

اثر آتش‌سوزی روی برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در جنگل‌های استان گیلان (مطالعه موردی: منطقه سراوان)

• محدثه صدیقی پاشاکی

گروه مهندسی منابع طبیعی - جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان

• مهرداد قدس خواه دریایی

گروه مهندسی منابع طبیعی - جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان

• مهدی حیدری

گروه مهندسی منابع طبیعی - جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان

• محمد نقی عادل

گروه مهندسی منابع طبیعی - جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان (نویسنده مسئول)

• جواد صادق کوهستانی

گروه مهندسی منابع طبیعی - جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان

تاریخ دریافت: دی ماه ۱۳۹۱ تاریخ پذیرش: فروردین ماه ۱۳۹۲

تلفن تماس نویسنده مسئول: ۰۹۱۱۳۹۶۲۸۹۰

Email: mn.adel87@yahoo.com

چکیده

بسیاری از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک تحت تاثیر آتش‌سوزی تغییر می‌کند. آتش می‌تواند روی عناصر خاک اثر گذاشته و خاک جنگل را تحت تاثیر قرار دهد. این مطالعه با هدف بررسی اثر آتش‌سوزی بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در جنگل‌های سراوان استان گیلان انجام شد. به این منظور سه منطقه ۵۰ هکتاری با شرایط یکسان فیزیوگرافی و اشکوب فوقانی (سوزنی برگ دست کاج تدا) انتخاب شد. در یک دوره ۱۰ ساله (۱۳۸۶-۱۳۷۷) در منطقه کشل ورزل هفت بار حریق و در منطقه موشنگاه سه بار حریق رخ داده بود. منطقه کجا به عنوان منطقه شاهد که بدون حریق بود در نظر گرفته شد. همه حریق‌ها بر اساس فرمهای حریق موجود در اداره کل منابع طبیعی استان گیلان به عنوان حریق سطحی ثبت شده بودند. برداشت داده‌ها با استفاده از روش تصادفی سیستماتیک با ابعاد شبکه ۱۰۰×۲۰۰ متر انجام شد بر این اساس در هر منطقه ۲۵ قطعه نمونه تعیین شد در هر قطعه نمونه سه نمونه خاک از عمق ۰-۳۰ سانتیمتری برداشت و یک نمونه ترکیبی به آزمایشگاه منتقل شد. نتایج حاصل از تحقیق نشان داد که آتش‌سوزی اثر معنی‌داری روی ازت، اسیدیت، فسفر، پتاسیم، کربن آلی و درصد رطوبت اشباع داشته و بر روی هدایت الکتریکی، CO₂ و وزن مخصوص ظاهری اثر معنی‌داری نداشته است. همچنین دفعات آتش‌سوزی موجب افزایش اسیدیت، فسفر، پتاسیم و شن شده و موجب کاهش کربن آلی، ازت، CO₂، درصد رطوبت اشباع و وزن مخصوص ظاهری می‌گردد.

کلمات کلیدی: آتش‌سوزی، خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، جنگلکاری، کاج تدا، گیلان.

Watershed Management Research (Pajouhesh & Sazandegi) No 104 pp: 96-106

Effect of fire on some physical and chemical properties of soil in Guilan province forests (case study: Saravan)

By: M. Sedighi: Forestry Dept., Faculty of Natural Resource, Guilan University, Somehsara, I.R. of Iran, M. G.h. daryaei: Forestry Dept., Faculty of Natural Resource, Guilan University, Somehsara, I.R. of Iran, M. Heydari: Forestry Dept., Faculty of Natural Resource, Guilan University, Somehsara, I.R. of Iran, M. Naghi adel: Forestry Dept., Faculty of Natural Resource, Guilan University, Somehsara, I.R. of Iran, (Corresponding Author; Tel:+989113962890). J. Sadegh Kuhestani: Forestry Dept., Faculty of Natural Resource, Guilan University, Somehsara, I.R. of Iran.

Many of physical and chemical properties of soil change under the influence of fire. Fire can affect the soil elements and forest soil. This study reviews effects of fire on soil physical and chemical properties in Saravan forest of Guilan Province of Iran. Three 50-hectares sites were selected with similar physiographic conditions and vegetation cover (Taeda pine plantation). In a 10-year period (1379-1389) Fire had occurred seven times in Kashal Varzal area and three times in Mushangah area. Kacha area was considered as a control area that had no fire. Fire was recorded based on forms of Department of Natural Resources in Guilan as fire surface. Data measured using systematic sampling with dimensions network 100*200 meter. 25 plots in each area were determined. In each plot, three samples of soil taken from depth of 0-30 cm and one combined sample transferred to the laboratory. Results research showed the fire had effect significantly on nitrogen, acidity, phosphor, potassium, organic carbon, sand, silt and moisture content saturated and no effect significant on the electrical conductivity, CO₂ and clay has. Also fire increases the acidity, phosphor, potassium, sand and reduces organic carbon, nitrogen, silt, clay, CO₂ and saturated moisture content.

Keywords: fire, physical and chemical properties, forest plantation, Pinus taeda, Guilan

باشد (1998, Barnes, et al). معمولاً تأثیر آتش‌سوزی بر پوشش گیاهی به روشنی قابل مشاهده است. آتش با سوزاندن گیاهان، تغییر دادن الگوی توالی و تغییر دادن منابع گیاهی مانند چوب آلات، علوفه و زیستگاه حیات وحش بر اکوسیستم های طبیعی تأثیر می‌گذارد (1998, DeBano et al). در مطالعاتی که در مورد توالی جنگل بعد از آتش‌سوزی صورت می‌پذیرد عواملی مانند وضعیت پوشش گیاهی قبل از آتش‌سوزی، فصلی که آتش‌سوزی در آن اتفاق می‌افتد، شدت آتش‌سوزی، تجمع خاکستر، مواد غذایی که به خاک اضافه شده است. باران، هوا، دمای خاک و جمعیت حیواناتی که در جنگل زندگی می‌کنند باید مشخص گردند اگرچه در آتش‌سوزی های شدید تعیین و تجزیه و تحلیل تعدادی از عوامل فوق بسیار مشکل بوده و تنها فصل وقوع آتش‌سوزی به راحتی قابل ثبت است (2003, Calvo et. al).

آتش باعث اکسید شدن ماده آلی و تبدیل آن به دی اکسید کربن و آب و آزاد شدن مقدار زیادی انرژی در قالب گرما می‌شود. نیتروژن ماده آلی، اکسید شده و تبدیل به N₂ و سایر اکسید های نیتروژن می‌شود و از سیستم خارج می‌شود. کلسیم ماده آلی تبدیل به اکسیدهای کلسیم و بی‌کربنات ها شده که یا توسط باد از خاک خارج شده و یا در رویشگاه می‌ماند. فسفر ماده آلی ممکن است تبدیل به گاز شده و از دسترس خارج شده و یا در قالب نمک‌های فسفات با قابلیت انحلال بالا در خاک باقی بماند (2005, Certini). آتش به طور محسوسی ترکیب و فعالیت موجودات زنده خاک را تغییر

مقدمه

آتش سوزی یکی از عوامل اصلی تخریب جنگل به حساب می آید که از نظر میزان خساراتی که به بار می آورد در مناطق مختلف اهمیت متفاوتی دارد زیرا شدت آن و در نتیجه بروز صدمات، تابع شرایط اقلیمی محلی است که در آن آتش سوزی روی می دهد (Jazirei, 2005). امروزه شناسایی آتش و تاثیراتی که بر پویایی اکوسیستم ها دارد از اهمیت زیادی برخوردار است، زیرا در خیلی از موارد آتش نقش تعیین کننده ای در حضور گونه ها و پویایی اکوسیستم های جنگلی دارد (Stewart et al, 2005). آتش می تواند به تغییرات مهم خواص فیزیکی و شیمیایی خاک جنگل منجر شود از جمله افزایش تراکم حجم و تغییر ساختار فیزیکی (Arocena and Opio, 2003); و کاهش کربن و نیتروژن در سطح خاک (MacKenzie et al, 2004; Shelburne et al, 2004). آتش به عنوان یک عامل پر قدرت تغییر دهنده محیط زیست، بر چرخه مواد غذایی اکوسیستم، ترکیب گونه ها، رشد گیاهان، موجودات خاکزی، آبشویی و فرسایش تأثیر می‌گذارد (Wan et al, 2001). آتش‌سوزی به عنوان یک فرآیند زمینی بزرگ در نظر گرفته می‌شود که به آب و هوا عکس‌العمل نشان داده و ممکن است سیر تکاملی و گسترش گیاه جدیدی را هدایت کند (Scott and Glasspool, 2006). آتش می‌تواند بصورت مستقیم بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک و میکرو کلیم و به صورت غیرمستقیم بر کیفیت رویشگاه از طریق تأثیر بر پوشش گیاهی، شاخ و برگ و جانوران خاکزی اثر داشته

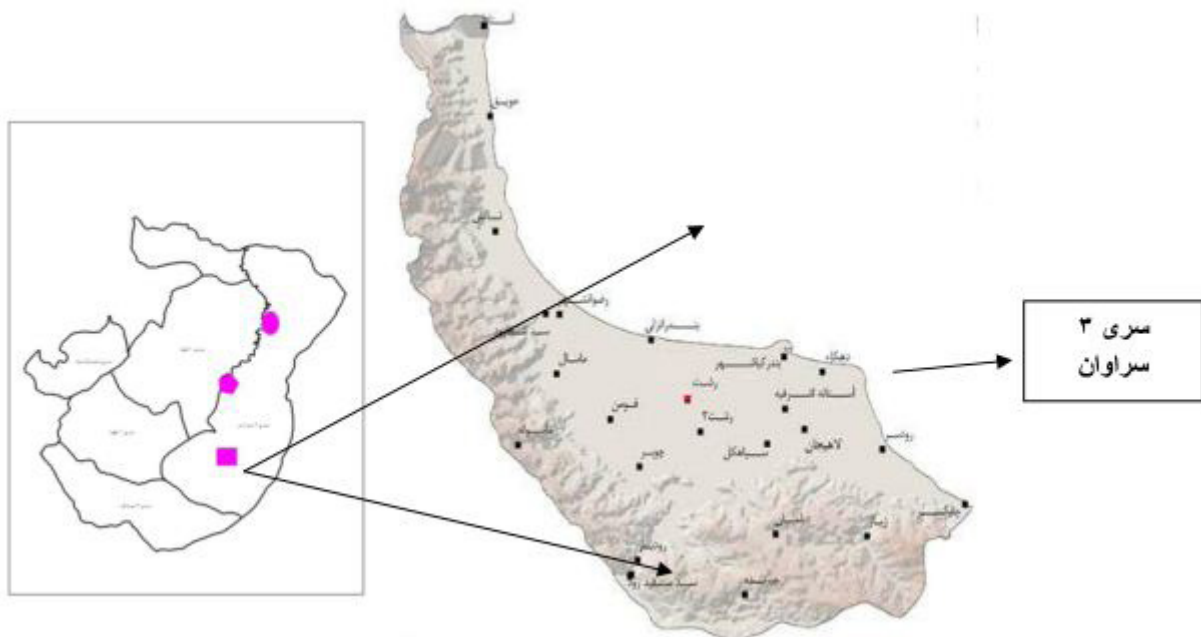
بوده و به ندرت ارتفاع شعله آن در شرایط نرمال سوخت و رطوبت از ۱۰ تا ۳۰ سانتی متر تجاوز می کند. سالانه ۳۰۰ تا ۴۰۰ هکتار از جنگلهای شمال ایران در آتش می سوزد (Banj- Shafiei et al., 2010). با توجه به اینکه سالانه مساحت زیادی از جنگلهای ایران طعمه حریق می شوند و نظر به اهمیتی که این جنگلها مخصوصاً جنگلهای دست کاشت تدا در سطح استان دارد هدف از این تحقیق بررسی اثر آتش سوزی روی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک است با فرض این نکته که تکرارهای متعدد آتش سوزی تأثیری بر خصوصیات خاک ندارد.

مواد و روشها

منطقه مورد مطالعه: جنگل سراوان در منطقه ای جلگه ای در "۳۵°۳۷' عرض شمالی و "۲۹°۲۴'۴۹ طول شرقی بین شهرهای رشت و رستم آباد قرار گرفته و در حوزه شهرستان رشت در بخش سنگر و در دهستان سراوان در بین مسیر جاده ترانزیتی رشت - تهران و رودخانه سیاهرود واقع گردیده است که از شمال به طرح جنگلداری سری ۱ کچا از جنوب به طرح جنگلداری سری ۲ دیزکوه از غرب به طرح جنگلداری سری ۱ و سری ۲ کچا از شرق به روستای سراوان محدود می گردد. میانگین بارندگی در این منطقه ۱۳۷۴/۴ میلی متر بوده و متوسط دما ۱۵/۹ درجه سانتیگراد است که حداقل مطلق آن در بهمن و حداکثر مطلق آن در تیر ماه است. این منطقه در ارتفاع ۵۰ تا ۲۵۰ متری از سطح دریای آزاد قرار دارد.

می دهد، اما اطلاعات بسیار کمی در این زمینه وجود دارد. بدون در نظر گرفتن پدیده از بین رفتن مواد غذایی توسط آتش سوزی، قابلیت در دسترس بودن مواد غذایی برای گیاهان بعد از آتش سوزی معمولاً افزایش یافته، رقابت بین گیاهان کاهش یافته و شاید تغییرات دائمی در خاک (مانند شرایط دما و رطوبت خاک) اتفاق بیفتد. آتش سوزی می تواند پوشش گیاهی زنده را بکشد یا بسوزاند و مواد آلی غیرزنده در مراحل مختلف تجزیه در سطح خاک یا درون لایه های بالایی خاک معدنی را نابود کند. به علاوه، آتش می تواند خصوصیات فیزیکی، شیمیایی، بیولوژیکی و معدنی خاک را تغییر دهد (2005, Certini). آتش سوزی بر رژیم مواد غذایی خاک، ترکیب گونه ها، رشد گیاهان و جانداران خاکزی تأثیر می گذارد. تخریب ساختار خاک بعد از آتش سوزی به دلیل اتلاف مواد آلی و عناصر معدنی است (2008, Duran et al.). مقدار اتلاف مواد غذایی در خلال آتش سوزی و بلافاصله بعد از آن، وابسته به فعل و انفعالات سوختن، رفتار آتش سوزی، میکروکلیم، ترکیب و ساختار پوشش گیاهی، شدت آتش سوزی، مقدار رطوبت مواد قابل اشتعال و تراکم آن است (1999, Neary et al.). دمای رسیده در طول آتش سوزی بر تغییرات شیمیایی که pH خاک، رطوبت و غلظت مواد غذایی کنترل می کند، تأثیر می گذارد (2008, Hamman et al.).

آتش سوزی در شمال ایران معمولاً در پاییز رخ می دهد وقتی لاشبرگ کف جنگل خشک می شود و بادهای گرم و خشک پیک دوره کوتاه از خشکسالی را سبب می شوند. این آتش سوزی ها عمدتاً سطحی



شکل ۱- نقشه مناطق مورد مطالعه

این منطقه در واقع قدیمی‌ترین قطعات جنگلکاری استان بوده که طی زمان‌های گذشته چندین مورد قطع، بهره‌برداری و مجدداً جنگلکاری گردیده است به‌طوری‌که حدود ۲۵ سال پیش قسمت اعظم منطقه طرح پوشیده از سوزنی برگان دست کاشت بوده و در سال‌های اخیر نیز قسمتی از گون‌های دست کاشت به سن بهره‌برداری رسیده و از طریق اداره کل منابع طبیعی استان گیلان قطع گردیده و جنگلکاری شده است. برداشت اطلاعات صحرائی در این مقاله در تیر ماه سال ۱۳۸۹ انجام گرفت است.

جهت انجام این تحقیق در سه منطقه از این جنگلها نمونه برداری صورت گرفت که همگی آنها جزء جنگلها دست کاشت سوزنی برگ بوده اند. توده‌های انتخاب شده در نزدیکی بکدیگر می باشند و از نظر سن و فاصله کاشت و سایر شرایط در وضعیت تقریباً مشابه قرار دارند. منطقه کشل ورزل که ۷ بار دچار حریق شده است. منطقه موشنگاه که ۳ بار دچار حریق شده است. منطقه کچا به عنوان منطقه شاهد که هیچ آتش سوزی در آن رخ نداده است. در تمام موارد در مناطق مورد مطالعه حریق تقریباً ۹۰ درصد سطح و در مواردی تمام سطح را سوزانده است.

جدول ۱- زمان وقوع و نوع آتش سوزی ها

منطقه	۱۳۷۷	۱۳۷۸	۱۳۷۹	۱۳۸۰	۱۳۸۱	۱۳۸۲	۱۳۸۳	۱۳۸۴	۱۳۸۵	۱۳۸۶	نوع حریق	جمع کل آتش سوزی ها
کشل ورزل	تیرماه	تیر ماه	-	شهریورماه	-	شهریورماه	-	خرداد ماه	شهریورماه	تیر ماه	سطحی	۷
موشنگاه	-	تیر ماه	-	-	-	شهریورماه	-	شهریورماه	-	-	سطحی	۳
کچا	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	۰

توجه به نرمال بودن داده ها از آنالیز واریانس یک طرفه برای بررسی اختلاف خصوصیات خاک بین مناطق مورد مطالعه استفاده شد. برای مقایسه میانگین (خصوصیات فیزیکی و شیمیایی) بین مناطق مورد مطالعه از آزمون دانکن در سطح ۰/۰۵ ($p \leq 0.05$) استفاده گردید و نتایج آن بر روی نمودارهای مربوطه مشخص شد.

نتایج

خصوصیات شیمیایی

اسیدیته: نتایج حاصل از آزمایش pH نشان داد که بیشترین مقدار pH فعال را در توده هفت بار آتش سوزی شده (کشل ورزل) و کمترین مقدار آن مربوط به توده شاهد (کچا) است. براساس تجزیه و تحلیل آماری بین توده بدون آتش سوزی (کچا) با توده هفت بار آتش سوزی شده (کشل ورزل) و سه بار آتش سوزی شده (موشنگاه) اختلاف معنی داری وجود دارد اما بین توده سه بار آتش سوزی شده و توده بدون آتش سوزی اختلاف معنی داری مشاهده نشد (شکل ۲). هدایت الکتریکی: شکل ۳ نشان دهنده تغییرات هدایت الکتریکی در نواحی مورد مطالعه می باشد. در این شکل ملاحظه می شود که با افزایش تعداد آتش سوزی میزان هدایت الکتریکی افزایش می یابد و بیشترین مقدار هدایت الکتریکی در توده هفت بار آتش سوزی شده (کشل ورزل) و کمترین آن در توده بدون آتش سوزی (کچا) وجود دارد اما بین مناطق مورد مطالعه از نظر آماری اختلاف معنی داری وجود ندارد.

درصد ازت کل: براساس نتایج حاصل از آزمایش بیشترین درصد ازت خاک در توده سه بار آتش سوزی شده (موشنگاه) و کمترین درصد آن در توده بدون آتش سوزی (کچا) وجود دارد. بر اساس تجزیه و

روش نمونه برداری: با توجه به آتش سوزی های حادث شده و وسعت مناطق، دقت آمار برداری و هزینه های انجام طرح در هر منطقه از روش تصادفی سیستماتیک با ابعاد شبکه ۲۰۰ × ۱۰۰ متر انجام شد. بر این اساس در هر منطقه ۲۵ قطعه نمونه تعیین شد. در هر قطعه نمونه سه نمونه خاک از عمق ۳۰-۰ سانتی متر برداشت شده و در نهایت یک نمونه ترکیبی برای هر قطعه نمونه برداشت شده در مجموع ۷۵ نمونه جهت انجام آزمایش به آزمایشگاه منتقل شد.

اندازه گیری خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک: نمونه های خاک تهیه شده از هر پروفیل پس از ارسال به آزمایشگاه، ابتدا در محیط آزمایشگاه (حرارت و رطوبت محیط آزمایشگاه) خشک و پس از کوبیده شدن از الک دو میلی متری استاندارد (به استثناء مقداری از خاک های تهیه شده جهت تعیین وزن مخصوص) عبور داده شدند و بدین ترتیب هر یک از نمونه ها برای انجام آزمایشات آماده گردیدند. در آزمایشگاه، مهمترین خصوصیات فیزیکی این نمونه های خاک شامل بافت خاک به روش هیدرومتری بایکاس، وزن مخصوص ظاهری به روش کلوخه، درصد رطوبت اشباع به روش گل اشباع اندازه گیری شد. pH به روش پتانسیل متری در آب، نیتروژن کل به روش کجلدال، کربن آلی به روش والکلی و بلک، کلسیم و منیزیم به روش کمپلکسومتری، فسفر قابل جذب به روش اولسن، پتاسیم قابل جذب از روش عصاره گیری با استات آمونیوم یک مولار (Salehi et al., 2011) اندازه گیری شد.

تجزیه و تحلیل آماری: برای تجزیه و تحلیل داده ها از برنامه اکسل و نرم افزار SPSS 16 استفاده شد. نرمال بودن داده ها در هر یک از مناطق با استفاده از آزمون کولموگروف- اسمیرنوف بررسی گردید. با

هفت بار دچار آتش سوزی شده اختلاف معنی داری مشاهده می شود اما بین توده هفت بار آتش سوزی شده و بدون آتش سوزی اختلاف معنی داری مشاهده نمی شود (شکل ۸).

خصوصیات فیزیکی

وزن مخصوص ظاهری: بر اساس نتایج حاصل از آزمایش بیشترین مقدار وزن مخصوص مربوط به منطقه کچا (بدون آتش سوزی) و کمترین مقدار آن در توده موشنگاه (سه بار آتش سوزی شده) است. بر اساس تجزیه و تحلیل آماری بین توده های مورد نظر اختلاف معنی داری وجود ندارد (شکل ۹).

بافت خاک: نتایج حاصل نشان داد که مقدار شن در منطقه کشل ورزل (هفت بار آتش سوزی شده) بیشتر از دو منطقه موشنگاه (سه بار آتش سوزی شده) و کچا (بدون آتش سوزی) است. بر اساس تجزیه و تحلیل آماری بین منطقه کشل ورزل و دو منطقه دیگر تفاوت معنی داری وجود دارد اما بین منطقه کچا و موشنگاه تفاوت معنی دار نیست هر چند مقدار آن در موشنگاه بیشتر است (شکل ۱۰).

در مورد سیلت نتایج نمایانگر این است که مقدار آن در توده کشل ورزل (هفت بار آتش سوزی شده) کمتر از دو منطقه دیگر بوده و از لحاظ آماری این اختلاف معنی دار است اما تفاوت بین دو توده موشنگاه و کچا معنی دار نیست (شکل ۱۱).

در رابطه با مقدار رس آزمایش نشان داد که اختلاف معنی داری بین سه منطقه فوق وجود ندارد هر چند بیشترین مقدار رس مربوط به توده بدون آتش سوزی یا کچا است (شکل ۱۲).

درصد رطوبت اشباع: در ارتباط با عامل درصد رطوبت اشباع بیشترین مقدار آن مربوط به توده بدون آتش سوزی (کچا) و کمترین مقدار آن مربوط به توده هفت بار آتش سوزی شده (کشل ورزل) است. با توجه به نتایج به دست آمده بین سه توده هفت بار دچار حریق شده، سه بار دچار حریق شده و بدون حریق شده و بدون آتش سوزی معنی داری وجود دارد (شکل ۱۳).

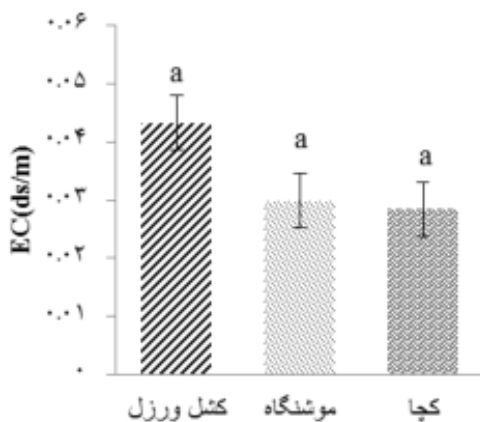
تحلیل آماری بین توده سه بار آتش سوزی شده (موشنگاه) با توده های بدون آتش سوزی (کچا) و هفت بار آتش سوزی شده (کشل ورزل) از نظر آماری اختلاف معنی داری وجود دارد اما بین توده هفت بار آتش سوزی شده با توده بدون آتش سوزی اختلاف معنی داری وجود ندارد (شکل ۴).

فسفر قابل جذب: بر اساس نتایج حاصل از آزمایش بیشترین مقدار فسفر قابل جذب در توده هفت بار آتش سوزی شده (کشل ورزل) و کمترین مقدار آن در توده بدون آتش سوزی (کچا) مشاهده می شود. بر اساس تجزیه و تحلیل آماری بین توده هفت بار دچار حریق شده (کشل ورزل) با توده بدون حریق (کچا) از این نظر اختلاف معنی داری وجود دارد اما بین توده سه بار آتش سوزی شده و توده بدون آتش سوزی اختلاف معنی داری وجود ندارد (شکل ۵).

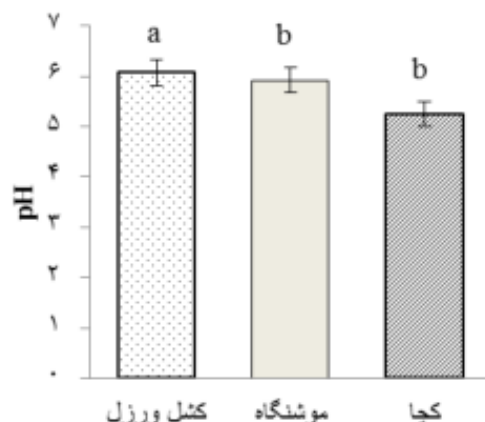
CO₂: بر اساس نتایج حاصل از آزمایش بیشترین مقدار CO₂ در توده بدون آتش سوزی (کچا) و کمترین مقدار آن در توده سه بار آتش سوزی (موشنگاه) دیده می شود. بر اساس تجزیه و تحلیل آماری بین توده های بدون آتش سوزی (کچا) با توده های هفت بار آتش سوزی شده (کشل ورزل) و سه بار آتش سوزی شده (موشنگاه) اختلاف معنی داری در سطح ۰/۰۵٪ ($p \leq 0.05$) در سطح وجود ندارد (شکل ۶).

پتاسیم قابل جذب: بر اساس نتایج حاصل از آزمایش بیشترین مقدار پتاسیم قابل جذب در توده هفت بار آتش سوزی شده (کشل ورزل) و کمترین مقدار آن در توده بدون آتش سوزی (کچا) مشاهده می شود. بر اساس تجزیه و تحلیل آماری بین توده هفت بار دچار حریق شده (کشل ورزل) با توده بدون حریق (کچا) و سه بار دچار حریق شده (موشنگاه) از این نظر اختلاف معنی داری وجود دارد (شکل ۷).

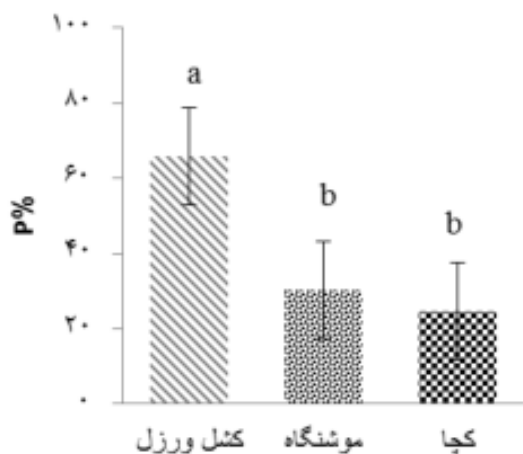
کربن آلی: بر اساس نتایج حاصل از آزمایش، کربن آلی در توده سه بار آتش سوزی شده (موشنگاه) دارای بیشترین مقدار و در توده بدون آتش سوزی (کچا) دارای کمترین مقدار است. بر اساس تجزیه و تحلیل آماری بین توده سه بار آتش سوزی شده با توده بدون آتش سوزی و



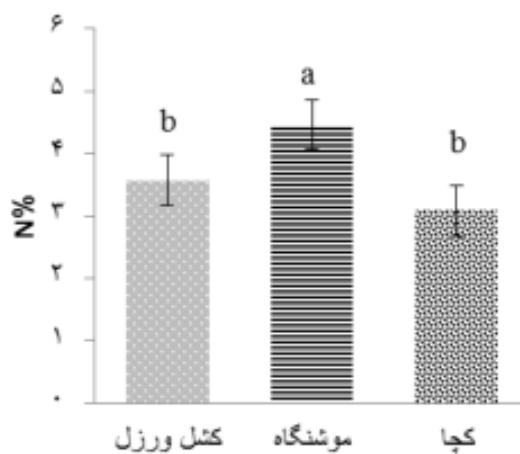
شکل ۳- هدایت الکتریکی در مناطق مورد مطالعه



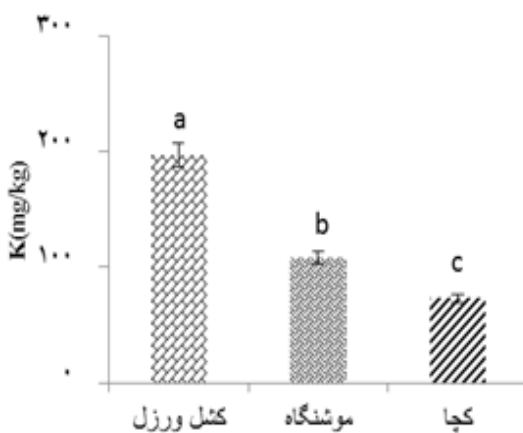
شکل ۲- مقدار pH در مناطق مورد مطالعه



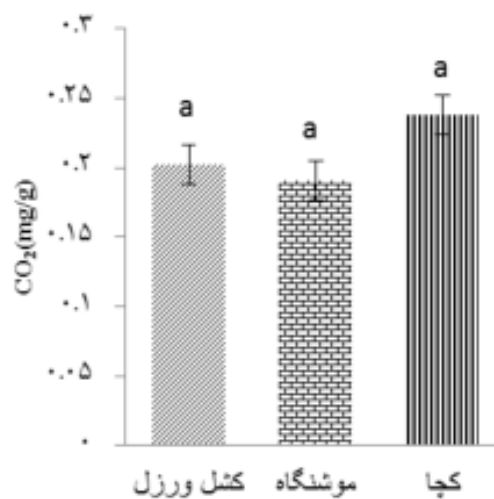
شکل ۵- مقدار فسفر در مناطق مورد مطالعه



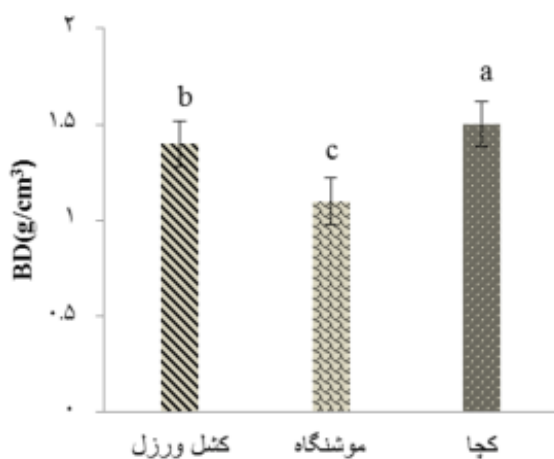
شکل ۴- مقدار ازت در مناطق مورد مطالعه



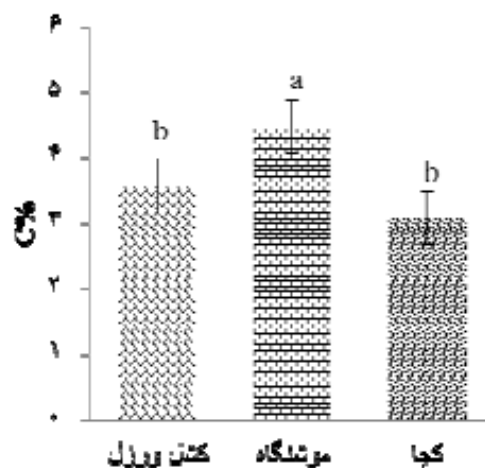
شکل ۷- مقدار پتاسیم در مناطق مورد مطالعه



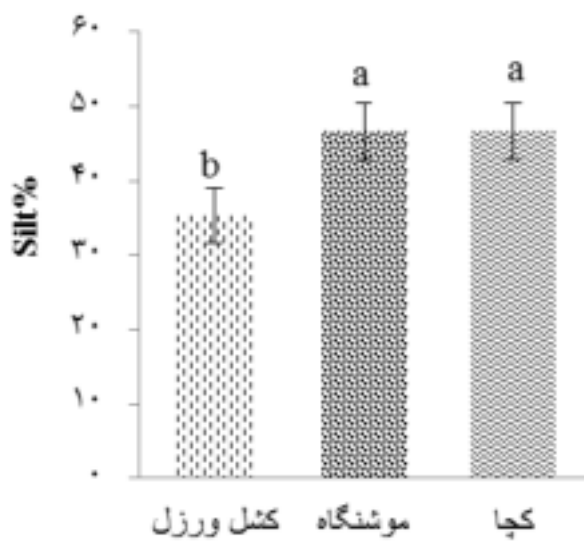
شکل ۶- مقدار CO₂ در مناطق مورد مطالعه



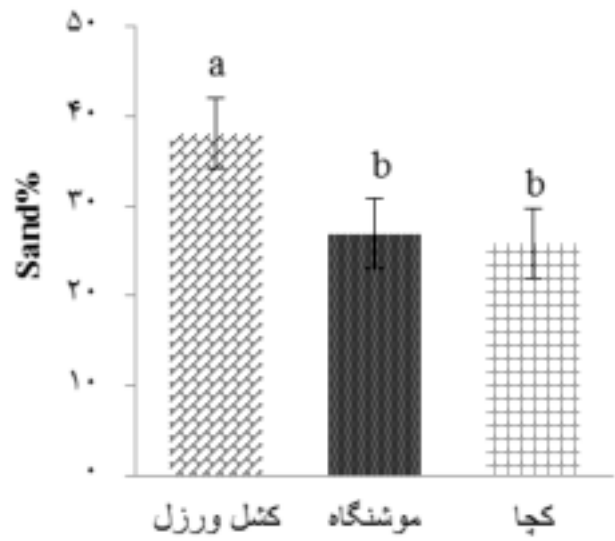
شکل ۹- وزن مخصوص ظاهری در مناطق مورد مطالعه



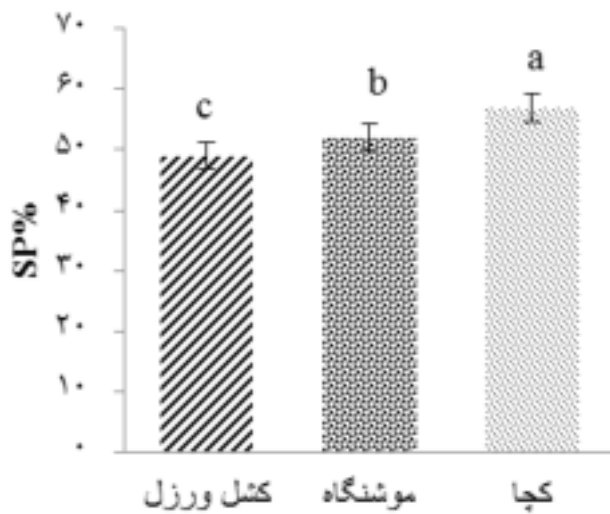
شکل ۸- مقدار درصد کربن آلی در مناطق مورد مطالعه



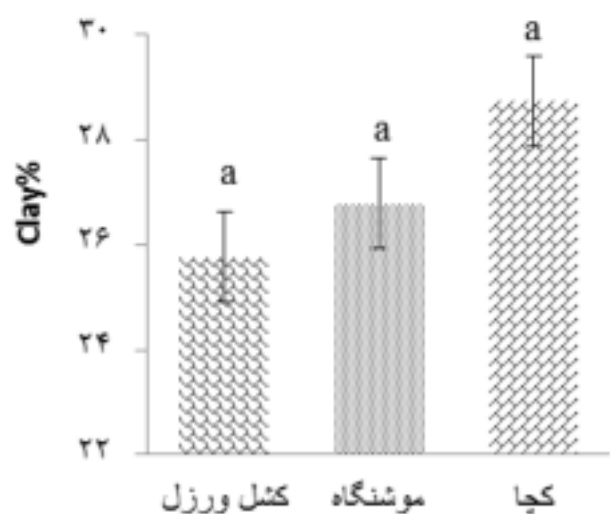
شکل ۱۱- مقدار سیلت در مناطق مورد مطالعه



شکل ۱۰- مقدار شن در مناطق مورد مطالعه



شکل ۱۳- مقدار درصد رطوبت اشباع در مناطق مورد مطالعه



شکل ۱۲- مقدار رس در مناطق مورد مطالعه

در جنگلهای کاج- بلوط قطعات سوخته‌ای که ۱-۲ سال در تابستان سوخته‌اند pH بالاتری نسبت به مناطق نسوخته و شاهد دارند این نشان می‌دهد که تکرار سالانه سوختن زیر آشکوب و درختچه‌ها در جنگل تغییر محسوسی در خصوصیات خاک ایجاد می‌کند. نتیجه مشابه در جنگل‌های کاج پاندروسا نیز بدست آمده است (Gundal et al, 2005, Hatten et al, 2005). بطور کلی انتظار می‌رود که بعد از سوختن pH خاک افزایش یابد (Gil et al, 2010, Banj-Shafiei در سال 2010 نیز نشان دادند که در منطقه سوخته میزان pH بیشتر از منطقه کنترل بوده است. Boland-Hemmat

بحث

در بیشتر مطالعات انجام شده افزایش اسیدیته خاک تحت تاثیر آتش سوزی تایید شده است. در منطقه مورد مطالعه با افزایش آتش سوزی میزان pH خاک بطور معنی داری افزایش یافت. دلیل این امر می‌تواند سوختن مواد آلی تجمع یافته در کف جنگل باشد که باعث آزاد شدن مقدار زیادی کاتیون بازی می‌گردد. Giacomo (2005) اعلام کرد که افزایش pH بعد از آتش سوزی به علت آزاد شدن کاتیون‌های قلیایی مانند کلسیم، منیزیم، پتاسیم و سدیم از مواد آلی خاک است. Neill و همکاران در سال ۲۰۰۷ بیان کردند که

عناصر مانند نیتروژن، سدیم و آهن تغییر معنی‌داری ایجاد نمی‌کند. (Carleton et al, ۲۰۰۰, Dale et al, ۲۰۰۲).

پتاسیم یکی از عناصر پر مصرف گیاه است. خاکهای جنگل‌های ایران اکثراً از نظر پتاس قوی هستند. با توجه به اینکه کاتیون بوده در سطح خارجی ورقه‌های رس جذب می‌شود و کمبود آن موجب زرد و چروکیده شدن برگ درختان می‌شود (Yousefi-Barforoush, ۲۰۰۷). نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل نشان داد که آتش‌سوزی باعث افزایش معنی‌دار میزان پتاسیم خاک منطقه شد. Aref و همکاران (۲۰۱۱) در تحقیق خود مشاهده کرد که مقدار پتاسیم پس از آتش‌سوزی افزایش یافته است. Kavianpour و همکاران (۲۰۱۱) در تحقیق خود مشاهده کردند که میزان پتاسیم پس از آتش‌سوزی افزایش می‌یابد.

آتش‌سوزی در ابتدا باعث افزایش مقدار کربن در مناطق سوخته شد. این مسئله شاید به علت کاهش میزان معدنی شدن از طریق کاهش فعالیت‌های بیولوژیکی از طریق تجزیه مواد هوموسی و غیر هوموسی و همچنین اتصال کربن آلی با مواد معدنی باشد (Certini, ۲۰۰۵). ولی با افزایش تعداد آتش‌سوزی، مقدار آن کاهش یافت. آتش‌سوزی باعث سوختن یا حذف کامل مواد آلی خاک می‌شود (Simard et al, ۲۰۰۱). Neff و همکاران (۲۰۰۵) در تحقیق خود در آلاسکای آمریکا کاهش معنی‌دار کربن در منطقه سوخته پس از آتش‌سوزی‌های مکرر را مشاهده کردند. Alauzis Victoria و همکاران (۲۰۰۴) اعلام کردند که آتش‌سوزی باعث کاهش کربن در درازمدت می‌شود. Bastias Brigitte و همکاران (۲۰۰۶) در تحقیقات خود در شرق استرالیا و Christie و York (۲۰۱۰) در ملبورن استرالیا مشاهده کردند که آتش‌سوزی‌های مکرر باعث کاهش میزان کربن آلی می‌شود.

منظور از بافت خاک و تعیین آن، تعیین درصد ذرات در بخش نرم خاک است. بر اساس نتایج و با توجه به مثلث بافت خاک، بافت خاک لومی تشخیص داده شد. آتش‌سوزی باعث تغییر بافت خاک نمی‌شود. معمولاً طبقه بافتی خاک توسط سوختن تحت تاثیر قرار نمی‌گیرد (Rastad, ۲۰۰۹). در منطقه سوخته محتوای شن بیشتر و سیلت کمتر بود ولی از نظر رس اختلافی وجود نداشت. به نظر می‌رسد آتش‌سوزی تاثیری در بافت خاک نداشته باشد و اختلاف مشاهده شده برگرفته از عوامل دیگری باشد که مورد توافق بسیاری از مطالعات دیگر می‌باشد. برای تغییر بافت خاک نیاز به یک پروسه زمانی طولانی و ثانیا نیاز به دمای بسیار زیاد است (Ketterings et al, ۲۰۰۰). Arc و همکاران (۲۰۰۹) اعلام کردند که آتش‌سوزی نقش زیادی در تغییر بافت خاک ندارد.

درصد رطوبت اشباع به عنوان شاخص توزیع بافت خاک و همچنین جنس کانیهای خاک در نظر گرفته شده است که نشان دهنده سبکی و یا سنگینی بافت خاک و شاخص ظرفیت نگهداری آب بوسیله خاک است. می‌توان اینگونه بیان کرد که افزایش آتش‌سوزی و حذف پوشش گیاهی باعث از دست رفتن رطوبت زیادی از خاک می‌شود که می‌تواند خسارت زیادی به همراه داشته باشد (Blanco-Cangui & Lal, ۲۰۰۹). Graned و همکاران در

سال ۲۰۱۰ و Molavi and Bagher-Nezhad در سال ۲۰۰۹ به نتیجه مشابه دست یافتند.

در مورد هدایت الکتریکی، بر اساس نتایج بدست آمده مقدار EC در مناطق مورد مطالعه افزایش معنی‌داری نیافته است اما در توده هفت بار آتش‌سوزی شده (کشل ورزل) بیشتر از بقیه بوده است. در منطقه سوخته همواره میزان هدایت الکتریکی بیشتر از منطقه کنترل است که علت آن رها شدن یونهای معدنی مختلف حاصل از سوختن موارد آلی است (Certini, ۲۰۰۵). مقدار تغییرات EC بعد از آتش‌سوزی بسته به شدت سوختن متفاوت است (Natario del Pino et al, ۲۰۰۸). Ahrsaji و همکاران (۲۰۱۱) در تحقیق در استان گلستان به این نتیجه رسیدند که آتش‌سوزی تاثیری بر EC خاک ندارد.

ازت بدون شک مهمترین عنصر در ارتباط با خاک است که گیاه به آن احتیاج دارد. ازت جزء عناصر پر مصرف محسوب می‌شود و بیشترین تاثیر را در ارتباط با بخش‌های رویشی گیاه دارد و کمبود آن روی برگها تاثیر می‌گذارد. مهمترین منبع تولید ازت در خاک مواد آلی است (Yousefi-Barforoush, ۲۰۰۷). در تحقیق حاضر، آتش‌سوزی باعث افزایش مقدار ازت در مناطق سوخته شد ولی با افزایش تعداد آتش‌سوزی مقدار آن کاهش یافت. نیتروژن موجود در مواد آلی خاک به فرم‌های معدنی یعنی به صورت آمونیوم و نترات تغییر شکل پیدا می‌کند و به طبقات پایین تر خاک آبشویی می‌شود این در حالی است که از کل نیتروژن خاک و مواد آلی کاسته می‌شود (Weston & Attiwill, ۱۹۹۶). Neill و همکاران در سال ۲۰۰۷ به این نتیجه رسیدند که سوختن تابستانه نیتروژن آلی خاک را ۲۰ تا ۳۷ درصد کاهش می‌دهد که با توجه به جدول شماره ۱ چون در منطقه کشل ورزل آتش‌سوزی‌های تابستانه زیاد است این امر می‌تواند دلیلی برای کمتر بودن ازت در این منطقه نسبت به منطقه موشنگاه باشد. Bastias Brigitte و همکاران (۲۰۰۶) در تحقیقات خود در شرق استرالیا مشاهده کردند که آتش‌سوزی‌های مکرر باعث کاهش میزان N می‌شود. Aref و همکاران (۲۰۱۱) و Neff و همکاران (۲۰۰۵) در تحقیقات خود کاهش ازت پس از آتش‌سوزی را مشاهده کردند.

فسفر جزء عناصر پر مصرف و اصلی مورد نیاز گیاه می‌باشد که در صورت مناسب بودن مقدار آن باعث شادابی برگ درختان می‌شود. بر اساس نتایج حاصل از تحقیق آتش‌سوزی باعث افزایش میزان فسفر در مناطق سوخته می‌شود و در منطقه هفت بار آتش‌سوزی شده این مقدار اختلاف معنی‌داری با دو منطقه دیگر دارد اما بین منطقه سه بار آتش‌سوزی شده با منطقه بدون آتش‌سوزی از این نظر اختلاف معنی‌دار نیست. تغییرات اسیدیته به طرف خنثی حاصل از آتش‌سوزی بر حضور فسفر اثر مثبت دارد پس آتش‌سوزی در افزایش فسفر قابل جذب موثر است (Serrasolsas & Khanna, ۱۹۹۵). Aref و همکاران (۲۰۱۱) در تحقیق خود مشاهده کرد که مقدار فسفر پس از آتش‌سوزی افزایش یافته است. Cade-Menun و همکاران (۲۰۰۰) نیز در تحقیق خود به نتیجه مشابهی دست یافتند. آتش‌مقادیر فسفر، پتاسیم و کلسیم را افزایش می‌دهد ولی در برخی

- resources, Gorgan, Iran.
2. Are, K.S., Oluwatosin, G.A., Adeyolanu, O.D., Oke, A.O., 2009. Slash and burn effect on soil quality of an Alfisol: Soil physical properties. *Soil & Tillage Research* 10-4 :103
 3. Aref, I.M., El Atta, H.A. and Al Ghamde, A.R.M., 2011. Effect of forest fires on tree diversity and some soil properties. *International Journal of Agriculture & Biology*, 664-659 :13.
 4. Arocena, J.M., Opio, C., 2003. Prescribed fire-induced changes in properties of sub-boreal forest soils. *Geoderma* 16-1 ,113.
 5. Banj Shafiei, A., Akbarinia, M., Jalali, G., Hosseini, M., 2010. Forest fire effects in beech dominated mountain forest of Iran. *Forest Ecology and Management* 2196-2191 ,259.
 6. Banj-shafiei, A., Akbarinia, M., Azizi, P., Eshaghirad, J., 2010. Effect of fire on chemical properties in north of Iran. *Forest and Poplar Research* 379-365 :(3)18.
 7. Blanco-Canqui, H., Lal, R., (2009). Extent of soil water repellency under long-term no-till soils. *Geoderma Vol*, 180-171 :149.
 8. Boland-Hemat, A., Akbarinia, M., BanjOshafiei, A., 2010. Fire effect on soil chemical properties in Marivan forest. *Forest and Poplar Research* :(2)18 218-205.
 9. Brigitte A. Bastias, B.A., Huang, Z.Q., Blumfield, T., Xub, Z., Cairney, J.W.G., 2006. Influence of repeated prescribed burning on the soil fungal community in an eastern Australian wet sclerophyll forest. *Soil Biology and Biochemistry* 3501-3492 :(12)38.
 10. Bruhjell, D., and Tegart, G., 2001. Fire effect on soil. Ministry of Agriculture, Food and Fisheries:108 p.
 11. Cade-Menun, B.J., S.M. Berch, C.M. Preston and L.M. Lavkulich, 2000. Phosphorus forms and related soil chemistry of Podzolic soils on northern Vancouver Island. II. The effects of clear-cutting and burning. *Canadian J. For. Res.*, 1741-1726 :30
 12. Carleton S. W. & S.R. Loftin, (2000). Response of 2 semiarid grasslands to cool-season prescribed fire. *J. Range Manage*, Vol, 61-53:52.
 13. Certini, G., (2005). Effects of fire on properties

سال ۲۰۱۱ عنوان کردند که رطوبت خاک بعد از آتش سوزی به میزان ۴۴ درصد کاهش می یابد. Bruhjell & Tegart (۲۰۰۱) در تحقیقات خود مشاهده کردند که پس از آتش سوزی، افزایش میزان مواد آلی بستگی به محتوای رطوبت خاک دارد و در صورتی که میزان رطوبت خاک فراهم باشد، آتش سوزی باعث افزایش فعالیت موجودات ذره بینی خاک شده که این امر موجب افزایش مواد آلی خاک می شود.

بر طبق نتایج بدست آمده بیشترین وزن مخصوص ظاهری مربوط به توده بدون آتش سوزی و کمترین مربوط به توده سه بار آتش سوزی شده می باشد که علت آن می تواند کم بودن ماده آلی در منطقه بدون آتش سوزی باشد که با وزن مخصوص رابطه عکس دارد. Hubbert و همکاران در سال ۲۰۰۶ گزارش کردند که وزن مخصوص ظاهری در خاک معدنی بعد از آتش سوزی کاهش می یابد. Giovannini در سال ۱۹۹۸ به این نتیجه رسید که تخریب خاکدانه های خاک و مواد آلی موجب افزایش وزن مخصوص ظاهری میشود. علت بیشتر بودن وزن مخصوص ظاهری در منطقه بدون آتش سوزی را می توان اینگونه بیان کرد که با توجه به اینکه وزن مخصوص با میزان کربن آلی رابطه عکس دارد این مقدار در توده بدون آتش سوزی بیشترین است. همچنین وزن مخصوص ظاهری می تواند از رابطه ظرفیت نگهداری آب بر درصد رس و سیلت بدست آید که با توجه به ظرفیت نگهداری بیشتر آب در منطقه کچا و یکسان بودن بافت خاک در مناطق مورد مطالعه میزان وزن مخصوص در منطقه کچا بیشترین بوده است.

می توان عنوان کرد که آتش موجب افزایش مواد معدنی و عناصری چون ازت، فسفر، پتاسیم و کربن آلی می شود و به دلیل حضور کاتیونهایی چون پتاسیم در خاک میزان pH خاک نیز افزایش پیدا می کند. هدایت الکتریکی نیز به همین دلیل افزایش می یابد. وزن مخصوص ظاهری خاک به علت زیاد بودن مواد آلی در منطقه سوخته شده کمتر است. بر طبق موارد بالا آتش سوزی بر روی خواص شیمیایی خاک اثرات مثبتی را به جا می گذارد ولی بر روی خواص فیزیکی اثر مثبتی را به همراه نداشته است. صرفا به علت افزایش مواد معدنی در خاک به علت آتش سوزی نمی توان آتش سوزی کنترل شده را در مناطق جنگلکاری شده بخصوص با سوزنی برگان پیشنهاد داد زیرا بر طبق نتایجی که محققان مختلف بدست آورده اند افزایش این عناصر و مواد معدنی در خاک موقتی بوده و بعد از مدت کوتاهی دوباره به حالت قبل بر می گردد همچنین سوزنی برگان به علت وجود رزین و تانن موجود در سوزنها که بصورت لاشبرگ در سطح جنگل ریخته شده است قابلیت اشتعال داشته و نمی توان به راحتی آتش سوزی آنها را کنترل کرد.

منابع مورد استفاده

1. Ahrsaji, Gh., Hosseini, S.A., Amiri, Sh., Akbarpour, H., 2011. Prescribed fire effect on some soil factors and *Bothriochloa ischaemum* species. International conference of fire in natural

23. Gundale, M.J., DeLuca, T.H., Fiedler, C.E., Ramsey, P.W., Harrington, M.G., Gannon, J.E., 2005. Restoration treatments in a Montana ponderosa pine forest: effects on soil physical, chemical and biological properties. *For. Ecol. Manage.* 38–25 ,213.
24. Hamman, S.T., Burke, I.C., Knapp, E.E., 2008. Soil nutrients and microbial activity after early and late season prescribed burns in a Sierra Nevada mixed conifer forest. *Forest ecology and management* 374-367 :256.
25. Hatten, J., Zabowski, D., Scherer, G., Dolan, E., 2005. A comparison of soil properties after contemporary wildfire and fire suppression. *For. Ecol. Manage.* 241–227 ,220.
26. 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* Vol, 298-284 :130
27. Jazirei, M.H., 2005. *Forest Protection*. Tehran University Press. 231p.
28. Kavianpour, H., Jafarian, Z., Esmaili-ouri, A., Kavian, A.A., 2011. Fire effect on soil nutrient. *International conference of fire in natural resources*, Gorgan, Iran.
29. Ketterings, Q. M. and Bigham. J. M., 2000. Soil color as an indicator of slash-and-burn fire severity and soil fertility in Sumatra, Indonesia. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 1833-64:1826.
30. MacKenzie, M.D., DeLuca, T.H., Sala, A., 2004. Forest structure and organic horizon analysis along a fire chronosequence in the low elevation forests of western Montana. *For. Ecol. Manage.* 343–333 ,203.
31. Molavi, R., Baghernezhad, M., Adhami, E., 2009. Forest fire effect and plant burning on soil physico-chemical of superficial layers. *Sciences and Technology of agriculture and natural resources* 110-99)13).
32. Neff, J.C., Harden, J.W. and Gleixner, G., 2005. Fire effects on soil organic matter content, composition and nutrients in boreal interior Alaska. *Canadian J. For. Res.*, 2187–2178 :35.
- of forest soils: a review. *Oecologia*, Vol, 143 No.:1 10-1.
14. Certini, G., 2005. Effect of fire on properties of forest soils: a review. *Oecologia* 10-1 :143.
15. CHRISTIE, F.J., YORK, A., 2010. The effects of frequent burning on nutrient cycling and insect herbivory: implications for forest health. In *Proceeding: Tassie-Fire*, Melbourne, Australia, 6pp.
16. Clvo, L., Santalla, S., Marcos, E., Valbuena, L., Tarrega, R. and Luis, E., 2003; Regeneration after wildfire in communities dominated by *Pinus pinaster*, an obligate seeder, and in others dominated by *quercus pyrenaica*, a typical resprouter. *Forest Ecology and Management.* 223-184:209
17. Dale G. Brockway, R.G. Gatewood & R.B. Paris. (2002). Restoring fire as an ecological process in short grass prairie ecosystems: initial effects of prescribed burning during the dormant and growing seasons. *J. Environmental Management*, Vol, 152-65:135
18. Duran, J., Rodriguez, A., Fernandez-Palacios, J.M., Gallardo, A., 2008. Change in soil N and P availability in a *pinus canariensis* fire chronosequence. *Forest ecology and management* 387-384 :256.
19. Giacomo, C., 2005. Effects of fire on properties of forest soils: a review. *Oecologia*, 10–1 :143
20. Gil, J., Zavala, L.M., Bellinfante, N., Jordán, A., 2010. Acidez y capacidad de intercambio catiónico en los suelos afectados por incendios. Métodos de determinación e interpretación de resultados. In: Cerdà, A., Jordán, A. (Eds.), *Actualización en métodos y técnicas para el estudio de los suelos afectados por incendios forestales*. Càtedra de Divulgació de la Ciència, Universitat de València, FUEGORED 2010, Valencia, pp. 348–327.
21. Giovannini, G., Lucchesi, S., Giachetti, M., (1988). Effects of heating on some physical and chemical parameters related to soil aggregation and erodibility. *Soil Science* Vol, 261-255 :146
22. Granged, A. Zarala, L. ordan, A. Moreno, G. m2011. Post fire evolution of soil properties and vegetation cover in mediterranean heathland after experimental burning: a -3years study. *Geoderma* 94-85 :164

- Waldrop, T.A., 2004. Preliminary effects of prescribed burning and thinning as fuel reduction treatments on the Piedmont soils of the Clemson Experimental Forest. In: Conner, K.F. (Ed.), Proceedings of the 12th Biennial Southern Silvicultural Conf., Gen. Tech. Rep. SRS71-, US Dept. Agric., Forest Service, Southern Research Station, Ashville, NC, pp 38-35.
40. Simard, D.G., J.W. Fyles, D. Pare and T. Nguyen, 2001. Impacts of clear cut harvesting and wildfire on soil nutrient status in the Quebec boreal forest. Canadian J. Soil Sci., 237-229 :81
41. Victoria Alauzis, M., Mazzarino, M.J., Raffaele, E. and Roselli, L. 2004. Wildfires in NW Patagonia: long-term effects on a Nothofagus forest soil. Forest ecology and management. (:192 142-131.
42. Wan, S., Hui, D. and Luo, Y., 2001. Fire effects on nitrogen pools and dynamics in terrestrial ecosystems: a meta-analysis. Ecol. Appl., :11 1365-1349.
43. Weston, C.J. and Attiwill, P.M., (1996). Clearfelling and burning effects on nitrogen mineralization and eaching in soils of old-age Eucalyptus regnans lforests. Forest Ecology and Management, Vol,89, No,24-1:13.
44. Yousef-Barforoush, A., 2007. Lab indices in soil evaluation in forest site. Forest and Rangeland 93-77:79.
33. Neill, C. Patterson, W. Crary, D., (2007). Responses of soil carbon, nitrogen and cation to the frequency and seasonality of prescribed burning in a Cape Cod oak- pine forest, forest ecology and management Vol, 243-234 :250
34. Notario del Pino, J., Dorta Almenara, I., Rodríguez Rodríguez, A., Arbelo Rodríguez, C., Navarro Rivero, F.J., Mora Hernández, J.L., Armas Herrera, C.M., Guerra García, J.A.2008. Analysis of the 1:5 soil: water extract in burnt soils to evaluate fire severity.
35. Rastad, H., 2009. Fire effect on soil physical and chemical factors and regeneration in Taeda plantation in Guilan forest. M.Sc. Dissertation. Guilan University, 94p.
36. Salehi, A., Mohammadi, A., Safari, A., 2011. Study and comparison of soil properties in degraded and un-degraded forests in Zagros. Case study: Poldokhtar. Forest 89-81 :(1)3.
37. Scott, A.C. and Glasspool, I.J., 2006. The diversification of Paleozoic fire systems and fluctuations in atmospheric oxygen concentration. Proceeding of the National Academy of Sciences, USA, 10865-10861 :103.
38. Serrasolsas, I. and Khanna, P.K., (1995). Changes in heated and autoclaved forest soils of S.E. Australia. II. Phosphorus and phosphatase activity. Biogeochemistry, Vol, 29, No, 41-25 :1.
39. Shelburne, V.B, Boyle, M. F., Lione, D.J.,

■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■