نشریه جنگل و فرآورده‌های چوب، مجله منابع طبیعی ایران
دوره ۶۶، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۲
۳۷۷

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۸/۲۱
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۱۲/۲۰

تأثیر انواع متفاوت کاربری زمین بر خصوصیات فیزیکی، شیمیایی، و زیستی خاک در جنگل النداان ساری

❖ **مریم اسدیان:** کارشناس ارشد جنگل‌داری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران
❖ **سیدمحمد حجتی*:** استادیار گروه جنگل‌داری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران
❖ **محمدرضا پورمجیدیان:** دانشیار گروه جنگل‌داری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران
❖ **اصغر فلاح:** دانشیار گروه جنگل‌داری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران

چکیده

امروزه، تخریب اکوسیستم‌های طبیعی و تبدیل آن‌ها به کاربری‌های دیگر موجب تغییرات چشمگیری در خصوصیات خاک شده است. این تحقیق به‌منظور بررسی تأثیر تغییر کاربری اراضی بر خصوصیات فیزیکی، شیمیایی، و زیستی خاک در بخشی از چشم‌اندازهای جنگل‌های صنایع چوب و کاغذ مازندران در سری النداان، که از تنوع کاربری اراضی (تودهٔ خالص راش، تودهٔ مخروبه، تودهٔ دست‌کاشت ون، تودهٔ دست‌کاشت کاج سیاه، و زمین کشاورزی) برخوردار است، انجام شد. به‌همین منظور، نمونه‌های خاک به‌صورت تصادفی (تعداد ٦ نقطه در هر کاربری) و از عمق ۰ـ۱۰، ۱۰ـ۲۰، و ۲۰ـ۳۰ سانتی‌متر به‌وسیلهٔ استوانهٔ فلزی (قطر ۸ سانتی‌متر) برداشت شد. درصد رطوبت، چگالی ظاهری، واکنش خاک، هدایت الکتریکی، کربن آلی، نیتروژن کل، پتاسیم و کلسیم قابل جذب، آمونیوم، و نیترات خاک در آزمایشگاه اندازه‌گیری و شاخص‌های نرخ خالص معدنی‌شدن نیتروژن، تولید آمونیوم، و تولید نیترات محاسبه شد. مقایسهٔ خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک اختلاف معنی‌داری ($P<0/05$) را در بین کاربری‌های مختلف نشان داده است؛ به‌طوری که بیشترین مقدار مشخصه‌های واکنش خاک، ازت کل، کلسیم قابل جذب، و آمونیوم خاک در کاربری جنگل‌کاری ون، و کمترین میزان ازت کل، pH، و نرخ تجزیه‌پذیری بقایای گیاه (بیشترین میزان نسبت کربن به نیتروژن) در جنگل‌کاری کاج مشاهده شده است. معدنی‌شدن خالص نیتروژن و تولید خالص آمونیوم نیز فقط در جنگل‌کاری ون رخ داده است. نتایج این تحقیق مؤید تأثیر چشمگیر انواع کاربری‌ها بر خصوصیات خاک است.

واژگان کلیدی: جنگل‌کاری، خاک جنگل، کاج، معدنی‌شدن نیتروژن، ون.

* نویسندهٔ مسئول تلفن: ۰۹۱۱۷۴۳۴۹۱۰
Email: s_m_hodjati@yahoo.com

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

خاک از مهم‌ترین منابع طبیعی هر کشوری است که در مقیاس دورهٔ زندگی انسان تجدیدناپذیر است [۱]. تخریب خاک در نتیجهٔ فعالیت انسان معضلی محیطی بوده و نقش عامل انسانی در پیدایش و تسریع این روند در بسیاری از مناطق مشخص شده است [۲]. از مهم‌ترین عوامل مؤثر در تخریب محیط زیست و فشار بر منابع بوم‌شناختی افزایش سریع جمعیت همراه با بهره‌برداری ناپایدار از منابع است. امروزه، به‌سبب رشد سریع جمعیت و افزایش تقاضا برای محصولات کشاورزی، پوشش‌های طبیعی سطح زمین در حال تخریب و تبدیل به اراضی زراعی‌اند.

تغییر نامناسب کاربری اراضی کاهش کیفیت خاک و نابودی دائم باروری زمین را در پی دارد [۳]. آلودگی خاک‌ها و آب‌های سطحی و زیرزمینی، کاهش حاصل‌خیزی، کاهش سطح مراتع و جنگل‌ها، بالاآمدن سطح آب‌های زیرزمینی، و شور و سدیمی‌شدن خاک‌ها فقط نمونه‌هایی از خسارت‌های جبران‌ناپذیری است که به‌علت اتخاذ روش‌های نامعقول و ایجاد تغییرات حساب‌نشده از سوی انسان به منابع طبیعی وارد شده است [۴]. جنگل‌ها جزء مهم‌ترین بوم‌نظام‌های خشکی‌اند که نقش عمده‌ای در جریان انرژی، ماده، و تبدیل این دو، بین زمین و اتمسفر برعهده دارند [۵].

تخریب جنگل و تبدیل آن به اراضی کشاورزی و احیای جنگل‌های مخروبه از طریق جنگل‌کاری با گونه‌های سوزنی‌برگ و پهن‌برگ متداول‌ترین اشکال تغییر کاربری اراضی جنگلی در مناطق کوهستانی شمال ایران است. در نتیجهٔ تخریب جنگل‌ها و کاهش مساحت آن‌ها برخی از خصوصیات فیزیکی، شیمیایی، و زیستی خاک دستخوش تغییر شده است که از آن جمله می‌توان به تخریب ساختمان خاک، افزایش چگالی ظاهری، کاهش هدایت هیدرولیکی، کاهش مواد آلی، کاهش میزان عناصر مورد استفادهٔ گیاهان، و کاهش فعالیت میکروبی خاک اشاره کرد [۶]. به‌طوری که بهرامی (۱۳۸۴) نیز در بررسی خود در مورد اثر تغییر کاربری اراضی بر برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در چهار منطقهٔ مختلف استان گیلان مشاهده کرد که پس از گذشت ۱۰ تا ۴۰ سال از تغییر کاربری جنگل به چای‌کاری، خاک‌ها در باغ چای در مقایسه با جنگل طبیعی دارای pH، ظرفیت تبادل کاتیونی، قابلیت هدایت الکتریکی، کربن آلی، نیتروژن کل، پتاسیم و فسفر قابل دسترس، کلسیم و منیزیم تبادلی، نسبت پوکی، حجم ویژه، تخلخل کل، و درجهٔ اشباع خاک کمتری بودند [۷]. بررسی تأثیر تغییر کاربری اراضی بر خصوصیات خاک، راهکاری مناسب برای تصمیم‌گیری در مدیریت بهینهٔ این عرصه‌هاست و این امر نیز صرفاً به‌واسطهٔ اندازه‌گیری مشخصه‌های خاک و درک مکانیسم اثر انواع مختلف کاربری‌ها بر خصوصیات خاک قابل دستیابی است.

این تحقیق به‌منظور بررسی برخی از مشخصه‌های فیزیکی، شیمیایی، و زیستی خاک در بخشی از جنگل‌های صنایع چوب و کاغذ مازندران‌سری النداان با انواع کاربری‌های اراضی تودهٔ طبیعی مدیریت‌شدهٔ خالص راش شرقی، تودهٔ مخروبه با گونه‌های ممرز و انجیلی، تودهٔ دست‌کاشت ون، تودهٔ دست‌کاشت کاج سیاه، و زمین کشاورزی انجام شد.

مواد و روش‌ها

مشخصات منطقهٔ مورد مطالعه

منطقهٔ مورد مطالعه واقع در سری ۶، بخش ۱ حوزهٔ ۲ آبخیز رود تجن، تحت مدیریت شرکت چوب و کاغذ مازندران است که بین ´ ۲۴ °۳۵ تا ´ ۲۷ °۵۳ طول شرقی و ´ ۱۰ °۳۶ تا ´ ۱۳ °۳۶ عرض شمالی

Archive of SID

www.SID.ir

قرار گرفته است. حداقل ارتفاع منطقه از سطح دریا حدود ۱۰۰۰ متر و حداکثر آن ۱۷۸۳ متر است.

در این بررسی، پنج نوع کاربری متداول تودهٔ طبیعی مدیریت‌شدهٔ خالص راش شرقی[1]، تودهٔ مخروبه با گونه‌های ممرز و انجیلی[2]، تودهٔ دست‌کاشت ون[3]، تودهٔ دست‌کاشت کاج سیاه[4]، و زمین کشاورزی (تحت کشت دیم گندم و جو) در منطقهٔ مورد مطالعه موجود است. شایان ذکر است که توده‌های دست‌کاشت کاج سیاه و زبان‌گنجشک در بین سال‌های ۱۳۶۵ تا ۱۳۷۰ نهال‌کاری شده و در تودهٔ مدیریت‌شدهٔ راش نیز یک دوره طرح جنگل‌داری (به‌مدت زمان ۳۰ سال) اجرا شده است. طبق نظر افراد محلی و کارشناسان طرح جنگل‌داری منطقه، مدت‌زمان ۳۰ سال (تقریباً از اوایل انقلاب) از ایجاد تخریب و شکل‌گیری تودهٔ مخروبه سپری شده است. در این تحقیق، بخش‌هایی از این کاربری‌ها، که به‌صورت پیوسته با هم بوده‌اند و حداقل اختلاف ارتفاع از سطح دریا، حداقل تغییر درصد، و جهت شیب در آن‌ها مشاهده شده بود، انتخاب شد [۸].

روش جمع‌آوری اطلاعات

پس از بازدید و شناسایی دقیق منطقه، با استفاده از روش تصادفی، تعداد ۶ نقطه در هریک از کاربری‌های مورد مطالعه انتخاب شد و نمونه‌برداری خاک از اعماق ۰ـ۱۰، ۱۰ـ۲۰، و ۲۰ـ۳۰ سانتی‌متر به‌وسیلهٔ استوانهٔ فلزی (قطر ۸ سانتی‌متر) صورت گرفت. به‌منظور کاهش آثار مرزی، حاشیهٔ کاربری‌ها برای نمونه‌برداری در نظر گرفته نشد و برداشت نمونه‌ها متمایل به بخش مرکزی هر کاربری شد [۹]. پس از نمونه‌برداری و انتقال نمونه‌ها به آزمایشگاه، مشخصه‌های فیزیکی خاک: درصد رطوبت به‌روش توزین و خشک‌کردن، وزن مخصوص ظاهری به‌روش کلوخه، بافت خاک به‌روش هیدرومتری، و مشخصه‌های شیمیایی: اسیدیتهٔ خاک به‌روش پتانسیومتری با استفاده از دستگاه pH متر، هدایت الکتریکی پس از عصاره‌گیری با استفاده از دستگاه مخصوص هدایت‌گر الکتریکی (EC متر)، کربن آلی به‌روش والکی بلاک، نیتروژن کل به‌روش کجلدال، پتاسیم و کلسیم قابل جذب نیز با محلول استات آمونیوم استخراج و با استفاده از دستگاه جذب اتمی، غلظت آمونیوم به‌روش کلریمتری و غلظت نیترات با استفاده از روش احیای کادمیوم اندازه‌گیری شد [۱۰ـ۱۲].

به‌منظور اندازه‌گیری نرخ خالص معدنی‌شدن نیتروژن (به‌عنوان یکی از شاخص‌های زیستی خاک) از روش کیسهٔ مدفون[5] استفاده شد [۵]. بدین‌ترتیب که در طی یک دورهٔ یک‌ماهه، در اولین زمان نمونه‌برداری (اول مرداد ماه)، در هریک از کاربری‌های مورد مطالعه تعدادی نمونه‌خاک در مجاورت یکدیگر از خاک سطحی (عمق ۰ـ۵ سانتی‌متر) برداشت شد. سپس از مجموع نمونه‌خاک‌های برداشت‌شده (n=۶۰ نمونه)، ۳۰ نمونه به آزمایشگاه منتقل و بقیهٔ نمونه‌ها (n=۳۰) در همان زمان در داخل نایلون فریزر قرار داده و در همان عمق مدفون شد. در نهایت، پس از گذشت ۳۰ روز در دومین زمان نمونه‌برداری (اول شهریور ماه) این نمونه‌ها نیز به آزمایشگاه منتقل شد. پس از انتقال نمونه‌های خاک به آزمایشگاه، ازت کل و معدنی (مجموع آمونیوم و نیترات) برای تمام نمونه‌های متعلق به هر دو دورهٔ زمانی اندازه‌گیری شد.

محاسبات

۱. نرخ خالص معدنی‌شدن نیتروژن: نرخ خالص

1. Fagus orientalis Lipsky
2 Carpinus betulus L., Parrotia persica
3 .Fraxinus excelsior L
4. Pinus nigra Arnold

5. Buried bag

Archive of SID
www.SID.ir

معدنی‌شدن نیتروژن طی بازهٔ زمانی ۳۰ روز، از تفاضل ازت معدنی (مجموع آمونیوم و نیترات) در زمان دوم از ازت معدنی در زمان اول محاسبه می‌شود [۱۳].

رابطهٔ (۱) $R_M=[(T_{m1}-T_{m0})/t]$

در این رابطه R_M نرخ خالص معدنی‌شدن ازت، T_{m1} ازت معدنی در شهریور، T_{m0} ازت معدنی در مرداد، و t مدت‌زمان لازم (۳۰ روز) برای تولید خالص ازت معدنی است.

۲. نرخ خالص تولید آمونیوم[1] و نرخ خالص تولید نیترات[2]: نرخ خالص تولید آمونیوم[3] در بازه زمانی ۳۰ روز، از تفاضل مقدار آمونیوم در شهریور ماه از مقدار آمونیوم اندازه‌گیری‌شده در مرداد ماه به‌دست می‌آید. میزان تولید خالص نیترات نیز با همین روش محاسبه می‌شود؛ با این تفاوت که در فرمول زیر به جای آمونیوم باید از نیترات استفاده شود [۱۳].

رابطهٔ (۲) $R_A= [(T_{a1}-T_{a0})/t]$

در این رابطه، R_A نرخ خالص تولید آمونیوم، T_{a1} مقدار آمونیوم در شهریور ماه، T_{a0} مقدار آمونیوم در مرداد ماه، و t مدت‌زمان لازم برای تولید خالص آمونیوم است.

بررسی و تحلیل داده‌ها

بررسی آماری و مقایسهٔ مشخصه‌های موردنظر در کاربری‌های مختلف پس از حصول اطمینان از نرمال‌بودن پراکنش داده‌ها (آزمون کولموگروف‌اسمیرونوف) و همگنی واریانس (آزمون لون) از طریق آنالیز واریانس یکطرفه (ANOVA) و آزمون SNK در محیط نرم‌افزار SPSS 16.0 انجام شد.

نتایج و بحث

مشخصه‌های فیزیکی و شیمیایی خاک در کاربری‌های مورد مطالعه

درصد رطوبت، چگالی ظاهری، و بافت خاک

نتایج آنالیز واریانس نشان داد که مشخصهٔ رطوبت خاک در بین کاربری‌های مختلف به تفکیک هر عمق دارای تفاوت معنی‌داری ($P<0/05$) بوده است؛ به‌طوری که کاربری جنگل راش و جنگل مخروبه در مقایسه با سایر کاربری‌ها، تقریباً در تمام اعماق از میزان رطوبت بیشتری برخوردار بوده‌اند (جدول ۱). بالابودن میزان رطوبت در کاربری جنگل راش را می‌توان به‌دلیل زیاد بودن مقدار مواد آلی در خاک این عرصه دانست، زیرا مواد آلی از طریق کاهش تبخیر و تعرق و افزایش نرخ نفوذ آب در خاک منجر به نگه‌داشت مقدار چشمگیر رطوبت در خاک می‌شود [۱۴]. همچنین زیادبودن میزان این مشخصه در جنگل مخروبه به‌دلیل آشفتگی و اختلال در خاک و به‌هم‌خوردن ساختمان خاک صورت گرفته و میزان نفوذپذیری آب در خاک کاهش و تجمع آب در لایه‌های سطحی افزایش می‌یابد. این نتیجه با یافته‌های نیل و همکاران (۱۹۹۷) که در مطالعهٔ خود افزایش میزان رطوبت در خاک اراضی مخروبهٔ جنگلی را ناشی از تبدیل و تخریب جنگل گزارش کرده‌اند همخوانی دارد [۱۵].

مشخصهٔ چگالی ظاهری خاک در بین کاربری‌های مختلف به تفکیک هر عمق اختلاف معنی‌داری را نشان نداده است (جدول ۱). نتایج آنالیز واریانس نشان می‌دهد مشخصهٔ درصد رس و شن خاک در هریک از اعماق مورد بررسی در بین کاربری‌های مختلف دارای اختلاف معنی‌داری نبوده است. (اطلاعات این دو مشخصه از بافت خاک به‌دلیل نبودن فضای کافی در جدول نتایج قید نشده است).

1. Net ammonification
2. Net nitrification
3. Ammonification

Archive of SID
www.SID.ir

واکنش خاک، هدایت الکتریکی

مقایسهٔ میانگین واکنش خاک در لایهٔ سطحی خاک اختلاف معنی‌داری (P<۰/۰۵) را در بین کاربری‌های مختلف نشان داده است. به‌طوری که بیشترین میزان این مشخصه در جنگل‌کاری ون، و کمترین مقدار آن در جنگل راش و جنگل‌کاری کاج مشاهده شده است (جدول ۱). دربارهٔ بالابودن میزان مشخصهٔ واکنش خاک در جنگل‌کاری ون باید به تجزیهٔ سریع لاشبرگ ون و در نتیجه غنی‌سازی محتوای مواد مغذی که خود بازگشت مقادیر زیادی از کاتیون‌های بازی به خاک را به‌همراه دارد اشاره کرد [۱۶]. کاهش میزان اسیدیتهٔ خاک در کاربری‌های جنگل‌کاری کاج و جنگل راش، به‌واسطهٔ تجزیهٔ کند لاشبرگ و متعاقباً تولید اسید آلی و تأخیر در بازگشت کاتیون‌های بازی به خاک، توجیه‌پذیر است [۱۷]. این نتیجه با یافته‌های آگوستو و همکاران (۲۰۰۲) که در مطالعهٔ خود اسیدی‌بودن خاک در زیر تاج پوشش سوزنی‌برگان را به‌دلیل تخلیهٔ کاتیون‌های مغذی مطرح کرده‌اند و نیز با نتایج نوردن (۱۹۹۴)، که در بررسی خود کمتربودن میزان این مشخصه را در خاک زیر توده‌های راش در مقایسه با توده‌های بلوط در جنوب سوئد گزارش کرده است، مطابقت دارد [۱۶ـ۱۸].

نتایج نشان می‌دهد که مشخصهٔ شوری خاک در اعماق ۱۰ــ۲۰ و ۲۰ــ۳۰ سانتی‌متری در زمین کشاورزی به‌طور معنی‌داری (P<۰/۰۵) بیشتر از سایر کاربری‌ها بوده است (جدول ۱). تغییر کاربری زمین و اعمال عملیات کشت و کار و کوده سبب افزایش در مقدار هدایت الکتریکی خاک در زمین‌های کشاورزی شده است [۱۹]. بولان و همکاران (۱۹۹۱) نیز در مطالعات خود به افزایش هدایت الکتریکی و واکنش خاک بر اثر جنگل‌تراشی و تخریب اراضی مرتعی و سپس کشت و کار روی این اراضی اشاره کرده‌اند [۲۰].

کربن آلی، ازت کل، و نسبت کربن به نیتروژن

نتایج مقایسهٔ میانگین‌ها حاکی از آن است که مشخصهٔ درصد کربن آلی خاک در اعماق ۱۰ــ۲۰ و ۲۰ـ۳۰ سانتی‌متری در جنگل راش کمتر از زمین کشاورزی بوده است (جدول ۱).

تغییرات کربن آلی خاک، مشخصه‌ای مناسب برای ارزیابی تأثیر عملیات مدیریتی در اراضی کشاورزی و جنگلی است [۲۱]. اعمال عملیات خاک‌ورزی (شخم) در اراضی کشاورزی به برهم‌خوردن ساختمان خاک (شکسته‌شدن و خردشدن خاک‌دانه‌ها) منجر می‌شود و در نتیجه منجر به جابه‌جایی و تجمع مواد آلی از لایهٔ سطحی به لایه‌های زیرین می‌گردد [۲۲]. نتایج آنالیز نشان می‌دهد مشخصهٔ نیتروژن کل فقط در عمق ۰ــ۱۰ سانتی‌متری در بین کاربری‌های مختلف دارای تفاوت معنی‌داری (P<۰/۰۵) است؛ به‌طوری که حداقل مقدار این مشخصه در جنگل‌کاری کاج، و بیشترین مقدار آن در جنگل‌کاری ون، اندازه‌گیری شده است (جدول ۱). زیادبودن میزان ازت کل در تودهٔ ون در ارتباط با مقدار مواد آلی غنی از ازت است که به‌واسطهٔ لاشه‌ریزی به خاک این توده اضافه می‌شود. مواد آلی که منجر به افزایش محتوای مواد مغذی خاک شده‌اند از جمعیت میکروارگانیسم‌های غنی‌کنندهٔ ازت خاک حمایت می‌کنند و در نتیجه باعث افزایش مقدار این مشخصه در خاک این عرصه می‌شوند [۲۳]. کم‌بودن ازت کل در جنگل‌کاری کاج را می‌توان به کندبودن سرعت تجزیهٔ لاشبرگ به‌واسطهٔ اسیدی‌بودن خاک در این توده نسبت داد [۲۴].

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱. نتایج آنالیز مشخصه‌های فیزیکی و شیمیایی خاک (اشتباه معیار ± میانگین) در مناطق مورد مطالعه

عمق خاک (سانتی‌متر)	کاربری	رطوبت (درصد)	چگالی ظاهری (گرم بر سانتی‌متر مکعب)	واکنش خاک	هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر)	کربن آلی (درصد)	نیتروژن کل (درصد)	نیتروژن / کربن	پتاسیم (میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک)	کلسیم (میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک)
۱۰-۰	جنگل راش	۲۱/۲±۱/۷۸b	۱/۵۱±۰/۰۷a	۶/۶۲±۰/۰۸a	۰/۲۴±۰/۰۲a	۳/۰۶±۰/۲۳a	۰/۳۲±۰/۰۵a	۱۲/۳۷±۴/۱۱a	۲۳۴±۱۴/۱۱ab	۱۲۸۰±۱۲۱a
	جنگل‌کاری ون	۱۵/۹±۰/۷۲a	۱/۵۱±۰/۰۸a	۷/۳۴±۰/۰۶c	۰/۳۳±۰/۰۵a	۲/۶±۰/۴۳a	۰/۵±۰/۰۴b	۵/۴۱±۱/۰۷a	۲۹۷±۳۰/۱۹b	۲۵۰۰±۱۸۰b
	جنگل‌کاری کاج	۱۳/۱۳±۰/۸۶a	۱/۴۹±۰/۱۲a	۶/۸۷±۰/۰۸ab	۰/۲۳±۰/۰۲a	۲/۷۴±۰/ ۲۶a	۰/۱۵±۰/۰۴c	۲۹/۴±۱۰/۵۳b	۲۰۳±۹/۳۰a	۱۵۵۰±۱۶۸a
	جنگل مخروبه	۲۲/۱±۲/۳b	۱/۶±۰/۱۲a	۶/۷۲±۰/۲۷ab	۰/۳۴±۰/۰۵a	۳/۴±۰/۱۸a	۰/۰۴±۰/۰۴ab	۸/۷۶±۰/۷۴a	۲۸۵±۲۸/۴۴b	۱۵۶۰±۲۳۹a
	زمین کشاورزی	۱۲/۶۶±۰/۷۷a	۱/۷۸±۰/۱۵a	۷/۱۸±۰/۰۵bc	۰/۲۴±۰/۰۱a	۲/۵۷±۰/۰۶a	۰/۳±۰/۰۵a	۹/۲۹±۱/۰۹a	۵۲۹±۱۱/۰۳c	۱۳۱۰±۱۲۷a
۲۰-۱۰	جنگل راش	۱۶/۵۲±۰/۶۱b	۱/۶۹±۰/۱۳a	۶/۸۷±۰/۰۹a	۰/۱±۰/۰۱a	۱/۰۶±۰/۲۲a	۰/۰۸±۰/۰۱a	۱۳/۵۷±۲/۴۹a	۱۸۹±۲۳/۰۴a	۱۲۰۰±۹۸/۳۵a
	جنگل‌کاری ون	۱۲/۱۳±۰/۹۴a	۱/۸۳±۰/۱۸a	۷/۳۸±۰/۰۴a	۰/۱۵±۰/۰۲a	۱/۷۷±۰/۲۶ab	۰/۱۳±۰/۰۴a	۲۰/۰۳±۷/۵۸a	۲۲۹±۳۲/۱۲a	۱۶۴۰±۳۶۳a
	جنگل‌کاری کاج	۱۲/۷۶±۰/۴a	۱/۶۶±۰/۱a	۶/۹۷±۰/۱a	۰/۱۳±۰/۰۱a	۱/۴۵±۰/۳ab	۰/۱۶±۰/۰۴a	۱۰/۳۸±۱/۴۳a	۲۰۴±۱۷/۹۹a	۱۵۰۰±۲۴۰a
	جنگل مخروبه	۲۲/۳۹±۱/۸c	۱/۷۶±۰/۱۳a	۷/۱۵±۰/۳a	۰/۲±۰/۰۳b	۱/۸۲±۰/۲ab	۰/۱۸±۰/۰۵a	۱۲/۳۷±۱/۷۴a	۲۵۴±۲۲/۳۳a	۱۴۴۰±۲۷۲a
	زمین کشاورزی	۱۷/۹۶±۰/۸۸b	۱/۶۴±۰/۰۷a	۷/۲۴±۰/۰۴a	۰/۲۳±۰/۰۲b	۲/۲۴±۰/۱۱b	۰/۱۹±۰/۰۳a	۱۳/۲۲±۲/۲۲a	۵۳۲±۱۴/۰۱b	۱۲۳۰±۷۶/۵۵a
	جنگل راش	۱۶/۹۹±۰/۸۸a	۱/۸۵±۰/۱۸a	۶/۹۷±۰/۰۲a	۰/۰۸±۰/۰۱a	۰/۶۲±۰/۱۱a	۰/۰۲±۰/۰۱a	۳۷/۱۲±۸/۷۸c	۱۷۹±۳۰/۸۹a	۱۶۹۰±۵۰۴a
	جنگل‌کاری ون	۱۰/۴۸±۱/۷۱c	۱/۸۶±۰/۰۹a	۷/۵۴±۰/۱۸a	۰/۱±۰/۰۱a	۱/۰۴±۰/۱۱abc	۰/۰۸±۰/۰۱a	۱۲/۴۷±۱/۰۵ab	۲۲۳±۳۸/۴۸a	۱۷۲۰±۳۵۶a
۳۰-۲۰	جنگل‌کاری کاج	۱۵/۰۳±۰/۸۷a	۱/۷±۰/۰۵a	۷/۱۸±۰/۰۸a	۰/۰۹±۰/۰۱a	۰/۷۴±۰/۱۵ab	۰/۱۴±۰/۰۴a	۷/۲۹±۱/۳۲a	۲۰۷±۲۸/۱۱a	۲۷۸۰±۱۱۸۰a
	جنگل مخروبه	۲۰/۹۷±۱/۳۳b	۱/۶۱±۰/۰۶a	۷/۲۷±۰/۲۴a	۰/۱۵±۰/۰۲b	۱/۱۳±۰/۱۳bc	۰/۰۸±۰/۰۲a	۲۰/۳±۵/۰۶bc	۲۵۷±۱۸/۰۳a	۱۵۰۰±۲۷۰a
	زمین کشاورزی	۲۱/۰۹±۰/ ۳۸b	۱/۴۹±۰/۱۲a	۷/۴۷±۰/۱۲a	۰/۱۷±۰/۰۱b	۱/۳۳±۰/۱۱c	۰/۱۶±۰/۰۶a	۱۱/۸۲±۱/۹۳ab	۵۲۲±۱۸/۱۹b	۱۲۲۰±۵۰/۶a

حروف مختلف نشان‌دهندهٔ اختلاف معنی‌داری ($p<0/05$) در بین کاربری‌های مختلف به تفکیک عمق است.

www.SID.ir

نتایج حاکی از آن است که نسبت کربن به نیتروژن فقط در اعماق ۰ـ۱۰ و ۲۰ـ۳۰ سانتی‌متری در بین کاربری‌های مختلف دارای تفاوت معنی‌داری (P<۰/۰۵) با یکدیگر است. از آنجا که معمولاً لایهٔ سطحی خاک تغییرات موجود در خاک را به‌خوبی نشان می‌دهد، بنابراین، توجه به میزان تغییرات نسبت کربن به نیتروژن در لایهٔ سطحی (۰ـ۱۰ سانتی‌متری) در این مطالعه اهمیت ویژه‌ای دارد. کمترین میزان مشخصهٔ موردنظر در عمق اول در جنگل‌کاری ون، و بیشترین مقدار آن در جنگل‌کاری کاج مشاهده شده است (جدول ۱). بیشتربودن نسبت کربن به نیتروژن (کمتربودن میزان تجزیه‌پذیری بقایای گیاه) در لایهٔ سطحی خاک در جنگل‌کاری کاج به‌دلیل تجمع زیاد مواد آلی در این لایه از خاک و تجزیه‌ناپذیری سریع بقایای گیاه است [۲۵]. همچنین نرخ کم نسبت کربن به نیتروژن در زیر تاج پوشش ون، منعکس‌کنندهٔ تفاوت‌ها در محتوای ازت (بالابودن میزان ورودی سالیانهٔ ازت در لاشبرگ ون) یا نرخ‌های بالای تجزیهٔ لاشبرگ ون است. بدین‌صورت که در طی چرخش سریع تجزیهٔ لاشبرگ ون، نیتروژن به میزان کمتری در فلور جنگل نگه‌داری و سریع‌تر به خاک معدنی منتقل می‌شود [۲۶].

پتاسیم و کلسیم قابل جذب

نتایج آنالیز واریانس نشان می‌دهد که پتاسیم قابل جذب خاک در عمق اول به‌طور معنی‌داری (P<۰/۰۵) در زمین کشاورزی بیشتر از سایر کاربری‌ها بوده است (جدول ۱). بالابودن میزان پتاسیم در کاربری زمین کشاورزی به استفاده از کودهای شیمیایی پتاسه مربوط می‌شود [۷]. مقایسهٔ میانگین‌ها بیانگر آن است که بیشترین میزان کلسیم قابل جذب در لایهٔ سطحی خاک در جنگل‌کاری ون مشاهده شده است (جدول ۱). بالابودن مقدار کلسیم در خاک زیر تاج پوشش ون به‌سبب تجزیهٔ سریع لاشبرگ آن است. بدین‌صورت که در نتیجهٔ تجزیهٔ سریع لاشبرگ غلظت کاتیون‌های بازی واردشده به خاک افزایش می‌یابد [۱۶]. همچنین غلظت بالای کاتیون‌های بازی در شاخ و برگ گونه‌ای مانند ون و آبشویی آن منجر به افزایش ورودی این کاتیون‌ها از طریق تاج بارش به خاک می‌شود [۱۷]. این نتیجه با یافته‌های هاگن‌ـتورن و همکاران (۲۰۰۴) که به بررسی تأثیر شش گونهٔ درختی جنگل‌کاری‌شدهٔ بلوط قرمز، نمدار، زبان‌گنجشک، توس، راش، و نوئل بر خصوصیات شیمیایی خاک در دانمارک پرداختند و به این نتیجه رسیدند که میزان کلسیم به‌همراه سایر عناصر شیمیایی در لایهٔ سطحی خاک در تودهٔ ون بیشتر از توده‌های راش و نوئل بوده است، مطابقت دارد [۲۶].

نیترات و آمونیوم

مقایسهٔ میانگین آمونیوم خاک در دو زمان نمونه‌برداری (مرداد و شهریور) حاکی از آن است که دو کاربری جنگل راش و جنگل‌کاری ون بیشترین مقدار این مشخصه را به‌ترتیب در اولین (مرداد) و دومین (شهریور) زمان نمونه‌برداری، و کاربری زمین کشاورزی کمترین مقدار را در هر دو زمان نمونه‌برداری به خود اختصاص داده‌اند (جدول ۲). غلظت زیاد آمونیوم در این کاربری‌ها به نرخ بالای معدنی‌شدن ازت برمی‌گردد. افزایش نرخ معدنی‌شدن ازت و فعالیت میکروبی به‌شدت تحت تأثیر افزایش متغیرهایی از قبیل درجهٔ حرارت، رطوبت خاک، pH، و منابع موقت کربن و ازت در این کاربری‌هاست [۲۷]. این در حالی است که این مشخصه‌ها در کاربری زمین کشاورزی از کمترین مقدار خود در مقایسه با سایر کاربری‌ها برخوردار بوده‌اند. به‌طوری که در نتیجهٔ آن غلظت آمونیوم در این کاربری به‌شدت کاهش یافته است.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۲. نتایج آنالیز مشخصه‌های نیترات و آمونیوم خاک (میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک) در مناطق مورد مطالعه

مشخصات	زمان نمونه‌برداری	جنگل راش	جنگل‌کاری ون	جنگل‌کاری کاج	جنگل مخروبه	زمین کشاورزی
آمونیوم	مرداد	۱۵/۰۳±۶۰/۶۸b	۳/۶۱±۳۰/۱۲a	۴/۷۱±۴۱/۷۸a	۱۳/۲±۵۳/۱b	۶/۱۸±۲۱/۷۷a
	شهریور	۲/۲۳±۲۲b	۱۲/۷±۴۵/۴a	۲/۹۲±۲۴/۱۹b	۶/۶±۵۱/۵۳a	۱/۲۵±۱۶/۲۳b
نیترات	مرداد	۲۴/۴۷±۴/۷۱	۲۸/۶۸±۲/۰۱	۲۲/۷۳±۲/۷۱	۳۰/۷۳±۵/۲۱	۲۸/۷۳±۲/۷۷
	شهریور	۱۷/۴۳±۲/۷۵	۲۱/۰۹±۳/۱۷	۱۷/۷۲±۲/۸۰	۳۱/۹۹±۸/۳۴	۲۲/۴۹±۳/۱۷

حروف مختلف نشان‌دهندهٔ اختلاف معنی‌داری ($P<0/05$) در هریک از زمان‌های نمونه‌برداری در بین کاربری‌های مختلف است.

نتایج نشان می‌دهد که مقدار نیترات موجود در خاک در بین کاربری‌های مختلف در هریک از دو زمان نمونه‌برداری (مرداد و شهریور) دارای اختلاف معنی‌داری نبوده است (جدول ۲).

شاخص‌های زیستی خاک در عرصه‌های مورد مطالعه

نتایج نرخ خالص معدنی‌شدن نیتروژن نشان داده است که این شاخص در بین کاربری‌های مورد مطالعه دارای تفاوت معنی‌داری نبوده است. همچنین معدنی‌شدن خالص نیتروژن فقط در جنگل‌کاری ون رخ داده است (شکل ۱).

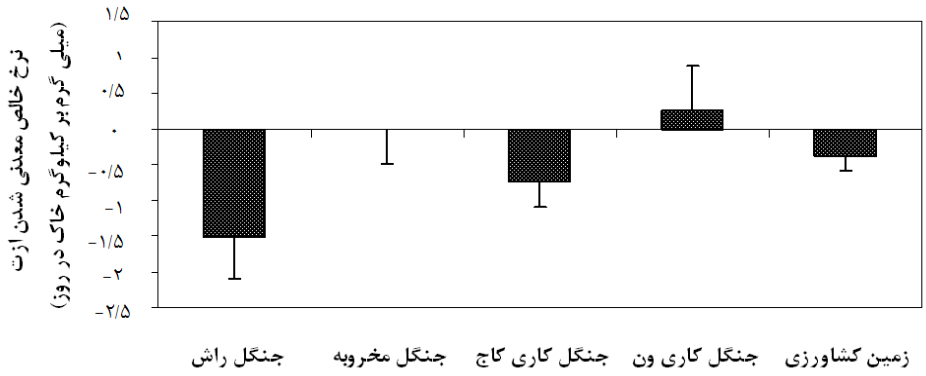
فعالیت‌های زیستی خاک توسط تک‌سلولی‌های هوازی صورت می‌گیرد. به‌دنبال فراهم‌شدن شرایط مساعد برای فعالیت این میکروارگانیسم‌ها، تشدید فعالیت‌های میکروبی مشاهده می‌شود که با معدنی‌شدن (تجزیه و تبدیل مواد آلی به ترکیبات سادهٔ معدنی) شدید مواد آلی همراه است. مواد آلی که به خاک اضافه می‌شود از سوی موجودات ذره‌بینی خاک مورد حمله قرار می‌گیرند و به واحدهای یونی و مولکولی کوچک‌تری تجزیه می‌شوند. این واحدها همراه ترکیبات آلی و معدنی موجود در خاک تشکیل مجموعه‌غذایی را می‌دهند که به‌واسطهٔ آن موجودات خاک می‌توانند قدرت لازم برای متابولیسم و مواد اولیه را برای ساختمان نسوج سلولی خود فراهم آورند. معدنی‌شدن ازت به‌طور دائم در متابولیسم میکروبی خاک اتفاق می‌افتد [۲۸]. انجام این فرایند کاملاً به فراهم‌شدن برخی شرایط مساعد برای فعالیت میکروارگانیسم‌ها در خاک بستگی دارد. از این شرایط، که در کاربری جنگل‌کاری ون مهیا بوده است، می‌توان به محتوای بالای رطوبت، pH نسبتاً زیاد، مقدار زیاد ازت، و میزان کم نسبت کربن به نیتروژن خاک اشاره کرد که خود به تجزیهٔ سریع لاشبرگ ون و در نهایت افزایش ورودی مواد آلی به خاک این عرصه منجر می‌شود [۲۹].

نتایج آنالیز واریانس نشان می‌دهد مشخصهٔ نرخ خالص تولید آمونیوم در بین کاربری‌های مختلف دارای اختلاف معنی‌داری ($P<0/05$) است. تولید خالص آمونیوم نیز فقط در جنگل‌کاری ون شکل گرفته است (شکل ۲).

تولید آمونیوم به مرحله‌ای از تحولات بیوشیمیایی خاک اطلاق می‌شود که در آن مواد آلی به ترکیبات ساده‌تری تجزیه می‌شوند. در این فرایند ابتدا ترکیبات پروتیدی مواد آلی از طریق هیدرولیز به ترکیبات ساده‌تر و پایدارتر مانند پروتئوزها، پپتون‌ها، و اسیدهای آمینه تجزیه می‌شوند. ترکیبات اخیر به‌نوبهٔ خود گاه هیدرولیز و گاه اکسیده می‌شوند و در نهایت به تولید یون آمونیوم منجر می‌شوند [۳۰]. تأثیر گونه‌های گیاه بر فعالیت چرخهٔ نیتروژن و در نتیجه بر روند تولید آمونیوم مسئله‌ای است که در بسیاری از مطالعات به آن اشاره شده است [۳۱].

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۱. مقایسهٔ میانگین نرخ خالص معدنی‌شدن نیتروژن در بین کاربری‌های مورد مطالعه

شکل ۲. مقایسهٔ میانگین نرخ خالص تولید آمونیوم در بین کاربری‌های مورد مطالعه

(حروف مختلف نشان‌دهندهٔ اختلاف معنی‌داری ($P<۰/۰۵$) در بین کاربری‌های مختلف است.)

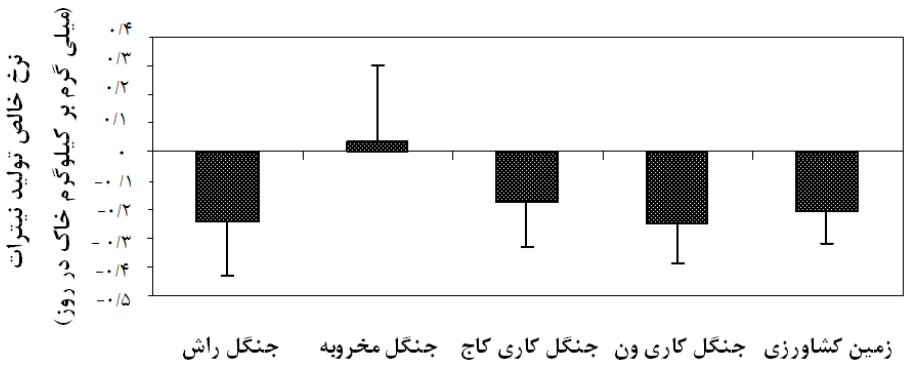
گونهٔ ون گونه‌ای است که برگ‌های آن حاوی مقدار زیادی ازت است. این گونه به‌سبب تجزیه‌پذیری سریع لاشبرگ آن و در نتیجه مهیاشدن میزان زیاد مواد آلی در خاک (که خود مؤلفهٔ اصلی چرخهٔ نیتروژن است.) نقش اساسی در شکل‌گیری مرحلهٔ اول فرایند معدنی‌شدن (تولید آمونیوم) در این کاربری دارد. هوبی (۱۹۹۲) در مطالعهٔ خود در رابطه با بررسی تأثیر گونه‌های گیاه بر چرخهٔ مواد مغذی خاک مشاهده کرد که بیشترین میزان معدنی‌شدن ازت در جوامع گیاه با لاشبرگ‌هایی که از بیشترین مقدار ازت برخوردار بوده‌اند رخ داده است، زیرا غلظت بالای ازت منجر به تجزیهٔ سریع‌تر لاشبرگ و در نتیجه افزایش نرخ معدنی‌شدن می‌شود. این نتیجه با یافته‌های مطالعهٔ حاضر مطابقت دارد [۳۲].

در این تحقیق، مشخصهٔ نرخ خالص تولید نیترات[1] در بین مناطق مورد مطالعه تفاوت معنی‌داری را نشان نداده است. تولید خالص نیترات نیز فقط در کاربری جنگل مخروبه صورت گرفته است (شکل ۳).

نیتراتی‌شدن (تولید نیترات) فرایندی است که در نتیجهٔ آن یون‌های آمونیوم به‌وسیلهٔ باکتری‌های نیتروزوموناس و نیتروباکتر اکسید می‌شوند و در نتیجه این اکسیداسیون ابتدا به نیتریت و سپس به نیترات تبدیل می‌شود [۳۳].

1. Nitrification

www.SID.ir



شکل ۳. مقایسهٔ میانگین نرخ خالص تولید نیترات در بین کاربری‌های مورد مطالعه

دربارهٔ تولید خالص نیترات در جنگل مخروبه باید به این مورد اشاره کرد که خاک در این کاربری به‌دلیل حضور دام از کودهای دامی غنی شده بود. زیادشدن جمعیت نیترات‌سازها از عواملی است که در افزایش تولید نیترات تأثیر بسزایی دارد. کودهای آلی، به‌خصوص کودهای دامی، موجب افزایش جمعیت این موجودات ذره‌بینی می‌شوند [۳۴].

نتیجه‌گیری

امروزه، در نتیجهٔ تخریب ذخایر طبیعی، کاهش سطح عرصه‌های جنگلی و تبدیل آن‌ها به کاربری‌های ناپایدار، و پوشش‌های دیگر زمین، بسیاری از خصوصیات فیزیکی، شیمیایی، و زیستی خاک تحت تأثیر قرار می‌گیرد. با توجه به نتایج این تحقیق مبنی بر کاهش میزان بسیاری از خصوصیات فیزیکی، شیمیایی، و زیستی خاک در اراضی کشاورزی (درصد رطوبت، شدت واکنش خاک، منابع موقت کربن و ازت در لایهٔ سطحی، و مقدار آمونیوم خاک) به‌واسطهٔ برداشت سالانهٔ زیست‌توده به‌همراه انجام عملیات شدید خاک‌ورزی، استفاده از انواع کودهای آلی و اجرای مدیریت کشت بدون یا با حداقل خاک‌ورزی (در مقایسه با عملیات متداول کشاورزی) که باعث محافظت از کربن و مواد آلی خاک می‌شود توصیه می‌گردد. همچنین در مورد کم‌بودن میزان بسیاری از مشخصات خاک اندازه‌گیری‌شده در تودهٔ دست‌کاشت کاج و بیشتربودن میزان آن‌ها در تودهٔ ون، جنگل‌کاری به‌صورت ترکیب گونه‌های سوزنی‌برگ (کاج) و پهن‌برگ (مانند ون که نتایج مطلوبی را بر خصوصیات خاک به‌همراه داشته)، به‌عنوان نوعی تغییر کاربری در مناطق جنگل‌تراشی‌شده (در شرایط مشابه با منطقهٔ مورد مطالعه)، که منجر به بهبود وضعیت خاک و تودهٔ جنگلی می‌شود، پیشنهاد می‌گردد.

Archive of SID

www.SID.ir

References

[1]. Jenny, H. (1980). The Soil Resource: Origin and Behavior. Ecological Studies, 37. Springer-Verlage, New York.

[2]. Marzaioli, R., Ascoli, R.D., De Pascale, R.A., and Rutigliano, F.A. (2010). Soil quality in a Mediterranean area of Southern Italy as related to different land use types. Applied Soil Ecology, 44: 205-212.

[3]. Andrews S.S., Karlen, D.L., and Cambardella, C.A. (2004). The soil management assessment framework: a quantitative soil quality evaluation method. Soil Science Society of American Journal, 68: 1942–1962.

[4]. Mahmoodi, S.H., and Hakimian, M. F., (2005). Undamentals of Soil Science, Publications of Tehran University, 700 pp.

[5]. Singh, R.S., Tripathi, N., and Singh, S.K. (2007). Impact of degradation on nitrogen transformation in a forest ecosystem of India. Environmental Monitoring and Assessment, 125: 165-173.

[6]. Kiese, F., Papen, h., Zumbusch, E., and Butterbach-Bahl, L. (2002). Nitrification activity in tropical rainforest soils of the coastal lowlands and Atherton Tablelands, Queensland, Australia. Journal of Plant Nutrition, 165: 682-685.

[7]. Bahrami, A. (2005). Impact of land-use change on soil physical and chemical properties. M.Sc.Thesis of Forestry, Gilan University, 110p.

[8]. Anonymous, 2004. Booklet of Tajan Forestry Plan-6 Alandan District, Forest and Rangeland Organization, 298 pp.

[9]. Losi, C.J., Siccama, T.G., Juan, R.C., and Morales, E. (2003). Analysis of alternate methods for estimating carbon stock in young tropical plantations. Forest Ecology and Management, 184: 355-368.

[10]. Jafari-Haghigh, M., (2003). Methods of Soil Analysis. Publications of Nedaye Zoha, 195 pp.

[11]. Dorich, R.A., Nelson, and D.W. 1983. Direct colorimetric measurement of ammounium in potassium chloride extracts of soils. Soil Science Society of America Journal, 47: 833-836.

[12]. APHA, (1998). Cadmium reduction method. In: Franson, M.A.H(Ed), Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Washington, DC, 556 pp.

[13]. Wang, C., Han, X., and Xing, X. (2010). Effects of grazing exclusion on soil net nitrogen mineralization and nitrogen availability in a temperate steppe in northern China. Journal of Arid Environments, 74(10): 1287-1293.

[14]. Oztas, T., Koc, A., and Comakli, B. (2003). Changes in vegetation and soil properties along a slope on overgrazed and eroded rangelands. Journal of Arid Environments, 55: 93-100.

[15]. Neill, C., Piccolo, M.C., Steudler, P.A., Melillo, J.M., Feigi, B.J., and Cerri, C.C. (1997). Net nitrogen mineralization and net nitrification rates in soils following deforestation for pasture across the southwestern Brazilian Amazon Basin landscape. Oecologia, 110: 243-252.

[16]. Norden, U. 1994b. Leaf litterfall concentrations and fluxes of elements by deciduous tree species. Scandinavian Journal of Forest Research, 9(1): 9-16.

[17]. Norden, U. (1994). The influence of broad-leaved tree species on pH and organic matter content of forest topsoils in Scania, South Sweden. Scandinavian Journal of Forest Research, 9(1): 1-8.

[18]. Agusto, L., Jacques, R., Binkely, D., and Roth, A. (2002). Impacts of several common tree species of European temperate forests on soil fertility. Annals of Forest Science, 59:233-253.

[19]. Haj Abasi, M.A., Besalatpour, A., and Melali, A.R. (2007). Impact of pastures conversion to

Archive of SID

www.SID.ir

agricultural land on soil physical and chemical properties in south and southwest Esfahan. Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources, 22: 525-534.

[20]. Bolan, N.S., Hedley, M.J., and White, R.E. (1991). Process of soil acidification during nitrogen cycling with emphasis on legume based pasture. Plant and Soil, 134: 53-63.

[21] Pathak, P.K.L., Sahrawat, T.J., and Wani, S.P. (2004). Measurrable Biophysical Indicators for Impact Assessment: Chages in Soil Quality. In: Shiferaw, B., H. A. Freeman and S. M. Swinton (Eds), Natural resource and management in agriculture. Methods for assessing economic and environmental impacts. ICRISAT, Patancheru, India.

[22]. Yousefifard, M., Khademi, H., and Jalalian, A. (2007). Decline in soil quality as a result of land use change in Cheshmeh Ali region, Chaharmahal Bakhtiari Province. Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources, 14(1): 21-31.

[23]. Fried, J.S., Boyle, J.R., Tappeiner, J.C., and Cromack, K. (1989). Effects of bigleaf maple on soils in Douglas-fir forests. Canadian Journal of Forest Research, 20: 259-266.

[24]. Neirynck, J., Mitcheva, S., Sioen, G., and Lust, N. (2000). Impact of tilia phtyphulus scop, fraxinus excesior, Acer pseudoplatanus, Quercus robur L. and Fagus sylvatica L. on erthworm biomass and phsicochemical properties of loamy topsoil. Forest Ecology and Management, 133:277-286.

[25]. Barbier, S., Gosslin, F., and Balandier, P. (2008). Influence of tree species on understory vegetation diversity and mechanisms involved – A critical review for temperate and boreal forests. Forest Ecology and Management, 254: 1-15.

[26]. Hagen-Thorn, A., Callesen, I., Armolaitis, K., and Stjernquist, I. (2004). Comparative studies of macronutrients in foliar and stem wood biomass of six temperate tree species planted on the same sites, Annals of Forest Scince, 61 (489-498).

[27]. Rutigliano, F.A., De Marco, A.D., Ascoli, C.S., Gentile, A., Virzo, De., and Santo, A. (2007). Impact of fire on fugal abundance and microbial efficiency in C assimilation and mineralization in a Mediterranean maquis soil. Biology and Fertility of Soils, 44: 377-381.

[28]. Salardini, A. (2005). Soil Fertility, Publications of University of Tehran, 434 pp.

[29]. Brady, N.C., and Well, R.R. 2008. The Nature and properties of soils, Pearson Prentice Hll, 965 pp.

[30]. Varavipour, M. (2004). The principal of Soil Science, Publications of Pyame Nor University, 366 pp.

[31]. Knops, J.M.H., and Tilman, D. (2000). Dynamics of soil nitrogen and carbon accumulation for 61 years after agriculture abandonment. Ecology, 81: 88-98.

[32]. Hobbie, S.E. 1992. Effects of plan species on nutrient cycling. Trends in Ecology & Evolution, 7: 336-339.

[33]. Addiscot, T.M. 2005. Nitrate, agriculture and the environment, Wallingford, CABI publishing, UK 279 pp.

[34]. Mulder, E.G., and Van Veen, W.L. (1960). Effect of pH and organic compounds on nitrogen fixation by red clover. Plant and Soil, 13: 91-113.

Archive of SID

www.SID.ir