محور مقاله: کیفیت خاک و مدیریت پایدار خاک

تاثیر تغییرکاربری و احیای اراضی تخریب شده روی فعالیت تعدادی آنزیم در خاک

[*]زهرا وارسته خانلری[1]، احمد گلچین[2]، سید عبدالله موسوی کوپر[3]، پریسا علمداری[4] و معصومه صید فروش لاهیجی[5]

[1]دانشجوی دکتری گروه علوم خاک دانشگاه زنجان، [2]استاد گروه علوم خاک دانشگاه زنجان، [3]استادیار پژوهش، بخش تحقیقات منابع طبیعی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی گیلان، سازمان تات، رشت، [4]استادیار گروه علوم خاک دانشگاه زنجان و [5] کارشناس تحقیقات ایستگاه صنوبر صفرابسته، آستانه اشرفیه، گیلان

چکیده

فعالیت کشاورزی، به ویژه کشت برنج مسئول عمده تخریب جنگل‌های طبیعی در شمال ایران است. در این مطالعه تاثیر تغییر کاربری اراضی (تبدیل جنگل طبیعی به شالیزار) و احیای برخی از این اراضی تخریب شده بر فعالیت تعدادی آنزیم مورد بررسی قرار گرفت. نمونه‌های خاک از ۴ کاربری (جنگل طبیعی، جنگل‌های دست کاشت و شالیزار) نزدیک آستانه اشرفیه در استان گیلان از دو لایه (۲۰-۰ و ۴۰-۲۰ سانتی‌متری) جمع‌آوری شدند. عمده پوشش زمین در مناطق دست کاشت، جنگل دست کاشت صنوبر (*Populus caspica*) و جنگل دست کاشت دارتالاب (*Toxodium distichum*) بود در حالیکه جنگل طبیعی تحت پوشش توسکا (*Alnus serrulata*) قرار داشت. نتایج نشان داد که فعالیت آنزیم اوره‌آز (۲/۲ برابر) و آریل سولفاتاز (۲/۶ برابر) در جنگل طبیعی بیشتر از شالیزار بود. در حالیکه دهیدروژناز روند معکوسی را نشان داد و در شالیزار بیشتر از جنگل طبیعی بود. فعالیت دهیدروژناز تحت تاثیر اکسیژن قابل دسترس و رطوبت قرار گرفت و با افزایش رطوبت افزایش یافت. جنگل دست کاشت دارتالاب باعث بهبود بیشتر فعالیت آنزیم‌ها در اراضی تخریب شده در مقایسه با جنگل دست کاشت صنوبر گردید. فعالیت ویژه آنزیم (فعالیت آنزیم در واحد کربن آلی خاک) در دهیدروژناز در شالیزار بیشتر از جنگل طبیعی بود که این نشان‌دهنده آن است که فعالیت این آنزیم مستقل از تغییرات کربن آلی خاک بوده و به رطوبت خاک وابسته است. در مقایسه با فعالیت آنزیم می‌توان نتیجه گرفت که پوشش دارتالاب بهتر از صنوبر فعالیت آنزیمی خاک را بهبود بخشید.

واژه‌های کلیدی: احیای جنگل تخریب شده، تغییر کاربری، فعالیت آنزیمی

مقدمه

تغییر کاربری در ایران مانند سایر نقاط جهان به ویژه در قرن اخیر موجب کاهش کیفیت خاک شده است (Golchin and Asgari; 2008). در گذشته نواحی جنگلی در ایران حدود ۳/۴ میلیون هکتار بوده که در اثر تغییر کاربری و کشت و کار این رقم به ۱/۹ میلیون هکتار کاهش یافته است (Amirnejad et al., 2006). امروزه قسمتی از جنگل‌های تخریب شده در ایران مجدداً جنگل کاری شده‌اند. اما تخریب اراضی جنگلی هنوز ادامه دارد درحالی‌که احیای آن‌ها به کندی صورت می‌پذیرد. تغییر کاربری و احیای مجدد این اراضی می‌تواند به صورت تغییر در ویژگی‌های بیوشیمیایی و میکروبی خاک منعکس گردد (An et al., 2008). به اهمیت مطالعه فعالیت آنزیم‌های خاک بارها و بارها در مقالات مختلف (Cardoso et al., 2013) اشاره گردیده است. عقیده بر این است که افزایش یا کاهش فعالیت آنزیم ها به‌طور جداگانه یا در کل می‌تواند به عنوان پارامتری برای تشخیص باروری خاک و فعالیت بیولوژیکی، شاخص آلودگی با فلزات سنگین یا مواد نفتی یا شاخص متاثر شدن از فعالیت‌های شهرنشینی استفاده گردد (Zebelina, 2014).

[*] * ایمیل نویسنده مسئول:Z.khanlari93@gmail.com

آنزیم اوره آز در هیدرولیز اوره به دی اکسیدکربن و آمونیاک و بالطبع در افزایش pH و کاهش نیتروژن خاک از طریق تبخیر آمونیوم مشارکت دارد (Martinez-Salgado et al., 2010). پژوهشگران نشان داده اند که فعالیت اوره آز به جمعیت میکروبی و ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک وابسته است. فعالیت اوره آز به شرایط شوری و سدیمی بالای خاک حساس است. این نشان می دهد که فعالیت اوره آز می تواند به عنوان شاخص کیفیت خاک استفاده شود (Zhang et al., 2014). آنزیم آریل سولفاتاز نقش حیاتی در تجزیه و معدنی شدن ماده آلی در خاک‌ها ایفا کرده و به نوع طرح مدیریتی خاک حساس می‌باشد. فعالیت آنزیم دهیدروژناز همبستگی مثبت و معنی‌داری با ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک (ماده‌آلی، کاتیون‌های تبادلی نظیر کلسیم، منیزیم، پتاسیم و درصد رطوبت خاک) که حاصل‌خیزی خاک با آن‌ها سنجیده می‌شود، دارد. بنابراین فعالیت دهیدروژناز یک شاخص کارآمد در ارزیابی کیفیت و سلامت خاک است. از آن‌جایی‌که دهیدروژناز در خارج از سلول میکروبی نمی‌تواند فعالیت کند، بنابراین فعالیت آن شاخص خوبی از کل فعالیت توده زنده میکروبی خاک می‌باشد (Dick, 1997). عموماً فعالیت‌های آنزیمی خاک می‌تواند به عنوان یک فعالیت مطلق (فعالیت در هر واحد از توده خاک خشک) و یا به صورت فعالیت ویژه (در هر واحد کربن آلی خاک) (Wang et al., 2012) بیان گردد. تعداد زیادی از نویسندگان ارتباط مثبت بین فعالیت مطلق آنزیمی خاک و محتوای مواد آلی را گزارش نموده اند(Wang et al., 2011). پیوند آنزیم با SOM نشان می‌دهد که آنزیم‌ها می‌توانند در مواد معدنی خاک قرار گیرند و از طریق تشکیل کمپلکس رس- هوموس- آنزیم ثابت شوند (Bastida et al., 2012).

مطالعات کمی روی تغییر کربن آلی و فعالیت آنزیمی در اراضی جنگل طبیعی تخریب شده و تغییر این پارامترها پس از احیای برخی از این اراضی تخریب شده به وسیله جنگل‌های دست کاشت انجام شده است. بنابراین هدف از این تحقیق ارتباط بین از دست رفتن ماده آلی و کاهش فعالیت آنزیمی بعد از تخریب اراضی جنگلی و مطالعه تغییر این ارتباط بعد از احیای برخی از اراضی تخریب شده در شمال ایران است.

مواد و روش‌ها

۱-توصیف منطقه مورد مطالعه

به منظور بررسی تاثیر تغییر کاربری زمین از جنگل طبیعی به شالیزار و احیای برخی از زمین‌های تخریب شده بر روی فعالیت تعدادی آنزیم، ایستگاه تحقیقاتی صنوبر در استان گیلان انتخاب شد. سعی گردید نمونه‌های خاک از مناطق مجاور یکدیگر با اقلیم، توپوگرافی، جهت و درجه شیب یکسان تهیه شود به‌طوری که تمام فاکتورهای خاک‌سازی به‌جز پوشش گیاهی برای همه کاربری‌های

انتخاب شده مشابه باشد. ایستگاه تحقیقات صنوبر صفرابسته در ۵ کیلومتری شمال غرب شهرستان آستانه اشرفیه در نزدیکی رودخانه سفیدرود با ا رتفاع ۱۵ متر بالاتر از سطح دریای خزر و ۱۰ متر پایین‌تر از سطح آب‌های آزاد (خلیج فارس) با موقعیت ´۵۷ °۴۹ تا ´۶۰ °۴۹ طول شرقی و´۱۹ °۳۷ تا ´۲۲ °۳۷ عرض شمالی واقع شده از نظر پستی بلندی فاقد هر گونه عارضه بوده و کاملاً مسطح می‌باشد. بر اساس آمار ایستگاه سینوپتیک هواشناسی شهرستان آستانه‌اشرفیه مقدار بارندگی ۱۱۸۶ میلی‌متر در سال و متوسط درجه حرارت سالانه ۱۷/۵درجه سانتی‌گراد است. منطقه مورد مطالعه دارای وسعت بیش از ۱۰ هکتار است. این منطقه شامل خاک-های بکر جنگلی (جنگل توسکا)، جنگل دست‌کاشت (شامل جنگل دست کاشت صنوبر و جنگل دست کاشت دارتالاب) و شالیزار مجاور آن‌ها، می‌باشد. گونه غالب در آن درختان جنگلی توسکا (بومی) (*Alnus serrulata*)، سفید پلت یا صنوبر (بومی) (*Populus caspica*) و دارتالاب (غیر بومی) (*Taxodium distichum*) می‌باشد حدود ۲۰تا ۳۰ سال قبل بعد از جنگل زدایی و قطع درختان که موجب تخریب جنگل طبیعی گردیده است. قسمتی از این اراضی جنگل زدایی شده زیر کشت برنج رفته و دائماً طی این مدت کشت شده و روز به روز خاک تخریب گشته است در حالیکه قسمت دیگری از منطقه جنگل زدایی شده مجدداً احیا گردیده و درختان دست کاشت در آن‌ها کشت شده است. عمده ویژگی‌های فیزکی و شیمیایی در کاربری‌های مختلف در جدول (۱) آمده است.

جدول ۱- عمده ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک‌های بکر (جنگلی)، جنگل‌های دست کاشت و شالیزار منطقه مورد مطالعه.

نوع کاربری	عمق (cm)	بافت خاک	میانگین وزنی قطر خاکدانه (mm)	پ.اچ	کربن آلی ($g\ kg^{-1}$)	نیتروژن کل
جنگل طبیعی						
	۰-۲۰	لوم سیلتی	۲/۵۶	۸/۴۷	۴۹/۵۴	۴/۶۵
	۲۰-۴۰	لوم سیلتی	۱/۵۰	۸/۴۲	۳۱/۷۱	۳/۱۱
جنگل دست کاشت صنوبر						
	۰-۲۰	لوم سیلتی	۱/۸۱	۷/۳۳	۳۶/۱۶	۳/۴۶
	۲۰-۴۰	لوم سیلتی	۱/۰۳	۷/۳۸	۲۲/۸۷	۲/۲۰
جنگل دست کاشت دارتالاب						
	۰-۲۰	لوم سیلتی	۱/۲۵	۸/۲۰	۴۰/۴۱	۳/۲۳
	۲۰-۴۰	لوم سیلتی	۰/۶۷	۸/۳۳	۲۲/۸۶	۲/۲۸
شالیزار						
	۰-۲۰	لوم سیلتی	۰/۶۵	۸/۲۰	۲۵/۰۳	۲/۵۳
	۲۰-۴۰	لوم سیلتی	۰/۳۸	۸/۴۰	۱۴/۴۰	۱/۴۸

۲- نمونه‌برداری و آماده سازی نمونه‌ها

به‌منظور نمونه‌برداری از خاک منطقه، هر کاربری به سه قسمت مختلف تقسیم و هر قسمت به‌عنوان یک تکرار در نظر گرفته شد و در هر قسمت اقدام به جمع‌آوری نمونه از اعماق ۲۰-۰ و ۴۰-۲۰ سانتی‌متری گردید. بعد از نمونه‌برداری، نمونه‌ها به آزمایشگاه منتقل در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد برای اندازه‌گیری فعالیت آنزیمی نگه‌داری شد.

۳- اندازه‌گیری فعالیت آنزیمی

فعالیت آنزیم اوره‌آز به روش (علی اصغرزاده، ۱۳۸۵)، فعالیت آنزیم آریل سولفاتاز (Strobl and Traunmulier, 2012) و فعالیت آنزیم دهیدروژناز (R.Ohlinger., 2012) تعیین شد. فعالیت ویژه آنزیمی (فعالیت آنزیم در واحد OC) (Wang et al., 2012) نیز محاسبه گردید.

۴- تجزیه و تحلیل آماری

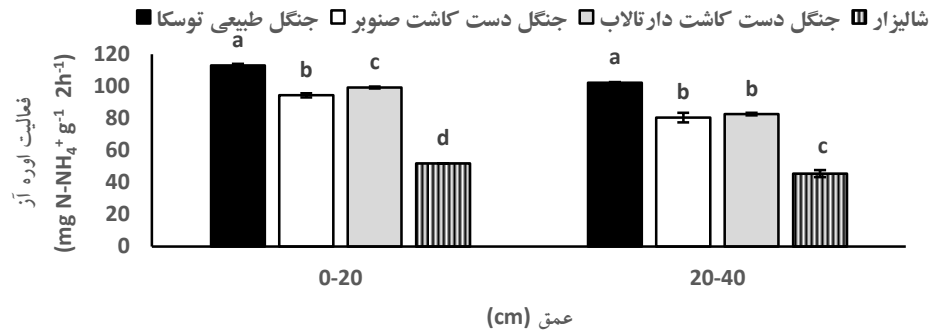
داده‌های این پژوهش به‌صورت یک آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی با سه تکرار مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. اطلاعات بدست آمده از آزمایش با کمک نرم افزار SAS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و جدول تجزیه واریانس تهیه شد. برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن استفاده گردید.

نتایج و بحث

۱- تاثیر کاربری اراضی و احیای برخی از این اراضی تخریب شده بر فعالیت آنزیمی خاک

بر اساس نتایج ما بیشترین مقدار فعالیت اوره‌آز در جنگل طبیعی ($۱۰۷/۵\ mg\ N\text{-}NH_4^+\ g^{-1}\ 2h^{-1}$) و کمترین مقدار در شالیزار ($۴۸/۷\ mg\ N\text{-}NH_4^+\ g^{-1}\ 2h^{-1}$) یافت شد (شکل ۱). کاهش از جنگل طبیعی به شالیزار ۵۴/۷ درصد بود که ۵۴/۱ درصد مربوط به لایه سطحی (۲۰-۰ سانتی‌متری) و ۵۵/۴ درصد مربوط به لایه زیر سطحی (۴۰-۲۰ سانتی‌متری) بود. احیای زمین‌های تخریب شده توسط جنگل‌های دست کاشت موجب جبران حدود ۷۱/۷ درصد و ۶۵/۷ درصد از این کاهش‌ها به ترتیب توسط جنگل دست کاشت دارتالاب و صنوبر گردید. مقدار این آنزیم در کاربری‌های مختلف به صورت زیر بود:

شالیزار < جنگل دست کاشت صنوبر< جنگل دست کاشت دارتالاب< جنگل طبیعی



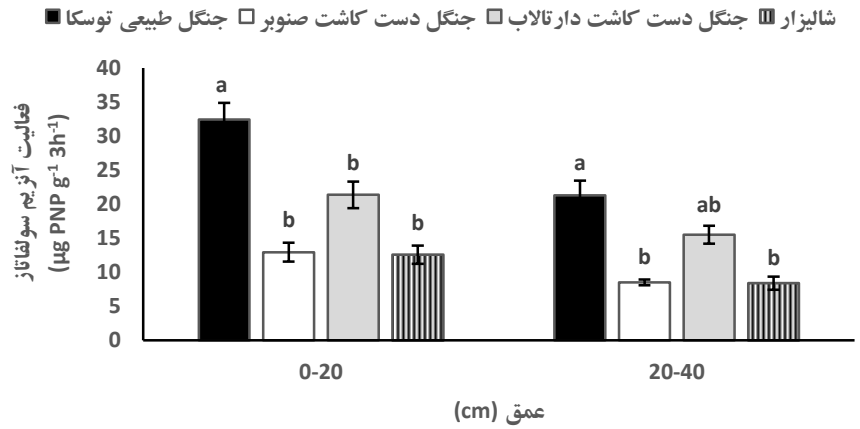
شکل ۱- فعالیت آنزیم اوره‌آز برای چهار کاربری در دو لایه (۲۰-۰ سانتی‌متری) و (۴۰-۲۰ سانتی‌متری)(n=3) ، حروف متفاوت در بالای ستون‌ها نشان-دهنده اختلاف معنی‌دار بین کاربری‌ها در سطح ۵ درصد است. خطوط عمودی مقادیر خطای استاندارد را نشان می‌دهند.

اوره‌آز یک آنزیم کلیدی در انتقال نیتروژن بوده و نقش مهمی در چرخه عناصر غذایی ایفا می‌کند. این آنزیم توسط گیاهان و میکروارگانیسم‌ها ترشح می‌گردد. رئیسی و همکاران (۲۰۱۵) در یک مطالعه روی فعالیت آنزیم اوره‌آز در جنگل و مناطق کشت شده بیان نمودند که فعالیت این آنزیم از جنگل به مناطق کشت شده کاهش یافت که این احتمالاً به دلیل کاهش ورود بقایا به خاک و تصاعد آمونیوم از کودهای نیتروژنه استفاده شده در این نواحی می‌باشد. در مطالعه ما با وجود مصرف کود اوره در شالیزار اوره‌آز از جنگل طبیعی به شالیزار کاهش یافت. دلیل این امر احتمالاً آبشویی کود اوره در شالیزار می‌باشد. زنگ و همکاران (۲۰۰۹) اعلام کردند که فعالیت آنزیم اوره‌آز به نوع استفاده از زمین و زمان نمونه برداری از خاک بستگی دارد و تحت تاثیر میزان رطوبت، کربن آلی، نیتروژن کل و فسفرقابل دسترس خاک قرار می‌گیرد.

فعالیت آنزیم آریل سولفاتاز در جنگل طبیعی بیشتر از سایر کاربری‌ها بود (شکل ۲) و از جنگل طبیعی به شالیزار به‌طور میانگین ۶۰ درصد کاهش یافت. حدود ۳۲ درصد از این کاهش توسط جنگل دست کاشت دارتالاب جبران شد، اما جبران توسط جنگل دست کاشت صنوبر بسیار کوچک بود. فعالیت آریل سولفاتاز از روند زیر تبعیت کرد:

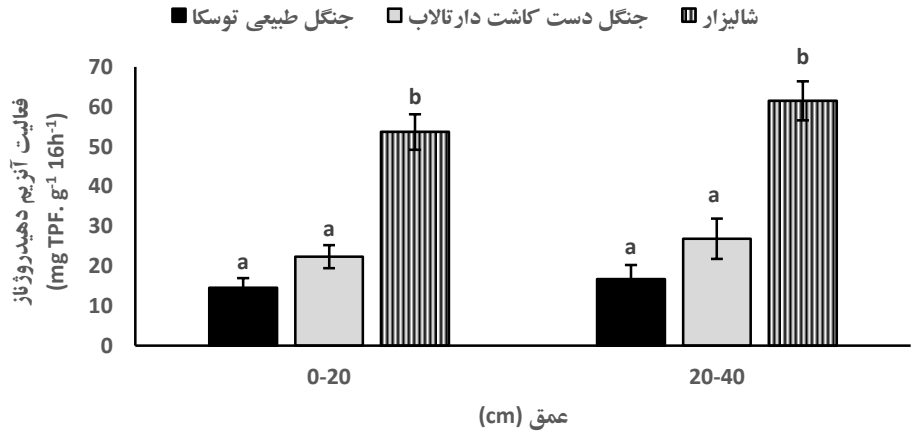
شالیزار < جنگل دست کاشت صنوبر< جنگل دست کاشت دارتالاب< جنگل طبیعی

آکوستا مارتینز و همکاران (۲۰۰۷) در مطالعه تاثیر کاربری اراضی و ویژگی‌های خاک بر فعالیت آنزیمی خاک، دریافتند که بیش‌ترین فعالیت آنزیم بتا-گلوکوزیداز در کاربری‌های مورد مطالعه، مربوط به مرتع و سپس جنگل و زراعت بود. فعالیت آنزیم فسفاتاز اسیدی و آریل سولفاتاز در کاربری‌های مرتع و جنگل با هم برابر و بیش‌تر از زراعت بود و به‌طور کلی فعالیت آنزیمی خاک بر اثر مدیریت کاربری کشاورزی، کاهش معنی‌داری یافت. عبدا.. نژاد اورنگ و همکاران (۱۳۹۲) با مطالعه آنزیم آریل سولفاتاز روی خاک - های جنگلی به نتایج مشابهی رسیدند.



شکل ۲- فعالیت آنزیم آریل سولفاتاز برای چهار کاربری در دو لایه (۲۰-۰ سانتی‌متری) و (۴۰-۲۰ سانتی‌متری)(n=3) ، حروف متفاوت در بالای ستون‌ها نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین کاربری‌ها در سطح ۵ درصد است. خطوط عمودی مقادیر خطای استاندارد را نشان می‌دهند.

فعالیت دهیدروژناز در شالیزار نسبت به اکوسیستم های جنگلی بالاتر بود (شکل ۳) .فعالیت آنزیم دهیدروژناز با افزایش عمق افزایش یافت، در حالی که روند متفاوتی برای آنزیم های دیگر دیده شد. در جنگل‌های دست کاشت تنها در دارتالاب به علت وجود رطوبت کافی آنزیم دهیدروژناز فعال بود و در جنگل صنوبر فعالیت این آنزیم متوقف شد. این نشان می دهد که در دسترس بودن اکسیژن و رطوبت بر فعالیت دهیدروژناز تاثیر می‌گذارد و با افزایش رطوبت خاک فعالیت آن افزایش می‌یابد. ریوچی و رانامو‌خاراچی (۲۰۰۸) در پژوهشی نمونه‌های خاک را از سه کاربری جنگل طبیعی، جنگل مصنوعی اقاقیا و خاک تخریب شده برداشت نمودند و برخی ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و فعالیت آنزیم دهیدروژناز را اندازه‌گیری کردند نتایج به‌دست آمده نشانگر وجود تفاوت بسیار جزیی در شاخص‌های نام برده شده بین کاربری جنگل طبیعی و جنگل مصنوعی اقاقیا و تفاوت معنی‌دار بین این دو کاربری و خاک تخریب یافته بود.



شکل۳- فعالیت آنزیم دهیدروژناز برای چهار کاربری در دو لایه (۲۰-۰ سانتی‌متری) و (۴۰-۲۰ سانتی‌متری)(n=3) ، حروف متفاوت در بالای ستون‌ها نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین کاربری‌ها در سطح ۵ درصد است. خطوط عمودی مقادیر خطای استاندارد را نشان می‌دهند.

یک همبستگی مثبت و معنی‌دار بین آنزیم اوره‌آز و آریل سولفاتاز با میانگین وزنی قطر خاکدانه و کربن آلی خاک وجود داشت در حالی‌که یک همبستگی منفی و معنی‌دار بین آنزیم دهیدروژناز با میانگین وزنی قطر خاکدانه، کربن آلی خاک و pH خاک دیده شد (جدول۲).

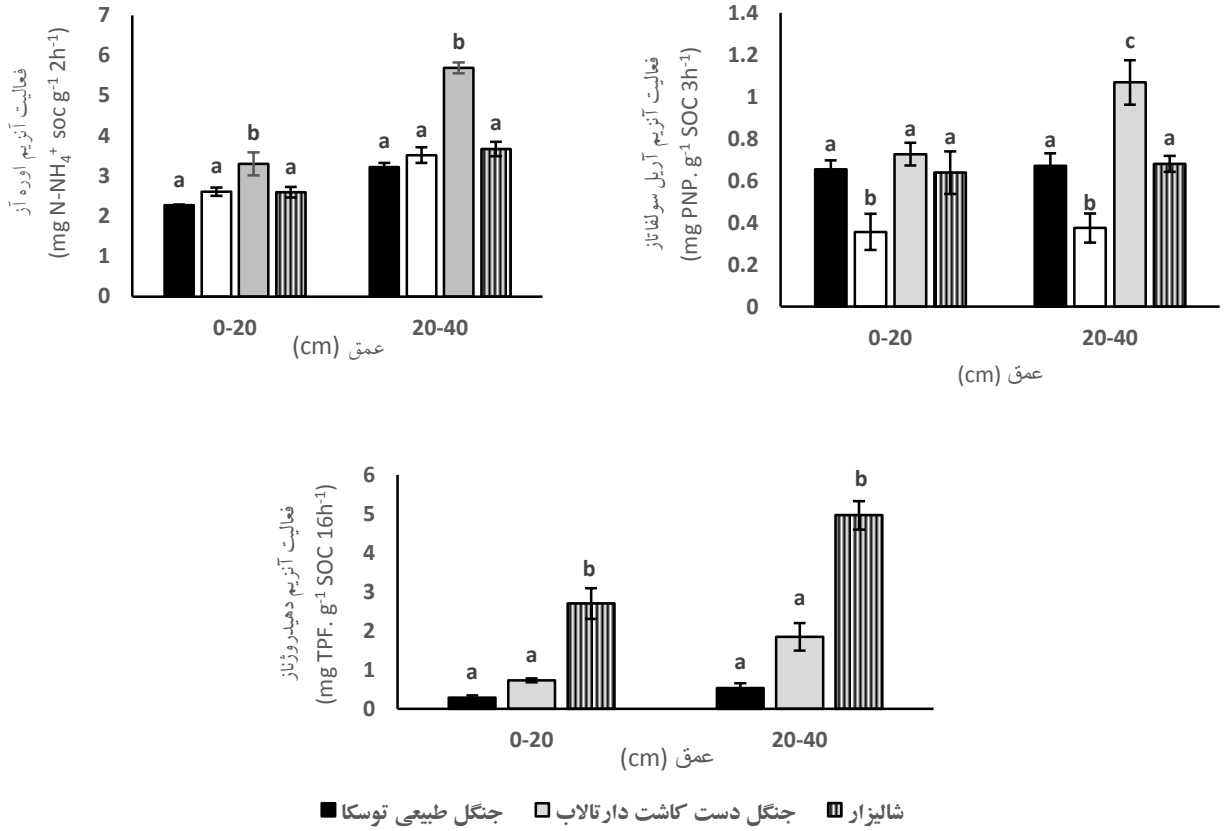
جدول ۲- ضریب همبستگی پیرسون (r) بین ویژگی‌های مختلف خاک و فعالیت آنزیمی در لایه ۲۰-۰ و ۴۰-۲۰ سانتی‌متری تحت کاربری‌های مختلف

	pH	MWD	SOC	Urease	Aryl	Dehydro	Urease/OC	Aryl/OC	Dehydro/OC
pH	۱/۰۰								
MWD	-۰/۰۹^{ns}	۱/۰۰							
SOC	۰/۰۴ ^{ns}	۰/۸۹***	۱/۰۰						
Urease	۰/۰۳ ^{ns}	۰/۸۲***	۰/۸۳***	۱/۰۰					
Aryl	۰/۳۷ ^{ns}	۰/۷۲***	۰/۷۷***	۰/۷۰***	۱/۰۰				
Dehydro	۰/۵۴**	-۰/۶۲**	-۰/۵۰*	-۰/۷۴***	-۰/۲۵ ^{ns}	۱/۰۰			
Urease/OC	۰/۱۳ ^{ns}	-۰/۵۷**	-۰/۵۴**	-۰/۱۷ ^{ns}	-۰/۲۵ ^{ns}	۰/۱۳ ^{ns}	۱/۰۰		
Aryl/OC	۰/۴۷*	-۰/۲۳ ^{ns}	-۰/۱۳ ^{ns}	-۰/۰۳ ^{ns}	۰/۴۲*	۰/۲۹ ^{ns}	۰/۶۰**	۱/۰۰	
Dehydro/OC	۰/۷۲***	-۰/۲۴ ^{ns}	-۰/۰۷ ^{ns}	۰/۴۳*	۰/۴۳*	۰/۴۷*	۰/۴۸*	۰/۹۳***	۱/۰۰

***، **، * و ^{ns} به ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال ۰/۱، ۱ و ۵ درصد و غیر معنی‌دار

۲- تاثیر کاربری بر فعالیت ویژه آنزیمی خاک (فعالیت آنزیم در واحد کربن آلی خاک)

تغییر در فعالیت آنزیمی در واحد کربن آلی خاک $\left(\frac{EA}{OC}\right)$ با تغییر کاربری در شکل (۴) نمایش داده شده است. در مورد آنزیم دهیدروژناز این نسبت با تغییر کاربری از جنگل بکر به شالیزار به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. این افزایش به‌طور میانگین چیزی حدود ۸۰ درصد بود. از جنگل بکر به شالیزار هم کربن آلی کاهش یافته (جدول ۱) و هم به دلیل وجود رطوبت فعالیت آنزیم دهیدروژناز افزایش یافته است (شکل ۳). این نسبت از جنگل بکر به دارتالاب هم افزایش یافت ولی افزایش معنی‌دار نبود. ولی در مورد سایر آنزیم‌ها تغییر قابل ملاحظه‌ای با تغییر کاربری از جنگل بکر به شالیزار مشاهده نگردید. فعالیت ویژه آنزیم اوره‌آز در هر دو لایه و آنزیم آریل سولفاتاز در لایه (۴۰-۲۰ سانتی‌متری) در دارتالاب از سایر کاربری‌ها بیشتر و با آن‌ها اختلاف معنی‌داری داشت. همچنین فعالیت ویژه آنزیم آریل سولفاتاز در جنگل دست کاشت صنوبر از سایر کاربری‌ها کمتر بود و با آن‌ها اختلاف معنی‌داری داشت. فعالیت آنزیمی در واحد کربن آلی خاک $\left(\frac{EA}{OC}\right)$ می‌تواند برای نشان دادن اختلاف در محتویات کربن آلی خاک و یا اختلاف در میزان آنزیم‌های ایموبیلیزه شده تحت کاربری‌های مختلف استفاده گردد. در حقیقت فعالیت ویژه آنزیم‌ها یک روش جدید برای اتصال فعالیت آنزیمی به کربن آلی خاک است و نشان دهنده این است که فعالیت آنزیمی به ویژگی دیگری از خاک به غیر از کربن آلی خاک بستگی دارد. یعنی تغییر در فعالیت آنزیمی می‌تواند مستقل از تغییر در ماده‌آلی خاک رخ دهد. در برخی موارد به علت شکسته شدن خاکدانه‌ها پس از کشت و آزاد شدن آنزیم‌های به تله افتاده در بین خاکدانه‌ها این نسبت افزایش یافته است. این می‌تواند با همبستگی منفی و معنی‌دار بین نسبت $\left(\frac{Urease}{OC}\right)$ با میانگین وزنی قطر خاکدانه پشتیبانی می‌شود $(r = -0.57, P \leq 0.01)$ (جدول ۲). همچنین افزایش این نسبت می‌تواند به علت از بین رفتن سریع موادآلی ناپایدار در اثر شخم و کشت و کار باشد (Trasar-Cepeda et al., 2008). تراسر-سیپدا و همکاران (۲۰۰۸) پیشنهاد کردند که غنی شدن آنزیمی در خاک‌های کشت شده ممکن است در نتیجه این حقیقت باشد که در اثر کشت و کار موادآلی ناپایدار در اثر تنفس از بین رفته و جزء هومیکی که مستحکم هستند باقی می‌مانند. جزء هومیکی حاوی آنزیم‌های خارج سلولی پیوند شده با مواد هومیکی به صورت کلوئیدهای رس- هوموس-آنزیم بوده که باعث افزایش نسبی فعالیت آنزیم می‌گردد.



شکل ۴- فعالیت ویژه آنزیم (فعالیت آنزیم در واحد کربن آلی خاک) برای چهار کاربری در دو لایه (۲۰-۰ سانتی‌متری) و (۴۰-۲۰ سانتی‌متری)(n=3)، حروف متفاوت در بالای ستون‌ها نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین کاربری‌ها در سطح ۵ درصد است. خطوط عمودی مقادیر خطای استاندارد را نشان می‌دهند.

در جنگل دست کاشت دارتالاب این نسبت در همه آنزیم‌ها به استثنای آنزیم دهیدروژناز بیشتر از جنگل طبیعی بود. دارتالاب جز سوزنی برگان است که نسبت $\frac{C}{N}$ در آن بالا بوده و موادآلی محکم در آن وجود دارد. که آنزیم‌ها به این مواد متصل شده و آن‌ها هم به نوبه خود به کلوئیدهای خاک وصل می‌شوند و کمپلکس رس-هوموس-آنزیم به وجود می‌آید. این امر موجب نگه‌داری آنزیم و افزایش نسبی فعالیت آنزیم می‌گردد. همچنین با تخریب خاکدانه آنزیم داخل آن‌ها آزاد می‌گردد.

نتیجه‌گیری

تغییر کاربری از جنگل بکر به شالیزار تاثیر نامطلوب روی شاخص‌های کیفیت خاک داشت. در اثر عملیات خاک ورزی تهویه خاک افزایش می یابد که آن موجب افزایش سرعت تجزیه بقایا و کاهش ذخیره عناصر غذایی و تبع آن کاهش جمعیت میکروبی می-گردد. بنابراین فعالیت آنزیم اوره‌آز و آریل سولفاتاز در شالیزار کمتر از جنگل طبیعی بود. احیای اراضی تخریب شده به‌وسیله جنگل-های دست کاشت موجب بهبود برخی از فعالیت آنزیمی خاک شد. جنگل دست کاشت دارتالاب باعث بهبود بیشتر فعالیت آنزیم‌ها در

اراضی تخریب شده در مقایسه با صنوبر گردید. امروزه تبدیل جنگل طبیعی به شالیزار در شمال ایران با کاهش شدید فعالیت آنزیمی خاک همراه بودهکه نهایتاً موجب تخریب خاک گردیده است. با احیای این اراضی به‌وسیله جنگل‌های دست کاشت می‌توان کاهش فعالیت آنزیمی خاک را تعدیل کرده و شرایط را به شرایط طبیعی نزدیک نمود.

منابع

عبدا.. نژاد اورنگ، ر، دلاور،م.ا، موسوی کوپر، ع و بهشتی آل آقا، ع. ۱۳۹۲. تاثیر نوع پوشش جنگلی بر ویژگی‌های کیفی خاک (مطالعه موردی، ایستگاه تحقیقات صنوبر صفرابسته)، پایان نامه کارشناسی ارشد خاک‌شناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان.

علی اصغر زاده، ن. ۱۳۸۵. روش‌های آزمایشگاهی در بیولوژی خاک. انتشارات دانشگاه تبریز. تعداد صفحات ۵۴۰.

Acosta-Martinez, V., Cruz, L., Sotomayor-Ramirez, D and Perez-Alegria, L. 2007. Enzyme activities as affected by soil properties and land use min a tropical watershed. Applied Soil Ecology. 35: 35-45.

Amirnejad, H., Khalilian, S., Assareh, M.H and Ahmadian, M. 2006. Estimating the existence value of north forests of Iran by using a contingent valuation method. Ecology Economy. 58: 665-675.

An, S., Zheng, F., Zhang, F., Van Peltc, S., Hamer, U and Makeschin, F. 2008. Soil quality degradation processes a deforestation choronosequence in the Zimulingarea, China. Catena. 75: 248-256.

Bastida, F., Jindo, K., Moreno, L.J., Hernandez, T and Garcia, C. 2012. Effects of organic amendments on soil carbon fractions, enzyme activity and humus-enzyme complexes under semi-arid conditions. European Journal of Soil Science. 53: 94-102.

Cardoso, E.J.B.N., Vasconcellos, R.L.F., Bini, Miyauchi, M.Y.H., dos Santos, C.A., Alves, P.R.L., de Paula, A.M., Nakatani, A.S., Pereira, J.M. and Nogueira, M.A. 2013. Soil health: looking for suitable indicators. What should be considered to assess the effects of use and management on soil health? Scientia Agricola. 70: 274–289.

Dick, R.P. 1997. Soil enzyme activities as integrative indicators of soil health. In: Pankhurst, C.E., Doube, B.M., Gupta, V.V.S.R. (Eds.), Biological Indicators of Soil Health. CAB International, Wallingford, CT, pp. 121–156.

Golchin, A and Asgari, H. 2008. Land use effects on soil quality indicators in northeastern Iran. Soil Research. 49: 27-36.

Martinez-Salgado, M.M., Gutierrez-Romero, V., Jannsens, M. and Ortega-Blu, R. 2010. Biological soil quality indicators: a review. P. 319-328. In: Mendez-Vilas, A. (ed.) Current Research, Technology and Education Topics in Applied Microbiology and Microbial Biotechnology. Formatex Research Center.

Ohlinger, R. 2012. Enzymes involved in intracellular metabolism. 5.2. Dehydrogenase activity with the substrate TTC. Pp. 241-243. Schinner, F., Ohlinger, R., Kandeler. And Margesin, R. (Eds). Methods in soil biology. Part, 14. Springer. P. 437.

Raiesi, F and Beheshti, A. 2015. Microbiological indicators of soil quality and degradation following conversion of native forests to continuous croplands. Ecological Indicators. 50: 173-185.

Ryoichi, D and Ranamukhaarachchi, S.L. 2008. Soil dehydrogenase in a land degradation-rehabilitation gradient: observations from a savanna site with a wet/dry seasonal cycle. Revista de Biol. Trop. 57: 1-2. 223-234.

Strobl, W. and Traunmuller, M. 2012. Enzymes involved in sulfur metabolism. 14.1. Arylsulfatase activity. Pp. 230-232. Schinner, F., Ohlinger, R., Kandeler. And Margesin, R. (Eds). Methods in soil biology. Part, 14. Springer. P. 437.

rasar-Cepeda, C., Leiros, M.C and Gil-Stores, F. 2008. Hydrolytic enzyme activities in agricultural and forest soils. Some implications for their use as indicators of soil quality. Soil Biology and Biochemistry. 40: 2146–2155.

Wang, B., Liu, G.B., Xue, S and Zhu, B. 2011. Changes in soil physico-chemical and microbiological properties during natural succession on abandoned farmlands in the Loess Plateau. Environmental Earth Sciences. 62: 915–925.

Wang, B., Xue, S., Liu, G.B., Zhang, G.H., Li, G and Ren, Z.P. 2012. Changes in soil nutrient and enzyme activities under different vegetation in the Loess Plateau area, Northwest China. Catena. 92: 186–195.

Zabelina, O.N. 2014. Enzymatic activity of soils in natural recreational landscapes of urban territories. Sovrem. Probl. Nauki Obraz. No. 2.

Zhang, H.S., Zai, X.M., Wu, X.H., Qin, P. and Zhang, W.M. 2014. An ecological technology of coastal saline soil amelioration. Ecological Engineering. 67: 80–88.

oil Quality and Sustainable Soil Management

The impacts of land use change and forest restoration on activity of some enzymes in soil

***Z. Varasteh Khanlari[1], A. Golchin[2], S.A. Musavi Kupar[3], P. Alamdari[4] and M. Seidforosh Lahiji**

[1]Ph.D. student. Dept. of soil science. University of zanjan, [2]Professor, Dept. of soil science. University of zanjan, [3]Research Assistant prof, Research center of Agriculture and Natural, Resources of Gilan province, (AREEC), Rasht, [4]Assistant, Dept. of soil science. University of zanjan and [5] Research expert Safrabasteh station, Astaneashrafieh, Gilan.

Abstract

Agricultural activities, especially rice cultivation, are responsible for the degradation of forest and grassland soils in northern Iran. This study examined the effects of land use change (Converting natural forest to rice field) and forest restoration on enzyme activates in this area. Soil samples were taken from four land use (natural forest, intact forests and paddy rice field) at two depths (0-20 and 20-40cm) near Astaneh Ashrafiyeh, Gillan provice. The main vegetation covers of hand planted forests were *Populus caspica* and *Taxodium distichum*, while the natural forest was under *Alnus serrulata* cover. Results showed that the activities of Urease (2.2 fold) and Arylsulfatase (2.6 times) in the natural forest were more than rice field. However, the activities of Dehydrogenase showed the opposite trend and were higher in the paddy soil than in the soil under natural forest. Dehydrogenase activity was affected by available oxygen and moisture and increased with increasing moisture content. Taxodium vegetation was more effective than the other vegetation covers in improve, enzyme activities. The specific activity of the enzyme (enzyme activity in the organic carbon unit of the soil) was higher in deydrogenase than in the rice field. Indicating that the activity of this enzyme was independent of organic carbon soil and depend on moisture soil. By comparing enzyme activities of soil under natural forest, it is concluded that Taxodium plantation can improve the quality attributes of soils of degraded forests better than the populus.

Keywords: Forest restoration, Enzyme activity, Land use change

* Corresponding author, Email: Z.khanlari93@gmail.com