خاک می‌تواند تأثیر زیادی بر موجودات‌زنده خاک داشته باشد (یانگ و ریتز ۲۰۰۰). آنزیم‌ها، شاخص مناســـبی برای سنجش حاصل‌خیزی خاک به‌حســـاب می‌آیند (لی و همکاران ۲۰۱۴؛ کوچ و همکاران ۲۰۱۹). آنزیم‌ها نســـبت به تغییرات در محیط خاک به‌ســـرعت واکنش نشـــان می‌دهند، به این دلیل اندازه‌ی فعالیت آنزیمی، اطلاعـــات جامعی از چرخه‌ی زیست‌شـــیمی خاک را بیان می‌کند. لیانگ و همکاران (۲۰۱۲) و زرافشـــار و همـــکاران (۲۰۲۰ب) دریافتند که نوع پوشـــش گیاهی و اقدام‌های مدیریتی، بیشتر بر فعالیت میکروبی در خاک سطحی تأثیر می‌گذارد.

نتایـــج پژوهش گلیســـون و همکاران (۲۰۰۸) نشـــان داد پس از یک دوره‌ی طولانی خشـــکی، اشـــباع‌کردن خاک با آب ســـبب شـــد ســـلول‌های میکروبی تجزیه شـــده و آنزیم‌های داخل ســـلول، وارد محیط شوند. در چنین شـــرایطی، اندازه‌ی معدنی‌شدن کربن و نیتروژن افزایش یافت. جیان‌فردا و بولاگ (۱۹۹۶) نشـــان دادند که کاهش اندازه‌ی آب خاک می‌تواند باعث ایجاد فشار اسمزی هیپرتونیک و در نتیجه کاهش فعالیت میکروبی یا خشک شدن سلول‌های باکتری شود.

غلظت آنزیم‌ها بیان‌گر نوع وضعیت فیزیکی، شیمیایی و میکروبی خاک بوده و ارتباط نزدیکی با چرخه‌ی عناصر غذایـــی دارد (الوارز و گوئـــررو ۲۰۰۰؛ کوچ و حق‌وردی ۲۰۱۸). فعالیت آنزیم‌های خاک یک ویژگی قابل‌اعتماد از پایداری زیست‌بوم خاک و سلامت خاک است (باستیدا و همکاران ۲۰۰۸؛ استارک و همکاران ۲۰۰۸).

یکی از آنزیم‌های مؤثر در چرخه‌ی فسفر آنزیم فسفاتاز است که از روش هیدرولیز ترکیب‌های آلی حاوی فسفر، باعث آزادسازی یون‌های فسفات قابل‌استفاده برای گیاه می‌شـــود. این آنزیم معمولاً در خاک‌های قلیایی فراوان بوده و فعالیت بیشتری دارد (جوما و طباطبایی ۱۹۸۸؛ طباطبایی ۱۹۹۴). فعالیت فســـفاتازها در خاک بستگی به نوع پوشـــش گیاهی (هربین و نیل ۱۹۹۰؛ مارگالف و همـــکاران ۲۰۱۷)، تغییرات ناشـــی از نـــوع مدیریت (کلارهولم ۱۹۹۳؛ مارگالف و همکاران ۲۰۱۷)، رطوبت و دمای خاک (اســـتاتزکی ۱۹۹۷؛ ساردانس و همکاران ۲۰۰۶؛ زو و همـــکاران ۲۰۱۳؛ ســـیبای‌الک و همکاران ۲۰۲۰؛ ســـان و همکاران ۲۰۲۰) دارد. آنزیم فســـفاتاز اسیدی به‌وســـیله‌ی گیاهان و ریزجانداران خاک تولید می‌شـــود ولی آنزیم فســـفاتاز قلیایی فقط به‌وســـیله‌ی ریزجانداران تولید می‌شود (جوما و طباطبایی ۱۹۸۸).

هیدرولیز اوره به دی‌اکسیدکربن و آمونیاک به‌وسیله‌ی آنزیم اوره‌آز انجام می‌شـــود (دیک ۱۹۸۴)، بنابراین این آنزیم نقش مهمی در معدنی‌شـــدن نیتـــروژن آلی ایفا می‌کند.

اکسایش ترکیبات آلی به‌وسیله‌ی آنزیم دهیدروژناز انجام می‌شود. در ارزیابی ســـامانه‌ی اکسایش و احیا، فعالیت این آنزیم به‌عنوان شاخص اســـتفاده می‌شود. ازآنجاکه این آنزیم فقط در سلول‌های زنده میکروبی وجود دارد، فعالیت آن، نشـــان دهنده‌ی فعالیت میکروبی و شـــدت اکسایش میکروبی مواد آلی در خاک است (نانی‌پیری و همکاران ۱۹۹۰؛ باستیدا و همکاران ۲۰۰۸).

به‌طورکلی، کمبود رطوبت در خاک، به‌عنوان عاملی برای کاهش فعالیت‌های آنزیمی شـــناخته شده است (هنری ۲۰۱۲؛ اشـــتاین‌واگ و همکاران ۲۰۱۲). سیبای‌الک و همـــکاران (۲۰۲۰) گزارش کردند که در اثر خشـــکی، فعالیت آنزیم‌های دهیدروژناز، فسفاتاز اسیدی و قلیایی

1 - Ecology

و تنـــوع باکتری های خـــاک، کاهش یافـــت، به‌طوری‌که، کاهش قابلیت اســـتفاده آب به‌اندازه‌ی ۲۱٪ باعث کاهش فعالیت آنزیم فسفاتاز به‌اندازه‌ی ۴۰-۳۱ ٪ شد (ساردانس و پنوئلاس ۲۰۰۴). فعالیت بیشتر آنزیم‌های دهیدروژناز و اوره‌آز در خاک‌های جنگلی به‌وسیله‌ی بلونسکا و همکاران (۲۰۱۷) گـــزارش شده‌اســـت. نتایـــج پژوهش شـــیخلو و رسولی‌صدقیانی (۲۰۱۶) نشـــان داد که فعالیت آنزیم‌های فســـفاتاز قلیایی و اســـیدی در کاربری جنگلی، بیشـــتر از کاربری باغی بود و کم‌ترین اندازه‌ی فعالیت این آنزیم‌ها در کاربری زراعی مشاهده شد. فعالیت آنزیم اوره‌آز در کاربری زراعی، نسبت به سایر کاربری‌های بررسی‌شده، بیشتر بود. همچنیـــن، اندازه‌ی فعالیت آنزیـــم دهیدروژناز در کاربری جنگلی بیشتر از کاربری زراعی بود.

در پژوهشـــی، کوچ و همکاران (۲۰۱۹) کاربری‌های جنگل طبیعی، جنگل دست‌کاشت، باغ، مرتع و زمین کشاورزی را با استفاده از شاخص‌های میکروبی و آنزیمی خاک، مقایسه کرده و نتیجه گرفتند که کاربری‌های با پوشـــش درختی، دارای بیش‌ترین فعالیت زیســـتی هســـتند و در این میان، جنگل طبیعی بیش‌ترین فعالیت زیستی را نشان داد.

نتایج پژوهش زرافشـــار و همکاران (۲۰۲۰ب) نشـــان داد که در انواع کاربری‌ها، اندازه‌ی فعالیت آنزیم‌های فســـفاتاز اســـیدی، فســـفاتاز قلیایی، دهیدروژنـــاز و اوره‌آز متفاوت هســـتند. بیش‌ترین و کم‌ترین فعالیت فســـفاتاز اســـیدی به‌ترتیـــب در عمق ۱۰ و ۲۰ ســـانتی‌متری گونه‌های اقاقیا و زربین مشاهده شد. اندازه‌ی فعالیت آنزیم فسفاتاز اسیدی در خاک گونه‌های سوزنی‌برگ کم‌تر از گونه‌های پهن‌برگ و کاربری کشاورزی بود.

همچنین، بیش‌ترین اندازه‌ی فعالیت این آنزیم‌ها در خاک زیرپوشـــش جنگل بلوط و کم‌ترین اندازه‌ی فعالیت آنزیم دهیدروژناز در خاک زیرپوشش درختان سنجد اندازه‌گیری شـــد. مقایسه‌ی پوشش جنگل طبیعی با کاربری کشاورزی مشخص کرد که بیش‌ترین اندازه‌ی فعالیت اوره‌آز در جنگل های دست‌کاشت سوزنی‌برگان است، به‌طوری‌که بیش‌ترین اندازه‌ی آن در عمق ۲۰-۱۰ سانتی‌متری گونه‌ی سدروس مشاهده شد.

شـــاخص‌های زیستی خاک، در کوتاه‌مدت، می‌توانند پاسخ قطعی و اطمینان‌بخش به تغییرات ناشی از کاربری زمین‌ها نشـــان دهند (رئیسی ۲۰۰۷). بررســـی دقیق فعالیت‌های میکروبی خـــاک، در آینده اطلاعـــات مفیدی درخصوص مدیریت پایدار کاربری‌ها در اختیار قرار می‌دهد (لارســـدا-جونیور و همکاران ۲۰۱۹).

بـــا توجه به این‌که از اقدام‌های پخش‌ســـیلاب در دشـــت گربایگان فســـا حدود ۳۷ ســـال می‌گـــذرد، این پژوهش با هدف بررســـی تغییرات شـــاخص‌های زیستی در خاک زیرپوشـــش جنگل‌های دست‌کاشت آکاســـیا، اوکالیپتوس و مراتع احیاءشـــده با کاشـــت گیاهان غیربومی آتریپلکس انجام شـــد. در این پژوهش برای آبیاری کاربری‌ها از روش پخش‌سیلاب استفاده شـــد که با کاربری‌های شاهد آن‌ها (بدون پخش‌سیلاب) مقایسه شدند.

مواد و روش‌ها

منطقه‌ی مورد پژوهش

این پژوهش در ایســـتگاه تحقیقاتی، آموزشـــی و ترویجی پخش‌سیلاب و آبخوان‌داری کوثر، واقع در دشت گربایگان در سال ۱۳۹۹ اجرا شد. ایســـتگاه کوثر در ۵۰ کیلومتری جنوب‌شرقی فسا (″۳۸ °۲۸ عرض شمالی و ″۵۵ °۵۳ طول شرقی، بلندی ۱۱۴۰ متر از سطح دریا) بر مخروط‌افکنه‌ی پایین‌دست آبخیز بیشه‌زرد واقع شده‌است. مساحت آبخیز بیشـــه‌زرد ۱۹۲ کیلومتر مربع می‌باشد. براساس تقسیمات کشـــوری، این ایستگاه در اســـتان فارس، شهرستان فسا، بخش شیب‌کوه و دهســـتان میانده قرار دارد. محل اجرای پژوهش از نظر پســـتی‌و بلندی، پهنه‌ای با شیب ۶٪ است که بین خط بلندی ۱۱۴۰ تا ۱۱۶۰ متر، قرارگرفته‌اســـت. آبادی‌هـــای بیشـــه‌زرد، رحیم‌آباد، احمدآبـــاد و چاه‌دولت که از راه جاده‌ی آســـفالته به فســـا و جهـــرم ارتباط دارند در اطراف ایســـتگاه واقع شده‌اند. براســـاس آمار ۲۳ ساله (۱۳۹۷- ۱۳۷۵) شـــاخص‌های آب‌وهوایـــی منطقه‌ای که ایستگاه در آن واقع شده به این شرح است: میانگین بارش ســـالانه، ۲۱۹ میلی‌متـــر؛ دمای بیشـــینه، $46\ ^{0}C$ ؛ دمای کمینه، $-8\ ^{0}C$ ؛ میانگین دمای ســـالانه، $20\ ^{0}C$ ؛ میانگین تبخیر ســـالانه، ۲۵۴۸ میلی‌متر؛ متوســـط تعداد روزهای یخبندان، ۲۷ روز در سال (قهاری ۲۰۱۹).

محل‌های نمونه‌برداری

برای اندازه‌گیری ویژگی‌های زیستی خاک، از کاربری‌های زیر در قالب شـــش تیمار و سه تکرار در پاییز سال ۱۳۹۹ نمونه‌برداری شد:

۱- جنگل آکاســـیا (*Acacia salicina* Lindl.) که در ۲۴ و ۲۵ دی ۱۳۶۴ درخت‌کاری‌شده واقع در شبکه‌ی بیشه‌زرد چهار، با پخش‌سیلاب،

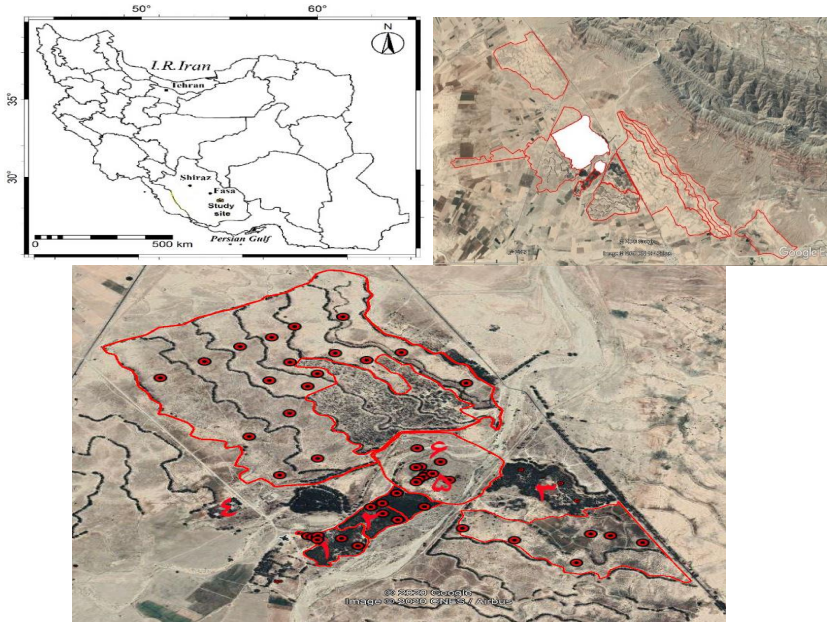
۲- جنگل اوکالیپتوس (*Eucalyptus camaldulensis* Dehnh.) کـــه در ۲۴ و ۲۵ دی ۱۳۶۴ درخت‌کاری‌شـــده واقع در شـــبکه‌ی بیشه‌زرد چهار، با پخش‌سیلاب،

۳- مرتع کاشته‌شده با آتریپلکس (*Atriplex lentiformis* (Torr.) Wats.) در بهمن و اســـفند ۱۳۶۲، واقع در شبکه‌ی رحیم‌آباد، با پخش‌سیلاب،

۴- جنگل آکاســـیا (*Acacia salicina* Lindl.) که در ۲۴ و

۲۵ دی ۱۳۶۴ درخت‌کاری‌شده- خارج از ایستگاه کوثر، بدون پخش‌سیلاب،
۵- جنگل اوکالیپتوس *(Eucalyptus camaldulensis.* Dehnh) که در ۲۴ و ۲۵ دی ۱۳۶۴ درخت‌کاری‌شده- بدون پخش‌سیلاب،
۶- مرتع کاشته‌شده با آتریپلکس *(Atriplex.* *lentiformis* (Torr.) Wats) در بهمن و اسفند ۱۳۶۲- بدون پخش سیلاب.

موقعیت جغرافیایی منطقه و محل‌های نمونه‌برداری در شکل ۱، نشان داده‌شده‌است.



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی منطقه و محل‌های نمونه‌برداری.

Figure 1- Geographical Location of the Region and Sampling Locations.

ویژگی‌های اندازه‌گیری شده

در هر کاربری سه نمونه خاک از عمق ۲۰-۰ سانتی‌متر از اطراف ریشه‌ی هر گیاه برداشت شد. برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک در کاربری‌های بررسی‌شده در جدول ۱ نشان داده‌شده‌است. پس از نمونه‌برداری خاک، نمونه‌ها به دو بخش تقسیم شدند. در بخشی از نمونه‌ها، پس از هواخشک‌کردن و عبوردادن آن‌ها از الک ۲ میلی‌متری، بافت خاک به روش هیدرومتری، درصد رطوبت اشباع با اندازه‌گیری اختلاف وزن گل اشباع و گل خشک‌شده در کوره‌ی الکتریکی در دمای $105\ ^0C$ (بلیک و هارتجی ۱۹۸۶)، درصد کربن آلی به‌روش والکلی-بلاک (نلسون و سومرز ۱۹۸۶)، اسیدیته گل اشباع به‌روش پتانسیومتری با استفاده از دستگاه **pH** متر الکتریکی، قابلیت هدایت الکتریکی عصاره‌ی اشباع با استفاده از دستگاه **EC** متر الکتریکی و فسفر قابل جذب به‌روش اولسن (علی‌احیایی و بهبهانی‌زاده ۱۹۹۳)، اندازه‌گیری شد.

بخش دوم نمونه‌های خاک، تا زمان اندازه‌گیری شاخص‌های زیستی در دمای $20\ ^0C$- نگهداری شدند. سپس، اندازه‌ی فعالیت آنزیم‌های فسفاتاز اسیدی، فسفاتاز قلیایی، دهیدروژناز و اوره‌آز با استفاده از واکنش با سوبسترای ویژه در آزمایشگاه به‌روش اوهلینگر (۱۹۹۶) اندازه‌گیری شد. تنفس میکروبی خاک (انتشار گاز دی‌اکسیدکربن)، با استفاده از ظروف شیشه‌ای دربسته از روش جذب دی‌اکسیدکربن در محلول هیدروکسید سدیم و سپس تیتراسیون آن با اسید کلریدریک اندازه‌گیری شد. تنفس برانگیخته‌ی خاک با اضافه‌کردن گلوکز یک درصد به‌عنوان سوبسترا و اندازه‌گیری اندازه‌ی دی‌اکسیدکربن آزادشده پس از ۷۲ ساعت نگهداری در دمای ثابت (انکوباسیون) $25\ ^0C$ ، اندازه‌گیری شد (پیج و همکاران ۱۹۹۲).

جدول ۱- برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک در کاربری‌های مختلف.

Table 1- Some Physical and Chemical Characteristics of Soil under Different Land Uses.

Available P (mg/kg)	pH of Saturated paste	Electrical Conductivity (dS/m)	Saturated moisture (%)	Soil Texture	Plantation	Situation
4.87	7.56	1.23	38.26	Sandy Loam	Acacia	Flood spreading
3.47	7.25	1.00	36.31	Loam	Eucalyptus	
3.53	7.81	1.10	30.73	Sandy Loam	Atriplex	
3.80	7.96	1.16	28.18	Sandy Loam	Acacia	Non-Flood spreading
2.70	7.81	0.91	28.70	Sandy Loam	Eucalyptus	
2.53	8.15	0.75	29.23	Sandy Loam	Atriplex	

تجزیه و تحلیل‌های آماری

در ایـــن پژوهش داده‌ها به‌صـــورت آزمایش فاکتوریل در قالب طـــرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با اســـتفاده از نرم‌افزار **SPSS** تجزیه و تحلیل آماری شدند. مقایسه‌ی میانگین‌ها با آزمون توکی در سطح پنج درصد انجام شد. با کاربرد مدل وایـــازی **GLM (General Linear Model)** روابط بین اندازه‌ی کربن‌آلی با ســـایر متغیرها، تعیین شـــد. از ضریب همبستگی پیرسون برای داده‌های بهنجار (نرمال) و از ضریب همبســـتگی اســـپیرمن برای داده‌هـــای ناهنجار (غیرنرمـــال) (نوع پوشـــش گیاهی) استفاده شد. براساس پرشماری متغیرها، از روش تحلیل چندمتغیره‌ی وایازی گام‌به‌گام برای تغییرپذیری اندازه‌ی کربن‌آلی، اســـتفاده شـــد. در این تحلیل‌ها، ویژگی‌های زیستی خاک و نوع کاربری (نوع پوشش گیاهی)، به‌عنوان متغیرهای مســـتقل و اندازه‌ی کربن‌آلـــی به‌عنوان متغیر وابسته انتخاب شدند.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه‌ی واریانس تأثیر پخش‌ســـیلاب، نوع پوشش گیاهـــی و برهم‌کنـــش آن‌ها بر شـــاخص‌های زیســـتی و کربن‌آلـــی خاک در جـــدول ۲ و مقایســـه‌ی میانگین شـــاخص‌ها در جـــدول ۳ نشـــان داده‌شده‌اســـت. تأثیر پخش‌سیلاب بر فعالیت فسفاتاز اسیدی، فسفاتاز قلیایی، اوره‌آز، دهیدروژنـــاز، تنفـــس پایه و کربن‌آلی در ســـطح یک درصد معنی‌دار شـــد (جدول ۲). تأثیر نوع پوشـــش گیاهی بر فعالیت فسفاتاز اسیدی، فسفاتاز قلیایی، اوره‌آز، دهیدروژناز، تنفس برانگیخته و کربن‌آلی در ســـطح یک درصد معنی‌دار شـــد. تأثیر برهم‌کنش پخش‌ســـیلاب و نوع پوشش گیاهی بر فعالیت آنزیم‌های فسفاتاز اسیدی، فســـفاتاز قلیایی، اوره‌آز، دهیدروژناز، تنفس برانگیخته و کربن‌آلی در سطح یک درصد معنی‌دار شد.

جدول ۲- تجزیه‌ی واریانس تأثیر پخش‌سیلاب، نوع پوشش گیاهی و برهم‌کنش آن‌ها بر ویژگی‌های زیستی بررسی‌شده.

Table 2- Variance Analysis of the Effect of Flood Spreading, Type of Vegetation and Their Interactions on the Measured Biological Characteristics.

CV (%)	Error	Flood spreading* Vegetation type	Vegetation type	Flood spreading	Replication	SOV
	10	2	2	1	2	df
			Mean Squares			
12.33	122.74	7312.80**	6729.00**	34380.10**	41.23 ^{ns}	Acid phosphatase
24.29	4639.42	69517.50**	102846.00**	642930.00**	10890.20^{ns}	Alkaline phosphatase
14.00	3271.64	115831.00**	37203.70**	524696.00**	309.47^{ns}	Urease
18.44	7.75	145.76**	72.55**	1224.99**	4.21^{ns}	Dehydrogenase
25.03	0.25	0.14 ^{ns}	0.12^{ns}	3.70**	0.56 ^{ns}	Basal respiration
22.08	32.20	358.81**	666.43**	132.33^{ns}	4.32 ^{ns}	Induced respiration
22.20	0.02	0.39 **	0.96**	1.50**	0.038 ^{ns}	Organic Carbon

** significant at one percent level, * significant at five percent level, ns is not significant

جدول ۳- مقایسه‌ی برهم‌کنش پخش‌سیلاب و نوع پوشش گیاهی بر میانگین شاخص‌های زیستی خاک.

Table 3- Comparison of the Interaction of Flood Spreading and the Type of Vegetation on the Mean Soil Biological Indices.

Property							Vegetation type	Situation
Organic Carbon	Induced respiration	Basal respiration	Dehydrogenase	Urease	Alkaline phosphatase	Acid phosphatase		
0.55 b	30.39 abc	2.50 a	22.94 ab	574.96 b	636.94 a	205.02 a	Acacia	Flood spreading
1.68 a	21.17 bcd	2.40 a	18.83 bc	363.94 c	574.65 a	126.89 b	Eucalyptus	
0.54 b	33.68 a	2.41a	28.28 a	799.13 a	196.66 b	68.70 c	Atriplex	
0.22 b	42.55 a	1.44 a	14.68 c	233.49 cd	118.74 b	44.79 c	Acacia	Non-Flood spreading
0.51 b	9.65 d	1.30 a	5.01d	300.36 cd	89.01 b	45.92 c	Eucalyptus	
0.30 b	16.77 cd	1.85 a	0.86 d	179.78 d	66.54 b	47.68 c	Atriplex	

* In each column, the means with similar letters do not have a statistically significant difference with the Tukey test at P≤ 0.05

** Acid phosphatase and alkaline phosphatase units, micrograms of para-nitrophenol per gram of dry soil in one hour, dehydrogenase units, micrograms of triphenol formazan (TPF) per gram of dry soil in 24 hours, urease units, micrograms of released ammonium per gram of dry soil in two hours, organic carbon unit, percent.

در وضعیت پخش‌سیلاب، اندازه‌ی شاخص‌های زیستی اندازه‌گیری‌شده، بیشتر از وضعیت بدون پخش‌سیلاب بود (جدول ۳). بیش‌ترین فعالیت آنزیم فسفاتاز اسیدی، در خاک زیرپوشش گونه‌ی جنگلی آکاسیا در وضعیت پخش‌سیلاب، و کم‌ترین آن در خاک زیرپوشش آکاسیا در وضعیت بدون پخش‌سیلاب مشاهده شد و این تفاوت، از نظر آماری با آزمون توکی در سطح پنج درصد معنی‌دار بود. فعالیت آنزیم فسفاتاز قلیایی در خاک زیرپوشش آکاسیا و اوکالیپتوس در وضعیت پخش‌سیلاب، نسبت به فعالیت این آنزیم در خاک زیرپوشش آتریپلکس با پخش‌سیلاب و آکاسیا، اوکالیپتوس و آتریپلکس در وضعیت بدون پخش‌سیلاب بطور معنی‌داری بیشتر بود.

بیش‌ترین اندازه‌ی فعالیت آنزیم اوره‌آز، در خاک زیرپوشش آتریپلکس دست‌کاشت با پخش‌سیلاب، و کم‌ترین آن در خاک زیرپوشش آتریپلکس بدون پخش‌سیلاب بود و این تفاوت از نظر آماری با آزمون توکی در سطح پنج درصد معنی‌دار بود.

بیش‌ترین اندازه‌ی فعالیت آنزیم دهیدروژناز، در خاک زیرپوشش آتریپلکس دست‌کاشت با پخش‌سیلاب، و کم‌ترین آن در خاک زیرپوشش آتریپلکس بدون پخش‌سیلاب مشاهده شد و این تفاوت از نظر آماری با آزمون توکی در سطح پنج درصد معنی‌دار بود. اندازه‌ی فعالیت آنزیم دهیدروژناز در خاک زیرپوشش آتریپلکس، آکاسیا و اوکالیپتوس در وضعیت با پخش‌سیلاب از نظر آماری با آزمون توکی در سطح پنج درصد تفاوتی نشان ندادند.

به‌طورکلی، فعالیت آنزیم‌های فسفاتاز اسیدی و فسفاتاز قلیایی در خاک زیرپوشش گونه‌های درختی آکاسیا و اوکالیپتوس به‌ویژه در وضعیت با پخش‌سیلاب، بیش‌تر از فعالیت این آنزیم‌ها در خاک زیرپوشش گونه‌ی بوته‌ای آتریپلکس بود (جدول ۳). بیشتربودن فعالیت آنزیم فسفاتاز قلیایی در خاک کاربری‌های جنگلی، نتایج گزارش شده به‌وسیله لی و همکاران (۲۰۱۴) را تأیید می‌کند.

نتایج نشان داد که اندازه‌ی فعالیت آنزیم‌های فسفاتاز اسیدی، فسفاتاز قلیایی، دهیدروژناز و اوره‌آز در انواع پوشش‌های گیاهی جنگلی و مرتعی، در دو وضعیت پخش‌سیلاب و بدون پخش‌سیلاب (شاهد) متفاوت است. این نتایج با نتایج پژوهش شیخلو و رسولی‌صدقیانی (۲۰۱۶)، بلونسکا و همکاران (۲۰۱۷) و زرافشار و همکاران (۲۰۲۰ب) هماهنگی دارد.

بالابودن فعالیت فسفاتاز اسیدی نشان‌دهنده‌ی بالابودن فعالیت ریزجانداران و گونه‌های گیاهی برای دستیابی به فسفر می‌باشد (مهارجان و همکاران ۲۰۱۷). زمانی‌که فسفر، محدودکننده‌ترین عنصر رشد باشد، فسفاتازها تولید می‌شوند (اسپیرز و مک‌گیل ۱۹۷۸). بنابراین، افزایش سطح فسفاتازها منعکس کننده‌ی افزایش نیاز به فسفاتازهای اسیدی است. فسفاتازهای اسیدی در خاک‌های با pH کم و فسفاتازهای قلیایی در خاک‌های زیرکشت با pH بالاتر، غالب هستند (جوما و طباطبایی ۱۹۸۸؛ کومار و همکاران ۲۰۱۱). خاک همه‌ی کاربری‌های بررسی شده، دارای کمبود فسفر قابل استفاده بود (جدول ۱).

فعالیت میکروبی مانند اندازه‌ی تنفس پایه در خاک زیرپوشش جنگل دست‌کاشت آکاسیا، اوکالیپتوس و آتریپلکس در شرایط پخش‌سیلاب، بیش‌تر از وضعیت بدون پخش‌سیلاب بود، هرچند این تفاوت در دو وضعیت بررسی‌شده از نظر آماری با آزمون توکی در سطح ۵ درصد معنی‌دار نبود.

در شرایط پخش‌سیلاب اندازه‌ی تنفس برانگیخته در خاک زیرپوشش آتریپلکس بیش‌تر از اوکالیپتوس بود ولی از نظر آماری با اندازه‌ی تنفس برانگیخته در خاک

زیرپوشش آکاسیا با پخش‌سیلاب و بدون پخش‌سیلاب تفاوتی نداشت. بیش‌ترین و کم‌ترین اندازه‌ی تنفس برانگیخته، به‌ترتیب در خاک زیرپوشش گونه‌ی آکاسیا و اوکالیپتوس در وضعیت بدون پخش‌سیلاب مشاهده شد و این تفاوت‌ها، از نظر آماری با آزمون توکی در سطح ۵ ٪ معنی‌دار بودند. نتایج این پژوهش، با نتایج کریمی و همکاران (۲۰۱۳)، کوچ و مقیمیان (۲۰۱۵) هماهنگی دارد.

همان‌طورکه کارا و بولات (۲۰۰۷) نیز گزارش کردند، بیش‌تربودن فعالیت میکروبی در خاک زیرپوشش کاربری‌های جنگل را می‌توان به شرایط مناسب برای فعالیت ریزجانداران خاک از جمله عرضه‌ی کافی کربن، وجود لایه‌ی لاشبرگ و ذخیره‌ی رطوبت بیش‌تر در خاک این کاربری‌ها نسبت داد.

از آن‌جاکه شرایط محیطی مانند شرایط اقلیمی و نوع موادمادری در کاربری‌های بررسی‌شده، مشابه بودند، بنابراین می‌توان گفت بیش‌تر شاخص‌های زیستی بررسی شده، متأثر از نوع کاربری (پوشش گیاهی) و پخش‌سیلاب بودند. به‌طوری‌که در این پژوهش اقدام‌های پخش‌سیلاب، باعث افزایش شاخص‌های زیستی شد. از یک طرف، نوع پوشش گیاهی با تأثیر بر اندازه‌ی ورودی کربن‌آلی و از طرف دیگر، اقدام‌های پخش سیلاب با تأمین رطوبت لازم برای انجام فرایندهای زیستی، موجب این تغییرات شدند. در این پژوهش نتایج تأثیر نوع کاربری بر اندازه‌ی فعالیت های زیستی، با نتایج پژوهش‌های محوحی و صفری‌سنجانی (۲۰۰۹)، شیخلو و رسولی‌صدقیانی (۲۰۱۶) و زرافشار و همکاران (۲۰۲۰ الف و ب) هماهنگی دارد.

جدول همبستگی و مدل برآورد اندازه‌ی کربن‌آلی خاک

ضریب‌های همبستگی اندازه‌ی کربن‌آلی با متغیرهای زیستی بررسی‌شده در جدول ۴ نشان داده‌شده‌است. کربن‌آلی با نوع کاربری، در سطح پنج درصد همبستگی منفی و معنی‌دار داشت ولی با فسفاتاز اسیدی و دهیدروژناز، در سطح پنج درصد همبستگی مثبت و معنی‌دار داشت (جدول ۴).

همبستگی کربن‌آلی با فسفاتاز قلیایی، مثبت و در سطح یک درصد معنی‌دار شده‌است. همبستگی مثبت و معنی‌دار فعالیت آنزیم فسفاتاز قلیایی با اندازه‌ی کربن‌آلی خاک با نتایج پژوهش عباسیان و همکاران (۲۰۱۵)، حمید و همکاران (۲۰۲۰) و تیان و همکاران (۲۰۲۲) هماهنگ است، و معنی‌دار نشدن همبستگی آنزیم اوره‌آز با اندازه‌ی کربن‌آلی خاک، با نتایج پژوهش تیان و همکاران (۲۰۲۲)، هم‌راستا بوده ولی با نتایج پژوهش عباسیان و همکاران (۲۰۱۴) هم‌راستا نیست.

جدول ۴- ضریب‌های همبستگی اندازه‌ی کربن‌آلی با متغیرهای زیستی خاک.

Table 4-Correlation Coefficients of Organic Carbon Content with Soil Biological Variables.

IRE	BRE	DEH	URE	ALP	ACP	TR	LU	OC	
								1.000	OC
							1.000	-0.511*	LU
						1.000	0.000	-0.269	TR
					1.000	-0.594**	-0.597**	0.464*	ACP
				1.000	-0.911**	-0.538**	-0.596**	0.671**	ALP
			1.000	0.456	0.447*	0.221	-0.489*	0.219	URE
		1.000	0.856**	0.663**	0.572**	-0.496*	-0.588**	0.413*	DEH
	1.000	0.188	0.252	0.244	0.224	0.243	-0.194	0.045	BRE
1.000	0.059	0.514*	0.322	0.130	0.126	-0.310	-0.134	-0.103	IRE

LU: Land use, TR: Treatment (with and without flood spreading), ACP: Acid phosphatase, URE: Urease, ALP: Alkaline phosphatase, BRE: Basal respiration, IRE: Induced respiration

برای ارائه‌ی مدل، از روش وایازی گام‌به‌گام استفاده شد. ویژگی‌های زیستی خاک و نوع کاربری، به‌عنوان متغیرهای مستقل و اندازه‌ی کربن‌آلی (SOC) به‌عنوان متغیر وابسته انتخاب شدند. با استفاده از این روش، متغیرهای فسفاتاز قلیایی (ALP) و فسفاتاز اسیدی (ACP) در معادله به‌کار برده‌شد و معادله‌ی نهایی به‌صورت زیر به‌دست آمد:

$$Y\ (SOC)= 0.507 + 0.003\ ALP - 0.009\ ACP \qquad R^2=0.58^{**}$$

با توجه به مدل برآورد میزان کربن‌آلی خاک، می‌توان گفت در روش وایازی پیش‌رونده، متغیرهای فسفاتاز قلیایی و فسفاتاز اسیدی، ۵۸/۰ ٪ از تغییرات کربن‌آلی را توجیه می‌کنند.

با توجه به اندازه‌ی ضریب‌های استاندارد، در این معادله (جدول ۵)، به‌ازای هر واحد فسفاتاز قلیایی، اندازه‌ی ۱/۵۷۰ واحد به اندازه‌ی کربن‌آلی اضافه می‌شود و به‌ازای هر واحد فسفاتاز اسیدی، اندازه‌ی ۱/۳۰۸ واحد از اندازه‌ی کربن‌آلی کم می‌شود.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

نتایج این پژوهش نشـــان داد که فعالیت آنزیم‌های خاک می‌تواند به‌طـــور بالقوه اندازه‌ی کمبـــود عناصر غذایی را پیش‌بینـــی کند. همچنیـــن، ایجاد پوشـــش درختی در مناطق خشک، باعث بهبود شاخص‌های کیفیت و سلامت خاک می‌شـــود. با توجه به نقش مهـــم موادآلی در بهبود شـــاخص‌های زیستی، کیفیت و ســـلامت خاک، به‌منظور افزایـــش اندازه‌ی موادآلی خاک، احیای مراتع ســـیلابی با پوشش‌های درختی و بوته‌ای بومی و سازگار، مدیریت چرا و افزایش دوره‌های قرق پیشنهاد می‌گردد.

سپاس‌گزاری

این پژوهش، برگرفته از بخشی نتایج طرح پژوهشی مشترک «تأثیر پخش‌سیلاب بر همزیســـتی قارچ‌های میکوریزی آربســـکولار و برخی شاخص‌های زیستی خاک در ایستگاه کوثر» با شماره‌ی مصوب ۹۹۰۶۳۸-۰۲۸-۲۹۰۹-۵۰-۳ در پژوهشـــکده‌ی حفاظت خاک و آبخیزداری و مؤسســـه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور است. نویسندگان مقاله بر خـــود لازم می‌دانند از حمایت‌های مادی و معنوی این پژوهشکده و مؤسســـه، نهایت سپاس‌گزاری خود را اعلام نمایند.

جدول ۵- مشخصات وایازی گام‌به‌گام نهایی برآورد اندازه‌ی کربن‌آلی به‌وسیله‌ی ویژگی‌های زیستی خاک.

Table 5- Step-by-Step Regression Characteristics of the Estimation of the Amount of Organic Carbon by the Biological Characteristics of the Soil.

Partial correlation	R^2	Significance	t	Standardized coefficients	Not standardized coefficients		Model
				Beta	Standard error	B	
	0.393	0.087	1.824		0.149	0.271	(Constant) 1
0.627		0.005**	3.219	0.627	0.000	0.001	ALP
	0.58**	0.006**	3.230		0.157	0.507	(Constant) 2
0.710		0.001**	3.909	1.570	0.001	0.003	ALP
-0.555		0.021*	-2.583	-1.038	0.003	-0.009	ACP

فهرست منابع

Abasian A, Golchin A, Sheklabadi M, 2015. Some enzyme activities of two Histosols and their relationship with soil biological and chemical properties. Journal of Soil Biology, 2(2):111–124. (In Persian).

Ali Ahyaei M, Behbahanizadeh AA. 1993. Description of chemical methods of soil analyses, publication number 892, Soil and Water Research Institute. (In Persian).

Alvarez S, Guerrero MC. 2000. Enzymatic activities associated with decomposition of particulate organic matter in two shallow ponds. Soil Biology and Biochemistry, 32(13): 1941–1951.

Bastida F, Kandeler E, Moreno JL, Ros M, García C, Hernández T. 2008. Application of fresh and composted organic wastes modifies structure, size and activity of soil microbial community under semiarid climate.Applied Soil Ecology,-40(2):318–329.

Blake GR, Hartge KH. 1986. Bulk density. In: Klute, A. (Ed.), Methods of soil analysis. Part I. Physical and Mineralogical Methods, 9(1): 363–376.

Blonska E, Lasota J, Zwydak M. 2017. The relationship between soil properties, enzyme activity and land use. Forest Research Papers, 78 (1): 39–44.

Carrasco-Carballido V, Martínez-Garza C, Jiménez-Hernández H, Márquez Torres F, Campo J. 2019. Effects of initial soil properties on three-year performance of six tree species in tropical dry Forest restoration plantings. Forest, 10(5): 428 p. https://doi.org/10.3390/f10050428.

Clarholm M. 1993. Microbial biomass P, labile P, and acid phosphatase activity in the humus layer of a spruce forest, after repeated additions of fertilizers. Biology and Fertility of Soils, 16: 287–292.

Dick WA. 1984. Influence of long-term tillage and crop rotation combinations on soil enzyme activities. Soil Science Society of America Journal, 48: 569 –574.

Hamid E, Payandeh KN, Kariminejad MT, Saadati N. 2020. Investigation of protease and alkaline phosphatase activities, organic carbon, nitrogen and phosphorus of Shadegan coastal soils. Journal of Soil Biology, 9(1):41–60. (In Persian).

Florinsky IV, McMahon S, Burton DL. 2004. Topographic control of soil microbial activity: A case study of denitrifies. Geoderma, 119: 33–53.

Henry HAL. 2012. Soil extracellular enzyme dynamics in a changing climate. Soil Biology and Biochemistry, 47: 53–59.

Ghahari GR. 2019. Vegetation monitoring of Kowsar research aquifer management station. Annual report of research project, Soil Conservation and Watershed Management Research Institute, 55 p. (In Persian).

Gleeson DB, Herrmann AM, Livesley SJ, Murphy DV. 2008. Influence of water potential on nitrification and structure of nitrifying bacterial communities in semiarid soils. Applied Soil Ecology, 40: 189–194.

Gianfreda L, Bollag JM. 1996. Enzyme activity in soil. Soil Biology and Biochemistry, 8: 123–192.

Juma NG, Tabatabai M. 1988. A comparison of kinetic and thermodynamic parameters of phosphor mono esterase of soils and of corn and soy bean roots. Soil Biology and Biochemistry, 20: 533–539.

Kara O, Bolat I. 2007. The effect of different land uses on soil microbial biomass carbon and nitrogen in Barton Province. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 32(2): 281–288.

Karimi F, Jalalian A, Honarjoo N, Mehnatkesh A. 2013. The effect of land use change on soil microbial respiration index and air warming in the Central Zagros, The First National

Conference on Strategies for Achieving Sustainable Development (Agriculture, Natural Resources and Environment), March 11, 2013, Tehran. (In Persian).

Kooch Y, Moghimian N. 2015. The effect of deforestation and land use change on ecophysiology indices of soil carbon and nitrogen. Iranian Journal of Forest, 7(2): 243–256. (In Persian).

Kooch Y. 2018. Effect of forest canopy gap on soil enzyme activity, dissolved organic matter and organic acids. Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 25(4) (Consecutive 70): 585–597. (In Persian).

Kooch Y, Ehsani S, Akbarinia M. 2019. Stoichiometry of microbial indicators shows clearly more soil responses to land cover changes than absolute microbial activities. Ecological Engineering, 131(1): 99–106.

Kumar S, Chaudhuri S, Maiti SK. 2011. Soil phosphatase activity in natural and mined soil – A Review. Indian Journal of Environmental Protection, 31(11):1–10.

Lacerda-Júnior GV, Noronha MF, Cabral L, Delforno TP, Pereira de Sousa ST, Fernandes-Júnior PI, Melo IS, Oliveira VM. 2019. Land use and seasonal effects on the soil micro biome of a Brazilian dry forest. Frontiers in Microbiology, 10(648): 1–14.

Li Q, Liang JH, He YY, Hu QJ, Yu S. 2014. Effect of land use on soil enzyme activities at karst area in Nanchuan, Chongqing, Southwest China. Plant, Soil and Environment, 60(1): 15–20.

Liang Q, Chen H, Gong Y, Fan M, Yang H, Lal R, Kuzyakov Y. 2012. Effects of 15 years of manure and inorganic fertilizers on soil organic carbon fractions in a wheat-maize system in the North China plain. Nutrient Cycling in Agro ecosystems, 92(1): 21–33.

Maharjan M, Sanaullaha B, Razavid BS, Kuzyakov Y. 2017. Effect of land use and management practices on microbial biomass and enzyme activities in subtropical top- and sub-soils. Applied Soil Ecology, 113(1): 22–28.

Mahvahi A, Safari Sanjabi AA. 2009. Effect of moisture on the activity of acidic and alkaline phosphatase enzymes and phytase enzyme in a soil treated with sewage sludge. Proceedings of the 11th Iranian Soil Science Congress, Gorgan, July 21-24, 2009. pp. 147–148. (In Persian).

Margalef O, Sardans J, Fernández-Martínez M, Molowny-Horas R, Ciais P, Goll D, Richter A, Obersteiner M, Asensio D, Peñuelas J. 2017. Global patterns of phosphatase activity in natural soils. Scientific Reports 7: 1337. DOI:10.1038/s41598-017-01418-8.

Munoz-Rojas M, Erickson TE, Martinia D, Dixon KW, Merritt DJ. 2016. Soil physicochemical and microbiological indicators of short, medium and long term post-fire recovery in semi-arid ecosystems. Ecological Indicators, 63: 14–22.

Nannipieri P, Grego S, Ceccanti B. 1990. Ecological significance of the biological activity in soil. In: Soil Biochemistry, Volume 6 (eds J.-M. Bollag & G. Stotzky), pp. 293–355. Marcel Dekker, New York.

Nelson DW, Sommers LP. 1986. Total carbon, organic carbon and organic matter, p 539–579. In: Page, A.L. (ed.), Methods of Soil Analysis: Part 2, Agronomy Handbook No 9, American Society of Agronomy and Soil Science Society of America, Madison, WI.

Öhlinger R. 1996. Soil sampling and sample preparation. In: Methods in soil biology, 7–11. Springer, Berlin, Heidelberg.

Page AL, Miller RH, Keeney DR. 1992. Method of soil analysis, part 2: Chemical and Microbiological Properties, Second Edition, Sixth Printing, Soil Science Society of America. Inc. Publisher, Madison, Wisconsin, USA.

Poeplau C, Don A, Vesterdal L, Leifeld J, Van Wesemael B, Schumacher J, Gensior A. 2011. Temporal dynamics of soil organic

carbon after land-use change in the temperate zone carbon response functions as a model approach. Global Change Biology, 17(7): 2415–2427.

Raich JW, Schlesinger WH. 1992. The global carbon dioxide flux in soil respiration and its relationship to vegetation and climate. Tellus B, 44: (2): 81–99.

Raiesi F. 2007. The conversion of overgrazed pastures to almond orchards and alfalfa cropping systems may favor microbial indicators of soil quality in Central Iran. Agriculture, Ecosystems and Environment, 12: 309–318.

Rasouli-Sedghiani MH, Karimi S, Khodaverdiloo H, Barin M, Banej-Shafiei A. 2016. Impact of forest ecosystem land use on soil physico-chemical and biological indices. Iranian Journal of Forest, 8(2): 167–178. (In Persian).

Rouhi Moghaddam EL, Hosseini SM, Ebrahimi EL, Rahmani A, Tabari M, Mahdavi R. 2011. Comparisonof some soil characteristics in pure and mixed oak plantations. Iranian Journal of Soil and Water Research, 25(1): 39–48. (In Persian).

Salehi A, Mohammadi A, Safari A. 2011. Investigation and comparison of physical and chemical soil properties and quantitative characteristics of trees in less-damaged and damaged area of Zagross forests (Case study: Poldokhtar, Lorestan Province). Iranian Journal of Forest, 3(1): 81–89. (In Persian).

Sardans J, Peñuelas J. 2004. Increasing drought decreases phosphorus availability in an evergreen Mediterranean forest. Plant Soil, 267: 367–377, doi:10.1007/s11104-005-0172-8.

Schlesinger WH, Andrews JA. 2000. Soil respiration and the global carbon cycle. Biogeochemistry, 48: 1. 7–20.

Sheikhloo F, Rasouli Sedghiani M. 2016. Effects of different agronomic and forest land uses on soil enzyme activity. Iranian Journal of Soil and Water Research, 47(1): 205–216. (In Persian).

Siebielec S, Siebielec G, Klimkowicz-Pawlas A, Gał ązka A, Grzadziel J, Stuczynski T. 2020. Impact of water stress on microbial community and activity in sandy and loamy soils. Agronomy, 10: 1429–1446. doi:10.3390/agronomy10091429.

Spiers GA, McGill WB. 1978. Effects of phosphorus addition and energy supply on acid phosphatase activity in soils. Soil Biology and Biochemistry, 11: 3–8.

Soleimani M. 2014. The effect of native and non-native afforestation on the stability of aggregates and organic matter of soil particles (Case study: Caspian Forest Seed Center). Tarbiat Modarres University Master Thesis, 124 p. (In Persian).

Stark CH, Condron LM, Callaghan MO, Stewart A, Di HJ. 2008. Differences in soil enzyme activities, microbial community structure and short-term nitrogen mineralization resulting from farm management history and organic matter amendments. Soil Biology and Biochemistry, 40(60): 1352–1363.

Steinwag JM, Dukes JS, Wallenstein MD. 2012. Modeling the effects of temperature and moisture on soil enzyme activity: Linking laboratory assays to continuous field data. Soil Biology and Biochemistry, 55: 85–92.

Stotzky G. 1997. Soil as an environment for microbial life. In: Modern Soil Microbiology (eds J.D. van Elsas, J.T. Trevors & E.M.H. Well-ington), pp. 1–20. Marcel Dekker, New York.

Sun Y, Goll DS, Ciais P, Peng S, Margalef O, Asensio D, Sardans J, Peñuelas J. 2020. Spatial pattern and environmental drivers of acid phosphatase activity in Europe. Front. Big Data 2:51. doi: 10.3389/fdata.2019.00051.

Tian Y, Zhe Z, Wang J, Wang Z. 2022. Evaluation of soil quality for different types of land use based on minimum dataset in the typical desert steppe in Ningxia, China. Journal of Advanced Transportation Volume

2022, Article ID 7506189, 14 p. https://doi.org/10.1155/2022/7506189

Wang Q, Liu S, Wang S. 2013. Debris manipulation alters soil CO2 efflux in a subtropical plantation forest. Geoderma, 192: 316–322.

Young IM, Ritz K. 2000. Tillage, habitat space and function of soil microbes. Soil Tillage Res. 53: 201–213.

Zarafshar M, Matinizade M, Rousta MJ, Bordbar SK, Kooch Y, Negahdar Saber MR, Abasi A, Enayati K. 2020a. The effect of forest degradation and land use change on some soil biological indices (Case study: Persian Oak (Quercus Brantii Lindl) Forests in Fars Province). Iranian Journal of Plant Ecosystem Conservation, 7(15): 319–332. (In Persian).

Zarafshar M, Bazot S, Matinizadeh M, Bordbar SK, Rousta MJ, Kooch Y, Enayati K, Abbasi A, Negahdarsaber M. 2020b. Do tree plantations or cultivated fields have the same ability to maintain soil quality as natural forests? Applied Soil Ecology, 151:1–10.

Zhang J. Wang X. Wang J. 2014. Impact of land use change on profile distributions of soil organic carbon fractions in the Yanqi Basin. Catena, 115: 79–84.

Zhou X, Chen C, Wang Y, Xu Z, Han HLiL, Wan S. 2013. Warming and increased precipitation have differential effects on soil extracellular enzyme activities in a temperate grassland. Science Total. Environment, 444: 552–558. doi: 10.1016/j.scitotenv.2012.12.023

Fars Agricultural and Natural Resources Research and Education Center

Watershed Management Research

ISSN: 2981-2038

Agricultural Research, Education and Extension Organization

Interactions between Flood Spreading and Vegetation Type on Some Biological Indices of Soil in the Gareh-Bygone Plain of Fasa (Kowsar Station)

Mohammad Javad Rousta[*1], Mohammad Matinizadeh[2], Elham Nouri[3], Mehrdad Zarafshar[4], Maryam Enayati[5]

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

2- Associate Professor, Forest Research Division, Research Institute of Forests and Rangelands, AREEO, Tehran, Iran

3- Research Expert (Ph.D., of Natural Resources), Research Institute of Forests and Rangelands, AREEO, Tehran, Iran

4- Assistant Professor, Natural Resources Department, Fars Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Shiraz, Iran

5- M.Sc., Department of Soil Conservation and Watershed Management Research, Fars Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Shiraz, Iran

Extended Abstract

Extended Abstract

Introduction and Objectives

Biochemical activities of soil have been proposed as one of the most well-known indicators of soil quality and health, which are considered in evaluating the effect of afforested species on soil characteristics. This research was conducted with the aim of investigating the long-term effect of flood spreading operation and type of vegetation on the activity of acid and alkaline phosphatase, urease and dehydrogenase enzymes and soil microbial activity, including basal respiration and stimulated respiration, in 2019.

Materials and Methods

Sampling the soil around the roots of *Acacia salicina* Lindl., *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh., *Atriplex*

Article Type: Research Article

***Corresponding Author E-mail:** mjavadrousta@yahoo.com

Citation: Rousta, M.J., Matinizadeh, M., Nouri, E., Zarafshar, M., Enayati, M. 2023. Interactions between Flood Spreading and Vegetation Type on Some Biological Indices of Soil in the Gareh-Bygone Plain of Fasa (Kowsar Station). Watershed Management Research. 36(1): 96-110.

DOI: 10.22092/wmrj.2022.359066.1481

Received: 22 June 2022, **Received in revised form**: 10 September 2022, **Accepted:** 21 September 2022, **Published online:** 21 March 2023

Watershed Management Research, VOL. 36, No.1, Ser. No: 138, Spring 2023, pp.96-110.

Publisher: Regional Information Center for Science and Technology

©Author(s)

lentiformis (Torr.) Wats. (0-20 cm depth) was carried out with 6 treatments in three replications. Statistical analyzes were performed using SPSS software as a factorial test in the form of a randomized complete block design and the means were compared with Tukey test at P<0.05.

Results and Discussions

The results showed that the interaction between flood spreading and vegetation type on the activity of acid phosphatase, alkaline phosphatase, urease, dehydrogenase, stimulated respiration and organic carbon was significant at P<0.01. The activity of acid phosphatase and alkaline phosphatase enzymes in the soil under cover of *Acacia* and *Eucalyptus* plantations was higher than the activiy of these enzymes in the soil under cover of *Atriplex*, especially in the situation with flood spreading. The activity of urease enzyme showed the highest value in the soil under the *Atriplex* with flood spreading and the lowest value in the soil under the *Atriplex* without flood spreading, and this difference is statistically significant with Tukey's level test at P<0.05.¬¬ The activity of dehydrogenase enzyme showed the highest value in the soil under the *Atriplex* with flood spreading and the lowest value in the soil under the *Atriplex* without flood spreading, and this difference is statistically significant with Tukey's test at P<0.05. Dehydrogenase activity in the soil of Atriplex with flood spreading compared to the activity of this enzyme in the soil of *Acacia* with flood spreading and also the activity of dehydrogenase in the soil of *Acacia* and *Eucalyptus* in the situation with flood spreading, statistically with the test Tukey did not show a difference at P<0.05. In the conditions of flood spreading, the basic respiration rate in the understory soil of *Acacia, Eucalyptus* and *Atriplex* was higher than the basic respiration in the soil under the cover of these plants without flood spreading, although the difference in the basic respiration in the two situations with flood spreading and without flooding were not statistically significant at P<0.05. The amount of stimulated respiration in the soil of *Atriplex* with flood spreading was higher compared to the amount of stimulated respiration in the soil of *Eucalyptus* with flood spreading, but it was not statistically different from the amount of stimulated respiration in the soil of *Acacia* with flood spreading and *Acacia* without flood spreading. The highest and lowest amount of stimulated respiration was observed in the soil under the cover of *Acacia* and *Eucalyptus*, respectively, in the condition without flood spreading, and these differences were statistically significant at P<0.05.

Conclusion and Recommendations

The results of this study showed that the activity of soil enzymes can potentially predict the amount of nutrient deficiency. In addition, afforestation in arid areas, improves soil quality indices. Considering the important role of organic matter in improving the biological properties, quality and health of the soil, in order to increase the amount of organic matter in the soil, rehabilitating flooded rangelands with native and compatible trees and bushes, managing grazing and increasing non-grazing periods are recommended.

Keywords: Biological indices, flood spreading, Gareh Bygone plain of Fasa, vegetation