

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 پذیرش: ۹۲/۰۹/۲۶

تاریخ دریافت: ۹۱/۰۹/۰۶

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 پرودار (*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 تبادل 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 قابل جذب به‌جز در آتش‌سوزی سال ۱۳۸۷، نسبت به شاهد افزایش یافت.

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

مقدمه

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

جنگل، اکوسیستمی پویا و پیچیده است که در حالت طبیعی، اجزاء تشکیل دهنده آن با یکدیگر در حالت تعادل قرار دارند. در اثر آشفستگی، قدرت خودتنظیمی (Resilience) آن ضعیف شده یا از بین می‌رود. آتش‌سوزی به‌عنوان یکی از مهم‌ترین آشفستگی‌های 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 مضر بر حاصل‌خیزی خاک نیز دارد. مقدار خسارت وارده با توجه به شدت و مدت آتش‌سوزی، مقدار اشتعال‌پذیری مواد، محل

می‌توانند pH خاک را با جانسین 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. Ekinici (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 از طریق تبخیر،

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 گازی شکل 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، هرچند که افزایش معنی‌دار pH فقط در اثر آتش‌سوزی‌های شدید ایجاد می‌شود، در درازمدت عناصر غذایی چون کلسیم، منیزیم و پتاسیم پس از آتش‌سوزی آزاد می‌شوند. افزایش مقدار کلسیم، منیزیم و پتاسیم و خاکستر در درازمدت

منطقه تحت پوشش گونه برودار (*Quercus brantii*) که در سال‌های ۱۳۸۴، ۱۳۸۷ و ۱۳۸۹ دچار آتش‌سوزی شده بودند، در نظر گرفته شد. در هر یک از این مناطق، ۱۰ نمونه خاک، از عمق ۰ تا ۲۰ سانتی‌متری به صورت تصادفی، برداشت شد. همچنین از خاک تحت پوشش گونه برودار و در مجاورت منطقه آتش‌گرفته، ۱۰ نمونه خاک از عمق ۰ تا ۲۰ سانتی‌متری به عنوان شاهد و به صورت 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 قابل جذب از روش عصاره‌گیری با استات آمونیوم و به کمک دستگاه فلیم فتومتر، EC خاک با استفاده از عصاره خاک و دستگاه هدایت‌سنج الکتریکی (Alihyaii & Behbahanizadeh, 1992) و منیزیم و کلسیم تبدالی خاک از روش کمپلکسومتری (Jafari Haghighi, 2002) اندازه‌گیری شدند. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزارهای آماري SPSS 19 و Excel انجام شد. برای بررسی نرمال بودن 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 به استثناء 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 به مقدار ۶۱۴/۹۴ میلی‌گرم در کیلوگرم و کمترین آن مربوط به خاک آتش‌سوزی سال ۱۳۸۷ به مقدار ۳۵۲/۶۴ میلی‌گرم در کیلوگرم است.

دود و خاکستر تغییر داده و این تغییرات، سرعت فرایندهای هوازدگی شیمیایی کانی‌ها و در نتیجه ذخایر معدنی عناصر غذایی کلسیم، منیزیم و پتاسیم را افزایش می‌دهد (Macadam, 1989). همچنین خاکستر حاصل از آتش‌سوزی در مناطق جنگلی به طور عمده از کلسیم، منیزیم، پتاسیم، سیلیس و کمایش منیزیم تشکیل شده است (Gonzalez et al., 1996). از طرفی دیگر، با آتش‌سوزی، ماده آلی و به دنبال آن کاتیون‌های متصل به آن در بستر جنگل تحت تأثیر قرار می‌گیرد (Arocena & Opio, 2003). به این ترتیب بررسی تغییرات این عناصر در طی زمان و پس از رخداد آتش می‌تواند به شناخت بهتر تغییرات در خاک جنگل کمک نماید. به دلیل 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.

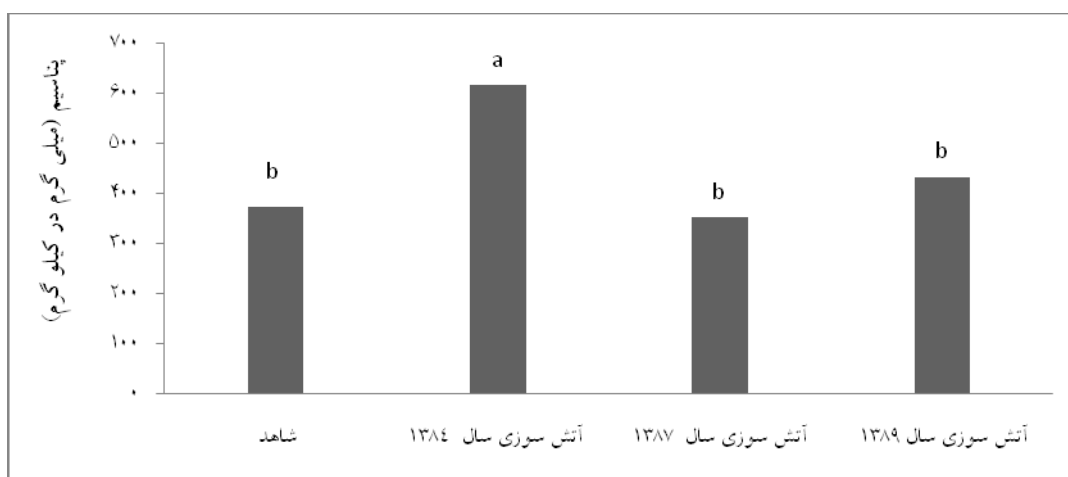
مواد و روش‌ها

مشخصات منطقه مورد مطالعه

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 به صورت برف و باران انجام می‌گیرد. خاک منطقه عموماً از نوع قهوه‌ای کلسیک با بافت رسی است (Fatahii, 1993).

روش پژوهش

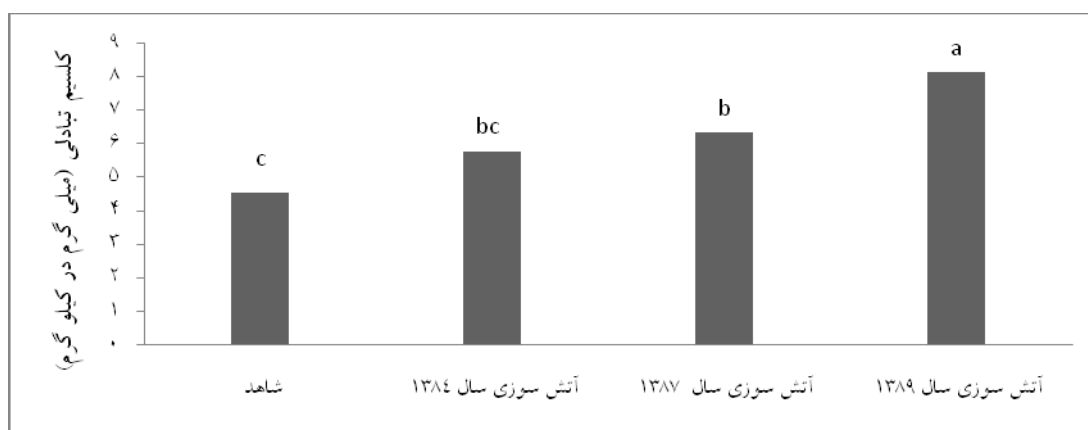
برای بررسی اثر آتش‌سوزی با مراجعه به عرصه، سه



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

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).

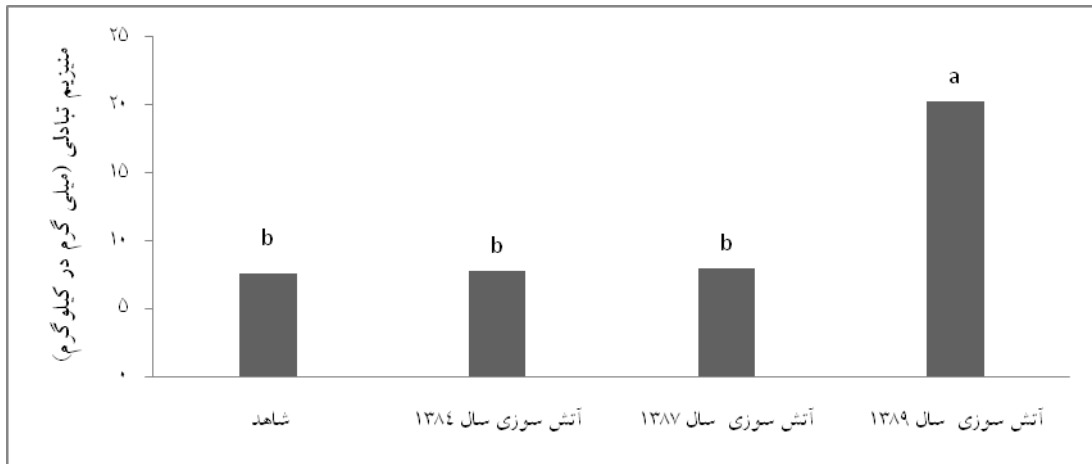
کلسیم و منیزیم تبدالی با وجود اینکه مقدار کلسیم تبدالی در خاک عرصه‌های سوخته نسبت به شاهد افزایش یافته اما خاک آتش‌سوزی سال ۱۳۸۴ با خاک شاهد در سطح ۰/۰۵ اختلاف معنی‌دار



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

خاک آتش‌سوزی سال ۱۳۸۹ به مقدار ۲۰/۱۶ میلی‌گرم در کیلوگرم و کمترین مقدار منیزیم تبدالی مربوط به خاک منطقه شاهد به مقدار ۷/۵۶ میلی‌گرم در کیلوگرم است (شکل ۳).

در تمام نمونه‌های خاک سوخته مقدار منیزیم تبدالی 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 تبدالی مربوط به

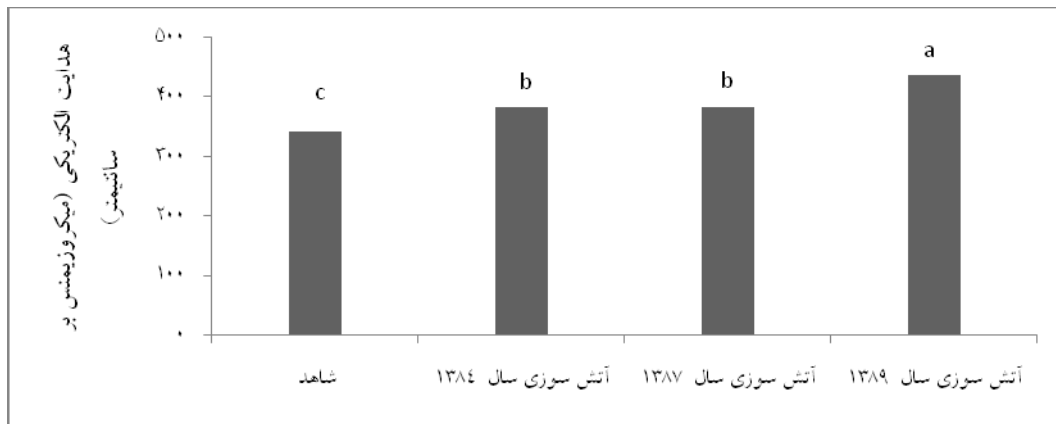


شکل ۳- مقایسه میانگین میزیم تبدالی در خاک‌های سوخته با شاهد

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).

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



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

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

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

بحث

پتاسیم قابل جذب

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 مواد آلی اتفاق افتاده باشد.

افزایش دوباره مقدار پتاسیم در آتش‌سوزی سال ۱۳۸۴

نیز می‌تواند ناشی از تجزیه بقایای گیاهی باشد و به صورت غیرمستقیم با آتش‌سوزی مرتبط باشد. در واقع با گذر زمان و افزایش دیگر مواد غذایی خاک، به دلیل رهاسازی از خاکستر، پوشش مترامی 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). به این ترتیب آزاد شدن سریع پتاسیم از لاشیرگ‌های 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 تبدالی

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

۱۳۸۴، که دلیل آن از بین رفتن گروه‌های هیدروکسیل در نتیجه سوختن و به دنبال آن آزادسازی یون‌ها و همچنین تجزیه کمپلکس‌های موادآلی و آزادسازی کاتیون‌های بازی مثل کلسیم است (Singh, 1956). بعد از آتش‌سوزی مقدار هدایت الکتریکی به صورت 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 (Ekinici, 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 مورد بررسی 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 مورد بررسی متفاوت بود که می‌تواند به دلیل ایجاد پوشش متراکم گرمینه 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، به طوری که 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

- Alihyaii, 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).

زمان از وقوع آتش‌سوزی کاهش یافته به طوری که مقدار کلسیم و منیزیم تبدالی از روند زیر تبعیت می‌کند (شکل ۱): آتش‌سوزی سال ۱۳۸۹ < آتش‌سوزی سال ۱۳۸۷ < آتش‌سوزی سال ۱۳۸۴.

این موضوع می‌تواند به دلیل افزوده شدن خاکستر به خاک و اکسیدشدن ماده آلی باشد که سبب آزادسازی مقادیر فراوانی کاتیون می‌شود (Arocena & Opio, 2003). به علاوه تجزیه سریع لاشبرگ طی آتش‌سوزی (Johnson & Curtis, 2001) سبب تجزیه کمپلکس‌های موادآلی و آزادسازی کاتیون‌های بازی مثل کلسیم می‌شود (Singh, 1956) و در نتیجه مقدار کلسیم و منیزیم آزاد شده 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 به عنوان یک جزء مهم از خاکستر چوب اشاره کرده‌اند. Wattez و Courty (۱۹۸۷) بیان می‌کنند که در طی سوختن بافت‌های گیاهی، به ویژه بخش چوبی در گونه‌های مختلف درختی، به دلیل تغییر شکل 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 شسته شدن لایه خاکستر ایجاد شده 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، به طوری که مقدار هدایت الکتریکی از ترتیب زیر تبعیت می‌کرد (جدول ۱): آتش‌سوزی سال ۱۳۸۹ < آتش‌سوزی سال ۱۳۸۷ < آتش‌سوزی سال

- 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 loblolly 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.
 - Watez 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

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

S.S. Hosseini¹ 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.