فصلنامهٔ علمی - پژوهشی تحقیقات جنگل و صنوبر ایران
جلد ۱۸ شمارهٔ ۱، صفحهٔ ۱۶۲-۱۵۲، (۱۳۸۹)

مطالعه تأثیر تاج‌پوشش و فصل نمونه‌برداري بر فعالیت آنزیم‌هاي خا ك در چند رویشگاه اُرس ایران

محمد متینی‌زاده[۱*]، مصطفی خوشنویس[۲]، مریم تیموری[۲] و محمدحسن قاسمی[۳]

۱*- نویسنده مسئول، استادیار پژوهش، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور. پست الکترونیک: matini@rifr-ac.ir
۲- مربی پژوهشی، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور.
۳- کارشناس ارشد، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور.
تاریخ دریافت: ۸۸/۲/۸ تاریخ پذیرش: ۸۸/۱۰/۳۰

چکیده

بررسی آنزیم‌های خاک روش متداولی است که به‌طور گسترده برای سنجش فرآیندهایی که در چرخه‌های مواد غذایی خاک روی می‌دهد استفاده می‌شود. فعالیت آنزیم‌های خاک به اثرات تخریبی انسان و طبیعت حساس بوده و اندازه‌گیری فعالیت‌های گروهی آنها می‌تواند ارزیابی معتبری از پاسخ متابولیک خاک به روشهای مدیریتی و تنش‌های محیطی را فراهم کند. این تحقیق در چهار رویشگاه اُرس ایران شامل لاین (استان خراسان)، چهارباغ (استان گلستان)، کندرق (استان اردبیل) و چهارطاق اردل (استان چهارمحال و بختیاری) انجام شد. از عمق ۲۰-۰ سانتی‌متری خاک نمونه‌برداری شد. سه آنزیم اسید فسفاتاز، آلکالین فسفاتاز و دهیدروژناز در بهار و پاییز ۱۳۸۷ و در زیر و بیرون تاج‌پوشش با استفاده از واکنش با سوبسترا و با اسپکتروفتومتر سنجش شدند. نتایج نشان داد که فعالیت آنزیم‌های بررسی شده در کلیه رویشگاه‌ها در زیر تاج‌پوشش درختان اُرس بیشتر از بیرون تاج‌پوشش است که نشان می‌دهد زیر تاج‌پوشش محیط غنی‌تری به‌لحاظ فعالیت میکروارگانیسم‌های خاک و گسترش ریشه‌های اُرس است. یافته‌ها همچنین نشان می‌دهد که آنزیم‌های خاک در فصل بهار فعالیت بیشتری در مقایسه با اوایل پاییز داشته و تحت تأثیر دوره خشکی و گرمای تابستانه از فعالیت میکروارگانیسم‌ها کاسته شده است. این تحقیق نشان داد که آنزیم‌های خاک تحت تأثیر فرآیندهای اقلیمی و پوشش گیاهی می‌توانند شاخص‌های مناسبی برای ارزیابی اکوسیستم خاک باشند.

واژه‌های کلیدی: بیولوژی خاک، اسید فسفاتاز، آلکالین فسفاتاز، دهیدروژناز، اُرس، فصل، تاج‌پوشش.

مقدمه

از مجموع متنوع سوزنی‌برگان دنیا فقط ٤ جنس به‌صورت طبیعی و بومی در ایران استقرار یافته‌اند که در بین آنها جنس اُرس (*Juniperus*) با داشتن ۵ گونه بیشترین تنوع گونه‌ای را دارا بوده و از بین آنها گونه *Juniperus excelsa* پراکنش وسیع‌تری دارد. این گونه در ارتفاعات تا جایی بالا می‌رود که در مرز جنگل و مرتع قرار می‌گیرد و در این نقاط که هیچ گونهٔ چوبی دیگری قادر به استقرار نیست، پوشش درختی و یا درختچه‌ای را شکل می‌دهد. این درختان چنان مقاوم هستند که به‌ندرت می‌توان پایه‌ای یافت که به‌دلیل ضعف فیزیولوژیک و یا آفت‌زدگی خشکیده باشد. اغلب پایه‌های این گونه در شرایط زیستی تنش‌زا، از جمله در بسترهای کاملاً صخره‌ای و سنگ‌واریزه‌ای، در حالی‌که پوشش رویی خاک فرسایش یافته، موجودیت خود را به‌هر صورت ممکن از جمله با تغییرات مورفولوژیک حفظ کرده‌اند (علی‌احمد کروری و خوشنویس، ۱۳۷۹). حضور اُرس در چنین شرایط زیستی ما را بر آن داشت که اطلاعات

بیشتری درباره شرایط بیولوژی خاک رویشگاه‌های آن بدست آوریم. خواص بیوشیمیایی و زیستی خاک به‌سرعت در برابر تغییرات و تنش‌های محیطی پاسخ می‌دهند (Klein *et al*., 1985; Nannipieri *et al*., 1990). این خواص یا به‌طور مستقیم در ارتباط با تعداد و فعالیت میکروبیوتای خاک قرار می‌گیرند (مانند ذی‌توده میکروبی و تنفس و غیره) و یا به‌طور غیرمستقیم با فرآیندهایی مانند تجزیه مواد آلی در خاک و آزادسازی مواد معدنی ارتباط دارند که فعالیت آنزیم‌های خاک در آنها بسیار تعیین‌کننده هستند (Visser & Parkinson, 1992; Gil-Sotres *et al*. 2005). شاخص‌های میکروبی مانند فعالیت‌های آنزیم خاک، مقدار CO_2 خروجی و زی‌توده میکروبی به تغییرات در محیط خاک بسیار حساس هستند و می‌توانند اثرات فعالیت‌های انسانی و تخریب را بر روی خاک نشان دهند (Turco *et al*., 1994; Kennedy & Papendick, 1995). تجزیه آنزیم‌های خاک روش متداولی است که به‌طور گسترده برای سنجش فرآیندهایی که در چرخه‌های مواد غذایی خاک روی می‌دهد استفاده می‌شود (Nannipieri *et al*., 1990; Tabatabai & Dick, 2002). فعالیت حدود ۱۰۰ آنزیم تاکنون در خاک تعیین گردیده است (Tabatabai & Dick, 2002). فعالیت آنزیم‌های خاک به اثرات تخریبی انسان و طبیعت حساس بوده و اندازه‌گیری فعالیت‌های گروهی آنها می‌تواند ارزیابی معتبری از پاسخ متابولیک خاک‌ها به روشهای مدیریتی و تنش‌های محیطی را فراهم کند (Dick *et al*., 1994; Nannipieri, 1994). فسفاتازها از آنزیم‌های کلیدی در چرخه فسفر خاک‌ها و شاخصی خوب برای توان معدنی شدن فسفر آلی و فعالیت بیولوژیک خاکها هستند (Speir & Ross, 1978; Dick & Tabatabai, 1993). فسفاتازهای خاک خارج سلولی بوده و توسط ریشه گیاهان و میکروارگانیسم‌ها ترشح می‌شوند (Antonietta Rao *et al*., 2000). فعالیت فسفاتازها به خاک و وضعیت پوشش گیاهی (Herbien & Neal, 1990)، تغییرات انجام شده در اثر روشهای مختلف مدیریتی (Adams, 1992; Clarholm, 1993) و رطوبت و دمای خاک (Speir & Cowling, 1991) بستگی دارد. دهیدروژنازها فقط در سلول‌های زنده میکروبی وجود دارند و از آن به‌عنوان یک شاخص فعالیت میکروبی استفاده می‌شود (Nannipieri *et al*., 1990; Dick, 1994) و می‌تواند مقیاس مناسبی برای اندازه‌گیری شدت متابولیسم میکروبی در خاک باشد (Tabatabai, 1982). Boerner *et al*. (2005) در تحقیقات خود نشان دادند که فعالیت آنزیم‌های خاک در آغاز پاییز کاهش می‌یابد. تاج‌پوشش نیز اثر افزایشی بر روی میکروارگانیسم‌ها و آنزیم‌های خاک دارد و با توجه به شرایط خاک زیر تاج‌پوشش که به‌لحاظ دما و رطوبت در مقایسه با بیرون تاج‌پوشش از تعادل بیشتری برخوردار است، رشد و فعالیت بیشتری برای میکروارگانیسم‌ها بدست می‌آید و آنزیم‌هایی که دارای منشأ میکروارگانیسمی هستند فعالیت افزون‌تری نشان می‌دهند (Kramer & Green, 2000; Sedia & Ehrenfeld, 2006). تاکنون در ایران استفاده از آنزیم‌های خاک برای ارزیابی رویشگاه‌های جنگلی بسیار محدود بوده است (شیروانی، ۱۳۸۳ ,Matinizadeh *et al*., 2008). در این پژوهش تلاش شده تا به پرسش‌های زیر پاسخ داده شود: ۱) آیا آنزیم‌های خاک می‌توانند معیار مناسبی برای ارزیابی توان خاک باشند؟ ۲) تأثیر فصل و همچنین تاج‌پوشش بر روی فعالیت آنزیم‌های خاک در رویشگاه‌های اُرس چگونه است؟

مواد و روشها

این تحقیق در چهار رویشگاه اُرس ایران شامل لاین (استان خراسان)، چهارباغ (استان گلستان)، کندرق (استان اردبیل) و چهارطاق اردل (استان چهارمحال و بختیاری) انجام شد. در دو منطقه لاین و چهارباغ در اوایل پاییز ۱۳۸۷ و در دو منطقه کندرق و چهارطاق در اواسط بهار و اوایل پاییز ۱۳۸۷ نمونه‌برداری انجام شد. در هر کدام از

محل‌ها از زیر تاج‌پوشش و بیرون ٤ پایه اُرس نمونه‌برداری انجام شد. عمق خاک مطالعاتی ۰ تا ۲۰ سانتی‌متر بود. نمونه‌ها در کیسه‌های نایلونی و در داخل یخدان به آزمایشگاه منتقل و در یخچال نگهداری شدند. قبل از انجام سنجش‌ها، هر نمونه خاک از الک ۲ میلی‌متری رد شد. علاوه بر سنجش فعالیت آنزیم‌های خاک، برخی عوامل فیزیکی و شیمیایی خاک نظیر میزان ازت کل با استفاده از روش هضم کجلدال (Bremmer & Mulvaney, 1982)، فسفر قابل جذب (Olsen *et al.*, 1954)، ماده آلی (Walkley & Black, 1934)، اسیدیته (pH) به‌روش آب‌مقطر و بافت خاک به‌روش هیدرومتری نیز اندازه‌گیری شد. با استفاده از واکنش آنزیم/سوبسترا و بدست‌آمدن محصول و به‌کمک اسپکتروفتومتر فعالیت فسفاتازهای اسیدی و قلیایی (Ohlinger, 1996) برحسب میکروگرم پارا نیترو فنل فسفات (ρNP) در گرم خاک، دهیدروژناز (Ohlinger, 1996) بر حسب میکروگرم تری‌فنیل فورمازان (TPF) در گرم خاک اندازه‌گیری شدند. پس از انجام مقایسه‌ها و تجزیه واریانس، طبقه‌بندی و مقایسهٔ میانگین‌ها به روش دانکن انجام شد.

نتایج

مشخصات و ویژگی‌های رویشگاه‌های اُرس مورد بررسی در جدول ۱ آورده شده است. بافت و اسیدیته خاکهای آزمایش شده تفاوت چندانی را نشان نمی‌دهد. اسیدیته خاک همه مناطق در محدوده قلیایی است. بافت خاک به‌جز در کندرق که لوم شنی بوده در بقیه مناطق لوم رسی بود.

جدول ۱- مشخصات و ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک در رویشگاه‌های اُرس مورد بررسی

منطقه نمونه‌برداری	استان	طول و عرض جغرافیایی	ارتفاع از سطح دریا (متر)	بافت	اسیدیته	فسفر (mg/kg)	پتاسیم (mg/kg)	ماده آلی (٪)	کربن (٪)	نیتروژن (٪)	C/N
لاین	خراسان	۵۹ ۲۱ E ۳۷ ۱۹ N	۲۱۰۰	لوم رسی	۸/۲۵	٦/٤	۳۹۱	٤/۰٤	۲/۰۲	۰/۲٦	۷/۷
چهارباغ	گلستان	۵٤ ۱۹ E ۳٦ ۳۸ N	۲۳۰۰	لوم رسی	۸/۲۹	۷	۳٦۰	۲/۳۸	۱/۱۹	۰/۱۳	۹/۲
کندرق	اردبیل	٤۸ ۲۳ E ۳۷ ۲٦ N	۱٤۸۰	لوم شنی	۸/۱٦	۵/۸	۳٤۰	۲/۸۵	۱/٤۲	۰/۱۸	۷/۹
چهارطاق اردل	چهارمحال و بختیاری	۵۰ ۵۱ E ۳۱ ٤۹ N	۱۵۳۰	لوم رسی	۷/۳٤	۳۱/۵۳	٤۸۰	۲/٦۲	۱/۳۱	۰/۲٤	۵/٤

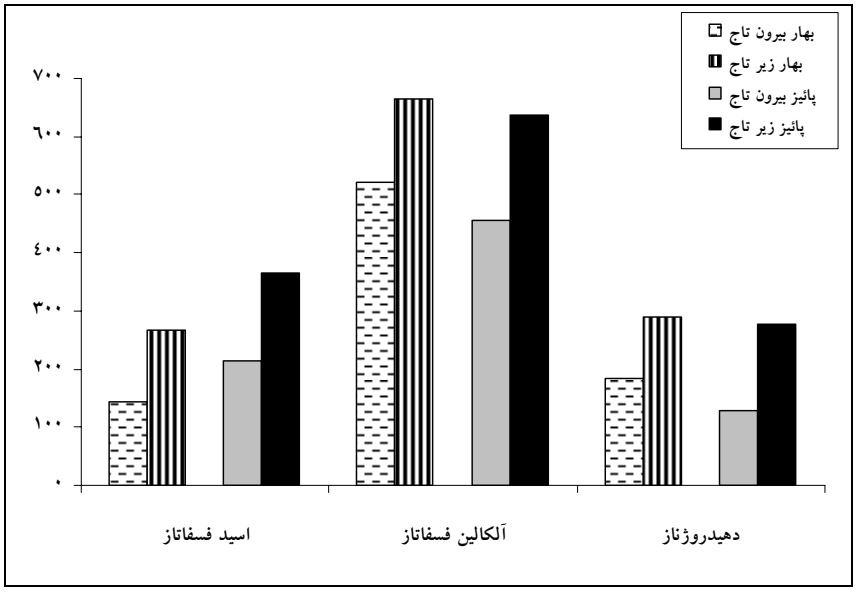
تغییرات فعالیت اسید فسفاتاز در زیر و بیرون تاج‌پوشش در دو فصل بهار و پاییز

در دو منطقه کندرق و چهارطاق اردل فعالیت اسید فسفاتاز در دو فصل بهار و پاییز سنجیده شد. در کندرق این فعالیت در زیر تاج‌پوشش از $\mu g\ \rho NP\ g^{-1}\ h^{-1}$ (±۱۹/۲۳) ۲٦۷/۲۸ در بهار تا $\mu g\ \rho NP\ g^{-1}\ h^{-1}$ (±۲۷/۲۸) ۳٦۵/٦٤ در پاییز تغییر کرد. در بیرون تاج‌پوشش از $\mu g\ \rho NP\ g^{-1}\ h^{-1}$ (±۱۱/٦۸) ۱٤۳/٦۰ در بهار تا $\mu g\ \rho NP\ g^{-1}\ h^{-1}$ (±۱۳/۸٦) ۲۱٤/۰٦ در پاییز متفاوت بود (شکل ۱). تغییرات این فعالیت در چهارطاق اردل نیز در زیر تاج‌پوشش از $\mu g\ \rho NP\ g^{-1}\ h^{-1}$ (±۱۰/۳۵) ۱۷۷/۹۳ در بهار تا $\mu g\ \rho NP\ g^{-1}\ h^{-1}$ (±۲۱/۷۳) ۳٦۰/۱۱ در پاییز تفاوت

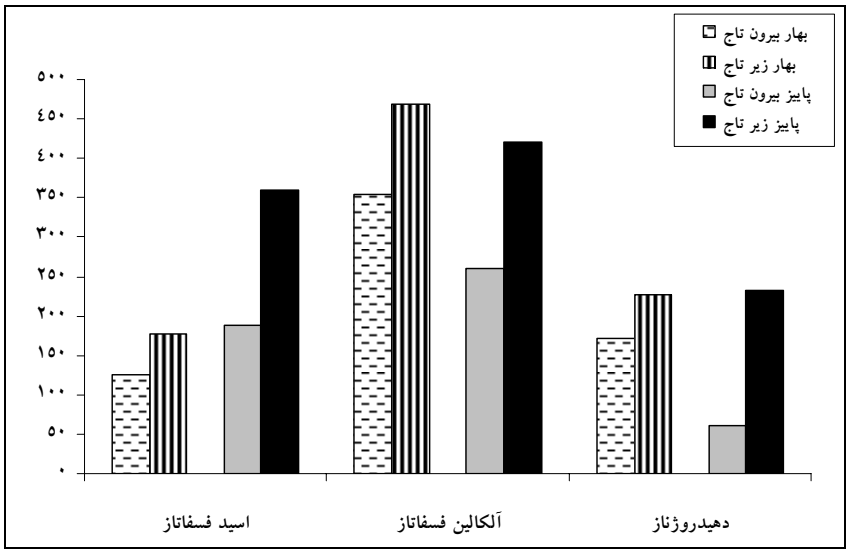
داشت. در بیرون تاج‌پوشش از $\mu g\ \rho NP\ g^{-1}\ h^{-1}$ (±۸/٦۹) ۱۲٤/۷۹ در بهار تا $\mu g\ \rho NP\ g^{-1}\ h^{-1}$ (±۸/۲۵) ۱۸۷/۷۷ در پاییز مختلف بود (شکل ۲). در هر دو منطقه یادشده فعالیت اسید فسفاتاز در زیر تاج‌پوشش بیشتر از بیرون تاج‌پوشش و در پاییز بیشتر از بهار بوده و این اختلاف‌ها معنی‌دار بود (جدول ۲). در دو منطقه لاین خراسان و چهارباغ گرگان بررسی فقط در پاییز صورت گرفت. در هر دو منطقه، فعالیت این آنزیم در زیر تاج‌پوشش بیشتر از بیرون و اختلاف‌ها معنی‌دار بود (جدول ۲). در چهارباغ این فعالیت در بیرون تاج‌پوشش (±۸/۳٤) ۱۰۲/۸۲ و در زیر تاج‌پوشش $\mu g\ \rho NP\ g^{-1}\ h^{-1}$ (±۹/٤۲) ۱۹۰/۳۲ بود. در لاین این دو فعالیت به‌ترتیب (±۸/۲٤) ۱۹۵/۸٤ و $\mu g\ \rho NP\ g^{-1}\ h^{-1}$ (±۲۸/۵٦) ۳٤۹/۱۹ بودند (شکلهای ۳ و ٤).

جدول ۲- تجزیه واریانس فعالیت آنزیم‌ها تحت تأثیر تاج‌پوشش

آنزیم	منابع تغییرات	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	آماره F	معنی‌داری
دهیدروژناز	محل	۳	۵۹۰۲/۸۲۳	۲۹۵۱/٤۱۱	٤۹/٤٤۸	۰/۰۰۰
	تاج‌پوشش	۱	۱٤۷۵۰۳/۰۲۵	۱٤۷۵۰۳/۰۲۵	۲٤۷۱/۲۸۰	۰/۰۰۰
	محل × تاج‌پوشش	۳	٤۷۲۵/۰۳۳	۲۳٦۲/۵۱۷	۳۹/۵۸۲	۰/۰۰۰
	خطا	٤۲	۲۵۰٦/۸۵۰	۵۹/٦۸۷		
	کل	٤۸	۲۲۹۰۳۹۷/٤۰٤			
اسید فسفاتاز	محل	۳	۱٤۸۳۱۱/۵۰۳	۷٤۱۵۵/۷۵۲	۲۱/۳۰۰	۰/۰۰۰
	تاج‌پوشش	۱	۲۹۳٤۲٤/۳۸۹	۲۹۳٤۲٤/۳۸۹	۸٤/۲۸۱	۰/۰۰۰
	محل × تاج‌پوشش	۳	۱۳۵۰۷/۳۸۰	٦۷۵۳/٦۹۰	۱/۹٤۰	۰/۱۵٦
	خطا	٤۲	۱٤٦۲۲۳/٦۱۲	۳٤۸۱/۵۱۵		
	کل	٤۸	۳۳۰۵۸۰۷/۰۲٤			
آلکالین فسفاتاز	محل	۳	۳۱۰۷۰۸/٦۰۸	۱۵۵۳۵٤/۳۰٤	۱۰/٦۰۰	۰/۰۰۰
	تاج‌پوشش	۱	۹۳۹۱۳٦/٤۰۲	۹۳۹۱۳٦/٤۰۲	٦٤/۰۷۹	۰/۰۰۰
	محل × تاج‌پوشش	۳	۷۲۲۸/۱٦۲	۳٦۱٤/۰۸۱	۰/۲٤۷	۰/۷۸۳
	خطا	٤۲	٦۱۵۵٤۵/۲۰۳	۱٤٦۵۵/۸۳۸		
	کل	٤۸	۱٦۹۷۳۲۰٦/۲۲٤			



شکل ۱- فعالیت سه آنزیم اسید فسفاتاز ($\mu g\ \rho NP\ g^{-1}\ h^{-1}$)، آلکالین فسفاتاز ($\mu g\ \rho NP\ g^{-1}\ h^{-1}$) و دهیدروژناز ($\mu g\ TPF\ g^{-1}\ h^{-1}$) در زیر و بیرون تاج‌پوشش پایه‌های اُرس منطقه کندرق اردبیل در بهار و پاییز

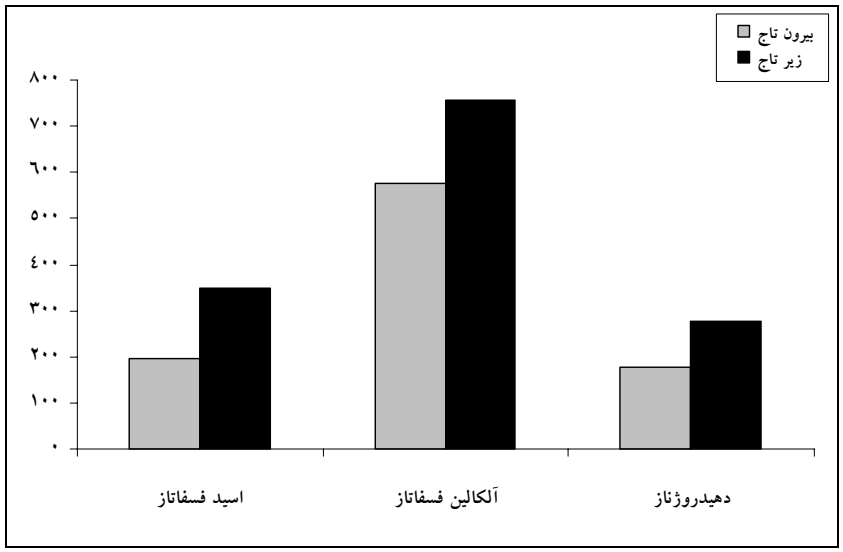


شکل ۲- فعالیت سه آنزیم اسید فسفاتاز ($\mu g\ \rho NP\ g^{-1}\ h^{-1}$)، آلکالین فسفاتاز ($\mu g\ \rho NP\ g^{-1}\ h^{-1}$) و دهیدروژناز ($\mu g\ TPF\ g^{-1}\ h^{-1}$) در زیر و بیرون تاج‌پوشش پایه‌های اُرس منطقه چهارطاق اردل چهارمحال و بختیاری در بهار و پاییز

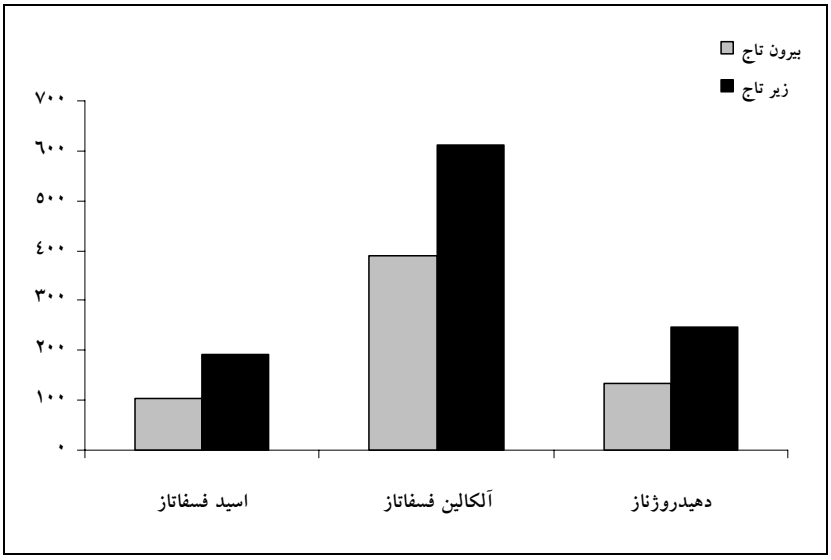
تغییرات فعالیت آلکالین فسفاتاز در زیر و بیرون تاج‌پوشش در دو فصل بهار و پاییز

فعالیت آلکالین فسفاتاز در دو منطقه کندرق و چهارطاق اردل در دو فصل بهار و پاییز و در دو منطقه لاین و چهارباغ فقط در پاییز سنجیده شد. در کندرق فعالیت آن در زیر تاج‌پوشش در بهار $\mu g\ \rho NP\ g^{-1}\ h^{-1}$ (±۳۲/۶۵) ۶۶۴/۱۸ و در پاییز $\mu g\ \rho NP\ g^{-1}\ h^{-1}$ (±۴۲/۵۸) ۶۳۶/۴۵ بود. این فعالیت در بهار در بیرون تاج‌پوشش $\mu g\ \rho NP\ g^{-1}\ h^{-1}$ (±۲۸/۳۲) ۵۲۲/۲۹ و در پاییز $\mu g\ \rho NP\ g^{-1}\ h^{-1}$ (±۲۳/۷۲) ۴۵۴/۹۹ بود (شکل ۱). در منطقه چهارطاق اردل تغییرات این آنزیم در زیر تاج‌پوشش $\mu g\ \rho NP\ g^{-1}\ h^{-1}$ (±۲۸/۷۱) ۴۶۸/۸۹ در بهار و $\mu g\ \rho NP\ g^{-1}\ h^{-1}$ (±۲۵/۵۳) ۴۲۰/۱۸ در پاییز بود. در بیرون تاج‌پوشش فعالیت آلکالین فسفاتاز در بهار $\mu g\ \rho NP\ g^{-1}\ h^{-1}$ (±۲۳/۲۲) ۳۵۵/۱۱ و در پاییز $\mu g\ \rho NP\ g^{-1}\ h^{-1}$ (±۱۸/۷۲) ۲۶۰/۹۸ بود (شکل ۲). در زیر تاج‌پوشش تفاوت بین دو فصل بهار و پاییز مشاهده نشد. اما در بیرون تاج‌پوشش آنزیم در بهار فعالیت بیشتری در مقایسه با پاییز داشته و این اختلاف معنی‌دار بوده است.

در دو منطقه دیگر فعالیت آلکالین فسفاتاز در زیر تاج‌پوشش بیشتر از بیرون تاج‌پوشش بود. در لاین این فعالیت در بیرون تاج‌پوشش (±۴۴/۸۸۳) ۵۷۴/۳۹ و در زیر تاج‌پوشش $\mu g\ \rho NP\ g^{-1}\ h^{-1}$ (±۶۵/۱۸) ۷۵۶/۸۳ بود. در چهارباغ آلکالین فسفاتاز از (±۳۱/۴۲) ۳۹۰/۹۴ در بیرون تاج‌پوشش تا $\mu g\ \rho NP\ g^{-1}\ h^{-1}$ (±۵۳/۱۴) ۶۱۱/۲۸ در زیر تاج‌پوشش تغییر کرد (شکلهای ۳ و ۴).



شکل ۳- فعالیت سه آنزیم اسید فسفاتاز ($\mu g\ \rho NP\ g^{-1}\ h^{-1}$)، آلکالین فسفاتاز ($\mu g\ \rho NP\ g^{-1}\ h^{-1}$) و دهیدروژناز ($\mu g\ TPF\ g^{-1}\ h^{-1}$) در زیر و بیرون تاج‌پوشش پایه‌های اُرس منطقه لاین خراسان در پاییز



شکل ٤- فعالیت سه آنزیم اسید فسفاتاز ($\mu g\ \rho NP\ g^{-1}\ h^{-1}$)، آلکالین فسفاتاز ($\mu g\ \rho NP\ g^{-1}\ h^{-1}$) و دهیدروژناز ($\mu g\ TPF\ g^{-1}\ h^{-1}$) در زیر و بیرون تاج‌پوشش پایه‌های اُرس منطقه چهارباغ گلستان در پاییز

تغییرات فعالیت دهیدروژناز در زیر و بیرون تاج‌پوشش در دو فصل بهار و پاییز

فعالیت دهیدروژناز در کندرق در زیر تاج‌پوشش از $\mu g\ TPF\ g^{-1}\ h^{-1}$ (±۱۹/۷۱)۲۸۹/۳۲ در بهار تا $\mu g\ TPF\ g^{-1}\ h^{-1}$ (±۱۸/٦٦) ۲۷۷/۸۷ در پاییز تغییر کرد. این فعالیت در بیرون تاج‌پوشش از $\mu g\ TPF\ g^{-1}\ h^{-1}$ (±۱۰/۲۳) ۱۸۳/۲۸ در بهار تا $\mu g\ TPF\ g^{-1}\ h^{-1}$ (±۸/۹۱) ۱۲۹/٦۲ در پاییز متفاوت بود (شکل ۱). همان‌طور که ملاحظه می‌شود فعالیت این آنزیم در هر دو فصل در زیر تاج‌پوشش از بیرون تاج‌پوشش بیشتر و اختلاف آنها معنی‌دار است، اما دهیدروژناز در فصل بهار فعالتر از پاییز بوده است. همین روند در سنجش‌های منطقه چهارطاق اردل نیز مشاهده می‌شود. در زیر تاج‌پوشش از $\mu g\ TPF\ g^{-1}\ h^{-1}$ (±۱۵/۳۸) ۲۲۷/۷۵ در بهار تا $\mu g\ TPF\ g^{-1}\ h^{-1}$ (±۱۸/۷۳) ۲۳۲/۵۸ در پاییز متفاوت بود. در بیرون تاج‌پوشش از $\mu g\ TPF\ g^{-1}\ h^{-1}$ ۱۷۲/۰٤ (±۱۵/۲٦) در بهار تا $\mu g\ TPF\ g^{-1}\ h^{-1}$ (±۲/۷٤) ٦۰/٤۳ در پاییز تغییر کرد (شکل ۲). در لاین و چهارباغ نیز فعالیت دهیدروژناز در زیر تاج‌پوشش بیشتر از بیرون تاج‌پوشش بود. تغییرات آن در چهارباغ از (±۸/٤) ۱۳۳/۷۷ تا $\mu g\ TPF\ g^{-1}\ h^{-1}$ (±۱٤/۵۵) ۲٤۵/۲۵ بود. در لاین فعالیت دهیدروژناز از (±۹/۹۱) ۱۷٦/۷۳ تا $\mu g\ TPF\ g^{-1}\ h^{-1}$ (±۱۹/۲٦) ۲۷۸/۳۵ متفاوت بود (شکلهای ۳ و ٤).

بحث

تأثیر تاج‌پوشش و فصل بر فعالیت اسید فسفاتاز

اسید فسفاتازها را به‌طور عمده گیاهان و ریشه آنها تولید می‌کنند، هرچند که میکروارگانیسم‌ها نیز کمی در تولید آنها سهم دارند (Tabatabai, 1994). فعالیت این آنزیم در تمامی مناطق بررسی شده همیشه در زیر تاج‌پوشش بیشتر از بیرون تاج‌پوشش بوده است که می‌تواند به‌دلیل گسترش مطلوب و بیشتر ریشه گیاهان در زیر تاج‌پوشش خود و مقدار کم پوشش گیاهی در فضای بیرون تاج در رویشگاه‌های اُرس باشد. Benziri & Amiaud (2005) و Bastida *et al*. (2006) ارتباط مستقیم میان فعالیت آنزیم‌های خارج سلولی را با پوشش

گیاهی گزارش کردند که با افزایش تراکم گیاهی بر میزان فعالیت آنزیم‌ها افزوده شد.

فعالیت اسید فسفاتاز در پاییز بیشتر از بهار بوده است. این افزایش فعالیت به‌دلیل رشد ریشه‌های اُرس و دیگر گیاهان موجود در عرصه و ترشح آنزیم طی فصل رویشی بوده که منجر به افزایش فعالیت اسید فسفاتاز شده است. که با یافته‌های Kaiser & Heinemeyer (1993) مطابقت داشت.

تأثیر تاج‌پوشش و فصل بر فعالیت آلکالین فسفاتاز و دهیدروژناز

منشأ تولید آلکالین فسفاتازها، میکروارگانیسم‌ها و فون خاک هستند (Findenegg & Neiemans, 1993; Yadav & Tarafdar, 2003) و گیاهان از این آنزیم عاری هستند (Tarafdar *et al*., 2001). دهیدروژنازها نیز فقط در سلول‌های زنده میکروبی وجود دارند (Nannipieri *et al*., 1990; Dick, 1994) که می‌توانند مقیاس مناسبی برای اندازه‌گیری شدت متابولیسم میکروبی در خاک باشند (Tabatabai, 1982). تاج‌پوشش بر روی فعالیت آلکالین فسفاتاز و دهیدروژناز اثر افزایشی داشته است و مقدار آنزیم‌ها در زیر تاج‌پوشش بیشتر از بیرون تاج‌پوشش است. با توجه به شرایط خاک زیر تاج‌پوشش که به‌لحاظ دما و رطوبت در مقایسه با بیرون تاج‌پوشش از تعادل بیشتری برخوردار است، میکروارگانیسم‌ها رشد و فعالیت بیشتری دارند و آلکالین فسفاتاز و دهیدروژناز که آنزیم‌هایی با منشأ میکروارگانیسمی هستند، فعالیت افزون‌تری را نشان داده‌اند. این نتایج با یافته‌های Kramer & Green, (2000) و Sedia & Ehrenfeld, (2006) مطابقت دارد.

تأثیر فصل بر روی آنزیم‌های آلکالین فسفاتاز در چهارطاق اردل با افزایش فعالیت و در منطقه کندرق با کاهش فعالیت همراه بوده است. در مورد دهیدروژناز از بهار به تابستان روند کاهشی مشاهده گردید و اختلاف‌ها در دو فصل در زیر تاج‌پوشش به مقدار اندک و در بیرون تاج‌پوشش به‌صورت معنی‌دار بوده است. کاهش فعالیت آنزیم‌ها را می‌توان به اقلیم مناطق مورد بررسی که دارای دوره خشکی و گرمای به‌نسبت طولانی هستند نسبت داد که شرایط برای ادامه و رشد میکروارگانیسم‌ها طی دوره تابستان مناسب نیست، از همین رو با سکون نسبی روبرو می‌شوند. این وضعیت در بیرون تاج که تعدیل دما و رطوبت به‌مانند زیر تاج وجود ندارد بحرانی‌تر است. Boerner *et al*. (2005) و Matinizadeh *et al*. (2008) در تحقیقات خود به نتایجی مشابه این یافته‌ها و روند کاهشی در فعالیت آنزیم‌های خاک در آغاز پاییز دست یافتند. اما Kaiser & Heinemeyer (1993) مشاهده کردند که در پایان تابستان فعالیت آنزیم‌ها افزایش یافته است. به‌هر حال برای یافتن دلیل دقیق‌تر این اختلاف در رفتار میکروارگانیسم‌ها بهتر است تحقیقی در مورد نقش تنوع و تراکم میکروارگانیسم‌ها بر روی فعالیت آنزیم‌های خاک انجام شود.

فعالیت آلکالین فسفاتاز در همه شرایط ۲ تا ۳ برابر فعالیت اسید فسفاتاز بود که این امر با توجه به قلیایی بودن خاکهای مورد بررسی در همه مناطق توجیه‌پذیر است. مطالعات Juma & Tabatabai (1978) بر روی انتشار آنزیم‌های فسفومنواستراز در خاکها نشان داد که فعالیت اسید فسفاتاز در خاکهای اسیدی و آلکالین فسفاتاز در خاکهای قلیایی بیشتر و برجسته‌تر است. تأثیر اسیدیته خاک می‌تواند یا بر استحکام و عملکرد آنزیم‌ها و یا بر میکروارگانیسم‌های خاک و در نتیجه سرعت سنتز و آزادسازی آنزیم‌های آنها مؤثر باشد (Deng & Tabatabai, 1996; Acosta-Martinez *et al*., 2004; Renella *et al*., 2006)

منابع مورد استفاده

- شیروانی، ا.، ۱۳۸۳. بررسی ملج‌های سالم و بیمار (*Ulmus glabra* Hudson) به‌منظور یافتن ژنوتیپ‌های مقاوم در برابر بیماری مرگ نارون در چهار منطقه شمال ایران. رساله دکترا، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ۲۱۲ صفحه.
- علی‌احمد کروری، س. و خوشنویس، م.، ۱۳۷۹. مطالعات اکولوژی و زیست‌محیطی رویشگاه‌های اُرس ایران. انتشارات مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع، ۲۰۸ صفحه.
- Acosta-Martínez, V., Upchurch, D. R., Schubert, A.M., Porter, D. and Wheeler, T., 2004. Early impacts of cotton and peanut cropping systems on selected soil chemical, physical, microbiological and biochemical properties. Biol. Fertil. Soil, 40: 44-54.
- Adams, M.A., 1992. Phosphatase activity and phosphorus fractions in Karri (*Eucalyptus diversicolor* F. Muell.) forest soils. Biol. Fertil. Soil., 14: 200-204.
- 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. Biol. Biochem., 32: 1007-1014.
- Bastida, F., Moreno, J.L., Hernández, T. and García, C., 2006. Microbiological degradation index of soils in a semiarid climate. Soil. Biol. Biochem., 38: 3463–3473.
- Benizri, E. and Amiaud, B., 2005. Relationship between plants and soil microbial communities in fertilized grasslands. Soil. Biol. Biochem., 37: 2055-2064.
- Boerner, R.E.J., Brinkman, J.A. and Smith, A., 2005. Seasonal variations in enzyme activity and organic carbon in soil of a burned and unburned hardwood forest. Soil. Biol. Biochem., 37: 1419-1426.
- Bremmer, J.M. and Mulvaney, C.S., 1982. Nitrogen-total. In: Page, A.L. (Ed.) Methods of Soil Analysis, Part 2, Chemical and Biological Methods. American Society of Agronomy and Soil Science Society of America: 5-624.
- 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. Biol. Fertil. Soil., 16: 287-292.
- Deng, S.P. and Tabatabai, M.A., 1996. Effect of tillage and residue management on enzyme activities in soils II. Glycosidases. Biol. Fertil. Soil, 22: 208-213.
- Dick, R.P., 1994. Soil enzyme activities as indicators of soil quality. In: Doran, J.W., Coleman, D.C., Bezdicek D.F. and Stewart B.A. (Eds.) Defining Soil Quality for a Sustainable Environment. Soil Science Society of America Madison WI: 108-123.
- 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.
- Dick, R.P., Sandor, J.A. and Eash, N.S., 1994. Soil enzyme activities after 1500 years of terrace agriculture in the Colca Valley, Peru. Agri. Ecos. Environ., 50: 123-131.
- Findenegg, G.R. and Neiemans, J.A., 1993. The effect of phytase on the availability of P from myo-inositol hexaphosphate (phytate) for maize roots. Plant Soil, 154 (2): 189-196.
- Gil-Sotres, F., Trasar-Cepeda, C., Leiros, M.C. and Seoane, S., 2005. Different approaches to evaluate soil quality using biochemical properties. Soil. Biol. Biochem., 37: 877-887.
- Herbien, S.A. and Neal, J.L., 1990. Soil pH and phosphatase activity. Comm. Soil Sci. Plant Anal., 21: 439-456.
- Juma, N.G. and Tabatabai M.A., 1978. Distribution of phosphomonoesterases in soils. Soil Science, 126: 101-108.
- Kaiser, E.A. and Heinemeyer, O., 1993. Seasonal variations of soil microbial biomass carbon within the plough layer. Soil Biol. Biochem., 25 (12): 1649-1656.
- Kandeler, E., 2007. Physiological and biochemical methods for studying soil biota and their function. In: Paul, E.A. (Ed.) Soil microbiology ecology and biochemistry. Academic Press, Oxford, UK: 53-80.
- Kennedy, A.C. and Papendick, R.I., 1995. Microbial characteristics of soil quality. Jour. Soil Water Conserv., 50: 243-248.
- Klein, D.A., Sorensen, D.L. and Redente, E.F., 1985. Soil enzymes: A predictor of reclamation potential and progress. In: Tate, R.L., and Klein, D.A. (Eds.), Soil Reclamation Processes. Microbiological Analyses and Applications. Marcel Dekker, New York: 273-340.
- Kramer, S. and Green, D.M., 2000. Acid and alkaline phosphatase dynamics and their relationship to soil microclimate in semiarid woodland. Soil Biol. Biochem., 32: 179-188.
- Matinizadeh M., Korori S.A.A., Teimouri, M. and Praznik, W., 2008. Enzyme activities in untouched and tampered forest soils under oak (*Quercus brantii* var. *persica*) as affected by soil depth and seasonal variation. Asian J. Plant Sci., 7 (4): 368-374.
- Nannipieri, P., 1994. The potential use of soil enzymes as indicators of productivity, sustainability and pollution. In: Pankhurst, C.E., Doube, B.M., Gupta, V.V.S.R. and Grace, P.R. (Eds.) Soil Biota: Management in Sustainable Farming Systems. CSIRO Information Services, Victoria, Australia: 238-244.
- 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.

- 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.
- Tabatabai, M.A. and Dick, W.A., 2002. Enzymes in soil research and development in measuring activities. In: Burns, R.G. and Dick, R.P. (Eds.) Enzymes in the Environment Activity, Ecology and Applications. Dekker, New York: 567-596.
- Tarafdar, J.C., Yadav, R.S. and Meena, S.C., 2001. Comparative efficiency of acid phosphatase originated from plant and fungal sources. J. Plant Nutr. Soil Sci., 164 (3): 279-282.
- Turco, R.F., Kennedy, A.C. and Jawson, M.D., 1994. Microbial indicators of soil quality. In: Doran, J.W., Coleman, D.C., Bezdicek, D.F. and Stewart, B.A. (Eds.) Defining soil quality for a sustainable environment. Soil Science Society of America, Special Publication, No. 35: 73-90.
- Visser, S. and Parkinson, D., 1992. Soil biological criteria as indicators of soil quality: soil microorganisms. American Journal of Alternative Agriculture, 7: 33-37.
- Yadav, R.S. and Tarafdar, J.C., 2003. Phytase and phosphatases producing fungi in arid and semi-arid soils and their efficiency in hydrolyzing different organic P. Soil Biol. Biochem., 35: 745-751.
- Walkley, A. and Black. I.A., 1934. An examination of the Degtjareff method for determining organic carbon in soils: Effect of variations in digestion conditions and of inorganic soil constituents. Soil Sci., 63: 251-263.
-Ohlinger, R., 1996. Acid and alkaline phosphomonoesterase activity with the substrate p-nitrophenyl phosphate. In: Schinner, F., Kandeler, E., Ohlinger, R. and Margesin, R. (Eds.) Methods in soil biology. Springer-Verlag Berlin: 210-214.
- Ohlinger, R., 1996. Dehydrogenase Activity with the Substrate TTC. In: Schinner, F., Kandeler, E., Ohlinger, R. and Margesin, R. (Eds.) Methods in soil biology. Springer-Verlag Berlin: 240-243.
- Olsen, S.R., Cole, C.V., Vatanbe, F.S. and Dean, L.A., 1954. Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate. U.S.D.A. cir. 939. Washington D.C: 153-155.
- Renella, G., Landi, L., Ascher, J., Ceccherini, M.T., Pietramellara, G. and Nannipieri, P., 2006. Phosphomonoesterase production and persistence and composition of bacterial communities during plant material decomposition in soils with different pH values. Soil Biol. Biochem., 38: 795-802.
- Sedia, E.G. and Ehrenfeld, J.G., 2006. Differential effects of lichens and mosses on soil enzyme activity and litter decomposition. Biol. Fertil. Soils, 43: 177-189.
- Sinsabaugh, R.L., Carreiro, M.M. and Alvarez, S., 2002. Enzyme and microbial dynamics of litter Decomposition. In: Burns, R.G. and Dick, W.A. (Eds.) Enzymes in the environment. Marcel Dekker, New York: 249-266.
- Speir, T.W. and Cowling, J.C., 1991. Phosphatase activities of pasture plants and soils: relationship with plant productivity and soil P fertility indices. Biol. Fert. Soils, 12: 189-194.
- Speir, T.W. and Ross, D.J., 1978. Soil phosphatase and sulphatase. In: Burns, R.G. (Ed.) Soil Enzymes. Academic Press New York: 197-250.

Impact of canopy and seasoning on activity of soil enzymes in some Juniper habitats of Iran

M. Matinizadeh [1*], M. Khoshnevis [2], M. Teimouri [2] and M.H. Ghasemi [3]

1*- Corresponding author, Assistant Prof., Research Institute of Forests and Rangelands (RIFR). E-mail: matini@rifr-ac.ir
2- Senior Research Expert, RIFR
3- M.Sc., RIFR

Abstract

Soil enzyme analysis is a widely used technique for examining nutrient cycling processes in soil. These enzymes are sensitive to the effects of anthropogenic activities and disturbance on the soil and provide valuable assessing of the metabolic response of soil to management practices and environmental stresses. This research was performed in four juniper habitats of Iran including Layen (Khorasan province), Chaharbagh (Golestan province), Kanderagh (Ardebil province) and Chahartaghe Adaral (Chaharmahal va Bakhtiari province). Three enzymes including acid phosphatase, alkaline phosphatase and dehydrogenase were assessed by reaction with substrate and photometrical method under canopies and intercanopy in May and September 2008. Our results showed that the activities of all studied enzymes were significantly higher in soils under Junipers that represented more activity of microorganisms at this area. Soil enzyme activities showed seasonal variation with higher activity in September at both areas. It seems that the activity of microorganisms has been reduced under drought and heat duration. Our research indicates that soil enzymes may be valuable indexes for assessing soil ecosystem because of changing climatic conditions and vegetation.

Key words: soil biology, acid phosphatase, alkaline phosphatase, dehydrogenase, *Juniperus*, season, canopy.