

اثر آتش‌سوزی بر برخی فعالیت برخی آنزیم‌های یک خاک مرتعی

محمد متینی‌زاده^{۱*} و محمود گودرزی^۲

*۱- نویسنده مسئول، استادیار پژوهش، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، پست الکترونیک: matini@rifra.ac.ir

۲- کارشناس ارشد پژوهشی، بخش تحقیقات مرتع، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور

/ / : / / :

چکیده

پدیده آتش‌سوزی به شدت می‌تواند پوشش گیاهی و خاک را تحت تأثیر قرار دهد و از چرخه‌های مختلف اکوسیستمی جلوگیری کند. میزان فعالیت آنزیم‌ها شاخص حساسی برای بررسی کیفیت خاک هستند و تغییر در فعالیت آنها می‌تواند توان اکوسیستم را متأثر نموده و جذب مواد غذایی توسط گیاهان را تغییر دهد. این پژوهش در دو سال در فصل‌های بهار و پاییز (دو و سه سال پس از آتش‌سوزی) در مرتع کردن انجام گردید. از عمق ۰-۲۰ سانتی‌متری خاک نمونه‌برداری شد. سه آنزیم اسید فسفاتاز، آلکالین فسفاتاز و دهیدروژناز با استفاده از واکنش با سوپسترا و با اسپکتروفتومتر سنجش شدند. نتایج نشان داد که به‌طور کلی فعالیت آنزیم‌های خاک در هر دو سال انجام پژوهش در پاییز بیشتر بوده است. اگرچه این تفاوت در خصوص آلکالین فسفاتاز چندان زیاد نبوده است. اما دو سال پس از آتش‌سوزی فعالیت هر سه آنزیم در منطقه شاهد بیشتر از فعالیت آنها در منطقه آتش‌سوزی شده بود. علت این کاهش فعالیت در سالهای نخست پس از آتش‌سوزی می‌تواند به دلیل از کار افتادن سیستم آنزیمی و افزایش فسفات معدنی در اثر آتش باشد. به طوری که سه سال پس از آتش‌سوزی روند فعالیت آنزیم‌های خاک در منطقه آتش‌سوزی شده، نزدیک شدن به منطقه شاهد و حتی مانند فعالیت آلکالین فسفاتاز و دهیدروژناز بیشتر از آن بوده است. این دو آنزیم شاخص زیستی برای میکروارگانیسم‌های خاک محسوب می‌شوند، بنابراین می‌توان انتظار داشت که افزایش آنها نشان‌دهنده بالا رفتن ذی‌توده‌ی میکروبی منطقه‌ی آتش‌سوزی شده باشد.

واژه‌های کلیدی: آتش، آنزیم‌های خاک، مرتع کردن، پایش

مقدمه

بسیار سریع روی می‌دهد (St. John & Rundel, 1976). علاوه بر این ممکن است قسمتی از مواد غذایی آزاد شده از طریق فرار شدن یا به‌وسیله معلق شدن در هوا در طول سوختن یا با شستشوی بعدی در آبهای زیرزمینی از اکوسیستم خارج شود. مطالعات متعدد ارتباط‌های مهمی را بین فعالیت آنزیم‌های خاک و ویژگی‌های مختلف خاک نشان داده‌اند (Kang & Freeman, 1999).

آتش پدیده تخریبی طبیعی است که می‌تواند به شدت به پوشش گیاهی و خاک آسیب بزند و بدین ترتیب مانع برخی عملکردهای اکوسیستمی مانند نگهداری منابع آب، محافظت از فرسایش خاک و تجمع مواد غذایی بشود (Saá et al., 1993). با دخالت آتش، معدنی شدن ترکیبات آلی موجود در پوشش گیاهی و سطح خاک

بود. مؤلفان این ارتباط‌های ضعیف را به این حقیقت نسبت دادند که اثر سوختن روی جمعیت‌های میکروبی بیشتر روی ۲/۵ سانتی‌متر بالای خاک و به دلیل فعالیت بیشتر میکروارگانیسم‌ها در این عمق محدود می‌شود.

Saá *et al.*, (1993) آتش‌سوزی کنترل‌شده را با آتش‌سوزی طبیعی مقایسه کردند و نشان دادند که آتش‌های متراکم‌تر کاهش بیشتری در فعالیت آنزیم ایجاد می‌کنند. اثرهای آتش به خاک آلی سطحی محدود می‌شود. افزایش دمای خاک به دلیل آتش‌سوزیهای سطحی با افزایش عمق خاک کاهش می‌یابد (Bradstock & Auld, 1995). اثرهای آتش روی لایه‌های معدنی خاک در حداقل ممکن است. آنزیم‌های خاک به صورت داخل سلولی یا خارج سلولی ماتریکس خاک را همراهی می‌کنند. آتش ممکن است فعالیت آنزیم خاک را از طریق استریل کردن خاک، غیرفعال کردن آنزیم‌ها، تغییر ساختمان خاک، کاهش بیوماس و یا افزایش فسفات معدنی کاهش دهد (Speir & Ross, 1978; Adams, 1992 و Eivazi & Bayan 1996).

در این پژوهش ما تلاش کردیم تا به پرسشهای زیر پاسخ بدهیم: (۱) آیا آنزیم‌های خاک می‌توانند معیار مناسبی برای ارزیابی توان زیستی خاک پس از آتش‌سوزی باشند؟ (۲) تأثیر فصل بر روی فعالیت آنزیم‌های خاک چگونه است؟ (۳) پس از آتش‌سوزی و با گذشت زمان شرایط آنزیم‌های خاک چگونه تغییر می‌کند؟

مواد و روشها

این پژوهش در سالهای ۱۳۸۸ و ۱۳۸۹ در مرتع کردان از شهرستان ساوجبلاغ استان تهران انجام شد. طول و عرض جغرافیایی و ویژگیهای فیزیکی و شیمیایی خاک در دو منطقه مورد بررسی در جدول ۱ آورده شده است.

آنزیم‌های خاک نقش مهمی را در کاتالیز واکنش‌های مورد نیاز برای تجزیه مواد آلی و چرخه‌های غذایی در اکوسیستم‌ها ایفا می‌کنند (Crique *et al.*, 1999; Johansson *et al.*, 2000). بنابراین تغییرات در آنزیم‌ها می‌تواند دسترسی گیاهان را به مواد غذایی یرای جذب کاهش داده و البته این تغییرات شاخصهای حساسی برای کیفیت خاک هستند (Ali Ahamad Korori *et al.*, 2011; Ajwa *et al.*, 1999). فعالیت آنزیم‌های خاک بوسیله ویژگیهای فیزیکی و شیمیایی و سیاستهای مدیریتی متأثر می‌شود و اغلب به‌عنوان شاخص فعالیت میکروبی و حاصلخیزی خاک محسوب می‌شود (Alvarez & Guerrero, 2000; Bandick & Dick, 1999). فسفاتازها از آنزیم‌های کلیدی در چرخه‌ی فسفر خاکها و شاخصی خوب برای توان معدنی شدن فسفر آلی و فعالیت بیولوژیک خاکها هستند (Speir Dick & Tabatabai, 1993; Ross, 1978; & Ross, 1978). فسفاتازهای خاک خارج سلولی بوده و توسط ریشه‌ی گیاهان و میکروارگانیسم‌ها ترشح می‌شوند (Antonietta Rao *et al.*, 2000). فعالیت فسفاتازها در خاک و وضعیت پوشش گیاهی (Herbien & Neal, 1990)، به تغییرات انجام شده در اثر روشهای مختلف مدیریتی (Adams, 1992 و Clarholm, 1993) و رطوبت و دمای خاک (Speir & Cowling, 1991) بستگی دارد. دهیدروژنازاها فقط در سلولهای زنده‌ی میکروبی وجود دارند و از آن به‌عنوان یک شاخص فعالیت میکروبی استفاده می‌شود (Nannipieri *et al.*, 1990) و می‌تواند مقیاس مناسبی برای اندازه‌گیری شدت متابولیسم میکروبی در خاک باشد (Tabatabai, 1982).

Dick *et al.*, (1988) ارتباط معنی‌داری را بین سوختن پس‌مانده‌ها و آنزیم اسید فسفاتاز در ۲۰ سانتی‌متری بالای خاک نشان دادند، البته این ارتباط با سایر آنزیم‌ها ضعیف

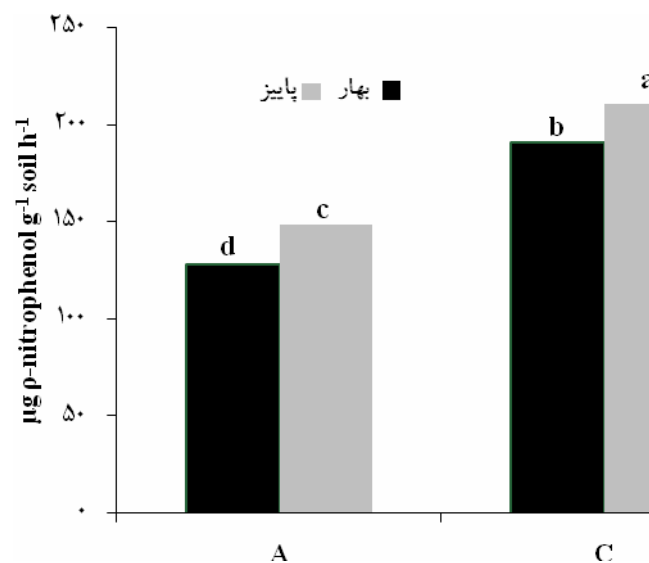
تری فنیل فورمازان (TPF) در گرم خاک اندازه‌گیری شد. برای هر نمونه‌ی خاک و هر آنزیم دو تکرار گذاشته شد، بنابراین ده داده برای هر آنزیم خاک برای تجزیه و تحلیل به دست آمد. پس از انجام مقایسه‌ها و تجزیه واریانس، طبقه‌بندی و مقایسه میانگین‌ها با روش دانکن انجام شد.

نتایج

نتایج تغییرات اسید فسفاتاز در مناطق نمونه‌برداری شده در بهار و پاییز ۱۳۸۸:

فعالیت اسید فسفاتاز در پاییز بیشتر از بهار بوده است. دو سال پس از آتش‌سوزی، این آنزیم بیشترین فعالیت را در منطقه شاهد داشته است و منطقه آتش‌سوزی شده با اختلاف زیاد کمترین فعالیت را دارا می‌باشد (شکل ۱).

آتش‌سوزی در تابستان ۱۳۸۶ در این مرتع رخ داده است. سطح محل آتش‌سوزی حدود دو هکتار بوده است. در هر کدام از مناطق آتش‌سوزی شده و شاهد که در مجاورت هم قرار داشتند در سطح ۲۰۰۰ مترمربع پنج نمونه خاک از عمق ۰-۱۰ سانتی‌متر برداشت شد. زمان نمونه‌برداریها در بهار اواخر خرداد و در پاییز اواسط مهرماه بوده است. خاکها در کیسه‌های نایلونی و در یخدان به آزمایشگاه منتقل شدند. نمونه‌ها در آزمایشگاه از الک ۲ میلی‌متر عبور داده و تا روز آزمایش در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شد. با استفاده از واکنش آنزیم/سوبسترا و به دست آمدن محصول و به کمک اسپکتروفتومتر فعالیت فسفاتازهای اسیدی و قلیایی (Ohlinger, 1996) برحسب میکروگرم پارا نیترو فنل فسفات (pNP) در گرم خاک، دهیدروژناز (Ohlinger, 1996) بر حسب میکروگرم

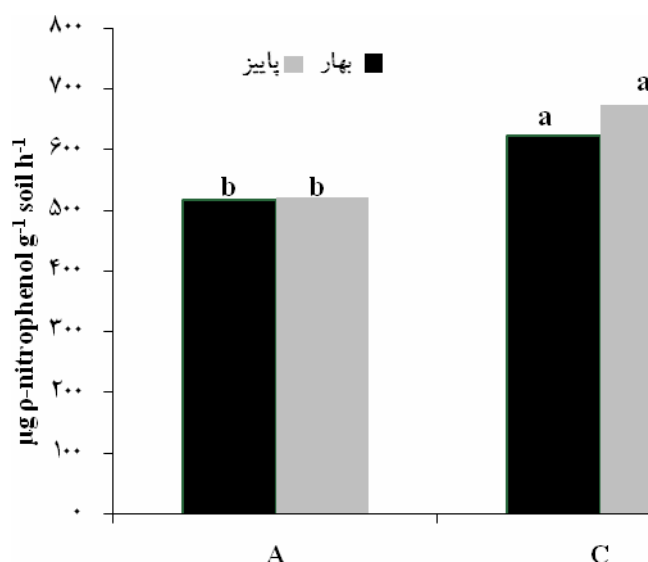


شکل ۱- تغییرات اسید فسفاتاز بر حسب میکروگرم نیتروفنل در گرم خاک در مناطق نمونه‌برداری شده در بهار و پاییز ۱۳۸۸. A: منطقه آتش‌سوزی شده، C: منطقه شاهد. هر ستون نماینده میانگین ده داده‌ی آنزیمی است. گروه‌های مشابه با حروف انگلیسی یکسان مشخص شده‌اند. تفاوتها در سطح اطمینان ۹۵ درصد ارائه شده‌اند.

جدول ۱- مشخصات و ویژگیهای فیزیکی و شیمیایی خاک در دو محل مورد بررسی

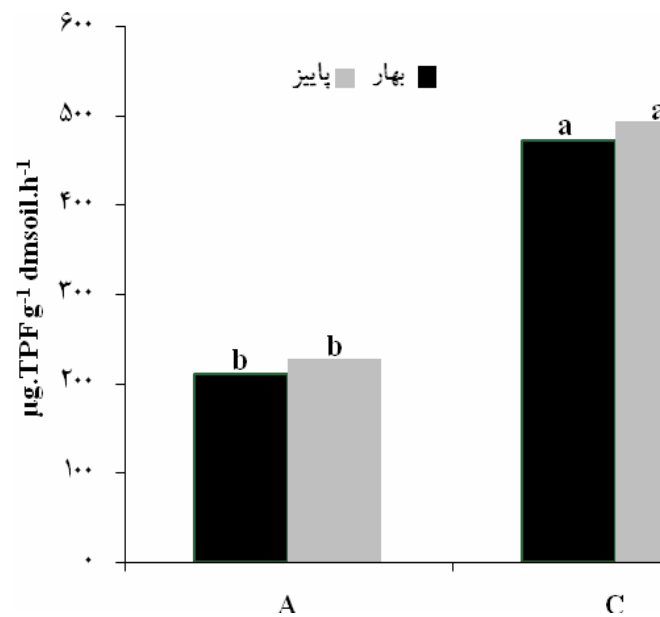
محل نمونه برداری	طول و عرض جغرافیایی	شن	سیلت	رس	اسیدیته	فسفر (mg/kg)	پتاسیم (mg/kg)	ماده آلی (%)	کربن آلی (%)	نیترژن (%)
شاهد	۳۵ ۵۷ ۱۷N ۵۰ ۵۱ ۰۵ E	۲۲/۸	۴۴	۳۳/۲	۷/۸	۲۵/۶	۵۵۰/۲	۱/۸۱	۱/۰۵	۰/۱
آتش‌سوزی شده	۳۵ ۵۷ ۱۴N ۵۰ ۵۱ ۱۵ E	۲۴/۲	۴۴	۳۱/۸	۷/۶	۲۲/۴	۶۸۲/۸	۳/۳۴	۱/۹۴	۰/۲۱۳

نتایج تغییرات آلکالین فسفاتاز در مناطق نمونه برداری شده در بهار و پاییز ۱۳۸۸: در بهار و پاییز فعالیت آلکالین فسفاتاز تفاوت معنی داری در خصوص فعالیت آلکالین فسفاتاز تفاوت معنی داری بین بهار و پاییز مشاهده نشد؛ اگرچه فعالیت در پاییز کمی بیشتر بود (شکل ۲). اما برای این آنزیم نیز فعالیت در منطقه شاهد بیشتر از منطقه آتش‌سوزی شده بود.

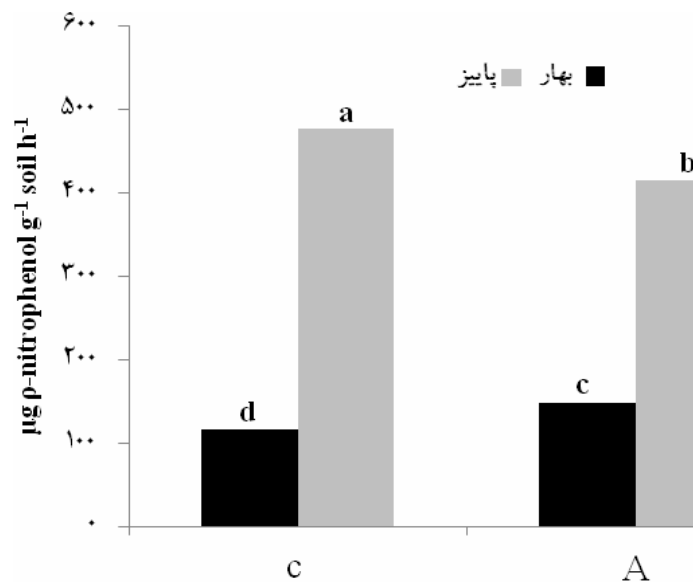


شکل ۲- تغییرات آلکالین فسفاتاز بر حسب میکروگرم نیتروفنل در گرم خاک در مناطق نمونه برداری شده در بهار و پاییز ۱۳۸۸. A: منطقه آتش‌سوزی شده، C: منطقه شاهد. هر ستون نماینده میانگین ده داده آنزیمی است. گروه‌های مشابه با حروف انگلیسی یکسان مشخص شده‌اند. تفاوت‌ها در سطح اطمینان ۹۵ درصد ارائه شده‌اند.

نتایج تغییرات دهیدروژناز در مناطق نمونه برداری شده در بهار و پاییز ۱۳۸۸: مانند تغییرات آنزیم آلکالین فسفاتاز، فعالیت دهیدروژناز نیز در دو فصل بهار و پاییز با یکدیگر تفاوت معنی داری نداشت؛ اگرچه باز هم فعالیت در پاییز بیشتر بود (شکل ۳). نکته قابل توجه در خصوص دهیدروژناز تفاوت بیش از دو برابر آنزیم در دو منطقه شاهد و پس از آتش‌سوزی بود.



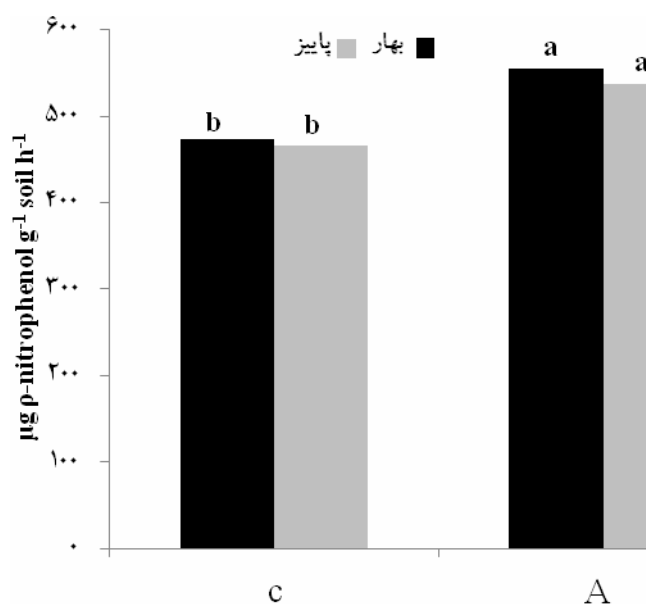
شکل ۳- تغییرات دهیدروژناز بر حسب میکروگرم تری فنیل فورمازان در گرم خاک در مناطق نمونه برداری شده در بهار و پاییز ۱۳۸۸. A: منطقه آتش سوزی شده، C: منطقه شاهد. هر ستون نماینده میانگین ده داده‌ی آنزیمی است. گروه‌های مشابه با حروف انگلیسی یکسان مشخص شده‌اند. تفاوت‌ها در سطح اطمینان ۹۵ درصد ارائه شده‌اند.



شکل ۴- تغییرات اسید فسفاتاز بر حسب میکروگرم نیتروفنل در گرم خاک در مناطق نمونه برداری شده در بهار و پاییز ۱۳۸۹. A: منطقه شاهد، C: منطقه آتش سوزی شده. هر ستون نماینده میانگین ده داده‌ی آنزیمی است. گروه‌های مشابه با حروف انگلیسی یکسان مشخص شده‌اند. تفاوت‌ها در سطح اطمینان ۹۵ درصد ارائه شده‌اند.

نتایج تغییرات اسید فسفاتاز در مناطق نمونه‌برداری شده در بهار و پاییز ۱۳۸۹:
 فعالیت اسید فسفاتاز در سال ۱۳۸۹ (سه سال پس از آتش‌سوزی) تفاوت‌هایی با سال گذشته داشت. تفاوت فعالیت در بهار و پاییز بسیار زیاد بود. در این سال فعالیت در منطقه شاهد در مقایسه با منطقه آتش‌سوزی در بهار کمتر و در پاییز بیشتر بود (شکل ۴).

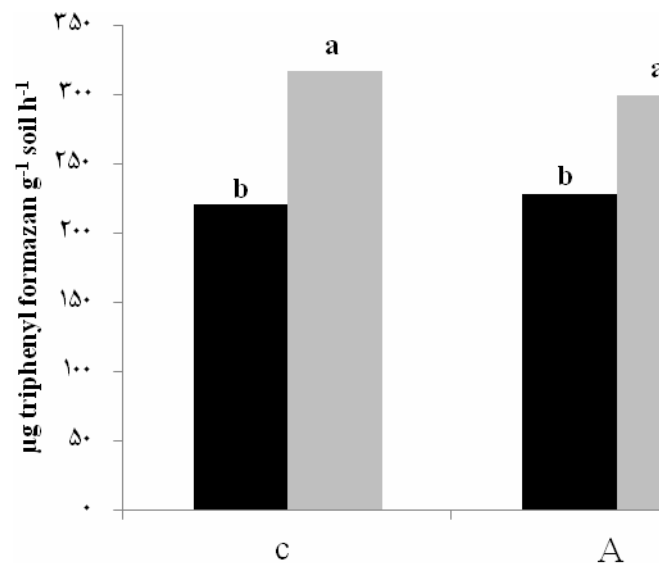
نتایج تغییرات آلکالین فسفاتاز در مناطق نمونه‌برداری شده در بهار و پاییز ۱۳۸۹:
 روند تغییرات فصلی آلکالین فسفاتاز در سال ۱۳۸۹ مشابه سال گذشته بود و فعالیت آنزیم در دو فصل بهار و پاییز تفاوت مشخصی نشان ندادند (شکل ۵). البته فعالیت فسفاتاز قلیایی در منطقه آتش‌سوزی بیشتر از منطقه شاهد بود.



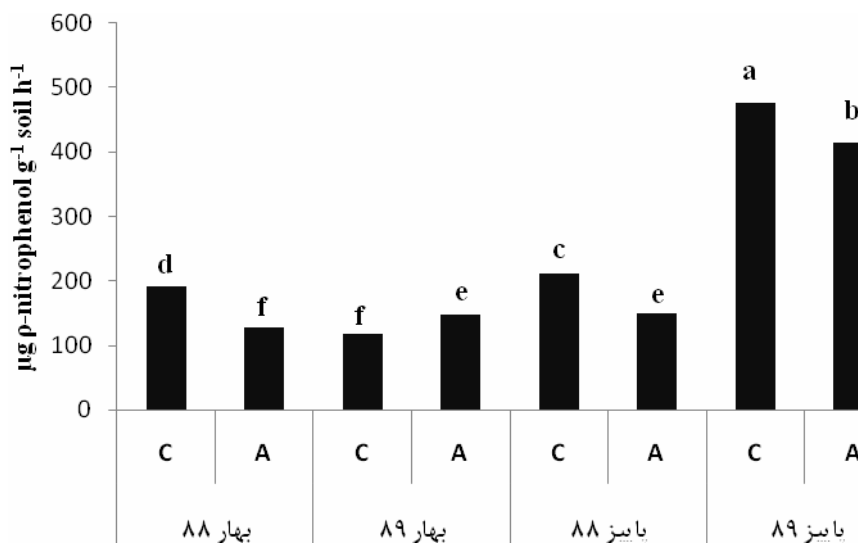
شکل ۵- تغییرات آلکالین فسفاتاز بر حسب میکروگرم نیتروفنل در گرم خاک در مناطق نمونه‌برداری شده در بهار و پاییز ۱۳۸۹. C: منطقه شاهد، A: منطقه آتش‌سوزی شده. هر ستون نماینده میانگین ده داده‌ی آنزیمی است. گروه‌های مشابه با حروف انگلیسی یکسان مشخص شده‌اند. تفاوت‌ها در سطح اطمینان ۹۵ درصد ارائه شده‌اند.

مقایسه تغییرات اسید فسفاتاز در سالهای ۱۳۸۸ و ۱۳۸۹:
 همان‌گونه که در شکل ۷ مشاهده می‌شود فعالیت اسید فسفاتاز در منطقه آتش‌سوزی شده در بهار ۸۹ از بهار ۸۸ بیشتر است و در منطقه شاهد این روند بعکس است. فعالیت این آنزیم در پاییز ۸۹ در هر دو منطقه افزایش بسیاری نسبت به سال قبل و همچنین بهار ۸۸ پیدا کرده است.

نتایج تغییرات دهیدروژناز در مناطق نمونه‌برداری شده در بهار و پاییز ۱۳۸۹:
 فعالیت این آنزیم در پاییز بیشتر از بهار بود (شکل ۶). دهیدروژناز در بهار در منطقه آتش‌سوزی و در پاییز در منطقه شاهد فعالیت کمی بیشتری داشت.



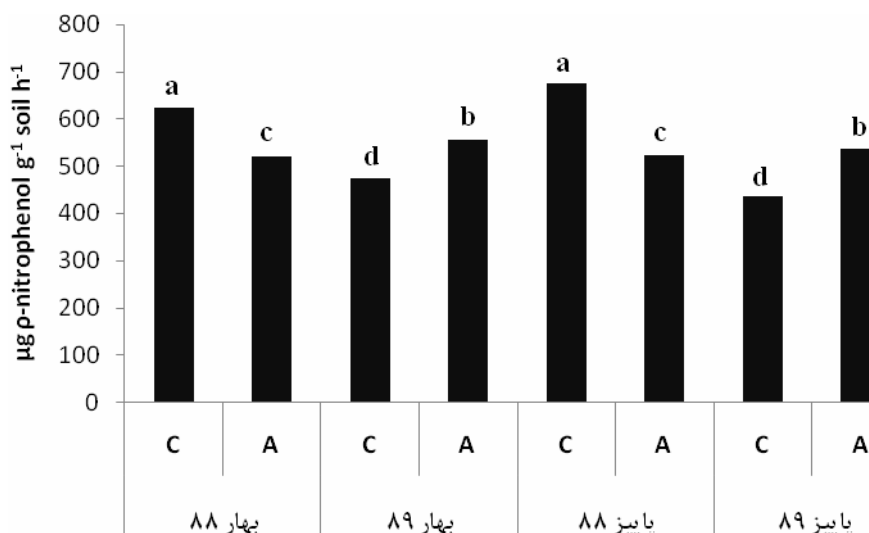
شکل ۶- تغییرات دهیدروژناز بر حسب میکروگرم تری فنیل فورمازان در گرم خاک در مناطق نمونه برداری شده در بهار و پاییز ۱۳۸۹. C: منطقه شاهد، A: منطقه آتش سوزی شده. هر ستون نماینده میانگین ده داده ی آنزیمی است. گروه های مشابه با حروف انگلیسی یکسان مشخص شده اند. تفاوت ها در سطح اطمینان ۹۵ درصد ارائه شده اند.



شکل ۷- تغییرات اسید فسفاتاز بر حسب میکروگرم نیتروفنل در گرم خاک در مناطق نمونه برداری شده در بهار و پاییز ۱۳۸۸ و ۱۳۸۹. C: منطقه شاهد، A: منطقه آتش سوزی شده. هر ستون نماینده میانگین ده داده ی آنزیمی است. گروه های مشابه با حروف انگلیسی یکسان مشخص شده اند. تفاوت ها در سطح اطمینان ۹۵ درصد ارائه شده اند.

شاهد در پاییز ۸۹ این گونه بوده است (شکل ۸). به‌طورکلی فعالیت این آنزیم در سال ۸۹ در منطقه آتش‌سوزی شده افزایش یافته است؛ درحالی‌که در سال ۸۸ در منطقه شاهد با کاهش فعالیت روبرو هستیم.

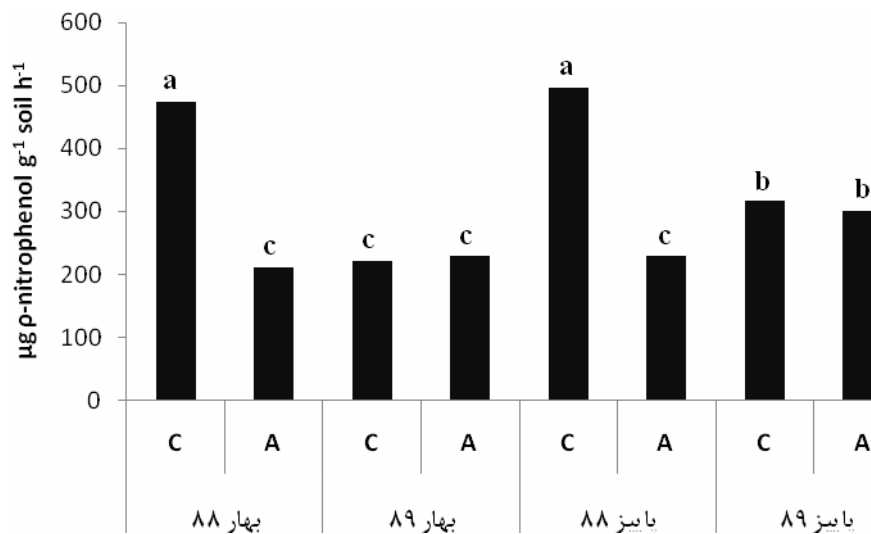
مقایسه تغییرات آلکالین فسفاتاز در سالهای ۱۳۸۸ و ۱۳۸۹: فعالیت آلکالین فسفاتاز در منطقه آتش‌سوزی شده در بهار ۸۸ کمتر از زمانهای دیگر بوده است و در منطقه



شکل ۸- تغییرات آلکالین فسفاتاز بر حسب میکروگرم نیتروفنل در گرم خاک در مناطق نمونه‌برداری شده در بهار و پاییز ۱۳۸۸ و ۱۳۸۹. C: منطقه شاهد، A: منطقه آتش‌سوزی شده. هر ستون نماینده میانگین ده داده‌ی آنزیمی است. گروه‌های مشابه با حروف انگلیسی یکسان مشخص شده‌اند. تفاوت‌ها در سطح اطمینان ۹۵ درصد ارائه شده‌اند.

(شکل ۹). فعالیت این آنزیم در منطقه شاهد در سال ۸۸ بیش از دو برابر فعالیت در منطقه آتش‌سوزی شده بوده است، اما این روند در سال بعد با تفاوت بسیار نزدیک به یکدیگر می‌رسد.

مقایسه تغییرات دهیدروژناز در سالهای ۱۳۸۸ و ۱۳۸۹: در منطقه آتش‌سوزی شده بیشترین فعالیت دهیدروژناز مربوط به پاییز ۸۹ بوده است و از اولین زمان نمونه‌برداری در بهار ۸۸ تا این زمان روند افزایشی را طی کرده است



شکل ۹- تغییرات دهیدروژناز بر حسب میکروگرم تری فنیل فورمازان در گرم خاک در مناطق نمونه برداری شده در بهار و پاییز ۱۳۸۸ و ۱۳۸۹. C: منطقه شاهد، A: منطقه آتش سوزی شده. هر ستون نماینده میانگین ده داده ی آنزیمی است. گروه های مشابه با حروف انگلیسی یکسان مشخص شده اند. تفاوت ها در سطح اطمینان ۹۵ درصد ارائه شده اند.

بحث

فعالیت آنزیم های خاک تحت تأثیر فصل:

آنزیم ها مشاهده نشد و برخی مطالعات دیگر نیز تفاوت های اندکی را در تغییرات فصلی آنزیم ها گزارش کرده اند (Bandik & Dick, 1999; Dick *et al.*, 1988) و (Bergstrom *et al.*, 1998). کلید فهم تغییرات فصلی آنزیم ها ممکن است در فاکتورهایی باشد که سیستم های مختلف آنزیمی را تنظیم می کنند. کیتیناز و اسید فسفاتاز توسط میکرواقليمهای اولیه و فاکتورهای شیمیایی خاک تنظیم می شوند، در حالی که آنزیم های تجزیه کننده لیگنوسلولز مانند گلوکوزیدازها و فنل اکسیداز بوسیله دسترسی شان به سوبسترا تنظیم می شوند (Sinsabaugh *et al.*, 1993).

تغییرات فعالیت آنزیم های خاک تحت تأثیر آتش سوزی و سال:

در یک اکوسیستم سالم، فرایندهای تجزیه اکسیداسیون، مواد غذایی خاک را در سرعتی آهسته اما ثابت آزاد می کنند که بیشتر مواد آزاد شده کم و بیش

به طور کلی در محل های نمونه برداری شده، فعالیت آنزیم های خاک در هر دو سال انجام پژوهش در پاییز بیشتر از بهار بوده است؛ اگرچه این تفاوت در خصوص آلکالین فسفاتاز چندان زیاد نبوده است. اما الگوهای فصلی فعالیت آنزیمی در میان آنزیم ها، خواص خاک و انواع اکوسیستمها متفاوت است. Kaiser & Heinemeyer (1993)، (Matinizadeh *et al.*, 2008) و متینی زاده و همکاران (۱۳۸۹) مشاهده کردند که در پاییز فعالیت آنزیم ها در مقایسه با بهار افزایش یافته است. Kang & Freeman (1999) بیشترین و کمترین فعالیت اسید فسفاتاز را به ترتیب در اوایل بهار و پاییز گزارش کردند که با دمای خاک، مقدار آب خاک و pH خاک در رویشگاه های باتلاقی، مردابی و لجنزاری انگلستان مرتبط بود. در پژوهش حاضر اثرهای فصلی بر فعالیت همه ی

معدنی زیادی ایجاد می‌کنند کاهش بزرگی در فعالیت اسیدفسفاتاز بوجود بیاورند. به‌طورکلی علت کاهش فعالیت فسفاتازها در سالهای نخست پس از آتش‌سوزی می‌تواند به دلیل از کار افتادن سیستم آنزیمی ناشی از کاهش فعالیت گیاهان و میکروارگانیسم‌ها و افزایش فسفات معدنی در اثر آتش باشد (Saá *et al.*, 1993).

در سال دوم نمونه‌برداری یعنی سه سال پس از آتش‌سوزی به‌طورکلی روند فعالیت آنزیم‌های خاک در منطقه آتش‌سوزی‌شده، نزدیک شدن به منطقه شاهد بوده است و حتی گاهی اوقات این فعالیت (مانند فعالیت آلکالین فسفاتاز) بیشتر از فعالیت آنزیم‌ها در منطقه شاهد بوده است. پس از آتش، رویداد استریلیزاسیون در خاک اتفاق می‌افتد، اما کلنیزاسیون توسط میکروارگانیسم‌های حاضر در آب، هوا یا خاک سوخته نشده روی داده و به دنبال آن پاسخ میکروبی به آتش‌سوزی به‌طور عمده به تغییرات سوبستراهای ایجادشده بوسیله آتش بستگی دارد (Senthilkumar *et al.*, 1997). پس از آتش‌سوزی در مراتع، بیوماس میکروبی بالا و افزایش دسترسی به مواد غذایی از خاکستر و دیگر مواد کربنی مشتق شده از گیاهان روی می‌دهد که در نتیجه افزایش فعالیت آنزیم‌های خاک را به دنبال دارد (Senthilkumar, 1995 و Vazquez *et al.*, 1993). مراتع در مقایسه با جنگلها و زمین‌های کشاورزی سرعت برگشت بالاتری در بیوماس دارند (Senthilkumar, 1995). بنابراین وقتی شرایط مطلوبی برای رشد میکروارگانیسم‌ها وجود دارد می‌توان فعالیت بالایی برای آنزیم‌های دهیدروژناز و آلکالین فسفاتاز که توسط آنها تولید می‌شوند انتظار داشت. از همین‌رو فعالیت این دو آنزیم با گذشت زمان در منطقه آتش‌سوزی‌شده بیشتر شده است.

جذب گیاه می‌شوند. برخلاف این در اکوسیستم آسیب‌دیده با آتش، گرمای اضافی خاک در طول سوختن می‌تواند ماهیت آنزیم را تغییر داده و آن را غیرفعال نماید، بنابراین به‌طور غیرمستقیم روی چرخه‌ی مواد غذایی مؤثر می‌باشد (Zhang *et al.*, 2005).

در سال نخست نمونه‌برداری (۱۳۸۸) که دو سال پس از آتش‌سوزی بود فعالیت هر سه آنزیم بررسی شده در منطقه‌ی شاهد بیشتر از فعالیت آنها در منطقه آتش‌سوزی شده بود. پژوهشگران مختلف تاکنون اثر آتش‌سوزی را کاهش فعالیت‌های آنزیم خاک دانسته‌اند و در هر کدام از این مطالعات نمونه‌های خاک کمتر از یک سال بعد از آتش‌سوزی تغییر کرده است. (Boerner *et al.*, 2000). اثر آتش‌سوزی را روی فعالیت آنزیم‌ها در جنگل بلوط در جنوب اوهایوی آمریکا ارزیابی کرده و دریافتند که فعالیت اسید فسفاتاز اغلب بوسیله آتش‌سوزی کاهش می‌یابد. (Staddon *et al.*, 1998) پس از گذشت چهار سال از آتش‌سوزی نیز کاهش در فعالیت آنزیم‌ها را مشاهده کرده‌اند. (Saá *et al.*, 1993) آتش‌سوزی کنترل‌شده را با آتش‌سوزی طبیعی مقایسه کردند و نشان دادند که آتش‌سوزیهای متراکم‌تر کاهش بیشتری در فعالیت اسید فسفاتاز ایجاد می‌کنند. در تغییرات ایجادشده در اثر آتش‌سوزی، سطح فسفات معدنی می‌تواند فاکتور مؤثری بر فعالیت اسید فسفاتاز باشد. آتش میزان فسفات غیرآلی را افزایش می‌دهد و این مهم به‌عنوان بازدارنده اسیدفسفاتاز محسوب می‌شود (Speir & Ross, 1978)؛ (Saá *et al.*, 1993 و Adams, 1992). علاوه بر این (Saá *et al.*, 1993) دریافتند که آتش‌سوزی طبیعی بیشتر از آتش‌سوزی کنترل‌شده فسفات غیرآلی را افزایش می‌دهد. بنابراین ممکن است که آتش‌های با تراکم بالا که فسفات

- Bandick, A.K. and Dick, R.P., 1999. Field management effects on soil enzyme activities. *Soil Biology & Biochemistry*, 31: 1471-1479.
- Bergstrom, D.W., Monreal, C.M. and King, D.J., 1998. Sensitivity of soil enzyme activities to conservation practices. *Soil Science Society of America Journal*, 62: 1286-1295.
- Boerner, R.E.J., Decker, K.L.M. and Sutherland, E.K., 2000. Prescribed burning effects on soil enzyme activity in a southern Ohio hardwood forest: a landscape-scale analysis. *Soil Biology & Biochemistry*, 32: 899-908.
- Bradstock, R.A. and Auld, T.D., 1995. Soil temperatures during experimental bushfires in relation to fire intensity: consequences for legume germination and fire management in south-eastern Australia. *Journal of Applied Ecology*, 32:76-84
- 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.
- Criquet, S., Tagger, S., Vogt, G., Lacazio, G. and Le Petit, J., 1999. Laccase activity of forest litter. *Soil Biology & Biochemistry*, 31: 1239- 1244.
- Dick, R.P., Rasmussen, P.E. and Herle, E.A., 1988. Influence of long term residue management on soil enzyme activities in relation to soil chemical properties of a wheat-fallow system. *Biology and Fertility of Soils*, 6: 158-164.
- Dick, W.A. and Tabatabai, M.A., 1993. Significance and potential uses of soil enzymes. *In: Metting, F.B. (Ed.), Soil Microbial Ecology: Application in Agricultural and Environmental Management*. Marcel Dekker, New York: 95-125.
- Eivazi, F. and Bayan, M.R., 1996. Effects of long-term prescribed burning on the activity of select soil enzymes in an oak-hickory forest. *Canadian Journal of Forest Research*, 26: 1799-1804
- Herbien, S.A. and Neal, J.L., 1990. Soil pH and phosphatase activity. *Communications in Soil Sciences and Plant Analysis*, 21: 439-456.
- Johansson, E., Krantz-Rülcker, C., Zhang, B.X. and Öberg, G., 2000. Chlorination and biodegradation of lignin. *Soil Biology & Biochemistry*, 32: 1029-1032.
- Kaiser, E.A. and Heinemeyer, O., 1993. Seasonal variations of soil microbial biomass carbon within the plough layer. *Soil Biology & Biochemistry*, 25 (12): 1649-1656.
- Kang, H. and Freeman, C., 1999. Phosphatase and arylsulfatase activities in wetland soils: annual variation and controlling factors. *Soil Biology & Biochemistry*, 31: 449-454.
- Matinizadeh, M., Korori, S.A.A., Teimouri, M. and Praznik, W., 2008. Enzyme activities in untouched and tampered forest soils under oak (*Quercus brantii* اما در میان سه آنزیم بررسی شده نکته چشمگیر درخصوص فعالیت اسید فسفاتاز است که مقدار آن در پاییز ۸۹ با افزایش بالایی روبروست. این آنزیم را ریشه گیاهان ترشح می‌کند و افزایش آن نشان از مطلوبیت شرایط رویشی گیاهان در دو منطقه دارد.
- مطالعه‌ی حاضر نشان داد که آتش‌سوزی روی فعالیت آنزیم‌های خاک اثر می‌کند. باید اذعان داشت که اگرچه آنزیم‌های خاک شاخصهای کیفیت خاک هستند، اما از آنجا که رابطه‌ی میان آنزیم‌های خاک و کیفیت آن پیچیده است باید در این رابطه به موارد دیگری مانند خواص میکروبی خاک، ویژگیهای فیزیکی و شیمیایی خاک، پاسخهای رویشی و شرایط اقلیمی توجه کرد.

منابع مورد استفاده

- متینی‌زاده، م، تیموری، م، خوشنویس، م. و قاسمی، م.ح.، ۱۳۸۹. مطالعه تأثیر تاج‌پوشش و فصل نمونه‌برداری بر فعالیت آنزیم‌های خاک در چند رویشگاه ارس ایران. فصلنامه جنگل و صنوبر، ۱۸ (۱): ۱۵۲-۱۶۱.
- Adams, M.A., 1992. Phosphatase activity and phosphorus fractions in Karri (*Eucalyptus diversicolor* F. Muell.) forest soils. *Biology and Fertility of Soils*, 14:200-204
- Ajwa, H.A., Dell, C.J. and Rice, C.W., 1999. Changes in enzyme activities and microbial biomass of tallgrass prairie soil as related to burning and nitrogen fertilization. *Soil Biology & Biochemistry*, 31: 769-777.
- Ali Ahmad Korori, S., Khoshnevis, M., Shirvany, A. and Matinizadeh, M., 2011. Pollution effects of the persian gulf war on the southern regions of Iran. *Jahad Publication of Tarbait Moalem*, 380p.
- Alvarez, S. and Guerrero, M.C., 2000. Enzymatic activities associated with decomposition of particulate organic matter in two shallow ponds. *Soil Biology & Biochemistry*, 32: 1941-1951.
- Antonietta Rao, M., Violante, A. and Gianfreda, L., 2000. Interaction of acid phosphatase with clays, organic molecules and organo-mineral complexes: kinetics and stability. *Soil Biology & Biochemistry*, 32: 1007-1014.

- phosphorus dynamics in relation to extracellular enzyme activity. *Ecology*, 74: 1586–1593.
- Speir, T.W. and Ross, D.J., 1978. Soil phosphatase and sulphatase. In: Burns RG (ed) *Soil enzymes*. Academic Press, New York, pp 197–245
 - Speir, T.W. and Cowling, J.C., 1991. Phosphatase activities of pasture plants and soils: relationship with plant productivity and soil P fertility indices. *Biology and Fertility of Soils*, 12: 189-194.
 - St. John, T.V. and Rundel, P.W., 1976. The role of fire as a mineralizing agent in a Sierran coniferous forest. *Oecologia* (Berl.) 25: 35-45.
 - Staddon, W.J., Duchesne, L.C. and Trevors, J.T., 1998. Acid phosphatase, alkaline phosphatase and arylsulfatase activities in soils from a jack pine (*Pinus banksiana* Lamb.) ecosystem after clear-cutting, prescribed burning, and scarification. *Biology and Fertility of Soils*, 27:1–4
 - Tabatabai, M.A., 1982. Soil enzymes. In: Page, A.L., Miller, R.H. and Keeney, D.R. (Eds.) *Methods of Soil Analysis Part 2*. 2nd ed. Agronomy 9, American Society of Agronomy, Madison Wis: 903-947.
 - Vazquez, F.J., Acea, M.J. and Carballas, T., 1993. Soil microbial populations after wild fire. *FEMS Microbial Ecology*, 13: 93-103.
 - Zhang, Y.M., Ning, W., Zhou, G.Y. and Bao, W.K., 2005. Changes in enzyme activities of spruce (*Picea balfouriana*) forest soil as related to burning in the eastern Qinghai-Tibetan Plateau. *Applied Soil Ecology*, 30: 215–225.
 - var. *persica*) as affected by soil depth and seasonal variation. *Asian Journal of Plant Sciences*, 7(4): 368-374.
 - Nannipieri, P., Grego, S. and Ceccanti, B., 1990. Ecological significance of the biological activity in soil. In: Bollag, J.M. and Stotzky, G. (Eds.) *Soil Biochemistry*. Vol.6. Marcel Dekker, New York: 293–355.
 - Ohlinger, R., 1996. Acid and alkaline phosphomonoesterase activity with the substrate p-nitrophenyl phosphate. In: Schinner, F., Kandeler, E., Ohlinger, R., Margesin, R. (Eds) *Methods in soil biology*. Springer-Verlag Berlin: 210-214.
 - Saa, A., Trasar-Cepeda, M.C., Gil-Sotres, F. and Carballas, T., 1993. Changes in soil phosphorus activity and acid phosphatase activity immediately following forest fires. *Soil Biology & Biochemistry*, 25:1223–1230
 - Senthilkumar, K., Manian, S. and Udaiyan, K., 1997. The effect of burning on soil enzyme activities in natural grasslands in southern India. *Ecological Research*, 12: 21-25
 - Senthilkumar, K., 1995. Effect of surface fire on the dynamics of beneficial microbial populations in a natural grassland ecosystem, Southern India. PhD thesis, Bharathiar University, Coimbatore, India, 158.
 - Sinsabaugh, R.L., Antibus, R.K., Linkins, A.E., McClaugherty, C.A., Rayburn, L. and Weiland, T., 1993. Wood decomposition: nitrogen and

Effects of fire on activity of some rangeland soil enzymes

Matinizadeh, M.^{1*}, Gudarzi, M.²,

1*- Corresponding Author, Assistant Professor, Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran, Iran, Email:matini@rifr-ac.ir

2- Senior Research Expert, Range Research Division, Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran, Iran.

Received: 03.09.2011

Accepted: 23.07.2012

Abstract

Fire can severely affect vegetation and soil and prevent different cycles of ecosystems. Enzymes quantities are sensitive indices for soil quality, and the changes in their activity can affect the ability of ecosystem and alter nutrient uptake by plants. This investigation was carried out in Kordan rangeland in spring and autumn for two years. Soil was sampled from 0-20 cm depth. Three enzymes including acid phosphatase, alkaline phosphatase and dehydrogenase were assessed by reaction with substrate. Our results showed that the activities of all studied enzymes were significantly higher in soils in September at both areas. However, this difference was not high for alkaline phosphatase. Two years after fire, the activity of all studied enzymes was higher at control site. The reasons for this decrease may be due to the destruction of enzymatic system and increasing inorganic phosphate because of fire. Three years after fire, the activity of enzymes increased and for alkaline phosphatase and dehydrogenase was more than control site. These enzymes are considered as biological indices for soil microorganisms therefore, it can be expected that its increase indicates increasing microbial biomass in fire area.

Key words: fire, soil enzymes, rangeland, monitoring