DOI: http://dx.doi.org/10.22092/ijfpr.2012.6098

فصلنامهٔ علمی - پژوهشی تحقیقات جنگل و صنوبر ایران
جلد ۲۰ شمارهٔ ۱، صفحهٔ ۳۷-۲۵، (۱۳۹۱)

تأثیر شدت آتش‌سوزی بر میزان کربن، نیتروژن کل و فسفر قابل جذب در خاک‌های جنگلی (مطالعه موردی: جنگلهای مریوان)

فرزانه نظری[۱]، وحید حسینی[۲*] و نقی شعبانیان[۳]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد جنگل‌داری، دانشگاه کردستان
۲*- نویسنده مسؤول، استادیار، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه کردستان. پست الکترونیک: Vahidit@yahoo.com
۳- استادیار، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه کردستان

تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۰۹/۰۲ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۰٤/۲۹

چکیده

آتش، قسمت جدانشدنی بیشتر اکوسیستم‌هاست که منطقه مدیترانه و مکان مورد مطالعه که در جنگلهای غرب ایران و شهرستان مریوان واقع است، مستثنی از این مهم نیستند. به منظور بررسی تأثیر شدت آتش‌سوزی بر میزان کربن، نیتروژن و فسفر خاک، تعداد ٥٦ نمونه از دو عمق ٥-٠ و ٥ تا ١٥ سانتی‌متر و از دو منطقه دچار آتش‌سوزی شده و نشده برداشت شد. سپس تعدادی از نمونه‌های نسوخته نیز در آزمایشگاه و توسط کوره در پنج دمای ۹۵، ۱۵۰، ۲۲۰، ۳۵۰ و ٤۹۰ درجه سانتی‌گراد به مدت نیم ساعت سوزانده شدند و پس از آن کربن آلی از روش والکی بلاک، نیتروژن کل از روش کجلدال و فسفر قابل جذب از روش اولسن اندازه‌گیری شد. بیشترین میزان کربن آلی و نیتروژن کل در خاک سوزانده شده در دمای (°C) ۱۵۰ از عمق ٥-٠ سانتی‌متر که به‌ترتیب دارای مقادیر ٤/٤٤ و ۰/۸۹ درصد بودند و همچنین، بیشترین میزان فسفر قابل جذب در خاک سوزانده شده در دمای (°C) ۳۵۰ از عمق ٥-٠ سانتی‌متر با میانگین ١٤/۹۹ میلی‌گرم در کیلوگرم، بود. به‌طور کلی با افزایش شدت آتش‌سوزی درصد کربن آلی و نیتروژن کل خاک کاهش و میزان فسفر قابل جذب افزایش پیدا می‌کند.

واژه‌های کلیدی: آتش‌سوزی، کربن آلی، نیتروژن کل، فسفر قابل جذب، خاک جنگلی، مریوان.

مقدمه

آتش‌سوزیها اغلب باعث تخریب جنگل و یا تجدید دوباره آن می‌شوند. در بسیاری موارد نقش آنها در تغییر ترکیب فلورستیک (Cammeraat & Imeson, 1999)، افزایش زادآوری (Martinez-Sanchez, *et al*., 1999) و افزایش تولید چوب (Vihnanek & Ballard, 1988) مورد بررسی قرار گرفته است. یافته‌های زیادی درباره اثرهای آتش‌سوزی روی خواص خاک در دسترس است که وسعت و مدت زمان این اثرات به شدت آتش‌سوزی بستگی دارد. شدت آتش‌سوزی دو مفهوم تراکم و مدت زمان استمرار را دربر می‌گیرد و به‌وسیله چند عامل محیطی که روی فرآیند سوختن اثر می‌گذارند، کنترل می‌شود مثل میزان و ویژگی مواد سوختنی، دمای هوا و رطوبت آن، سرعت باد و توپوگرافی محل.

تراکم، میزان انرژی حرارتی است که آتش تولید می‌کند. با توجه به این که گرما در خاک مرطوب سریع‌تر انتقال یافته و به مناطق عمیق‌تر نفوذ پیدا می‌کند، گرمای ویژه آب از افزایش دمای خاک به بیش از ۹۵ درجه سانتی‌گراد جلوگیری می‌کند تا این که آب موجود در خاک به‌طور کامل تبخیر شود (DeBano *et al*., 1998). با

وجود مواد قابل اشتعال زیاد، دما در سطح خاک به (°C) ۷۰۰–۵۰۰ می‌رسد (DeBano *et al*., 1998)، اما در برخی مواقع درجه حرارت تا (°C) ۸۵۰ هم ثبت شده است (DeBano, 2000). مدت زمان استمرار نیز، قسمتی از شدت آتش‌سوزی است که هر چه این مدت زمان بیشتر باشد باعث ایجاد تخریب بیشتری می‌شود. در واقع آتش‌سوزیهای شدید با مدت زمان استمرار کوتاه در مکان‌های دارای مواد قابل اشتعال لازم، گرما را به قسمت زیرین خاک تا بیشتر از چند سانتی‌متر انتقال نمی‌دهند. بعد از آتش‌سوزی، دمای خاک می‌تواند از چند دقیقه تا چندین روز همچنان بالا باقی بماند.

تأثیرات آتش‌سوزی بر خاک به دو دسته تقسیم می‌شود: تأثیرات غیرمستقیم آتش‌سوزی که وابسته به تغییرات در پوشش گیاهیست. آتش، تجمع مواد خشک را تنظیم می‌کند که این امر سبب کنترل شدت سوختگی گردیده و بر تراکم و ترکیب پوشش گیاهی جنگل و به دنبال آن بر کیفیت رویشگاه تأثیر می‌گذارد. تأثیرات مستقیم آتش‌سوزی که باعث تغییر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک و کاهش میزان نفوذپذیری خاک سطحی می‌شوند (Imeson *et al*., 1992). بیشترین اثر آتش بر خاک، از دست رفتن مواد آلی خاک و افزودن خطر فرسایش در مراحل بعد و همچنین تأثیر بر زادآوری گونه‌های گیاهی و شرایط زیست‌محیطی است.

آتش‌سوزی در جنگلها و مراتع ایران که دارای اقلیم و پوشش گیاهی متفاوتی است، هر ساله اتفاق افتاده و طی سالهای اخیر خسارت‌های فراوانی را به جا گذاشته است. به‌عنوان مثال، در غرب ایران در سال ۱۳۷٦، ۳۰۰ فقره آتش‌سوزی به وقوع پیوسته که در نتیجه ۱۵۰۰ هکتار مرتع و ٤۰۰ هکتار جنگل از بین رفت. در سال ۱۳۷۷، ۵۲ فقره آتش‌سوزی در پارک ملی گلستان اتفاق افتاد و در همین سال ۵۳۰۰ هکتار از جنگلها و مراتع استان خوزستان در اثر ١٤ فقره آتش‌سوزی طعمه حریق گردید. بین سالهای ۱۳۷۰ تا ۱۳۷٦، ۳۰٦۳ فقره حریق در کشور اتفاق افتاد که در پی آن ۱۳۷۰۰ هکتار از اراضی منابع طبیعی سوخت. در سال ۱۳۷۷ که خشکی بی سابقه‌ای در کشور حکمفرما بود، این میزان به ۹۹۸ فقره آتش‌سوزی با وسعت ۲۰٦۷۱۳ هکتار اراضی سوخته شده بالغ گردید (بانج شفیعی، ۱۳۸۵). در جنگلهای شمال کشور، آتش‌سوزیهای متعددی به وقوع می‌پیوندد، به‌طوری که براساس آمارهای موجود، در یک دوره ده‌ساله (۸۲–۱۳۷۳) به‌طور متوسط ۷۵ هکتار از مساحت جنگلهای غرب مازندران، و در یک دوره هفت‌ساله (۸۱–۱۳۷۵) ۱۱٤٤/۵ هکتار از جنگلهای کل استان مازندران در اثر آتش‌سوزی از بین رفتند (بانج شفیعی، ۱۳۸۵). تحقیقاتی که در این زمینه انجام شد شامل موارد زیر می‌باشد:

Prieto-Fernandez *et al*. (1993) اثرهای کوتاه‌مدت آتش‌سوزی طبیعی را روی موقعیت نیتروژن و میزان معدنی شدن آن مورد بررسی قرار دادند.

Fernandez *et al*. (1997) با هدف ارزیابی اثرهای آتش‌سوزی روی ترکیب، پایداری و معدنی شدن کربن ماده آلی خاک بلافاصله پس از یک آتش‌سوزی طبیعی با شدت بالا و مقایسه آن با سوزاندن خاک در شرایط آزمایشگاهی تحقیقی را در جنگلهای اسپانیا انجام دادند؛ خاک جمع‌آوری شده از منطقه نسوخته را در آزمایشگاه و در دماهای ۱۵۰، ۲۲۰، ۳۵۰ و ٤۹۰ درجه سانتی‌گراد سوزاندند و میزان ماده آلی از دست رفته در آن را اندازه‌گیری کردند. لایه‌های سطحی (عمق کمتر از ۵ سانتی‌متر) و زیرسطحی (عمق ۵ تا ۱۰ سانتی‌متر) خاک تقریباً ۵۰ درصد محتوای کربن‌شان را در طول آتش‌سوزی طبیعی از دست دادند.

Fernandez *et al*. (1999) تحقیقی را با هدف بررسی معدنی شدن کربن در دو خاک جنگلی که بشدت تحت تأثیر آتش‌سوزی قرار گرفتند، انجام دادند. همچنین Ekinci (2006) مطالعه‌ای را با هدف بررسی اثرات آتش‌سوزی با شدت کم تا متوسط بر روی خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک نمونه‌برداری شده در

دو هفته بعد از آتش‌سوزی در ترکیه انجام داد. Glass *et al*. (2008) نیز تحقیقی را با هدف بررسی عوامل مؤثر در واکنش‌های آمونیوم، نیترات، کربن کل و نیتروژن کل در خاک به دنبال آتش‌سوزی انجام دادند.

همت‌بلند (۱۳۸٦) با هدف بررسی اثرهای آتش‌سوزی روی برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک جنگلهای منطقه مریوان تحقیقی را انجام داد و به این نتیجه رسید که پس از آتش‌سوزی میزان هدایت الکتریکی خاک افزایش یافته و با گذشت زمان اختلاف میان درصد کربن آلی عرصه‌های سوخته و شاهد کمتر شده است.

این تحقیق به دنبال بررسی تغییر میزان عناصر کربن آلی، نیتروژن کل و فسفر قابل جذب در اثر آتش‌سوزی و همچنین تعیین رفتار این عناصر در شدت‌های مختلف آتش‌سوزی می‌باشد. اگرچه بررسی و کمی نمودن خصوصیات خاک به دلیل تفاوت‌های گسترده در مورد اکوسیستم‌های مختلف و شدت‌های متفاوت آتش‌سوزی، صددرصد عملی نمی‌باشد.

مواد و روشها

موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

جنگلهای زاگرس با مساحتی بالغ بر ٤/٥ میلیون هکتار، بیشترین سطح جنگلهای کشور را دارا میباشد. در این میان جنگلهای مریوان با وسعت ۱۰۸۸٦٦ هکتار درصد قابل توجهی از جنگلهای زاگرس را شامل می‌شود. این شهرستان با وسعت کل ۲۷۹٥۳٤ هکتار، بین ٤٥ تا ٤٦ درجه و ۱۰ دقیقه طول شرقی و ۳٥ درجه و ۱۳ دقیقه تا ۳٥ درجه و ٤٤ دقیقه عرض شمالی قرار دارد. از لحاظ آب و هوایی منطقه مریوان دارای تابستان‌های گرم و زمستان‌های سرد با حدود ۷٥ روز دوره یخبندان است. میانگین بارندگی سالانه آن با مبنا گرفتن از ایستگاه سینوپتیک هواشناسی واقع در مریوان ۸۲۸/۳ میلی‌متر در سال است که بیشترین بارندگی در اسفندماه و کمترین میزان بارندگی مربوط به تیرماه است (بی‌نام، ۱۳۸۳).

تیپ اقلیمی مریوان نیمه‌خشک مدیترانه‌ای و در ٤ تا ٥ ماه از سال بارندگی انجام نمی‌شود و این مدت درست با دوره رویشی گیاهان همراه است. خاک‌های منطقه از نوع قهوه‌ای (کلسیک و اتروف) که تکامل یافته عمیق تا نیمه‌عمیق و خاک‌های جوان از نوع واریزه‌ای و لیتوسول که اغلب کم عمق و سطحی می‌باشند، تشکیل شده است (بی‌نام، ۱۳۸۳).

در بین خاک‌های قهوه‌ای کلسیک، بیشتر جوامع بلوط ایرانی- دارمازو دیده می‌شود که اکثراً از ۱٤۰۰ متر تا ۱٥٥۰ متر ارتفاع از سطح دریا و بیشتر در جهت‌های شمالی و شمال‌غربی دیده می شود. در خاک‌های قهوه‌ای اتروف، بیشتر جوامع وی‌ول و بلوط ایرانی همراه با افرا، بنه و زالزالک دیده می‌شود و نسبت به خاک‌های قبل در ارتفاع بالاتری قرار دارند و اغلب در جهت‌های شمالی و شمال‌غربی و شرقی دیده می‌شوند. بر روی خاک‌های جوان از نوع واریزه‌ای و لیتوسل نیز بیشتر جامعه بلوط ایرانی همراه با افرا، بنه و زالزالک دیده می‌شود. (سلیمی، ۱۳۸٥).

روش تحقیق

در تابستان سال ۱۳۸۸ در دامنه مشرف به دریاچه زریوار در شهرستان مریوان، با جهت غربی و تیپ جنگلی مازو- بروادر، آتش‌سوزی رخ داد. سه ماه پس از آتش‌سوزی، ۱٤ نقطه به‌صورت تصادفی از بالا و پایین دامنه انتخاب و خاک از دو عمق ٥-۰ و ٥ تا ۱٥ سانتی‌متر برداشت شد. دوباره همان تعداد نمونه از اعماق مشابه و در منطقه کاملاً مجاور با فاصله بسیار کم از منطقه قبلی که در آن آتش‌سوزی اتفاق نیفتاده بود و شرایط آن کاملاً مشابه شرایط منطقه سوخته بود، به‌صورت تصادفی برداشت گردید. در مجموع ٥٦ نمونه از هر دو خاک سوخته و نسوخته بدست آمد. نمونه‌های خاک پس از خشک شدن، از الک ۲ میلی‌متری گذرانده شد و ۸ عدد از

نمونه‌های حاصل از هر دو عمق که دچار آتش‌سوزی نشده بودند در آزمایشگاه و به وسیله کوره، در ۵ دمای ۹۵، ۱۵۰، ۲۲۰، ۳۵۰ و ٤۹۰ درجه سانتی‌گراد (Fernandez *et al*., 1997) به مدت نیم ساعت (Wondafrash *et al*., 2005) سوزانده شد. نحوه سوزاندن به این صورت بود که ابتدا در دمای ۹۵ درجه سانتی‌گراد سوزانده و عنصر مورد نظر در آنها اندازه‌گیری شد. سپس، نمونه دیگری از همان عمق برداشته و در دمای بعدی سوزانده شد و میزان عنصر مورد نظر نیز در آن نمونه اندازه گرفته شد و روال کار تا آخر به همین صورت ادامه یافت. سپس، میزان کربن آلی، نیتروژن کل و فسفر قابل جذب به‌ترتیب از روشهای والکی بلاک، کجلدال و اولسن هم در نمونه‌های حاصل از منطقه دچار آتش‌سوزی شده و آتش‌سوزی نشده و هم در نمونه‌های سوزانده شده در آزمایشگاه اندازه‌گیری شد.

تجزیه و تحلیل اطلاعات جمع‌آوری شده با استفاده از نرم‌افزارهای آماری SPSS 16 و Excel انجام شد. داده‌های مربوط به نمونه‌های سوزانده شده از عمق ۵-۰ سانتی‌متر با لگاریتم گرفتن نرمال شدند. پس از بررسی نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون Kolmogorov-Smirnov، آنالیز واریانس انجام شد و در نهایت برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون‌های آماری t مستقل و دانکن استفاده شد.

نتایج

کربن آلی

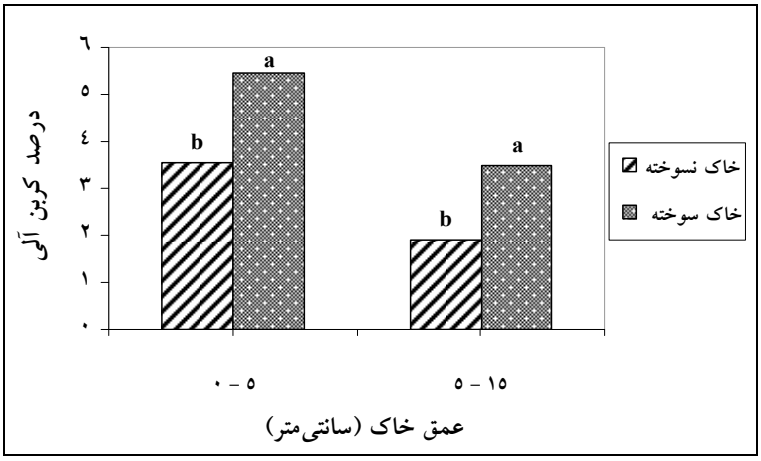
میانگین درصد کربن آلی در دو خاک سوخته و نسوخته و در هر دو عمق تفاوت معنی‌داری را در سطح ۵٪ نشان داد (جدولهای ۱ و ۲). در هر دو عمق میزان درصد کربن آلی خاک سوخته بیشتر از خاک نسوخته بود (شکل ۱).

جدول ۱- آنالیز واریانس درصد کربن آلی در خاک سوخته و نسوخته از عمق ۵-۰ سانتی‌متر

مشخصه کمی	مقایسه واریانس‌ها		مقایسه میانگین‌ها	
	F محاسبه شده	P	T محاسبه شده	P
درصد کربن	۰/۰٤	P>۰/۰۵	۲/۹٤	P<۰/۰۵

جدول ۲- آنالیز واریانس درصد کربن آلی در خاک سوخته و نسوخته از عمق ۱۵-۵ سانتی‌متر

مشخصه کمی	مقایسه واریانس‌ها		مقایسه میانگین‌ها	
	F محاسبه شده	P	T محاسبه شده	P
درصد کربن	۰/۰۰۹	P>۰/۰۵	۳/۱۱	P<۰/۰۵



شکل ۱- مقایسه میانگین درصد کربن آلی در عمق‌های متفاوت خاک‌های سوخته و نسوخته

با استفاده از آنالیز واریانس یک‌طرفه (جدولهای ۳ و ٤) و آزمون دانکن، میانگین درصد کربن آلی آزمون شد. نتایج نشان داد که در عمق ۵-۰ سانتی‌متر میانگین درصد کربن آلی خاک نسوخته در مقایسه با خاک سوزانده شده در دمای (°C) ٤۹۰ تفاوت معنی‌داری را در سطح ۵٪ داشت و در عمق ۵ تا ۱۵ سانتی‌متر هیچ تفاوت معنی‌داری بین نمونه‌ها دیده نشد. بالاترین میزان کربن در خاک سوزانده شده در دمای (°C) ۱۵۰ از عمق ۵-۰ سانتی‌متر ٤/٤٤ درصد و کمترین میزان آن در خاک سوزانده شده در دمای (°C) ٤۹۰ از عمق ۵ تا ۱۵ سانتی‌متر ۰/٦۳ درصد بود (شکل ۲). در هر دو عمق، میانگین درصد کربن آلی خاک سوزانده شده از دمای (°C) ۲۲۰ به بالا کاهش یافت.

جدول ۳- آنالیز واریانس درصد کربن آلی خاک نسوخته و سوزانده شده از عمق ۵-۰ سانتی‌متر

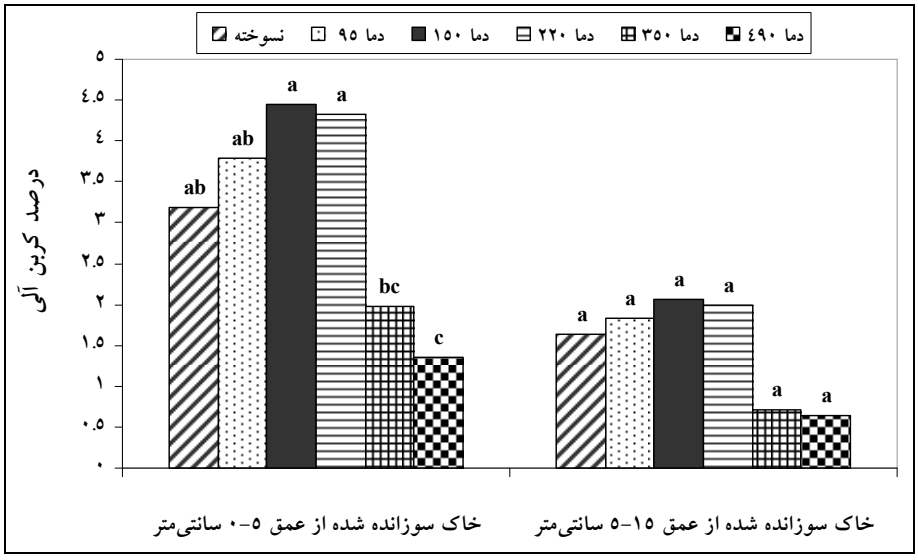
منبع تغییرات	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F محاسبه شده	P
بین گروهی	٦٤/٤٣	۵	۱۲/۸۸	۲/۸۹	۰/۰۲*
درون گروهی	۱۸٦/٦٦	٤۲	٤/٤٤		
کل	۲۵۱/۰۹	٤۷			

*: معنی‌دار در سطح ۵ درصد

جدول ٤- آنالیز واریانس درصد کربن آلی خاک نسوخته و سوزانده شده از عمق ۱۵-۵ سانتی‌متر

منبع تغییرات	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F محاسبه شده	P
بین گروهی	۱٦/٤٦	۵	۳/۲۹	۲/۰٤	۰/۰۹ns
درون گروهی	٦۷/٦۷	٤۲	۱/٦۱		
کل	۸٤/۱٤	٤۷			

ns: معنی‌دار نیست



شکل ۲- مقایسه میانگین درصد کربن آلی خاک نسوخته و سوزانده شده از عمق ۵-۰ سانتی‌متر و ۵ تا ۱۵ سانتی‌متر در دماهای مختلف

نیتروژن کل

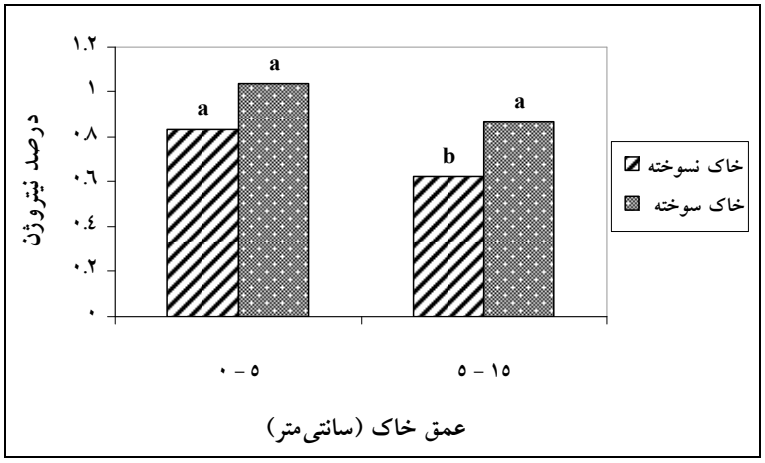
میانگین درصد نیتروژن خاک سوخته و نسوخته از عمق ۵-۰ سانتی‌متر تفاوت معنی‌داری را در سطح ۵٪ نشان نداد (جدول ۵)، اما در عمق ۵ تا ۱۵ سانتی‌متر با هم تفاوت معنی‌داری داشتند (جدول ٦). البته در هر دو عمق میانگین درصد نیتروژن در خاک سوخته بیشتر از نسوخته بود (شکل ۳).

جدول ۵- آنالیز واریانس درصد نیتروژن در خاک سوخته و نسوخته از عمق ۵-۰ سانتی‌متر

مشخصه کمی	مقایسه واریانس‌ها		مقایسه میانگین‌ها	
	F محاسبه شده	P	T محاسبه شده	P
درصد نیتروژن	۰/۸۹	P>۰/۰۵	۱/۷۹	P>۰/۰۵

جدول ٦- آنالیز واریانس درصد نیتروژن در خاک سوخته و نسوخته از عمق ۱۵-۵ سانتی‌متر

مشخصه کمی	مقایسه واریانس‌ها		مقایسه میانگین‌ها	
	F محاسبه شده	P	T محاسبه شده	P
درصد نیتروژن	۰/۱۷	P>۰/۰۵	۳/۳۲	P<۰/۰۵



شکل۳- مقایسه میانگین درصد نیتروژن در عمق ۵-۰ سانتی‌متر و ۵ تا ۱۵ سانتی‌متر در خاک سوخته و نسوخته

با استفاده از آنالیز واریانس یک‌طرفه (جدولهای ۷ و ۸) و آزمون دانکن میانگین درصد نیتروژن آزمون شد. نتایج نشان داد که در هر دو عمق میانگین درصد نیتروژن خاک نسوخته با این میانگین در خاک سوزانده شده در دمای (°C) ۴۹۰ تفاوت معنی‌داری داشت. بالاترین میزان درصد نیتروژن در خاک سوزانده شده در دمای (°C) ۱۵۰ از عمق ۵-۰ سانتی‌متر ۰/۸۹ درصد و کمترین میزان آن در خاک سوزانده شده در دمای (°C) ۴۹۰ از عمق ۵ تا ۱۵ سانتی‌متر ۰/۳۳ درصد بود (شکل ٤). البته در هر دو عمق، میانگین درصد ازت خاک سوزانده شده در دمای (°C) ۴۹۰ کاهش یافت.

جدول ۷- آنالیز واریانس درصد نیتروژن کل خاک نسوخته و سوزانده شده از عمق ۵-۰ سانتی‌متر

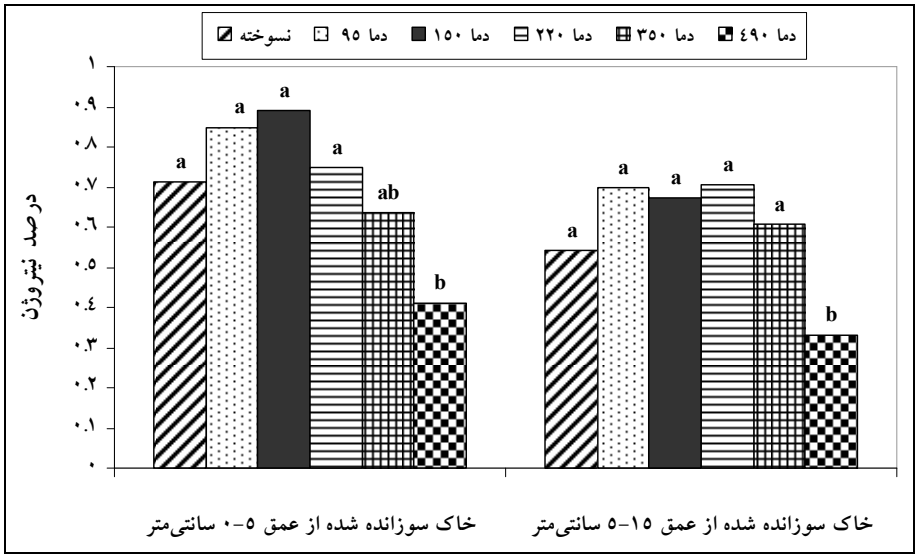
منبع تغییرات	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F محاسبه شده	P
بین گروهی	۱/۱۸	۵	۰/۲۳	۳/۷۹	۰/۰۰۶**
درون گروهی	۲/٦۲	٤۲	۰/۰٦		
کل	۳/۸۱	٤۷			

**: معنی‌دار در سطح ۵ درصد

جدول ۸- آنالیز واریانس درصد ازت خاک نسوخته و سوزانده شده از عمق ۵ تا ۱۵ سانتی‌متر

منبع تغییرات	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F محاسبه شده	P
بین گروهی	۰/۸۱	۵	۰/۱٦	۵/۰۳	۰/۰۰۱**
درون گروهی	۱/۳۵	٤۲	۰/۰۳		
کل	۲/۱۷	٤۷			

**: معنی‌دار در سطح ۱ درصد



شکل ٤- مقایسه میانگین درصد نیتروژن در خاک نسوخته و سوزانده شده در عمق ۵-۰ و ۵ تا ۱۵ سانتی‌متر در دماهای مختلف

فسفر قابل جذب

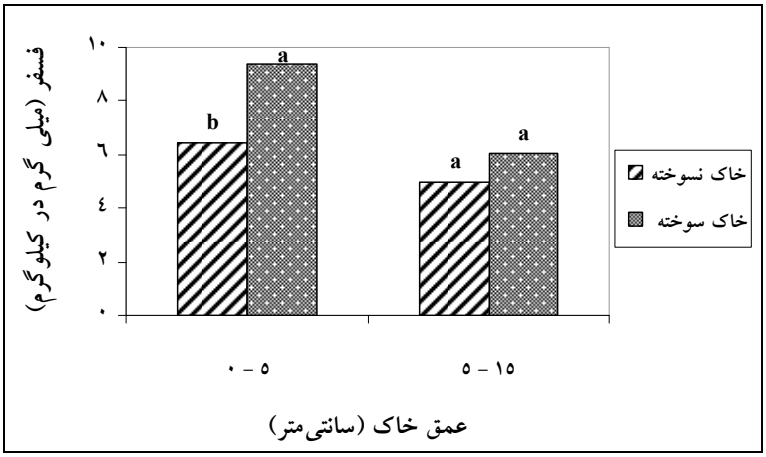
میانگین میزان فسفر خاک سوخته و نسوخته از عمق ۵-۰ سانتی‌متر تفاوت معنی‌داری را نشان داد (جدول ۹)، اما در عمق ۱۵-۵ سانتی‌متر هیچ تفاوت معنی‌داری در سطح ۵٪ دیده نشد (جدول ۱۰). در هر دو عمق میانگین میزان فسفر خاک سوخته بیشتر از نسوخته بود (شکل ۵).

جدول ۹- آنالیز واریانس میزان فسفر در خاک سوخته و نسوخته از عمق ۵-۰ سانتی‌متر

مشخصه کمی	مقایسه واریانس‌ها		مقایسه میانگین‌ها	
	F محاسبه شده	P	T محاسبه شده	P
میزان فسفر	۸/۸٤	P<۰/۰۵	۳/۰۱	P<۰/۰۵

جدول ۱۰- آنالیز واریانس میزان فسفر در خاک سوخته و نسوخته از عمق ۱۵-۵ سانتی‌متر

مشخصه کمی	مقایسه واریانس‌ها		مقایسه میانگین‌ها	
	F محاسبه شده	P	T محاسبه شده	P
میزان فسفر	٤/۳۷	P>۰/۰۵	۱/۸۲	P>۰/۰۵



شکل ۵- مقایسه میانگین میزان فسفر در عمق ۵-۰ و ۵ تا ۱۵ سانتی‌متر در خاک سوخته و نسوخته

با استفاده از آنالیز واریانس یک‌طرفه (جدولهای ۱۱ و ۱۲) و آزمون دانکن میانگین میزان فسفر آزمون شد. نتایج نشان داد که در عمق ۵-۰ سانتی‌متر میانگین میزان فسفر خاک نسوخته با خاک سوزانده شده در دماهای (°C) ۴۹۰ و ۳۵۰ تفاوت معنی‌داری داشت، اما در عمق ۵ تا ۱۵ سانتی‌متر این میانگین در خاک نسوخته با خاک سوزانده شده در دماهای (°C)۲۲۰، ۳۵۰ و ۴۹۰ تفاوت معنی‌داری را در سطح ۱٪ نشان داد. بالاترین میزان فسفر در خاک سوزانده شده در دمای (°C) ۳۵۰ از عمق ۵-۰ سانتی‌متر ۱۴/۹۹ میلی‌گرم در کیلوگرم و کمترین میزان آن در خاک سوزانده شده در دمای (°C) ۹۵ از عمق ۵ تا ۱۵ سانتی‌متر ۵/۷۰ میلی‌گرم در کیلوگرم دیده شد (شکل ۶).

جدول ۱۱- آنالیز واریانس میزان فسفر قابل جذب خاک نسوخته و سوزانده شده از عمق ۵-۰ سانتی‌متر

منبع تغییرات	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F محاسبه شده	P
بین گروهی	۴۱۶/۴۰	۵	۸۳/۲۸	۱۸/۱۶	۰/۰۰۰**
درون گروهی	۱۹۲/۵۲	۴۲	۴/۵۸		
کل	۶۰۸/۹۳	۴۷			

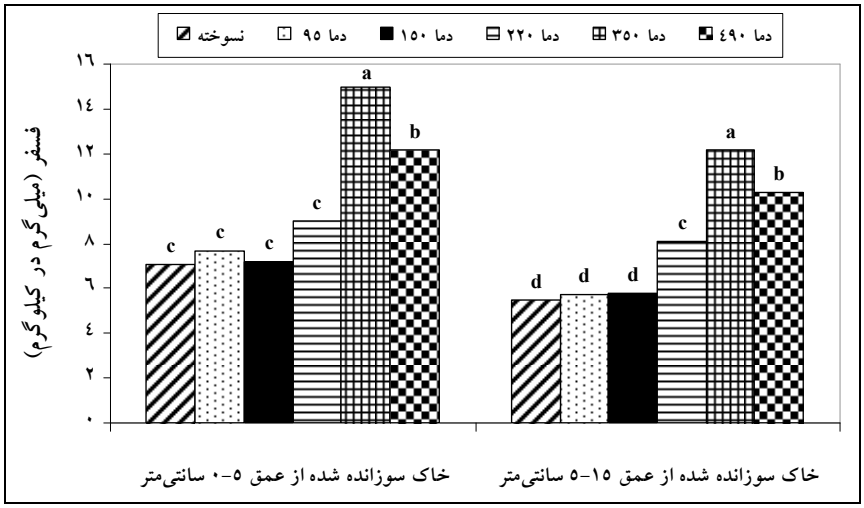
**: معنی‌دار در سطح ۱ درصد

جدول ۱۲- آنالیز واریانس میزان فسفر قابل جذب خاک نسوخته و سوزانده شده از عمق ۱۵-۵ سانتی‌متر

منبع تغییرات	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F محاسبه شده	P
بین گروهی	۳۱۴/۲۶	۵	۶۲/۸۵	۳۷/۵۷	۰/۰۰۰**
درون گروهی	۷۰/۲۶	۴۲	۱/۶۷		
کل	۳۸۴/۵۳	۴۷			

**: معنی‌دار در سطح ۱ درصد

در عمق ۵-۰ سانتی‌متر، میانگین میزان فسفر خاک سوزانده شده در دمای (°C) ۳۵۰ افزایش و در دمای (°C) ۴۹۰ کاهش یافت اما، در عمق ۱۵-۵ سانتی‌متر، این میانگین در خاک سوزانده شده در دماهای ۲۲۰ و (°C) ۳۵۰ افزایش و در دمای (°C) ۴۹۰ کاهش یافت (شکل ۶).



شکل ٦- مقایسه میانگین میزان فسفر خاک نسوخته و سوزانده شده از عمق ۰-۵ و ۵ تا ۱۵ سانتی‌متر در دماهای مختلف

بحث

کربن آلی

مطابق نتایج بدست آمده، درصد کربن آلی در خاک سوخته در طبیعت در هر دو عمق به‌طور معنی‌داری بیشتر از خاک نسوخته بود. Chandler *et al*. (1983) تغییرات متفاوتی را در ماده آلی خاک در اثر آتش‌سوزی گزارش نمودند، به‌طوری که از تخریب کامل تا افزایش ۳۰ درصدی به دلیل توزیع مجدد ماده آلی خاک در نوسان بود. Rashid (1987) نیز به این نتیجه رسید که غلظت کربن آلی پس از آتش‌سوزی افزایش می‌یابد که با گذشت ۲۱ ماه پس از آتش‌سوزی این مقدار به میزان موجود در خاک‌های نسوخته کاهش یافت. وی ۵ ماه پس از آتش‌سوزی، مقدار ماده آلی در خاک سوخته شده را بسیار بالا گزارش نمود، دلیل این موضوع را شدت متوسط آتش‌سوزی ذکر نمود که باعث می‌شود تبدیل لاشریزه به خاکستر سیاه کاهش یافته و همچنین فقط بخشی از درختان دچار سوختگی شده و همچنان به صورت سرپا باقی بمانند. در محل آتش‌سوزی در منطقه مورد مطالعه نیز فقط بخشی از درختان سوخته بودند . همچنین Ekinci (2006) در مطالعه‌ای که دو هفته پس از آتش‌سوزی روی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک انجام داد، به این نتیجه رسید که متوسط کربن آلی خاک پس از آتش‌سوزی افزایش می‌یابد.

در خاک سوزانده شده در آزمایشگاه در هر دو عمق تا دمای (°C) ۱۵۰ افزایشی در میانگین درصد کربن آلی دیده شد و از این دما به بعد این میانگین کاهش یافت که در عمق ۵-۰ سانتی‌متر این کاهش معنی‌دار بود. Fernandez *et al*. (1997) پس از بررسی اثرهای آتش‌سوزی روی کربن آلی خاک در شرایط آزمایشگاهی به این نتیجه رسید که در خاک سوزانده شده در آزمایشگاه تغییرات مشاهده شده در دمای ۱۵۰ درجه سانتی‌گراد خیلی کم بود، در حالی که در دمای ٤۹۰ درجه سانتی‌گراد تقریباً همه ماده آلی از بین رفت، در دمای ۲۲۰ و ۳۵۰ درجه سانتی‌گراد هوموسی شدن افزایش یافت و تغییرات بوجود آمده در این دو دما شبیه تغییرات حاصل از آتش‌سوزی طبیعی بود. کاهش درصد کربن در دماهای بالا می‌تواند به دلیل خروج کربن آلی و یا سوختن کامل مواد آلی و تبدیل آنها به خاکستر باشد (Boerner, 1982; Raison *et al*., 1985).

نیتروژن کل

بر طبق نتایج بدست آمده، میزان نیتروژن کل خاک سوخته در طبیعت در هر دو عمق نسبت به نسوخته افزایش

یافت که این افزایش در عمق ۵ تا ۱۵ سانتی‌متر معنی‌دار بود. دلیل افزایش معنی‌داری در عمق ۵ تا ۱۵ سانتیمتری می‌تواند معدنی شدن سریع‌تر بخش‌های زیرزمینی گیاهان در طی آتش‌سوزی بوده باشد (Kutiel & Naveh, 1987; Chandler *et al*., 1983).

Walker *et al*. (1986) نشان دادند که آمونیوم خاک به عنوان نتیجه مستقیم حاصل از افزایش دمای خاک، می تواند افزایش یابد. Adams & Attiwill (1986) در آتش‌سوزی تاجی در یک جنگل اکالیپتوس در استرالیا، افزایش غلظت آمونیوم تا ٤ برابر را گزارش نمودند. میزان نیتراتی شدن پس از آتش‌سوزی، با افزایش pH و در دسترس بودن آمونیم در اکوسیستم افزایش پیدا می‌کند، هر چند تغییرات نیتروژن پس از آتش‌سوزی به مقدار نیتروژن از دست رفته در آتش‌سوزی، تغییرات در میزان معدنی شدن میکروبی پس از آتش‌سوزی و رقابت بین میکروارگانیسم‌ها و گیاهان برای نیتروژن معدنی شده بستگی دارد. (Fisher & Binkley, 2000)

Prieto-Fernandez *et al*. (1993) به این نتیجه رسیدند که آتش‌سوزی مقدار نیتروژن کل را در لایه سطحی (عمق ۵-۰ سانتی‌متر) افزایش داد، اما در لایه زیرسطحی (عمق ۵ تا ۱۰ سانتی‌متر) افزایش نیافت. دلایل آنها در این تغییرات، وجود گونه‌های تثبیت کننده نیتروژن و افزایش ظرفیت تثبیت نیتروژن بیان شده است. همچنین Rashid (1987) افزایش زیادی را در غلظت نیتروژن کل گزارش داد که با گذشت زمان این مقدار به میزانی که در خاک‌های نسوخته بود کاهش یافت.

در خاک سوزانده شده در آزمایشگاه، در عمق ۵-۰ سانتیمتری تا دمای (°C) ۱۵۰ افزایش در میزان نیتروژن کل داریم اما از دمای ۲۲۰ درجه سانتی‌گراد به بعد در هر دو عمق میزان آن کاهش معنی‌داری پیدا کرد. Glass *et al*. (2008) در مطالعات خود به این نتیجه رسیدند که تغییر قابل توجهی در نیتروژن کل خاک سوزانده شده در آزمایشگاه دیده نشد بجز در دماهای بالا که با وجود میزان رطوبت اولیه در خاک، میزان نیتروژن کل کاهش یافت. علت این کاهش می‌تواند تصعید نیتروژن در دماهای بالا باشد (Johnson, 1992).

فسفر قابل جذب

مطابق نتایج بدست آمده، میزان فسفر قابل جذب در خاک سوخته در طبیعت در هر دو عمق بیشتر از نسوخته بود که در عمق ۵-۰ سانتی‌متر این تفاوت معنی‌دار بود. علت این افزایش می‌تواند انباشته شدن خاکستر حاصل از گیاهان و بقایای آنها در خاک به دنبال آتش‌سوزی باشد (DeBano & Conrad, 1978). همچنین آتش‌سوزی باعث تبدیل فسفر آلی خاک به فسفر قابل جذب (اورتوفسفات) می‌شود (Kutiel & Naveh, 1987; Ekinci, 2006; Murphy *et al*., 2006).

در خاک سوزانده شده در آزمایشگاه، میزان فسفر در هر دو عمق تا دمای (°C) ۳۵۰ افزایش و پس از آن کاهش معنی‌داری در دمای (°C) ٤۹۰ پیدا کرد. علت افزایش آن سوختن ماده آلی و تبدیل آن به مواد معدنی و علت کاهش آن در دماهای بالاتر می‌تواند تصعید اورتوفسفات پس از آتش‌سوزی و یا جذب بالای فسفر خاک باشد به این صورت که اشکال غیر آلی فسفر به شدت توسط سسکویی اکسیدهای آلومینیوم، آهن و منگنز جذب می‌شوند، (Susfalk, 2000).

به‌طور کلی می‌توان نتیجه‌گیری نمود که در نمونه‌های مربوط به طبیعت، درصد کربن آلی، نیتروژن کل و فسفر قابل جذب در هر دو عمق در خاک سوخته بیشتر از نسوخته بود. دلیل این امر در شدت آتش‌سوزی می‌تواند باشد که قسمتی از درختان دچار سوختگی شده و خاکستر آنها به خاک افزوده شده است، در حالی که پوشش درختی با گذشت زمان احیا می‌شود. به عبارت دیگر شدت آتش‌سوزی در طبیعت ضعیف تا متوسط بوده است. در حالی که در نمونه‌های سوزانده شده در آزمایشگاه، درصد کربن آلی و نیتروژن کل با افزایش دما کاهش پیدا کرد، ولی میزان فسفر

قابل جذب با افزایش دما، افزایش یافت اما در دمای ۴۹۰ درجه سانتی گراد به طور معنی داری کاهش پیدا کرد.

منابع مورد استفاده

- بانج شفیعی، ع.، ۱۳۸۵. اثرات آتش‌سوزی بر روی خصوصیات اکولوژیکی سری ٤ جنگل چلیر حوزه ٤٥ گلبند. رساله دکتری، دانشگاه تربیت مدرس، ۱٦۰ صفحه.
- بی‌نام، ۱۳۸۳. طرح جنگل‌داری چند منظوره حوزه باغان و چناره شهرستان مریوان، خاکشناسی و طبقه‌بندی اراضی. مهندسین مشاور ویسان، ٤۹ صفحه.
- سلیمی، ه.، ۱۳۸۵. بررسی و مقایسه وضعیت توده‌های کمتر تخریب یافته و تخریب یافته در جنگلهای بلوط استان کردستان. پایان‌نامه کارشناسی ارشد جنگل‌داری، دانشگاه گیلان، ۸۸ صفحه.
- همت‌بلند، ا.، ۱۳۸٦. اثرات آتش‌سوزی روی برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک جنگلهای مریوان. پایان‌نامه کارشناسی ارشد جنگل‌داری، دانشگاه تربیت مدرس، ٦۹ صفحه.
- Adams, M.A. and Attiwill, P.M., 1986. Nutrient cycling and nitrogen mineralization in eucalypt forests of south-eastern Australia. II. Indices of nitrogen mineralization. Plant Soil, 92: 341-362.
- Boerner, R.E. J., 1982. Fire and nutrient cycling in temperate ecosystems. Biosci., 32: 187-92.
- Cammeraat, L.H. and Imeson, A.C., 1999. The evolution and significance of soil-vegetation patterns following land abandonment and fire in Spain. The significance of soil, water and landscape processes in banded vegetation patterning. Catena, 37: 107-127.
- Chandler, C., Cheney, P., Thomas, P., Trabaud, L. and Williams, D., 1983. Fire in Forestry Volume 1: Forest Fire Behavior and Effects. John Wiley and Sons, NY, 450 p.
- DeBano, L.F., 2000. The role of fire and soil heating on water repellence in wildland environments: a review. J. Hydrol., 231: 195-206.
- DeBano, L.F. and Conrad, C.E., 1978. The effect of fire on nutrients in a chaparral ecosystem. Ecology, 59: 489-497.
- DeBano, L.F., Neary, D.G. and Ffolliott, P.F., 1998. Fire Effects on Ecosystems. John Wiley, New York, 320 p.
- Ekinci, H., 2006. Effect of forest fire on some physical, chemical and biological properties of soil in Canakkale, Turkey. International Journal of Agriculture & Biology, 8 (1): 102-106.
- Fernandez, I., Cabaneiro, A. and Carballas, T., 1997. Organic matter changes immediately after a wildfire in an Atlantic forest soil and comparison with laboratory soil heating. Soil Biology and Biochemistry, 29 (1): 1-11.
- Fernandez, I., Cabaneiro, A. and Carballas, T., 1999. Carbon mineralization dynamics in soils after wildfires in two Galician forests. Soil Biology and Biochemistry, 31: 1853-1865.
- Fisher, R.F. and Binkley, D., 2000. Ecology and Management of Forest Soils. John Wiley, New York, 489 p.
- Glass, D.W., Johnson, D.W., Blank, R.R. and Miller, W.W., 2008. Factors affecting mineral nitrogen transformations by soil heating: a laboratory-simulated fire study. Soil Science, 173 (6): 387-400.
- Imeson, A.C., Verstraten, J.M., Van Mulligen, E.J. and Sevink, J., 1992. The effects of fire and water repellence on infiltration and runoff under Mediterranean type forest. Catena, 19: 345-361.
- Johnson, D.W., 1992. Effects of forest management on soil carbon storage. Water Air Soil Pollution, 64: 83-120.
- Kutiel, P. and Naveh, Z., 1987. The effect of fire on nutrients in a pine forest soil. Plant and Soil, 104: 269-274.
- Martinez-Sanchez, J.J., Ferrandis. P., De las Heras, J. and Herranz, J.M., 1999. Effect of burnt wood removal on the natural regeneratio of *Pinus halepensis* after fire in a pine forest in Tus valley (SE Spain). For. Ecol. Manage., 123: 1-10.
- Murphy, J.D., Johnson, D.W., Miller, W.W., Walker, R.F. and Blank, R.R., 2006. Prescribed fire effects on forest floor and soil nutrients in a Sierra Nevada Forest. Soil Science, 171 (3): 181-199.
- Prieto-Fernandez, A., Villar, M.C., Carballas, M. and Carballas, T., 1993. Short-Term effects of a wildfire on the nitrogen status and its mineralization kinetics in an Atlantic forest soil. Soil Biology and Biochemistry, 25 (12): 1657-1664.
- Raison, R.J., Khanna, P.K. and Woods, P., 1985. Mechanisms of element transfer to the atmosphere during vegetation burning. Canadian J. Forest Res., 15: 132-40.
- Rashid, G.H., 1987. Effect of fire on soil carbon and nitrogen in a Mediterranean oak forest of Algeria. Plant and Soil, 103: 89-93.
- Susfalk, R.B., 2000. Relationships of soil-extractable and plant-available phosphorus in forest soils of the eastern Sierra Nevada. Ph.D. dissertation, University of Nevada, Reno, 105 p.
- Vihnanek, R.E. and Ballard, T.M., 1988. Slash burning effects on stocking, growth, and nutrition of young Douglas-fir plantations in salal-dominated ecosystems of eastern Vancouver Island. Can. J. For. Res., 18: 718-722.
- Walker, J., Raison, R.J. and Khanna, P.K., 1986. Fire, In: Russell, J.S. and Isbell, R.F., (Eds.). Australian soils: the human impact. Australian Society of Soil Science, University of Queensland Press: St Lucia: 185-216.
- Wondafrash, T.T., Sancho, I.M., Miguel, V.G. and Serrano, R.E., 2005. Relationship between soil color and temperature in the surface horizon of Mediterranean soils: A laboratory study. Soil Science, 170 (7): 495-503.

Effect of fire severity on organic carbon, total nitrogen and available phosphorus of forest soils (case study: Marivan)

F, Nazari [1], V. Hosseini [2*] and N. Shabanian [3]

1- M.Sc. student of forestry, 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
3- Assistant professor, Faculty of Natural Resources, University of Kurdistan. Sanandaj, Iran
Received: 24.10.2010 Accepted: 19.07.2011

Abstract

Fire is natural feature of most of ecosystems, including Mediterranean region and the site study in this research. In order to evaluate effect of fire intensity on dynamic of organic carbon, nitrogen and phosphorus of soil, 56 samples were selected from two depths (0-5 and 5-15 cm) in two areas of burned and unburned. Then, some unburned soil samples were burned in the laboratory by furnace at five temperature levels including of 95, 150, 220, 350 and 490 °C for 30 minutes. The amount of organic carbon, total nitrogen and available phosphorus were measured by Walkley-Black method, Kjeltec method and Olsen method, respectively. Maximum organic carbon and total nitrogen were measured 4.44% and 0.89% in soil depth 0-5 cm burned at 150 ˚C, respectively. Also, maximum available phosphorus was measured 14.99 (mg/kg) in soil depth 0-5 cm burned at 350 ˚C. Overall it might be concluded that although increase in fire intensity, decreased total amount of organic carbon and total nitrogen, but increased amount of available phosphorus.

Key words: fire, organic carbon, total nitrogen, available phosphorus, forest soil, Marivan