نشریه پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل
جلد بیست و سوم، شماره سوم، ۱۳۹۵
http://jwfst.gau.ac.ir

اثر آتش‌سوزی بر برخی ویژگی‌های شیمیایی خاک در جنگل‌های بانکول استان ایلام

فاطمه باقری[۱]، رضا بصیری[۲]، علیرضا امیریان چکان[۳]، *الله‌وردی محمدزاده[۴] و مسعود بازگیر[۵]

[۱]دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد اکولوژی و جنگل‌شناسی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی خاتم الانبیاء(ص) بهبهان،
[۲]دانشیار گروه جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی خاتم الانبیاء(ص) بهبهان،
[۳]استادیار گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی خاتم الانبیاء(ص) بهبهان،
[۴]دانشجوی دکتری، گروه جنگلشناسی و اکولوژی‌جنگل، دانشگاه علوم منابع طبیعی گرگان،
[۵]استادیار گروه جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه ایلام
تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۱۲/۱۷؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹٤/۰۷/۲۱

چکیده

سابقه و هدف: بسیاری از ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی، معدنی و بیولوژیکی خاک تحت تأثیر آتش‌سوزی تغییر می‌نماید. آتش‌سوزی در جنگل‌های بلوط ایلام یکی از عوامل بسیار مهم تخریب جنگل‌ها بوده، به‌طوری که سالانه مساحت قابل توجهی از این جنگل‌ها دستخوش حریق می‌شود و با توجه به‌شدت آتش‌سوزی اثرات متفاوتی بر شرایط اکولوژیکی محیط تحمیل می‌گردد. نظر به این‌که خاک به‌عنوان بستر رشد و زادآوری جنگل محسوب می‌گردد، بنابراین بررسی اثر آتش‌سوزی بر ویژگی‌های خاک دارای اهمیت خاصی است.

مواد و روش‌ها: این پژوهش به‌منظور بررسی اثر آتش‌سوزی در سه دوره زمانی یک، دو و سه سال بعد از آتش‌سوزی بر مشخصه‌های شیمیایی خاک انجام گرفت. برای این منظور سه منطقه آتش‌سوزی شده و یک منطقه شاهد (فاقد آتش‌سوزی) در مجاورت آن‌ها در جنگل‌های بانکول استان ایلام که از نظر

*مسئول مکاتبه: ecology2020@yahoo.com

شرایط توپوگرافی و زمین‌شناسی مشابهت داشتند، انتخاب گردید. در هر منطقه دو قطعه‌نمونه یکی زیر تاج پوشش و یکی خارج از آن مستقر شد و در کل تعداد ٤٠ قطعه‌نمونه مربعی شکل به مساحت ١٠٠ مترمربع مورد بررسی قرار گرفت. خاک از عمق ٥-٠ سانتی‌متری برداشت و برخی خصوصیات شیمیایی آن‌ها اندازه‌گیری شد.

یافته‌ها: نتایج آزمون t غیرجفتی نشان داد که بین تمامی متغیرهای شیمیایی در زیر و خارج تاج‌پوشش در نخستین سال آتش‌سوزی و در چهار منطقه تفاوت معنی‌دار وجود دارد (P<٠/٠٥). نتایج آزمون دانکن حاکی از وجود تفاوت معنی‌دار بین خصوصیات شیمیایی در دوره‌های زمانی و زیر و بیرون تاج بود (P<٠/٠٥).

نتیجه‌گیری: میزان pH بعد از دو سال و میزان پتاسیم سه سال پس از آتش‌سوزی بین زیر و خارج تاج‌پوشش تفاوت معنی‌داری را نشان داد (P<٠/٠٥). همچنین نتایج آزمون دانکن نشانگر وجود تفاوت معنی‌دار در کلیه خصوصیات شیمیایی بین چهار منطقه و بدون در نظر گرفتن تاج پوشش بود (P<٠/٠٥).

واژه‌های کلیدی: دوره‌های زمانی آتش‌سوزی، تاج‌پوشش، عناصر غذایی خاک، جنگل‌های زاگرس

مقدمه

آتش به‌عنوان یک رویداد جهانی به رسمیّت شناخته شده است (٦ و ١٥). که مساحت بیشتری را نسبت به دیگر حوادث طبیعی در بر می‌گیرد. آتش از مهمترین عوامل فیزیکی است که فرایندهای زیست‌محیطی متعددی را تحت تأثیر قرار می‌دهد (٣٧).

آتش‌سوزی یکی از فرایندهای کلیدی دگرگونی زیست‌محیطی است که منجر به تغییراتی در پوشش گیاهی و خاک می‌گردد (٣٦). آتش‌سوزی از مؤثرترین فاکتورهای دگرگونی در اکوسیستم‌های خاکی است (٢٤). و به‌عنوان عامل اکولوژیکی تخریب و بازسازی جنگل نیز محسوب می‌گردد (١٠). از ویژگی‌های ذاتی آتش حرارت است که در طول پروسه احتراق آزاد می‌شود و بر مواد آلی و غیرآلی سطح خاک، پروفیل خاک، معدنی شدن و ویژگی‌های شیمیایی خاک تأثیر می‌گذارد (٥). آتش‌سوزی ممکن است منجر به از دست رفتن کل یا قسمتی از پوشش گیاهی و تنک شدن تاج‌پوشش شود که در

نتیجهٔ آن خاک در معرض تابش شدید خورشید و وزش باد واقع می‌گردد. در این جنگل‌ها، هوموس خاک نابود می‌شود و با فقدان درختانی که مواد آلی به خاک اضافه می‌کنند دیگر هوموس به‌وجود نمی‌آید و در نتیجه خواص خاک تخریب می‌شوند (۸). تأثیر آتش بر خاک به دو دسته تقسیم می‌شود: تأثیر غیرمستقیم آتش‌سوزی که وابسته به تغییرات پوشش‌گیاهی است. همچنین آتش به‌طور مستقیم موجب تغییر خصوصیّات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک می‌گردد (۱۹). آلوسیس و همکاران (۲۰۰٤) طی ٤ سال متوالی (۱۹۹٦ تا ۲۰۰۰) خاک عرصه آتش‌سوزی شده را با عرصه شاهد در ۱۰ سانتی‌متر خاک در جنگ‌های *Nothofagus* شمال غرب پاتاگونیا از لحاظ خصوصیات فیزیکی و شیمیایی مقایسه کردند. نتایج آن‌ها نشان داد که نیتروژن آلی کاهش یافته و کاهش میزان نیتروژن میکروبی و میزان رطوبت خاک نیز به‌ترتیب ۹۰ درصد و ٥٦ درصد بود. از طرفی میزان نیتروژن معدنی در شروع دوره آتش‌سوزی افزایش و در طول زمان کاهش یافته و به میزان ٤ درصد تا ٤۰ درصد کمتر از عرصه شاهد شده است (۲).

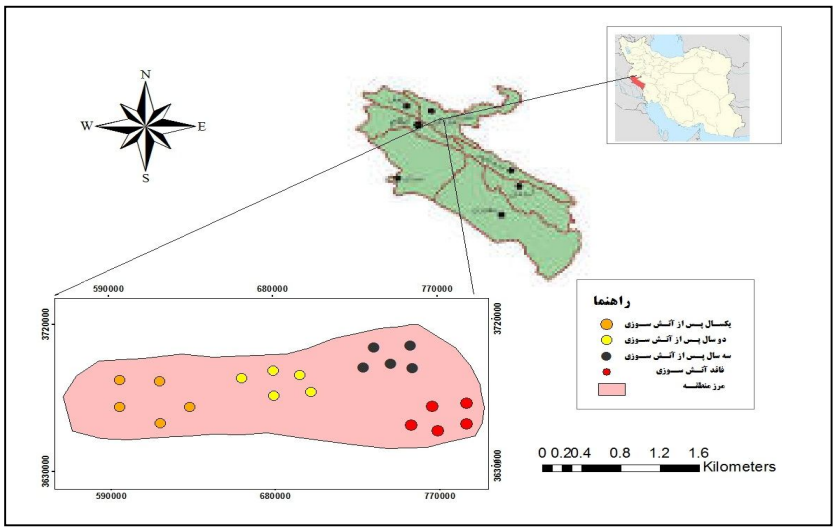
بانج شفیعی و همکاران (۲۰۱۰) با بررسی تأثیر آتش‌سوزی بر برخی ویژگی‌های شیمیایی خاک جنگل‌های شمال به‌این نتیجه رسیدند که عمق خاک دارای تأثیر معنی‌داری بر تمام مشخصه‌های اندازه‌گیری شده خاک (هدایت الکتریکی، درصد نیتروژن و کربن کل، نیتروژن و فسفر قابل جذب و ظرفیت تبادل کاتیونی خاک) به جز نیتروژن قابل جذب است، به‌طوری که افزایش شدت آتش‌سوزی سبب افزایش میزان واکنش خاک، هدایت الکتریکی و ظرفیت تبادل کاتیونی و کاهش سایر مشخصه‌ها گردید (٤). همت‌بلند و همکاران (۲۰۱۰) با بررسی اثر آتش‌سوزی بر برخی ویژگی‌های شیمیایی خاک در جنگل‌های بلوط مریوان به‌این نتیجه رسیدند که آتش‌سوزی بر اغلب ویژگی‌های شیمیایی خاک سطحی از جمله افزایش اسیدیته، فسفر قابل جذب، هدایت الکتریکی و پتاسیم قابل جذب اثر معنی‌داری داشت (۱۸). رمضان‌پور و همکاران (۲۰۱۲) در مطالعه‌ای دیگر اثرات آتش‌سوزی بر برخی از ویژگی‌های خاک جنگل لاکان در استان گیلان مورد بررسی قرار دادند. نتایج آن‌ها نشان داد که در خاک‌های سوخته مقدار pH (در عمق اول و دوم که به‌ترتیب ۰ تا ۳ و ۳ تا ٦ سانتی‌متر)، مقادیر فسفر و پتاسیم (در عمق اول) به‌طور معنی‌داری افزایش و مقادیر رس، کربن آلی و نیتروژن (در عمق اول) به‌طور معنی‌داری در مقایسه با خاک شاهد کاهش نشان داده است (۳۱). شاوکینگ و همکاران (۲۰۱۰) مطالعه‌ای در مورد اثر اختلالات آتش بر روی خواص فیزیکی و شیمیایی خاک و پوشش گیاهی در جنگل‌های *Pinus massoniana* انجام دادند. این مطالعه نشان داد که مقدار پتاسیم کل در قطعات

نمونه سوخته شده بالاتر از قطعات نمونه نسوخته بود (۳۵). ری و همکاران (۲۰۱۳) با بررسی اثرات آتش‌سوزی و تکنیک‌های مدیریتی پس از آتش‌سوزی بر روی خصوصیّات شیمیایی خاک به‌این نتیجه رسیدند که بعد از آتش‌سوزی آمونیوم، فسفر، سدیم، پتاسیم، منیزیم، کلسیم، منگنز، مس، روی و بر به‌طور قابل توجهی افزایش یافتند در حالی‌که نیترات، آلومینیم، آهن و کبالت تغییر معنی‌داری نداشتند (۳۲). توماس و همکاران (۲۰۱٤) پژوهشی به‌منظور بررسی اثرات آتش‌سوزی روی خصوصیّات فیزیکی و شیمیایی خاک انجام دادند. نتایج آن‌ها نشان داد که تغییرات خصوصیّات فیزیکی و شیمیایی خاک در عمق ۲/۵ سانتی‌متری بیشتر است. همچنین نتایج آن‌ها نشان داد که تغییرات در خصوصیّات شیمیایی نسبت به تغییرات در خصوصیّات فیزیکی بیشتر است (۳۷). اینبار و همکاران (۲۰۱٤) با بررسی اثرات آتش‌سوزی جنگل بر روی خصوصیّات شیمیایی، فیزیکی، نفوذ، رواناب و فرسایش خاک در یک منطقه نیمه‌خشک مدیترانه به‌این نتیجه رسیدند که ماده آلی، رس، شن و ظرفیت تبادل کاتیونی در منطقهٔ آتش‌سوزی به‌طور معنی‌داری کمتر از منطقهٔ آتش‌سوزی نشده است (۲۰). نظر به اهمیّت و جایگاه جنگل‌های زاگرس از نظر گونه‌های گیاهی و جانوری، تأثیرگذاری عمده بر بیلان آبی رودخانه‌ها، تأمین آب، حفظ خاک، حفظ ذخایر بیولوژیکی، تأثیرگذاری در تلطیف آب و هوای منطقه، جلوگیری از فرسایش خاک، ارزش‌های اکوتوریسمی و غیره و نیز برای دستیابی به توسعه پایدار، حفاظت از اکوسیستم‌های طبیعی لازم است و یکی از گام‌های مهم در این راستا ارزیابی اثرات آتش‌سوزی بر ویژگی‌های خاک در این جنگل‌ها است. با توجه به پژوهش‌های محدود انجام شده در این رابطه در جنگل‌های بانکول استان ایلام، هدف این پژوهش آن است که اثرات آتش‌سوزی در سه دوره زمانی یک، دو و سه سال بعد از آتش‌سوزی را مورد بررسی و تأثیرات آن را روی خصوصیّات شیمیایی خاک مورد اندازه‌گیری و ارزیابی قرار دهد تا بدین وسیله بتوان با دیدی بهتر نسبت به حفظ آن، تأمین پایگاه اطلاعاتی و ارزیابی توان‌های منطقه در بلندمدت اقدام نمود.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه: منطقه جنگلی بانکول با وسعت تقریبی ۹۸۰۰۰ هکتار، درصد قابل توجهی از جنگل‌های استان ایلام را به خود اختصاص داده است. تیپ پوشش‌گیاهی جنگلی، بلوط- زالزالک با گونه غالب بلوط است. از پوشش گیاهی مراتع این منطقه، گونه‌های تیره گندم‌میان، جو وحشی، گون‌ها، گونه‌های علفی و خاردار (خارزرد، کنگر و فرفیون) را می‌توان نام برد. منطقهٔ مورد بررسی در

عرض جغرافیایی ٤٦ درجه و ٣٢ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ٣٣ درجه و ٤٦ دقیقه شرقی و در ارتفاع متوسط ١٠٥٠ متری از سطح دریا در استان ایلام قرار دارد (شکل ١). منطقه دارای تابستان‌های گرم با حدود ١٢٠ روز دوره خشکی و زمستان‌های سرد با حدود ٣٥ روز دوره یخبندان است. میانگین دمای حداکثر سالانه ٢٥/٦ درجه سانتی‌گراد و میانگین دمای حداقل سالانه ١١/٣ درجه سانتی‌گراد می‌باشد که بیشترین دما با مقدار ٤٠/٧ درجه سانتی‌گراد در مرداد ماه و حداقل دما با مقدار ١ درجه زیر صفر در بهمن ماه رخ می‌دهد. میانگین بارندگی سالانه آن ٣٦٥/٥ میلی‌متر در سال است. از لحاظ خاکشناسی دارای خاک‌های کم عمق تا نیمه عمیق با بافت سنگین بر روی مواد آهکی متراکم می‌باشد (٢٥).



شکل ١- موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه.

Figure 1. Location of studied zone.

روش تحقیق: این پژوهش به‌منظور بررسی اثر آتش‌سوزی در بازهٔ زمانی یک، دو و سه سال بعد از آتش‌سوزی بر خواص شیمیایی خاک جنگل انجام گردید. برای این منظور ابتدا سه منطقه آتش‌سوزی شده در جنگل‌های بانکول استان ایلام که از نظر شرایط توپوگرافی و زمین‌شناسی مشابه همدیگر بوده و فاصله نسبتاً کمی از همدیگر داشتند، انتخاب شد. همچنین یک منطقه شاهد در مجاورت منطقه مورد مطالعه (فاقد آتش‌سوزی) انتخاب شد. سپس در هر کدام از این مناطق به روش تصادفی پنج قطعه نمونه با ابعاد ١٠×١٠ متر استقرار گردید (٣٤ و ٤) و از هر قطعه نمونه پنج نمونه خاک به‌طور تصادفی

از عمق ۵-۰ سانتی‌متری خاک برداشت شد (۲۷). بدین صورت که ۵ نمونه خاک در زیر تاج و ۵ نمونه خاک در خارج از تاج پوشش، سپس ۵ نمونه خاک با یکدیگر ترکیب شد، در نتیجه در هر قطعه نمونه یک نمونه ترکیبی در زیر تاج و یک نمونه ترکیبی در خارج تاج به‌دست آمد. پس از خشک کردن و پاک کردن نمونه‌ها از شاخه و برگ‌ها جهت اندازه‌گیری خواص شیمیایی به آزمایشگاه انتقال داده شد. در مجموع ٤٠ نمونه خاک برداشت شد. اندازه‌گیری فاکتورهای شیمیایی شامل نیتروژن کل به روش کجلدال (۷، ۱۳، ۱۸، ۲۱) فسفر قابل جذب به روش اولسن با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر، پتاسیم تبادلی به روش عصاره‌گیری با استات آمونیوم و به کمک دستگاه فلیم فتومتر (۲۱، ۲۸، ۱۸) pH گل اشباع با استفاده از دستگاه pH سنج (۲۱، ۱۸، ۱۳، ۲٦ ،۳۲) و EC عصاره ۱ به ۵ خاک و آب و با دستگاه EC سنج انجام شد (۲۱، ۱۳).

تجزیه و تحلیل آماری: تجزیه و تحلیل اطلاعات جمع‌آوری شده با استفاده از نرم‌افزار SPSS 18 انجام شد. ابتدا نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون Kolmogorov-Smirnov و همگنی واریانس داده‌ها به‌وسیله آزمون لون تست گردید (۳۲). با توجه به نرمال بودن داده‌ها از آزمون t غیر جفتی و تحلیل واریانس یکطرفه (۲۰). و به‌منظور مقایسه جزئی‌تر میانگین‌ها از آزمون دانکن استفاده شد.

نتایج

نتایج خصوصیات شیمیایی در زیر و خارج از تاج‌پوشش در سال‌های مختلف پس از آتش‌سوزی و منطقه شاهد:

نتایج آزمون t غیر جفتی در زیر و خارج از تاج‌پوشش در نخستین سال پس از آتش‌سوزی نشان می‌دهد (جدول ۱) که بین تمامی فاکتورهای شیمیایی خاک در زیر و خارج از تاج‌پوشش در سطح خطای ۵ درصد اختلاف معنی‌داری وجود دارد (P<۰/۰۵) همچنین نتایج آزمون t غیر جفتی در منطقه دو سال پس از آتش‌سوزی نشان می‌دهد که بین pH خاک در زیر و خارج از تاج‌پوشش در سطح خطای ۵ درصد اختلاف معنی‌داری وجود دارد (P<۰/۰۵) ولی بین سایر فاکتورها در سطح خطای ۵ درصد اختلاف معنی‌داری وجود ندارد (P>۰/۰۵). در منطقه سه سال پس از آتش‌سوزی بین پتاسیم تبادلی خاک در زیر و خارج از تاج‌پوشش در سطح خطای ۵ درصد اختلاف معنی‌داری وجود دارد (P<۰/۰۵). نتایج اندازه‌گیری خواص شیمیایی خاک در منطقه فاقد آتش‌سوزی بیانگر اختلاف معنی‌داری بین میزان پتاسیم تبادلی خاک در زیر و خارج از تاج‌پوشش در سطح خطای ۵ درصد می‌باشد (P<۰/۰۵)، همچنین نتایج نشان می‌دهد بین سایر ویژگی‌ها در سطح خطای ۵ درصد اختلاف معنی‌داری وجود ندارد (P>۰/۰۵).

جدول ۱- نتایج آزمون t غیر جفتی خصوصیات شیمیایی در زیر و خارج از تاج در سال‌های مختلف پس از آتش‌سوزی و منطقه شاهد.

Table 1. t-test results chemical properties under and out of cover different years after fire.

	خصوصیّت	زیرتاج پوشش	خارج از تاج پوشش	$t_{\alpha,df}$	مقدار P
سال اول پس از آتش‌سوزی	درصد کربن آلی Organic Carbon (%)	6.39±2.53	2.6±0.45	8, 3.22	<0.05
	نیتروژن کل (درصد) Total Nitrogen (%)	7.72±1.83	3.67±2.28	8, 3.09	<0.05
	پتاسیم قابل جذب (mg/kg) Available Potassium(mg/kg)	1348±482.22	678±229.87	8, 2.8	<0.05
	فسفر قابل جذب (mg/kg) Available Phosphorus(mg/kg)	21.47±3.49	17.02±1.7	8, 2.5	<0.05
	هدایت الکتریکی (ds/m) Electrical Conductivity(ds/m)	380±161	174±28.8	8, 2.8	<0.05
	pH	9.1±0.84	7.87±0.02	8, 2.29	<0.05
سال دوم پس از آتش‌سوزی	درصد کربن آلی Organic Carbon (%)	3.87±1.613	3.35±1.43	8, 0.8	>0.05
	نیتروژن کل (درصد) Total Nitrogen (%)	0.5±0.21	0.43±0.17	8,57	>0.05
	پتاسیم قابل جذب (mg/kg) Available Potassium(mg/kg)	1213±436.31	778±351.34	8,1.73	>0.05
	فسفر قابل جذب (mg/kg) Available Phosphorus(mg/kg)	16.54±11.66	8.06±6.27	8, 1.43	>0.05
	هدایت الکتریکی (dS/m) Electrical Conductivity(ds/m)	260±53.38	252±63.4	8, 0.21	>0.05
	pH	7.94±0.35	7.78±0.06	8, 4.6	<0.05
سال سوم پس از آتش‌سوزی	درصد کربن آلی Organic Carbon (%)	1.39±3.2	2.63±0.07	8, 0.85	>0.05
	نیتروژن کل (درصد) Total Nitrogen (%)	0.33±0.1	0.26±0.08	8, 1.1	>0.05
	پتاسیم قابل جذب (mg/kg) Available Potassium(mg/kg)	770±259	376±103.6	8, 3.1	<0.05
	فسفر قابل جذب (mg/kg) Available Phosphorus(mg/kg)	11.28±4.34	10.48±5.4	8, 0.25	>0.05
	هدایت الکتریکی (ds/m) Electrical Conductivity(ds/m)	220±43.24	174±30.49	8, 2	>0.05
	pH	7.88±0.05	7.84±0.05	8, 0.9	>0.05
فاقد آتش‌سوزی	درصد کربن آلی Organic Carbon (%)	2.9±2.27	2.52±1.32	8, 0.32	>0.05
	نیتروژن کل (درصد) Total Nitrogen (%)	0.26±0.23	0.25±0.13	8, 0.02	>0.05
	پتاسیم قابل جذب (mg/kg) Available Potassium(mg/kg)	644±258.81	308.8±35.54	8, 2.8	<0.05
	فسفر قابل جذب (mg/kg) Available Phosphorus(mg/kg)	6.88±3.72	7.56±3.49	8, -0.29	>0.05
	هدایت الکتریکی (ds/m) Electrical Conductivity(ds/m)	180±30.82	168±21.67	8, - 0.7	>0.05
	pH	7.76±0.11	7.69±0.13	8, 0.9	>0.05

الف- مقایسه خصوصیات شیمیایی در بین تیمارهای مختلف آتش‌سوزی و زیر تاج‌پوشش

نتایج آنالیز واریانس یک طرفه تأثیر آتش‌سوزی بر روی فاکتورهای شیمیایی در بین تیمارهای مختلف آتش‌سوزی و زیر تاج‌پوشش در جدول (۲) آمده است. طبق نتایج به‌دست آمده تأثیر آتش‌سوزی بر روی فاکتورهای شیمیایی در زیر تاج‌پوشش معنی‌دار بود (P<۰/۰۵).

جدول ۲- نتایج آنالیز واریانس خصوصیات شیمیایی در بین تیمارهای مختلف آتش‌سوزی و زیر تاج‌پوشش.

Table 2. Variance analysis results the chemical properties of the different treatments of fire and under cover.

خصوصیّت		درجه آزادی	F	مقدار P
	بین گروهی	3	3.1	<0.05
درصد کربن آلی	درون گروهی	16		
Organic Carbon (%)	کل	19		
	بین گروهی	3	78.08	<0.001
نیتروژن کل (درصد)	درون گروهی	16		
Total Nitrogen(%)	کل	19		
	بین گروهی	3	7.09	<0.05
پتاسیم قابل جذب (mg/kg)	درون گروهی	16		
Available Potassium (mg/kg)	کل	19		
	بین گروهی	3	4.43	<0.01
فسفر قابل جذب (mg/kg)	درون گروهی	16		
Available Phosphorus (mg/kg)	کل	19		
	بین گروهی	3	4.65	<0.05
هدایت الکتریکی (ds/m)	درون گروهی	16		
Electrical Conductivity (ds/m)	کل	19		
	بین گروهی	3	10.97	<0.001
pH	درون گروهی	16		
	کل	19		

نتایج مقایسات چندگانه دانکن نشان می‌دهد جدول (۳)، تفاوت معنی‌دار بین جفت نمونه‌ها در سطح خطای ۵ درصد در بین تیمارهای مختلف آتش‌سوزی و زیر تاج‌پوشش وجود دارد (P<٪۵).

جدول ۳- نتایج مقایسه چندگانه دانکن برای خواص شیمیایی در بین تیمارهای آتش‌سوزی و زیر تاج پوشش.

Table 3. Results Doncan for chemical properties of the different treatments of fire and under cover.

خصوصیّت	یکسال پس از آتش‌سوزی	دوسال پس از آتش‌سوزی	سه سال پس از آتش‌سوزی	فاقد آتش‌سوزی
درصد کربن آلی Organic Carbon (%)	6.39±2.52[b]	3.25±1.43[a]	3.23±1.39[a]	2.9±2.27[a]
نیتروژن کل (درصد) Total Nitrogen (%)	7.72±1.83[b]	0.5±0.21[a]	0.32±0.1[a]	0.26±0.23[a]
پتاسیم قابل جذب (mg/kg) Available Potassium (mg/kg)	1348.2±482.22[c]	1213.6±258.81[bc]	770.4±258.98[ab]	644±258.81[a]
فسفر قابل جذب (mg/kg) Available Phosphorus(mg/kg)	21.47±3.49[c]	16.54±11.66[bc]	11.28±43.24[ab]	6.88±3.72[a]
هدایت الکتریکی (ds/m) Electrical Conductivity(ds/m)	380±161.86[b]	260±52.38[a]	222±43.24[a]	180±30.82[a]
pH	9.12±0.84[b]	7.94±0.03[a]	7.8±0.05[a]	7.76±0.11[a]

ب- مقایسه خصوصیات شیمیایی بین تیمارهای مختلف آتش‌سوزی و خارج از تاج‌پوشش

نتایج آنالیز واریانس یک طرفه تأثیر آتش‌سوزی بر روی خصوصیات شیمیایی در بین تیمارهای مختلف و خارج از تاج‌پوشش در جدول (٤) آمده است. طبق نتایج به‌دست آمده تأثیر آتش‌سوزی بر روی فاکتورهای درصد نیتروژن کل، پتاسیم تبادلی، فسفر قابل جذب، هدایت الکتریکی و pH خاک معنی‌دار بود ($P<۰/۰۵$).

جدول ٤- نتایج آنالیز واریانس خصوصیات شیمیایی بین تیمارهای مختلف آتش‌سوزی و خارج از تاج‌پوشش.

Table 4. Variance analysis results the chemical properties of the different treatments of fire and out cover.

خصوصیّت		درجه آزادی	F	مقدار P
درصد کربن آلی Organic carbon (%)	بین گروهی	3	4.5	<0.05
	درون گروهی	16		
	کل	19		
نیتروژن کل (درصد) Total nitrogen (%)	بین گروهی	3	10.64	<0.001
	درون گروهی	16		
	کل	19		
پتاسیم قابل جذب (mg/kg) Available potassium (mg/kg)	بین گروهی	3	5.53	<0.001
	درون گروهی	16		
	کل	19		
فسفر قابل جذب (mg/kg) Available phosphorus (mg/kg)	بین گروهی	3	4.52	<0.05
	درون گروهی	16		
	کل	19		
هدایت الکتریکی (ds/m) Electrical conductivity (ds/m)	بین گروهی	3	5.14	<0.05
	درون گروهی	16		
	کل	19		
pH	بین گروهی	3	4.84	<0.05
	درون گروهی	16		
	کل	19		

نتایج مقایسات چندگانه نشان می‌دهد (جدول ۵) بین سایر فاکتورهای شیمیایی تفاوت معنی‌دار بین جفت نمونه‌ها در سطح خطای ۵ درصد در بین تیمارهای مختلف و خارج از تاج‌پوشش وجود ندارد (P>٪۵).

جدول ۵- نتایج مقایسه چندگانه دانکن برای خواص شیمیایی بین تیمارهای آتش‌سوزی و خارج از تاج پوشش.
Table 5. Results Doncan for chemical properties of the different treatments of fire and out cover.

خصوصیّت	یکسال پس از آتش‌سوزی	دو سال پس از آتش‌سوزی	سه سال پس از آتش‌سوزی	فاقد آتش‌سوزی
درصد کربن آلی Organic Carbon (%)	2.6±0.45[b]	3.87±1.61[b]	2.63±0.7[a]	2.52±1.32[a]
نیتروژن کل (درصد) Total Nitrogen (%)	3.67±2.28[b]	0.43±0.17[a]	0.26±0.08[a]	0.25±0.13[a]
پتاسیم قابل جذب (mg/kg) Available Potassium(mg/kg)	678.6±229.8[b]	778.6±351[b]	376±103.66[a]	308.8±35.54[a]
فسفر قابل جذب (mg/kg) Available Phosphorus (mg/kg)	17.02±1.67[b]	8.06±6.27[a]	10.48±5.4[a]	7.56±3.49[a]
هدایت الکتریکی (ds/m) Electrical Conductivity(ds/m)	174±28.81[a]	252±63.4[b]	174±30.49[a]	168±21.67[a]
pH	7.87±0.02 b	7.78±0.06 ab	7.84±0.5 b	7.69±0.3 a

ج- مقایسه خصوصیات شیمیایی بین تیمارهای مختلف بدون در نظر گرفتن تاج‌پوشش

نتایج آنالیز واریانس فاکتورهای شیمیایی نشان می‌دهد (جدول ٦). تأثیر آتش‌سوزی بر درصد نیتروژن کل، پتاسیم تبادلی، فسفر قابل جذب، هدایت الکتریکی و pH خاک در سطح خطای ۵ درصد معنی‌دار وجود دارد (P<٪۵).

جدول ٦- نتایج آنالیز واریانس فاکتورهای شیمیایی بین تیمارهای مختلف بدون در نظر گرفتن تاج‌پوشش.

Table 6. Variance analisis factors between treatments of regardless cover.

خصوصیّت		درجه‌آزادی	F	مقدار P
	بین گروهی	3		
درصد کربن آلی	درون گروهی	36	33.91	<0.001
Organic Carbon (%)	کل	39		
	بین گروهی	3		
نیتروژن کل (درصد)	درون گروهی	36	5.38	<0.05
Total Nitrogen (%)	کل	39		
	بین گروهی	3		
پتاسیم قابل جذب (mg/kg)	درون گروهی	36	7.06	<0.001
Available Potassium (mg/kg)	کل	39		
	بین گروهی	3		
فسفر قابل جذب (mg/kg)	درون گروهی	36	3.16	<0.001
Available Phosphorus (mg/kg)	کل	39		
	بین گروهی	3		
pH	درون گروهی	36	6.15	<0.001
	کل	39		

نتایج مقایسات چندگانه دانکن نشان می‌دهد (جدول ۷) تفاوت معنی‌دار بین جفت نمونه‌های فاکتورهای شیمیایی خاک در سطح خطای ۵ درصد بین تیمارهای مختلف وجود دارد (P<٪۵).

جدول ۷- نتایج مقایسات چندگانه دانکن برای فاکتورهای شیمیایی بین تیمارهای مختلف بدون در نظر گرفتن تاج.

Table 7. Results Doncan for chemical factors of the different treatments of regardless cover.

خصوصیّت	سال اول پس از آتش‌سوزی	سال دوم پس از آتش‌سوزی	سال سوم پس از آتش‌سوزی	فاقد آتش‌سوزی
نیتروژن کل (درصد) Total nitrogen (%)	5.7± 2.89^{a}	0.47±0.18^{a}	0.3±0.09^{b}	0.26±0.18^{b}
پتاسیم قابل جذب (mg/kg) Available potassium (mg/kg)	1013.4±501.38^{a}	996.1±438.21^{a}	537.2±278.91^{b}	476.4±248.08^{b}
فسفر قابل جذب (mg/kg) Available phosphorus (mg/kg)	19.34± 3.49^{a}	12.3±9.9^{b}	10.88±4.64^{b}	7.22±3.42^{b}
هدایت الکتریکی (ds/m) Electrical conductivity (ds/m)	277±154.27^{a}	256±55.41^{b}	198±43.41^{ab}	174±25.9^{b}
pH	8.5±0.86^{a}	7.86±0.09^{b}	7.86±0.05^{b}	7.73±0.12^{b}

بحث و نتیجه‌گیری

نیتروژن کل: نتایج به‌دست آمده از تحلیل‌های آماری تفاوت معنی‌دار بین درصد نیتروژن در زیر و خارج از تاج در نخستین سال پس از آتش‌سوزی، بین تیمارهای مختلف و زیر تاج، بین تیمارهای مختلف و خارج تاج، همچنین بین تیمارهای مختلف بدون در نظر گرفتن تاج‌پوشش نشان داد. بررسی میانگین نیتروژن کل در تیمارهای مختلف نشان داد که در سال اول پس از آتش‌سوزی میزان نیتروژن کل بیشتر از تیمارهای دیگر بود. دلیل افزایش معنی‌دار نیتروژن را می‌توان به‌عنوان نتیجه مستقیم حاصل از افزایش دمای خاک دانست (۳۸). این یافته با نتایج یااو و همکاران (۲۰۰۸) و شااوکینگ و همکاران (۲۰۱۰) همخوانی دارد. میزان نیتراتی شدن پس از آتش‌سوزی، با افزایش pH و در دسترس بودن آمونیوم در اکوسیستم افزایش پیدا می‌کند (۱) در تحقیقی که به‌منظور بررسی تأثیر آتش‌سوزی بر مواد مغذی قابل جذب در خاک جنگل‌های بلوط در ایالات متحده آمریکا صورت گرفت، مشخص شد که آتش موجب افزایش نیتروژن کل و افزایش پتانسیل معدنی شدن N گردید (۳٤).

فسفر قابل جذب: نتایج آماری تفاوت معنی‌دار بین فسفر قابل جذب در نخستین سال پس از آتش‌سوزی در زیر و خارج از تاج، بین تیمارهای مختلف و زیر تاج، بین تیمارهای مختلف و خارج تاج همچنین بین تیمارهای مختلف بدون در نظر گرفتن تاج پوشش نشان داد. همچنین مقایسه میانگین‌ها نشان داد که فسفر قابل جذب در سال اول پس از آتش‌سوزی بیشتر از دو و سه سال پس از آتش‌سوزی و منطقه شاهد بود. علت این افزایش می‌تواند انباشته شدن خاکستر حاصل از گیاهان و بقایای آن‌ها در خاک به دنبال آتش‌سوزی باشد، همچنین آتش‌سوزی باعث تبدیل فسفر آلی خاک به فسفر قابل جذب (اورتوفسفات) می‌شود (۲۹، ۹، ۳۹). از دیگر عوامل افزایش فسفر قابل جذب می‌توان به افزایش ماده آلی اشاره کرد زیرا افزایش ماده آلی خاک سبب افزایش فسفر فابل جذب می‌شود (۲۲). بنابراین می‌توان گفت با توجه به افزایش کربن آلی در نتیجه آتش‌سوزی، با افزایش فسفر قابل جذب در منطقه آتش‌سوزی شده مواجه هستیم. بادیا و همکاران (۲۰۱٤) در بررسی اثر آتش‌سوزی بر مواد مغذی و کربن آلی در خاک‌های راندزین اسپانیا مشاهده نمودند که کلسیم، منیزیم و فسفر یک هفته بعد از آتش‌سوزی به‌طور قابل توجهی افزایش و یک‌سال پس از آتش‌سوزی غلظت مواد مغذی نسبتاً کاهش یافت و به میزان آن در خاک نسوخته نزدیک شد. دلیل این افزایش شدت متوسط آتش‌سوزی و افزایش کربن آلی و علت کاهش آن آبشویی و خارج شدن فسفر از سطح خاک عنوان شد (۳).

پتاسیم قابل جذب: نتایج آنالیز پتاسیم تبادلی در زیر و خارج از تاج‌پوشش در نخسین و سومین سال پس از آتش‌سوزی و منطقه فاقد آتش‌سوزی، بین تیمارهای مختلف و زیر تاج، بین تیمارهای مختلف و خارج از تاج همچنین بین تیمارهای مختلف بدون در نظر گرفتن تاج‌پوشش نشان دهنده تفاوت معنی‌دار این فاکتور در تیمارهای مختلف بود. بررسی میانگین پتاسیم قابل جذب در بین تیمارهای مختلف نشان داد که در سال‌های آتش‌سوزی مخصوص سال اول پس از آتش‌سوزی پتاسیم تبادلی افزایش پیدا کرده که بعد گذشت سه سال به مقدار اولیه خود در منطقه شاهد می‌رسد که با نتایج یااو و همکاران (۲۰۰۸) و شااوکینگ و همکاران (۲۰۱۰) همخوانی دارد (۳۹، ۳۵). رمضان‌پور و همکاران (۲۰۱۱) با بررسی اثرات سیلاب و آتش‌سوزی بر برخی ویژگی‌های خاک جنگل لاکان در استان گیلان به‌این نتیجه رسیدند که آتش موجب افزایش پتاسیم قابل جذب خاک می‌شود. آن‌ها علت افزایش پتاسیم تبادلی را اضافه شدن خاکستر حاصل از بقایای گیاهی سوخته و وارد شدن آن به محلول خاک عنوان کردند (۳۱). خانا و ریسون (۱۹۸٦) با بررسی تأثیر شدت آتش‌سوزی بر خواص شیمیایی خاک سطحی در جنگل‌های تحت کشت اوکالیپتوس ***paucijlora*** افزایش پتاسیم قابل جذب را پس از آتش‌سوزی مشاهده کردند. آن‌ها آزاد شدن پتاسیم قابل جذب از کانی‌ها در اثر حرارت و اضافه شدن از طریق خاکستر را دو عامل احتمالی این افزایش عنوان کردند (۲۳).

هدایت الکتریکی (EC): نتایج به‌دست آمده از تحلیل‌های آماری نشان داد افزایش معنی‌داری بین هدایت الکتریکی در نخستین سال پس از آتش‌سوزی در زیر و خارج از تاج، بین تیمارهای مختلف و زیر تاج، بین تیمارهای مختلف و خارج تاج و نیز بین تیمارهای مختلف بدون در نظر گرفتن تاج پوشش وجود داد. افزایش EC در زیر تاج‌پوشش نسبت به خارج از تاج‌پوشش احتمالاً می‌تواند به‌دلیل تجمع بیشتر کاتیون‌ها در زیر تاج پوشش باشد. زیرا همان‌طور که نتایج نشان داد در اثر آتش‌سوزی میزان پتاسیم و سایر کاتیون‌ها در زیر تاج‌پوشش بیشتر از خارج تاج‌پوشش بوده است. گرانگد و همکاران (۲۰۱۱b) در بررسی خود به‌این نتیجه رسیدند که EC طی آتش‌سوزی یک افزایش زودگذر داشته و بعد از یک‌سال به حالت اولیه بر می‌گردد. آن‌ها دلیل این افزایش را آزاد شدن کاتیون‌ها در هنگام سوختن مواد آلی خاک دانستند (۱٦). همت بلند و همکاران (۲۰۰۹) و سرتینی (۲۰۰۵) در بررسی‌های خود به‌این نتیجه رسیدند که در عرصه‌های سوخته همواره میزان هدایت

الکتریکی بیشتر از عرصه کنترل است که علت آن رها شدن یون‌های معدنی مختلف حاصل از سوختن مواد آلی است (۱۰، ۱۸).

pH خاک: pH خاک در زیر و خارج از تاج‌پوشش در نخستین و دومین سال پس از آتش‌سوزی، در بین تیمارهای مختلف و زیر تاج، بین تیمارهای مختلف و خارج از تاج و همچنین بین تیمارهای مختلف بدون در نظر گرفتن تاج پوشش تفاوت معنی‌دار نشان داد. مقایسه میانگین pH خاک در سال‌های مختلف نشان داد که مقدار pH خاک در سال اول پس از آتش‌سوزی بیشتر از سال‌های دیگر و منطقه شاهد بود. در بیشتر مطالعات انجام شده توسط محققان، افزایش pH خاک تحت تأثیر آتش تأیید شده است. دلیل افزایش pH خاک حضور هیدروکسیدها و کربنات‌ها می‌باشد (۱۲، ۳۰، ۳۵). افزایش pH خاک دوام زیادی نداشته و اغلب طی یک فصل مرطوب ازبین می‌رود. اما فرم کلسیت تا مدت بیشتری پس از آتش‌سوزی دوام می‌یابد و موجب قلیایی شدن خاک می‌گردد. می‌توان دلیل افزایش pH خاک در زیر تاج‌پوشش را احتمالاً به‌خاطر تجمع کاتیون‌ها در زیر تاج‌پوشش دانست (٤). سهارو (۱۹۹۹) به بررسی تأثیر آتش‌سوزی بر خواص فیزیکوشیمیایی سطح خاک *Acacia Mangium* پرداخت. نتایج این تحقیق نشان داد که pH خاک بلافاصله پس از آتش‌سوزی افزایش می‌یابد اما به مرور زمان دوباره کاهش پیدا می‌کند. علت این افزایش تجمع زیاد لاشبرگ‌ها در سطح جنگل بیان گردید. چرا که در اثر سوختن این لاشبرگ‌ها و آزاد شدن کاتیون‌های موجود در آن‌ها و مواد معدنی موجود در خاکستر موجب افزایش pH خاک می‌شود (۳۳).

نتیجه‌گیری کلی

به‌طورکلی، آتش‌سوزی سبب تغییراتی در ویژگی‌های شیمیایی خاک، به‌خصوص موجب تغییراتی در کمیّت و کیفیّت ماده آلی، چرخهٔ عناصر غذایی، تبادل کاتیونی و اشباع بازی می‌گردد (۱۰، ۳۷). این پژوهش به‌منظور بررسی اثرات زمان پس از آتش‌سوزی روی خواص شیمیایی خاک‌های منطقهٔ جنگلی بانکول در استان ایلام انجام گرفت. نتایج این پژوهش نشان داد که آتش‌سوزی اثرات معنی‌داری بر خصوصیات شمیایی خاک دارد. تأثیر آتش بر خواص شیمیایی خاک در نخستین سال پس از آتش‌سوزی بیش‌تر از دو و سه سال پس از آتش‌سوزی و منطقه شاهد بود. با گذشت زمان از وقوع آتش‌سوزی اثرات مثبت و منفی آتش‌سوزی بر خصوصیات شیمیایی خاک روندی کاهشی داشت و پس از گذشت سه سال، احیاء و برگشت شرایط خاک امکان‌پذیر گردید. آتش باعث افزایش پتاسیم

قابل جذب، افزایش pH خاک، هدایت الکتریکی و فسفر قابل جذب گردید. نتایج حاصل از این پژوهش و پژوهش‌های انجام شده توسط سایر پژوهشگران حکایت از اثرات مثبت آتش‌سوزی بر بیشتر ویژگی‌های خاک به‌ویژه ویژگی‌های شیمیایی خاک دارد، اما آتش‌سوزی صرفاً به‌دلیل بهبود غنای معدنی خاک برای هیچ جنگلی از هر نوعی که باشد پیشنهاد نمی‌شود، در ثانی جنگلی که در حال طی کردن روال بیولوژیکی مربوط به خویش است، چنان کمبودی در خاک آن احساس نمی‌گردد که لزومی به ایجاد آتش‌سوزی باشد. در نهایت اثرات ثانوی آتش‌سوزی از جمله امکان بروز فرسایش خاک و تغییرات اکولوژیکی و جنگلشناسی، جنگل را با خطرات فراوانی مواجه می‌نماید و از نظر اقتصادی نیز باعث هدر رفت سرمایه و وقت می‌گردد. بدیهی است ضرورت پژوهش‌های متعدد و موردی از این دست، بهترین راهکار برای نیل به مدیریت و توسعه پایدار در جنگل‌داری نوین می‌باشد.

منابع

1.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.

2.Alauzis, M., Mazzarino, M.J., Raffaele, E., and Roselli, L. 2004. Wildfire in NW Patagonia: long-term effects on a *Nothofagus* forest soil. Forest Ecology and Management, 192(1): 131-142.

3.Badía, D., Martí C., Aguirre, A., Aznar, J.M., González-Pérez, J.A., Rosa, J.M., León, J., Ibarra, P., and cheverría, T. 2014. Wildfire effects on nutrients and organic carbon of a Rendzic Phaeozem in NE Spain: Changes at cm-scale topsoil, Catena 113: 267–275.

4.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 Vol. 18 No. 3.

5.Bento-Gonçalves, A., Vieira, A., Úbeda, X., and Martin, D. 2012. "Fire and soils: Key concepts and recent advances", Geoderma. 191: 3–13p.

6.Bowman, D.M., Balch, J.S., Artaxo, J.K., Bond, P., Carlson, W.J., Cochrane, J.M., M.A., D'Antonio, C.M., DeFries, R.S., Doyle, J.C., Harrison, S.P., Johnston, F.H., Keeley, J.E., Krawchuk, M.A., Kull, C.A., Marston, J.B., Moritz, M.A., Prentice, I.C., Roos, C.I., Scott, A.C., Swetnam, T.W., Vander Werf, G.R., Pyne, S.J." 2009. Fire in the Earth system", Science, 324, 481–484p.

7.Bremner, J.M. 1996. Nitrogen-Total: 1085– 1123. In: Sparks, DL. (ed.). Methods of soil analysis, Part 3- chemical methods. SSSA book series: 5. American Society of Agronomy, Inc. 1309p.
8.Brokaw, N., and Busing, R. 2000. "Niche versus chance and tree diversity in forest gaps". United States Forestry Sciences Laboratory, 183-192p.
9.Ekinci, H. 2006. "Effect of forest fire on some physical, chemical and biological properties of soil in Canakkale, Turkey". International Journal of Agriculture and Biology, 102-106p.
10.Certini, G. 2005. Effects of fire on properties of forests soils: A review. Oecologia, 143: 1-10.
11.Edivaldo, L., Thomaz, Valdemir Antoneli and Stefan H., Doerr. 2014. Effects of fire on the physicochemical properties of soil in a slash-and-burn agriculture. Catena 122. 209–215p.
12.Fuller, W.H., Shannon, S., and Burgess, P.S. 1955. Effect of burning forest soils of northern Arizona, Forest Science, 1(1): 44–50p.
13.Ghaderi, S., Ghorbani, J., Jafarian., Z., and Shokri, M. 2010. Identification of halophytic communities and their relationship with soil properties in rangelands of Sodkh Deh in Damghan. Arid Biom Scientific and Research Journal. Vol. 1 No. 1. 45-56p. (In Persian)
14.González-Pérez, J.A., González-Vila, F.J., Almendros, G., and Knicker, H. 2004. "The effect of fire on soil organic matter — a review". Environment International, 30(6): 855–870p.
15.Granged, A.J.P., Jordan, A., Zavala, L.M., Munoz-Rojas, M., Mataix-Solera, J. 2011a. "Short-term effects of experimental fire for a soil under eucalyptus forest (SE Australia)". Geoderma, 167: 125-134p.
16.Granged, A.J.P., Jordan, A., Zavala, L.M., Jordan, A., Barcenas-Moreno, G. 2011b. "Post-fire evolution of soil properties and vegetation cover in a Mediterranean heathland after experimental burning: A 3-year study". Geodrma, 164: 85-94p.
17.Habibi Kaseb, H. 1992. Forest soil foundation, Tehran University press. 423p. (In Persian)
18.Hemmatboland, M., Akbarinia, and Banej Shafiei, A. 2010. The effect of fire on some soil chemical properties of oak forests in Marivan region. Iranian Journal of Forest and Poplar Research Vol. 18 No. 2. (In Persian.
19.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: 345-361p.
20.Inbar, A., Lado, M., Sternberg, M., Tenau, H., and Ben-Hur, M. 2014. Forest fire effects on soil chemical and physicochemical properties, infiltration, runoff, and erosion in a semiarid Mediterranean region. Geoderma 221–222. 131–138p.

21.Jafari, M. 2004. Methods of soil analysis, sampling and analysis of physical and chemical principles with emphasis on theory and applications. Publications of Nedaye Zoha. 263p. (In Persian)
22.Ketterings, Q.M., Noordwijk, M.V., and Bigham, J.M. 2002. "Soil phosphorus availability after slashand– burn fires of different inrubber agroforests in Sumatra, Indonesia, Agric". Ecosys. Environ, 92: 37-48p.
23.Khanna, P.K., and Raison, R.J. 1986. "Effect of Fire Intensity on Solution Chemistry of Surface Soil under a Eucalyptus paucijlora Forest". Aust. J. Soil Res. 24: 423-34p.
24.Lavorel, S., Flannigan, M.D., Lambin, E.F., and Scholes, M.C. 2007. Vulnerability of land systems to fire: interactions among humans, climate, the atmosphere, and ecosystems. Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change, 12: 33.
25.Memarian, H. 2002. Engineering Geology and Geotechnics. Tehran University press. 958p. (In Persian)
26.McLean, E.O. 1982. Soil pH and lime requirement: 199-224. In: Page, A.L. (ed.). Methods of soil analysis, Part 2. Chemical and microbiological properties. American Society of Agronomy, SSSA, Madison, WI, 1159p.
27.Molavi, R., Baghernezhad, M., and Adhami, A. 2009. Fires and burning of agricultural waste on changes in clay minerals and some physic- chemical characteristics of soil. Journal of Sience and Technology of Agriculture and Natural Resources, Water and soil Sciences, 49; 99-110p. (In Persian)
28.Moreno, G., Obrador, J.J., and Garcia, A. 2007. Impact of evergreen oaks on soil fertility and cropproduction in intercropped dehesas, Agriculture, Ecosystems and Environment, 119: 270–280p.
29.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): 181-199p.
30.Nishita, H.R., Haug, M. 1972. Some physical and chemical characteristics of heated soil, Soil Science 113(6): 422–430p.
31.Ramazanpr, H, and Norozi, M. 2012. The effect of floods and forest fier on some soil characteri Lacan in Gilan. Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources, Water and soil Sciences, 16; 61p. (In Persian)
32.Rey, XM.G., Couto-Vázquez, A., García-Marco, S., and González-Prieto, S.J. 2013. Impact of fire and post-fire management techniques on soil chemical properties. Geoderma 195–196 (2013) 155–164p.
33.Saharjo, B.H. 1999. "Effects of fire on the properties of soils in Acacia mangium plantations in South Sumatra Indonesia." Journal of Tropical Forest Science, 11: 459–460p.

34. Scharenbroch, B.C., Nix, B., Jacbs, K.A., Bowles, M.L. 2012. "Two decades of low-severity prescribed fire increases soil nutrient availability in a Midwestern, USA oak (Quercus) forest". Geoderma, 183-184: 80-91p.
35. Shaoqing, C., Shaolin, P., Baoming, C., Danting, C., and Juhua, C. 2010. "Effects of fire disturbance on the soil physical and chemical properties and vegetation of Pinus massoniana forest in south subtropical area." Acta Ecologica Sinica, 30: 184–189p.
36. Shakesby, R.A. 2011. "Post-wildfire soil erosion in the Mediterranean: review and future research directions". Earth Sci. Rev. 105, 71–100p.
37. Thomaz, E., Antoneli, V., and Doerr, S. 2014. Effects of fire on the physicochemical properties of soil in a slash-and-burn agriculture. Catena 122, 209–215p.
38. 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: 185-216p.
39. Yao, Y.J., Liu, F., Hu, H.Q., and Jin, S. 2008. Effect of fire on soil chemical properties of Manchurian walnut plantation, Journal of Northeast Forestry University. 36(7): 34–36p.
40. Yousefi Barforoosh, A. 2007. The role of the laboratory in the evaluation of forest soil habitat, Journal of forest and Range. 7 and 76; 79-93p. (In Persian)

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources
J. of Wood & Forest Science and Technology, Vol. 23 (3), 2016
http://jwfst.gau.ac.ir

The effect of fire on some soil chemical properties of Bankool forests in Ilam province

F. Bagheri[1], R. Basiri[2], A. Amiriachekan[3], *A. Mohammadzade[4] and M. Bazgir[5]

[1]M.Sc. Silviculture and Forest Ecology, Faculty of Natural Resources, Behbahan Khatam Alanbia University of Technology, [2]Associate Prof., Forestry Dept., Natural Resources Faculty, Behbahan Khatam Alanbia University of Technology, [3]Assistant Prof., of Range and Wtershed Dept., Natural Resources Faculty, Behbahan Khatam Alanbia University of Technology, [4]Ph.D. Student, Dept., of Silviculture and Forest Ecology, Gorgan University of Natural Resources Sciences, [5]Assistant Prof, Faculty of Natural Resources, University of Ilam
Received: 03/08/2015 ; Accepted: 10/13/2015

Abstracts

Background and objectives: Most of the soil physical, chemical, mineral and biological attributes are changed by forest fires. Fire is one of the most important factors of forest's destruction in Ilam region where considerable areas are annually exposed to fire. Depend on environmental conditions and also fire intensity, different effects will impose on ecological conditions within the environment. Whereas soil is considered as a base for forest's growth and regeneration, study of fire effects on its properties takes an important place.

Materials and methods: This research was carried out on the effects of fire on soil chemical properties in the three intervals of one, two and three years after a fire. For this purpose, three regional forest fires have been selected considering the similarity in topography and geology conditions. A control region was also selected near the study area (no fire). 40 round sample plots of 100 m2 were taken to Bankool forests. Soil samples from a depth of 0-5 cm were collected from below and outside of the crown trees in four study area. Some chemical properties of soil samples were measured.

Results: T-test results showed that there are significant differences between chemical variables under and outside crown in the first years of fire and four regions ($p<0.05$).

Conclusion: pH and potassium level showed significant differences between under and outside the crown after two and three years of fire respectively ($p<0.05$). Duncan's test results indicate significant differences between chemical properties in time periods and under and outside of tree crown ($p<0.05$).

Keywords: Periods of fire, Crown cover, Nutrients, Zagros forests

*Corresponding author: ecology2020@yahoo.com