

بررسی تأثیر آتش‌سوزی بر فراهمی برخی عناصر غذایی و خصوصیات شیمیایی خاک مرتعی (مطالعه موردی: مراتع مروارید، منطقه داراب)

علیرضا محمودی^۱، حمیدرضا بوستانی^{۲*}

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۷/۲۹

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۱/۱۸

چکیده

آتش‌سوزی می‌تواند بر پایداری بسیاری از زیست‌بوم‌های طبیعی از طریق تغییر در ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک تأثیر بگذارد. هدف از پژوهش حاضر، بررسی اثرات آتش‌سوزی بر برخی از خصوصیات شیمیایی و فراهمی عناصر غذایی خاک مرتعی (مراتع مروارید، منطقه داراب) است. برای انجام این پژوهش، یک منطقه آتش‌سوزی با سابقه پنج ماه و یک منطقه همگن بدون آتش‌سوزی (شاهد) در کنار آن انتخاب شد. تعداد ۳۰ نمونه خاک سطحی (۰ تا ۲۰ سانتی‌متر) با استقرار ۱۵ پلات در هر منطقه (شاهد و آتش‌سوزی) برداشته شد. خصوصیات خاک دو منطقه از طریق آزمون t مستقل و با استفاده از نرم‌افزار SPSS آنالیز گردید. نتایج نشان داد پس از آتش‌سوزی به‌طور معنی‌داری مقدار ماده آلی (۲/۱۵ برابر)، ظرفیت تبادل کاتیونی (۲۱/۶۵ درصد) و شوری خاک (۳ برابر) افزایش و مقدار کربنات کلسیم معادل (۲۷/۲ درصد) و pH خاک (۴/۵ درصد) کاهش یافت. همچنین مقدار نیتروژن کل (۲/۲ برابر)، فسفر (۱۰۰ درصد)، پتاسیم (۶۶/۵ درصد)، منگنز (۱۷ برابر) و روی (۲/۹۲ برابر) قابل استفاده در خاک پس از آتش‌سوزی به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. مقدار آهن و مس قابل استفاده در اثر آتش‌سوزی تغییر معنی‌داری نداشت. به‌طور کلی، نتایج نشان داد که حاصلخیزی خاک مورد مطالعه در اثر آتش‌سوزی کوتاه‌مدت افزایش یافت، البته باید تأثیرات بلندمدت آتش‌سوزی نیز مورد ارزیابی و مقایسه قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: ماده آلی خاک، pH خاک، فسفر قابل استفاده، عناصر کم‌مصرف، ظرفیت تبادل کاتیونی.

۱. مربی گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی داراب، دانشگاه شیراز، داراب، ایران

۲. استادیار گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی داراب، دانشگاه شیراز، داراب، ایران، نویسنده مسئول/

مقدمه

آتش سوزی همواره به عنوان یکی از اجزای اکوسیستم های طبیعی، هر ساله خسارات فراوانی را به اکوسیستم های مرتعی به ویژه در مناطق خشک و نیمه خشک وارد می کند. هر ساله در اواخر بهار و در طول تابستان، کارشناسان ادارات منابع طبیعی کشور وقت و هزینه هنگفتی را صرف مقابله با آتش سوزی به عنوان یکی از بلاهای طبیعی می کنند (جنگجو، ۲۰۰۹).

یکی از ویژگی های اکوسیستم ها در مناطق خشک و نیمه خشک، حساس و شکننده بودن آنها در برابر تغییرات شرایط محیطی و فعالیت های انسانی است. آتش سوزی های زیادی در مراتع مناطق خشک و نیمه خشک به وقوع می پیوندد که ممکن است سبب نابودی علوفه مرغوب و بارزش شده، خاک بارزش مرتعی را در معرض فرسایش قرار داده و موجب خسارات مالی و زیست محیطی فراوانی شود (طایفی و همکاران، ۲۰۱۵).

آتش سوزی بر روی پوشش گیاهی، خاک، حیات وحش و منابع آب حوزه های آبخیز تأثیرگذار است. تأثیر آتش سوزی بر روی خاک تحت تأثیر گرمای حاصل از سوختن بیوماس اندام هوایی گیاهان، شدت آتش سوزی و مدت سوختن است. آتش سوزی می تواند ویژگی های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک را تحت تأثیر قرار دهد (نئاری، ۲۰۰۴). تغییر ویژگی های فیزیکی، شیمیایی و میکرو بیولوژیکی خاک و ساختار و ترکیب پوشش گیاهی یکی از بارزترین پیامدهای آتش سوزی در اکوسیستم های طبیعی از جمله مراتع نیمه استپی است (دی بانو، ۲۰۰۰).

از تأثیرات آتش سوزی بر ویژگی های شیمیایی خاک می توان به تغییرات نرخ چرخه عناصر غذایی، کاهش عناصر اتمسفری و کاهش ماده آلی، افزایش کاتیون های تبدالی سدیم، پتاسیم فسفر و افزایش اسیدیته خاک اشاره کرد (جنگجو، ۲۰۰۹). آتش سوزی پوشش گیاهی مراتع به عنوان یکی از دخالت های مهم بشر، می تواند فرایندهای این

اکوسیستم ها به ویژه میزان معدنی شدن میکروبی کربن را دگرگون سازد. آتش سوزی به گونه مستقیم از راه سوزاندن جامعه میکروبی خاک و به گونه غیرمستقیم از راه کاهش مواد آلی، تغییر کیفیت ماده آلی خاک و دگرگونی دیگر ویژگی های خاک، جمعیت، فراوانی، تنوع، فعالیت و بیوماس میکروبی را دستخوش تغییر می کند (ونها و شیجیانگ، ۲۰۰۸).

هنگامی که مراتع تحت تأثیر برخی فعالیت های انسان مانند رخدادهای آتش سوزی های مکرر قرار می گیرند، دگرگونی ماده آلی خاک دستخوش تغییر شده و این عامل می تواند بر باروری و ساختار جمعیت این اکوسیستم طبیعی مؤثر باشد (پاستور و پست، ۱۹۸۶) زیرا ماده آلی بر فراهمی عناصر غذایی برای گیاهان برگ و ترکیب ماده آلی در هوموس و ساختمان خاک تأثیرگذار است (واردل، ۱۹۹۲).

نتایج مطالعات همت بلند و همکاران (۲۰۱۰) در مراتع مریوان، بیانگر این است که آتش سوزی به دلیل بازگرداندن مواد معدنی موجود در لاشه گیاهان و درختان عرصه سوخته شده، باعث افزایش مواد معدنی و عناصری چون فسفر، پتاسیم، ازت و کربن آلی خاک می شود. بانج شفیی و همکاران (۲۰۱۰) با بررسی اثر آتش سوزی بر برخی ویژگی های شیمیایی خاک جنگل خیرود کنار، بیان داشتند که افزایش شدت آتش سوزی سبب افزایش میزان واکنش خاک، هدایت الکتریکی و ظرفیت تبادل کاتیونی و کاهش سایر مشخصه ها می شود. همچنین حیدری و همکاران (۲۰۱۳) در مراتع نیمه استپی چهارمحال و بختیاری نشان داد که اندوخته ماده آلی خاک پس از آتش سوزی در برابر شاهد کاهش معنی دار داشت. باتوجه به اینکه آتش سوزی می تواند پایداری بسیاری از زیست بوم های طبیعی را که ناشی از اثرات آن بر خصوصیات خاک و سایر منابع است تحت تأثیر خود قرار دهد، لزوم مطالعات درباره اثر آتش سوزی را روی خصوصیات خاک مراتع کشور، به خصوص در مناطق خشک و نیمه خشک که احتمال حریق بیشتر است، بیش از پیش

3. Wenhua & Shiqiang

4. Pastor & Post

5. Wardle

1. Neary

2. DeBano

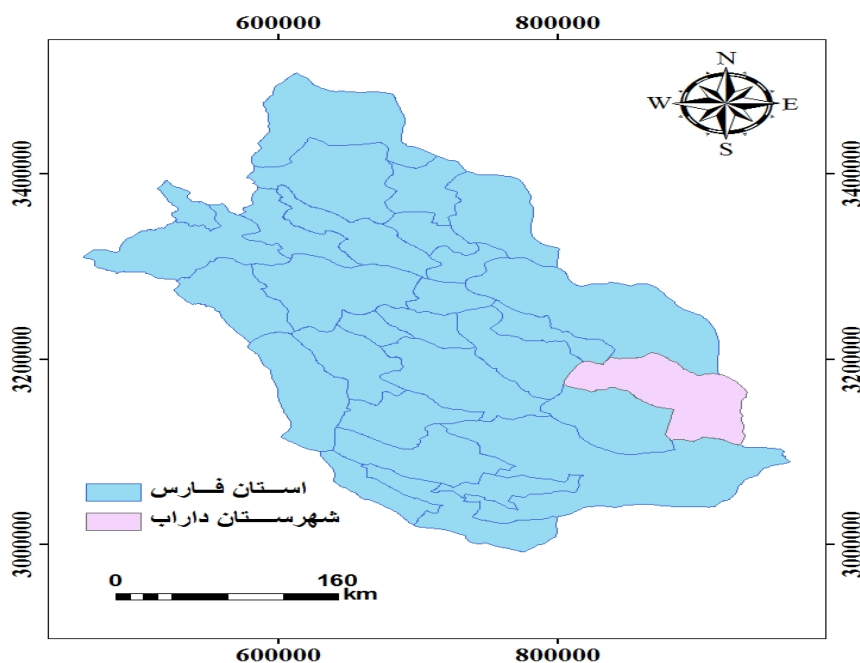
دارد. منطقه مروارید در محدوده ۵۴۳۷ تا ۵۴۴۵ طول جغرافیایی شرقی و ۲۸۴۵ تا ۲۸۵۲ عرض جغرافیایی شمالی قرار دارد. از لحاظ ساختار زمین‌شناسی منطقه مروارید بین دو زون سنندج- سیرجان و زاگرس مرتفع واقع شده است. مهم‌ترین رخنمون‌های سنگی در منطقه شامل واحد دولومیت، کربنات کلسیم دولومیتی، کربنات کلسیم مارنی سازند جهرم، کربنات کلسیم تاربور و آمیزه رنگین است (فضل توسل و عراقی، ۲۰۱۱)

نمایان می‌سازد. بنابراین، هدف از پژوهش حاضر بررسی اثرات آتش‌سوزی بر برخی از خصوصیات شیمیایی و فراهمی عناصر غذایی خاک مرتعی در منطقه مروارید، واقع در شهرستان داراب (جنوب شرقی استان فارس) است.

مواد و روش‌ها

معرفی منطقه مورد مطالعه

شهرستان داراب در ۲۵۴ کیلومتری جنوب شرقی استان فارس قرار دارد (شکل ۱). محدوده مورد مطالعه منطقه کوهستانی مروارید است که در شمال شرق شهرستان قرار



شکل (۱): موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه (ترسیم‌کننده: نویسندگان)

کیکم^۱، بادام کوهی^۲ و گونه‌های همراه آن شامل ارژن^۳ و گون^۴ است. مرتع در وضعیت خوب و دارای گرایش پیش‌رونده است (مطالعات صحرایی نویسندگان) (جدول ۱).

در این منطقه به‌ازای هر ۱۰۰ متر افزایش ارتفاع از سطح دریا ۱۰ میلی‌متر بارش زیادتر و به‌ازای هر ۱۰۰۰ متر اختلاف ارتفاع هوا حدود ۶ درجه سلسیوس خنک‌تر می‌شود. متوسط بارش در این منطقه ۳۵۰ میلی‌متر گزارش شده است. کمترین و بیشترین ارتفاع در منطقه به‌ترتیب ۱۲۶۴ و ۲۲۲۹ متر است. براساس طبقه‌بندی آب‌وهوایی آمبرژه این منطقه در اقلیم نیمه‌خشک قرار می‌گیرد. کمترین و بیشترین درصد شیب در این منطقه به‌ترتیب ۵ و ۱۶۰ درصد است (برگرفته از اطلاعات ایستگاه هواشناسی سینوپتیک داراب). مرتع مورد مطالعه یک مرتع مشجر با تیپ غالب

1. *Acer monspesalnum*
2. *Amygdalus scoparia*
3. *Amygdalus lycoiedes*
4. *Astragalus* sp

جدول (۱): شرایط کلی مرتع مورد مطالعه (شاهد و آتش سوزی) (اطلاعات پوشش گیاهی براساس مطالعات صحرایی نویسندگان)

وضعیت مرتع	گرایش مرتع	تیپ گیاهی غالب	گونه همراه	درصد	جهت	تیپ اراضی	بافت خاک	متوسط بارش (میلی متر)	متوسط دما (سانتی گراد)
خوب	مثبت	کیکم، بادام کوهی	ارژن، گون	۵۰	جنوبی	مرتع مشجر	شنی	۵۰۰	۲۰

روش نمونه برداری

برای بررسی اثر آتش سوزی بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک، ابتدا بخشی همگن از مرتعی که آتش سوزی در آن رخ داده بود، به عنوان منطقه مورد مطالعه و مرتعی که از نظر تیپ اراضی، پوشش گیاهی، شیب و جهت کاملاً مشابه منطقه آتش سوزی بود، به عنوان منطقه شاهد تعیین شد. سابقه آتش سوزی پنج ماه و مربوط به سال ۱۳۹۵ بود. سپس از هر منطقه (شاهد و آتش سوزی) تعداد ۱۵ نمونه خاک سطحی به صورت نمونه برداری تصادفی - سیستماتیک از عمق ۰ تا ۲۰ سانتی متری برداشته شد. برای این کار، از پلات‌های با ابعاد یک متر مربعی استفاده شد. برداشت نمونه‌های خاک به صورت تصادفی سیستماتیک از چهار گوشه و محل تقاطع قطرهای مربع پلات انجام شد. بدین ترتیب که در هر پلات، مقدار ۵ نمونه برداشت شد. سپس نمونه‌ها کاملاً با یکدیگر مخلوط شده و از هر پلات، یک نمونه خاک مرکب تهیه شد. در واقع برای تهیه ۱۵ نمونه خاک از هر منطقه که هر کدام حاصل ۵ نقطه است، از ۷۵ نقطه نمونه برداری شد. موقعیت جغرافیایی مرتع مورد مطالعه، شامل ارتفاع از سطح دریا (۲۰۸۱ متر)، طول جغرافیایی شرقی (۵۴۴۲) و عرض جغرافیایی شمالی (۲۸۵۰) با استفاده از دستگاه GPS ثبت شد. نمونه‌ها پس از انتقال به آزمایشگاه هوا خشک شده و از الک ۲ میلی متری عبور داده شدند. ویژگی‌های مختلف خاک شامل بافت، pH در گل اشباع (کارمندان آزمایشگاه شوری^۱، ۱۹۵۴)، قابلیت هدایت الکتریکی در عصاره گل اشباع (کارمندان آزمایشگاه شوری) کربنات کلسیم معادل به روش خنثی سازی با اسید کلریدریک (کارمندان آزمایشگاه شوری)، ماده آلی به روش اکسیداسیون با اسید کرومیک و سپس تیتره کردن توسط فروآمونیم سولفات (نلسون و سومرز^۲، ۱۹۹۶)،

ظرفیت تبادل کاتیونی به روش جانشینی کاتیون‌ها توسط استات سدیم (چامپون^۳، ۱۹۶۵) پتاسیم قابل جذب توسط استات آمونیوم (هلمک و اسپارک^۴، ۱۹۹۶) فسفر قابل استفاده به روش عصاره گیری با بی کربنات سدیم (اولسن^۵ و همکاران، ۱۹۴۵)، نیتروژن کل به روش کج‌لدال^۶ (برمنر^۷، ۱۹۹۶) و آهن، منگنز، مس و روی قابل استفاده توسط عصاره گیر DTPA (لینسی و نورول^۸، ۱۹۷۸) اندازه گیری شدند. آنالیز آماری داده‌ها با استفاده از نرم افزار Microsoft Office Excel 2016 و SPSS v. 20 انجام شد.

پردازش اطلاعات

نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون شاپیرو-ویلک مورد آزمایش قرار گرفت ($P > 0.05$) و برخی پارامترها که دارای توزیع نرمال نبودند، با استفاده از تبدیل لگاریتمی نرمال شده و سپس مورد آزمون آماری قرار گرفتند. خصوصیات خاک دو منطقه (شاهد و آتش سوزی) از طریق آزمون t-Test (غیر جفتی یا مستقل) و با استفاده از نرم افزار SPSS v. 20 مورد آنالیز قرار گرفت.

نتایج و بحث

کربنات کلسیم خاک

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر آتش سوزی بر مقدار کربنات کلسیم خاک از نظر آماری در سطح ادرصد معنی دار بود (جدول ۲). مقایسه میانگین بین دو گروه خاک مورد مطالعه (بدون آتش سوزی و آتش سوزی) نشان داد که میزان کربنات کلسیم خاک در اثر آتش سوزی در حدود ۲۷ درصد به طور معنی داری کاهش یافت.

3. Chapman
4. Helmke & Spark
5. Olsen
4. Kjeldahl
7. Bremner
8. Lindsay & Norvell

1. Salinity Laboratory Staff
2. Nelson & Sommers

جدول (۲): تجزیه واریانس ویژگی‌های خاک در دو منطقه آتش‌سوزی و بدون آتش‌سوزی با استفاده از آزمون T-Test					
T	درجه آزادی	میانگین	انحراف معیار	تیمار	ویژگی‌های خاک
۷/۴۸۹ **	۲۸	۰/۱۱	۰/۰۳۹	شاهد	قابلیت هدایت الکتریکی
		۰/۳۳	۰/۱۷۵	آتش‌سوزی	
۴/۸۸۵ **	۲۸	۸/۷	۰/۱۰۲	شاهد	pH
		۸/۳	۰/۲۰۹	آتش‌سوزی	
۱۹/۴۰۷ **	۲۸	۲۹/۱۴	۱/۱۳	شاهد	ظرفیت تبادل کاتیونی
		۳۵/۴۵	۰/۵۴	آتش‌سوزی	
۶/۹۰۸ **	۲۸	۴۱۵	۱۱۶/۶۳	شاهد	پتاسیم قابل استفاده
		۶۹۱	۱۰۱/۹۷	آتش‌سوزی	
۶/۷۸۱ **	۲۸	۲۶/۲۶	۵/۵۳	شاهد	فسفر قابل استفاده
		۵۲/۶۶	۱۴/۰۲	آتش‌سوزی	
۷/۱۷۱ **	۲۸	۰/۱۵	۰/۰۲۹	شاهد	نیترژن کل
		۰/۳۳	۰/۰۹۲	آتش‌سوزی	
۵/۲۳۶ **	۲۸	۳۲/۷۳	۵/۸۲	شاهد	کربنات کلسیم معادل
		۲۳/۸۳	۳/۰۶	آتش‌سوزی	
۶/۸۹۱ **	۲۸	۳/۱۲	۰/۰۵۹	شاهد	ماده آلی
		۶/۷۲	۱/۸۴	آتش‌سوزی	
۷/۹۶۳ **	۲۸	۰/۴۴	۰/۰۷۳	شاهد	روی قابل استفاده
		۱/۰۱	۰/۲۶	آتش‌سوزی	
۳/۰۴۷ ns	۲۸	۱/۵۶	۰/۰۲۱	شاهد	آهن قابل استفاده
		۱/۶۱	۰/۰۶۳	آتش‌سوزی	
۱۳/۱۴۲ **	۲۸	۲/۶۳	۰/۴۴	شاهد	منگنز قابل استفاده
		۴۴/۷۳	۱۲/۳۹	آتش‌سوزی	
۲/۰۲۸ ns	۲۸	۰/۳	۰/۰۵۹	شاهد	مس قابل استفاده
		۰/۳۵	۰/۰۸۵	آتش‌سوزی	

** ، * و ns به ترتیب معنی‌داری در سطح ۱ درصد، ۵ درصد و غیرمعنی‌دار

اکسید کربن هوا تبدیل به کربنات‌ها می‌شود (گوفورث^۳ و همکاران، ۲۰۰۵). هرچند پیرا و همکاران (۲۰۱۲) نتیجه گرفتند که تشکیل کربنات‌های کلسیم در طول آتش‌سوزی بیشتر به نوع گونه گیاهی، دما و شدت سوختن بستگی دارد. در پژوهش حاضر، آتش‌سوزی سبب کاهش میزان کربنات کلسیم خاک شد که با نتایج دیگر محققان در تضاد است (اولری و همکاران، ۱۹۹۳؛ پیرا و همکاران، ۲۰۱۲). اگر فرض شود که قسمت عمده افزایش میزان کربنات کلسیم در

بعضی از پژوهشگران، افزایش میزان کربنات خاک را در اثر آتش‌سوزی با شدت زیاد گزارش کرده‌اند (اولری^۱ و همکاران، ۱۹۹۳). افزایش میزان کربنات در اثر آتش‌سوزی در خاک می‌تواند مربوط به تجزیه اگزالات‌های کلسیم (پیرا^۲ و همکاران، ۲۰۱۰)، رسوب کریستال‌های کلسیت ناشی از بقایای مواد آلی (همان) و تشکیل اکسیدهای کلسیم در طول آتش‌سوزی است که متعاقباً در اثر واکنش با دی

پژوهشگران بسته به شدت آتش سوزی نتایج مختلفی را گزارش کرده‌اند. بادیا و مارتی^۴ (۲۰۰۳) نشان دادند که گرمادهی به خاک با دمای ۲۵۰ درجه سلسیوس سبب کاهش مقدار pH خاک به اندازه ۰/۶ واحد شد. همچنین ترف^۵ و همکاران (۲۰۰۸) در محیط آزمایشگاه مشاهده کردند که pH خاک با افزایش دما بین ۲۵ تا ۲۰۰ درجه سلسیوس، به‌طور معنی‌داری کاهش یافت؛ هرچند به‌طور کلی در شرایط آزمایشگاهی، اثر خاکستر نادیده گرفته می‌شود. نتایج ما با نتایج اوبدا^۶ و همکاران (۲۰۰۹) که مشاهده کردند در خاک با سابقه آتش سوزی یک‌ساله (دمای آتش سوزی ۳۰۰ درجه سلسیوس) pH حدود ۹ درصد کاهش نشان داد، مطابقت دارد. همچنین مونتایا و همکاران (۲۰۱۴) گزارش کردند که pH خاک از ۸/۱۵ در خاک شاهد به ۷/۳۹ در خاک با سابقه آتش سوزی یک‌ساله کاهش یافت. شدت آتش سوزی که توسط فاکتورهای محیطی مانند مقدار، نوع و رطوبت پوشش گیاهی زنده و مرده، درجه حرارت، سرعت باد، درصد رطوبت محیط و توپوگرافی کنترل می‌شود (کمپل^۷ و همکاران، ۱۹۹۴)، بر خصوصیات شیمیایی و فیزیکی خاک از جمله pH، می‌تواند تأثیرات متفاوتی را داشته باشد. به‌نظر می‌رسد که اگر آتش سوزی دارای شدت و دمای کمتری باشد، به‌دلیل تولید مقدار خاکستر کمتر، بر افزایش pH خاک تأثیر کمتری داشته باشد. البته مقدار کربنات کلسیم خاک در خاک‌های آهکی از عوامل مؤثر کنترل‌کننده pH خاک است که رابطه مستقیم با میزان pH خاک دارد. در این پژوهش، مقدار کربنات کلسیم خاک در اثر آتش سوزی به‌طور معنی‌داری کاهش یافت که می‌تواند سبب کاهش pH خاک شود.

نتایج تجزیه واریانس نشان داد تأثیر آتش سوزی بر قابلیت هدایت الکتریکی خاک (شوری) در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که آتش سوزی به‌طور معنی‌داری سبب افزایش شوری خاک نسبت به تیمار شاهد (بدون آتش سوزی) شد و این افزایش معادل ۲/۸ برابر بود (جدول ۳).

خاک در اثر آتش سوزی مربوط به تولید خاکستر باشد، کاهش مختصر در میزان کربنات کلسیم در اثر آتش سوزی می‌تواند ناشی از حذف خاکستر تحت تأثیر عوامل طبیعی مانند بارش، باد و فرسایش باشد (مونتایا^۱ و همکاران، ۲۰۱۴). همچنین نوع گونه گیاهی که در معرض آتش سوزی است، در تغییر مقدار کربنات کلسیم خاک مؤثر است (پیرا و همکاران، ۲۰۱۲). مونتایا و همکاران (۲۰۱۴) با بررسی اثر آتش سوزی بر برخی خصوصیات یک خاک مدیترانه‌ای با سابقه آتش سوزی یک‌ساله (گرانادا، شمال اسپانیا) کاهش ۱۷ درصدی مقدار کربنات کلسیم نسبت به خاک شاهد (بدون آتش سوزی) را گزارش کردند که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد. هوبرت^۲ و همکاران (۲۰۰۶) تأثیر آتش سوزی را بر ویژگی‌های فیزیکی و دفع آب خاک در حوضه شیب‌دار جنگل‌های بلوط جنوب کالیفرنیا ارزیابی کردند. آن‌ها دریافتند که آتش سوزی سبب افزایش دفع آب خاک و کاهش نفوذپذیری و به‌دنبال آن، افزایش جریان‌های سطحی و فرسایش می‌شود. از آنجاکه منطقه مورد مطالعه در این پژوهش شیب‌دار است، می‌توان نقش فرسایش آبی را در کاهش و خروج کربنات کلسیم از خاک مؤثر دانست.

pH و قابلیت هدایت الکتریکی خاک

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر آتش سوزی بر تغییر PH خاک از نظر آماری در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). مقایسه میانگین pH بین دو گروه خاک مورد مطالعه (بدون آتش سوزی و آتش سوزی) نشان داد که آتش سوزی سبب کاهش معنی‌دار pH خاک شد به‌طوری که میزان pH خاک از ۸/۷ در خاک شاهد به ۸/۳ در خاک با سابقه آتش سوزی کاهش یافت (جدول ۳). معمولاً pH خاک در اثر آتش سوزی تحت تأثیر عواملی نظیر سوخت مواد آلی و تولید خاکستر که سبب آزادسازی یون‌های بازی می‌شود (دیکسی و یلماز^۳، ۲۰۰۶) با از دست‌دادن گروه‌های هیدروکسیلی از کانی‌های رسی و تشکیل اکسیدها (اولری و همکاران، ۱۹۹۳) افزایش می‌یابد. در مقابل، دیگر

4. Badía & Martí
5. Terefe
6. Úbeda
7. Campbell

1. Montoya
2. Hubbert
3. Dikici & Yilmaz

جدول (۳): مقایسه میانگین نتایج برخی ویژگی‌های شیمیایی خاک در دو منطقه شاهد و آتش‌سوزی

تیمار	pH	شوری (دسی‌زیمنس بر متر)	ماده آلی (درصد)	کربنات کلسیم (درصد)	ظرفیت تبادل کاتیونی (میلی‌اکی‌والان در ۱۰۰ گرم خاک)
شاهد	۸/۷۰ a	۰/۱۱ b	۳/۱۲ b	۳۲/۷۳ a	۲۹/۱۴ b
آتش‌سوزی	۸/۳۰ b	۰/۳۳ a	۶/۷۲ a	۲۳/۸۳ b	۳۵/۴۵ a

اعداد دارای حروف مشابه از نظر آماری در سطح پنج درصد معنی‌دار نیستند.

خاک و ماهیت مواد سوخته شده، تأثیر آتش‌سوزی بر مقدار مواد آلی خاک متفاوت است (اشرفی سعیدلو و رسولی صدقیانی، ۲۰۱۵). در این پژوهش، مقدار ماده آلی تحت تأثیر آتش‌سوزی افزایش یافت که با نتایج مونتایا و همکاران (۲۰۱۴) و اشرفی سعیدلو و رسولی صدقیانی (۲۰۱۵) همخوانی دارد. افزایش ماده آلی خاک پس از آتش‌سوزی احتمالاً می‌تواند ناشی از تبدیل مواد آلی تازه به شکل‌های پایدار و مقاوم، متصل شدن بقایای غیرسوخته به اجزای معدنی خاک و در نتیجه، حفاظت بیشتر در برابر تجزیه بیوشیمیایی و همچنین ورود گونه‌های تثبیت‌کننده ازت در منطقه سوخته پس از آتش‌سوزی باشد (جانسون و کورتیس^۵، ۲۰۰۱). از بین رفتن ماده آلی خاک رابطه مستقیم با دما و شدت آتش‌سوزی دارد (گاریس^۶ و همکاران، ۲۰۰۰). رشید^۷ (۱۹۸۷) بیان کرد که شدت آتش‌سوزی پایین می‌تواند سبب کاهش تبدیل لاشریزه به خاکستر شود و مقدار ماده آلی خاک را افزایش دهد. بنابراین، احتمالاً در منطقه مورد مطالعه، شدت آتش‌سوزی پایین و مقدار رطوبت خاک بالا بوده است (سرعت معدنی شدن کمتر است) که در نتیجه آن، میزان ماده آلی خاک افزایش یافته است. نتایج تحقیق نوارا^۸ و همکاران (۲۰۱۳) در علفزارهای ایتالیا نشان داد که میزان کربن آلی خاک در اثر آتش‌سوزی تغییر معنی‌داری نداشته است. آنان بیان کردند که پایین بودن درجه حرارت خاک هنگام آتش‌سوزی، سرعت بالای معدنی شدن و ذخیره مواد آلی بین ذرات ریز خاک از عوامل مؤثر بر عدم تغییر مقدار ماده آلی خاک تحت تأثیر آتش‌سوزی هستند. نتایج

افزایش قابلیت هدایت الکتریکی در خاک‌های تحت آتش‌سوزی به افزایش مقدار یون‌های معدنی محلول در نتیجه اشتعال مواد آلی خاک است (سانروک^۱ و همکاران، ۱۹۸۷). همچنین سوختن پوشش گیاهی و تبدیل آن به خاکستر و آزادسازی یون‌های معدنی آن به محلول خاک نیز می‌تواند سبب افزایش قابلیت هدایت الکتریکی خاک شود. نتایج این پژوهش با نتایج دیگر محققان مانند آروسنا^۲ و همکاران (۲۰۰۳) و کارلتون و لوفتین^۳ (۲۰۰۰) که افزایش شوری خاک را در نتیجه آتش‌سوزی خاک گزارش کردند، مطابقت دارد.

ماده آلی و ظرفیت تبادل کاتیونی خاک

اثر آتش‌سوزی بر مقدار ماده آلی خاک در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که آتش‌سوزی سبب افزایش معنی‌دار مقدار ماده آلی خاک شد به طوری که میانگین ماده آلی خاک از ۳/۱۲ درصد در خاک شاهد به ۶/۷۲ درصد در خاک با سابقه آتش‌سوزی رسید (جدول ۳). گزارشات متفاوتی از اثرات آتش‌سوزی بر مقدار ماده آلی خاک موجود است، به طوری که برخی از پژوهشگران، افزایش مقدار ماده آلی و برخی دیگر کاهش مقدار ماده آلی خاک را گزارش کرده‌اند (مونتایا و همکاران، ۲۰۱۴؛ هامان^۴ و همکاران، ۲۰۰۸). آتش‌سوزی به طور مستقیم (از طریق اکسیداسیون ترکیبات قابل دسترس شامل مواد آلی و لاشریب‌ها) و غیرمستقیم (از طریق تأثیر بر فعالیت میکروبی) چرخه کربن را در خاک‌ها تحت تأثیر قرار می‌دهند؛ البته بسته به شدت آتش‌سوزی، رطوبت خاک، نوع

5. Johnson & Curtis
6. García
7. Rashid
8. Novara

1. Sanroque
2. Arocena
3. Carleton & Loftin
4. Hamman

تبادل کاتیونی خاک را در اثر آتش‌سوزی گزارش کردند. یکی از مهم‌ترین عوامل مؤثر در تعیین میزان ظرفیت تبادل کاتیونی خاک، مقدار ماده آلی خاک است که رابطه مستقیمی با میزان ظرفیت تبادل کاتیونی خاک دارد. چون در این پژوهش در اثر آتش‌سوزی، مقدار ماده آلی خاک به‌طور معنی‌داری افزایش یافت، متعاقب آن مقدار ظرفیت تبادل کاتیونی خاک نیز افزایش یافت.

مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که آتش‌سوزی سبب افزایش معنی‌دار ظرفیت تبادل کاتیونی خاک شد، به‌طوری‌که ظرفیت تبادل کاتیونی خاک از ۲۹/۱۴ میلی‌اکی‌والان در ۱۰۰ گرم خاک در تیمار شاهد به ۳۵/۴۵ میلی‌اکی‌والان در ۱۰۰ گرم خاک در تیمار آتش‌سوزی رسید که این افزایش معادل ۲۱/۶ درصد بود. گودرزی و همکاران (۲۰۱۶)، همت‌بلند و همکاران (۲۰۱۰) و چانسوک^۱ (۱۹۹۰) نیز افزایش ظرفیت

جدول (۴): نتایج مقایسه میانگین میزان برخی عناصر غذایی کم‌مصرف و پرمصرف در دو منطقه آتش‌سوزی و شاهد

تیمار	نیتروژن (درصد)	فسفر (میلی‌گرم در کیلوگرم)	پتاسیم (میلی‌گرم در کیلوگرم)	آهن (میلی‌گرم در کیلوگرم)	منگنز (میلی‌گرم در کیلوگرم)	مس (میلی‌گرم در کیلوگرم)	روی (میلی‌گرم در کیلوگرم)
شاهد	۰/۱۵ b	۲۶/۲۶ b	۴۱۵ b	۱/۵۶ a	۲/۶۳ b	۰/۳۰ a	۰/۴۴ b
آتش‌سوزی	۰/۳۳ a	۵۲/۶۶ a	۶۹۱ a	۱/۶۱ a	۴۴/۷۳ a	۰/۳۵ a	۱/۰۱ a

اعداد دارای حروف مشابه از نظر آماری در سطح پنج درصد معنی‌دار نیستند.

نیتروژن کل خاک

نتایج تجزیه واریانس، تأثیر معنی‌دار آتش‌سوزی را بر مقدار نیتروژن کل خاک در سطح ادرصد نشان داد (جدول ۲). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که مقدار نیتروژن کل خاک در اثر آتش‌سوزی، به‌طور معنی‌داری افزایش یافت به‌طوری‌که از ۰/۱۵ درصد در خاک شاهد (بدون آتش‌سوزی) به ۰/۳۳ درصد در خاک با سابقه آتش‌سوزی افزایش یافت (جدول ۴). تأثیر آتش‌سوزی بر تغییر میزان نیتروژن کل خاک در مطالعات مختلف متفاوت است. برخی از پژوهشگران، افزایش مقدار نیتروژن کل (اشرفی سعیدلو و رسولی صدقیانی، ۲۰۱۵؛ اوبدا و همکاران، ۲۰۰۹؛ مونتایا و همکاران، ۲۰۱۴) و برخی دیگر کاهش مقدار نیتروژن کل خاک (تورنر^۲ و همکاران، ۲۰۰۷) را تحت تأثیر آتش‌سوزی گزارش کردند. گزارش‌های مختلف درباره تغییر میزان نیتروژن کل خاک در اثر آتش‌سوزی، می‌تواند ناشی از عوامل محیطی مختلف نظیر رطوبت خاک، آب‌شویی، فرسایش و عمق نمونه‌برداری باشد (هامان و همکاران، ۲۰۰۸). همچنین

شدت و دمای آتش‌سوزی و نوع پوشش گیاهی که در معرض آتش‌سوزی قرار می‌گیرد، می‌تواند از علل مؤثر بر تغییرات نیتروژن کل خاک باشد (اشرفی سعیدلو و رسولی صدقیانی، ۲۰۱۵). احتمالاً شدت و دمای آتش‌سوزی در منطقه مورد مطالعه در این پژوهش پایین بوده و متعاقب آن سوختن لاشبرگ‌ها به آرامی صورت گرفته و دمای آتش‌سوزی به حدی نرسیده است که نیتروژن تصعید و وارد اتمسفر شود. به همین دلیل، مقدار نیتروژن کل خاک در خاک با سابقه آتش‌سوزی بیشتر شده است (هاتان^۳ و همکاران، ۲۰۰۵). همچنین در مطالعه حاضر نشان داده شد که در اثر آتش‌سوزی، مقدار ماده آلی خاک به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. از طرفی، همبستگی بالایی بین مقدار کل نیتروژن خاک و مقدار ماده آلی خاک وجود داشت (جدول ۴). بنابراین، افزایش نیتروژن کل خاک می‌تواند در نتیجه افزایش ماده آلی خاک در اثر آتش‌سوزی باشد. باسو و دبانو^۴ (۲۰۰۵) بیان کردند که بیش از ۹۰ درصد نیتروژن موجود در خاک به شکل آلی وجود دارد.

3. Hatten

4. Busse & DeBano

1. Chansuk

2. Turner

جدول (۵): همبستگی بین برخی ویژگی‌های شیمیایی خاک با عناصر غذایی کم مصرف و پرمصرف

فسفر	منگنز	روی	پتاسیم	نیتروژن	
-۰/۵۳ **	-۰/۷۰ **	-۰/۶۸ **	-۰/۵۳ **	-۰/۶۷ **	کربنات کلسیم
-۰/۳۱ ns	-۰/۵۸ **	-۰/۴۸ **	۰/۳۱ ns	-۰/۳۸ *	pH
۰/۷۳ **	۰/۸۶ **	۰/۹۰ **	۰/۷۳ **	۰/۹۰ **	ماده آلی
۰/۷۴ **	۰/۸۸ **	۰/۷۸ **	۰/۷۴ **	۰/۷۴ **	ظرفیت تبادل کاتیونی

**، * و ns به ترتیب معنی‌داری در سطح ادرصد، پنج‌درصد و غیرمعنی‌دار

فسفر، پتاسیم و برخی عناصر غذایی کم مصرف

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر آتش‌سوزی بر مقدار فسفر (عصاره‌گیری شده توسط بی‌کربنات سدیم)، پتاسیم (عصاره‌گیری شده توسط استات آمونیوم)، منگنز و روی قابل استفاده در خاک (عصاره‌گیری شده توسط DTPA) در سطح ادرصد معنی‌دار شد، درحالی‌که تأثیر تیمار آتش‌سوزی بر مقدار مس و آهن قابل استفاده در خاک معنی‌دار نبود (جدول ۲). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که مقدار پتاسیم قابل استفاده خاک از ۴۱۵ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک در تیمار شاهد به ۶۹۱ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک در تیمار آتش‌سوزی، به‌طور معنی‌داری افزایش یافت که این افزایش معادل ۶۶/۵ درصد بود (جدول ۴). احتمالاً در اثر سوختن مواد آلی و رها شدن پتاسیم موجود در آن و همچنین آزادسازی پتاسیم از کانی‌های حاوی پتاسیم تحت تأثیر حرارت ناشی از سوختن در خاک، سبب افزایش پتاسیم قابل استفاده در خاک شده است که با نتایج مولوی و همکاران (۲۰۰۹) که افزایش پتاسیم در خاک سوخته جنگلی و زراعی را گزارش کردند، همخوانی دارد. همچنین تمرتاش و همکاران (۲۰۱۷) با بررسی اثر آتش‌سوزی بر خصوصیات خاک مراتع قشلاقی بهشهر، افزایش معنی‌دار مقدار پتاسیم را در خاک با سابقه آتش‌سوزی گزارش کردند. البته اقلیم آب‌وهوایی پس از آتش‌سوزی نیز می‌تواند مقدار عناصر غذایی از جمله پتاسیم را تحت تأثیر قرار دهد. میزان پتاسیم با افزایش مواد آلی سوخته افزایش یافته و میزان این افزایش بسته به نوع گونه گیاهی سوخته‌شده، خصوصیات خاک و

فرایندهای آب‌شویی متفاوت است (کوتیل و شایو^۱، ۱۹۹۲). بین مقدار پتاسیم قابل استفاده و ماده آلی خاک همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود داشت (جدول ۵). این موضوع تأییدکننده نقش افزایش ماده آلی خاک در اثر آتش‌سوزی و به‌دنبال آن، افزایش مقدار پتاسیم خاک است.

نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که در اثر آتش‌سوزی مقدار فسفر قابل استفاده در خاک به‌طور معنی‌داری نسبت به تیمار شاهد (بدون آتش‌سوزی) افزایش یافت، به‌طوری‌که این افزایش معادل ۲ برابر بود (جدول ۴). احتمالاً افزایش مقدار فسفر قابل استفاده در خاک در تیمار آتش‌سوزی ناشی از سوختن مواد آلی حاصل از پوشش گیاهی است که سبب افزایش شکل غیر آلی فسفر در خاک شده است. همچنین نتایج همبستگی بین ویژگی‌های خاک و فسفر قابل استفاده در خاک نشان داد که کاهش pH خاک و افزایش مقدار ماده آلی خاک سوخته‌شده نیز می‌تواند از عوامل مؤثر بر افزایش فراهمی فسفر در خاک باشند (جدول ۵). شارنبروچ^۲ و همکاران (۲۰۱۲) بیان کردند که سوختن پوشش گیاهی و لاشبرگ‌ها سبب تغییرات قابل‌توجهی در چرخه بیوشیمیایی فسفر می‌شود و شکل آلی فسفر به شکل‌های معدنی تبدیل می‌شود. همچنین گزارش کردند که احتراق از طریق تأثیر بر pH و هدایت آن به سمت خنثی، فسفر معدنی غیر قابل استفاده را به شکل اورتوفسفات (شکل قابل استفاده گیاهان و خاکزیان) تبدیل می‌کند. همت‌بلند و همکاران (۲۰۱۰) نیز گزارش کردند که آتش‌سوزی در مراتع

مریوان به دلیل بازگرداندن مواد معدنی موجود در لاشه گیاهان و درختان در منطقه سوخته شده سبب افزایش مواد معدنی و عناصری چون فسفر، پتاسیم، ازت و کربن آلی خاک می شود که با نتایج این پژوهش مطابقت دارد.

مقدار منگنز قابل استفاده خاک تحت تأثیر تیمار آتش سوزی به صورت چشمگیری افزایش یافت، به طوری که مقدار آن در خاک با تیمار آتش سوزی به ۱۷ برابر تیمار شاهد (بدون آتش سوزی) رسید (جدول ۴). با توجه به اینکه مقدار و ترکیب شیمیایی خاکستر بر اساس شدت آتش سوزی و خصوصیات پوشش گیاهی متغیر است (کاریا و نیل، ۱۹۹۵)، نتایج متفاوتی در خصوص فراهمی منگنز پس از آتش سوزی گزارش شده است. گنزالپارا^۲ و همکاران (۱۹۹۶) گزارش کردند که به علت وجود منگنز در اکسیدهای بلوری و آمورف موجود در خاکستر و افزوده شدن آن به خاک سوخته شده، مقدار منگنز کل و شکل های قابل استفاده آن در خاک افزایش می یابد. همچنین فراهمی روی نیز در اثر آتش سوزی به طور معنی داری افزایش یافت، اما مقدار افزایش این عنصر در خاک به طور محسوسی کمتر از افزایش منگنز قابل استفاده در خاک بود (جدول ۴). احتمالاً در پژوهش حاضر، غلظت منگنز در پوشش گیاهی منطقه به طور چشمگیری بیشتر از غلظت دیگر عناصر کم مصرف بوده و در نتیجه آتش سوزی پوشش گیاهی، مقدار قابل توجهی از عنصر مذکور را از طریق خاکستر به خاک افزوده است. همچنین از طرفی، روی و منگنز قابل استفاده همبستگی مثبت و معنی داری را با ماده آلی خاک و همبستگی منفی و معنی داری را با pH خاک نشان دادند (جدول ۵). بنابراین، عوامل مانند کاهش pH خاک، افزایش ماده آلی خاک، اکسیداسیون عناصر، افزایش درجه حرارت خاک و آزادسازی عناصر از کانی ها در نتیجه آتش سوزی نیز احتمالاً می تواند از جمله دلایل افزایش فراهمی عناصر کم مصرف از طریق تغییر در جزء بندی شیمیایی این عناصر و تبدیل شکل های شیمیایی پایدار به شکل های شیمیایی با تحرک و فراهمی

بیشتر در خاک مورد مطالعه باشد. خانا^۳ و همکاران (۱۹۹۴) و ژنس^۴ (۲۰۰۳) گزارش کردند که آتش سوزی با تأثیر بر pH خاک سبب تبدیل شکل های پایدار آهن و منگنز به شکل های قابل استفاده در خاک می شود. اشرفی سعیدلو و رسولی صدقیانی (۱۳۹۳) نیز افزایش معنی دار آهن و منگنز قابل استفاده در خاک در تیمار آتش سوزی با سابقه شش ماهه را گزارش کردند.

نتیجه گیری

نتایج نشان داد که خصوصیات شیمیایی و فراهمی عناصر غذایی خاک مرتع به طور قابل ملاحظه ای تحت تأثیر آتش سوزی قرار گرفت. خصوصیات مانند pH و کربنات کلسیم معادل کاهش یافت، در حالی که قابلیت هدایت الکتریکی، ماده آلی و ظرفیت تبادل کاتیونی خاک تحت تأثیر آتش سوزی افزایش یافتند. همچنین مقدار نیتروژن کل، فسفر، پتاسیم، منگنز و روی قابل استفاده خاک نیز به طور معنی داری افزایش یافت، در حالی که مقدار آهن و مس قابل استفاده خاک تحت تأثیر آتش سوزی تفاوت معنی داری را نشان ندادند. به نظر می رسد که در اثر آتش سوزی با سابقه کوتاه (پنج ماه) مقدار حاصلخیزی خاک مرتعی مورد مطالعه در نتیجه افزایش زیست فراهمی عناصر غذایی افزایش یافته است؛ البته باید در زمان های مختلف پس از وقوع آتش سوزی (یک و دو سال) نیز خصوصیات شیمیایی و فراهمی عناصر غذایی ارزیابی شود که تأثیرات بلندمدت آتش نیز بر خصوصیات خاک مشخص شده و مورد مقایسه قرار گیرد.

قدردانی

نویسندگان مقاله بر خود لازم می دانند از همکاری اداره منابع طبیعی شهرستان داراب در انجام نمونه برداری خاک منطقه مورد مطالعه سپاسگزاری کنند.

منابع

1. Arocena, J.M., Opio, C., 2003. Prescribed fire-induced changes in properties of sub-boreal forest soils. *Norwegian Geoderma*, 113, 1-16.
2. Ashrafi Saedloo, S., Rasouli Sadaghiani, M. H., 2015. Tsh-Svzy impact on soil organic carbon and nutrient availability Drjngl-Hay Oak Sardasht. *Soil Applied Research Journal*, 2 (2): 28-39. (In Persian)
3. Badía, D., Martí, C., 2003. Plant ash and heat intensity effects on chemical and Physical properties of two contrasting soils. *Arid Land Research and Management*, 17:23-41.
4. Banej Shafiei, A., Akbarinia, M., Azizi, P., Eshaghi Rad, J., 2010. Impacts of fire on some chemical properties of forest soil in north of Iran (Case study: Kheyroudkenar forest). *Iran. J. For. Pop. Res.* 18(3):365-379. (In Persian)
5. Bremner, J.M., 1996. Nitrogen- Total. In: D. L. Sparks. *Methods of Soil Analysis. Part III.* 3rd ed, Am. Soc. Argon., Madison, WH. 1085-1122.
6. Busse, MD., DeBano, LF., 2005. In *Wildland fire in ecosystems: Effects of fire on soil and water.* General Technical Report RMRSRTR, No. 42.
7. Campbell, G. S., Jungbauer, J. D. Jr., Bidlake, W. R., Hungerford, R. D., 1994. Predicting the effect of temperature on soil thermal conductivity. *Soil science*, 158: 307-313.
8. Carleton, S.W., Loftin, S.R., 2000. Response of 2 semiarid grasslands to cool-season prescribed fire. *Range Management* 53, 52-61.
9. Carreira, JA., Niell, FX., 1995. Mobilization of nutrients by fire in a semiarid gorse-shrubland ecosystem of Southern Spain. *Arid Soil Research and Rehabilitation*, 19:73-89.
10. Chansuk, U., 1990. Effects of fire frequencies on soil properties in dry Dipterocarp forest at Sakaerat, Changwat Nakhonratchasima. Phd thesis. Kasetsart University, Bangkok, Thailand, 3p.
11. Chapman, H.D., 1965. Cation exchange capacity. In: Black CA (ed) *Methods of Soil Analysis. Part II. Monograph No. 9.* American Society of Agronomy, Madison, WI. Pp.811 - 903
12. DeBano, LF., 2000. The role of fire and soil heating on water repellency in wildland environments. *Journal of Hydrology* 232, 195-206.
13. Dikici, H., Yilmaz, CH., 2006. Peat fire effects on some properties of an artificially drained peatland. *Journal of Environmental Quality*, 35:866-870.
14. Fazeltavasol, S., Arooji, B., 2011. "Iron geochemical anomalies reviews and cream, pearl Case Study grass area (Darab, Fars province), Fifth National Conference of Geology PNU"
15. García, E.G., Andreu, V., Rubio, J.L., 2000. Changes in organic matter, nitrogen, Phosphorus and cations in soil as a result of fire and water erosion in a Mediterranean landscape. *Europ. J. Soil Sci*, 51(2) 201-210.
16. Godarzi, M., Azimi, M.S., Banj Shafiee, Sh., 2016. The Effect of fire on rangelands, soil chemical and Physical properties. *Range management Journal*, 2 (1): 53-64. (In Persian)
17. Goforth, BR., Graham, RC., Hubbert, KR., Zanner, CW., Minnich, RA., 2005. Spatial distribution and properties of ash and thermally altered soils after high-severity forest fire, southern California. *International Journal of Wildland Fire*, 14:343-354.
18. Gonzalez Parra, J., Cala Rivero, V., Iglesias Lopez, T., 1996. Forms of manganese in soils affected by a forest fire. *Science of Total Environment*, 181:231-236.
19. Hamman, ST., Burke, IC., Knapp, EE., 2008. Soil nutrients and microbial activity after early and late season prescribed burns in a Sierra Nevada mixed conifer forest. *Forest Ecology and Management*, 256: 367-374.
20. Hatten, J., Zabowski, D., Scherer, G., Dolan, E., 2005. A comparison of soil properties after contemporary wildfire and fire suppression. *Forest Ecology and Management*, 220: 227-241.
21. Heidary, J., Ghorbani Dashtaki, Sh., Raiesi, F., Tahmasebi, P., 2013. Pool and dynamics of soil carbon after firing the semi steppe rangelands of Chaharmahal and Bakhtiari. *Soil and water science*. 23(4): 249-264. (In Persian)
22. Helmke, P.H., Spark, D.L., 1996. Potassium.

- In Sparks D.L., et al. *Methods of Soil Analysis*. SSA, Inc. ASA, Inc. Madison, WI, 551-574.
23. Hemmatboland, I., Akbarinia, M., Banej Shafiei, A., 2010. The effect of fire on some soil chemical properties of oak forests in Marivan region. *Iran. J. For. Pop. Res.* 18 (2): 205-218. (In Persian)
 24. Hubbert, K.R., Preisler, H.K., Wohlgemuth, P.M., Graham, R.G., Narog, M.G., 2006. Prescribed burning effects on soil Physical properties and water repellency in a steep chaparral watershed, Southern California, USA. *Geoderma*, 130:284-298.
 25. Jangjo, M., 2009. Range Improvement and development, Publication University of Mashhad, PP 240.
 26. Johnson, DL., Curtis, PS., 2001. Effects of forest management on soil C and N storage: Meta-analysis. *Forest Ecology and Management*, 140: 227-238.
 27. Jones, JB., 2003. *Agronomic handbook: Management of crops, soils and their fertility*. Boca Raton, CRC Press, 450 p.
 28. Khanna, PK., Raison, RJ., Falkiner, RA., 1994. Chemical properties of ash derived from eucalyptus litter and its effects on forest soils. *Forest Ecology and Management*, 66: 107-125.
 29. Kutiel, P., Shaviv, A., 1992. Effects of soil type, plant composition and leaching on soil nutrients following a simulated forest fire. *Forest Ecology and Management*, 53: 329-343.
 30. Lindsay, W.L., Norvell, W.A., 1978. Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese, and copper. *Soil Science Society of American Journal*, 42:421-428.
 31. Molavi, R., Bagher nezhad, M., Adhami, A., 2009. The effect of forest firing and burning of agricultural residue on clayey mineral changes and some Physical-chemical characteristics of soil surface level. *Water and soil science* 13, 99-110. (In Persian)
 32. Montoya, S., Marín, G., Ortega, E., 2014. Impact of prescribed burning on soil properties in a Mediterranean area (Granada, SW Spain). *Spanish Journal of Soil Science*, 1(4): 88-98.
 33. Neary, D. G., 2004. *Fire Effects on Soils*. – Rocky Mountain Research Station, Flagstaff, Arizona, Southwest Hydrology
 34. Nelson, D.W., Sommers, L.E., 1996. Total carbon, organic carbon and organic matter. In: Sparks DL (ed) *Methods of Soil Analysis, Part III, 3rd Ed.*, Am. Soc. Agron., Madison, WI. Pp. 961-1010.
 35. Novara, A., Gristina, L., Rühl, J., Pasta, S., D'Angelo, G., La Mantia, T., Pereira, P., 2013. Grassland fire effect on soil organic carbon reservoirs in a semiarid environment. *Solid Earth*, 4: 381-385.
 36. Olsen, S.R., Cole, C.V., Watanabe, F.S., Dean, L.A., 1954. Estimation of available phosphorous in soil by extraction with sodium bicarbonate. USDA. Cric. 939. U. S. Gov. Print. Office, Washington, DC.
 37. Pastor, J., Post, WM., 1986. Influence of climate, soil moisture and succession on forest carbon and nitrogen cycles. *Biogeochemistry* 2: 3-27.
 38. Pereira, P., Úbeda, X., Martín, DA., 2012. Fire severity effects on ash chemical composition and water-extractable elements. *Geoderma* 191:105-114.
 39. Rashid, GH., 1987. Effect of fire on soil carbon and nitrogen in a Mediterranean oak forest of Algeria. *Plant and Soil*, 103: 89-93.
 40. Salinity Laboratory Staff., 1954. *Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils*. Handbook No. 60, United States Department of Agriculture, Washington, DC.
 41. Sanroque, P., Rubio, J. L., Mansanet, J., 1987. Efectos de los incendios forestales en las propiedades del suelo, en la composición florística y en la erosión hídrica de zonas forestales. *Revue de Ecologie et Biologie du Sol*, 22:131-147.
 42. Scharenbroch, BC., Nix, B., Jacobs, KA., Bowles, ML., 2012. Two decades of low-severity prescribed Fire increases soil nutrient availability in a Midwestern, USA oak (Quercus) forest. *Geothermal*, 80-91.
 43. Tamartash, R., Tatian, M.R., Youssefian, M., Nabavi, S.J., 2017. Effect of fire on some soil factors in a plain ecosystem (Case Study: winter rangelands of the city (Natural Environment, 69 (1): 21-33. (In Persian)
 44. Tayefi, H., Erfanzadeh, R., Abedi, M., 2015. "The effect of fire on aggregate stability and

- Soil organic matter (Case study: Golestan park). 6th National Conference on Range and Range Management of IRAN" 171p. (In Persian)
45. Terefe, T., Mariscal-Sancho, I., Peregrina, F., Espejo, R., 2008. Influence of heating on various properties of six Mediterranean soils. A laboratory study. *Geoderma*, 143:273-280.
46. Turner, MG., Smithwick, EAH., Metzger, KL., Tinker, DB., Romme, WH., 2007. Inorganic nitrogen availability after severe stand-replacing fire in the Greater Yellowstone ecosystem. *Proceedings on the National Academy of Sciences of the United States of America*, 104:4782-4789.
47. Úbeda, X., Outeiro, L., Pereira, P., Miguel, A., 2009. Estudios sobre las consecuencias del fuego en las propiedades del suelo y la erosión en Cataluña. *Investigaciones del GRAM (Grupo de Recerca Ambiental Mediterránea). Efectos de los incendios forestales sobre los suelos de España. Valencia: Cátedra Divulgación de la Ciencia. Universitat de Valencia. 325-353.*
48. Ulery, AL., Granham, RC., Amrhein, C., 1993. Wood ash composition and soil PH following intense burning. *Soil Science* 156:358-364.
49. Wardle, DA., 1992. A comparative assessment of factors which influence microbial biomass carbon and nitrogen levels in soil. *Biological Reviews of the Cambridge Philosophical Society* 67: 321-358.
50. Wenhua, X., Shiqiang, W., 2008. Water- and plant-mediated responses of soil respiration to topography, fire, and nitrogen fertilization in semi-arid grassland in northern China. *Soil Biology and Biochemistry* 40: 679-687.

Investigating the Effect of Fire on Some Nutrient Availability and Chemical Properties of a Rangeland Soil (Case Study: Morvarid Rangeland, Darab Region)

Alireza Mahmoodi¹, Hamid Reza Boostani^{2*}

Received: 7/4/2017

Accepted: 21/10/2017

Abstract

Fire can influence the stability of many natural habitats via changes in biological, chemical and physical properties of soil. The aim of the present study was to investigate the effects of fire on some chemical properties and nutrients availability in a rangeland soil. To perform this research, a fired area with a five-month history and a homogenized area close to it without fire were selected. Thirty samples of surface soil were collected by establishment of 15 plots in each area. Soil properties were analyzed using SPSS software via independent t-test. The results revealed that the rate of organic matter (2.15 folds), cation exchange capacity (21.65%) and electrical conductivity (3 folds) of fired soil were increased and the content of calcium carbonate equivalent (27.2%) and pH (4.5%) were decreased significantly. Also, the amount of total nitrogen (2.2 folds), available phosphorous (100%), potassium (66.5%), manganese (17 folds) and zinc (2.92 folds) were significantly increased in fired soil. The magnitude of available copper and iron didn't change as influenced by fire significantly. In general, the results showed that the fertility of soil was promoted as affected by short-term fire; however, long-term effects of fire must be evaluated and compared.

Keywords: Soil organic matter, Soil pH, Available phosphorous, Micro nutrients, Cation Exchange Capacity.

1.MSC, Department of range and watershed management, College of agriculture and natural resources of Darab, Shiraz University, Darab, Iran.

2. Assistant professor, Department of range and watershed management, College of agriculture and natural resources of Darab, Shiraz University, Darab, Iran. Corresponding Author; Email: hr.boostani@shirazu.ac.ir