دانشگاه گنبدکاووس
نشریه "حفاظت زیست‌بوم گیاهان"
دوره هفتم، شماره پانزدهم
http://pec.gonbad.ac.ir

اثر تخریب جنگل و تغییر کاربری اراضی بر برخی شاخص‌های زیستی خاک (مطالعه موردی: جنگل بلوط ایرانی در استان فارس)

مهرداد زرافشار[1*]، محمد متینی‌زاده[2]، محمدجواد روستا[3]، سید کاظم بردبار[1]، یحیی کوچ[4]، محمدرضا نگهدار صابر[1]، علیرضا عباسی[5] و کوکب عنایتی[6]

[1] استادیار، بخش تحقیقات منابع طبیعی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شیراز. فارس.

[2] دانشیار، بخش تحقیقات جنگل، موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع ایران، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران.

[3] دانشیار، بخش تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شیراز.

[4] استادیار، گروه مرتع‌داری، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس، نور، مازندران.

[5] کارشناس، بخش تحقیقات منابع طبیعی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شیراز.

[6] کارشناس ارشد، بخش تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شیراز.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۲/۳۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۶/۳۰

چکیده

به منظور بررسی اثر تخریب جنگل و تبدیل آن به کاربری کشاورزی، تحقیقی در منطقه دشت ارژن-فارس با تکیه بر بعضی از ویژگی‌های زیستی خاک انجام شد. در همین راستا دو کاربری جنگل بلوط ایرانی و زمین کشاورزی زیر کشت با سابقه بیش از ۲۰ سال در مجاورت هم مورد ارزیابی قرار گرفت. در هر کاربری نمونه‌های خاک از عمق ۱۰-۰ سانتی‌متر جمع‌آوری شد. بدین منظور ۳ قطعه‌نمونه تصادفی با ابعاد ۱۰×۱۰ متر در هر کاربری پیاده و نمونه‌برداری انجام شد. بعد از انتقال نمونه‌های خاک به آزمایشگاه مشخصه‌های زیستی شامل تنفس پایه و برانگیخته میکروبی، کربن و نیتروژن بیوماس

*نویسنده مسئول: M.zarafshar@areeo.ac.ir

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-04-21]

میکروبی، ضریب متابولیکی، شاخص قابلیت دسترسی به کربن، نسبت کربن بیوماس میکروبی به کربن آلی به انضمام آنزیم-های اوره‌آز، آلکالین فسفاتاز، اسید فسفاتاز و دهیدروژناز مورد سنجش قرار گرفت. به منظور تجزیه و تحلیل آماری از آزمون تی غیرجفتی استفاده شد. نتایج نشان داد که مقادیر مشخصه‌های میکروبی خاک در توده جنگلی بلوط ایرانی حدود ۲ تا ۳ برابر بیشتر از کاربری کشاورزی است. اگر چه نسبت کربن بیوماس میکروبی به کربن آلی در کاربری جنگل بلوط حدود ۱۰ درصد بالاتر بوده ولی ضریب متابولیکی و شاخص دسترسی به کربن در هر دو کاربری مشابه بود. از سوی دیگر، فعالیت آنزیم آلکالین فسفات از در زمین کشاورزی زیر کشت یونجه، به دلیل مصرف کودهای فسفاته، بیشتر از جنگل بلوط ایرانی بود در حالی‌که فعالیت سایر آنزیم‌ها دارای تفاوت معنی‌دار آماری نبود. نتایج این پژوهش به‌طور واضح نشان داد که حفظ جنگل‌های بلوط ایرانی در اکوسیستم ارزشمند زاگرس می‌تواند سبب حفظ کیفیت خاک شود.

واژه‌های کلیدی: کیفیت خاک، جنگل طبیعی، اکوسیستم زاگرس، آنزیم آلکالین فسفاتاز، تنفس میکروبی، بیوماس میکروبی

مقدمه

زمین‌های کشاورزی به عنوان مهم‌ترین و برجسته‌ترین عرصه‌های تغییرات کاربری مطرح هستند و بدون‌شک برای ایجاد این کاربری سطح وسیعی از عرصه‌های منابع طبیعی از جمله جنگل‌ها دستخوش تغییر و تخریب شده‌اند. این در حالی است که با توجه به رشد تصاعدی جمعیت و نیاز فزاینده به تولیدات کشاورزی، تبدیل وسیع جنگل‌ها و مراتع به کاربری کشاورزی و در نهایت زوال این منابع ارزشمند قابل پیش‌بینی است. بعد از تبدیل یک کاربری طبیعی (جنگل یا مرتع) به کشاورزی، باگذر زمان عملیات خاک‌ورزی، شخم، کود دهی، علف‌کش‌ها و سیستم‌های آبیاری اکوسیستم خاک و عملکرد آن را تغییر می‌دهند (Ding et al., 2013). طبق نظر متخصصین علوم خاک تغییر کاربری سبب کاهش مواد آلی خاک می‌شود و از آنجا که ماده آلی نقش مهمی در چرخه عناصر غذایی ایفا می‌کند، با کاهش آن کیفیت و باروری خاک نیز کاهش می‌یابد (معزاردلان و ثواقبی فیروزآبادی، ۱۳۸۱).

کیفیت خاک یکی از مهم‌ترین عوامل مورد استفاده در ارزیابی کاربری‌های مختلف بوده و تأثیر آن بر پایداری اکوسیستم اثبات شده است (Doran and Parkin, 1994). برای مطالعه و ارزیابی کیفیت خاک شاخص‌های متنوعی وجود دارد که در این میان شاخص‌های زیستی خاک از جمله زی‌توده و تنفس میکروبی، فعالیت آنزیم‌های خاک و تعداد و تنوع کرم‌های خاکی از اهمیت ویژه‌ای برخور دارند چرا که به عنوان شاخص حاصلخیزی خاک بسیار پویا هستند (Khormali and Shamsi, 2009) و می‌توانند در کوتاه مدت پاسخ قطعی و قابل اطمینان به مدیریت کاربری اراضی ارائه دهند (Raiesi, 2007). از سوی دیگر مطالعه دقیق فعالیت‌های میکروبی خاک اطلاعات مفیدی به منظور مدیریت پایدار کاربری‌ها برای آینده در اختیار قرار می‌دهد (Lacerda-Júnior et al., 2019).

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-04-21]

تنفس میکروبی، یا معدنی شدن کربن آلی، فرآیندی است که در طی آن مواد آلی خاک توسط ریز جانداران اکسایش یافته و به دنبال آن دی‌اکسیدکربن از خاک خارج می‌شود و می‌تواند به عنوان یک معیار در سنجش حاصلخیزی خاک مورد توجه قرار گیرد (آل آقا و همکاران، ۱۳۹۰). تـنفس میکروبی خاک نقشی کلیدی در تجزیه مـواد آلـی گیاهی و همچنـین بقایـای افزوده شده به سطح خاک دارد و یکی از عوامل مؤثر در تغییرات جهانی اقلیم و ورود دی‌اکسید کـربن بـه اتمسفر تلقی می‌گردد (Jia et al., 2007). در این بین، کربن و نیتروژن زی‌توده میکروبی یکی دیگر از شاخص‌های زیستی اصلی در مطالعات خاکشناسی بوده (Borton et al., 2010) و بسیاری از محققین به منظور درک عمیق‌تر تأثیر مدیریت اراضی بر خاک به اندازه‌گیری این متغیرها می‌پردازند. این دو مؤلفه در فرآیندهای از قبیل چرخه کربن و عناصر غذایی، معدنی شدن نیتروژن و تجزیه لاشبرگ و بقایای گیاهی نقش مهم و برجسته‌ای ایفا می‌کنند (Yang et al., 2010). از سوی دیگر، آنزیم‌های خاک به دلیل ارتباط با ویژگی‌های زیستی خاک به عنوان یکی دیگر از شاخص‌های حاصلخیزی خاک در مباحث مدیریت اراضی مورد استفاده قرار می‌گیرند. در رابطه با ارزیابی کاربری زمین با استفاده از شاخص‌های میکروبی می‌توان به مطالعه رسولی صدقیانی و همکاران (۱۳۹۵) اشاره کرد که گزارش کردند که تغییر کاربری جنگل به اراضی زراعی و اجرای عملیات خاک‌ورزی در دراز مدت موجب کاهش فعالیت‌های میکروبی خاک می‌شود. در یک مطالعه جامع کوچ و همکاران (Kooch et al., 2019) با استفاده از شاخص‌های میکروبی و آنزیمی خاک، کاربری‌های جنگل طبیعی، جنگل‌کاری، باغ، مرتع و زمین کشاورزی را مورد ارزیابی و مقایسه قرار داده و بیان کردند که کاربری‌های دارای پوشش درختی دارای بیشترین فعالیت زیستی هستند و در این بین، جنگل طبیعی در بالاترین مرتبه قرار دارد.

در تحقیقات متینی‌زاده و همکاران (۱۳۹۱) و متینی‌زاده و گودرزی (۱۳۹۲) بر اهمیت مطالعه آنزیم‌های خاک در مدیریت‌های مختلف اراضی طبیعی تأکید شده است. به طور کلی آنزیم‌ها در خاک به عنوان کاتالیزور عمل کرده و در چرخه عناصر غذایی نقش برجسته دارند (تاجیک و همکاران، ۱۳۹۱). آنزیم‌های خاک توسط گیاهـان، حیوانات و به ویژه ریز جانداران تولید می‌شوند و از آنجایی‌که میزان تغییر در فعالیت آنزیم‌ها در پاسخ به تغییرات مدیریتی خاک به سرعت انجام می‌شود، به عنوان یکی از شاخص‌های مورد استفاده در بررسی کیفیت خاک مطرح گردیده‌اند (بهشتی آل آقا و همکاران، ۱۳۹۰).

با توجه به کارآیی شاخص‌های زیستی خاک و اهمیت موضوع که متأسفانه در جنگل‌های زاگرس کمتر مورد عنایت قرار گرفته، در این مطالعه سعی شد تا با مقایسه برخی از این شاخص‌های زیستی در دو کاربری جنگل طبیعی و کشاورزی در استان فارس (منطقه دشت ارژن)، به اهمیت حفاظت از کاربری جنگل‌ها و اثرات آن بر حاصلخیزی خاک تأکید شود. در همین راستا، شاخص‌هایی از قبیل

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-04-21]

تنفس پایه میکروبی، تنفس برانگیخته، بیوماس میکروبی نیتروژن و کربن به انضمام آنزیم‌های خاک (اوره‌آز، دهیدروژناز، آلکالین فسفاتاز و اسید فسفاتاز) در دو کاربری جنگل بلوط ایرانی و کشاورزی مطالعه و مقایسه شد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه و روش نمونه‌برداری

دو کاربری مورد مطالعه شامل جنگل بلوط ایرانی و زمین کشاورزی در منطقه دشت ارژن-استان فارس واقع شده است. منطقه دشت ارژن در شمال غربی استان فارس و در حوزهٔ شهرستان شیراز و کازرون واقع گردیده که در محدوده طول جغرافیایی '۴۸ °۵۱ تا '۵۳ °۵۱ و عرض جغرافیائی '۳۸ °۲۹ تا '۴۳ °۲۹ واقع شده است. متوسط ارتفاع از سطح دریا منطقه مورد مطالعه ۲۱۲۰ متر بوده و متوسط درجه حرارت و متوسط بارندگی سالیانه به ترتیب ۱۴/۱۵ درجه سانتی‌گراد و ۵۴۱/۱ میلی‌متر گزارش‌شده است.

مساحت زمین تحت کشت یونجه کمتر از دو هکتار و مساحت عرصه جنگلی حدود ۸ هکتار بود. بدین منظور بعد از فاصله از حاشیه هر کاربری سه قطعه نمونه با ابعاد ۱۰×۱۰ متر و به صورت تصادفی پیاده شد. به منظور نمونه‌برداری از خاک، بر روی اقطار هر قطعه نمونه مربع شکل (ابتدا، وسط و انتها)، نمونه‌های خاک از عمق ۱۰-۰ سانتی‌متر جمع‌آوری شد. نمونه‌های هر قطعه (۵ نمونه ساده) با یکدیگر مخلوط شده و یک نمونه مرکب از هر قطعه تهیه گردید. در ادامه نمونه‌های مرکب از الک ۲ میلی‌متر عبور داده شد و توسط یخ خشک به آزمایشگاه منتقل گردیدند. نمونه‌ها تا قبل از آزمون ویژگی‌های میکروبی و آنزیمی در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. پیش‌ازاین برخی از مشخصه‌های فیزیکی شیمیایی خاک در دو کاربری اندازه‌گیری و تعیین گردید (جدول ۱).

جدول ۱- مقایسه برخی از پارامترهای فیزیکی-شیمیایی خاک در دو کاربری مورد مطالعه

کاربری	بافت خاک	اسیدیته	هدایت الکتریکی (dS/m)	درصد رطوبت	وزن مخصوص
جنگل بلوط ایرانی	لومی-رسی	۷/۴	۱/۱	۵/۶	۱/۴
زمین تحت کشت یونجه	لومی-رسی	۷/۶	۰/۶	۵	۱/۶

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-04-21]

ویژگی‌های مورد بررسی

فعالیت آنزیم‌ها با استفاده از واکنش آنزیم- سوبسترا و محصول به‌دست آمده از این واکنش به وسیله اسپکتروفتومتر اندازه‌گیری می‌شود (Ohlinger et al., 1996). آنزیم فسفاتاز قلیایی و اسیدی برحسب میکروگرم پارا نیترو فنول فسفات در گرم خاک، آنزیم دهیدروژناز برحسب میکروگرم تری فنیل فورمازون در گرم خاک و در نهایت آنزیم اوره آز برحسب میکروگرم نیتروژن در گرم خاک اندازه‌گیری شد. کربن و نیتروژن زیتوده میکروبی به روش تدخین-استخراج (Jenkinson and Ladd, 1981; Jenkinson and Powlson, 1976) اندازه‌گیری شد. تنفس میکروبی خاک (انتشار CO_2) در ظروف شیشه‌ای در بسته با به دام انداختن دی‌اکسیدکربن در محلول هیدروکسید سدیم و سپس تیتراسیون باقی مانده آن اندازه‌گیری شد (Page et al., 1992). در ادامه، ضریب سهم متابولیکی، برحسب میکروگرم دی‌اکسید کربن بر میلی‌گرم زیست‌تودهٔ میکروبی کربن در روز، از تقسیم تنفس میکروبی پایه بر کربن زیتوده میکروبی محاسبه شد (علی اصغرزاد، ۱۳۸۹). شاخص قابلیت دسترسی به کربن از تقسیم تنفس پایه بر تنفس برانگیخته محاسبه شد. در نهایت از نسبت کربن زی‌توده میکروبی به کربن آلی شاخص بسیار مهمی محاسبه شد که نسبت به تخریب خاک و مواد آلی آن بسیار حساس می‌باشد (رسولی صدقیانی، ۱۳۹۵).

تجزیه و تحلیل آماری

اطلاعات جمع آوری شده ابتدا در نرم افزار اکسل ساماندهی شده و نمودارهای مربوطه ترسیم گردید. تحلیل‌های آماری با استفاده از آزمون تی غیرجفتی و در نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۶ انجام شد. پیش از انجام آزمون تی غیر جفتی، فرضیات از قبیل نرمال بودن داده‌ها و همگنی واریانس آن‌ها مورد آزمون قرار گرفت.

نتایج

فعالیت‌های میکروبی خاک

نتایج آنالیز تی غیر جفتی نشان داد که دو کاربری جنگل طبیعی بلوط ایرانی و کشاورزی از لحاظ تنفس میکروبی خاک، تنفس پایه میکروبی خاک، کربن و نیتروژن بیوماس میکروبی دارای اختلاف معنی‌دار آماری هستند (شکل ۱). بیشترین میزان تنفس میکروبی (حدود ۰/۳) در خاک جنگل بلوط ثبت شد در حالی که این مقدار برای خاک کاربری کشاورزی ۰/۱۳ بود. تنفس میکروبی پایه در دو کاربری جنگل طبیعی و کشاورزی به ترتیب حدود ۱/۲ و ۰/۶ ثبت شد. میزان کربن و نیتروژن بیوماس میکروبی در خاک جنگل بلوط ایرانی به ترتیب حدود ۲۸۰ و ۳۰ میلی‌گرم در هر کیلوگرم خاک اندازه-گیری شد. از سوی دیگر، این مقادیر برای کاربری کشاورزی به ترتیب حدود ۱۱۰ و ۱۲ میلی‌گرم در

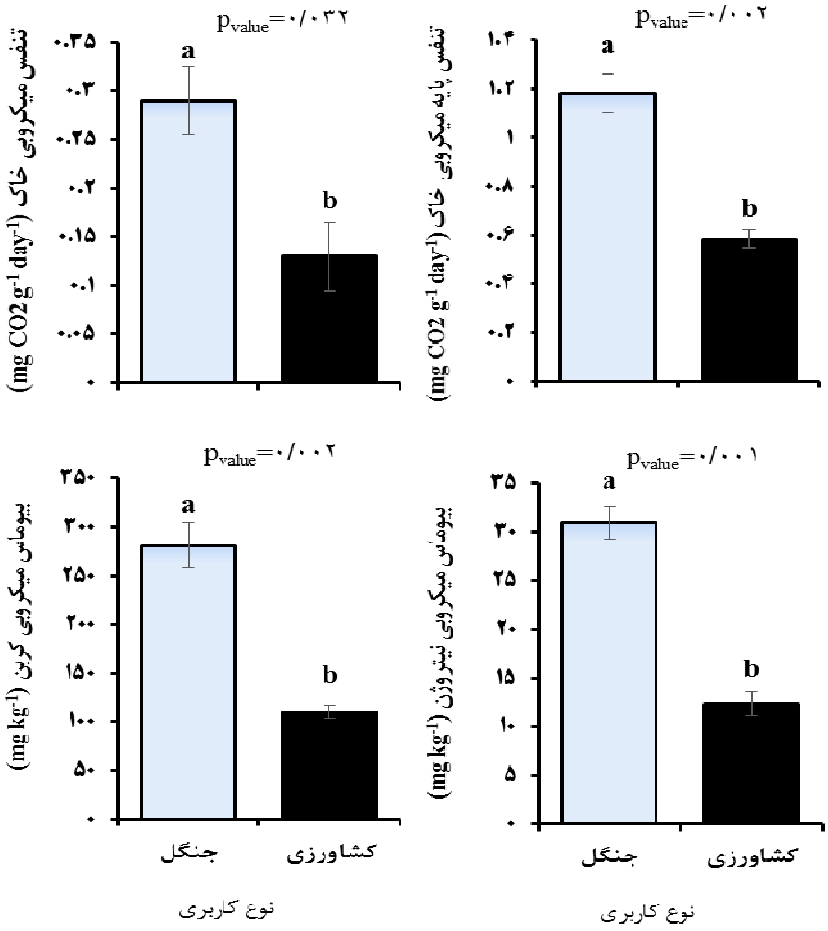
[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-04-21]

هر کیلوگرم خاک بود. در مجموع کمترین مقادیر فعالیت‌های میکروبی خاک در کاربری کشاورزی ثبت شد. همچنین نتایج حاکی از آن بود که از لحاظ ضریب متابولیکی بین دو کاربری جنگل و کشاورزی تفاوت معنی‌دار آماری وجود ندارد (جدول ۲). مقدار این شاخص برای جنگل بلوط ۰/۰۰۱۱ و برای زمین کشاورزی ۰/۰۰۱۲ محاسبه شد که فاقد تفاوت معنی‌دار بودند. مقادیر شاخص قابلیت دسترسی به کربن برای دو کاربری جنگل بلوط و زمین زیر کشت یونجه به ترتیب ۰/۲۴ و ۰/۲۲ ثبت شد در حالی‌که بین دو کاربری تفاوت معنی‌دار آماری مشاهده نشد. میانگین نسبت کربن زی‌توده میکروبی به کربن آلی در خاک جنگل بلوط حدود ۷۳ و این شاخص برای کاربری کشاورزی حدود ۶۷ محاسبه گردید که این تفاوت از لحاظ آماری معنی‌دار بود (جدول ۲).

فعالیت آنزیم‌های خاک

نتایج تحلیل آماری نشان داد که در بین آنزیم‌های مورد مطالعه، آنزیم‌های اوره‌آز، دهیدروژناز و اسید فسفاتاز بین دو کاربری جنگل و کشاورزی دارای اختلاف معنی‌دار آماری نبود ولی از لحاظ میزان فعالیت آنزیم آلکالین فسفاتاز بین دو کاربری دارای تفاوت معنی‌دار مشاهده شد. بالاترین فعالیت آنزیم آلکالین فسفاتاز در کاربری کشاورزی (۳۴۵ میکروگرم پارانیتروفنل فسفات به ازای یک گرم خاک در یک ساعت انکوباسیون) ثبت شد در حالی که فعالیت این آنزیم در کاربری جنگل حدود ۲۵۸ بود. میانگین فعالیت آنزیم اوره‌آز، اسید فسفاتاز و دهیدروژناز در خاک جنگل بلوط ایرانی به ترتیب ۶۱۵، ۱۳۲ و ۱۰۴ ثبت شد و در مقابل این مقادیر برای کاربری کشاورزی ۴۷۳، ۱۱۳ و ۷۳ بود با این‌حال اختلاف آماری مشاهده نشد.

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-04-21]

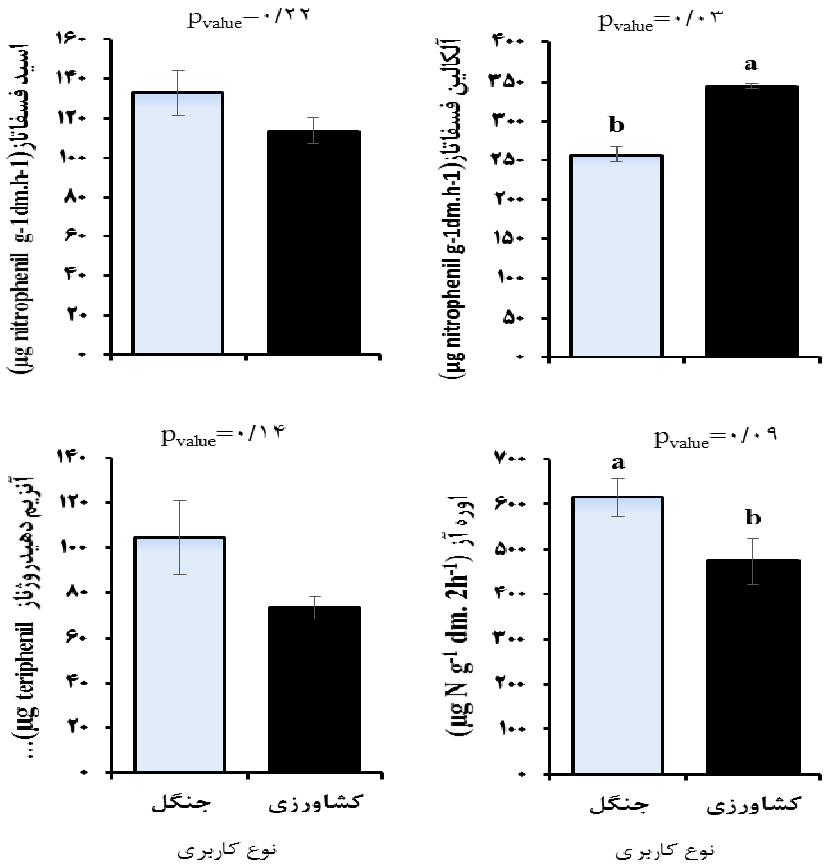


شکل ۱- **مقایسه میزان برخی از پارامترهای میکروبی خاک در دو کاربری جنگل بلوط ایرانی و کشاورزی**

جدول ۲- مقایسه برخی شاخص‌های محاسباتی در دو کاربری مورد مطالعه

شاخص	کاربری جنگل	کاربری کشاورزی	Sig
ضریب متابولیکی ($mgCO_2$ -C mg-1 MBC day-1)	۰/۰۰۱۱±۰/۰۰۰۳	۰/۰۰۱۲±۰/۰۰۰۴	۰/۷۶۸
قابلیت دسترسی به کربن	۰/۲۴±۰/۰۵	۰/۲۲±۰/۱	۰/۷۴۳
کربن زی‌توده میکروبی به کربن آلی	۷۲/۶۸±۸/۷	۶۶/۶۸±۵/۳	۰/۰۴۶

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-04-21]



شکل ۲- مقایسه میزان فعالیت برخی از آنزیم‌های خاک در دو کاربری مورد مطالعه

بحث و نتیجه‌گیری

طبق نظر پژوهشگران، تبدیل کاربری جنگل به اراضی کشاورزی سبب کاهش ماده آلی خاک و در مقابل تبدیل زمین‌های کشاورزی به پوشش‌های طبیعی موجب افزایش ماده آلی خاک می‌شود (Dawson and Smith, 2007) که یقیناً با تغییر در این مؤلفه مهم از خاک، سایر پارامترهای فیزیکی، شیمیایی و زیستی خاک نیز تحت تأثیر قرار خواهند گرفت. در این پژوهش دو کاربری جنگل طبیعی بلوط ایرانی و زمین کشاورزی زیر کشت یونجه از دیدگاه فعالیت‌های زیستی خاک (شاخص‌های میکروبی و آنزیم‌های خاک) مورد مقایسه قرار گرفتند چرا که فعالیت‌های زیستی خاک

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-04-21]

معیاری معتبر و قابل اعتماد به منظور مقایسه کاربری‌ها می‌باشند (Raiesi, 2007). بررسی میزان تنفس میکروبی در دو کاربری یاد شده نشان داد که میزان این معیار زیستی در خاک جنگلی بیش از دو برابر خاک کاربری کشاورزی مورد مطالعه بود که این یافته در رابطه با تنفس پایه نیز مشاهده شد. این نشان می‌دهد که کربن موجود در بقایای گیاهی در عرصه جنگل بلوط در مقایسه با بقایای یونجه در زمین کشاورزی به مقدار بیشتری سبب تحریک تنفس میکروبی خاک می‌گردد. به طور کلی در کاربری جنگل لاشبرگ درختان و تجزیه ریشه آن‌ها سبب ورود مواد آلی سرشار به خاک شده و این به نوبه خود توان فعالیت‌های میکروبی را افزایش می‌دهد (Carrasco-Carballido et al., 2019). در همین راستا کریمی و همکاران (۱۳۹۳) بیان کردند که تنفس میکروبی در کاربری جنگل حدود ۲۰ درصد بیشتر از کاربری زراعت دیم است. همچنین نتایج مشابه توسط کوچ و مقیمیان (۱۳۹۴) نیز گزارش‌شده است. در تحقیقات رسولی صدقیانی و همکاران (۱۳۹۵) نیز بین ۳۸-۱۸ درصد کاهش در تنفس میکروبی کاربری‌های کشاورزی و مرتع نسبت به جنگل گزارش شد. طبق نظر کارا و بولات (Kara and Bolat, 2007) یکی از علل مؤثر در تنفس میکروبی بالاتر در کاربری‌های جنگل مناسب بودن شرایط بهینه برای فعالیت میکروب‌های خاک از جمله عرضه کافی کربن و از سوی دیگر حضور لایه لاشبرگ می‌باشد. از سوی دیگر خرمالی و شمسی (Khormali and Shamsi, 2009) معتقدند که هدر رفت مواد آلی در نتیجه عملیات شخم علت کاهش تنفس میکروبی در کاربری‌های کشاورزی است. باید خاطر نشان کرد که در بیشتر کاربری‌های کشاورزی برداشت مواد گیاهی به عنوان محصول نیز می‌تواند از ورود مواد آلی به خاک جلوگیری نماید.

کربن بیوماس میکروبی یکی از شاخص‌های مهم زیستی در ارزیابی کیفیت خاک است که بعد از تغییر کاربری و یا تخریب اکوسیستم طبیعی تحت تأثیر قرار می‌گیرد. تحقیق حاضر نشان داد که میزان کربن بیوماس میکروبی خاک بعد از تبدیل اکوسیستم جنگلی به کشاورزی و با گذشت زمان حدود ۲/۵ برابر کاهش یافته است. این یافته با تحقیقات اسلام و ویل (Islam and Weil, 2000) و همچنین رئیسی و اسدی (Raiesi and Asadi, 2006) که کاهش کربن بیوماس میکروبی را بعد از تخریب جنگل و تبدیل آن به کشاورزی را گزارش نمودند همخوانی دارد. طبق نظر کوچ و مقیمیان (۱۳۹۴) شرایط حفظ رطوبت در اکوسیستم‌های جنگلی به‌واسطه تاج پوشش و لایه لاشبرگ بهتر از کاربری‌های کشاورزی است و این نیز به نوبه خود دسترسی به مواد آلی را برای جامعه میکروبی خاک بیشتر می‌کند و در نهایت بیوماس میکروبی کربن بیشتر قابل انتظار است. به‌طور کل حذف پوشش گیاهی طبیعی سبب کاهش مواد آلی ورودی به اکوسیستم خاک شده و در نتیجه بیوماس میکروبی کربن کاهش خواهد یافت (Vagen et al., 2006). هم راستا با نتایج بیوماس میکروبی کربن، بیوماس میکروبی نیتروژن نیز حاکی از آن است که تغییر کاربری از جنگل طبیعی به کشاورزی سبب کاهش

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-04-21]

این مشخصه از خاک شده چراکه مقدار آن در کاربری کشاورزی ۲/۵ برابر کم‌تر از جنگل بلـوط ایرانـی بود. بدون شک میزان بیوماس میکروبی نیتروژن متأثر از میزان نیتروژن آلی خاک بوده (Norbakhsh et al., 2002) و از آنجایی‌که نیتروژن آلی همانند کربن آلی در اکوسیستم‌های جنگلـی تجمـع زیـادی دارد لذا بیوماس میکروبی نیتروژن نیز به تبع آن بیشتر است. طبق نظر لطفی و همکاران (۱۳۸۶) بعـد از حذف اشکوب درختی لایه‌های سطحی خاک بیوماس میکروبی نیتروژن کاهش می‌یابد. یافته‌های این پژوهش نشان داد که اگر چه دو شاخص ضریب متابولیکی و قابلیت دسترس بودن کربن در دو کـاربری تفاوت معنی‌داری نداشتند ولی نسبت کربن زی‌توده میکروبی در توده جنگـل بلـوط ایرانـی حـدود ۱۰ درصد بیشتر از کاربری کشاورزی بود. طبق نظر محققین افزایش این ضریب دارای همبستگی مثبت بـا میزان ورود و کیفیت مواد آلی تازه وارد شده به خاک می‌باشد (Anderson, 2003)؛ بنابراین می‌تـوان اذعان داشت که میزان کیفیت و کمیت لاشبرگ بلوط سبب افزایش این شاخص شده است. بالاتر بودن این شاخص در کاربری جنگل نسبت به کـاربری کشـاورزی در تحقیـق رسـولی صـدقیانی و همکـاران (۱۳۹۵) نیز گزارش و ثابت شده است. مطالعات اخیر نشان می‌دهد که در صـورت حضـور درختـان در کاربری‌های کشاورزی (به نـوعی اگروفارسـتری)، نیتـروژن و کـربن بیومـاس میکروبـی بـه طـور قابـل ملاحظه‌ای افزایش می‌یابد (Bargali et al., 2019) که این یافته هم راستا با نتایج تحقیـق حاضـر بـر اهمیت درختان در بهبود فعالیت میکروبی خاک تأکید دارد.

از آنجاکه آنزیم‌های خاک دارای ارتباط بسیار نزدیک بـا فعالیـت‌هـای میکروبـی بـوده و نسـبت بـه تغییرات کاربری حساس می‌باشند (شیخلو و رسولی صدقیانی، ۱۳۹۵) فعالیت چهار آنـزیم مهـم خـاک شامل اسید فسفاتاز، آلکالین فسفاتاز، اوره‌آز و دهیدروژناز مورد بررسی و مقایسه قرار گرفت. افزایش ۳۵ درصدی در فعالیت آنزیم آلکالین فسفاتاز در کاربری کشاورزی نسبت به خاک جنگل طبیعـی مشـاهده شد در حالی که فعالیت سه آنزیم دیگر در هر دو کاربری از لحـاظ آمـاری تفـاوتی را نشـان ندادنـد. در تناقض با نتایج تحقیق حاضر، پژوهش لی و همکاران (Li et al., 2014) بیانگر این نکته بود که فعالیت آنزیمی در کاربری جنگلی بیشتر از کشاورزی است. همچنین بلونسـکا و همکـاران (Blonska et al., 2017) در مطالعه خود فعالیت بیشتر دو آنـزیم دهیـدروژناز و اوره‌آز را در خـاک‌هـای جنگـل طبیعـی نسبت به زمین شخم زده مشاهده کردند که با نتایج تحقیق حاضر هم خوانی ندارد. به طور کلی از آنجا که آنزیم فسفاتاز قلیایی یکی از آنزیم‌های ضروری در چرخه فسفر بوده و فعالیت آن وابسته به تغییـر و تبدیل ترکیبات حاوی فسفر آلی و غیرآلی در خاک است، لذا فعالیت آن می‌تواند به عنـوان شاخصـی از قابلیت دسترسی فسفر برای گیاهان و ریز جانداران خاک قلمداد گـردد (Tabatabai, 1994). بـه نظـر می‌رسد که افزودن کودهای فسفات در زمین زیر کشت یونجه سبب افزایش معنی‌دار فعالیت این آنـزیم در کاربری کشاورزی شده این در حالی است که در عرصه‌های جنگلی به هـیچ عنـوان کـوددهی انجـام

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-04-21]

نمی‌شود. انتظار بر این بود که به علت ورود مواد آلی فراوان توسط برگ درختان آنزیم فسفاتاز قلیایی نیز در این کاربری بیشتر باشد که نتایج مؤید این مطلب است که کودهای فسفر نقش قابل توجهی در افزایش فعالیت آنزیم آلکالین فسفاتاز دارد. شایان ذکر است که آنزیم اوره آز و دهیدروژناز به ترتیب شاخص‌های هیدرولیز اوره (Dick, 1994) و شاخص عمومی فعالیت میکروبی (Bastida et al., 2008) بوده و در حالی که افزایش فعالیت آن‌ها در توده جنگلی بلوط ایرانی ثبت شد ولی این افزایش از لحاظ آماری تأیید نشد.

نتیجه‌گیری

یافته‌های این پژوهش بیش از بیش بر اهمیت حفظ کاربری‌های جنگل تأکید کرد چرا که مقایسه مشخصه‌های زیستی به طور واضح نشان داد که بعد از حدود ۲۰ سال تغییر کاربری از جنگل طبیعی به زمین کشاورزی و انجام عملیات شخم سبب کاهش فعالیت‌های میکروبی خاک شده، به‌طوری‌که فعالیت‌های میکروبی ۳-۲ برابر در خاک جنگل بلوط ایرانی بیشتر بود. از سوی دیگر آنزیم‌های خاک نیز تحت تأثیر قرارگرفته ولی این تغییرات از لحاظ آماری معنی‌دار نبود ولی بدون شک با گذر زمان و افزایش عملیات خاک‌ورزی در زمین کشاورزی در آینده این تغییرات محسوس‌تر خواهند شد. با توجه به نتایج پژوهش حاضر، لزوم حفظ و گسترش کاربری‌های جنگلی در منطقه زاگرس تأکید می‌شود. در انتها پیشنهاد می‌گردد که عناصر تغذیه‌ای پر مصرف و کم مصرف در دو کاربری مورد مطالعه بررسی شده تا بتوان به ارتباط بین فعالیت‌های زیستی خاک و وضعیت عناصر تغذیه‌ای خاک پی برد.

منابع

بهشتی آل آقا، ع.، رئیسی، ف.، گلچین، ا. ۱۳۹۰. تأثیر تغییر کاربری اراضی از مرتع به زمین زراعی بر شاخص‌های میکروبیولوژیکی و بیوشیمیایی خاک، نشریه آب‌وخاک، ۲۵ (۳): ۵۴۸-۵۶۲.

تاجیک، س.، ایوبی، ش.، نوربخش، ف. ۱۳۹۱. برآورد فعالیت برخی آنزیم‌های خاک با استفاده از خصوصیات خاک و پستی‌وبلندی زمین در بخشی از اراضی تپه‌ماهوری سمیرم اصفهان، نشریه آب‌وخاک، ۲۶ (۳): ۷۵۳-۷۶۱.

رسولی صدقیانی، م.ح.، کریمی، ص.، برین، م.، خداوردیلو، ح.، بانج شفیعی، ع. ۱۳۹۵. تأثیر تغییر کاربری اکوسیستم‌های جنگلی بر شاخص‌های فیزیکی، شیمیایی و زیستی خاک، مجله جنگل ایران، ۸ (۲): ۱۶۷-۱۷۸.

شیخلو، ف.، رسولی صدقیانی، م.ح. ۱۳۹۵. تأثیر کاربری‌های زراعی و جنگلی بر فعالیت برخی آنزیم‌های خاک، تحقیقات آب‌وخاک، ۴۷ (۱): ۲۰۵-۲۱۶.

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-04-21]

علی اصغرزاد، ن. ۱۳۸۹. روش‌های آزمایشگاهی در بیولوژی خاک، انتشارات دانشگاه تبریز، ۵۲۲ صفحه.

کریمی، ف، جلالیان، ا.، محنت کش، ع.، هنرجو، ن. ۱۳۹۳. تأثیر تغییر کاربری اراضی برشاخص تنفس میکروبی خاک و گرم شدن هوا در بخش زاگرس مرکزی، همایش بین‌المللی بحران‌های زیست‌محیطی ایران و راهکارهای بهبود آن، ۲۶-۲۵ بهمن، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات اهواز، ۲۶-۹۹.

کوچ، ی.، مقیمیان، ن. ۱۳۹۴. اثر تخریب جنگل و تغییر کاربری اراضی بر شاخص‌های اکوفیزیولوژی کربن و نیتروژن خاک، مجله جنگل ایران، ۷ (۲): ۲۴۳-۲۵۶.

لطفی، ی.، نوربخش، ف.، افیونی، م. ۱۳۸۶. پتانسیل معدنی شدن نیتروژن در یک خاک آهکی تیمار شده با دو نوع کود آلی، مجلهٔ علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان، ۱۱ (۴۲): ۳۶۷-۳۷۷.

متینی زاده، م.، خوشنویس، م.، تیموری، م.، شیروانی، ا. ۱۳۹۱. تأثیر قرق بر برخی فعالیت آنزیم‌های خاکدانه رویشگاه ارس چهارطاق اردل، نشریه حفاظت منابع آب‌وخاک، ۱ (۴): ۴۵-۵۲.

متینی زاده، م.، گودرزی، م. ۱۳۹۲. اثر آتش‌سوزی بر برخی از فعالیت برخی از آنزیم‌های یک خاک مرتعی، فصلنامه علمی-پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان، ۲۰ (۱): ۲۱۳-۲۲۵.

معزاردلان، م.، ثواقبی فیروزآبادی، غ. ۱۳۸۱. مدیریت حاصلخیزی خاک برای کشاورزی پایدار، چاپ اول. دانشگاه تهران. ۳۸۸ صفحه.

Anderson, T.H. 2003. Microbial eco-physiological indicators to assess soil quality. Agriculture, Ecosystems and Environment, 98: 285–293.

Bargali, S.S., Padalia, K., Bargali, K. 2019. Effects of tree fostering on soil health and microbial biomass under different land use system in central Himalayan. Land degradation and development, doi:10.1002/ldr.3394

Bastida, F., Zsolnay, A., Hern'andez T., Garc'ia, C. 2008. Past present and future of soil quality indices: A biological perspective. Geoderma. 160-167.

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

Burton, J., Chen, C., Xu, Z., Ghadiri, H. 2010. Soil microbial biomass, activity and community composition in adjacent native and plantation forests of subtropical Australia. Journal of Soils and Sediments, 10(7): 1267-1277.

Carrasco-Carballido, V., Martínez-Garza, C., Jiménez-Hernández, H., Márquez-Torres, F., Campo, J. 2019. Effects of Initial Soil Properties on Three-Year Performance of Six Tree Species in Tropical Dry Forest Restoration Plantings. Forest, 10 (5): 428.

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-04-21]

Dawson, J.J.C., Smith, P. 2007. Carbon Losses from Soil and its Consequences for Land Use Management. Science of the total environment, 382, 165–190.

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. pp: 107-124. Soil Science Society of America, Madison.

Ding, G.C., Piceno, Y.M., Heuer, H., Weinert, N., Dohrmann, A.B., Carrillo, A. 2013. Changes of soil bacterial diversity as a consequence of agricultural land use in a semi-arid ecosystem. PLoS One, 8 (3):e59497.

Doran, J.W., Parkin, T.B. 1994. Defining and assessing soil quality. In: Doran J. W. et al (Eds.), Defining soil quality for a sustainable environment, SSSA Special Publication. 35. SSSA and ASA, Madison, WI, pp.3–21.

Islam, K.R., Weil, R.R. 2000. Soil quality indicator properties in mid- Atlantic soils as influenced by conservation management. Soil and Water Conservation Journal, 55(3): 69-78.

Jenkinson, D.S., Ladd, J.N. 1981. Microbial biomass in soil: measurement and turnover. In: Paul E. A., Ladd J.N. (Eds.), Soil Biochemistry, 5. Marcel Dekker, New York, pp. 415–471.

Jenkinson, D.S., Powlson, D.S. 1976. The effects of biocide treatments on metabolism in soil. I. Fumigation with chloroform. Soil Biology Biochemistry, 8(3): 167–177.

Jia, B., Zhou, G., Wang, F., Wang, Y., Weng, E. 2007. Effects of grazing on soil respiration of Leymus chinensis steppe. Climatic Change, 82: 211–223.

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

Khormali, F., Shamsi, S. 2009. Micromorphology and quality attributes of the loess derived soils affected by land use change: a case study in Ghapan watershed, northern Iran. Journal of Mountain Science, 6 (2): 197-204.

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

Lacerda-Júnior, G.V., Noronha, M.F., Cabral, L., Delforno, T.P., Pereira de Sousa, S.T., Fernandes-Júnior, P.I., Melo, I. S., Oliveira, V.M. 2019. Land use and sasonal effects on the soil microbiome of a Brazilian dry forest. Frontiers in Microbiology, 10(648): 1-14.

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

Norbakhsh, F., Moneral, C.M., Emtiazy, G., Dinel, H. 2002. Asparagines activity in some soils of central Iran, Arid Land Management, 16(4): 377- 384.

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-04-21]

Ohlinger, R., Schinner, F., Kandeler, E., Margesin, R. 1996. Acid and alkaline phosphomonoesterase activity with the substrate p-nitrophenyl phosphate. In: (Eds) Methods in Soil Biology, Springer-Verlag Berlin, 214 p.

Page A.l., Miller R.H., Keeney D.R. 1992. Method of Soil Analysis, part 2: Chemical and Microbiological Properties, Second Edition, Sixth Printing, Soil Science Society of America. Inc. Publisher, Madison, Wisconsin, USA.

Raiesi, F. 2007. The conversion of overgrazed pastures to almond orchards and alfalfa cropping systems may favor microbial indicators of soil quality in Central Iran. Agriculture, Ecosystems and Environment, 121: 309–318.

Raiesi, F., Asadi, E. 2006. Soil microbial activity and litter turnover in native grazed and ungrazed rangelands in a semiarid ecosystem. Biology and Fertility of Soils, 43(3):76-82.

Tabatabai, M.A. 1994. Soil enzymes. In: Weaver, R.W., Angle, J.S. and Bottomley, P.S. (Eds.), Methods of Soil Analysis: Microbiological and Biochemical Properties. Part 2. SSSA Book Ser. 5. SSSA, Madison, WI, pp. 775–833.

Vagen, T.G., Andrianorofanomezana, M.A.A., Andrianorofanomezana, S. 2006. Deforestation and cultivation effects on characteristics of Oxisols in the highlands of Madagascar, Geoderma, 131(2): 190-200.

Yang, K., Zhu, J., Zhang, M., Yan, Q., Sun, O.J. 2010. Soil microbial biomass carbon and nitrogen in forest ecosystems of Northeast China: a comparison between natural secondary forest and larch plantation. Journal of Plant Ecology, 3(3): 175-182.

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-04-21]