# تغییر ویژگی‌های زیستی، شیمیایی و حاصلخیزی خاک در نتیجه تغییر کاربری (مطالعه موردی: منطقه مختار یاسوج)

فاطمه مهماندوست[۱]، حمیدرضا اولیایی[۱*]، ابراهیم ادهمی[۱] و رضا نقی‌ها[۲]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۸/۳۰ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۱/۱۷)

**چکیده**

**تغییر کاربری اراضی از قبیل تغییر جنگل به اراضی زیر کشت به‌طور معمول اثرات مخربی بر شاخص‌های کیفی خاک دارد. این مطالعه به‌منظور بررسی اثرات تغییر کاربری بر ویژگی‌های زیستی، شیمیایی و حاصلخیزی خاک در منطقه مختار شهر یاسوج صورت گرفت. پنج نمونه خاک (۳۰-۰ سانتی‌متر)، از سه کاربری جنگل متراکم، جنگل تخریب‌شده و زراعت دیم برداشت و ویژگی‌های بالا در قالب طرح کاملاً تصادفی اندازه‌گیری شدند. نتایج نشان داد که در پی تغییر کاربری اراضی جنگلی به دیم، مقادیر هدایت الکتریکی (۵۶ درصد)، ماده آلی (۶۷ درصد)، نیتروژن کل (۷۱ درصد)، فسفر (۲۰ درصد)، پتاسیم قابل دسترس (۴۸ درصد)، تنفس پایه (۴۲ درصد)، تنفس برانگیخته (۶۳ درصد)، جمعیت قارچ (۲۳ درصد)، آنزیم‌های اسید فسفاتاز (۵۹ درصد) و آلکالین فسفاتاز (۷۹ درصد) کاهش یافتند. درحالی که جمعیت باکتری (۲۰ درصد) و pH (۵ درصد) در کاربری زراعی نسبت به جنگل متراکم افزایش یافت و مقدار فسفر قابل جذب تفاوت معنی‌داری را نشان نداد. نتایج نشان داد که در پی تغییر کاربری ماده آلی خاک و ویژگی‌های مرتبط با آن به‌میزان بیشتری تحت تأثیر قرار گرفتند. بنابراین به‌منظور نگهداشت کیفیت خاک، عملیات مدیریتی مناسب از جمله اجتناب از قطع درختان در اراضی شیبدار، چرای بی‌رویه در مراتع و افزودن مواد آلی به خاک در کاربری دیم توصیه می‌شود.**

**واژه‌های کلیدی: آنزیم‌های خاک، تنفس خاک، عناصر خاک، کیفیت خاک**

۱. گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه یاسوج، ایران
۲. گروه علوم دام، دانشکده کشاورزی، دانشگاه یاسوج، ایران
*: مسئول مکاتبات: owliaie@gmail.com



www.SID.ir

Archive of SID

**مقدمه**

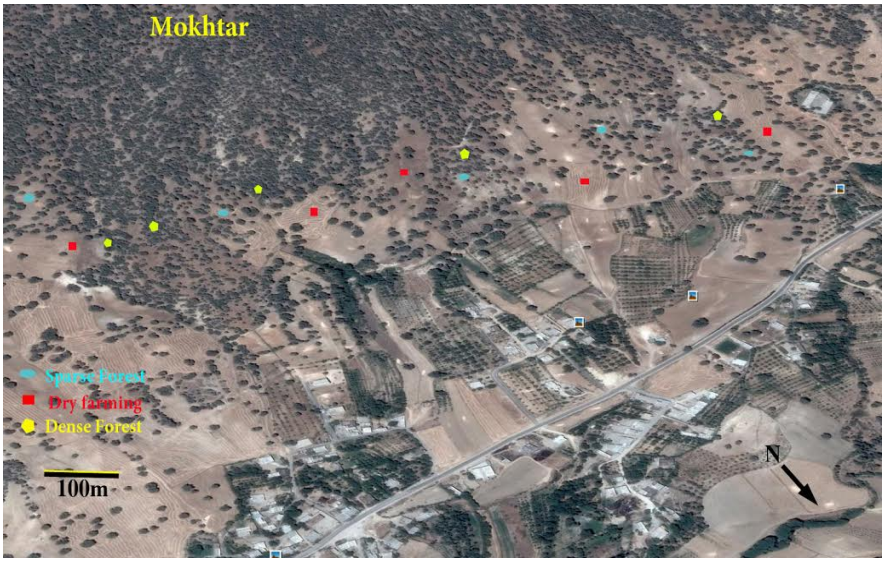
از جمله بی‌توجهی‌های زیست‌محیطی در بسیاری از جوامع، تغییر کاربری اراضی و اثر آن بر خاک است. به‌دلیل رشد سریع جمعیت، مناطق وسیعی از جنگل‌ها تخریب و به زمین‌های زراعی تبدیل شده است. بهره‌برداری‌های مدیریت نشده از زیست‌بوم‌های طبیعی، انسان قرن حاضر را وادار به درک عمیق‌تر از روابط اجزا و شاخص‌های ظرفیت زیست‌بوم‌ها در مقابله با اختلالات زیست‌محیطی کرده است (۵). تغییر کاربری زمین موجب تغییر در پوشش‌گیاهی، هیدرولوژی و نیز بسیاری از ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و زیستی خاک می‌شود که بسته به شرایط محیطی و اقلیمی، ممکن است آثاری مثبت و یا منفی بر کیفیت خاک داشته باشد. الگوهای کاربری اراضی علاوه بر تأثیر بر مقدار و کیفیت عناصر غذایی خاک، بر زیست‌توده (بیومس) و تنفس میکروبی خاک نیز تأثیر می‌گذارد (۲۲). تعیین اثرات کاربری بر خاک، از طریق مطالعه و ارزیابی شاخص‌های کیفیت خاک امکان‌پذیر است. این اثرات می‌تواند محدوده وسیعی از تغییر ویژگی‌های خاک شامل ویژگی‌های فیزیکی نظیر فشردگی، کاهش آبگذری خاک‌ها، تخریب ساختمان و بافت خاک، ویژگی‌های شیمیایی نظیر انباشتگی برخی عناصر نظیر فسفر و کاهش برخی دیگر مانند پتاسیم، آبشویی برخی دیگر نظیر نیترات، تجمع املاح و شور شدن خاک‌ها و ویژگی‌های زیستی خاک نظیر کاهش جمعیت میکروبی خاک، کاهش فعالیت جانداران خاک، کاهش ماده آلی خاک و آنزیم‌های مفید خاک باشد.

عمادی و همکاران (۶) در مطالعه خود با عنوان اثر تغییر کاربری بر ویژگی‌های خاک در ارتفاعات شمال ایران اظهار کردند که کشاورزی و تغییر کاربری به میزان معنی‌داری از کربن آلی، ماده آلی، ازت کل و فسفر موجود در خاک می‌کاهد. فو و همکاران (۸) بیان کردند که تغییر کاربری اکوسیستم‌های جنگلی در منطقه ایدر در چین سبب کاهش مواد آلی، نیتروژن کل، فسفر و پتاسیم قابل دسترس شده است، درحالی که تغییر کاربری از زراعت به جنگل در طی حدود ۲۰ سال منجر به افزایش مواد آلی (۲۱ درصد)، نیتروژن کل (۱۸ درصد)، نیتروژن قابل دسترس (۶۵ درصد)، فسفر قابل دسترس (۱۷ درصد) و پتاسیم قابل دسترس (۱۷ درصد) شد. تغییر کاربری اراضی و عملیات کشاورزی در اراضی بکر، باعث کاهش ورود بقایای گیاهی تازه به خاک می‌شود، این بقایا شامل مقادیر قابل توجهی از ترکیباتی هستند که به‌راحتی تجزیه می‌شوند.

پژوهش‌های مختلفی روی اثرات مدیریت کشاورزی بر فعالیت میکروبی خاک انجام شده است، اما در مورد تأثیر عوامل مدیریتی همچون تغییر کاربری در اکوسیستم‌های جنگلی پژوهش‌های کمتری صورت گرفته است. فعالیت‌های آنزیمی ریزموجودات خاک و ارتباط این فعالیت با ویژگی‌های خاک دارای اهمیت ویژه‌ای است. فعالیت آنزیمی به‌عنوان یکی از شاخص‌های مهم و حساس کیفیت خاک گزارش شده است، زیرا آزاد شدن مواد غذایی برای رشد گیاهان و میکروب‌ها را کنترل می‌کنند (۲۷). بنابراین مهم‌ترین دلایل استفاده از فعالیت‌های آنزیمی به‌عنوان شاخص کیفیت خاک، ارتباط تنگاتنگ این شاخص میکروبی با شاخص‌های کیفی خاک در مقایسه با دیگر ویژگی‌ها است (۲۳). آنزیم‌های اسید فسفاتاز و آلکالین فسفاتاز به‌عنوان شاخص و کاتالیزور در چرخه‌های بیوشیمیایی و غذایی در خاک عمل کرده و به‌ترتیب توسط ریشه گیاهان و ریزموجودات خاک تولید می‌شوند (۷). تنفس برانگیخته (ناشی از سوبسترا) شاخص بسیار مهمی از جمعیت فعال میکروبی خاک است. تنفس برانگیخته که میزان کربن معدنی متصاعد شده از تنفس میکروبی پس از اضافه کردن سوبسترای با تجزیه آسان مانند گلوکز است، می‌تواند نشان‌دهنده میزان جمعیت فعال میکروبی و گاهی میزان فراهمی زیستی کربن برای هتروتروف‌ها باشد (۲۶). بهشتی و همکاران (۳) اظهار کردند که میزان تنفس برانگیخته بر اثر تغییر کاربری از مرتع به زراعی ۱۳ تا ۳۷ درصد کاهش یافته است و خاک‌های بکر مرتعی نسبت به زوج کشت شده خود، دارای تنفس میکروبی و تنفس برانگیخته بیشتری در لایه سطحی بودند.


www.SID.ir

Archive of SID




**شکل ۱. موقعیت سه کاربری مورد مطالعه در منطقه مختار (زرد: جنگل متراکم، آبی: جنگل تخریب‌شده و قرمز: زراعت دیم)**

منطقه یاسوج در طی چند دهه گذشته از یک منطقه نسبتاً بکر به منطقه‌ای شهری تبدیل شده است. رشد جمعیت، کمبود اراضی قابل کشت مناسب به‌دلیل کوهستانی و تپه ماهوری بودن منطقه، قطع درختان و تغییر کاربری جنگل‌های در طی این دوره از مهم‌ترین عوامل مؤثر در تخریب خاک در این منطقه بوده است. این تغییرات بر خاک و ویژگی‌های مختلف آن اثراتی داشته است. بنابراین پژوهش حاضر به‌منظور بررسی تأثیر تغییر کاربری جنگلی و اثرات ناشی از تخریب آن بر برخی از شاخص‌های فیزیکی، شیمیایی و زیستی در منطقه مختار یاسوج درقالب یک مطالعه موردی انجام گرفته است.

## مواد و روش‌ها

منطقه مختار در هفت کیلومتری غرب تا شمال غرب شهر یاسوج مرکز استان کهگیلویه و بویراحمد و در حد فاصل مختصات جغرافیایی "۳۰°۴۰'۰۹ تا "۳۰°۴۲'۵۶ عرض شمالی و "۵۱°۲۷'۱۴ تا"۵۱°۳۰'۲۹ طول شرقی واقع شده است. ارتفاع میانگین منطقه ۱۸۲۲ متر از سطح دریا است. وسعت تقریبی منطقه مورد مطالعه شامل هر سه کاربری حدود ۱۰۰ هکتار است که کاربری‌های جنگل متراکم، تخریب‌شده و دیم به‌ترتیب حدود ۴۰، ۳۰ و ۳۰ درصد را به خود اختصاص می‌دهند. میانگین بارش و دمای سالیانه منطقه به‌ترتیب ۸۰۰ میلی‌متر و ۱۴ درجه سانتی‌گراد است. رژیم رطوبتی و حرارتی خاک منطقه به‌ترتیب زریک و ترمیک هستند. بخش‌های نسبتاً وسیعی از دامنه‌های منطقه مختار طی چند دهه گذشته با قطع درختان از کاربری جنگل به کاربری زراعی (عمدتاً دیم) تغییر کرده‌اند. توپوگرافی منطقه عمدتاً دامنه تپه‌هایی با شیب میانگین دو تا سه درصد است. از هر کاربری پنج نمونه به‌صورت تصادفی از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری برداشت شدند. نمونه‌ها در هر کاربری روی مواد مادری یکسان (آهک آسماری) و تقریباً در یک خط ارتفاعی برداشت تا اثر عواملی چون پستی و بلندی و جنس مواد مادری به حداقل برسد (شکل ۱). رده‌بندی خاک منطقه مورد مطالعه در همه کاربری‌ها Typic Xerorthents است. نمونه‌های خاک پس از هوا خشک شدن و عبور از الک دو میلی‌متری به آزمایشگاه انتقال یافتند. نمونه‌های مرتبط با آزمایش‌های زیستی در دمای چهار درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند.

### تجزیه‌های فیزیکی، شیمیایی و زیستی

قابلیت هدایت‌الکتریکی خاک در عصاره گل اشباع توسط دستگاه هدایت‌سنج الکتریکی،پ‌هاش توسط دستگاه پ‌هاش‌متر


www.SID.ir

Archive of SID



**جدول ۱. برخی از شاخص‌های آماری ویژگی‌های خاک مطالعه شده در سه کاربری**

| شاخص | واحد | جنگل متراکم | | | جنگل تخریب‌شده | | | زراعت دیم | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | کمینه | بیشینه | میانگین | کمینه | بیشینه | میانگین | کمینه | بیشینه | میانگین |
| ماده آلی | (%) | ۵/۶۸ | ۶/۴۱ | ۵/۹۰ | ۳/۱۱ | ۳/۸۸ | ۳/۵۷ | ۱/۲۸ | ۱/۸۹ | ۱/۵۷ |
| پ‌هاش | - | ۷/۴۹ | ۷/۸۷ | ۷/۶۳ | ۷/۷۶ | ۸/۱۴ | ۷/۹۸ | ۷/۹۲ | ۸/۲۶ | ۸/۱۵ |
| هدایت الکتریکی | ($dS\ m^{-1}$) | ۰/۷۵۲ | ۰/۸۶۲ | ۰/۸۳۵ | ۰/۴۳۷ | ۰/۵۲۱ | ۰/۴۷۳ | ۰/۳۲۳ | ۰/۴۰۲ | ۰/۳۶۳ |
| فسفر (اولسن) | ($mg\ kg^{-1}$) | ۱۹/۷ | ۲۹/۸ | ۲۲/۴ | ۱۷/۸ | ۲۱/۱ | ۱۹/۵ | ۱۶/۶ | ۱۸/۸ | ۱۷/۹ |
| پتاسیم (تبادلی) | ($mg\ kg^{-1}$) | ۵۶۷ | ۶۹۰ | ۶۲۳ | ۳۳۶ | ۳۷۵ | ۳۵۳ | ۳۰۰ | ۳۴۵ | ۳۲۷ |
| نیتروژن کل | (%) | ۰/۴۴۴ | ۰/۵۳۱ | ۰/۴۹۵ | ۰/۱۹۲ | ۰/۲۴۴ | ۰/۲۲۸ | ۰/۱۲۵ | ۰/۱۶۳ | ۰/۱۴۵ |
| تنفس پایه | ($mgCO_2/kg/day$) | ۱۰۲/۳ | ۱۲۷/۷ | ۱۱۶/۰ | ۵۹/۱ | ۷۸/۵ | ۶۷/۳ | ۵۸/۴ | ۷۵/۲ | ۶۷/۲ |
| تنفس برانگیخته | ($mgCO_2/kg/day$) | ۱۹۰/۱ | ۲۳۳/۲ | ۲۱۶/۰ | ۱۵۱/۷ | ۱۸۰/۰ | ۱۶۸/۰ | ۶۹/۵ | ۹۱/۴ | ۸۱/۱ |
| جمعیت باکتری | (CFU/gr) | ۴/۲۳ | ۵/۱۲ | ۴/۷۵ | ۳/۹۶ | ۴/۶۸ | ۴/۳۲ | ۵/۳۷ | ۶/۰۲ | ۵/۷۲ |
| جمعیت قارچ | (CFU/gr) | ۴/۲۱ | ۴/۸۵ | ۴/۵۶ | ۳/۳۰ | ۳/۸۴ | ۳/۵۱ | ۳/۰۷ | ۳/۸۲ | ۳/۴۹ |
| اسید فسفاتاز | (µgPNP/g/h) | ۴۹۳ | ۵۶۶ | ۵۳۵ | ۳۲۱ | ۳۶۹ | ۳۵۴ | ۲۰۷ | ۲۴۰ | ۲۲۱ |
| آلکالین فسفاتاز | (µgPNP/g/h) | ۶۲۱ | ۷۳۰ | ۶۹۰ | ۳۵۲ | ۴۲۸ | ۳۹۳ | ۱۳۶ | ۱۷۱ | ۱۴۲ |

شیشه‌ای در گل اشباع، اندازه‌گیری کربن آلی به روش سوزاندن تر که در آن مواد آلی خاک توسط بی‌کرومات پتاسیم در مجاورت اسید سولفوریک غلیظ اکسید شده و باقی‌مانده بی‌کرومات پتاسیم با فروآمونیوم سولفات تیتر شد. پتاسیم قابل دسترس به روش عصاره‌گیری با استات آمونیوم یک نرمال در پ‌هاش هفت اندازه‌گیری شد (۲۱). فسفر قابل جذب به روش رنگ‌سنجی آبی مولیبدات اندازه‌گیری شد (۱۹).

تنفس میکروبی پایه نیز با استفاده از ظروف سربسته و به روش تیتراسیون برگشتی با سود باقی‌مانده اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری تنفس برانگیخته مقدار دو میلی‌لیتر از گلوگز یک درصد به‌عنوان سوبسترا به نمونه‌های خاک در ظرف یک لیتری اضافه شد و داخل انکوباتور در دمای ۱±۳۰ درجه سانتی‌گراد به مدت شش ساعت نگهداری و سپس طبق روشی که برای تنفس پایه خاک قید شد عمل تیتراسیون انجام و مقدار تنفس برانگیخته محاسبه شد (۱). شمارش جمعیت باکتری خاک به‌کمک محیط کشت Nutrient Agar و تهیه رقت‌های سریالی بر پایه ۱۰ و شمارش به‌کمک دستگاه شمارنده پرگنه انجام شد (۲۸). شمارش جمعیت قارچ خاک نیز به‌کمک محیط کشت Potato Dextrose Agar و تهیه رقت‌های پی‌درپی بر پایه ۱۰ و شمارش به‌کمک دستگاه شمارنده کولونی (۲۸) صورت گرفت. برای اندازه‌گیری فعالیت دو آنزیم آلکالین و اسید فسفاتاز از روش ارائه شده توسط طباطبایی (۲۳) که بر اساس رنگ‌سنجی پارانیتروفنل آزاد شده است، استفاده شد. این روش برای اندازه‌گیری فعالیت آنزیم فسفاتاز در خاک ارائه شده است و شامل تخمین کالری‌متریک (رنگ‌سنجی) پارانیتروفنل آزاد شده به‌وسیله فسفاتاز طی فرایند انکوباسیون با محلول بافر (pH = ۶/۵ برای اسید فسفاتاز و pH = ۱۱ برای آلکالین فسفاتاز)، سدیم پارانیتروفنیل فسفات و تولوئن است. برای بررسی آماری داده‌ها از نرم افزار MSTATC و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون دانکن استفاده شد.

## نتایج و بحث

### تأثیر تغییر کاربری بر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک

جدول (۱) برخی شاخص‌های آماری ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی، حاصلخیزی و زیستی مطالعه شده در خاک‌های سه کاربری را نشان می‌دهد.



www.SID.ir

Archive of SID

**جدول ۲. نتایج تجزیه واریانس برخی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی خاک سه کاربری**

| | منابع تغییر | مجموع مربعات | درجه آزادی | میانگین مربعات | f | Sig |
|---|---|---|---|---|---|---|
| مواد آلی | کاربری | ۱۳۳ | ۲ | ۶۶/۷ | ۸/۴۱ | ۰/۰۰۰** |
| | خطا | ۱۹/۱ | ۱۲ | ۱/۵۹ | | |
| | کل | ۱۵۲ | ۱۴ | | | |
| واکنش خاک | کاربری | ۰/۴۹۸ | ۲ | ۰/۲۴۹ | ۲۰/۶ | ۰/۰۰۰** |
| | خطا | ۰/۱۴۵ | ۱۲ | ۰/۰۱۲ | | |
| | کل | ۰/۶۴۲ | ۱۴ | | | |
| هدایت الکتریکی | کاربری | ۰/۰۱۵ | ۲ | ۰/۰۰۸ | ۴۵/۵ | ۰/۰۰۰** |
| | خطا | ۰/۰۰۲ | ۱۲ | ۰/۰۰۰ | | |
| | کل | ۰/۰۱۸ | ۱۴ | | | |

* و ** معنی‌دار در سطوح پنج و یک درصد،ns بدون رابطه معنی‌دار

**جدول ۳. نتایج مقایسه میانگین برخی ویژگی‌های فیزیکو شیمیایی خاک سه کاربری**

| | مواد آلی (٪) | واکنش خاک | هدایت‌الکتریکی ($dS\ m^{-1}$) |
|---|---|---|---|
| جنگل متراکم | ۵/۹۰ a | ۷/۶۳ b | ۰/۸۳۵ a |
| جنگل تخریب‌شده | ۳/۵۷ b | ۷/۹۸ a | ۰/۴۷۳ b |
| زراعت دیم | ۱/۹۱ c | ۸/۱۵ a | ۰/۳۶۳ b |

در هر ستون تفاوت دو میانگین که دارای حروف مشترک هستند از لحاظ آماری در سطح پنج درصد معنی‌دار نیستند

داده‌های به‌دست آمده از اندازه‌گیری هدایت الکتریکی در کاربری‌های جنگل متراکم، جنگل تخریب شده و زراعت دیم در منطقه مختار به‌ترتیب برابر ۰/۸۳۵، ۰/۴۷۳، ۰/۳۶۳ دسی‌زیمنس بر متر بود که به‌دنبال تغییر کاربری اراضی جنگلی، مقادیر هدایت الکتریکی خاک کاهش معنی‌داری در سطح یک درصد از خود نشان داد (جدول ۱ و ۲). به نظر می‌رسد که مواد آلی خاک در نتیجه تجزیه، تولید یون‌های مختلف می‌کند، همچنین اسیدهای آلی تولید شده در نتیجه تجزیه ماده آلی می‌توانند با کانی‌های خاک واکنش و موجب رهاسازی یون‌ها و درنتیجه موجب افزایش هدایت الکتریکی خاک شوند. درحالی که در کاربری زراعی، پایین بودن مقدار لاشبرگ و تجزیه سریع آن به‌دلیل عملیات کشاورزی می‌تواند سبب کاهش هدایت الکتریکی شود (۸). حاج عباسی و همکاران (۹) مشاهده کردند که در اثر تبدیل مرتع به زمین زراعی در منطقه لردگان استان چهار محال بختیاری، میزان هدایت الکتریکی خاک تغییر معنی‌داری نداشته است. خالدیان و همکاران (۱۳) در مطالعه اثر چهار کاربری شهری، جنگل، مرتع و زراعی بر ویژگی‌های خاک در استان گلستان بین هدایت الکتریکی خاک کاربری شهری با سایر کاربری‌ها اختلاف معنی‌داری گزارش کردند اما بین کاربری‌های جنگل، مرتع و زراعی تفاوتی گزارش نشد. به‌نظر می‌رسد که اختلاف در مواردی چون مدت زمان تغییر کاربری، نوع کاربری‌ها، اختلاف‌های اقلیمی، اختلاف‌های ژئومورفیک و مواد مادری از جمله عوامل مهم در اختلاف اثرگذاری تغییر کاربری بر میزان هدایت الکتریکی باشد.

مقادیر حاصل از اندازه‌گیری pH کاربری‌های جنگل متراکم، جنگل تخریب‌شده و زراعت دیم منطقه مختار برابر ۷/۶۳، ۷/۹۸ و ۸/۱۵ بود که افزایش معنی‌داری در سطح یک درصد به‌دنبال تغییر کاربری اراضی جنگلی مشاهده شد (جدول ۲ و ۳)


www.SID.ir

Archive of SID

تجزیه مواد آلی در خاک آهکی منجر بـه تولیـد اسـیدکربنیک و سایر اسیدهای آلی نظیر سیتریک، مالیک و پروپونیـک می‌شـود که درنتیجه آن واکنش خـاک تـا حـدودی کـاهش می‌یابـد. در کاربری جنگلی به‌دلیل وزن مخصوص کمتر و تخلخـل بیشـتر، نفوذ عمقی آب به خاک بیشتر است؛ این موضوع سبب می‌شود که آبشویی کربنات‌ها به اعمـاق خـاک بیشـتر و واکـنش سـطح خاک به مقدار بیشتری کاهش یابد. افزایش pH خاک طی تغییـر کاربری جنگل بـه اراضـی کشـاورزی در سـایر مطالعـات (۱۳) تأیید شده است. این افزایش همچنین می‌تواند وابسته به کاهش بقایای آلی خاک و فعالیت‌های مـدیریتی از جملـه کـوددهی در این منطقه باشد. وو و تیسن (۲۹) بیان کردند کـه در اثـر تغییـر کاربری اراضی مرتعی به اراضی زراعی مقدارpH افزایش یافت. ظرفیت بافری نسبتاً بالای خاک‌های جنوب ایـران کـه بـه‌میـزان بالای کربنات کلسیم، بافت متوسط تا نسبتاً سنگین و رس‌هـای با ظرفیت بالا مربوط می‌شود از عوامل ممانعت از تغییرات زیاد pH در نتیجه عواملی چون تغییرکاربری اسـت و همانگونـه کـه مشاهده می‌شود که تغییرات گرچه معنی‌دار بـوده امـا دامنـه آن کمتر از ۰/۵ واحد بوده است.

تغییر در کاربری اراضی نیز سبب کـاهش مقـدار مـواد آلـی خاک در منطقه مختار شد. میانگین مواد آلی خاک، در خاک‌های دست‌نخورده جنگل متراکم ۵/۹۰ درصد و در خاک‌های جنگـل تخریب‌شده ۳/۵۷ درصد و در کاربری زراعت دیم ۱/۹۱ درصد خاک براورد شد که کـاهش معنـی‌داری در سـطح یـک درصـد نشان داد (جدول ۲ و ۳). تأثیر تبدیل جنگل به اراضی زراعی و مرتعی به ماده آلی خاک متفاوت و حتی گاهی متنـاقض اسـت. در برخی از اکوسیستم‌ها افزایش ماده آلی (۲) و در برخی دیگر کاهش ماده آلی گزارش شده است (۲۷).

به عقیده تیسن و همکاران (۲۵) تغییر میزان مـاده آلـی خـاک بعد از جنگل‌زدایی به‌طور قوی بستگی به نوع خاک دارد و تغییـر کاربری اراضی نیاز به مدیریت کربن و حاصلخیزی خاک در یک چارچوب وسیع‌تر دارد. در کاربری جنگل، به‌هم خوردگی خـاک به‌دلیل عدم انجام عملیات شـخم و تـردد محـدود ماشـین آلات، کمتر بودهاست، درنتیجه اکسیداسیون مواد آلـی کـاهش یافتـه و تجمع کربن آلی اتفـاق می‌افتـد. بـه‌عـلاوه ریـزش شـاخ و بـرگ درختان نیز می‌تواند منجر به افزایش مـواد آلـی در جنگـل شـود، چرا که این مواد به‌عنوان کود سبز عمل می‌کنند. آنها کاهش مـواد آلی بر اثر کشت‌وکار را به دو دلیل به‌هم خوردن خاک سـطحی و در نتیجه تسریع تجزیه زیستی مواد آلی، تشدید فرسایش خـاک و به‌دنبال آن هدررفت مواد آلی همراه بـا روانـاب گـزارش کردنـد. تغییر کاربری اراضی از جنگل به زراعت، سبب کـاهش معنـی‌دار نیتروژن کل و کربن آلی می‌شود، این امر می‌تواند به‌دلیـل کـاهش بقایای گیاهی برای تبدیل به ماده آلی، افزایش تهویه خاک در اثـر عملیات کشت و کار و خاک‌ورزی باشد.

**اثر تغییر کاربری بر عناصر پرنیاز خاک**

مقادیر میانگین فسفر قابل جذب در کاربری‌های جنگـل متـراکم، جنگل تخریب شده و زراعت دیم به‌ترتیـب برابـر ۲۲/۴، ۱۹/۵ و ۱۷/۹ میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک بود که با وجود رونـد کاهشـی، تفاوت معنی‌داری را نشان ندادنـد (جـدول ۴ و ۵). بـا توجـه بـه اینکه بخش مهمی از فسفر از منابع معدنی خاک تأمین می‌شـود و اینکه تغییر کاربری بیشتر بر بخش آلی خاک تأثیرگذار بوده است، انتظار می‌رود که تغییر کاربری چندان بر تغییر میـزان فسـفر قابـل جذب خاک تأثیر نداشته باشد. در این ارتباط در مطالعات مشـابه نتایج متفاوتی گزارش شده است. ژیانگون و بای‌لیان (۳۰) عقیـده دارند فرایندهای شیمیایی و زیسـتی روی پـراکنش فسـفر خـاک تأثیر دارند. سیستم گسترش ریشه، مقـدار و کیفیـت مـواد اضـافه شده به خاک، فعالیت‌های آنزیمی برون سلولی، کـلات‌هـای آلـی تولیدشده در خـاک و فعالیـت موجـودات زنـده خـاک از جملـه عواملی هستند که روی پراکنش فسـفر مؤثرنـد. حـاج عباسـی و همکاران (۹) نیز در پژوهشی با بررسی چنـدین کـاربری مرتعـی شامل مرتع دست‌نخورده، مرتع تخریب‌شده و مرتع تحت کشـت به عدم تفاوت معنی‌دار میزان فسفر مرتع دست‌نخورده نسبت بـه مرتع تحت کشت دست یافتند.

مقادیر میانگین نیتروژن کل در کاربری‌های جنگل متراکم،


www.SID.ir

Archive of SID

**جدول ۴. نتایج تجزیه واریانس عناصر پرمصرف در خاک سه کاربری**

| | منابع تغییر | مجموع مربعات | درجه | میانگین مربعات | f | Sig |
|---|---|---|---|---|---|---|
| فسفر | کاربری | ۲/۰۸ | ۲ | ۲۵/۵ | ۰/۴۰۹ | ۰/۶۷۳ns |
| | خطا | ۹/۳۷ | ۱۲ | ۶۲/۴ | | |
| | کل | ۱۱/۴ | ۱۴ | | | |
| پتاسیم قابل دسترس | کاربری | ۲۶۸۱۰۰ | ۲ | ۱۳۴۰۵۰ | ۵/۱۹ | ۰/۰۲۴* |
| | خطا | ۳۰۹۷۲۸ | ۱۲ | ۲۵۸۱۰ | | |
| | کل | ۵۷۷۸۲۹ | ۱۴ | | | |
| نیتروژن کل | کاربری | ۰/۳۳۴ | ۲ | ۰/۱۶۷ | ۴۱/۸ | ۰/۰۰۰** |
| | خطا | ۰/۰۴۸ | ۱۲ | ۰/۰۰۴ | | |
| | کل | ۰/۳۸۱ | ۱۴ | | | |

* و ** معنی‌دار در سطوح پنج و یک درصد،ns بدون رابطه معنی‌دار

**جدول ۵. نتایج مقایسه میانگین عناصر پرمصرف در خاک سه کاربری**

| | فسفر اولسن ($mg\ kg^{-1}$) | پتاسیم قابل دسترس ($mg\ kg^{-1}$) | نیتروژن (٪) |
|---|---|---|---|
| جنگل متراکم | ۲۲/۴a | ۶۲۳a | ۰/۴۹۵a |
| جنگل تخریب‌شده | ۱۹/۵a | ۳۵۳b | ۰/۲۲۸b |
| زراعت دیم | ۱۷/۹a | ۳۲۷b | ۰/۱۴۵b |

در هر ستون تفاوت دو میانگین که دارای حروف مشترک هستند از لحاظ آماری در سطح پنج درصد معنی‌دار نیستند

جنگل تخریب‌شده و زراعت دیم به‌ترتیب برابر با ۰/۴۹۵، ۰/۲۲۸ و ۰/۱۴۵ درصد است که تفاوت معنی‌داری را در سطح یک درصد نشان می‌دهند (جدول ۴ و ۵). با توجه به اینکه منشأ اصلی نیتروژن خاک مواد آلی است، طبیعی است که هر عاملی که بر کاهش و از بین رفتن مواد آلی خاک اثر داشته باشد بر کاهش نیتروژن خاک نیز مؤثر است. درنتیجه زیاد بودن مقدار نیتروژن در خاک‌های جنگلی دور از انتظار نبود، چرا که مقدار مواد آلی درکاربری جنگلی بیشتر از کاربری زراعی بود و همبستگی بسیار زیادی بین مقدار نیتروژن و کربن آلی خاک‌ها گزارش شده است (۳۰). ورودی کمتر کربن و خروجی بیشتر آن در اراضی زراعی یکی از دلایل کاهش میزان کربن آلی و نیتروژن کل در این خاک‌ها است (۱۳).

دانگ و همکاران (۵) در شمال ویتنام نیز کاهش مقدار نیتروژن خاک را طی جنگل‌تراشی و عملیات زراعی گزارش کردند. سرعت کاهش مواد آلی (مانند کربن و نیتروژن) در اولین سال‌های تغییر کاربری از جنگل و مرتع به کشاورزی در بیشترین حد خود قرار دارد، زیرا بخش فعال مواد آلی اولین منبعی است که در اثر دست‌کاری خاک تحت‌تأثیر قرار می‌گیرد و کربن و نیتروژن آلی خاک این بخش است که در سال‌های اولیه شخم و کشت‌وکار هدر می‌رود. به‌علاوه عملیات خاک‌ورزی سبب مخلوط شدن لایه‌های زیرین خاک (با میزان کربن آلی کمتر) با خاک‌رویی (حاوی مقدار کربن آلی بیشتر) می‌شود و در نتیجه منجر به کاهش کربن آلی خاک سطحی در مقایسه با حالت اولیه می‌شود و درنهایت سبب افزایش معدنی‌شدن نیتروژن و کاهش نیتروژن خاک می‌شود (۳۰).

مقادیر به‌دست آمده از اندازه‌گیری پتاسیم قابل دسترس خاک


www.SID.ir

Archive of SID

منطقه مختار در کاربری‌های جنگل متراکم، جنگل تخریب شده و زراعت دیم به‌ترتیب برابر ۶۲۳/۲، ۳۵۳/۸ و ۳۲۷/۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک بود که کاهش معنی‌داری در سطح یک درصد در کاربری جنگل تخریب شده و زراعت دیم در مقایسه با جنگل متراکم نشان داد (جدول ۴ و ۵). اسیدهای آلی تولید شده در پی تجزیه مواد آلی موجب تسریع در آزادسازی پتاسیم از کانی‌ها می‌شود. ضمن اینکه خود مواد آلی خاک حاوی مقادیری عنصر پتاسیم هستند. برخلاف نتایج این پژوهش، لمنی و همکاران (۱۷) در مطالعه‌ای در جنوب اتیوپی، افزایش ۳۶۵ درصدی در مقدار پتاسیم در دسترس در طی ۱۰ سال پس از قطع درختان جنگلی و تغییر کاری مشاهده کردند که احتمالاً ناشی از کاربرد کودهای پتاسه در کاربری زراعی بوده است.

فو و همکاران (۸) نشان دادند که تغییر کاربری خاک‌های جنگلی سبب کاهش فسفر و پتاسیم قابل دسترس شده است. کیانی و همکاران (۱۴) در پژوهشی در استان گلستان به این نتیجه رسیدند که مقدار پتاسیم با قطع درختان جنگلی و انجام عملیات کشاورزی و درنتیجه، افزایش شست‌وشوی این عنصر و انتقال به لایه‌های پایینی خاک، از ۲۵۵/۴ به ۲۱۴ میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک کاهش یافته است. با توجه به اینکه معمولاً بیشترین پتاسیم در سطح خاک است، هدررفت آن در اثر فرسایش (به‌علت تغییر کاربری) کاملاً تأیید می‌شود. فقدان پوشش گیاهی و وقوع فرسایش آبی قابل ملاحظه در اراضی کشاورزی را می‌توان از دلایل عمده تلفات پتاسیم در این کاربری نسبت به خاک مرتع برشمرد، در کاربری جنگلی که میزان مواد آلی بیشتری داشت مقدار پتاسیم نیز بیشتر بود. وجود مواد آلی این خاک‌ها باعث جذب سطحی این عناصر می‌شودو از فرسایش آنها جلوگیری می‌کند (۲۰).

آوال و دیوید (۲) به ارزیابی توزیع مواد مغذی خاک تحت‌تأثیر کاربری‌های کشاورزی، باغ و جنگل پرداختند. آنها به این نتیجه رسیدند که مقدار پتاسیم به الگوی کاربری وابسته است، به‌طوری که بیشترین مقدار این عنصر، در خاک‌های تحت کاربری جنگل مشاهده شده است. تلن و یریما (۲۴) در پژوهشی در کشور کامرون بیشینه مقدار پتاسیم قابل دسترس به‌ترتیب در اراضی جنگلی حفاظت‌شده (۴ سانتی‌مول بر کیلوگرم)، اراضی زراعی (۲/۹۴ سانتی‌مول بر کیلوگرم) و ساوانا و چراگاه‌ها (۱/۰۵ سانتی‌مول بر کیلوگرم) مشاهده شد. آنها مقادیر بالای پتاسیم در سطح خاک جنگل را به جذب پتاسیم توسط ریشه از عمق خاک نسبت دادند. همچنین استفاده از بقایای خانگی از جمله خاکستر چوب و همچنین سوزاندن کاه‌وکلش مزارع در کاربری زراعی دلیل بیشتر بودن مقدار پتاسیم تبادلی نسبت به ساوانا و چراگاه اعلام کردند.

**اثر تغییر کاربری بر ویژگی‌های زیستی خاک**

نتایج حاصل از اندازه‌گیری تنفس در کاربری‌های جنگل متراکم، جنگل تخریب‌شده و زراعت دیم در منطقه مورد مطالعه برای تنفس پایه مقادیر ۱۱۶، ۶۷/۳ و ۶۷/۲ و برای تنفس برانگیخته برابر ۲۱۶، ۱۶۸ و ۸۱/۱($mgCO_2/kg/day$) بود که کاهش معنی‌داری را در سطح یک درصد نشان می‌دهد (جدول ۶ و ۷). هدررفت مواد آلی در اثر کشت‌وکار و مدیریت نامناسب خاک اغلب به‌عنوان عامل اصلی کاهش تنفس خاک در خاک‌های زراعی نسبت به خاک‌های بکر جنگلی گزارش شده است. تفاوت تنفس برانگیخته نسبت به تنفس پایه و بیشتر شدن تنفس با افزودن سوبسترا به خاک نشان می‌دهد که جمعیت میکروبی فعال برای تجزیه گلوکز در این خاک‌ها عامل محدودکننده بوده است و با افزودن گلوکز در این خاک‌ها جمعیت فعال افزایش یافته و باعث بیشتر شدن تنفس شده است.

ولکان اورال و همکاران (۲۶) به این نتیجه رسیدند که در خاک‌های زراعی، تنفس میکروبی نسبت به خاک‌های جنگلی کمتر است. لی و همکاران (۱۸) نیز نشان دادند که تنفس خاک در اراضی زراعی به‌طور معنی‌داری کمتر از جنگل‌های بکر بوده است. اندرسون (۱) گزارش کرد که تنفس خاک از شاخص‌های حساس کیفیت خاک به تغییر کاربری اراضی به‌شمار می‌آید و تعیین‌کننده میزان و سرعت خروج کربن از خاک است. تغییر کاربری اراضی و عملیات کشاورزی در اراضی بکر، باعث


www.SID.ir

Archive of SID

**جدول ۶. نتایج تجزیه واریانس پارامترهای زیستی خاک سه کاربری مورد مطالعه**

| | منابع تغییر | مجموع مربعات | درجه آزادی | میانگین مربعات | f | sig |
|---|---|---|---|---|---|---|
| تنفس پایه ($mgCO_2/kg/day$) | کاربری | ۷۹۷۷ | ۲ | ۳۹۸۸ | ۱۳۵ | ۰/۰۰۰** |
| | خطا | ۳۵۴ | ۱۲ | ۲۹/۵ | | |
| | کل | ۸۳۳۱ | ۱۴ | | | |
| تنفس برانگیخته ($mgCO_2/kg/day$) | کاربری | ۴۷۲۳۱ | ۲ | ۲۳۶۱۵ | ۱۹۰۰ | ۰/۰۰۰** |
| | خطا | ۱۴۹ | ۱۲ | ۱۲/۴ | | |
| | کل | ۴۷۳۸۰ | ۱۴ | | | |
| باکتری (CFU/gr) | کاربری | ۳/۸۷ | ۲ | ۲/۵۵ | ۷۱/۸ | ۰/۰۰۰** |
| | خطا | ۱/۶۴ | ۱۲ | ۰/۰۳۶ | | |
| | کل | ۵۱/۵ | ۱۴ | | | |
| قارچ (CFU/gr) | کاربری | ۹۴/۳ | ۲ | ۱/۸۷۴ | ۳۵۱۳ | ۰/۰۰۰** |
| | خطا | ۰/۲۱۰ | ۱۲ | ۰/۰۰۱ | | |
| | کل | ۴/۱۵ | ۱۴ | | | |
| اسید فسفاتاز (µg PNP /g/h) | کاربری | ۲۴۷۱۲۳ | ۲ | ۱۲۳۵۶۱ | ۳۴/۰۳ | ۰/۰۰۰** |
| | خطا | ۴۳۵۶۰ | ۱۲ | ۳۶۳۰ | | |
| | کل | ۲۹۰۶۸۳ | ۱۴ | | | |
| آلکالین فسفاتاز (µg PNP /g/h) | کاربری | ۷۵۳۴۰۲ | ۲ | ۳۷۶۲۰۱ | ۱۰/۴۷ | ۰/۰۰۲** |
| | خطا | ۴۳۱۰۳۴ | ۱۲ | ۳۵۹۱۹ | | |
| | کل | ۱۱۸۳۴۳۷ | ۱۴ | | | |

* و ** معنی‌دار در سطوح پنج و یک درصد،ns بدون رابطه معنی‌دار

**جدول ۷. مقایسه میانگین پارامترهای زیستی خاک در سه کاربری مطالعه‌شده**

| | تنفس پایه ($mgCO_2/kg/day$) | تنفس برانگیخته ($mgCO_2$ / kg / day) | جمعیت باکتری (CFU/gr) | جمعیت قارچ (CFU/gr) | آنزیم اسید فسفاتاز (µg PNP /g/h) | آنزیم آلکالین فسفاتاز (µg PNP /g/h) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| جنگل متراکم | ۱۱۶/۰$^a$ | ۲۱۶/۰$^a$ | ۴/۷۵$^b$ | ۴/۵۶$^a$ | ۵۳۵/۰$^a$ | ۶۹۰/۰$^a$ |
| جنگل تخریب‌شده | ۶۷/۳$^b$ | ۱۶۸/۰$^b$ | ۴/۳۲$^b$ | ۳/۵۱$^b$ | ۳۵۴/۰$^b$ | ۳۹۳/۰$^b$ |
| زراعت دیم | ۶۷/۲$^b$ | ۸۱/۱$^c$ | ۵/۷۲$^a$ | ۳/۴۹$^b$ | ۲۲۱/۰$^c$ | ۱۴۲/۰$^b$ |

در هر ستون تفاوت دو میانگین که دارای حروف مشترک هستند از لحاظ آماری در سطح پنج درصد معنی‌دار نیستند.

کاهش ورود بقایای گیاهی تازه به خاک و در نتیجه کاهش تنفس و فعالیت‌های میکروبی می‌شود. مطالعات کارا و بولات (۱۲) نشان داد که تنفس میکروبی خاک در اراضی کشاورزی به‌طور معنی‌داری کمتر از کاربری جنگل است. آنها دلیل زیاد بودن تنفس در اراضی جنگلی را به مواد آلی زیادی که سالیانه به سطح خاک اضافه می‌شود نسبت دادند و هدررفت مواد آلی در نتیجه عملیات شخم و مدیریت نامناسب در اراضی کشت شده را علت کاهش تنفس خاک در این اراضی دانسته‌اند.

در این مطالعه نیز همان‌طور که انتظار می‌رفت، نتایج مقایسه میانگین و تجزیه واریانس داده‌های به‌دست آمده از منطقه مورد


www.SID.ir

Archive of SID

مطالعه نشان داد که به‌دنبال تغییر کاربری، کاهش معنی‌داری در سطح یک درصد در جمعیت قارچ در کاربری زراعی مشاهده شد. به‌طوری که جمعیت قارچ در کاربری‌های جنگل متراکم، جنگل تخریب‌شده و زراعت دیم در منطقه مختار به‌ترتیب برابر ۴/۵۶، ۳/۵۱ و ۳/۴۹ (CFU) (Colony Forming Unit) بود. خاک‌ورزی و کشت‌وکار منجر به پاره شدن هیف‌های قارچ و درنتیجه کاهش جمعیت قارچ‌ها می‌شود، ضمن آنکه شرایط نسبتاً اسیدی‌تر خاک جنگلی شرایط را برای گسترش بیشتر قارچ‌ها فراهم می‌کند (۳). اندرسون و کرنی (۱)، بیان کردند که تغییرات کاربری اراضی بر ساختار جمعیت و تنوع جامعه قارچ‌های خاک اثر می‌گذارد. احتمالاً نوع گونه گیاهی (در پوشش جنگلی)، علفی (در پوشش مرتع) و سایر گونه‌های گیاهی (در کشاورزی) و مخلوطی از پوشش‌های جنگلی و کشاورزی (جنگل- زراعی) نقش کلیدی را در تغییرات قارچ‌ها اعمال می‌کنند.

نتایج حاصل از اندازه‌گیری جمعیت باکتری در کاربری‌های جنگل متراکم، جنگل تخریب‌شده و زراعت دیم در منطقه مختار به‌ترتیب برابر ۴/۷۵، ۴/۳۲ و ۵/۷۲ (CFU) بود که افزایش معنی‌داری را در کاربری زراعی نسبت به دو کاربری دیگر در سطح یک درصد نشان می‌دهد (جدول ۶ و ۷). در ارتباط با اثر تغییر کاربری از جنگل به کشاورزی بر جمعیت باکتری در منابع نتایج متفاوتی گزارش شده است. اسلام و ویل (۱۰) نیز گزارش کردند که تغییر کاربری جنگل‌های طبیعی مناطق حاره به زمین‌های کشاورزی موجب کاهش چشمگیر در کربن توده زنده میکروبی می‌شود. آنها نتیجه گرفتند که کاهش کیفیت خاک بر اثر تبدیل این اراضی، موجب کاهش توده زنده میکروبی می‌شود. مقادیر بیشتر دی‌اکسید کربن آزاد شده طی فرایند تنفس، نشان‌دهنده فعالیت عمومی میکروب‌ها به‌ویژه فعالیت هتروتروف‌ها بوده است و شاخصی برای تعیین بخش قابل معدنی شدن کربن آلی خاک محسوب می‌شود. مدیریت خاک تأثیر زیادی بر توده میکروبی خاک دارد.

کلیولند و همکاران (۴) نیز فعالیت فسفاتاز قلیایی مشابهی در دو کاربری جنگل و مرتع در خاک‌های اکسی‌سول مشاهده کردند ولی توده زنده میکروبی در جنگل بیشتر از مرتع بود. میزان کربن و نیتروژن آلی خاک نیز تأثیر زیادی بر میزان توده زنده میکروبی خاک دارد. جلالی و همکاران (۱۱) در مطالعه‌ای پیرامون اثر تغییر کاربری در منطقه جیرفت بر ترکیب جمعیت باکتری خاک در کاربری‌های باغ میوه، مرتع و زراعی گزارش کردند که ویژگی‌هایی چون بافت خاک، آهک، کربن آلی، ازت کل و هدایت الکتریکی بر ترکیب جمعیت باکتری خاک مؤثر بوده و اظهار کردند که فعالیت‌های زراعی نه تنها موجب کاهش غنای گونه‌های باکتری نشده است، بلکه در مقایسه با مرتع و باغ نیز افزایش نشان می‌دهد. بیشتربودن pH خاک کاربری زراعی در مقایسه با سایر کاربری‌ها شرایط را برای افزایش جمعیت باکتری‌ها فراهم می‌آورد. بهشتی و همکاران (۳) اظهار کردند که عملیات‌کشاورزی و به‌ویژه خاک‌ورزی درازمدت، سبب افزایش دسترسی ریزجانداران خاک به اکسیژن شده و درنتیجه فعالیت‌های میکروبی و از جمله تنفس خاک افزایش می‌یابد که درنهایت منجر به تجزیه ذخیره مواد و کاهش کیفیت خاک می‌شود.

میزان آنزیم اسید فسفاتاز در کاربری‌های جنگل متراکم، جنگل تخریب شده و زراعت دیم در منطقه مختار به‌ترتیب برابر ۵۳۵ µg PNP/g/h، ۳۵۴، ۲۲۱ بود و کاهش معنی‌داری در سطح یک درصد نشان دادند و مقادیر آلکالین فسفاتاز نیز به‌ترتیب برابر ۶۹۰ µg PNP/g/h، ۳۹۳ و ۱۴۲ بود و کاهش معنی‌داری را در سطح پنج درصد نشان دادند به‌طوری که فعالیت این دو آنزیم در جنگل متراکم بیشتر از جنگل تخریب شده و در جنگل تخریب‌شده بیشتر از زراعت دیم براورد شد (جدول ۶ و ۷). آنزیم فسفاتاز هیدرولیز ترکیبات آلی فسفردار به یون‌های فسفات قابل جذب برای گیاه را به‌عهده دارد. بنابراین، یکی از آنزیم‌های مهم در چرخه فسفر خاک به‌شمار می‌آید و معمولاً در خاک‌های با اسیدیته بالا، فراوان و فعال‌تر است. آنزیم‌ها به‌صورت طبیعی دارای قابلیت تحرک بسیار پایینی در خاک هستند. بنابراین، برای اینکه آنزیم‌ها بیشترین


www.SID.ir

Archive of SID

تأثیر را داشته باشند، سوبستراها باید نزدیک به نقطه منشأ آنزیم‌ها باشند. در این میان ماده آلی خاک یک حامل آلی برای آنزیم‌های خاک به‌شمار می‌رود (۱۵). فعالیت‌های آنزیمی عموماً با مقدار کربن آلی خاک همبستگی دارند. همبستگی قوی این آنزیم‌ها با کربن آلی خاک نشان‌دهنده آن است که آنزیم فسفاتاز دارای تمایل قوی برای برقراری پیوند با بخش آلی خاک هستند.

دلیل این همبستگی انکارناپذیر نقش کلیدی کربن آلی به‌عنوان پیش‌ماده برای سنتز آنزیم عنوان شده است. افزایش مواد آلی نه تنها از طریق افزایش فعالیت میکروبی بلکه از طریق پایدارسازی آنزیم فسفاتاز در خاک باعث افزایش فعالیت این آنزیم می‌شود (۲۷). نتایج لی و همکاران (۱۸) بیانگر این نکته بود که فعالیت آنزیمی در کاربری‌های جنگلی و مرتعی نسبت به زمین‌های کشاورزی بیشتر بود. این پژوهشگران نشان دادند که شاخص آنزیمی خاک در کاربری‌های مختلف به‌صورت جنگلی > مرتعی > کشاورزی بود. سیکاردی و همکاران (۲۲) نیز مشاهده کردند بعد از تبدیل مرتع چرا شده به کاشت اکالیپتوس فعالیت آنزیم فسفاتاز قلیایی در عمق ۱۰-۰ سانتی‌متری به‌طور معنی‌داری در مرتع چراشده بیشتر از اراضی کاشت اکالیپتوس بود. گزارش‌های مشابهی مبنی بر افت فعالیت آنزیمی خاک به‌دنبال تغییر کاربری زیست‌بوم‌های پایدار جنگلی و مرتعی به کشاورزی ارائه شده است (۱۵).

به‌طور کلی کاهش کربن آلی خاک موجب کاهش فعالیت آنزیمی می‌شود که نتیجه کاهش زیست‌توده میکروبی و تغییر در ترکیب رشد و توسعه ریشه و میکروفلور خاک است. مطالعه کورتو و همکاران (۱۶) نیز نشان داد که فعالیت آنزیم فسفاتاز قلیایی در خاک‌های حاوی لاشبرگ چند گونه جنگلی افزایش معنی‌دار نشان می‌دهد. بنابراین افزایش مواد آلی نه تنها از طریق افزایش فعالیت میکروبی، بلکه از طریق پایدارسازی آنزیم فسفاتاز در خاک باعث افزایش فعالیت این آنزیم می‌شود. افزایش فعالیت آنزیمی با افزایش مواد آلی به‌خاطر وابستگی فعالیت میکروبی و آنزیم تولید شده به عرضه سوبسترای کربن است. مواد آلی همچنین نقش مهمی در حفظ آنزیم‌ها از غیرمتحرک شدن توسط کانی‌های رسی یا ترکیبات هوموسی ایفا می‌کنند (۱۸).

## نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان داد که تغییر کاربری‌ها از جنگل متراکم به زراعت باعث کاهش میزان مواد آلی خاک شده است که به‌دلیل بازگشت کمتر ماده آلی به خاک از یک‌سو و افزایش سرعت تجزیه ماده آلی از سوی دیگر است. نتایج این پژوهش نشان داد که تغییر کاربری در طی سه تا چهار دهه به میزان زیادی شاخص‌های کیفی خاک را تحت تأثیر قرار داده است. کاهش میزان کربن آلی به‌عنوان اصلی‌ترین و مهم‌ترین شاخص کیفی خاک به‌میزان ۶۷ درصد و در پی آن تحت‌تأثیر قرار گرفتن عمده شاخص‌های شیمیایی، تغذیه‌ای و زیستی از مضرات تغییر مدیریت نشده در منطقه مطالعاتی به‌عنوان نمونه‌ای از جنگل‌های منطقه یاسوج است. در این پژوهش شاخص‌های زیستی چون تنفس پایه، تنفس برانگیخته، جمعیت قارچ و آنزیم‌های اسید فسفاتاز و آلکالین فسفاتاز به‌ترتیب به‌میزان ۴۲، ۶۳، ۲۳، ۵۹ و ۷۹ درصد کاهش را در نتیجه تغییر کاربری از جنگل متراکم به زراعی نشان دادند. کاهش میزان پتاسیم قابل جذب و نیتروژن کل نیز به‌ترتیب به‌میزان ۴۸ و ۷۱. درصد، از دیگر شاخص‌هایی است که تحت‌تأثیر این تغییر کاربری قرار گرفته است. شیب‌دار بودن اراضی، میانگین بالای بارش سالانه و توزیع نامناسب بارش‌ها، شرایط را برای فرسایش سریع خاک در پی تخریب جنگل‌ها و شخم خوردن خاک (به‌ویژه هم‌جهت با شیب) فراهم می‌آورد. با برهم خوردن تعادل خاک به‌عنوان یک اکوسیستم طبیعی، تعادل میان تولید و یا ورود و تجزیه مواد آلی به‌هم خورده و در نهایت موجب کاهش شدید شاخص‌های زیستی کیفیت خاک و درنهایت منجر به تخریب خاک می‌شود.


www.SID.ir

Archive of SID



## منابع مورد استفاده


1. Anderson, I. C. and J. W. G. Cairney. 2004. Diversity and ecology of soil fungal communities: increased understanding through the application of molecular techniques. *Environmental Microbiology Journal* 6(8): 769-779.
2. Auwal, M. and A. A. David. 2015. Assessment of nutrient distribution as affected by land use pattern in Allahabad Region. *International Journal Geology, Earth & Environment Science* 5(2): 26 - 31.
3. Beheshti, A., F. Reisi and A. Golchin. 2011. The effects of land use change from pasturelands to croplands on soil microbiological and biochemical indicators. *Journal of Water and Soil* 25:548-562. (In Farsi)
4. Cleveland, C. C., A. R. Townsend and S. K. Schmidt. 2002. Phosphorus limitation of microbial processes in moist tropical forests: evidence from short-term laboratory incubations and field studies. *Ecosystems* 5: 680–691.
5. Dang, V. M., D. W. Anderson and R. E. Farrell. 2002. Indicators for assessing soil quality after longterm tea cultivation in Northern Mountainous Vietnam. *In:* Proceeding of the $17_{th}$ World Congress of Soil Science. Bangkok Thailand. Pp: 14-21.
6. Emadi, M., M. Emadi, M. Baghernejad, H. Fathi and M. Saffari. 2008. Effect of land use change on selected soil physical and chemical properties in North Highlands of Iran. *Journal of Applied Science* 8(3): 496- 502.
7. Finkenbeina, P., K. Kretschmerc, K. Kukab, S. Klotza and H. Heilmeier. 2013. Soil enzyme activities as bioindicators for substrate quality in revegetation of a subtropical coal mining dump. *Soil Biology and Biochemistry* 56: 87-89.
8. Fu, B. J., X. D. Guo, L. D. Chen, K. L. Ma and J. R. Li. 2001. Soil nutrient changes due to land use changes in Northern China: a case study in Zunhua Country Hebei Provine. *Soil Use and Management* 17: 294-296.
9. Hajabasi, M. A., A. Jalalian and H. R. Karimzadeh. 1997. Deforestation effects on soil physical and chemical properties Lordegan, Iran. *Plant and Soil* 190: 301-308.
10. Islam, K. R. and R. R. Will. 2000. Land use effects on soil quality in a tropical forest ecosystem of Bangladesh. *Agricaculture Ecosystems and Environment* 79: 9-16.
11. Jalali, G., A. Lakzian, A. Astaraei, A. Haddad, M. Azadvar and I. Esfandiarpour. 2016. The impact of land use on bacterial community composition and physicochemical properties of soil. *Bioscience Biotechnology Research Asia* 13(4): 2167-2176.
12. Kara, O. and I. Bolat. 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.
13. Khaledian, Y., F. Kiani and S. Ebrahimi. 2012. The effect of land use change on soil and water quality in northern Iran. *Journal of Mountain Science* 9(6): 798–816.
14. Kiani, F., A. Jalalian, A. Pashaei and H. Khademi. 2007. Effect of deforestation, grazing exclusion and rangeland degradation on soil Qquality indices in loess-derived landforms of Golestan Province. *Journal of Water and Soil Science* 11(41):453-464. (In Farsi).
15. Kizilkaya, R. and O. Dengiz. 2010. Variation of land use and land cover effects on some soil physico-chemical characteristics and soil enzyme activity. *Zemdirbyste-Agriculture* 97(2): 15-24.
16. Kourtev, P. S., J. G. Ehrenfeld and W. Z. Huang. 2002. Enzyme activities during litter decomposition of two exoticand two native plant species in hardwood forests of New Jersey. *Soil Biology and Biochem*. 34: 1207-1218.
17. Lemenih, M., M. Karltun and M. Olsson. 2005. Assessing soil chemical and physical property responses to deforestation and subsequent cultivation in small holders farming system in Ethiopia. *Agriculture Ecosystems and Environment* 105: 373-386.
18. Li, Q., J. H. Liang, Y. Y. He, Q. J. Hu and S. Yu. 2014. Effect of land use on soil enzyme activities at karst area in Nanchuan, Chongqing, and Southwest China. *Plant, Soil and Environment* 60(1): 15–20.
19. Murphy, J. and J. P. Riley. 1952. A modified sing, solution method for determination of phosphate uptake by rye. *Soil Science Society American Journal* 48: 31-36.
20. Meng, Q., B. Fu, X. Tang and H. Ren. 2008. Effect of land use on phosphorus loss in the hilly area of the Loess Plateau, China. *Environmental Monitoring and Assessment* 139: 195-204.
21. Pratt, P. F. 1965. Potassium. PP. 1022–1030. *In*: C. A. Black (Ed.). Methods of Soil Analysis, 215 part 2. American Society of Agronomy, Madison, WI.
22. Sicardi, M., F. Garcia-Prechac and L. Frioni. 2004. Soil microbial indicators sensitive to land use conversion from pastures to commercial Eucalyptus grandis (Hill ex Maiden) plantations in Uruguay. *Applied Soil Ecol*ogy 27: 125–133.
23. Tabatabai, M. A. 1994. Soil enzymes, *In*: Weaver, R. W. (Ed.). Methods of Soil Analysis. Part 2. Soil Science Society of America, Monograph, Madison, Wisconsin.
24. Tellen, V. A. and B. P. K. Yerima. 2018. Effects of land use change on soil physicochemical properties in selected areas in the North West region of Cameroon. *Environment Systems Research* 7(1): 3.
25. Tiessen, H., R. S. C. Menezes, I. H. Salcedo and B. Wick. 2003. Tree effects, soil fertility and organic matter turnover in a silvo-pastoral system in semi-arid NE Brazil. *Plant and Soil* 252: 195-205.




www.SID.ir

Archive of SID

26. Volkan Oral, H., M. A. Kucuker, T. T. Onay, N. K. Copty, B. Mater, B. and O. Yenigun. 2013. The impact of hazelnuts in land-use changes on soil carbon and in situ soil respiration dynamics. *Environment Manag*ment 129: 12-25.
27. Wang, B., S. Xue, G. B. Liu, G. H. Zhang, G. Li and Z. P. Ren. 2012. Changes in soil nutrient and enzyme activities under different vegetations in the Loess Plateau area, Northwest China. *Catena* 92: 186-195.
28. Wollum, A. G. 1982. Cultural methods for soil microorganisms, PP. 781-801. *In*: A. L. Page (Ed.). Methods of Soil Analysis. Part 2. Am. Soc. Agron. Soil Science Society America, Madison, WI.
29. Wu, R. and H. Tiessen. 2002. Effect of land use on soil degradation in Alpine grassland soil, China. *Soil Science Society American Journal* 66: 1648-1655.
30. Xiongwen, C. H. and L. I. Bai-Lian. 2003. Change in soil carbon and nutrient storage after human disturbance of primary Korean pine forest in Northern China. *Forest Ecology and Management* 186: 197-206.


www.SID.ir

Archive of SID

Journal of Water and Soil Science
Vol. 23, Winter 2020, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran.

# Changes in Biological, Chemical and Soil Fertility Characteristics as a Result of Land Use Change (A Case Study: Mokhtar Region of Yasouj)

**F. Mehmandoost[1], H. R. Owliaie[1*], E. Adhami[1] and R. Naghiha[2]**

(Received: November 21-2018 ; Accepted: April 6-2019)

## Abstract

The conversion of forests to agricultural lands generally has damaging effects on soil qualitative indices. This study was conducted to investigate the effects of land use change on the physico- chemical and biological characteristics of the soils of Mokhtar Plain, Yasouj Region. Five soil samples (0- 30 cm) were taken from three land uses of dense forest, degraded forest, and dry farming. The physical, chemical and biological analyses were carried out in a completely randomized design. The results showed that by following the change in the forest land use to dry farming, the EC (56%), organic matter (67%), total nitrogen (71%), exchangeable potassium (48%), Basal respiration (42%), exhaled respiration (63%), fungi community (23%), acid phosphatase (59%), and alkaline phosphatase (79%) were decreased in the dry farming land use. However, the bacterial community (20%) and pH (5%) were increased in the dry farming land use and the amount of available phosphorus did not show any significant difference, as compared to the dense forest. In general, it can be concluded that by following forest degradation and change in land use, soil organic matter and its related indices, especially biological ones, are more affected. So, in order to maintain soil quality, appropriate management practices such as managed land use change, avoidance of tree cutting, especially on steep slopes, preventing of overgrazing, and addition of organic matter should be carried out in dry farming land use.

**Keywords**: Soil enzymes, Soil respiration, Soil quality, Soil nutrients

1. Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Yasouj University, Yasouj, Iran.
2. Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Yasouj University, Yasouj, Iran.
*: Corresponding author: owliaie@gmail.com



www.SID.ir