فصلنامه علمی – پژوهشی تحقیقات جنگل و صنوبر ایران
جلد ۲۲ شماره ۱، صفحه ۱۵۱-۱۴۳، (۱۳۹۳)

تأثیر زمان وقوع آتش‌سوزی بر تغییرات پتاسیم، کلسیم، منیزیم و هدایت الکتریکی خاک جنگل

سیده سمیه حسینی[۱]، وحید حسینی[۲*]

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران.

۲*- نویسنده مسئول، استادیار گروه جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران. پست الکترونیک: vahidit@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۹۱/۰۹/۰۶ تاریخ پذیرش: ۹۲/۰۹/۲۶

چکیده

جنگل‌های استان کردستان، به‌ویژه جنگل‌های مریوان به تبع از اقلیم مدیترانه، بسیار مستعد در برابر آتش‌سوزی است. به‌منظور بررسی تغییرات مواد غذایی ناشی از اثر آتش‌سوزی بر خاک منطقه جنگلی گاران مریوان، تعداد ۱۰ نمونه خاک از عمق صفر تا سانتی‌متری از هر یک از مناطق آتش‌سوزی‌شده در سال‌های ۱۳۸۴، ۱۳۸۷ و ۱۳۸۹ و توده طبیعی برودار (*Quercus brantii*)، به‌عنوان شاهد برداشت شد. در کل ۴۰ نمونه خاک برای بررسی پتاسیم، کلسیم، منیزیم و هدایت الکتریکی جمع‌آوری شد. نتایج به‌دست آمده نشان داد که مقدار کلسیم، منیزیم تبادلی و هدایت الکتریکی در خاک‌های سوخته نسبت به شاهد افزایش یافته و هر چه سال وقوع آتش‌سوزی جدیدتر بود، این افزایش نیز بیشتر بود. مقدار پتاسیم قابل‌جذب به‌جز در آتش‌سوزی سال ۱۳۸۷، نسبت به شاهد افزایش یافت.

واژه‌های کلیدی: خاک جنگل، آتش‌سوزی، پویایی عناصر خاک، مریوان.

مقدمه

جنگل، اکوسیستمی پویا و پیچیده است که در حالت طبیعی، اجزاء تشکیل دهنده آن با یکدیگر در حالت تعادل قرار دارند. در اثر آشفتگی، قدرت خودتنظیمی (Resiliance) آن ضعیف شده یا از بین می‌رود. آتش‌سوزی به‌عنوان یکی از مهم‌ترین آشفتگی‌های مؤثر بر اکوسیستم‌های جنگلی، به‌طور متوسط سالانه ۷/۲۷ میلیون هکتار جنگل و نیز ۱/۵ میلیون هکتار از درخت‌زارهای جهان را از بین می‌برد (Gholami Mafi *et al.*, 2009). آتش جزء جدایی‌ناپذیر اغلب اکوسیستم‌های جنگلی است (Cammeraat & Imeson, 1999) و از عامل‌های تخریب جنگل محسوب می‌شود که علاوه بر خسارت اقتصادی و آلودگی‌های زیست‌محیطی، اثرهای مضری بر حاصل‌خیزی خاک نیز دارد. مقدار خسارت وارده با توجه به شدت و مدت آتش‌سوزی، مقدار اشتعال‌پذیری مواد، محل آتش‌سوزی، نوع خاک و محتوای مواد معدنی، اقلیم منطقه و غیره متفاوت است.

آتش‌سوزی در جنگل‌های مریوان بسیار شایع است، به‌طوری‌که براساس آمارهای موجود در اداره کل منابع طبیعی استان کردستان، آتش‌سوزی یکی از مهم‌ترین عامل‌های تهدیدکننده و تخریب جنگل‌های عرصه زاگرس (مریوان) محسوب می‌شود. در سال ۱۳۸۶ منطقه مریوان شاهد شدیدترین و گسترده‌ترین آتش‌سوزیها بود که در مجموع، بالغ بر هشت هزار هکتار عرصه جنگلی را طعمه خویش ساخت. بارزترین دلایل این آتش‌سوزی‌ها، بارش بهاره فراوان و در نتیجه رشد بیش از حد گیاهان کف و در دسترس نبودن امکانات و نیروی مناسب برای اطفاء حریق هستند (Hematboland, 2006).

پژوهش‌ها و یافته‌های زیادی در رابطه با اثر آتش‌سوزی بر خصوصیات خاک موجود است. آتش‌سوزی براساس شدت و

Archive of SID

www.SID.ir

تکرار و شرایط محیطی، اثرهای کوتاه‌مدت, بلندمدت و یا دائمی بر خصوصیات خاک برجای می‌گذارد. در آتش‌سوزی، اگر خاکستر به سمت پائین و به‌داخل خاک شسته شود، به‌طوری‌که ریشه‌ها بتوانند یون‌های مواد غذایی حل‌شده آن را جذب کنند، کیفیت رویشگاه به‌طور موقت بهبود می‌یابد، اما اگر این یون‌ها از منطقه ریشه‌های درختان آبشویی شوند، کیفیت رویشگاه تنزل خواهد یافت (Knight, 1966).

Debyle (۱۹۷۶) طی تحقیقی در شمال کوه راکی به‌این نتیجه رسید که حرارت ایجادشده در خاک معدنی از تأثیر آتش بر مواد آلی به‌نسبت کم‌اهمیت‌تر است. زیرا گرمای آتش خیلی به داخل خاک نفوذ نمی‌کند و حتی در آتش‌سوزی‌های خیلی شدید، دمای خاک معدنی به‌ندرت از ۹۰ درجه سانتی‌گراد تجاوز می‌کند.

Wells و همکاران (۱۹۷۹) اظهار نمودند که پتاسیم در طی آتش‌سوزی به‌صورت گازی‌شکل در اتمسفر رها می‌شود اما پتاسیم به‌سرعت از لاشبرگ‌های موجود در سطح خاک آزاد می‌شود که ممکن است دلیلی بر این باشد که چرا در آتش‌سوزی‌های مکرری که اتفاق می‌افتد، مقدار پتاسیم موجود در خاک کم نمی‌شود. Goh و Phillips (۱۹۹۱) در پژوهشی در جنگل‌های *Nothofagus* در جنوب نیوزلند متوجه شدند که ۸۰ تا ۹۰ درصد Ca^{2+}، Mg^{2+} و K^{+} از قسمت گیاه‌خاک رها می‌شود. اما مواد معدنی موجود در هوموس، پس از سوختن ممکن است آبشویی شده و به طبقه‌های زیرین خاک سرازیر شود. Johnson و Curtis (۲۰۰۱) بیان نمودند که اثرهای مستقیم آتش بر خاک جنگل شامل سوزاندن و تجزیه سریع لاشبرگ، افزایش مقدار مواد معدنی قابل‌دسترس، افزایش اسیدیته، تغییر شرایط دمایی و رطوبتی خاک است. Arocena و Opio (۲۰۰۳) در پژوهش‌های خود دریافتند که pH خاک به دلیل تغییر در اسیدهای آلی در اثر آتش‌سوزی افزایش می‌یابد، هرچندکه افزایش معنی‌دار pH فقط در اثر آتش‌سوزی‌های شدید ایجاد می‌شود، در درازمدت عناصرغذایی چون کلسیم، منیزیم و پتاسیم پس از آتش‌سوزی آزاد می‌شوند. افزایش مقدار کلسیم، منیزیم و پتاسیم و خاکستر در درازمدت می‌توانند pH خاک را با جانشین کردن هیدروژن و آلومینیوم جذب‌شده بر کلوئیدهای خاک افزایش دهند. این افزایش pH احتمالاً یکی از اثرهای سودمند آتش است، به‌ویژه در خاک‌هایی با pH کم، که قابلیت دسترسی عناصر غذایی را افزایش می‌دهد. Ekinci (۲۰۰۶) طی بررسی خود در ترکیه عنوان نمود که آتش به‌طور مستقیم روی مقدار پتاسیم قابل استفاده خاک از طریق تغییر شیمیایی این عنصر و به‌طور غیرمستقیم با تغییر حرارت خاک، بر اسیدیته و جریان آب اثر می‌گذارد. Molavi و همکاران (۲۰۰۸) اثر آتش‌سوزی جنگل و سوزاندن پسماند زراعی را بر تغییرات کانی‌های رسی و برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی لایه‌های سطحی خاک در منطقه تخت‌جمشید شیراز بررسی کردند. نتایج تحقیق بیانگر این واقعیت است که علاوه بر خصوصیات شیمیایی خاک‌ها، خصوصیات فیزیکی و مینرالوژیکی خاک‌ها نیز تحت تأثیر آتش‌سوزی قرار می‌گیرند. این تغییرات ممکن است به تغییرات خواصی مانند ظرفیت تبادل کاتیونی منجر شود. همچنین تغییرات ساختار کانی‌ها ممکن است بر واکنش‌های جذب و واجذب عناصر غذایی به‌ویژه فسفر تأثیر گذارند. Banej Shafiei و همکاران (۲۰۱۰) طی پژوهشی، اثر آتش‌سوزی پس از هفت سال را بر روی خواص شیمیایی خاک جنگل ارزیابی کردند. نتایج حاصل از پژوهش آنها نشان داد که عمق خاک دارای تأثیر معنی‌داری بر تمام مشخصه‌های اندازه‌گیری‌شده به‌جز نیتروژن قابل جذب است. این در حالی است که تأثیر شدت آتش‌سوزی و اثر متقابل شدت آتش‌سوزی و عمق خاک، تنها بر واکنش خاک، هدایت الکتریکی و ظرفیت تبادل کاتیونی معنی‌دار بود. به‌طوری‌که افزایش شدت آتش‌سوزی، سبب افزایش مقدار واکنش خاک، هدایت الکتریکی و ظرفیت تبادل کاتیونی و کاهش دیگر مشخصه‌ها شد.

برخی ویژگی‌های خاک‌های جنگل همانند ذخیره عناصر غذایی از قبیل کلسیم، منیزیم و پتاسیم که پایداری و حاصل‌خیزی جنگل را تضمین می‌کنند، در کوتاه‌مدت و بلندمدت تحت تأثیر آتش‌سوزی هستند (Arocena & Opio, 2003). آتش چرخه عناصر غذایی را ازطریق تبخیر،

Archive of SID

www.SID.ir

دود و خاکستر تغییر داده و این تغییرات، سرعت فرایندهای هوازدگی شیمیایی کانی‌ها و درنتیجه ذخایر معدنی عناصر غذایی کلسیم، منیزیم و پتاسیم را افزایش می‌دهد (Macadam, 1989). همچنین خاکستر حاصل از آتش‌سوزی در مناطق جنگلی به‌طور عمده از کلسیم، منیزیم، پتاسیم، سیلیس و کمابیش منیزیم تشکیل شده است (Gonzalez *et al.*, 1996). ازطرفی دیگر، با آتش‌سوزی، ماده آلی و به دنبال آن کاتیون‌های متصل به آن در بستر جنگل تحت تأثیر قرار می‌گیرد (Arocena & Opio, 2003). به‌این ترتیب بررسی تغییرات این عناصر در طی زمان و پس از رخداد آتش می‌تواند به شناخت بهتر تغییرات در خاک جنگل کمک نماید. به‌دلیل شایع بودن وقوع آتش‌سوزی در جنگل‌های مریوان، در این پژوهش سعی شده است که تأثیر آتش‌سوزی در سال‌های مختلف بر تغییرات پتاسیم، کلسیم، منیزیم و هدایت الکتریکی خاک بررسی شود تا بتوان، از نتایج حاصل در مدیریت بهتر جنگل استفاده کرد.

مواد و روش‌ها

مشخصات منطقه موردمطالعه

ایستگاه تحقیقات جنگل گاران با مساحت ۱۲۰/۵ هکتار در کیلومتر ۸ جاده مریوان – سقز در محدوده عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۳۲ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۴۶ درجه و ۱۸ دقیقه شرقی و در ارتفاع ۱۴۶۶–۱۳۲۰ متر از سطح دریا واقع شده است (Fatahii, 1993). مریوان دارای تابستان‌های گرم و زمستان‌های سرد با ۷۵ روز دوره یخبندان است. این منطقه دارای اقلیم نیمه‌خشک مدیترانه‌ای است که در ۴ تا ۵ ماه از سال بدون بارندگی است. متوسط بارندگی ۱۵ ساله (۱۳۵۰–۱۳۶۴) ۷۶۴/۳ میلی‌متر با پراکندگی و توزیع نامناسب است که بیشتر در فصل سرد و به‌صورت برف و باران انجام می‌گیرد. خاک منطقه عموماً از نوع قهوه‌ای کلسیک با بافت رسی است (Fatahii, 1993).

روش پژوهش

برای بررسی اثر آتش‌سوزی با مراجعه به عرصه، سه منطقه تحت پوشش گونه برودار (*Quercus brantii*) که در سال‌های ۱۳۸۴، ۱۳۸۷ و ۱۳۸۹ دچار آتش‌سوزی شده بودند، درنظر گرفته شد. در هر یک از این مناطق، ۱۰ نمونه خاک، از عمق ۰ تا ۲۰ سانتی‌متری به‌صورت تصادفی، برداشت شد. همچنین از خاک تحت پوشش گونه برودار و در مجاورت منطقه آتش‌گرفته، ۱۰ نمونه خاک از عمق ۰ تا ۲۰ سانتی‌متری به‌عنوان شاهد و به‌صورت تصادفی برداشت شد. با توجه به محدود بودن محدوده‌های آتش‌سوزی و قرار گرفتن آنها بر روی یک دامنه، تمامی مناطق سوخته و منطقه شاهد در یک جهت و با شیب تقریباً یکسان واقع شده بودند. خاک‌های برداشت‌شده پس از خشک شدن از الک دو میلی‌متری گذرانده شدند و سپس پتاسیم قابل‌جذب از روش عصاره‌گیری با استات آمونیوم و به کمک دستگاه فلیم فتومتر، EC خاک با استفاده از عصاره خاک و دستگاه هدایت‌سنج الکتریکی (Aliehyaii & Behbahanizadeh, 1992) و منیزیم و کلسیم تبادلی خاک از روش کمپلکسومتری (Jafari Haghighi, 2002) اندازه‌گیری شدند. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزارهای آماری SPSS 19 و Excel انجام شد. برای بررسی نرمال‌بودن داده‌ها از آزمون Kolmogorov- Smirnov استفاده شد. همچنین بعد از آزمون همگنی واریانس‌ها، مقایسه میانگین‌ها از طریق آزمون Duncan انجام شد.

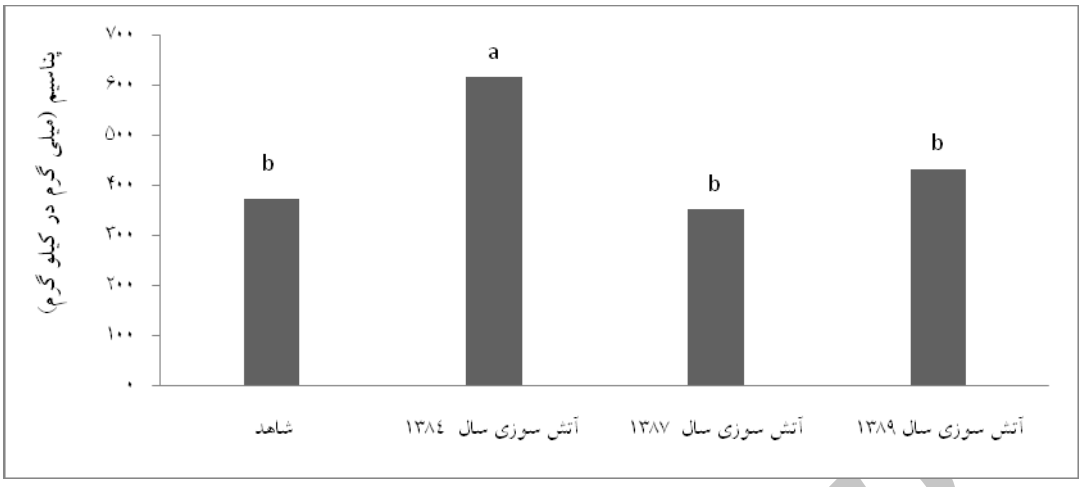
نتایج

پتاسیم قابل جذب

با توجه به شکل ۱، مشاهده می‌شود که به‌استثناء آتش‌سوزی سال ۱۳۸۷، میانگین مقدار پتاسیم در تیمارهای خاک سوخته نسبت به شاهد افزایش یافته اما تنها بین خاک آتش‌سوزی سال ۱۳۸۴ با دیگر تیمارها در سطح ۰/۰۵ اختلاف معنی‌داری وجود دارد. بیشترین مقدار پتاسیم مربوط به خاک آتش‌سوزی سال ۱۳۸۴ به‌مقدار ۶۱۴/۹۴ میلی‌گرم در کیلوگرم و کمترین آن مربوط به خاک آتش‌سوزی سال ۱۳۸۷ به مقدار ۳۵۲/۶۴ میلی‌گرم در کیلوگرم است.

Archive of SID

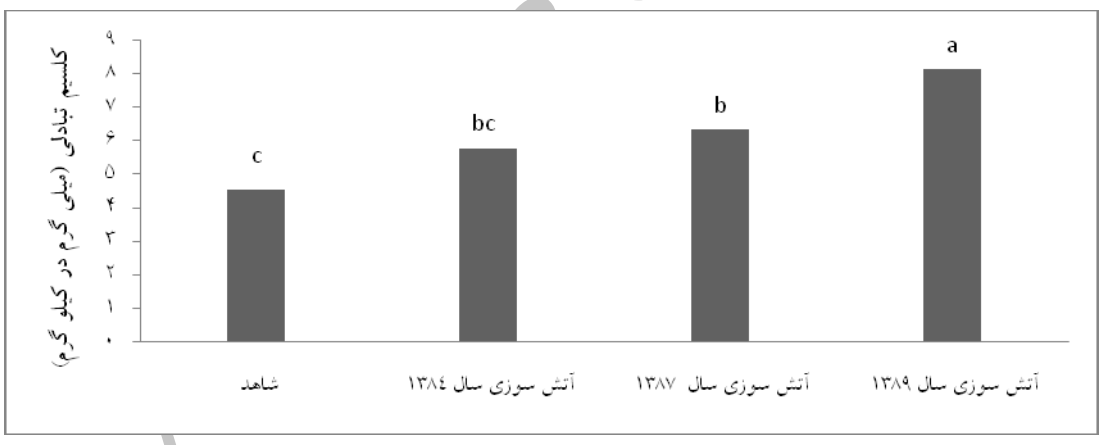
www.SID.ir



شکل ۱- مقایسه میانگین پتاسیم تبادلی در خاک‌های سوخته با شاهد

کلسیم و منیزیم تبادلی

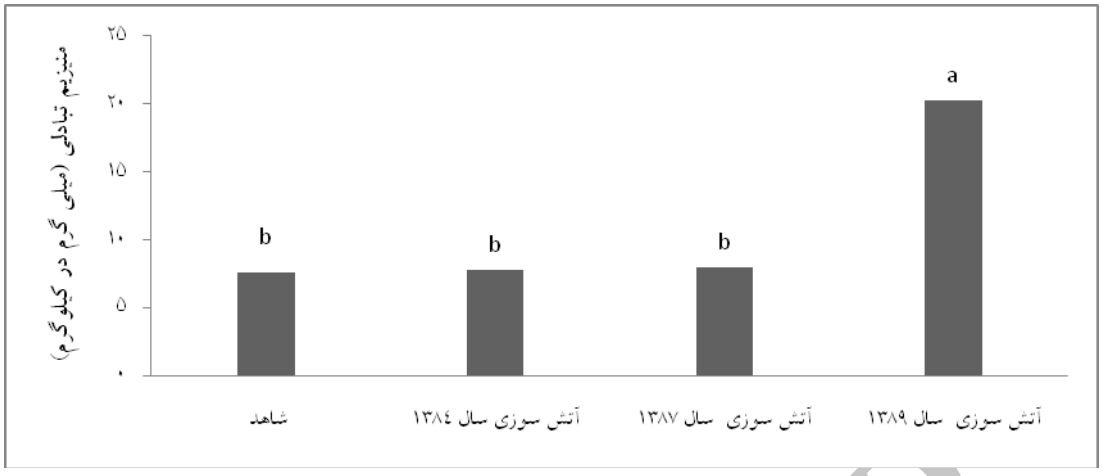
با وجود اینکه مقدار کلسیم تبادلی در خاک عرصه‌های سوخته نسبت به شاهد افزایش یافته اما خاک آتش‌سوزی سال ۱۳۸۴ با خاک شاهد در سطح ۰/۰۵ اختلاف معنی‌دار نشان نمی‌دهد. بیشترین مقدار کلسیم مربوط به خاک آتش‌سوزی سال ۱۳۸۹ به مقدار ۸/۱۰ میلی‌گرم در کیلوگرم و کمترین مقدار کلسیم مربوط به خاک منطقه شاهد به مقدار ۴/۵ میلی‌گرم در کیلوگرم است (شکل ۲).



شکل ۲- مقایسه میانگین کلسیم تبادلی در خاک‌های سوخته با شاهد

در تمام نمونه‌های خاک سوخته مقدار منیزیم تبادلی خاک نسبت به شاهد افزایش یافته اما فقط خاک آتش‌سوزی سال ۱۳۸۹ در سطح ۰/۰۵ با دیگر تیمارها تفاوت داشته است. بیشترین مقدار منیزیم تبادلی مربوط به خاک آتش‌سوزی سال ۱۳۸۹ به مقدار ۲۰/۱۶ میلی‌گرم در کیلوگرم و کمترین مقدار منیزیم تبادلی مربوط به خاک منطقه شاهد به مقدار ۷/۵۶ میلی‌گرم در کیلوگرم است (شکل ۳).

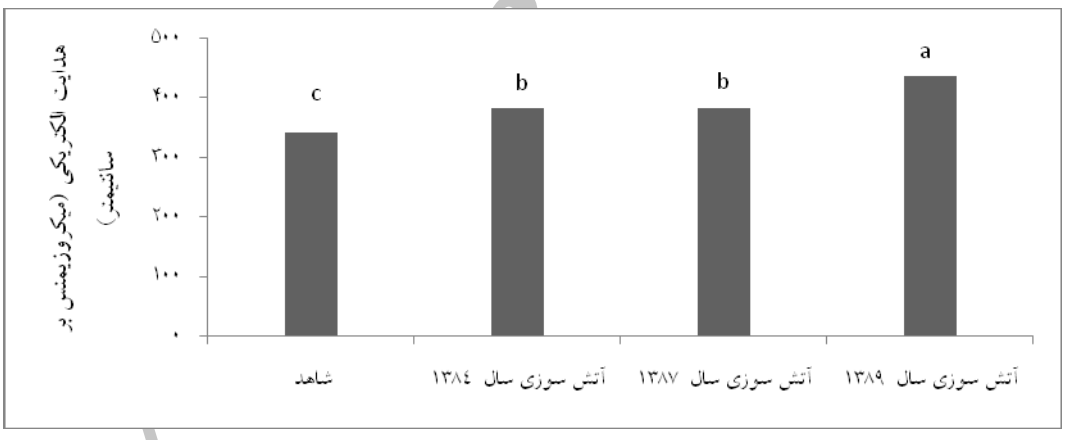
www.SID.ir



شکل ۳- مقایسه میانگین منیزیم تبادلی در خاک‌های سوخته با شاهد

هدایت الکتریکی

نتایج حاصل از محاسبات آماری نشان داد که به احتمال ۹۵ درصد میانگین هدایت الکتریکی در خاک تمام عرصه‌های سوخته بیشتر از شاهد است. بین خاک آتش‌سوزی سال ۱۳۸۴ و ۱۳۸۷ از لحاظ هدایت الکتریکی در سطح ۰/۰۵ اختلاف معنی‌داری وجود ندارد. بیشترین مقدار هدایت الکتریکی در خاک آتش‌سوزی سال ۱۳۸۹ به مقدار ۴۳۵/۶ میکروزیمنس در سانتی‌متر و کمترین مقدار هدایت الکتریکی مربوط به خاک منطقه شاهد به مقدار ۳۴۱/۲ میکروزیمنس در سانتی‌متر است (شکل ۴).



شکل ۴- مقایسه میانگین هدایت الکتریکی در خاک‌های سوخته با شاهد

www.SID.ir

جدول ۱- آنالیز واریانس مقدار پتاسیم، کلسیم، منیزیم و هدایت الکتریکی خاک‌های سوخته و شاهد

منبع تغییرات پتاسیم	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	P
بین گروهی	۴۲۶۵/۰۲۷	۳	۱۴۲۱/۶۷۶	۱۶/۰۹۵	۰/۰۰۰
درون گروهی	۳۱۷۹/۸۴۲	۳۶	۸۸/۳۲۹		
کل	۷۴۴۴/۸۷۰	۳۹			
منبع تغییرات کلسیم	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	P
بین گروهی	۶۶/۹۸۷	۳	۲۲/۳۲۹	۷/۰۶۸	۰/۰۰۱
درون گروهی	۱۱۳/۷۲۴	۳۶	۳/۱۵۹		
کل	۱۸۰/۷۱۱	۳۹			
منبع تغییرات منیزیم	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	P
بین گروهی	۱/۳۰۶	۳	۰/۴۳۵	۲۴/۸۶۷	۰/۰۰۰
درون گروهی	۰/۶۳۰	۳۶	۰/۰۱۸		
کل	۱/۹۳۶	۳۹			
منبع تغییرات Ec	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	P
بین گروهی	۴۴۹۰۱/۴۷۵	۳	۱۴۹۶۷/۱۵۸	۹/۳۵۶	۰/۰۰۰
درون گروهی	۵۷۵۹۰/۵۰۰	۳۶	۱۵۹۹/۷۳۶		
کل	۱۰۲۴۹۱/۹۷۵	۳۹			

بحث

پتاسیم قابل‌جذب

مطابق یافته‌های این تحقیق، مقدار پتاسیم تنها در خاک سوخته در سال ۱۳۸۴ نسبت به خاک شاهد افزایش معنی‌دار داشته است، اما رابطه‌ای بین گذر زمان پس از آتش‌سوزی و مقدار این عنصر در خاک وجود ندارد (شکل ۱). Iglesias و همکاران (۱۹۹۷) در بررسی اثر آتش‌سوزی بر پتاسیم خاک به این نتیجه رسیدند که دو ماه پس از آتش‌سوزی، مقدار پتاسیم خاک نسبت به شاهد افزایش اندکی را نشان می‌دهد، اما هشت ماه پس از آتش‌سوزی، مقدار پتاسیم خاک به حدود سه برابر شاهد افزایش یافته است. وی این افزایش را مرتبط با تغییر پوشش کف و افزایش مقدار گرامینه‌ها پس از آتش‌سوزی می‌داند، زیرا این افزایش می‌تواند در اثر افزایش بقای گیاهی و آزاد شدن پتاسیم موادآلی اتفاق افتاده باشد.

افزایش دوباره مقدار پتاسیم در آتش‌سوزی سال ۱۳۸۴ نیز می‌تواند ناشی از تجزیه بقایای گیاهی باشد و به‌صورت غیرمستقیم با آتش‌سوزی مرتبط باشد. در واقع با گذر زمان و افزایش دیگر مواد غذایی خاک، به دلیل رهاسازی از خاکستر، پوشش متراکمی از گیاهان علفی در کف جنگل مستقر و تولید بقایای گیاهی زیادی می‌نماید (Wells *et al.*, 1979). از طرف دیگر، پتاسیم جزء عناصر پویا محسوب می‌شود که از چرخه سریع و فعالی برخوردار است که تأمین آن برای خاک به سرعت انجام می‌شود (Richter & Markewitz, 1994). به‌این ترتیب آزاد شدن سریع پتاسیم از لاشبرگ‌های موجود در سطح خاک، سبب افزایش دوباره این کاتیون در آتش‌سوزی‌های قدیمی می‌شود. Wells و همکاران (۱۹۷۹) در رابطه با اثر پوشش گیاهی بر افزایش پتاسیم بعد از آتش‌سوزی، نیز به همین نتیجه رسیدند.

کلسیم و منیزیم تبادلی

مقدار کلسیم و منیزیم تبادلی در خاک سوخته نسبت به خاک شاهد افزایش یافته است. مقدار این عناصر با گذشت

Archive of SID

www.SID.ir

زمان از وقوع آتش‌سوزی کاهش یافته به‌طوری‌که مقدار کلسیم و منیزیم تبادلی از روند زیر تبعیت می‌کند (شکل ۱): آتش‌سوزی سال ۱۳۸۹ > آتش‌سوزی سال ۱۳۸۷ > آتش‌سوزی سال ۱۳۸۴.

این موضوع می‌تواند به‌دلیل افزوده‌شدن خاکستر به خاک و اکسیدشدن ماده‌آلی باشد که سبب آزادسازی مقادیر فراوانی کاتیون می‌شود (Arocena & Opio, 2003). به‌علاوه تجزیه سریع لاشبرگ طی آتش‌سوزی (Johnson & Curtis, 2001) سبب تجزیه کمپلکس‌های موادآلی و آزادسازی کاتیون‌های بازی مثل کلسیم می‌شود (Singh, 1956) و درنتیجه مقدار کلسیم و منیزیم آزادشده افزایش می‌یابد. Iglesias و همکاران (۱۹۹۷) در بررسی اثر آتش‌سوزی بر ویژگی‌های شیمیایی خاک در منطقه‌ای مدیترانه‌ای در اسپانیا به این نتیجه رسیدند که پس از گذشت دو ماه از آتش‌سوزی، مقدار منیزیم و کلسیم نسبت به شاهد تا چهار برابر افزایش یافته و با اندازه‌گیری دوباره در ماه هشتم بعد از آتش‌سوزی، مقدار آنها رو به کاهش گذاشته است. همچنین Ulery و همکاران (۱۹۹۳) به حضور کلسیت در خاک‌های سوخته به‌عنوان یک جزء مهم از خاکستر چوب اشاره کرده‌اند. Wattez و Courty (۱۹۸۷) بیان می‌کنند که در طی سوختن بافت‌های گیاهی، به‌ویژه بخش چوبی در گونه‌های مختلف درختی، به‌دلیل تغییرشکل اکسالات کلسیم، کریستال‌های کربنات کلسیم تشکیل می‌شوند. Iglesias و همکاران (۱۹۹۷) کاهش کلسیم و منیزیم را با گذشت زمان از هنگام وقوع آتش‌سوزی، با از بین رفتن و شسته‌شدن لایه خاکستر ایجادشده توسط آتش مرتبط می‌دانند. Goh و Phillips (۱۹۹۱)، Nazari (۲۰۱۰) و Kutiel و Inbar (۱۹۹۳) نیز به نتایج مشابهی دست یافتند.

هدایت الکتریکی

مقدار هدایت الکتریکی در خاک سوخته نسبت به خاک نسوخته بیشتر بود، به‌طوری‌که مقدار هدایت الکتریکی از ترتیب زیر تبعیت می‌کرد (جدول ۱): آتش‌سوزی سال ۱۳۸۹ > آتش‌سوزی سال ۱۳۸۷ > آتش‌سوزی سال ۱۳۸۴، که دلیل آن از بین رفتن گروه‌های هیدروکسیل درنتیجه سوختن و به‌دنبال آن آزادسازی یون‌ها و همچنین تجزیه کمپلکس‌های موادآلی و آزادسازی کاتیون‌های بازی مثل کلسیم است (Singh, 1956). بعد از آتش‌سوزی مقدار هدایت الکتریکی به‌صورت زودگذر افزایش پیدا می‌کند که علت آن رها شدن یون‌های معدنی حاصل از سوختن مواد آلی است (Hernandez *et al*., 1997). افزون بر این، سوختن موادآلی، سبب انتشار خاکستر و ذغال در اطراف خاک می‌شود. وجود کاتیون‌هایی مثل Ca^{2+}، Mg^{2+} و K^{+} در خاکستر، سبب افزایش مقدار EC در خاک‌های سوخته می‌شود (Ekinci, 2006). کاهش این عامل در آتش‌سوزیهای قدیمی ناشی از کاهش مقدار کلسیم و منیزیم طی فرایند جذب و آبشویی است.

نتایج نهایی نشان می‌دهد که تغییرات ناشی از آتش‌سوزی در خاک دائمی نیست و بازگشت مواد غذایی به سطح اولیه، نیازمند گذر زمان است. وقوع آتش‌سوزیهای سطحی در منطقه موردبررسی موجب افزایش غلظت دو تا سه برابر کلسیم و منیزیم در خاک، در سال اول آتش‌سوزی نسبت به خاک شاهد شد، اما مقدار پتاسیم به مقدار ناچیزی افزایش داشت. این تغییرات منجر به افزایش هدایت الکتریکی خاک در سال اول پس از آتش‌سوزی شد. تغییرات پتاسیم با دیگر خصوصیات موردبررسی متفاوت بود که می‌تواند به‌دلیل ایجاد پوشش متراکم گرامینه بعد از آتش‌سوزی و رهاسازی سریع آن از بقایای گیاهی، نسبت به کلسیم و منیزیم باشد. اما با گذشت زمان کلسیم، منیزیم و هدایت الکتریکی دوباره به مقادیر شاهد نزدیک شدند، به‌طوری‌که حتی با وجود تغییرات زیست‌محیطی جهانی، مدیریت ناکافی و اختلالات موجود در گذشته و حال، این مناطق جنگلی همچنان قدرت انعطاف‌پذیری خود را در برابر آتش‌سوزی حفظ نموده‌اند.

References

- Aliehyaii, M. and Behbahanizadeh, E.A. 1992. Methods of chemical analysis of soil. Institute of Soil and Water Research, Agriculture Ministry, Technical Publications, 120p (In Persian).

Archive of SID

www.SID.ir

affected by a forest fire in the Mediterranean area. Science of the Total Environment, 204(1): 89-96.
- Jafari Haghighi, M. 2002. Methods of Soil Analysis (sampling and important physical & chemical analysis with emphasis on theoretical & applied principals). Published by Nedae Zoha, 236p (In Persian).
- Johnson, D.W. and Curtis, P.S. 2001. Effect of forest management on soil C and N storage: Meta analysis. Forest Ecology and Management, 140: 227-238.
- Knight, H. 1966. Loss of Nitrogen from the forest floor by burning. Forestry Chronicle, 42:149-152.
- Kutiel, P. and Inbar M. 1993. Fire impacts on soil nutrients and soil erosion in a Mediterranean pine forest plantation. Catena, 20:129-139.
- Macadam, A. 1989. Effects of prescribed fire on forest soils. Ministry of Forests Research, Technical Report, 15p.
- Molavi, R., Baghernekgad, M. and Adhami, A. 2008. Effects of forest fire and burning of waste agriculture on changes of clay minerals and some physio-chemical surface layer soil. Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources, 49: 99-110 (In Persian).
- Nazari, F. 2010. Effect of fire severity on dynamic of forest soil nutrients under laboratory condition. M.Sc. thesis, Faculty of Natural resources, Kurdistan University. 86 p (In Persian).
- Richter, D.D., Markewitz, D., Wells, C.G., Allen, H.L., April, R., Heine, P.R. and Urrego, B. 1994. Soil chemical change during three decades in an old-Field loblbly pine (*Pinus taeda* L.) ecosystem. Ecology, 75(5): 1463-1473.
- Singh, S. 1956. The formation of dark colored clay-organic complexes in black soils. Journal of soil Science, 7(1): 43-58.
-Ulery A.L., Graham R.C. and Amrhein C. 1993. Wood-ash composition and soil pH following intense burning. Soil Science, 156: 358-364.
- Wattez J. and Courty M.A. 1987. Morphology of ash of some plant materials. Soil micromorphology. In: Fedoroff, N., Bresson, L.M. and Courty, M.A., (Eds.). Proceedings of the Seventh International Working Meeting on Soil Micromorphology, Association Française pour l'Étude du Sol, Plaisir, France: 677-683.
- Wells, C.G., Campbell, R.E., DeBano, L.F., Lewis, C.E., Fredriksen, R.L., Franklin, E.C., Froelich, R.C. and Froelich Dunn, P.H. 1979. Effects of fire on soil: a state-of knowledge review. USDA Forest Service, General Technical Report, 34p.
- Arocena, J.M. and Opio, C. 2003. Prescribed fire-induced changes in properties of sub-boreal forest soils. Geoderma, 113:1-16.
- Banej Shafiei, A., Akbarinia, M., Azizi, P. and Eshaghi Rad, J. 2010. Impacts of fire on some chemical properties of forest soil in north of Iran (Case study: Kheyroudkenar forest). Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 18(3): 365-379 (In Persian).
- Cammeraat, L.H. and Imeson, A.C. 1999. The evolution and significance of soil-vegetation patterns following land abandonment and fire in Spain. Catena, 37(1): 107-127.
- Debyle, N.V. 1976. Soil fertility as affected by broadcast burning following clear-cutting in northern Rocky Mountain larch/Douglas-fir forests. Proceeding of the 14th annual Tall Timbers Fire Ecology Conference, Missoula, 8-10 Oct. 1976: 446-464.
- Ekinci, H. 2006. Effect of forest fire on some physical, chemical and biological properties of soil in canakkal, Turkey. International Journal of Agriculture & Biology, 8: 102-106.
- Fatahii, M., 1993. Results of thirteen years restoration project of west oak hardwood by coniferous species. Research Institute of Forests and Rangelands, Technical publications, 38p (In Persian).
- Gholami Mafi, D., Noori Kamari, A. and Sadeghi, Sh. 2009. Effect of fire on forest ecosystem. Abstracts of the Second International Conference on Health, Safety and Environment, Iran, 5-6 Oct. 2009: 223-224 (In Persian).
- Goh, K.M. and Phillips, M.J. 1991. Effects of clear-fell logging and burning of a Nothofagus forest on soil nutrient dynamics in South Island, New Zealand-changes in forest floor organic matter and nutrient status. New Zealand Journal of Botany, 29: 367–384.
- Gonzales J., Cala V. and Iglesias T. 1996. Forms of Mn in soils affected by a forest fire. Science of the Total Environment, 181:231-236.
- Hematboland, E. 2006. Effects of fire on chemical and physical soil properties in Marivan forests. M.Sc. thesis, Faculty of Natural resources, Tarbiat Modarres University, Noor, 85p (In Persian).
- Hernandez, T., Garcia, C. and Reinhardt, I. 1997. Short-term effect of wildfire on the chemical, biochemical and microbiological properties of Mediterranean pine forest soils. Biology and Fertility of Soils, 25: 109-116.
- Iglesias T., Cala V. and Gonzalez J. 1997. Mineralogical and chemical modifications in soils

Archive of SID

www.SID.ir

Effect of fire occurrence through the time on changes of K, Mg, Ca and EC of forest soil

S.S. Hosseini[1] and V. Hosseini[2*]

1- M.Sc. Graduated, Faculty of Natural Resources, University of Kurdistan, Sanandaj, Iran.

2*- Corresponding author, Assistant Professor, Faculty of Natural Resources, University of Kurdistan, Sanandaj, Iran. E-mail: vahidit@yahoo.com

Received: 11.27.2012 Accepted: 12.17.2013

Abstract

The forests located in Kurdistan province, in particular the Marivan forests, are assessed to be substantially vulnerable to wildfire hazard due to the Mediterranean climatic regime within the region. A research was designed here to explore the effects of periodic wildfires on soil nutrient. A total number of 40 soil samples were collected, consisting of 10 samples from 0-20 cm depth within 3 Persian oak (*Quercus brantii*) stands which were previously affected by fire in 2005, 2008 and 2010, as well as 10 samples from a fire-unaffected natural stand as control treatment. The soil properties were analyzed within the taken samples, which showed the Ca, Mg and EC content to be higher in the burned soils compared to those within the control treatment. Furthermore, the more currently-occurred fire resulted in a higher amount of the three nutrient elements. Concentration of potassium was also shown to be higher in the burned soils, with an exception of the burned soil of 2008 fire.

Key words: Forest soil, wildfire, dynamic of soil nutrient, Marivan.

Archive of SID

www.SID.ir