

اثر آتش‌سوزی بر برخی ویژگیهای شیمیایی خاک در جنگلهای بلوط مریوان

ابراهیم همت‌بلند^{۱*}، مسلم اکبری‌نیا^۲ و عباس بانج شفیعی^۳

*- نویسنده مسئول، کارشناس ارشد جنگل‌داری، اداره حفاظت محیط زیست کامیاران. پست الکترونیک: hemmatboland@yahoo.com

۲- دانشیار، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس، نور.

۳- استادیار، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه ارومیه.

تاریخ دریافت: ۸۷/۴/۲۳ تاریخ پذیرش: ۸۸/۴/۲۲

چکیده

بسیاری از ویژگیهای فیزیکی، شیمیایی، معدنی و بیولوژیکی خاک تحت تأثیر آتش‌سوزی تغییر می‌نماید. آتش‌سوزی در جنگلهای بلوط مریوان یکی از عوامل بسیار مهم تخریب جنگلها بوده، به‌طوری که سالانه مساحت قابل‌توجهی از این جنگلها دستخوش حریق می‌شود و با توجه به شدت آتش‌سوزی اثرات متفاوتی بر شرایط اکولوژیکی محیط تحمیل می‌گردد. نظر به این که خاک به‌عنوان بستر رشد و زادآوری جنگل محسوب می‌گردد، بنابراین بررسی اثر آتش‌سوزی بر خصوصیات خاک دارای اهمیت ویژه‌ای می‌باشد. منطقه مورد مطالعه در دو کیلومتری غرب مریوان واقع شده و این تحقیق در پاییز سال ۱۳۸۵ به‌منظور مقایسه تأثیر آتش‌سوزی بر ویژگیهای شیمیایی خاک در دو عمق ۰ تا ۵ سانتی‌متر (خاک سطحی) و ۵ تا ۲۰ سانتی‌متر (خاک عمقی) توده جنگلی که در سال ۱۳۸۱ در سطح ۱/۳ هکتار دچار حریق شده بود در مقایسه با خاک توده‌ای شاهد که در مجاورت آن با شرایط یکسان انتخاب شده بود، انجام شد. بدین منظور در هر عرصه پنج چاله حفر و نمونه‌های خاک در عمق‌های موردنظر برداشت و مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حکایت از اثر معنی‌دار آتش‌سوزی بر اغلب ویژگیهای شیمیایی خاک سطحی از جمله افزایش اسیدیته، فسفر قابل جذب، هدایت الکتریکی و پتاسیم قابل جذب داشت. همچنین آتش‌سوزی باعث افزایش نیتروژن کل و ظرفیت تبادل کاتیونی در خاک سطحی شده و در خاک عمقی نیز مشخصه‌های بررسی شده در عرصه سوخته بیشتر از عرصه کنترل بود، ولی به‌لحاظ آماری معنی‌دار نبود.

واژه‌های کلیدی: آتش‌سوزی، بلوط، مریوان، ویژگیهای شیمیایی خاک.

مقدمه

کمی نمودن کلیه خصوصیات خاک به‌دلیل عدم همسانی کامل شرایط موجود، صددرصد عملی نمی‌باشد. بیشترین اثر آتش‌سوزی بر خاک، از دست دادن مواد آلی و افزودن خطر فرسایش در مراحل بعد است و همچنین بر زادآوری گونه‌های قبلی و شرایط زیست‌محیطی نیز دارای اثرات قابل ملاحظه‌ای است. بسیاری از خصوصیات فیزیکی، شیمیایی، مینرالوژیکی و بیولوژیکی خاک تحت تأثیر آتش‌سوزی تغییر می‌کند (Certini, 2005). انتقال گرما در خاک به‌صورت یک گرادیان نزولی حرارتی است که دما در عمق ۵ سانتی‌متری خاک به‌ندرت به ۱۵۰ درجه

آتش‌سوزی معمولاً به‌عنوان عامل اکولوژیکی تخریب و بازسازی جنگل محسوب می‌گردد (Certini, 2005). تغییر در خصوصیات خاک بر اثر آتش‌سوزی را می‌توان در سه مقطع کوتاه‌مدت، طولانی‌مدت و دائمی بررسی نمود که با توجه به خصوصیات، شدت و تکرار آتش‌سوزی و همچنین شرایط آب و هوایی پس از آتش‌سوزی، طول بقای اثرات متفاوت است. تحقیقات اخیر به‌دنبال آن بوده که کدامیک از خصوصیات خاک در اثر آتش‌سوزی بیشتر دستخوش تغییر می‌شود. بررسی و

مخروطیان آمیخته نشان داد که اسیدیتته خاک سطحی در اثر آتش‌سوزی فوراً به اندازه ۳ واحد افزایش می‌یابد (Ulery *et al.*, 1993). افزایش اسیدیتته در اثر تولید اکسیدهای K، Na، هیدروکسیدها و کربنات‌ها اغلب طی یک فصل مرطوب از بین می‌رود؛ البته در مقایسه، فرم کلسیت تا ۳ سال پس از آتش‌سوزی دوام می‌یابد و به‌طور متوسط حالت قلیائی اسیدیتته خاک را حفظ می‌کند و به عمق‌های پایین‌تر نیز نفوذ می‌نماید. اعمال آتش‌سوزی در خاکهایی که حاوی کربنات‌ها هستند به میزان ناچیزی باعث افزایش اسیدیتته خاک می‌شود (Certini, 2005). رهاشدن یونهای معدنی حاصل از سوختن مواد آلی باعث افزایش هدایت الکتریکی خاک می‌گردد (Certini, 2005) و ضریب هدایت الکتریکی به‌صورت بی‌دوام و زودگذر افزایش می‌یابد (Naidu & Srivasuki, 1994; Hernandez *et al.*, 1997). باید گفت که افزایش هدایت الکتریکی برای مدت کوتاهی ادامه داشته و پس از گذشت این مدت، ضریب هدایت الکتریکی خاک سوخته همواره کمتر از عرصه‌های کنترل است (Certini, 2005). با گذشت زمان از افزایش نیتروژن در خاکهای سوخته نسبت به خاکهای کنترل کم می‌شود، زیرا فرم‌های معدنی نیتروژن در خاک مدت زیادی باقی نمی‌مانند (Weston & Attiwill, 1996).

Alauzis *et al.* (2004) طی ۴ سال متوالی (۱۹۹۶ تا ۲۰۰۰) خاک عرصه سوخته را با عرصه بکر در ۱۰ سانتی‌متر اول خاک در جنگلهای *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 به ترتیب ۹۰٪ و ۵۶٪ بود. از طرفی میزان نیتروژن معدنی در شروع دوره آتش‌سوزی افزایش و در طول زمان کاهش یافته و به میزان ۴٪ تا ۴۰٪ کمتر از عرصه بکر شده است.

سانتی‌گراد می‌رسد و اغلب گرما به عمق ۲۰ سانتی‌متری خاک نخواهد رسید (DeBano, 2000). عمق نفوذ دما در خاک بستگی به نسبت تراکم ذرات و رطوبت خاک در زیر مواد قابل اشتعال دارد (Hartford & Frandsen, 1992; Gillon *et al.*, 1995; Campbell *et al.*, 1995). آتش‌سوزی طولانی‌مدت باعث نفوذ دما به عمق بیشتری از خاک می‌شود، ولی در آتش‌سوزی‌های شدید و گذرا، دمای سوختن فقط خاک سطحی را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Certini, 2005).

گونه‌های مازودار (*Quercus infectoria*) و برودار (*Q. brantii*) مهمترین عناصر درختی تشکیل‌دهنده جنگل‌های شهرستان مریوان هستند که در ارتفاعات گونه وی‌ول (*Q. libani*) هم به آنها افزوده می‌شود. آتش جزء جدایی‌ناپذیر اغلب اکوسیستم‌های جنگلی است (Cammeraat & Imeson, 1999) که منطبقه مورد مطالعه نیز از این مهم مستثنی نیست. در دهه‌های اخیر گزارشات اداره کل منابع طبیعی استان کردستان حکایت از افزایش تعداد و شدت آتش‌سوزی در جنگلهای مریوان را دارد. گاهی آتش‌سوزی باعث بروز تغییرات دائمی و غیر قابل بازگشت در خاک می‌گردد. آتش‌سوزی‌های شدید از جمله آتش‌سوزی‌های کنترل نشده اصولاً دارای اثرات منفی بیشتری بر روی مشخصه‌های مختلف خاک می‌باشند (Rab, 1996). این آتش‌سوزی‌ها به‌شدت سبب از بین رفتن مواد آلی، تخریب ساختمان و تخلخل خاک، از دست دادن مواد معدنی بسیاری از طریق تبخیر و تصعید، خروج خاکستر و مواد معدنی همراه با ستونی از دود و فرسایش و آبشویی خاک می‌گردند (Certini, 2005). در عرصه‌های سوخته در مدتی کوتاه بر میزان اسیدیتته (pH) خاک افزوده می‌شود. اسیدیتته خاک، حاصل تمرکز مجموع عناصر K، Ca و Mg در خاکستر است (Khanna *et al.*, 1994). تجزیه و تحلیل مجموعه خاکهای حاصل از سنگ مادرهای گوناگون و زیر پوشش‌های گیاهی مختلف (*Pinus ponderosa*, *Quercus engelmannii*) و یا

اثر آتش بر دوره‌های بیوشیمیایی برای عنصر نیتروژن نیز حائز اهمیت است. در اثر سوختن، نیتروژن آلی خاک کاهش می‌یابد چون مقدار زیادی از آن تصعید می‌شود (Fisher & Binkley, 2000)، هر چند که پروتئین‌های اساسی موجود در خاک آلی حاوی نیتروژن فقط آتش‌سوزی‌های کم‌اثر را تحمل می‌نمایند و در اثر آتش‌سوزی به دیگر فرم‌ها تغییر می‌کنند. آمونیوم و نیترات فرم‌های معدنی هستند که در طول آتش‌سوزی شکل می‌گیرند. آمونیوم محصول مستقیم سوختن است، در حالی که نیترات پس از چند هفته و یا ماه‌ها از فرم آمونیوم حادث می‌شود. این عمل طی یک واکنش بیوشیمیایی به نام نیتریفیکاسیون انجام می‌گیرد (Covington & Sackett, 1992). NH_4^+ و NO_3^- در زندگی گیاهی و جانوری دارای اهمیت خاصی است، اما اگر به سرعت مورد استفاده قرار نگیرند، نیترات به طبقات پایین خاک آبخوبی می‌شود، در حالی که آمونیوم جذب شده و مواد آلی و معدنی سطح خاک را می‌سازد، بنابراین توسط خاک نگهداری می‌شود و مقداری از آن میان لایه‌های رس تثبیت می‌گردد. ضمناً آمونیوم تمایل تبدیل به نیترات را نیز دارد (Mroz et al., 1980). در تحقیقی بر روی خاک جنگل *Pinus pinaster*، اثر آتش‌سوزی کنترل‌نشده بسیار شدید بر وضعیت نیتروژن در لایه خاک سطحی (۰ تا ۵ سانتی‌متر) و لایه زیر سطحی خاک (۵ تا ۱۰ سانتی‌متر) بررسی شد. یک ماه پس از آتش‌سوزی نیتروژن معدنی که سابقاً در فرم NH_4^+ بود، در هر دو لایه خاک افزایش یافت، در حالی که NO_3^- فقط در لایه زیر سطحی افزایش یافت که دلیل آن را اثرات آبخوبی برشمردند (Prieto-Fernandez et al., 1993). در توده *Juniperus spp.* *Pinus edulis* سوختن بسیار خفیف باعث افزایش شدید آمونیوم خاک به میزان تقریباً ۵۰ برابر شد، در حالی که افزایش تمرکز نیترات به این سرعت تحت تأثیر قرار نمی‌گیرد، زیرا یک سال پس از آتش‌سوزی به صورت معنی‌داری بیش از شرایط قبل از آتش‌سوزی بود

(Covington et al., 1991). ۵ سال پس از آتش‌سوزی افزایش هر دو فرم معدنی نیتروژن دیگر قابل مشاهده نبود (Covington & Sackett, 1992). در تحقیقی دیگر در اوهایو مشخص گردید که NH_4^+ در جنگل بالغ *Pinus muricata* به وسیله آتش‌سوزی شدید احیا می‌شود و پس از دومین فصل رویش به‌طور کامل مصرف می‌گردد (Grogan et al., 2000). اگر گیاهان آینده دارای گونه‌های تثبیت‌کننده نیتروژن باشند، بازسازی سریع و کامل نیتروژن آلی رخ خواهد داد. به‌عنوان مثال در جنگل پُرباران *Eucalyptus regnans* پس از آتش‌سوزی به تعداد زیادی گونه‌های آکاسیا زادآوری نموده و جانشین شدند، به‌همین دلیل بازسازی نیتروژن آلی طی ۳ سال پس از آتش‌سوزی ممکن گردید (Adams & Attiwill, 1984). به‌طوری که در بیشتر مواقع نیتروژن آلی خاک در عرصه‌های سوخته بیشتر از وضعیت قبل از آتش‌سوزی می‌شود (Johnson & Curtis, 2001).

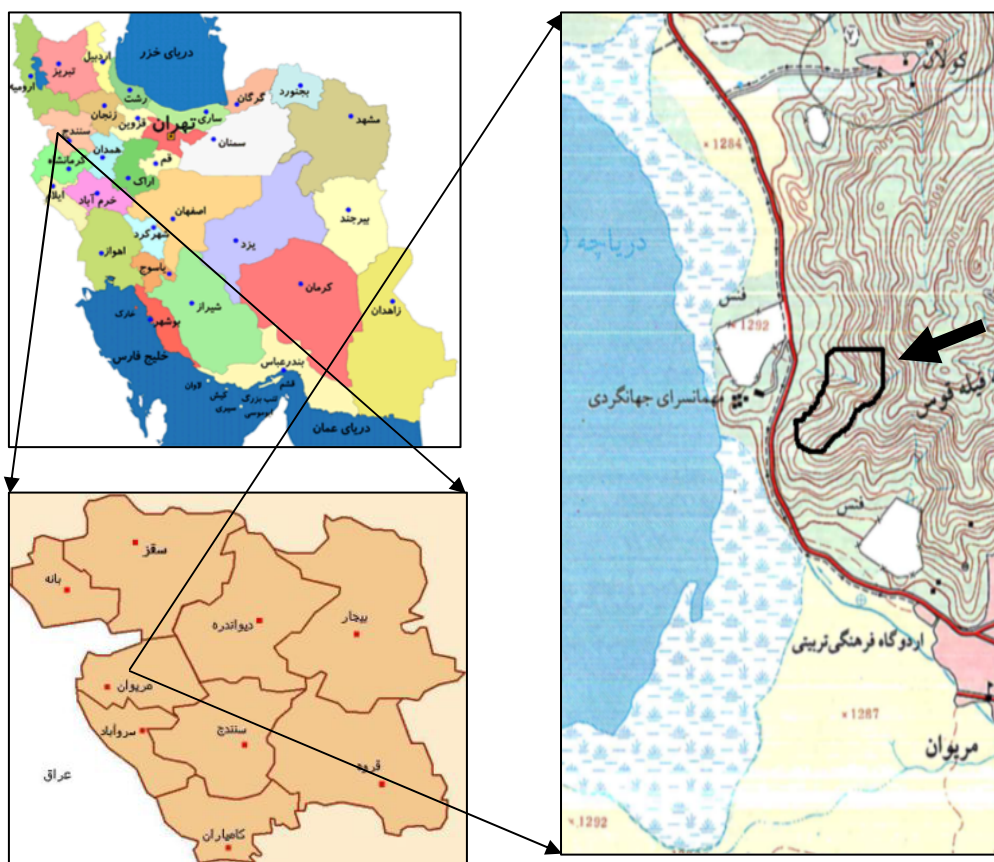
مواد و روشها

منطقه مورد مطالعه

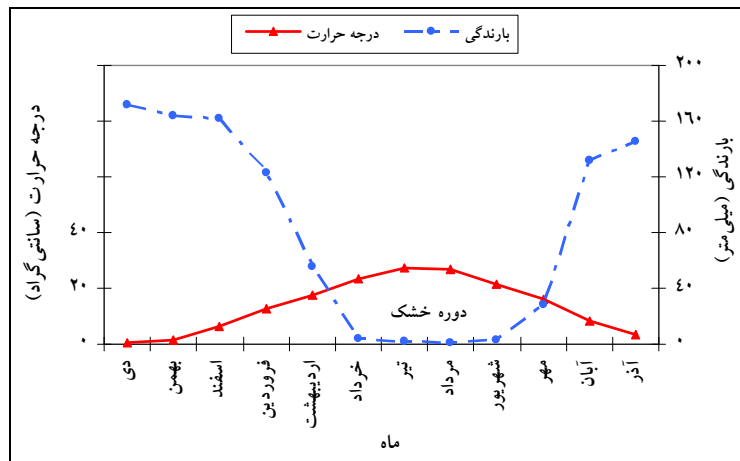
پس از بررسی پرونده‌های آتش‌سوزی موجود در اداره منابع طبیعی شهرستان مریوان، منطقه‌ای آتش‌گرفته در سال ۱۳۸۱ به وسعت ۱۳۰۰۰ مترمربع برای این تحقیق مناسب تشخیص داده شد و توده‌ای شاهد برای آن در مجاورت همان عرصه و در همان دامنه با در نظر داشتن اثرات حاشیه‌ای انتخاب شد. این منطقه در بخش خاوومیرآباد نواحی مرزی غرب کشور و در محدوده عرض جغرافیایی $35^{\circ} 31' 56''$ تا $35^{\circ} 36' 55''$ شمالی و طول $46^{\circ} 19' 00''$ تا $46^{\circ} 10' 00''$ شرقی واقع شده است (شکل ۱). ارتفاع از سطح دریا ۱۱۵۰ تا ۱۴۵۰ متر، جهت شیب شمال‌غربی و متوسط شیب ۳۰٪ تا ۴۰٪ می‌باشد. منطقه مذکور فاقد طرح جنگل‌داری و هر گونه عملیات حفاظتی بوده است. وضعیت آب و هوایی منطقه عمدتاً متأثر از جبهه‌های هوای مدیترانه‌ایست. قسمت عمده بارش منطقه در اواخر

زمستان و اوایل بهار و کمترین آن در فصل تابستان اتفاق می‌افتد. متوسط بارندگی منطقه براساس آمار ۱۲ ساله (۱۳۷۱ تا ۱۳۸۳) ایستگاه سینوپتیک مریوان که در فاصله ۲ کیلومتری منطقه مورد مطالعه قرار دارد، ۹۹۱/۲ میلی‌متر در سال و متوسط دمای سالانه ۱۳/۷ درجه سانتی‌گراد است. متوسط دمای فصل زمستان بین حداقل ۱۴/۱۴- و حداکثر ۱۳/۹۷ و متوسط دمای فصل تابستان بین حداقل

۷/۶ و ۳۷/۶ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. براساس منحنی آمبروترمیک ترسیم شده با استفاده از داده‌های ایستگاه سینوپتیک مریوان (شکل ۲) فصل خشک در منطقه مورد مطالعه حدود ۵ ماه می‌باشد. اقلیم منطقه براساس روش اقلیم‌بندی آمبروزه از دو اشکوب تشکیل شده است که از پست‌ترین نقطه حوضه تا مرتفع‌ترین نقطه، به ترتیب از نیمه مرطوب تا سرد متغیر است (بی‌نام، ۱۳۸۳-الف).



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه در کشور، استان و شهرستان مریوان



شکل ۲- منحنی آمیروترمیک منطقه مورد مطالعه (۱۳۷۱ تا ۱۳۸۳)

می‌گیرد که این رده از خاکها به خاکهای در حال تکامل نیز موسوم می‌باشند (بی‌نام، ۱۳۸۳-ب).

روش نمونه‌برداری

نمونه‌برداری به صورت ترانسکت خطی در طول شیب انجام شد. به طوری که تعداد ۵ چاله به فاصله‌های ۲۱ متری در طول عرصه سوخته و شاهد در جهت شیب از یکدیگر حفر شده و از عمق ۰ تا ۵ (خاک سطحی) و ۵ تا ۲۰ سانتی‌متری (خاک عمقی) با استفاده از بیلچه نمونه‌برداری شدند. سپس نمونه‌ها را خشکانده و از الک ۲ میلی‌متری گذرانده و در آزمایشگاه مشخصه‌های زیر تعیین گردید:

۱- هدایت الکتریکی: برای اندازه‌گیری هدایت الکتریکی، از گل اشباع عصاره تهیه و هدایت الکتریکی محلول را در یک دمای معین تعیین نموده و با استفاده از ضریب تصحیح الکتروود و ضریب تصحیح حرارتی، هدایت الکتریکی محاسبه شد (جعفری، ۱۳۸۲).

۲- اسیدیته اشباع: اسیدیته با استفاده از دستگاه pH متر مستقیماً در گل اشباع ثبت گردید (جعفری، ۱۳۸۲).

۳- نیتروژن کل: روش مورد استفاده، روش کج‌لدال یا اکسید کردن مرطوب بود. لازم به ذکر است که در این

تیپ جنگل به صورت ترکیبی از گونه‌های *Quercus brantii* (برودار)، *Quercus infectoria* (مازودار)، *Crataegus spp.* (زالزالک) و *Pyrus sp.* (گلابی) بوده که برودار و مازودار از اکثریت قابل توجهی برخوردار می‌باشند (طباطبایی و قصریانی، ۱۳۷۱). همچنین درختچه‌های *Lonicera sp.* (شن)، *Rhus coriaria* (سماق)، *Amygdalus spp.* (بادام)، *Cotoneaster sp.* (شیرخشت) و *Cerasus microcarpa* (آلبالوی وحشی) نیز به صورت پراکنده حضور دارند.

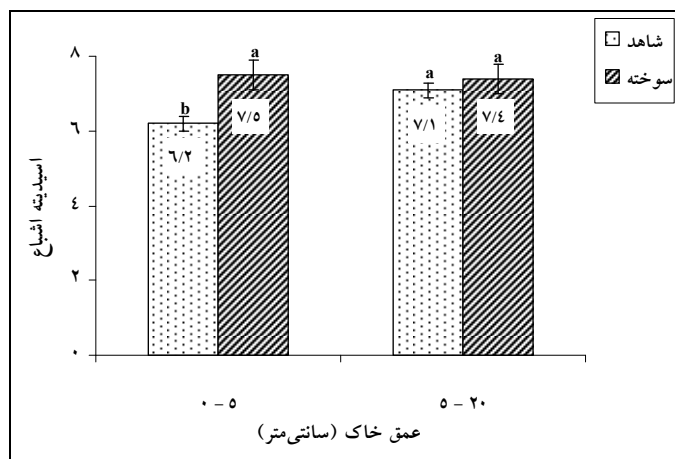
وجود سنگهای دگرگونی رخساره آمفیبولیت مانند گنایس، آمفیبولیت، شیست و مرمر و نبود سنگهای آتشفشانی ائوسن و گسترش سنگهای مزوزوئیک از اختصاصات ویژه این منطقه است. در این منطقه ارتباط واحدها گسلی بوده و از روند کلی ساختمانهای زاگرس تبعیت می‌کند. براساس نقشه زمین‌شناسی استان کردستان تهیه شده توسط پایگاه ملی علوم زمین کشور، سنگهای محل مورد مطالعه از نوع شیل خاکستری آرژیلی می‌باشد. خاک این مناطق با توجه به شیب و توپوگرافی محل، کم‌عمق با بافت سنگین و عمیق با زهکشی مناسب و سنگریزه کم (۱۵٪) است و از بین رده خاکهای موجود در طبقه‌بندی آمریکائی جزء خاکهای رده اینسپیتی سول قرار

روش تجزیه و تحلیل داده‌ها

داده‌های جمع‌آوری شده در نرم‌افزار SPSS 15 مورد تجزیه و تحلیل نهایی قرار گرفته و معنی‌داری اثر آتش بر ویژگیهای شیمیایی خاک در دو عمق بررسی شد. در این تحقیق به منظور مقایسه میان دو منطقه آتش‌سوزی شده و آتش‌سوزی نشده به دلیل نرمال بودن کلیه داده‌ها از آزمون t غیرجفتی استفاده گردید.

نتایج

محاسبات آماری نشان دادند که به احتمال ۹۵٪ بین میانگین اسیدیته منطقه سوخته و شاهد در خاک سطحی اختلاف معنی‌دار وجود دارد، ولی با وجود این که میانگین اسیدیته در خاک عمقی عرصه سوخته بالاتر از خاک عمقی عرصه کنترل بود، تفاوت میان این دو معنی‌دار نبود (شکل ۳).



شکل ۳- مقایسه میانگین اسیدیته در عمق‌های مختلف عرصه‌های سوخته و شاهد (میانگین \pm اشتباه معیار)

سوخته بیشتر از منطقه شاهد بوده است. همین روند در مقایسه خاک عمقی هم مشاهده می‌شود ولی تفاوت‌ها از لحاظ آماری معنی‌دار نیستند (شکل ۴).

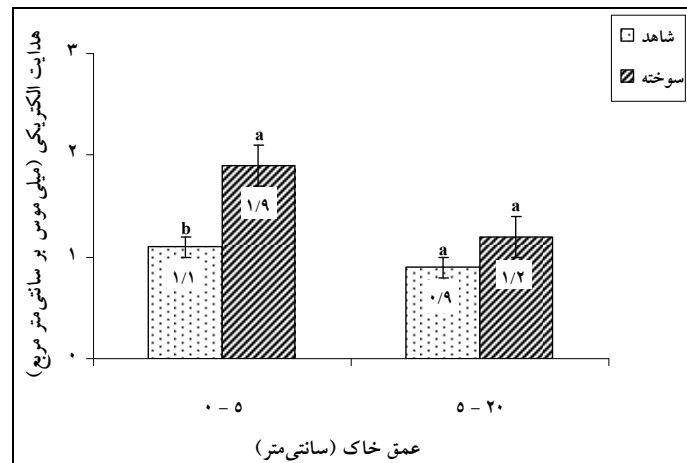
روش از شناساگرهای اکسید و احیا استفاده می‌شود (جعفری، ۱۳۸۲).

۴- فسفر قابل جذب: با استفاده از محلول بی‌کربنات سدیم نیم‌نرمال انجام شد. این محلول در خاکهای آهکی و قلیایی و خنثی غلظت کلسیم را در عصاره با راسب شدن کلسیم کاهش می‌دهد و در نتیجه غلظت فسفر در محلول افزایش می‌یابد. در خاکهای اسیدی کربنات به‌عنوان بافر عمل کرده و حلالیت آهن و آلومینیوم را متوقف نموده و بنابراین غلظت فسفر را در محلول افزایش می‌دهد (جعفری، ۱۳۸۲).

۵- پتاسیم قابل جذب: با استفاده از محلول استات آمونیوم نرمال اندازه‌گیری شد (جعفری، ۱۳۸۲).

۶- ظرفیت تبادل کاتیونی (CEC): با استفاده از عصاره‌گیری و قرائت آن از طریق دستگاه فنل‌تومتر و نمودار مخصوص مشخص گردید (جعفری، ۱۳۸۲).

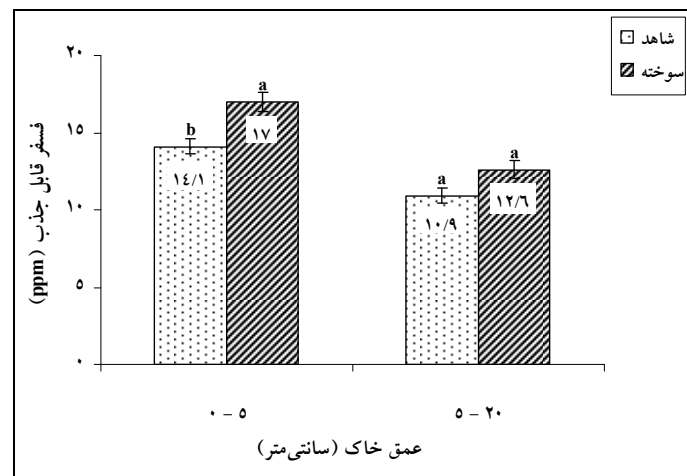
در مورد هدایت الکتریکی، محاسبات آماری حکایت از آن دارد که به احتمال ۹۵٪ بین میانگین‌های EC منطقه سوخته و شاهد در خاک سطحی اختلاف معنی‌دار می‌باشد، به‌طوری که میزان هدایت الکتریکی در عرصه



شکل ۴- مقایسه میانگین هدایت الکتریکی در عمق‌های مختلف عرصه‌های سوخته و شاهد (میانگین \pm اشتباه معیار)

بودن میزان فسفر در عرصه سوخته نسبت به منطقه شاهد دارد، ولی این تفاوت معنی‌دار نمی‌باشد (شکل ۵).

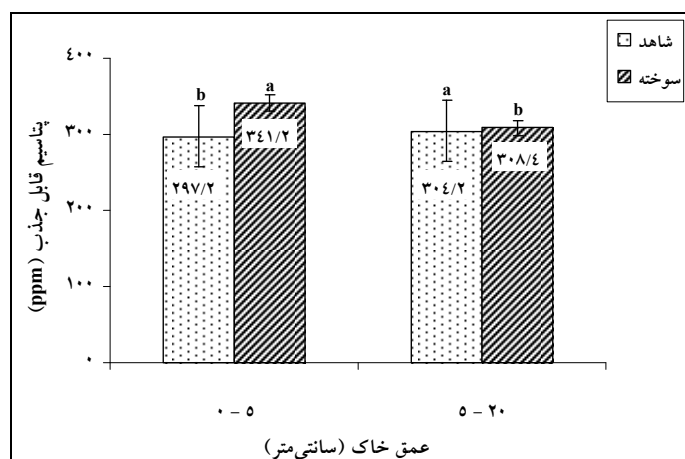
مقدار فسفر قابل جذب خاک سطحی بین عرصه سوخته با عرصه شاهد نیز به احتمال ۹۵٪ اختلاف معنی‌داری داشته است. خاک عمقی نیز حکایت از بیشتر



شکل ۵- مقایسه میانگین فسفر قابل جذب در عمق‌های مختلف عرصه‌های سوخته و شاهد (میانگین \pm اشتباه معیار)

عرصه سوخته و شاهد نشان‌نداد (شکل ۶)، اما بررسی نمودار حکایت از افزایش میزان پتاسیم قابل جذب را در خاک عمقی عرصه سوخته دارد.

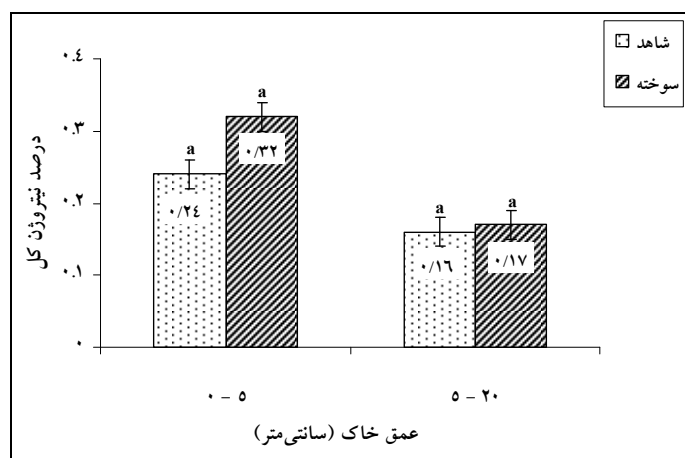
تفاوت پتاسیم قابل جذب در خاک سطحی مناطق سوخته و شاهد معنی‌دار بوده و در خاک سوخته به مراتب بیشتر از خاک منطقه شاهد بود. نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل آماری، تفاوت معنی‌داری را میان خاک عمقی



شکل ۶- مقایسه میانگین پتاسیم قابل جذب در عمق‌های مختلف عرصه‌های سوخته و شاهد (میانگین \pm اشتباه معیار)

درصد نیتروژن کل در خاک سطحی و عمقی عرصه سوخته نسبت به منطقه شاهد می‌باشد.

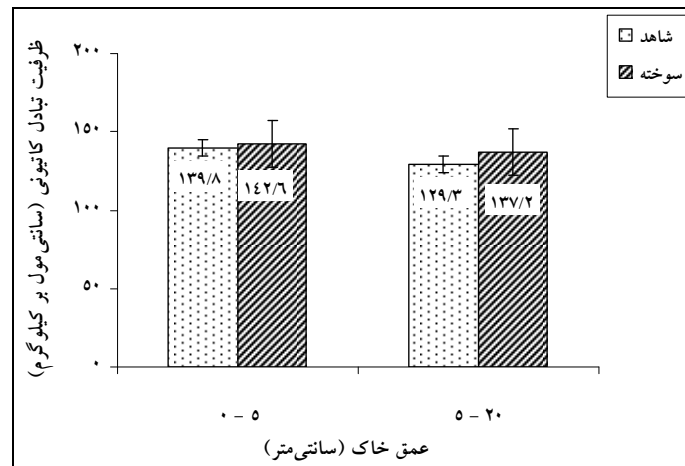
در مورد درصد نیتروژن کل، محاسبات آماری نشان‌دهنده اختلاف معنی‌داری بین عرصه سوخته و شاهد نبوده است (شکل ۷). بررسی نمودار نشان‌دهنده افزایش



شکل ۷- مقایسه میانگین نیتروژن کل در عمق‌های مختلف عرصه‌های سوخته و شاهد (میانگین \pm اشتباه معیار)

شاهد در هر دو عمق دارد، ولی این اختلاف‌ها معنی‌دار نبوده است.

شکل ۸ حکایت از افزایش میزان ظرفیت تبادل کاتیونی در عرصه سوخته نسبت به عرصه



شکل ۸- مقایسه میانگین ظرفیت تبادل کاتیونی در عمق‌های مختلف عرصه‌های سوخته و شاهد (میانگین \pm اشتباه معیار)

بحث

در خاکستر است (Khanna et al., 1994). توانایی درختان برای رشد به‌طور مستقیم و غیرمستقیم تابعی از اسیدیته خاک است. بیشتر گیاهان در اسیدیته محدوده خنثی رشد طبیعی دارند. قابلیت دسترسی عناصر غذایی برای گیاهان در اسیدیته بین ۶ تا ۸ بیشترین امکان را می‌یابد. خاکهای با اسیدیته شدید و یا قلیائیت شدید موجب بروز علائم کمبود یا سمیت بعضی عناصر در گیاهان می‌شوند (حبیبی کاسب، ۱۳۷۱). در عرصه‌های سوخته بر میزان اسیدیته خاک افزوده می‌شود. در بیشتر مطالعات انجام شده توسط محققان، افزایش اسیدیته خاک تحت تأثیر آتش‌سوزی تأیید شده است. به دلیل حضور اکسیدهای پتاسیم و سدیم، هیدروکسیدها و کربناتها، افزایش اسیدیته خاک دوام زیادی نداشته و زیاد به طول نمی‌انجامد و اغلب طی یک فصل مرطوب از بین می‌رود. اما فرم کلسیت تا مدت بیشتری پس از آتش‌سوزی دوام می‌یابد و به‌طور متوسط حالت قلیائی اسیدیته خاک را حفظ می‌کند و به عمق‌های پایین‌تر نیز نفوذ می‌نماید که اختلاف قابل مشاهده در شکل ۳ بین عرصه سوخته و کنترل در خاک عمیق شاید به همین دلیل باشد. اعمال آتش‌سوزی در خاکهایی که حاوی کربنات‌ها هستند به میزان ناچیزی باعث افزایش اسیدیته خاک می‌شود.

همانطور که ملاحظه گردید آتش‌سوزی مستقیماً خاک سطحی را تحت تأثیر قرار داده و نتایج حاصل از این تحقیق حکایت از وجود تفاوت معنی‌دار آماری بین مشخصه‌های مورد بررسی خاک سطحی منطقه سوخته و شاهد دارد. به‌طوری که دما به سطوح پایین‌تر خاک نفوذ نکرده و به همین دلیل خاک عمیق تحت تأثیر واقع نشده است؛ چنان که مشاهده نمودیم تفاوت میان خاک عمیق عرصه سوخته و شاهد در بررسی هیچ‌کدام از مشخصه‌ها معنی‌دار نبوده است، ولی گاهی به مقدار کمی در عرصه‌های سوخته بیشتر است که دلیل این امر هم گذشت مدت چهار سال از آتش‌سوزی و آبشویی برخی عناصر به طبقات پایین‌تر خاک می‌باشد. نتایج حاصل از این تحقیق همسو با نتایج حاصل از تحقیقات (DeBano, 2000; Hartford & Frandsen, 1992; Gillon et al., 1995; Campbell et al., 1995; Certini, 2005) می‌باشد.

اسیدیته (pH) یکی از ویژگیهای شیمیایی مهم خاک است و نشان‌دهنده نوع کاتیونهای جذب شده در سطح کلونیدهای خاک می‌باشد، به‌طوری که اگر بیش از ۶ باشد به این معنی است که به اندازه کافی کاتیونهای بازی در سطح کلونیدها موجود است (یوسفی بارفروش، ۱۳۸۶). اسیدیته خاک حاصل تمرکز مجموع عناصر K، Ca و Mg

است، زیرا در عرصه کنترل صرفاً نیتروژن موجود در خاک بررسی شده ولی در عرصه‌های سوخته نیتروژن خاک همراه حالت‌های معدنی اضافه شده از طریق خاکستر مواد آلی سوخته نیز محاسبه شده است. نیتروژن موجود در مواد آلی خاک به‌صورت آمونیوم و نترات به فرم‌های معدنی تغییر شکل پیدا می‌کند و به طبقات پایین‌تر خاک آبشویی می‌شود و این در حالی است که از کل نیتروژن خاک و مواد آلی کاسته می‌گردد (Weston & Attiwill, 1990).

فسفر نیز یکی از عناصر اصلی مورد نیاز گیاهان بوده و جزء عناصر معدنی در خاکهای جنگلی می‌باشد که در صورت مناسب بودن مقدار آن، شادابی و طراوت در برگ درختان ایجاد نموده و به‌طور غیرمستقیم در تبدیل شیره پرورده در آوندهای تنه درختان دخالت می‌کند. کمبود فسفر موجب زردی برگ درختان و وقفه در جذب عناصر غذایی می‌شود (یوسفی بارفروش، ۱۳۸۶). فسفر از مهمترین عناصر در تولید محصول به‌شمار می‌آید. مقدار فسفر محلول خاک از ۰/۰۲ تا ۰/۵ درصد متفاوت است (حبیبی کاسب، ۱۳۷۱).

براساس نتایج این تحقیق اثر آتش‌سوزی بر فسفر قابل جذب در خاک سطحی عرصه سوخته در مقایسه با عرصه کنترل معنی‌دار بوده و در عرصه سوخته همواره بیشتر از عرصه کنترل است که این تفاوت به عمق دوم مورد بررسی خاک نیز در اثر آبشویی رسیده است، ولی این تفاوت معنی‌دار نیست. تغییرات اسیدیته به طرف خنثی، حاصل از اعمال آتش‌سوزی بر حضور فسفر اثر مثبت دارد. بنابراین آتش‌سوزی در افزایش فسفر قابل جذب مؤثر است (Serrasolsas & Khanna, 1995). آتش باعث تغییرات در چرخه دیگر مواد خاک علاوه بر N و P می‌گردد، اما اصولاً خفیف و بی‌دوام است. در اصل قابلیت دسترسی مواد معدنی در اثر آتش‌سوزی افزایش می‌یابد و میزان افزایش دقیقاً وابسته به نوع مواد، نوع گونه درختان

هدایت الکتریکی یکی از معیارهای شوری در خاک است که مقدار آن با توجه به رسانایی محلول تغییر می‌کند. هر چه تعداد یون در یک محلول بیشتر باشد، هدایت الکتریکی آن محلول بیشتر و مقاومت آن کمتر خواهد شد. میزان یون‌ها در یک محلول نشان‌دهنده مقدار شوریست. شوری یکی از عوامل محدود کننده رشد گیاهان است. بنابراین برای ارزیابی خاک از نظر مقدار شوری، شاخصی به نام EC اندازه‌گیری می‌شود (حبیبی کاسب، ۱۳۷۱). در مناطقی که میزان تبخیر از میزان بارندگی بیشتر باشد در خاک شوری ایجاد می‌شود (یوسفی بارفروش، ۱۳۸۶). در عرصه سوخته همواره میزان هدایت الکتریکی بیشتر از عرصه کنترل است که علت آن رها شدن یونهای معدنی مختلف حاصل از سوختن مواد آلی است (Certini, 2005). در این تحقیق تفاوت بین عرصه‌های سوخته و کنترل به‌همین دلیل می‌باشد و تفاوت میان خاک سطحی دو عرصه به‌دلیل یونهای بیشتر در خاک سطحی عرصه سوخته است. به‌طوری که به‌دلیل بروز آبشویی یونهای موجود در سطح خاک طی گذشت زمان، این تفاوت به خاک عمقی نیز رسیده ولی در حد معنی‌داری نبوده است. البته افزایش ضریب هدایت الکتریکی نیز قابل بازگشت است و دوام چندان ندارد (Naidu & Srivasuki, 1994; Hernandez et al., 1997).

ازت یکی دیگر از عناصر اصلی مورد نیاز گیاهان می‌باشد که در طبیعت در سطح وسیعی پراکنده شده است. منبع اصلی آن برای گیاه گاز N_2 بوده که قابل استفاده برای گیاه نمی‌باشد. برای این که گیاه بتواند آن را جذب کند باید به فرم معدنی تبدیل شود. نترات بیشترین فرم ازت است که گیاه می‌تواند آن را جذب کند (یوسفی بارفروش، ۱۳۸۶). براساس نتایج این تحقیق آتش‌سوزی اثر معنی‌داری بر میزان نیتروژن خاک نداشته، ولی با بررسی شکل ۷ مشاهده می‌شود که همواره میزان نیتروژن کل در هر دو عمق عرصه سوخته بیشتر از عرصه کنترل

آتش‌سوزی‌های خفیف تا متوسط باعث شارژ مثبت خاک با استفاده از هوموس دست‌نخورده می‌شود.

در نهایت می‌توان گفت که آتش‌سوزی به‌دلیل بازگرداندن مواد معدنی موجود در لاشه گیاهان و درختان عرصه سوخته، باعث افزایش مواد معدنی و عناصری چون فسفر، پتاسیم، نیتروژن و کربن خاک شده و به‌دلیل افزایش حضور این عناصر، اسیدیته خاک در عرصه سوخته نیز افزایش می‌یابد؛ به‌دلیل افزایش حضور کاتیونها و آنیون‌های مختلف در محلول خاک بر میزان ظرفیت تبادل کاتیونی نیز افزوده می‌شود ولی از میزان مواد آلی کاسته می‌گردد که این اثرات به‌دلیل اثر مستقیم آتش‌سوزی بر خاک سطحی بیشتر است. نتایج حاصل از این تحقیق و تحقیقات انجام شده توسط سایر محققان 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، زیرا نخست دوام این وضعیت در بیشتر موارد گذراست؛ در ثانی جنگلی که در حال طی 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 هدررفت سرمایه و وقت می‌گردد. بنابراین پیشنهاد می‌گردد مطالعات تکمیلی در زمینه اثرات آتش‌سوزی بر جنگل صورت گیرد.

منابع مورد استفاده

- بی‌نام، ۱۳۸۳- الف. طرح جنگل‌داری چندمنظوره حوزه باغان و چناره شهرستان مریوان، زمین‌شناسی و ژئومورفولوژی. ۵۹ صفحه.

سوخته، ویژگیهای خاک و میزان و نحوه فرایند آبشویی است (Kutiel & Shaviv, 1992).

پتاسیم یکی از عناصر پرمصرف گیاهان می‌باشد. اندازه پتاسیم موجود در پوسته زمین به‌طور متوسط ۱/۹٪ است. این مقدار در مقایسه با عناصر پرمصرف دیگر قابل‌توجه می‌باشد. خاکهای جنگلهای ایران اکثراً از نظر پتاس قوی هستند (یوسفی بارفروش، ۱۳۸۶). میزان پتاسیم در خاکهای مختلف متفاوت است، اما آن قسمت از کل پتاسیم خاک که به‌صورت قابل‌تبادل یا قابل‌استفاده گیاه باشد ناچیز است. فرم تبدالی آن اغلب به‌صورت یون K^+ در سطح خارجی ورقه‌های رس جذب شده است. پتاسیم برای تشکیل ماده خشک گیاه لازم بوده و مستقیماً در فتوسنتز دخالت دارد. به‌علاوه پتاسیم در گیاه دارای نقش‌های مهم‌تریست. از جمله فشار اسمزی را زیاد کرده، جذب آب را مساعد نموده، گیاه را در مقابل پژمردگی حفظ و مقاومت گیاه را در مقابل خشکی و یخبندان زیاد می‌کند (حبیبی کاسب، ۱۳۷۱).

نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل‌های آماری، اثر آتش‌سوزی بر میزان پتاسیم خاک سطحی منطقه سوخته را معنی‌دار دانسته است. بررسی شکل ۶ حکایت از افزایش میزان پتاسیم در خاک عمقی عرصه سوخته دارد که به‌دلیل بازگشت این عنصر در اثر سوختن مواد آلی بوده که با گذشت زمان از میزان آن کاسته می‌شود، این موضوع با نتایج تحقیق (Adams & Boyle 1980) مطابقت دارد.

در این تحقیق آتش‌سوزی بر ظرفیت تبادل کاتیونی خاک سطحی و عمیق در عرصه سوخته تأثیرگذار بوده است، زیرا پس از آتش‌سوزی میزان کاتیونهای Ca^{2+} ، Mg^{2+} و K^+ و آنیون‌های SO_4^- به‌طور قابل‌ملاحظه‌ای در محلول خاک افزایش یافته است. این مورد با نتایج تحقیق انجام شده توسط (Khanna & Raison 1986) همخوانی دارد. نتایج حاصل از تحقیقات (Goh & Phillips 1991) بیانگر این موضوع است که ۸۰٪ تا ۹۰٪ یونهای Ca^{2+} ، Mg^{2+} و K^+ از قسمت هوموس رها شده، زیرا

- Covington, W.W. and Sackett, S.S., 1992. Soil mineral nitrogen changes following prescribed burning in ponderosa pine. *Forest Ecology and Management*, 54 (1): 175-191.
- DeBano, L.F., 2000. The role of fire and soil heating on water repellence in wildland environments: a review. *Hydrology Journals*, 231 (1): 195-206.
- Fisher, R.F. and Binkley, D., 2000. Ecology and management of forest soils. 3rd ed. Wiley, New York, 21 (1): 12-23.
- Gillon, D., Gomendy, V., Houssard, C., Marechal, J. and Valette, J.C., 1995. Combustion and nutrient losses during laboratory burns. *International Journal Wildland Fire*, 5 (1): 1-12.
- Goh, K. and Phillips, M.J., 1991. Effects of clearfell logging and burning of a *Nothofagus* forest on soil nutrient dynamics in South Island, New Zealand-changes in forest floor organic matter and nutrient status. *New Zealand Journal Botanic*, 29 (1): 367-384.
- Grogan, P., Bruns, T.D. and Chapin, F.S., 2000. Fire effects on ecosystem nitrogen cycling in a Californian bishop pine forest. *Oecologia*, 122 (1): 537-544.
- Hartford, R.A. and Frandsen, W.H., 1992. When it's hot, it's hot... or maybe it's not! (Surface aiming may not portend extensive soil heating). *International Journal Wildland Fire*, 2 (1): 139-144.
- Hernandez, T., Garcia, C. and Reinhardt, I., 1997. Short-term effect of wildfire on the chemical, biochemical and microbiological properties of Mediterranean pine forest soils. *Biology Fertile Soils*, 25 (1): 109-116.
- Johnson, D.W. and Curtis, P.S., 2001. Effects of forest management on soil C and N storage: meta analysis. *Forest Ecology and Management*, 140 (1): 227-238.
- Khanna, P.K. and Raison, R.J., 1986. Effect of fire intensity on solution chemistry of surface soil under a *Eucalyptus pauciflora* forest. *Australian Journal of Soil Research*, 24 (1): 423-434.
- Khanna, P.K., Raison, R.J. and Falkiner, R.A., 1994. Chemical properties of ash derived from Eucalyptus litter and its effects on forest soils. *Forest Ecology and Management*, 66 (1): 107-125.
- Kutiel, P. and Shaviv, A., 1992. Effects of soil type, plant composition and leaching on soil nutrients following a simulated forest fire. *Forest Ecology and Management*, 53 (1): 329-343.
- Mroz, G.D., Jurgensen, M.F., Harvey, A.E. and Larsen, M.J., 1980. Effects of fire on nitrogen in forest floor horizons. *Soil Science American Journals*, 44 (1): 395-400.
- بی‌نام، ۱۳۸۳- ب. طرح جنگلداری چندمنظوره حوزه باغان و چناره شهرستان مریوان، خاک‌شناسی و طبقه‌بندی اراضی. ۴۹ صفحه.
- جعفری، م.، ۱۳۸۲. روشهای تجزیه خاک، نمونه‌برداری و تجزیه‌های مهم فیزیکی و شیمیایی با تأکید بر اصول تئوری و کاربردی. انتشارات ندای ضحی، ۲۴۰ صفحه.
- حبیبی کاسب، ح.، ۱۳۷۱. مبانی خاک‌شناسی جنگل. انتشارات دانشگاه تهران، ۴۲۳ صفحه.
- طباطبائی، م. و قصریانی ف.، ۱۳۷۱. منابع طبیعی کردستان (جنگلها و مراتع). انتشارات بخش فرهنگی دفتر مرکزی جهاد دانشگاهی، ۸۶۸ صفحه.
- یوسفی بارفروش، ا.، ۱۳۸۶. نقش شاخص‌های آزمایشگاهی شاهد در ارزیابی خاک رویشگاه جنگلی. مجله جنگل و مرتع، ۷۷ و ۷۶: ۷۹-۹۳.
- Adams, M.A. and Attiwill, P.M., 1984. Role of *Acacia* spp. in nutrient balance and cycling in regenerating *Eucalyptus regnans* F. Muell. Forests. I. Temporal changes in biomass and nutrient content. *Australian Journal Botanic*, 32 (1): 205-215.
- Adams, P.W. and Boyle, J.R., 1980. Effects of fire on soil nutrients in clearcut and whole-tree harvest sites in Central Michigan. *Soil Science American Journal*, 44 (1): 847-850.
- 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.
- Cammeraat, L.H. and Imeson, A.C., 1999. The evolution and significance of soil-vegetation patterns following land abandonment and fire in Spain, The significance of soil, water and landscape processes in banded vegetation patterning. *Catena*, 37 (1): 107-127.
- Campbell G.S., Jungbauer J.D.Jr., Bristow K.L. and Hungerford R.D., 1995. Soil temperature and water content beneath a surface. *Soil Science*, 159 (1): 363-374.
- Certini, G., 2005. Effects of fire on properties of forest soils: a review. *Oecologia*, 143 (1): 1-10.
- Covington W.W., De Bano L.F. and Huntsberger T.G., 1991. Soil nitrogen changes associated with slash pile burning in pinyon-juniper woodlands. *Forest Science*, 37 (1): 347-355.

- Australia. Forest Ecology and Management, 84 (1): 159-175.
- Serrasolsas, I. and Khanna, P.K., 1995. Changes in heated and autoclaved forest soils of S.E. Australia. II. Phosphorus and phosphatase activity. Biogeochemistry, 29 (1): 25-41.
 - Ulery, A.L., Graham, R.C. and Amrhein, C., 1993. Wood-ash composition and soil pH following intense burning. Soil Science, 156 (1): 358-364.
 - Weston, C.J. and Attiwill, P.M., 1996. Clearfelling and burning effects on nitrogen mineralization and leaching in soils of old-age *Eucalyptus regnans* forests. Forest Ecology and Management, 89 (1): 13-24.
 - Naidu, C.V. and Srivasuki, K.P., 1994. Effect of forest fire on soil characteristics in different areas of Seshachalam hills. Annals of Forestry, 2 (1): 166-173.
 - Prieto-Fernandez, A., Villar, M.C., Carballas, M. and Carballas, T., 1993. Short-term effects of a wildfire on the nitrogen status and its mineralization kinetics in an Atlantic forest soil. Soil Biology and Biochemical, 25 (1): 1657-1664.
 - Rab, M.A., 1996. Soil physical and hydrological properties following logging and slash burning in the *Eucalyptus regnans* forest of southeastern

The effect of fire on some soil chemical properties of oak forests in Marivan region

I. Hemmatboland^{1*}, M. Akbarinia² and A. Banej Shafiei³

1*- Corresponding author, M.Sc. of forestry, Kamyaran's Office of Environment, Kordistan province, Iran.

E-mail: hemmatboland@yahoo.com

2- Associate Prof., Faculty of Natural Resources, University of Tarbiat modares, Noor, Iran.

3- Assistant Prof., Faculty of Natural Resources, University of Urmia, Iran.

Abstract

Most of soil physical, chemical, mineral and biological attributes are changed by forest fires. Fire is one of the most important factors of forests destruction in Marivan region and considerable area of the region are annually exposed to fire. Depend on environmental conditions and also fire intensity, different effects will impose on ecological conditions of the environment. Whereas soil is considered as a base for forest's growth and regeneration, study of fire effects on it's properties takes an important place. The study area is located in 2 km far from Marivan. The study was carried out in autumn 2006 and the objective of this research was to compare the effect of fire on some soil chemical properties in surface soil (0-5 cm depth) and subsurface soil (5-20 cm depth) in a forest stand that was burned in 2002 in an area of 1.3 ha. A control stand with similar conditions was selected beside of the burned area. Five holes were dug in each site and soil samples were collected from the above mentioned depths and analyzed. Results showed significant effects of fire on most chemical attributes of surface soil including: pH, available phosphorous, electrical conductivity and available potassium increasing. The fire caused increasing of total nitrogen and cation exchangeable capacity in surface soil. All of chemical properties of subsurface soil were measured higher in burned area than control however; these differences were not significant, statistically.

Key words: fire, oak, Marivan, soil chemical properties.