اولین همایش ملی مدیریت پایدار منابع خاک و محیط زیست
دانشگاه شهید باهنر کرمان- ۱۹ و ۲۰ شهریور ۱۳۹۳
(خاک‌ورزی حفاظتی و مدیریت بقایا)

تاثیر شدت‌های مختلف آتش‌سوزی بر آب‌گریزی خاک

نازنین صالحی کهریزسنگی[۱]، محمدعلی حاج عباسی[۲]، محمدرضا مصدقی[۳]، مجید ایروانی[۴]

چکیده

آتش‌سوزی سبب تغییراتی چون افزایش آب‌گریزی و در نتیجه کاهش نفوذپذیری، افزایش رواناب و در نهایت افزایش فرسایش خاک می‌شود. شدت آتش‌سوزی توسط عواملی چون مقدار بارسوخت تغییر می‌کند. این پژوهش به‌منظور بررسی تاثیر ۳ سطح بارسوخت۵۰۰، ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ g/m^2 از ۲ نوع گیاه گون گزی و گون کتیرایی بر شاخص آب‌گریزی خاک (R) در دو خاک مرتعی با بافت های متفاوت شن لومی و لوم شنی، در شرایط آزمایشگاهی صورت گرفت. نمونه‌های خاک به روش تصادفی و با ۴ تکرار تهیه شدند. اثر نوع خاک، تیمارهای اعمال‌شده، برهم‌کنش خاک × تیمار و گیاه× تیمار، بر شاخص آب‌گریزی خاک (R)، در سطح آماری ۱ درصد معنی‌دار بود. برهم‌کنش خاک × گیاه برشاخص آب‌گریزی در سطح آماری ۵ درصد معنی‌دار شد ولی اثر نوع گیاه بر شاخص R معنی‌دار نشد. براساس نتایج حاصل لازم است برای تعیین آب‌گریزی یک خاک علاوه بر نوع بافت خاک میزان ماده‌ی آلی خاک هم درنظر گرفته شود. همچنین مقایسه‌ی میانگین (LSD) نشان داد که آتش‌سوزی در همه‌ی تیمارها سبب افزایش شاخص آب‌گریزی نسبت به نمونه‌ی شاهد می‌شود ولی رابطه‌ی میان افزایش شدت آتش‌سوزی و افزایش شاخص آب‌گریزی الزاماً رابطه‌ی مستقیمی نمی‌باشد.

کلمات کلیدی : شدت آتش سوزی، آب گریزی، بار سوخت

مقدمه

آتش‌سوزی به‌عنوان یکی از پدیده‌های جهانی شناخته شده که قادر است سطح زمین را بیش از سایر پدیده‌های طبیعی تحت تاثیر قراردهد (Lavorel et al, 2007) به‌طوری‌که بیش از ۳۰ درصد از سطح خشکی‌های زمین تحت تاثیر آتش‌سوزی‌های متناوب و قابل‌توجه قرار گرفته است (Chuvieco et al, 2008).

بشر از زمان‌های قدیم از آتش به‌عنوان یک ابزار مدیریتی جهت فراهم کردن زمین‌های بیشتر برای کشاورزی، پاک‌سازی زمین‌ها از گیاهان، حذف بقایای گیاهان و یا تأمین ذخیره غذایی برای سال بعد، استفاده می‌کرده است (Goncalves et al, 2012). سوزاندن یک عملیات سنتی بوده که برای مدت طولانی به‌عنوان یک فاکتور اکولوژیکی و یک ابزار مدیریتی در نواحی مرتعی به طور وسیع استفاده شده و هدف از این کار، تأمین منافع حیوانات، افزایش رشد گیاهان علفی در بهار، زدودن علف‌های هرز وگسترش توزیع چرای یکنواخت بوده‌است (Clentone et al, 1973، Goncalves et al, 2012).

[۱]-دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه علوم و مهندسی خاک، دانشگاه صنعتی اصفهان، zinazi2013@yahoo.com
[۲]-عضو هیئت علمی دانشگاه صنعتی اصفهان، hajabbas@cc.iut.ac.ir
[۳]- عضو هیئت علمی دانشگاه صنعتی اصفهان، mosaddeghi@cc.iut.ac.ir
[۴]- عضو هیئت علمی دانشگاه صنعتی اصفهان، majid.iravani@cc.iut.ac.ir

اخیراً بسیاری از چراگرها تمایل به سوزاندن زمین دارند تا دام‌ها بتوانند از بقایای آتش‌گرفته تغذیه کنند و نیز رشد گیاهان تسریع یابد (Savadogo et al 2007).

از لحظه‌ای که بشر به آتش دست یافت، زمین دست‌خوش تغییرات جبران‌ناپذیری شد و رژیم‌های آتش‌سوزی جدیدی بوجود آمدند و با افزایش جمعیت بشر و استفاده‌ی آنها از آتش، تغییراتی در فرآیندهای طبیعی اکوسیستم‌ها پدید-آمد (Goncalves et al, 2012). تاثیر آتش بر ترکیبات غیرزنده با توجه به شدت آتش‌سوزی و مدت زمان پایداری آتش تعیین می‌شود ولی تاثیر آتش بر جانداران علاوه بر این به مقدار زیادی به رژیم آتش‌سوزی بستگی دارد، به طوری‌که رژیم آتش‌سوزی توانایی یک جاندار را برای فرار کردن یا تحمل کردن آتش ازپیش تعیین می‌کند (Anonymous, 2004). یکی‌از اثرات اکولوژیکی و محیطی آتش‌سوزی‌ها گرم شدن کره‌ی زمین می باشد، چون دراثر سوزاندن زیتوده منبع مهمی از گازهای گلخانه‌ای تولید می‌شوند که موجب گرم شدن کره‌ی زمین خواهند شد (Gonzalez, 2004). بر-اساس گزارش FAO در سال ۲۰۰۱، امروزه بیشتر آتش‌سوزی‌ها دراثر فعالیت‌های بشر رخ می‌دهند و تنها بخش ناچیزی مربوط به عوامل محیطی می‌شوند (FAO, 2001).

استفاده از آتش‌سوزی کنترل‌شده به‌عنوان یک ابزار تکنیکی و علمی روزبه‌روز درحال توسعه است. برنامه‌های آتش-سوزی کنترل شده در مواقعی که سوخت خطرناک است و یا آب و هوا مساعد نیست مورد استفاده قرار می‌گیرند (Neary et al, 1999). مونشل و کرائوس (۲۰۱۰)، بیان کردند که در بعضی مناطق اروپا (اسکاتلند، سوئد، آلمان) پیشرفت‌های خوبی در زمینه استفاده از آتش جهت اهداف مدیریتی صورت گرفته است که این تجربه‌ها در مناطق دیگر با شرایط مشابه از نظر اقتصادی، اجتماعی و ویژگی‌های جنگل می‌تواند استفاده شود (Montiel and Kraus, 2010). یکی از اهداف اصلی استفاده از آتش توسط مدیران جنگل، حذف سوخت است و ازآنجاکه این می‌تواند باعث تولید آتش با شدت بالا شود بسیار حائز اهمیت می باشد (Goncalves et al, 2012). آتش‌سوزی‌های کنترل شده در جنگل‌های آزمایشی *Sun Dimas* در بهار سال ۲۰۰۱ نشان داد که دراثر آتش‌سوزی لایه‌ی نازک خاک سطحی برداشته شده و ازبین می‌رود، به-دنبال آن لایه‌ی نازکی از خاکستر و زغال روی سطح بجا می‌ماند (Hubberta et al, 2006).

اِسمیت و همکاران (۲۰۰۴)، گزارش کردند: بار سوخت و ساختار پوشش گیاهی تنها بخش‌هایی هستندکه می‌توان آن‌ها را مستقیماً دست‌کاری کرد تا بر رژیم‌های آتش‌سوزی اثر بگذارند (Smith et al, 2004).

اِسمیت و همکاران (۲۰۰۴)، شدت آتش‌سوزی را شاخصی از بازده انرژی تعریف کرده و آن‌را به چهار دسته‌ی: پایین (کمتراز ۵۰۰ kW/m^2)، متوسط (۵۰۰-۳۰۰۰ kW/m^2)، زیاد (۳۰۰۱-۷۰۰۰ kW/m^2) و بسیار زیاد (بیش‌تر از ۷۰۰۰ kW/m^2)، تقسیم می‌کنند. از نظر آنها شدت آتش‌سوزی توسط سه عامل، مقدار سوخت، سطح رطوبت سوخت و سرعتی که سوخت در آن سوزانده می‌شود تعیین می‌گردد به‌طوری‌که هرچه مقدار سوخت بیش‌تر و رطوبت آن کمتر باشد شدت آتش‌سوزی افزایش بیشتری خواهد داشت. برای مثال در آفریقای جنوبی آتش‌سوزی‌های آخر تابستان یا پاییز، شدت بیش‌تری نسبت به آتش سوزی‌هایی که در بهار رخ می‌دهند دارند که علت آن کمتر بودن مقدار رطوبت سوخت پس‌از یک تابستان خشک می‌باشد (Smith et al, 2004). دی بانو و همکاران (۱۹۹۸)، طبقه‌بندی زیر را ارائه کرده‌اند: شدت پایین سوختن: کمتر از ۲٪

ناحیه شدیداً سوخته، کمتر از ۱۵٪ تقریباً سوخته و بقیه‌ی منطقه با شدت پایین می‌سوزد و یا اصلاً نمی‌سوزد، شدت متوسط سوختن: کمتر از ۱۰٪ ناحیه شدیداً می‌سوزد، بیش از ۱۵٪ تقریباً سوخته و باقی‌مانده با شدت پایین می‌سوزد و یا اصلاً نمی

سوزد، شدت‌های بالای سوختن: بیش از ۱۰٪ منطقه شواهدی از سوختگی با شدت بالا را نشان می‌دهند، بیش از ۸۰٪ شدیداً یا تقریباً سوخته و باقی‌مانده با شدت پایین می‌سوزد (Debano et al, 1998). هوبرتا و همکاران (۲۰۰۶)، از سه فاکتور: اندازه‌ی قطر سوخت پس‌از آتش‌سوزی، رنگ خاکستر و میزان مصرف خار و خاشاک، جهت تخمین شدت آتش‌سوزی استفاده کردند (Hubberta et al, 2006).

بسته به شدت آتش‌سوزی، آتش‌سوزی می‌تواند برای برخی جانداران مفید (از طریق افزایش مواد غذایی قابل دسترس خاک) و برای برخی مضر (ایجاد خاک‌های آب‌گریز و افزایش فرسایش خاک) باشد و براساس مدت پایداری آتش و شدت و رفتار آن، اجزای هر اکوسیستم شامل آب، خاک، حشرات و پاتوژن‌ها، گیاهان، حیوانات اهلی و وحشی، تحت تاثیر قرار می‌گیرند (Anonymous, 2004).

از خاکستر به‌جا مانده به عنوان اصلاح کننده‌ی خاک استفاده می‌شود. آتش سبب کاهش نفوذپذیری و در نتیجه افزایش جریانات سطحی و فرسایش می‌شود زیرا دراثر شسته شدن خاکستر و نفوذ آن به درون خاک منافذ خاک بسته شده و نفوذپذیری آنها کاهش می‌یابد (Cathelijne et al, 2010, Hubberta et al, 2006). میزان نفوذپذیری آب خاک در مناطق دارای آتش‌سوزی ۲۵/۷ ±۴۹/۲ میلی‌متر برساعت درحالی‌که در مناطق بدون آتش‌سوزی ۷۰/۵ ± ۷۸ میلیمتر برساعت گزارش شده است (Montiel and Kraus, 2010). مقاومت خاک در برابر مرطوب شدن برای دوره-های زمانی چند دقیقه‌ای، چند ساعته و بیشتر را آب‌گریزی خاک گویند (Jong et al, 1999). خاک‌های شنی با مقدار کم مواد آلی نیز آب‌گریز می‌شوند، زیرا دانه‌های شن با سطح ویژه کم خود قادرند به راحتی توسط مقادیر اندک از مواد آلی پوشیده شده و ایجاد آب‌گریزی کنند (Buckman and Brady 1969). خاکستر بجامانده پس‌از آتش‌سوزی سبب افزایش نگهداشت آب خاک و بهبود وضعیت تغذیه‌ای می‌شود و از طرفی هدایت هیدرولیکی خاک را کاهش داده و افزایش رواناب و افزایش فرسایش خاک را باعث می‌شود (Cathelijne et al, 2010). نظریه‌ی دیگر مبنی بر این است که آتش باعث کاهش مواد آلی و افزایش pH خاک می‌شود (با بجا گذاشتن خاکسترهای قلیایی) و از این طریق باعث کاهش آب‌گریزی خاک خواهد شد (Kajura et al, 2012).

سوزاندن مراتع پیامدهای زیان‌باری چون ازبین بردن پوشش‌های سطحی محافظ و خاک‌پوش را به‌دنبال دارد که این می‌تواند سبب افزایش فرسایش وکاهش نفوذپذیری آبی خاک شود (Clentone et al, 1973).

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر به‌منظور بررسی نقش شدت آتش‌سوزی بر آب‌گریزی در دو مکان مرتعی، متفاوت ازنظر بافت و پوشش گیاهی، واقع در شهرستان فریدون شهر استان اصفهان و در شرایط آزمایشگاهی انجام گرفت. این پژوهش با ۴ تیمار شامل ۳ تیمار سوختی در ۳ سطح بار سوخت (۵۰۰، ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ گرم بر متر مربع) و ۱ نمونه‌ی شاهد و ۴ تکرار برای هر کدام از خاک‌ها و پوشش‌های گیاهی انجام شد.

مراتع انتخابی به شرح زیر بودند:

۱- مرتع مغندر با طول جغرافیایی ۴۹ درجه و ۵۷/۴۸ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۳ درجه و ۴/۳۴ دقیقه شمالی، پوشیده‌شده با گون کتیرایی، دارای بافت شن لومی،

۲- مرتع تنگه‌دزدان با طول جغرافیایی ۴۹ درجه و ۵۷/۵۳ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۳ درجه و ۳/۳۵ دقیقه شمالی، پوشیده‌شده با گون گزی، دارای بافت لوم شنی.

حداکثر ارتفاع منطقه از سطح دریا ۳۰۲۵ متر و حداقل آن ۲۵۰۰ متر است. میانگین بارندگی سالانه منطقه ۴۵۰ میلی-متر و میانگین دمای سالانه آن ۹ درجه‌سانتی‌گراد می‌باشد. بافت غالب خاک‌های منطقه لوم رسی و پوشش گیاهی غالب در این منطقه گون گزی و گون کتیرایی گزارش شده است (دفتر حفاظت و حمایت منابع طبیعی، ۱۳۸۹).

نمونه‌های خاک از لایه ی ۰-۹ سانتی‌متری دو مرتع موردنظر، به روش تصادفی و با ۴ تکرار، توسط سینی هایی با ابعاد ۲۰×۳۰ سانتی‌متر و ارتفاع ۹سانتی‌متر، تهیه شد. همچنین مقادیری از بقایای گیاهانی که در این دو مرتع رشد کردند (شامل گون کتیرایی و گون گزی) تهیه و به‌صورت جداگانه در کیسه هایی ریخته و همراه با نمونه‌های خاک به آزمایشگاه منتقل شدند. نمونه های گون گزی و گون کتیرایی پس از خشک شدن در آون، در ۳ سطح ۵۰۰، ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ گرم، وزن شدند. سینی‌های محتوی خاک به صورت ۴تایی کنارهم قرارداده شد و فضای خالی بین آنها توسط فویل‌های آلومینیوم پوشش داده شد تا سطوحی با ابعاد ۱ مترمربع حاصل شود. گیاهان وزن‌شده به صورت جداگانه روی سطح سینی‌ها پخش و سپس آتش زده شدند.

نمونه‌های خاک دست‌نخورده بوسیله‌ی استوانه‌های نمونه‌برداری (ارتفاع، ۴/۸ سانتی‌متر و قطر، ۵/۲ سانتی‌متر) به‌منظور اندازه‌گیری آب‌گریزی خاک از داخل سینی‌ها برداشته شدند. شاخص آب‌گریزی (R) در نمونه‌های خاک به روش جذب‌پذیری آب و الکل مطابق فرمول مقابل اندازه‌گیری شد (Hallett et al, 2006). $R = 1.95 \ S_{water} / S_{ethanol}$)

تجزیه و تحلیل‌های آماری با استفاده از نرم‌افزار SAS انجام گرفت و ازآزمون LSD برای مقایسه میانگین استفاده شد. طرح آماری مورد استفاده به‌منظور مقایسه‌ی اثر تیمارهای سوختی مختلف، نوع خاک، نوع گیاه و همچنین برهم‌کنش این تیمارها، فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی بود. بافت خاک (لوم شنی و شن لومی) به عنوان فاکتور اول، نوع گیاه (گون گزی و گون کتیرایی) به عنوان فاکتور دوم و تیمارهای آتش‌سوزی (۳ سطح سوخت ۵۰۰، ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ گرم بر مترمربع و نمونه‌ی آتش‌سوزی‌نشده) به عنوان فاکتور سوم در نظر گرفته شدند.

نتایج و بحث

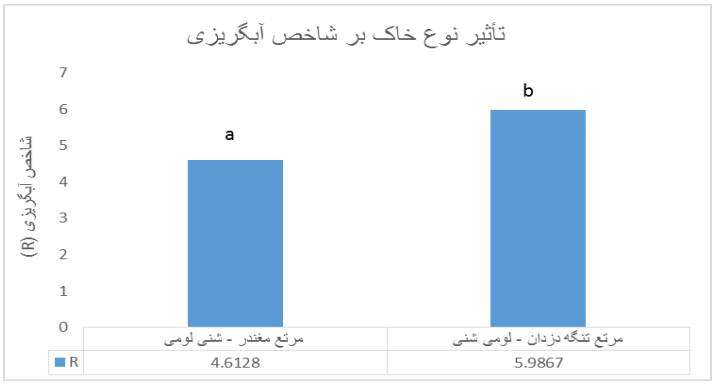
جدول شماره ۱ نشان دهنده‌ی این است که، اثر نوع خاک و تیمارهای اعمال‌شده (شامل ۳ تیمار با شدت آتش‌سوزی متفاوت و ۱ نمونه‌ی شاهد)، درسطح آماری ۱ درصد معنی‌دار می‌باشند. برهم‌کنش خاک × تیمار و همچنین برهم‌کنش گیاه × تیمار، بر شاخص آب‌گریزی خاک (R)، در سطح آماری ۱ درصد معنی‌دار بوده است. برهم‌کنش خاک × گیاه بر R درسطح آماری ۵ درصد معنی‌دار شده است، ولی اثر گیاه بر شاخص R معنی‌دار نشد و این یعنی گیاهان گون گزی و گون کتیرایی تأثیر یکسانی بر شاخص آب‌گریزی خاک داشته‌اند.

باتوجه به معنی‌دارشدن فاکتورها، مقایسه‌ی میانگین به روش LSD انجام و نتایج آن به صورت شکل نمایش داده شدند.

جدول ۱- تجزیه واریانس مربوط به اثرهای اصلی و برهم‌کنش تیمارهای آتش‌سوزی، خاک و گیاه بر شاخص آب-گریزی خاک (R)

منبع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات
		شاخص آب‌گریزی(R)
خاک	۱	۲۹/۴۱**
گیاه	۱	۰/۳۹ns
تیمار	۳	۳۳/۵۱**
خاک× گیاه	۱	۷/۸۵*
خاک× تیمار	۳	۵/۸۸**
گیاه× تیمار	۳	۶/۳۶**
خاک× گیاه× تیمار	۳	۰/۹۹ns
خطای آزمایشی	۴۷	
ضریب تغییرات(٪)		۲۰/۰۴۰

** و * به ترتیب به مفهوم معنی داری در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد می‌باشند.



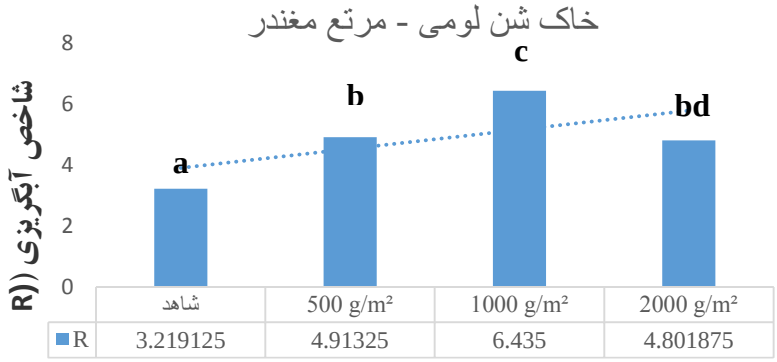
میانگین‌ها با حروف متفاوت از لحاظ آماری (LSD) در سطح آماری ۱ درصد تفاوت معنی دار دارند.

شکل ۱- تأثیر نوع خاک بر شاخص آب‌گریزی (R)

مطابق شکل ۱، خاک با بافت لوم شنی (مرتع تنگه دزدان)، نسبت به خاک با بافت شن لومی (مرتع مغندر) شاخص آب‌گریزی (R) بیش‌تری داشته است. علت این امر را می‌توان به نوع پوشش اولیه‌ی این خاک‌ها (گون گزی) و در حقیقت میزان ماده‌ی آلی آن‌ها نسبت داد، یعنی در خاک با بافت لوم شنی میزا ن ماده آلی بیشتر از خاک با بافت شن لومی بوده و همین امر سبب افزایش بیش‌تر شاخص R در این خاک شده است. شاخص آب‌گریزی خاک عموماً در اثر حضور مواد آلی و مواد هومیکی ایجاد می‌شود، بنابراین آب‌گریزی وابسته به نوع ماده‌ی آلی تولید شده توسط گیاه می‌باشد (Buckman et al, 1969).

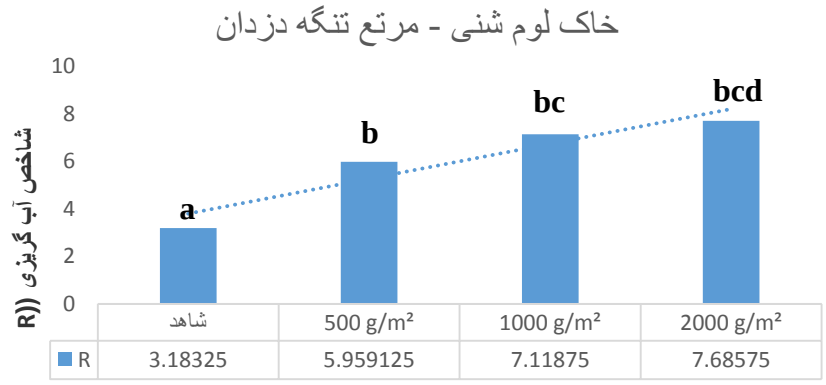
شدت‌های مختلف آتش‌سوزی سبب افزایش شاخص آب‌گریزی (R) نسبت به نمونه‌ی شاهد شده است (شکل ۱ و ۲)، اما در خاک با بافت شن لومی (مرتع مغندر)، بیشترین میزان افزایش برای شاخص آب‌گریزی مربوط به تیمار ۱۰۰۰g/m² می‌باشد (شکل ۲)، زیرا در تیمار ۲۰۰۰g/m² میزان گرمای تولید شده سبب کامل سوختن بقایای آلی می‌شود و درنتیجه خاکستری که بجا می‌ماند میزان آب‌گریزی خاک را کاهش می‌دهد.

پژوهش‌های کاتلینج (۲۰۱۰)، نشان داد که دماهای ۲۰۰ درجه سانتی‌گراد و پایین‌تر ویژگی‌های خاک را تغییر نمی‌دهد ولی دماهای ۳۰۰ درجه سانتی‌گراد و بالاتر سبب افزایش چگالی ظاهری، مقدار رس و سیلت وکاهش مقدار مواد آلی و شن می‌شود. دماهای ۲۰۰ درجه‌سانتی‌گراد و پایین‌تر باعث کاهش میزان آب قابل استفاده‌ی گیاهان می‌شود درحالی‌که دماهای ۳۰۰ درجه‌سانتی‌گراد و بالاتر میزان آب قابل استفاده‌ی گیاهان را افزایش می‌دهد (Cathelijne et al, 2010). علت این موضوع را مربوط به کامل سوختن مواد آلی در دماهای زیاد و تولید خاکستر می‌دانند. خاکستر مستقیماً بر بافت خاک اثر ندارد ولی باعث افزایش نگهداشت آب می‌شود. برخلاف این واقعیت که خاکستر ممکن است منافذ خاک را پر کند و درنتیجه میزان تخلل خاک را کاهش دهد، جذب آب توسط خاکستر میزان آب خاک را افزایش خواهد داد. همچنین خاکستر نسبت به خاک دارای میزان ماده‌ی آلی کمتر و میزان رس و سیلت بیشتری می‌باشد (Cathelijne etal, 2010). آتش باعث کاهش مواد آلی و افزایش pH خاک می‌شود (با بجا گذاشتن خاکسترهای قلیایی) و از این طریق باعث کاهش آب‌گریزی خاک خواهد شد (Kajiura et al, 2012).



میانگین‌های با حداقل یک حرف یکسان از لحاظ آماری (LSD) در سطح احتمال ۱ درصد تفاوت معنی‌دار ندارند.

شکل ۲- تأثیر شدت‌های مختلف آتش‌سوزی بر شاخص آب‌گریزی در خاک شن لومی (مرتع مغندر)



میانگین‌های با حداقل یک حرف یکسان از لحاظ آماری (LSD) در سطح احتمال ۱ درصد تفاوت معنی‌دار ندارند.

شکل ۳- تاثیر شدت‌های مختلف آتش‌سوزی بر شاخص آب‌گریزی در خاک لوم شنی (مرتع تنگه‌دزدان)

مطابق شکل ۳، در خاک با بافت لوم شنی با افزایش شدت آتش‌سوزی از میزان بار سوخت g/m^2 ۵۰۰ به g/m^2 ۲۰۰۰ میزان شاخص آب‌گریزی افزایش یافته است ولی تفاوت معنی داری بین شدت‌های مختلف دیده نمی‌شود. به‌جا گذاشتن مواد آلی در اثر آتش‌سوزی منجر به افزایش شاخص آب‌گریزی (R) در این خاک شد. هم‌چنین می‌توان افزایش درصد شن خاک در اثر افزایش حرارت و گردهمایی ذرات رس و سیلت را عامل موثر دیگری برافزایش شاخص R دانست.

نتیجه‌گیری

اگرچه آب‌گریزی به طور معمول در خاک‌های با بافت‌های درشت بیش‌تر از خاک‌های ریزبافت می‌باشد ولی در پژوهش حاضر مقدار مواد آلی خاک عامل تعیین کننده آب‌گریزی خاک بود.

آتش سوزی در هر ۳ سطح سوخت ۵۰۰، ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ گرم بر مترمربع سبب افزایش شاخص آب‌گریزی شد ولی الزاماً رابطه‌ی مستقیمی میان افزایش شدت آتش‌سوزی و افزایش شاخص آب‌گریزی وجود ندارد به‌طوری که در خاک با بافت شن لومی بیشترین افزایش شاخص آب‌گریزی در سطح سوخت g/m^2 ۱۰۰۰ دیده شد. شدت‌های بالای آتش‌سوزی با تولید حرارت‌های بیش‌تر باعث سوختن کامل مواد آلی و ایجاد خاکستر می‌شوند که در این حالت جذب آب و نگهداشت آب افزایش یافته و در نتیجه شاخص آب‌گریزی کاهش یافت.

منابع

۱- دفتر حفاظت و حمایت منابع طبیعی، زمستان ۱۳۸۹. طرح جامع مدیریت پیش‌گیری و اطفاء حریق، سازمان جنگل‌ها، مراتع آبخیزداری کشور.

2-Anonymous. 2001. Global forest fire assessment 1990-2000. Forest resources assessment programme, 55: 495.

3-Anonymous. 2004. Fire effects on range land ecosystems. BC. 1: 1-4.

4-Buckman, H. O. and N. C. Brady 1969. The nature and properties of soils. The mackmillan company, New York, N. Y.

5-Cathelijne, R. S., J. G. Wesseling, C. J. Ritsema. 2010. Effects of fire and ash on soil water retention. Geoderma. 159: 276-285.
6-Chuvieco, E., L. Giglio and C. Justice. 2008. Global characterization of fire activity: toward defining fire regimes from Earth observation data. Glob Change Biol. 14 (7): 1488–1502.
7-Clentone, E., O. Brouce, J. Bruce. 1973. *J.* Range Manage. 26: 185-188.
8-Debano, L. F., D. G. Neary, P. F. Ffolliott. 1998. Fire's Effects on Ecosystems. John Wiley &Sons, New York.
9-Goncalves, A. B., A. Vieira, X. Ubeda and D. Martin. 2012. Fire and soils: Key concepts and recent advances. Geoderma. 191: 3-13.
10-Gonzalez-Perez, J., F. Gonzalez-vila, G. Almendros and K. Nicker. 2004. The effect of fire on soil organic matter-a review. Environ Int. 30: 855-870.
11-Hallett, P., White, N., and Ritz, K. 2006. Impact of basidiomycete fungi on the wettability of soil contaminated with a hydrophobic polycyclic aromatic hydrocarbon. Biologia. 61: S334–S338.
12-Hubberta, K. R. T, H. K. Preislerb, P. M. Wohlgemutha, R. C. Grahamc and M. G. Narog. 2006. Prescribed burning effects on soil physical properties and soil water repellency in a steep chaparral watershed, southern California, USA. Geoderma. 130: 284–298.
13-Jong, L. W., Jacobsen, O. H. and Moldrup, P. 1999, Soil water repellency: effects of water content temperature and particle size. Soil. Soc. Am. J. 63: 437-442.
14-Kajiura, M., T. Tokida, K. Seki. 2012. Effects of moisture conditions on potential soil water repellency in a tropical forest regenerated after fire. Geoderma. 181-182: 30–35.
15-Lavorel, S., M. D. Flannigan, E. F. Lambin and M. C. Scholes. 2007. Vulnerability of land systems to fire: interactions among humans, climate, the atmosphere and ecosystems.Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change. 12 (1): 33-55.
16-Montiel, C., D. Kraus. 2010. Best practices of fire use — prescribed burning and suppressionfire programmes in selected case-study regions in Europe. European Forest Institute Research Report. nº 24.
17-Neary, D. G., C. C. Klopatek, L. F., DeBano and P. F., Ffolliott.1999. Fire effects on belowground sustainability: a review and synthesis. Forest Ecol. Manag.122: 51-71.
18-Savadogo, P., L. Sawadogo and D. Tiveau. 2007. Effects of graizing intensity and prescribed fire on soil physical and hydrological properties and pasture yield in the savanna woodlands of Burkina faso. Agr. Ecosyst Environ. 118: 80-92.
19-Smith, M., C. Grant, W. Loneragan and J. Koch. 2004. Fire management implications of fuel loads and vegetation structures in jarrah forest restoration on bauxite mines in Western Australia. Forest Ecol Manag. 187: 247-266.